

adicionam se ao liquido 40 cc. de acido sulfurico a $\frac{1}{5}$ e um numero de cc. de soluto de acido oxalico igual ao numero de cc. de soluto de permanganato utilizado.

Então, depois de bem agitado o balão, vê-se descórar o conteúdo d'este; n'elle fica um excesso de acido oxalico correspondente ao permanganato que tinha sido decomposto pela materia organica; portanto, esta ultima quantidade de permanganato será determinada logo que se conheça a quantidade de acido em excesso, o que facilmente se consegue deixando cahir, de uma bureta graduada, gôtta a gôtta, o soluto titulado de permanganato até que o liquido tome uma leve côr rosea.

O numero de cc. d'este ultimo soluto assim lançados que foram necessarios para acabar a oxydação do acido oxalico é o mesmo que a destruição pela materia organica, durante a ebullição, impediu de actuar, não deixando que o soluto de acido oxalico ajuntado fosse saturado completamente, volume por volume, pela dose primitiva de soluto de permanganato.

Na determinação do numero de cc. d'este soluto destruidos pela materia organica da porção de *sewage* que se analysa ha uma correcção a fazer: é preciso subtrahir do numero de cc. gastos o numero que se encontra como resultado para identica determinação feita exactamente nas mesmas condições de volumes, de reagentes, de tempo e de temperatura, mas, agora, com agua distillada (o chamado *ensaio a branco*).

Por vezes, tambem se fazem duas determinações com dois volumes da mesma agua de esgoto, um duplo do outro, cada um dos quaes se leva a 100 cc., pela addição de agua distillada; então, por differença, se obterá o numero de cc. de soluto de permanganato destruido pela materia organica do liquido do volume simples (CALMETTE, ROLLANTS, BAUCHER).

Para d'este numero passar ao valor em oxygeneo consumido basta multiplicá-lo por $0^{mg}.,08$ ou $0^{mg}.,1$, segundo a concentração do soluto de permanganato (0,316 ou 0,395 por mil); egualmente se pôde exprimir o valor em acido oxalico, mas, então, o outro factor do producto será $0^{mg}.,63$ ou $0^{mg}.,7875$ (segundo a concentração do soluto de acido oxalico utilizado).

Como de costume, da porção de *sewage* examinada, calcula-se para o litro.

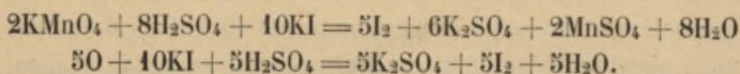
β) *Oxydabilidade em solução acida.* — Calcula-se de fôrma analoga; a differença é de que os 10 cc. de acido sulfurico a $\frac{1}{5}$ se juntam antes de se sujeitar o balão á acção do calor e em logar do liquido alcalino que é supprimido.

b) *Oxygeneo consumido em 4 horas a frio, em meio acido*

Obeem-se, assim, como resultados, numeros mais reduzidos, mas que, comtudo, podem dar indicações uteis sobre a riqueza do liquido em materias organicas.

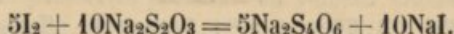
Aqui, realisa-se a oxydação de substancias que lentamente actuam sobre o permanganato. Productos de alcatrão, hulha, phenol, naphtol, naphtylamina, bases pyridicas, tinturas, indigo, campeche, saes inorganicos, sulfocyanetos, sulfitos, nitritos e saes ferrosos, entre outros corpos (CALMETTE), que decompõem o permanganato, podem concorrer para falsear os resultados; em geral, porém, estas substancias existem em quantidade insignificante.

O acido sulfurico a $\frac{1}{5}$ é, aqui tambem, usado para acidular o meio constituido pela mistura de uma medida porção de liquido a examinar (mais ou menos diluido) e de soluto titulado de permanganato lançado em quantidade tal que, ao fim das 4 horas que o contacto deve durar, ainda haja excesso sufficiente para córar o liquido; a reacção é, então, interrompida pela adjuncção de iodeto de potassio (soluto a 10% ou crystaes solidos puros) bastante para córar de castanho claro o liquido, em virtude do iodo que o permanganato não reduzido liberta proporcionalmente á sua quantidade e, portanto, á do seu oxygeneo activo



D'esta fôrma, a quantidade de permanganato não reduzido

pela materia organica será conhecida logo que se determine a quantidade de iodo libertada. Isto consegue-se fazendo a dosagem do iodo pelo thiosulfato de sodio (vulgarmente chamado hyposulfito de sodio) em soluto titulado (1): lança-se este soluto, ás gôttas, até que a côr castanha tenha quasi desapparecido; n'esta altura, junta-se uma pequena quantidade de soluto aquoso colloidal de amido (cozimento de amido) fresco, que fará apparecer uma côr azul de iodeto de amido; este composto, instavel, servirá de indicador, visto que o lançamento de soluto titulado de thiosulfato, que se continuará a fazer em seguida á adjuncção de amido, será suspenso definitivamente logo que á côr azul desapareça (2)



Usando-se o soluto centinormal de permanganato (0^{gr.},316 de $KMnO_4$ por litro) e o soluto centinormal de thiosulfato de sodio (2^{gr.},4827 de $Na_2S_2O_3$, $5H_2O$ por litro), um centimetro cubico d'este ultimo transforma uma quantidade de iodo igual á que um centimetro cubico do soluto de permanganato liberta.

Fazendo, pois, com taes solutos, uma determinação para uma amostra de agua de esgoto e obtendo o numero de cc. de soluto de permanganato não reduzido, d'ahi tiramos, por differença, o valor da parte decomposta. Melhor ainda se procederá fazendo duas determinações, uma para uma amostra de agua de esgoto, outra para a mesma porção de agua distillada, procurando a differença entre os numeros de cc. de soluto de thiosulfato gastos n'um e n'outro caso, e concluindo, d'ahi, a quantidade de permanganato decomposto.

Multiplica-se o numero obtido por 0^{gr.},00008 (visto que o soluto é centinormal), para achar a quantidade de oxygeneo

(1) Este soluto altera-se rapidamente.

(2) A dosagem pelo hyposulfito deve ser praticada logo depois da adjuncção de iodeto, para evitar a causa de erro que provem da libertação de iodo pelo acido do meio.

consumido nas 4 horas, em meio acido, a frio, pela amostra de agua de esgoto.

c) **Oxygeneo consumido em 3 minutos, a frio e em meio acido**

Não é propriamente para estabelecer a riqueza em materia organica que este processo se utiliza, mas sim para, praticado antes e depois de incubação a 30° por 7 dias, verificar o grau de putrescibilidade de um dado liquido; com esse fim, toma parte importante na applicação do *incubator test* dos inglezes, que mais tarde será descripto.

N'este processo, o oxygeneo consumido dá indicações sobre a quantidade das materias que podem reduzir rapidamente o permanganato em meio acido; para este effeito concorrem principalmente os nitritos e os sulfuretos, com uma pequena porção da materia organica de facil putrefacção, nos effluentes não industriaes; havendo liquidos residuaes fabris, podem tambem sulfocyanetos, sulfato ferroso, phenoes e seus derivados, materias corantes, indigo, etc., manifestar-se no mesmo sentido.

A não ser no tempo do contacto, o modo de proceder é egual ao do caso da determinação do oxygeneo consumido em 4 horas.

4) **Azote combinado**

A determinação do azote existente n'um liquido de esgoto ou n'um effluente depurado não se faz, geralmente, de um modo global.

No processo com esse fim proposto por Mc. GOWAN, no relatorio á *Royal Commission on Sewage*, leva-se a ammoniaco todo o azote que como tal não exista já, isto é, o dos nitratos e nitritos e o organico, doseando-se, em seguida, o ammoniaco total. Para isso, lança-se na agua a examinar um soluto de assucar e reduzem-se os nitratos e nitritos, lentamente, por Zn e H_2SO_4 diluido; e, em seguida, sujeita-se o liquido á acção de

H_2SO_4 e do sulfato de sodio (como no processo KJELDAHL, adeante descripto), para decompôr as substancias organicas, libertando o seu azote que, como ammoniaco, juntamente com o resultante da redução dos nitratos e nitritos e com o ammoniaco livre ou salino já preexistente no liquido, será retirado por distillação com potassa ou soda e recebido em acido titulado, de modo a permitir o doseamento, pelo modo adeante indicado. A quantidade de ammoniaco multiplicada por 0,8235 dará o valor do azote correspondente.

Este processo tem, como o seu proprio autor reconhece, o defeito de exigir tempo muito longo na execução (6 dias), com vigilancia aturada. Assim, querendo-se obter o valor do azote total, é preferivel sommar os valores encontrados para as varias fórmãs sob que o azote se encontra, fórmãs mais ou menos complicadas segundo o grau de transformação que as substancias quaternarias primitivas attingiram.

Estabelece-se, quasi sempre, a distincção entre o azote mais ou menos oxydado dos nitratos e nitritos e o azote não oxydado, ammoniacal e organico, formando classes de compostos faceis de determinar separadamente.

A relação do azote oxydado para o não oxydado póde dar uma idéa da riqueza de uma dada amostra em materias nocivas.

A comparação do azote oxydado de um effluente depurado com o azote total do liquido primitivo é util, tambem, para dar a conhecer o grau de avanço que a depuração attingiu.

4^a) Azote oxydado

O azote póde, como sabemos, existir n'um estado mais ou menos adeantado de oxydação, ou n'uma primeira phase, sob a fórmula de nitritos, ou como nitratos, representando a phase ultima e de oxydação completa.

Geralmente, o azote não apparece no *sewage* sob essas fórmãs, a não ser na primeira parte do trajecto d'este nos esgotos, quando ainda muito fresco; ao contrario, o azote

oxydado póde ser abundante (quasi todo como nitrato) nos effluentes depurados.

A determinação do total do azote mais ou menos oxydado (sem distincção entre nitritos e nitratos) póde fazer-se empregando, entre outros, o processo de SCHLÖESING, descripto adeante para o doseamento dos nitratos. Póde tambem, naturalmente, obter-se pela somma das quantidades achadas para cada uma das duas variedades de compostos em que entra.

a) Nitratos

Representando os nitratos o ultimo grau de oxydação das materias azotadas, a sua determinação é de grande importancia, em certos casos, para apreciar o grau de mineralisação purificadora que as materias originaes do *sewage* soffreram.

Os processos mais praticos, pela sua simplicidade e rapidez, são os colorimetricos; só quando seja exigido um grande rigor, que elles não podem dar, ou quando, por qualquer motivo, não sejam praticaveis, haverá de recorrer-se a outros mais complicados, como são os gazometricos (de SCHLÖESING, de MUNTZ, etc.).

*

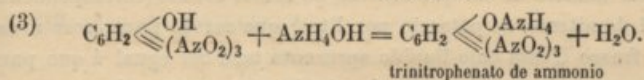
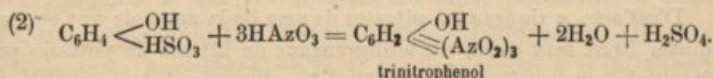
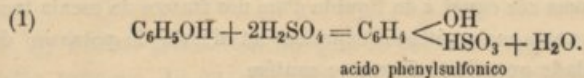
α) *Methodo colorimetrico.* — Mais do que o processo de BOSINGAULT, fundado na descóração do indigo e modificado por RIDEAL, e mais do que o processo de NOLL, baseado na coloração vermelha que a brucina dá com os nitratos decompostos pelo acido sulfurico, é usado o

Processo de GRANDVAL e LAJOUX, praticado no Laboratorio de Hygiene de Coimbra. — Funda-se na formação do trinitrophenol (acido picrico) pela acção do acido azotico sobre o phenol, em presença do acido sulfurico, e na producção, que, pela adjuncção de ammonia, em seguida se dá, do trinitrophenato

de ammonio, cujo poder c6rante 6 muito intenso. O reagente empregado 6 o sulfophenico, obtido pela dissolu76o lenta de 15 grammas de acido phenico crystallisado em 185 grammas de acido sulfurico puro (1).

Technica. — N'uma capsula de porcelana, evaporam-se a banho-maria 10 cc. da agua a examinar (na qual 6 conveniente ter precipitado previamente os chloretos); deixa-se arrefecer e lan7a se no residuo, levando-o bem ao contacto com elle, 1 cc. de reagente sulfophenico (2); alguns minutos mais tarde, juntam-se 5 cc. de agua distillada e 10 cc. de ammoniac6o ao ter7o (3); o liquido c6rado obtido deita-se n'um frasco onde se dilue at6 50 cc. com agua distillada que tenha servido para lavar cuidadosamente a capsula, de modo a n6o deixar n'esta vestigios de substancia c6rada.

A intensidade da c6r amarella do liquido obtido, depois d'esta diluic6o, 6 comparada com os tons de uma escala de frascos semelhantes contendo solutos, de egual volume (50 cc.), de nitrato de potassio de concentra76o conhecida e que soffrem, egualmente, a acc6o do reagente sulfophenico (4).



(4) Para obter esta escala, parte-se, geralmente, de um soluto de 0gr.5 de nitrato de potassio, puro e s6cco, em um litro de agua distillada. Tomam-se 10 cc. de tal soluto, que contem 0,5 centig. de nitrato, e, como atraz foi dito, evapora-se, junta-se 1 cc. de reagente sulfophenico e, minutos depois, alguns cc. de agua distillada e ammonio em excesso; em seguida, dilue-se o liquido c6rado, em agua distillada, at6 ao volume de 500 cc. O soluto c6rado corresponde, agora, a 1 centig. de nitrato por litro; em varios frascos semelhantes 6quelle que 6 destinado a receber o liquido diluido quando da analyse das amostras da agua de esgoto, deitam-se, ent6o, diferentes quantidades (1 cc., 2, 4, 6, 8, 10 cc., etc.)

Os resultados em lugar de serem expressos em nitrato de potassio podem ser-o em anhydrido azotico Az_2O_5 (1).

Os chloretos, quando abundantes, podem falsear os resultados; por isso, foi dito que era conveniente precipital-os, previamente, no liquido cujos nitratos se procura dosear. Para isto, depois de doseados os chloretos, lança-se no liquido um soluto de sulfato de prata em ligeiro excesso (4 cc. de soluto a 4,4 % precipita 0^{gr.},01 de chloro).

Havendo menos de 1 mg. de nitratos por litro na agua de esgoto, com as doses indicadas d'esse liquido não se obterá uma coloração sensível. Se houvesse interesse pratico em

d'este soluto córado a que se junta, em cada frasco, a porção de agua distillada necessaria para completar um volume de 50 cc. Ora, se o soluto córado continha 1 centig. de nitrato de potassio por litro, os frascos nos quaes existem 40, 30, 20, 10, 5, 1 cc. d'este liquido encerrarão, naturalmente, respectivamente: 0,4, 0,3, 0,2, 0,1, 0,05 e 0,01 mg. de nitrato, e assim por deante. Uma amostra de 10 cc. de uma dada agua de esgoto que dê, depois de tratada e diluida até 50 cc. com agua distillada como foi indicado, uma côr egual á do liquido d'um dos frascos da escala tem, por litro, 100 vezes mais nitrato (expresso em nitrato de potassio) do que a quantidade que n'este frasco se contém.

D'est'arte, a riqueza em nitratos de uma dada agua, de que se examinam 10 cc. será dada, em milligrammas de nitrato de potassio por litro, pelo numero de cc. que contém, do soluto córado (correspondente a 0^{gr.},01 de nitrato de potassio por litro) que serviu para fazer a escala, o frasco d'esta cujo liquido apresenta uma côr egual á que para a amostra a analysar foi obtida, depois do tratamento pelos reagentes e da diluição até 50 cc. pela agua distillada, n'um frasco semelhante aos da escala. Estes ultimos serão bem fechados com rolha parafinada e, assim, se conservarão muito tempo em estado de serem utilizados.

(1) Para obter a escala conveniente, poder-se-á, então, partir d'um soluto de nitrato de potassio a 0^{gr.},936 por litro de agua distillada; 10 cc. d'este soluto, que conteem 5 milligrammas de Az_2O_5 , são evaporados, e sobre o residuo actuarão os reagentes pelo modo indicado; a diluição far-se-á, em seguida, até ao volume de 500 cc., dando um liquido correspondente a 0^{gr.},01 de Az_2O_5 , por litro, com o qual se formará uma escala á semelhança da precedente.

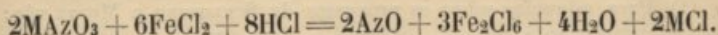
dosear quantidades tão insignificantes de nitrato, empregar-se-iam, para o exame, volumes maiores de liquido, evaporando 20 ou mais cc., em vez de 10. Quando, ao contrario, a coloração obtida para uma dada amostra é mais forte do que qualquer das dos frascos da escala, faz-se uma diluição do liquido córado proveniente da amostra, de modo a tornar a comparação possível.

O principal defeito que se aponta ao processo é o facto de, quando as materias organicas sejam abundantes, a sua carbonisação pelo acido sulfurico dar ao liquido um tom escuro que pôde impedir que se torne apparente a coloração produzida pelos reagentes. Lembremos, porém, que, se essa abundancia em substancias organicas se dá, em geral, no liquido de esgoto bruto ou muito atrazado na depuração, n'esses casos os nitratos faltam praticamente, ao passo que nos effluentes bem nitrados a quantidade de materia organica não chega a causar transtorno. Quando, comtudo, haja necessidade de um grande rigor na dosagem recorrer-se-á ao

*

β) *Methodo gazometrico*, no qual se calcula a riqueza em nitratos pelo numero de cc. de bioxydo de azote produzido á custa d'esses compostos, sob determinadas circumstancias. Os processos mais importantes são o de SCHLOESING e o de MUNTZ, modificação do primeiro.

Processo de SCHLOESING. — Com este processo, o doseamento dos nitratos pôde fazer-se mesmo em liquidos ricos em substancias organicas; os nitratos dão bioxydo de azote sob a acção do protochloreto de ferro e do acido chlorhydrico



O bioxydo de azote é recolhido sobre mercurio ou mesmo

sobre um soluto de soda fervida (TIEMANN). O numero de cc. de gaz, calculado a 0° e a 760^{mm} de pressão, multiplicado por 2^{mg}.413 dá o valor da porção do liquido examinado em Az₂O₅ (anhydrido azotico).

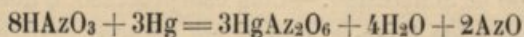
É de notar que, se o liquido contém nitritos, estes, decompondo-se, vão augmentar o volume de gaz; assim, pois, haverá a fazer, nos resultados obtidos, uma correcção que consistirá em subtrahir-lhes 1,42 partes por cada parte de azote nitroso doseado previamente, para que se tenha o valor que unicamente cabe aos nitratos (CALMETTE).

Para evitar a necessidade de correcção, pôde recorrer-se á modificação d'este processo que é o

Processo de MUNTZ, muito rigoroso. — Aqui, doseam-se os nitritos e nitratos separadamente, mas na mesma operação.

O liquido é primeiro aquecido com sulfato ferroso, o que dá em resultado a decomposição total dos nitritos, com produção de bioxydo de azote que se recolhe n'uma campanula; em seguida, junta-se acido chlorhydrico, e os nitratos, até ahi poupados, são, então, decompostos por seu turno, dando, egualmente, bioxydo de azote que se recolhe n'uma segunda campanula (1).

Processo de BARILLÉ. — Aqui, o bioxydo de azote resulta da decomposição, a frio, pelo mercurio, do acido azotico posto em liberdade pelo acido sulfurico:



10 centigrammas de nitrato de potassio dariam 22^{cc},09 de gaz.

(1) Para minucias sobre os processos de SCHLÆSING e MUNTZ vêr: *Annales de l'Institut Pasteur*, 1905, pag. 492; ROLANTS, *Analyse des eaux d'égout*, pag. 58; CALMETTE, *Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout*, vol. 1, pag. 100.

A reacção exigiria de 24 a 36 horas, segundo BAUCHER, o que, me parece, deverá diminuir muito o valor pratico attribuido ao processo por este autor.

*

Em Inglaterra usa-se, ainda, o

γ) Methodo da redução. — Um soluto de nitrato ou nitrito é submettido á acção reductora de agentes apropriados, taes como o hydrogeneo nascente produzido pelo contacto zinco-cobre em solução acida ou pelo aluminio em solução alcalina. A redução leva os nitratos a nitritos, a hydroxylamina e a ammoniaco. O ammoniaco que existisse já na agua terá sido previamente eliminado pela evaporação em presença de uma pequena quantidade de lixivia de soda privada de nitratos. Fóra de Inglaterra, o methodo não se espalhou porque, exigindo bastante tempo, não dá resultados seguros.

b) Nitritos

Os nitritos, por isso que são um composto de transição, em geral pouco abundam na agua de esgoto. Assim, nos liquidos em que a oxydação é já avançada, os nitritos raro excedem 3 a 4 milligrammas por litro; nos outros casos, existem apenas como vestigios ou faltam por completo.

Para verificar a existencia d'estes compostos e para o seu doseamento, recorre-se, geralmente, ao Methodo colorimetrico, de processos rapidos que dão quasi sempre uma approximação sufficiente. D'estes, o mais vulgarmente empregado é o

Processo de metaphenylena-diamina, usado no Laboratorio de Hygiene de Coimbra. — Funda-se em que o chlorhydrato de metaphenylena-diamina, em presença do acido nitroso libertado pelo acido sulfurico á custa dos nitritos, dá uma côr castanha

escura, tanto mais intensa quanto maior fôr a quantidade dos nitritos decompostos.

O soluto de chlorhydrato de metaphenylena-diamina córa-se rapidamente á luz; por isso, deve conservar-se em frascos amarellos e descórar-se na occasião do emprego, pelo negro animal. Segundo a fórmula DENIGÉS, usada no Laboratorio de Hygiene de Coimbra, dissolvem-se 2 grammas de chlorhydrato de metaphenylena-diamina na mistura de 50 cc. de agua e 50 cc. de ammonia; juntam-se 5 grammas de carvão animal pulverisado e agita-se bem o todo, para descórar o liquido que fica sempre em contacto com o carvão.

Para se fazer a analyse, deita-se 1 cc. d'este reagente e 1 cc. de acido sulfurico a $\frac{1}{3}$ no liquido a examinar, e agita-se; o mesmo se faz para eguaes volumes (50 cc.) de solutos de nitrito de sodio (ou potassio) de concentração conhecida, formando escala (de 1 a 10 mg. por litro, por exemplo) e comparando as colorações obtidas, ao fim de vinte minutos pelo menos (1).

Este reagente é muito sensivel; aponta mesmo vestigios de nitritos. Se a quantidade d'estes compostos é muito grande, produz-se um precipitado, o que prejudica o doseamento; ha, pois, necessidade de diluir os liquidos muito ricos em nitritos.

Póde-se tambem, sendo dado um soluto de nitrito de concentração conhecida, procurar a quantidade de agua de esgoto que, ao fim do mesmo tempo, dará, nas mesmas condições de volume e doses de reagentes, identica coloração. A escala, n'este caso, fórma-se com o liquido a examinar, diluindo-o, em proporções differentes, em agua distillada.

A agua a examinar deve ser limpida; não o sendo, póde clarificar-se, agitando-a com gelea de aluminato de ferro ou fazendo precipitação pela adjunção de solutos de alumen e de soda e filtrando o liquido.

Os resultados são expressos em nitrito de sodio ou, tambem, em anhydrido azotoso (2).

(1) A intensidade maxima nota-se uma hora depois.

(2) N'um soluto de 0gr.,406 de nitrato de prata puro em 500 cc. de

Reagente colorimetrico muito sensivel é tambem o de *iodeto de zinco amidonado*, de TROMSDORFF, que opera rapidamente e a frio e que serve não só para a analyse qualitativa, mas tambem para a quantitativa, desde que se fórme uma escala com elle e com soluções conhecidas de nitritos.

Tanto este processo como o da metaphenylena-diamina não são especificos dos nitritos; certas aguas residuaes industriaes, principalmente as que contém halogeneos, falseam os resultados.

O processo de DENIGÉS, em que se usa o acido sulfurico phenicado e o acetato de mercurio, parece ser mais preciso (BAUCHER).

Além dos processos colorimetricos, ha outros, dos quaes nos occupámos ao tratar dos nitratos (MUNTZ) e que permitem o doseamento rigoroso dos nitritos.

4") Azote não oxydado

O azote não oxydado póde existir sob a fórma de ammoniaco, livre ou salino, ou, então, entrar na constituição das substancias organicas mais ou menos degradadas que estabelecem a passagem para aquelle composto.

A quantidade de azote não oxydado será, naturalmente, tanto maior quanto menor fôr a quantidade de nitritos e nitratos do *sewage*.

O azote não oxydado total póde ser determinado pelo processo de KJELDAHL (adeante descripto para o azote organico), medindo-se todo o ammoniaco distillado, sem distincção entre o salino ou livre preexistente e aquelle que resulta, no pro-

agua distillada, precipita-se a prata por um ligeiro excesso de chloreto de sodio puro; obtém-se um soluto de nitrito de sodio que, depois de decantado e elevado a um litro, contém, por cada 10 cc., 1 millg. de Az_2O_3 ; este ultimo soluto é preconisado por ROLANTS para a formação da escala comparativa.

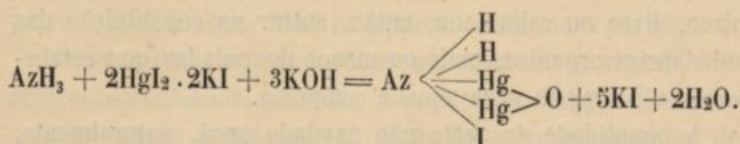
cesso, da decomposição das substancias azotadas pelo aquecimento com o acido sulfurico.

c) Azote ammoniacal

O ammoniaco livre ou salino (principalmente como carbonato) é, por vezes, muito abundante nas aguas de esgoto. A determinação das suas quantidades em um liquido em duas occasiões diversas póde dar uma idea do grau de avanço da desintegração da materia azotada, phase preparatoria das modificações depuradoras.

Para se pôr em evidencia o ammoniaco, quando mesmo em fracas doses, lança-se no liquido a examinar uma pequena quantidade de *reagente Nessler* (solução alcalina de iodeto de mercurio e de iodeto de potassio) que dá o hydrato de iodo mercuriammonio, com uma coloração do liquido amarello-alaranjada, mais ou menos intensa segundo as proporções do ammoniaco; se estas excedem um certo limite, fórma-se um precipitado vermelho escuro.

A reacção será



Para a analyse quantitativa, póde ainda recorrer-se ao reagente Nessler, comparando a coloração por elle produzida no liquido a examinar com a côr de solutos padrões, ou recorrer-se á distillação, doseando o azote libertado, colorimetricamente ou, melhor, alcalinimetricamente.

Qualquer dos processos tem vantagens, mas nenhum é livre, tambem, de inconvenientes.

*

α) Methodo colorimetrico. Nesslerisação. — O modo de analyse mais recommendavel, n'este methodo, é aquelle que consiste

em procurar qual a quantidade de agua de esgoto (ou effluente depurado) que, diluida em agua distillada de modo a formar um dado volume (50 cc.), dará, com uma certa porção (1 cc.) de reagente de Nessler, uma côr semelhante á obtida por acção de egual quantidade de reagente (1 cc.) n'um egual volume (50 cc.) de soluto typo de ammoniaco (2 mg. de ammoniaco por litro de agua distillada).

Para este fim, usa-se uma série de tubos semelhantes ao que contém o soluto córado padrão e, em cada um dos tubos da série, deitam-se quantidades differentes da agua de esgoto; ao fim de uma hora, faz-se a comparação no colorimetro Dubosco, procurando o tubo da série que mais se approxima, em côr, do tubo padrão.

A intensidade da coloração obtida pelo Nessler, n'um dado liquido contendo ammoniaco, augmenta nos primeiros momentos, fica estacionaria durante algum tempo, e, depois, diminue e desaparece, com a formação de um precipitado, que desde logo se daria se o liquido fosse muito abundante em ammoniaco. Para cada analyse, é, pois, necessario formar no momento, com o soluto ammoniacal em agua distillada, a amostra córada padrão e não exceder, n'este soluto, uma baixa concentração. Do mesmo facto, resulta, ainda, a inconveniencia do emprego de typos estaveis de comparação, como o soluto chlorhydrico de chloreto de platina a 2 grammas por litro, e outros.

Alguns autores procedem de outra fórma. Tendo obtido, para uma certa dose de liquido a examinar diluido em agua distillada (1 cc. de *sewage* ou 10 cc. de effluente depurado para 50 cc. de agua distillada), uma coloração apreciavel pela adjuncção de uma certa porção de reagente, procuram qual a quantidade d'uma solução ammoniacal titulada que, lançada em agua distillada em que se diluiu o reagente na quantidade empregada para o liquido a examinar, poderá dar, sob um mesmo volume total, uma coloração identica á que se obteve para esse liquido. Este modo de proceder é, porém, mais defeituoso do que o primeiro indicado, em virtude da difficuldade

de determinar o momento preciso em que é necessario cessar a addição do soluto ammoniacal.

A determinação do ammoniaco por nesslerisação é relativamente rapida, mas só pôde fazer-se em liquidos limpidos e claros; além d'isso, a existencia de certos compostos (hydrogeneo sulfurado, sulfuretos, sulfocyanetos, aldehydes, acetonas) falsea os resultados.

Os liquidos turvos e pouco córados podem clarificar-se e descórar-se, por vezes, sufficientemente, pela precipitação dos saes alcalino-terrosos, juntando uma solução alcalina de soda ou potassa (exemplo: lançando em 100 cc. de agua a analysar, 1 cc. de um soluto contendo 200 gr. de soda caustica, 200 gr. de carbonato de sodio puro e 600 gr. de agua distillada, soluto que a ebullição tenha libertado de ammoniaco); o liquido filtrado é, então, tratado pelo Nessler.

O hydrogeneo sulfurado pôde ser expulso fazendo passar o ar atravez do liquido.

Os sulfuretos são eliminados por addição de acetato de zinco (soluto a 10 %) ou de sub-acetato de chumbo (soluto commercial); este ultimo precipita tambem os sulfocyanetos e é, portanto, preferivel; em todo o caso, é necessario juntar, depois, a solução alcalina, para precipitar o excesso de reagente, e examinar o liquido decantado. Acontece, porém, que os precipitados arrastam comsigo, por vezes, grandes porções de ammoniaco; diminue-se o mais possivel tal inconveniente diluindo o liquido em que se quer fazer a precipitação (a diluição evita tambem a libertação de ammoniaco que se dá nos liquidos muito concentrados).

Portanto, nos liquidos claros e limpidos, a precipitação dos saes alcalino-terrosos não só não é necessaria, mas deve mesmo evitar-se; para impedir que ella resulte da acção da soda do reagente, pôde juntar-se 1 cc. de um soluto, a 50 % de agua distillada, de sal de Seignette (tartarato de potassio e sodio) livre de ammoniaco, a 100 cc. da agua a examinar.

*

Nos casos de liquidos de descórção difficil ou em que haja compostos difficeis de separar e que concorram com o ammoniaco para a decomposição do Nessler, preferir-se-á ao methodo colorimetrico o

β) Methodo da distillação. — N'um balão d'um aparelho AUBIN, no qual se distillou agua pura até que o distillado não accuse, ao Nessler, a presença de mais do que ligeiros vestigios de ammoniaco, lançam-se 500 cc. de agua de esgoto a que se juntará, quando acida, uma porção de magnesia calcinada, em pó fino, ou de carbonato de sodio em excesso (geralmente, mesmo á agua residual vulgar, alcalina, se junta uma certa quantidade, 10 gr. por exemplo, d'uma d'aquellas substancias). Montado o aparelho, leva-se lentamente o liquido á ebullicão e recebe-se o distillado n'um recipiente contendo uma quantidade conhecida (50 cc. ou mais) de acido sulfurico decinormal, adicionado de algumas góttas de soluto alcoolico de phtaleina do phenol ou de tintura de conchonilla, e no qual mergulha o tubo afilado que termina o refrigerante.

Ao fim de uma hora, pouco mais ou menos, tendo-se recebido, pelo menos, 100 cc. (1) de liquido e não dando já o distillado do momento reacção ao Nessler (2), o frasco contendo o producto da distillação é retirado, arrefecido, e, n'elle, pela soda decinormal, se determina o numero de cc. de acido sulfurico decinormal ainda existentes; a differença entre este e o numero primitivo dá-nos o numero de cc. neutralizados pelo ammoniaco do liquido residual, ammoniaco cujo valor será achado multiplicando esta differença por 0^{gr.}0017. Facil é, depois, fazer o calculo por litro.

(1) Admitte-se, em geral, que os 50 primeiros cc. do liquido que soffre a distillação contém $\frac{3}{4}$ do ammoniaco livre ou salino.

(2) O liquido restante, não distillado, póde servir para o calculo do azote albuminoide.

Quando se não disponha de tão grandes quantidades de liquido a examinar, póde distillar-se uma menor quantidade (100 cc., ou menos, segundo a concentração) diluida em 400 ou 500 cc. de agua livre de ammoniaco, e, quando no distillando tenha desaparecido o ammoniaco, tomar-se uma certa quantidade do distillado, leval-o a um volume conveniente, determinar pelo Nessler a sua riqueza em ammoniaco e, d'ahi, calcular para o litro.

A alcalinimetria é mais rapida e preferivel, quando haja liquido disponivel em quantidade sufficiente.

A determinação do ammoniaco por distillação é geralmente mais recommendada do que a determinação pelo Nessler e nos casos em que a ultima se não póde praticar é, naturalmente, de necessidade recorrer á primeira. Esta não está, comtudo, isenta de objecções.

Com effeito, pela distillação obtem-se não só todo o azote ammoniacal, livre ou salino, mas tambem algum outro que resulta da decomposição das materias organicas azotadas e que deveria ser doseado sob a fórma de azote organico.

Já em 1867, WANKLYN notava que sujeitando a urêa a prolongada ebulição havia uma perda lenta de ammoniaco e, por fim, uma decomposição quasi total do composto.

PHELPS, em 1904, affirmava, em resultado das suas experiencias de distillação de substancias azotadas puras com agua livre de ammoniaco e contendo algum carbonato de sodio, que, n'estas circumstancias, o azote derivado da decomposição de taes substancias e libertado como AzH_3 é: para a urêa 2 0/0, para a gelatina 1,4 0/0, para a caseina 0,68 0/0, para a peptona 1,4 0/0, para a albumina do ovo 3,2 0/0, para a naphthylamina 0,1 0/0 do azote total. ROLANTS encontra, nas mesmas condições, as producções de ammoniaco de: 5 0/0 para a urêa, 0,3 0/0 para o acido urico, 2 0/0 para o acido hippurico, 2 0/0 para a glycocolla, 5 0/0 para a asparagina, 1,3 0/0 para a allantoina.

Ora, productos semelhantes a estes compostos existem na agua de esgoto, em via de transformação; muitos d'elles, mais instaveis do que taes compostos, dariam, mesmo, maior quantidade de ammoniaco do que elles (RIDEAL). Assim, não é ousado concluir que será difficil, nos processos em que se faz a distillação, poder distinguir qual o momento em que o ammoniaco que passa já não é o livre ou o salino, mas resulta da decomposição das substancias organicas. D'isto, resulta que o valor obtido para o azote ammoniacal é, aqui, mais elevado do que o real (1). Tal facto é, praticamente, demonstrado por uma experiencia de PHELPS: uma agua de esgotô decantada dava-lhe, por distillação, 18^{mg},8 de ammoniaco por litro, ao passo que a mesma agua depois de filtrada só dava, tambem por distillação, 17^{mg},5 por litro; ora, visto que o ammoniaco e os seus saes, facilmente soluveis, não deveriam ter sido retidos pelo filtro, a differença = 1^{mg} resulta, por certo, da decomposição das substancias azotadas colloides que do liquido separou a filtração.

*

Pelos factos expostos, se comprehende que a determinação pelo Nessler (em que se perde, por vezes, parte do ammoniaco) e a determinação por distillação (em que se fórma ammoniaco por decomposição de materias quaternarias) devem dar resultados differentes, sendo mais elevados os obtidos por este ultimo processo.

Como media de 50 analyses comparativas, PHELPS acha um excesso de 13,2% nos resultados obtidos por distillação sobre os que a Nesslerisação fornece. ROLANTS acha uma differença media de 7,5% nas suas analyses.

(1) A quantidade de ammoniaco derivado da decomposição das substancias complexas dependerá da concentração do liquido e do tempo durante o qual a acção do calor se mantem.

d) Azote organico

Como tal se considera o azote que entra na composição das substancias resultantes da desintegração, mais ou menos avançada, das materias quaternarias que ainda não attingiram o estado de ammoniaco livre ou salino. Faz-se a determinação global d'este azote, sem se procurar, separadamente, as partes de azote que entram na composição das varias e numerosas substancias organicas do liquido de esgoto, visto que para isso não ha processos convenientes.

Quando muito, faz-se separadamente a dosagem de uma parte do azote organico a que se dá o nome de azote albuminoide. Esta determinação é, como veremos, destituída, ou quasi, de valor, mas vae descripta porque é apontada na maioria dos boletins inglezes de analyse.

Assim, estudaremos o modo de determinar: — o *azote organico total* e o *azote albuminoide*; por differença entre os dois, obter-se-á o chamado *azote X* ou *complementar*.

As analyses podem ser, e convem que sejam, feitas para o liquido bruto e para o liquido liberto de materias suspensas. O valor obtido no primeiro caso representa o azote suspenso e o dissolvido; apenas este ultimo será calculado no segundo caso; a differença entre os dois dará o valor do azote da materia suspensa no liquido examinado.

d₁) Azote organico total

Processo de KJELDAHL. — É o que geralmente se emprega. No liquido a examinar, destroe-se, pelo protochloro de ferro, o acido nitrico por ventura existente; aquece-se, depois, esse liquido com acido sulfurico e, assim, os compostos azotados são decompostos, passando o azote ao estado de sulfato de ammonio. Em seguida, é o ammoniaco deslocado, por distillação com soluto de soda, para um balão contendo acido sulfurico titulado, o que permite calcular a quantidade do pri-

meiro; d'este valor, subtrahe-se o do ammoniaco livre ou salino, previamente determinado.

Technica.— Lança-se n'um balão uma certa quantidade de liquido a examinar (250 cc., ou uma menor porção diluida até áquelle volume, se o liquido é muito concentrado), juntam-se 5 cc. de acido sulfurico puro a $\frac{1}{3}$ e partes eguaes (0^{gr.},50 pouco mais ou menos) de protochloreto de ferro e bisulfito de sodio crystallizado. Sujeita-se o balão, mais ou menos inclinado, á acção do calor, depois de, n'elle, se deitarem 2 ou 3 pedacitos de pedra pomes, para regularisar a ebullicão que se mantem até que o liquido se tenha reduzido a 50 cc., pouco mais ou menos. Arrefece-se, junta-se acido sulfurico puro, em quantidade variavel (10 a 20 cc.) segundo a riqueza do liquido em materia organica, e aquece-se, de novo, até á formação de fumos brancos; fecha-se o balão com uma empola de vidro, e aquece-se até á coloração verde clara do liquido que o arrefecimento, ulteriormente, tornará incolor (1). Junta-se, em seguida, agua distillada, 250 çc. pouco mais ou menos (2). Lança-se uma quantidade (40 a 80 cc.) de lixivia de soda, a 36° BAUMÉ, que algumas gôttas de phenolphthaleina indiquem ser sufficiente para alcalinisar o liquido, e distilla-se o ammoniaco que se recolhe n'um balão com 10 cc. (ou mais) de acido sulfurico decinormal e que se calcula usando a soda decinormal, depois de terem sido distillados $\frac{2}{3}$ do conteúdo do balão, como foi indicado para o ammoniaco salino e livre, isto é: multiplicando por 0^{gr.},0017 o numero de cc. de acido decinormal que desapareceram no recipiente que recebe o distillado.

(1) Quando a materia organica seja em grande quantidade, poderá haver vantagem em addicionar, ainda, 0^{gr.},1, pouco mais ou menos, de oxydo negro de cobre e 5 gôttas de soluto de chloreto de platina a $\frac{1}{10}$, ou um globulo de mercurio (ROLANTS, RIDEAL).

(2) Se se juntou mercurio, precipital-o no estado metallico pelo hypophosphito de sodio de que se lançam 2 gr., pouco mais ou menos, no soluto acido, que é, seguidamente, aquecido ligeiramente até se obter um precipitado cinzento.

O valor assim obtido para o ammoniacal corresponde ao azote não oxydado total; d'elle, ha a subtrahir o ammoniacal livre e salino, préviamente achado pelo NESSLER ou por distillação, para se obter o valor que corresponde ao azote da substancia organica decomposta.

Do ammoniacal pôde passar-se para o azote, multiplicando o valor d'aquelle por 0^{gr},8235.

Processo de RIDEAL. — Neste processo, modificação do precedente, procura-se dispensar a distillação. Do liquido a examinar, toma-se uma porção, variavel segundo a sua concentração (40 cc. do *sewage*, 100 cc. de effluente depurado), a que se juntam 4 cc. de acido sulfurico puro; aquece-se em um frasco, inclinado sobre o fogo nú, até que o liquido se descóre e, por evaporação, se reduza a 3 cc., pouco mais ou menos. O frasco é, então, arrefecido e o conteúdo retirado, por lavagem com pequenas porções de agua livre de ammoniacal, para um balão graduado de 100 cc.; quando o volume total attinge, por esta fórma, 40 cc., pouco mais ou menos, junta-se um excesso de soda a 25 % (cerca de 25 cc.), sem ammoniacal, o que dará um precipitado floconoso. Depois de arrefecimento, completa-se o volume de 100 cc. e passa-se o liquido para um frasco limpo e sêcco, que se rolha e que se agita levemente até que os flocos se conglomerem e depositem. Retira-se, então, uma quantidade variavel (1 a 5 cc.) do liquido, a qual, diluida até 50 cc. com agua pura, se dosêa pelo Nessler.

Do valor do azote total não oxydado, expresso em ammoniacal, que assim se obtem, ha, tambem aqui, como no processo precedente, que subtrair o valor do azote ammoniacal (livre ou salino), para se obter o do azote organico. Da amostra nesslerizada se calcula, depois, facilmente, para o total do liquido examinado e, d'este, para o litro (1).

(1) Mc. GOWAN, modificando ainda o processo de RIDEAL, junta oxalato de potassio ao soluto de soda, para precipitar a cal, e recommenda que a solução seja só ligeiramente alcalina.

Este processo é bastante complicado e o exame pelo Nessler pôde tornar consideravel qualquer pequeno erro commettido na operação, visto que se dosêa o ammoniaco n'uma porção muito pequena do liquido.

Processo de PHELPS, usado no Massachussets Institute. — Aqui, procura-se remediar, quanto possivel, o inconveniente de não serem as substancias azotadas senão parcialmente decompostas. Com effeito, na difficil decomposição de algumas d'essas materias via PHELPS um motivo importante para que os resultados obtidos no exame das aguas de esgoto pelos processos anteriormente apontados nos não dêem o valor total do azote organico.

N'este processo, aquecem-se 100 cc. de liquido a examinar com 5 cc. de H_2SO_4 e cerca de $0^{gr}.,4$ de sulfato de cobre até á descórção completa (1). Como no residuo descórado, por vezes, ainda fica alguma substancia azotada por decompôr, juntam-se, sempre, alguns pequenos crystaes de permanganato, que concorrem para dar porção maior de ammoniaco; o residuo é, em seguida, arrefecido, diluido, neutralizado com carbonato de sodio, e sujeitado á distillação, doseando-se, por fim, o ammoniaco no distillado, pelo Nessler (ou alcalimetricamente).

Como precedentemente, desconta-se, do valor obtido, o do ammoniaco livre ou salino primitivamente doseado.

d₁') Azote albuminoide

Processo de WANKLYN e CHAPMAN. — Em 1867, WANKLYN, sujeitando uma dada porção (300 cc.) de liquido, parte restante de uma maior quantidade (500 cc.) de que, por distillação com carbonato de sodio, expulsára préviamente o azote ammoniacal, a uma segunda distillação em presença de um soluto

(1) A quantidade de azote perdida com os vapores seria insignificante.

alcalino de permanganato de potassio (50 cc. de soluto contendo, por litro, 8 gr. de permanganato e 200 gr. de potassa caustica), obtinha no producto da nova distillação (levada até 150 cc.) novas quantidades de ammoniaco que julgava corresponderem a todo a azote organico existente no liquido primitivo (500 cc.). O mesmo autor reconheceu, porém, mais tarde, que não acontece assim, pois que o permanganato, n'estas condições, não leva á decomposição completa das materias organicas azotadas. Em todo o caso, julgou que a parte decomposta era constantemente a mesma e igual a $\frac{2}{3}$ do total; ao ammoniaco assim obtido deu o nome de *albuminoide* e *albuminoide* se ficou chamando, tambem, ao azote que lhe corresponde.

FRANKLAND e outros experimentadores vieram, porém, mostrar o pouco valor que esta determinação pôde ter, pela variabilidade dos resultados obtidos. Assim, PHELPS demonstrou que, variando a quantidade de permanganato (25, 50, 100 cc. de soluto), varia muito, para uma mesma agua de esgoto, o valor obtido para o azote albuminoide (4 mg., 8^{mg.},8, e 10^{mg.},4 em AzH₃ por litro) e que, com uma dose invariavel de reagente (50 cc.), os diferentes compostos dão quantidades de ammoniaco albuminoide que estão longe de ser uma percentagem constante do ammoniaco que o azote total d'essas substancias poderia dar (albumina 32, caseina 21, gelatina 42, peptona Witte 30, asparagina 73, agua residual media 34,8, dita de concentração maxima 54,8, dita de concentração minima 15,2, por cento).

A determinação do azote albuminoide deveria, pois, ser abandonada.

d₁'') Azote X

É o nome proposto por Mc. GOWAN para a differença entre o azote organico e o azote albuminoide. Parece ser notavelmente mais baixo n'um bom effluente depurado do que n'um *sewage* bruto, o que levaria a concluir que no primeiro o permanganato actua melhor sobre a materia organica (RIDEAL).

5) Carbono organico

O carbono organico existente n'um dado liquido póde, quando bem determinado, dar-nos uma ideia da riqueza em substancia organica. As determinações podem fazer-se ou para um liquido bruto, dando-nos o valor do carbono organico total, ou para o liquido filtrado, dando-nos, apenas, o valor do carbono organico da materia dissolvida. Se ambas as determinações se fazem, a differença entre os resultados obtidos para o carbono organico total e para o dissolvido dá, naturalmente, o valor do carbono organico da materia suspensa.

O *processo de FRANKLAND* é aquelle que garante completa exactidão nos resultados, quando realisado conforme as regras. O liquido a analysar é evaporado a uma temperatura baixa em presença de acido sulfuroso, o que elimina o carbono mineral; faz-se a combustão do residuo com o oxydo de cobre em tubo apropriado e recolhe-se o acido carbonico formado cujo pêsó multiplicado por 0,2727 nos dá o do carbono.

Este processo, porém, exige tempo muito longo; além d'isso, é difficil evitar as perdas sensiveis que resultarão da adherencia dos depositos aos recipientes de evaporação.

Processo de KOENIG, muito usado na Allemanha para a determinação do carbono organico dissolvido. — É muito simples e facil de realisar. Consiste, essencialmente, n'uma combustão humida das substancias organicas pelo permanganato em excesso, em solução acida. O acido carbonico produzido é fixado em tubos em U contendo cal sodada e calculado pela differença de pêsó d'estes tubos antes e depois da operação. Partindo do acido carbonico, calcula-se o carbono como precedentemente.

Este processo é, porém, muito pouco digno de confiança. Os erros, pequenos para as substancias ternarias, podem tornar-se muito consideraveis para as azotadas. Os resultados,

dando sempre numeros baixos, variam muito, segundo a quantidade de acido empregada e o tempo que dura a ebullição do liquido.

Processo de DEGRES (modificado por LAMBLING e DONZÉ). — Se bem que mais demorado do que o precedente, exigindo 3 horas para a operação, é, comtudo, menos longo do que o processo de combustão com o oxydo de cobre e dá resultados que praticamente se podem considerar rigorosos. Consiste em realisar a combustão pela acção do bichromato de potassio e do acido sulfurico sobre a materia organica, recolhendo o acido carbonico resultante n'um *barboteur* SCHLÖESING, que, pesado antes e depois da operação, nos dará o seu valor (1).

O valor obtido para o carbono (por multiplicação por 0,2727) apresenta-se, para algumas substancias examinadas por LAMBLING e DONZÉ, como muito proximo do valor que o calculo indica. Estes valores seriam respectivamente: para a urêa 20 % e 19,96 %, para o acido urico 35,71 % e 35,69 %, para o acido hippurico 60,33 % e 60,4 %, para a saccharose 42,10 % e 42,06 %.

A identicos resultados chegou CONSTANT para outras substancias (amido, cellulose, glycocolla, etc.).

6) Chloro combinado

O chloro combinado existe, principalmente, como chloreto de sodio e, um pouco tambem, como chloretos de potassio e de ammonio. Vimos qual a importancia que o doseamento do chloro pôde ter para a apreciação do grau de concentração de um *sewage*.

Utilisa-se geralmente o

Processo de MOHR. — N'uma certa quantidade do liquido a

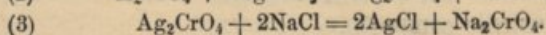
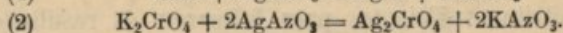
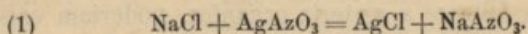
(1) Para a descripção do apparelho e da technica vêr ROLANTS, *Analyse des eaux d'égout*.

examinar (50 cc. ou menos se é muito concentrado) contido n'um copo conico, precipita-se o chloro no estado de chloreto de prata, por meio de uma solução titulada de nitrato de prata (o soluto decinormal tem 16,966 gr. de sal por litro de agua distillada) (1); algumas gôttas de soluto de chromato neutro de potassio (a 5 0/0), lançadas préviamente no liquido para servirem de indicador, darão, pela formação de chromato de prata (2), uma côr vermelha que, se o chloreto não está ainda totalmente precipitado, logo desaparecerá pela ágitación do liquido (3); ao passo que, não havendo mais chloreto a precipitar, o liquido toma um tom alaranjado que marcará o fim da reacção.

Do numero de cc. de soluto titulado gastos, subtráe-se o que seria necessario para fazer apparecer, com o mesmo indicador, uma côr identica em um volume de agua distillada igual ao de liquido que se analysou (*ensaio a branco*); o numero assim obtido por differença multiplica-se por um factor, variavel segundo o titulo do soluto de nitrato (no caso de soluto $N/10$ o factor é 3^{mg.},55), que nos dará, expressa em milligrammas, a quantidade de chloro combinado existente no volume de liquido examinado. Facilmente se calcula por litro.

Em geral, exprimem-se os resultados em chloro; mas podem ser tambem dados em chloreto de sodio; o factor, então, que se multiplica pelo numero de cc. de soluto de nitrato de prata gastos é, naturalmente, outro e variavel, tambem, com a concentração do soluto; no caso supposto de soluto $N/10$, é igual a 5^{mg.},85, pois tal é a quantidade de chloreto de sodio que corresponde a 1 cc. d'este soluto.

Ha conveniencia em neutralisar a agua a examinar: se é alcalina, como habitualmente acontece, usar-se-á o acido azotico ou o sulfurico; ao contrario, sendo acida a reacção, a neutra-



lisação será feita por um soluto de soda livre de chloretos ou por algum ammoniaco cujo excesso se expulsa por ebullicão.

As aguas muito impuras e côradas podem ser difficeis de analysar em chloretos. É, então, necessario tratá-las; préviamente, por permanganato de potassio (50 cc. de liquido + 0^{gr.}, 25 de permanganato crystallisado + 15 a 20 gôttas de H₂SO₄ puro), com ebullicão até á descôração (se esta se não consegue pela ebullicão, destroe-se o excesso de reagente por algumas gôttas de alcool); filtra-se, em seguida, o liquido e leva-se á reacção neutra antes de determinar os chloretos. A descôração pôde, ainda, obter-se pelo aquecimento até á ebullicão com um pouco de gelêa de aluminio; em seguida, arrefece-se, decanta-se, filtra-se, e examina-se como acima ficou dito.

Os sulfuretos, que precipitam os saes de prata, podem ser factores de erro; são, geralmente, em pequena quantidade, mas pôde haver vantagem em os expulsar pela ebullicão.

Dos sulfocyanetos das aguas de esgoto provenientes das fabricas de gaz, podem resultar enganos, pois esses saes são doseados como chloretos; quando a quantidade d'aquelles compostos fôr, ao contrario do que é habitual, algum tanto importante, ha necessidade de descontal-a dos numeros obtidos na determinação dos chloretos.

7) Oxygeneo dissolvido

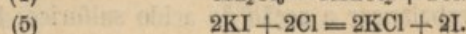
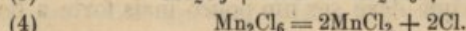
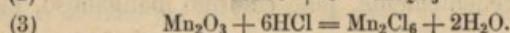
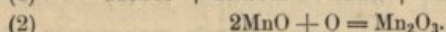
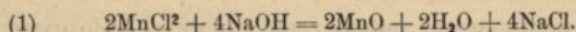
Esta determinação é principalmente feita para os effluentes depurados. Na agua bruta de esgoto, a quantidade de oxygeneo nunca poderá ser notavel.

O *methodo de LEVY*, porque se funda no emprego de uma solução de permanganato, não pôde ser usado aqui, pois que, mesmo quando faltasse a materia organica, poderiam existir dôses de nitritos sufficientes para falsearem os resultados, decompondo aquelle composto.

O *processo de THRESH* usa-se bastante em Inglaterra. — Consiste em determinar, pela acção combinada do nitrito de sodio, do iodeto de potassio e do acido sulfurico, a formação do bioxydo de azote que, combinando-se com oxygeno, se torna em anhydrido azotoso; este decompõe o iodeto, libertando o iodo, facil de dosear por um soluto de thiosulfato de sodio. A determinação, feita por esta fórma, exige, porém, cuidado e tempo; é mais pratico recorrer ao

Processo de WINKLER, muito usado na Allemanha e já tam-bem em Inglaterra. — Enche-se completamente com o liquido a examinar um balão de 300 cc. munido de rolha esmerilada; junta-se ao liquido um crystal de sal manganoso (sulfato, chlo-reto) ou 1 cc. do seu soluto saturado, que se depõe, com uma pipeta, no fundo do balão; da mesma fórma se adicionam, depois, 3 cc. de soluto de soda caustica a 33 % contendo 10 % do iodeto de potassio, em seguida ao que se rolha e agita o balão. A soda decompõe o sal manganoso dando oxydo manganoso (1) que fixa o oxygeno dissolvido na agua, trans-formando-se em oxydo manganico (2), de côr castanha, que se deixa depositar.

A adição, depois feita, de 3 cc. de acido chlorhydrico con-centrado, levados ao fundo do recipiente, sem bolhas de ar, por uma pipeta, dá origem ao chloreto manganico (3) que im-mediatamente se decompõe em chloreto manganoso e chloro (4). O chloro libertado actua sobre o iodeto dando, proporcional-mente á quantidade de oxygeno dissolvido, iodo (5) que se dosêa como foi dito atraz para o oxygeno consumido, por um soluto titulado de thiosulfato de sodio (1 cc. de soluto de thio-sulfato $\frac{N}{100}$ ou a 2^{gr.}48 $\frac{0}{100}$ vale 1^{mg.}27 de iodo que, por sua



vez, corresponde a $0^{\text{mg}},08$ de oxigeneo; $0^{\text{mg}},08$ de oxigeneo correspondem a um volume de $0^{\text{cc}},0559$, a zero graus).

Esta determinação do oxigeneo dissolvido será feita logo a seguir á colheita; não podendo ser feita logo, é conveniente juntar um pouco de bichloreto de mercurio.

As materias organicas e os nitritos prejudicam a exactidão dos resultados; as primeiras porque absorvem iodo libertado, os segundos, ao contrario, porque, quando em meio acido, libertam esse corpo,

Este erro, que póde ser muito reduzido desde que se faça a dosagem rapidamente, é completamente evitado na

Modificação de RIDEAL e STEWART, que tem a vantagem de nos dar tambem o valor do oxigeneo consumido.

Acidificam-se 50 ou 100 cc. do liquido a examinar com 1 cc. de H_2SO_4 , e procura-se qual o numero de cc. de soluto $\text{N}/_{10}$ de permanganato necessario para dar-lhe uma leve côr de rosa que persista depois de 10 minutos. Calcula-se, d'ahi, o numero de cc. de soluto de permanganato necessario para o volume correspondente ao frasco em que se vae fazer a determinação do oxigeneo dissolvido. Essa quantidade de permanganato é, então, recolhida juntamente com 1 cc. de H_2SO_4 (ou 2 cc. de H_2SO_4 , se mais de 10 cc. de soluto de permanganato são precisos) no dito frasco, que acaba de encher-se com a agua a examinar, se agita e se deixa em repouso por 5 ou 10 minutos.

O permanganato em excesso ao fim d'esse tempo não deverá ser mais de 0,1 cc.: o bastante para dar uma coloração rosea desmaiada; se, por acaso, o tom da côr é mais carregado, adiciona-se $\frac{1}{2}$ cc. de soluto neutro de oxalato de potassio a 2% e mais um pouco de agua a examinar e agita-se de modo a misturar os liquidos.

A côr desaparece, então, rapidamente e o doseamento faz-se como precedentemente, pelo chloreto manganoso, etc., com a differença de que deve ser um pouco mais forte a dose de soda, para contrabalançar a acção do acido sulfurico. Rr-

DEAL usa a soda a 50 % contendo 10 % de iodeto de potassio; depois de oxydação pelo permanganato, junta 3 cc. de tal reagente e, mais tarde, 5 cc. de acido chlorhydrico.

*

Pela determinação da quantidade de oxygeno dissolvido restante n'uma diluição de *sewage* em grande quantidade de agua bem arejada, encerrada em frasco cheio e bem fechado durante o tempo necessario para a oxydação total das materias organicas e ammoniacal do *sewage* (2 mezes pelo menos), póde-se ter o valor do oxygeno que esta oxydação exige, desde que se tenha, previamente, medido a riqueza primitiva em oxygeno da diluição feita (1).

Esta prova, chamada por ADENEY da *absorpção do oxygeno dissolvido* (ou, simplesmente, *do oxygeno dissolvido*), distingue-se da *prova da oxydabilidade pelo permanganato* não só porque na primeira intervem acções biologicas (2), mas tambem porque, praticamente, por ella se determina a oxydabilidade de toda a materia do *sewage* e não de, apenas, uma parte, como acontece na prova do permanganato.

Assim, a *prova de ADENEY* dá uma idea muito mais exacta sobre a concentração do *sewage*, e logo lembra representar esta concentração por numeros dependentes dos resultados que tal prova nos forneça. A *Royal Commission on Sewage* define, no seu 5.º relatorio, por um numero a concentração de um dado *sewage*; este numero representa o numero de

(1) É necessario, naturalmente, que a quantidade conhecida de oxygeno em presença da qual o *sewage* é posto seja mais do que a necessaria á oxydação total do liquido residual e que, assim, haja dissolvido no liquido, ao findar o tempo marcado, um resto de oxygeno sobre que recáia a dosagem.

(2) A proposito da **Putrescibilidade**, veremos que as acções biologicas soffridas por um liquido, incubado ou não ao abrigo do ar, tem um papel muito importante para a apreciação das qualidades d'esse liquido.

partes, em pêsos, de oxygeno dissolvido que 100.000 partes de liquido tomarão para que completamente se oxyde a sua materia oxydavel; multiplicando por 10 tal numero, obteremos o valor de oxygeno em milligrammas por litro.

A prova do *oxygeno dissolvido*, de ADENEY, tem o defeito de exigir tempo muito longo; mesmo ao fim de 2 mezes (tempo em geral não excedido), pôde restar alguma cellulose e gordura por oxydar.

ADENEY procura remediar, na medida do possivel, tal inconveniente, determinando pela seguinte fórma a quantidade de oxygeno necessario:

Conserva o *sewage*, sem diluição ou muito pouco diluido, sujeito a um arejamento continuo em um frasco contendo um medido excesso de ar; de tempo a tempo, toma uma porção de liquido e procura a quantidade de oxygeno ainda requerido. Usando de um agitador mecanico, ADENEY vê completar-se a oxydação do liquido ao fim de 14 dias.

O tempo é ainda muito, o que se oppõe a que a prova de ADENEY seja pratica.

Mc. GOWAN, chimico da *Royal Commission on Sewage*, reconhecendo a vantagem que ha em se poder representar numericamente a concentração de um *sewage*, partindo da quantidade de oxygeno preciso para a oxydação total d'esse liquido, procura reconhecer se não haverá uma relação mais ou menos constante entre os resultados da *prova de ADENEY* e os obtidos para outras provas mais rapidas.

Ora, chega á conclusão de que o valor do oxygeno dissolvido que um liquido residual requer para se oxydar totalmente pôde obter-se, approximadamente, por um calculo baseado no oxygeno absorvido á custa do permanganato e nos azotes ammoniacal e organico.

«... a relativa concentração (*strength*) de um liquido residual poderá obter-se rapidamente, com bastante approximação, calculando o azote ammoniacal e o organico, e o oxygeno consumido á custa do permanganato em soluto acido, em 4

horas a 27° C. (80° F), e fazendo, em seguida, uso de uma das seguintes formulas:

- 1 { Para *sewages* (N ammoniacal + N organico) × 4,5
+ (oxygeneo abs. em 4 h. × 6,5)
- 1 { Para effluentes de precipitação.. (N ammoniacal + N organico) × 4,5
+ (oxygeneo abs. em 4 h. × 6,0)
- 1 { Para effluentes de fossas septicas (N ammoniacal + N organico) × 4,5
+ (oxygeneo abs. em 4 h. × 6,5)

- 2 { Para *sewages* (N ammoniacal + N organico) × 3
+ (oxygeneo abs. em 4 h. × 8)
- 2 { Para effluentes de precipitação.. (N ammoniacal + N organico) × 3
+ (oxygeneo abs. em 4 h. × 7,5)
- 2 { Para effluentes de fossas septicas (N ammoniacal + N organico) × 3
+ (oxygeneo abs. em 4 h. × 8)

- 3 { Para *sewages* (N ammoniacal + 4,5) + (oxygeneo
abs. em 4 h. × 8)
- 3 { Para effluentes de precipitação.. (N ammoniacal + 4,5) + (oxygeneo
abs. em 4 h. × 7,5)
- 3 { Para effluentes de fossas septicas (N ammoniacal + 4,5) + (oxygeneo
abs. em 4 h. × 7,5).

Emquanto o methodo de calculo proposto por Mc. GOWAN não fôr comparado com os resultados de analyses directas de grande numero de *sewages* de varia natureza, não pôde tal methodo ser considerado rigoroso.

Comtudo, é pela primeira das fórmulas dadas por Mc. GOWAN que são calculados os numeros pelos quaes a *Royal Commission on Sewage* representa, no seu relatorio, a concentração dos *sewages*.

8) Putrescibilidade

Esta determinação, como a do oxygeneo dissolvido, só geralmente se fará em liquidos de esgoto já levados, por acções naturaes ou artificiaes, a um grau de relativa depuração.

Vimos, quando tratámos do exame physico, que a putres-

cibilidade do liquido se manifesta pela libertação de cheiros provenientes de compostos sulphydricos formados por via de redução.

A perda de oxygeno que traduz chimicamente a putrescibilidade foi apontada, em 1884, por DUPRÉ, o qual notou que, ao passo que uma boa agua bem arejada se conserva fóra do contacto do ar bem arejada ainda ao fim de dez dias, uma agua que contenha organismos vivos e impurezas capazes de se combinarem com o oxygeno perde, pouco a pouco, o seu oxygeno dissolvido.

DUPRÉ, como verificava tambem que uma agua de esgoto esterilizada não perdia oxygeno, concluía que aos organismos vivos era devida tal perda e propunha-se, por isso, tomar a diminuição de quantidade de oxygeno dissolvido para fundamento de um processo de contagem dos germens. Hoje, que se sabe que tal facto depende mais da actividade de certos organismos do que da de outros, comprehende-se que se não orientem as determinações n'esse sentido; simplesmente, como com os germens em questão existem certas substancias nocivas, quando a perda de oxygeno dissolvido se tornar apparente póde affirmar-se que o liquido contém substancias d'estas.

A materia organica oxydavel rouba á agua o oxygeno dissolvido; mas, como a agua, mesmo á saturação, não contém mais do que 12 milligr. por litro, tal oxygeno será insufficiente no caso de um liquido algum tanto conspurcado. Se o liquido está exposto ao ar, retira d'este uma certa quantidade de oxygeno; se esta quantidade é menor do que aquella que, no mesmo tempo, a materia organica consome, por certo haverá redução de compostos oxygenados do liquido, mas, por fim, este acabará por recuperar e exceder o primitivo grau de oxygenação. Se, porém, o liquido está ao abrigo do ar, faltando-lhe esta fonte de oxygeno, força é que, logo que desaparece o oxygeno dissolvido, as reduções se iniciem e desenvolvam em grau muito mais intenso do que no caso precedente; tambem, os cheiros intensos não deixam de se

produzir. N'estes factos se fundam as seguintes fórmulas de determinação:

Prova do arejamento (open aeration test). — Consiste em misturar uma parte do liquido a examinar com parte igual de agua bem arejada e collocar a mistura ao ar, sob uma superficie que variará com o volume. Se a simples exposição ao ar n'estas circumstancias é sufficiente para impedir a putrefacção, é de vêr que o oxygeneo dissolvido não deve descer além de 50% do ponto de saturação (visto que a agua saturada de oxygeneo foi adicionada de parte igual de liquido a analysar que terá ou não oxygeneo dissolvido).

N'esta prova, que póde ter valor pratico para determinação das qualidades de um effluente, reproduzem-se melhor as condições naturaes, de liquidos correndo ao ar livre sob pequena espessura, do que na seguinte prova, de incubação em vaso fechado.

RIDEAL aconselha que a relação da superficie de exposição para o volume de liquido seja constante nas diferentes experiencias. DIBDIN propõe que o diametro superficial seja igual á altura do liquido, mas, como a superficie e o volume não variam proporcionalmente, acontece que a relação entre uma e outro será diferente com os vasos empregados. Por isso, RIDEAL preconiza o emprego de cylindros de 0^m,1524 (6 pollegadas) de alto e 0^m,0762 (3 pollegadas) de largo nos quaes o liquido seja exposto ao ar e á luz, protegido do pó e a uma temperatura uniforme; o volume será de cêrca de 600 cc. e a relação da superficie para o volume de $\frac{1}{6}$.

Mas, mesmo sob estas condições uniformes, os resultados dependerão tambem, naturalmente, da qualidade da agua diluidora e da natureza dos seus organismos.

Prova de incubação (closed incubator test). — Aqui, determinam-se as quantidades de oxygeneo absorvido (á custa do permanganato em meio acido) em 3 minutos pelo liquido, antes e depois da incubação durante certo tempo e a deter:

minada temperatura em vaso previamente esterilizado, fechado e completamente cheio. SCUDDER, que foi o primeiro a fazer esta determinação chimica complementar da verificação da presença ou falta de qualquer cheiro desenvolvido em idênticas circunstancias, recommendava a temperatura de 24° C. e o tempo de incubação de 5 a 6 dias; FOWLER preconiza 7 dias a 26°,7; em França, geralmente, faz-se a incubação á temperatura de 30° durante 7 dias (1).

Se o liquido examinado é putrescível, a quantidade de oxygeno absorvido em 3 minutos augmentará depois da incubação, pela formação de compostos, taes como o hydrogeneo sulfurado, resultantes da redução que se deu e avidos de oxygeno. É preciso notar que da redução de nitratos a nitritos em aguas não putrescíveis, se bem que contendo alguma materia organica, pôde resultar que, depois da incubação, o oxygeno absorvido em 3 minutos seja em maior quantidade; para esclarecer, pois, se um augmento na oxydabilidade é devido a essa causa, é conveniente procurar se o liquido depois da incubação contém quantidades notaveis de nitritos (ROLANTS) (2).

(1) CALMETTE usa e recommenda fazer a determinação do oxygeno roubado ao permanganato não durante 3 minutos, mas durante 4 horas, a frio tambem, antes e depois da incubação a 30° por 7 dias; assim, ao mesmo tempo que determina a putrescibilidade, obtem informes sobre a riqueza do liquido em materia organica.

(2) Recentemente (1908) foi proposto por BONJEAN o iodo em solução para a determinação dos principios reductores e, assim, substituir o permanganato na verificação da putrescibilidade dos liquidos de esgoto.

O iodo fórma combinações com certas materias organicas, substancias albuminoides, peptonas, gorduras, oleos, tanninos, etc., que o fixam em quantidades variaveis de uma para outra substancia e com a temperatura.

O iodo, em presença da agua, reage tambem sobre os productos reduzidos—hydrogeneo sulfurado, acido sulfuroso, sulfitos, sulfuretos, sulfhydratos, ammoniaco, aminas, etc.—e fixa hydrogeneo.

BONJEAN faz reagir, a frio, 10 cc. de um soluto titulado de iodo em iodeto de potassio (contendo 0gr.,747 de iodo por litro), de que 1 cc.

Para determinar a putrescibilidade tem-se proposto ainda:

O azul de methylena que, segundo SPITTA, PHELPS e WINSLOW, é descorado pela acção dos agentes reductores. ROLANTS considera esta prova muito inferior ao *incubator test*.

Hamburger Test auf Fäulnisfähigkeit ou *prova de Korn e Kammann*, fundada em que todo o effluente que contém enxofre organico é putrescivel. Para verificar a existencia d'este corpo, o liquido, depois de precipitados os sulfatos pelo chloro de baryo, é filtrado e evaporado, e o seu residuo de evaporação tratado pelo potassio; se existe enxofre organico, produz-se sulfureto de potassio que, pela para-amido-dimethylanilina e pelo perchloreto de ferro, se caracteriza dando uma côr azul devida ao azul de methylena.

Reacção de CARO, do azul de methylena, usada por WELBERT e KATE ROHLICH. — É semelhante á precedente; é baseada, com effeito, em que a para-amido-dimethylanilina em soluto acido, em presença do hydrogeneo sulfurado, dá com o perchloreto de ferro o azul de methylena.

Dissolve-se 1 gr. de para-amido-dimethylanilina em 300 cc. de acido chlorhydrico de 1,19 de densidade a que se adicionam, em seguida, 100 cc. de um soluto a 1 0/0 de perchloreto de ferro. Este será o reagente, que deverá conservar-se em frascos escuros, ao abrigo da luz.

corresponde a 0mg.,1 de H_2S , sobre 100 cc. de agua a analysar; ao fim de 10 minutos de contacto, por um soluto de thiosulfato de sodio correspondendo ao soluto de iodo e por uma solução de amido avalia-se a quantidade de iodo fixada, que se expressa em H_2S .

CALMETTE entende que não ha vantagem, por agora pelo menos, em substituir o processo de BONJEAN aos processos pelo permanganato, pois estes prestam-se a comparações com os resultados obtidos nas installações inglezas; além d'isso, estes ultimos, fornecendo numeros mais elevados, permitem melhor notar as diferenças antes e depois da incubação.

Lançam-se 3 cc. do reagente em 10 cc. de liquido a analysar, e agita-se; apoz alguns minutos, ou mesmo logo, apparece uma coloração que é: amarello-esverdeado quando o liquido contém, por litro, de 0,5 a 1 mgr. de hydrogeneo sulfurado; esverdeada para doses de 1 a 3 mgr. de H_2S ; verde azulada para doses de 3 a 6 mgr.; azul esverdeada para doses de 6 a 125 mgr. e azul para doses superiores a 125 mgr.

Este processo parece dar bons resultados; as amostras a examinar serão collocadas, previamente, a 37° durante 24 horas. A reacção indica, ao mesmo tempo, o H_2S livre e o combinado (CALMETTE) (1).

*

Partindo de que será putrescivel todo o liquido que tenha menos oxygeneo disponivel (dissolvido ou sob a fórma de nitratos e nitritos) (2) do que o necessario para a oxydação da sua materia organica, JOHNSON COPELAND e KIMBERLEY, dos resultados das analyses dos nitratos e nitritos, do oxygeneo dissolvido e do oxygeneo roubado ao permanganato, a quente, propõem-se tirar conclusões sufficientes. O quinto dos resultados numericos achados na oxydabilidade pelo permanganato exprimiria o oxygeneo necessario para a oxydação microbiana.

(1) Os autores preferem este methodo ao emprego da reacção do *acetato de chumbo* na investigação do hydrogeneo sulfurado. Em todo o caso, modificaram vantajosamente o processo primitivo de THUMM que consiste em procurar n'uma amostra de liquido, incubada a 22° durante 10 dias, a formação de H_2S livre, por meio de papel de acetato de chumbo que enegrece sob a acção d'aquelle composto. WELDELT e ROHLICH tomaram 37° para temperatura da incubação; assim, ao fim de 24 horas o H_2S é revelado pelo acetato de chumbo em $\frac{2}{3}$ das amostras do liquido putrescivel, e ao fim de 72 horas em todas as restantes; com incubação a 22° , ao fim de 24 horas só n'um decimo das amostras o H_2S se revelava, e eram necessarios 10 dias para que todas as amostras se manifestassem.

D'aqui se vê quão grande é a economia de tempo feita.

(2) Os nitratos tem 74 % e os nitritos 63 % do seu pêsô em O.

Nos casos em que o oxigeneo consumido é igual ou superior ao dissolvido e não ha nitratos nem nitritos, o effluente é putrescivel; n'aquelles em que o oxigeneo consumido é igual ou um pouco inferior ao dissolvido e ao dos nitratos e nitritos, não haverá uma conclusão segura, o effluente será putrescivel umas vezes, imputrescivel outras; finalmente, quando o oxigeneo consumido é sensivelmente inferior ao dissolvido e ao dos nitratos e nitritos, o liquido será, quasi seguramente, imputrescivel. ROLANTS affirma a excellencia d'este methodo, vantajoso pela rapidez e simplicidade, quando sejam obtidos os dados por uma analyse prévia do liquido.

9) Outras determinações

Póde, ainda, em alguns casos particulares, ser util o exame do *sewage* com a fim de verificar a sua riqueza em certas substancias. Assim:

A *potassa* e o *acido phosphorico* são, por vezes, doseados para avaliação das qualidades agriculturaes de um dado liquido residual.

A *cal*, o *acido sulfurico*, os *sulfocyanetos* e varios *saes metallicos* (de ferro, chumbo, etc.) serão procurados, por vezes, em casos de effluentes industriaes ou de depuração chimica.

A dosagem das *materias gordas* poderá ser feita tambem, principalmente nos casos em que effluentes industriaes (de carda de lãs, etc.), contendo gordura em grande quantidade, se juntem aos liquidos domesticos, que só em pequenas doses contem aquella substancia.

A analyse dos *gazes* que, libertados, se escapam do liquido (*azote*, *hydrogeneo*, *methana*, *acido carbonico*, etc.) requer aparelhos, em geral complicados, que em poucos laboratorios se encontrarão.

D) Analyse bacteriologica

A enorme quantidade e variedade de germens microbianos existentes nas aguas de esgoto e as continuas modificações que a composição bacteriologica soffre tornam bastante complicadas e difficeis as correspondentes verificações analyticas. D'este facto, e de não compensarem os resultados obtidos a despeza de trabalho e tempo com taes verificações, resulta que estas se fazem muito menos vezes do que as investigações da composição chimica, que, geralmente, trazem mais uteis informes.

É, comtudo, frequente procurar-se fazer a contagem dos germens aerobios facéis de cultivar em certos meios e temperaturas; muito menos vezes se faz a verificação numerica dos anaerobios, operação que é de maior complicação e demora.

Quanto á diferenciação e isolamento de algumas das especies e á contagem dos germens correspondentes, só excepcionalmente se farão.

Meios nutritivos. — Seja para se proceder á contagem dos germens, seja para a classificação de alguns d'elles, torna-se conveniente fazer tanto quanto possivel que cada germen possa, sem contacto com outros, desenvolver-se em meios apropriados, formando as respectivas colonias apparentes a olho nu.

Dos meios nutritivos (*gelatina, agar-agar (1), caldo de carne, leite, soro de sangue, batata, etc.*), o mais usado é a *gelatina nutritiva* obtida com caldo de carne com 10 a 15% de gelatina, 1% de peptona e 0,5% de sal commum, tornada levemente alcalina (ou neutra) e clarificada por clara de ovo. Lança-se em porções de 40 cc., pouco mais ou menos, em tubos esterilizados que se fecham com rôlhos de algodão e, novamente, se esterilisam pelo vapor, durante meia hora, em 3

(1) Tambem chamado *gelose*.

dias consecutivos. A gelatina conservar se-á limpida e não se liquifará a 22°, se foi bem preparada.

O *agar-agar* é preparado de modo semelhante (1 1/2 a 2% de agar em vez de gelatina) e da mesma fórma conservado; resiste, sem fusão, a temperaturas mais elevadas.

Todos os outros meios a usar serão também, naturalmente, sempre préviamente esterilizados.

Diluição. — Contando-se por milhões, em cada cc., as bacterias, é necessario levar, systematicamente, a uma diluição conveniente a agua de esgoto, colhida em frascos préviamente esterilizados.

Para realisar essa diluição, utilisam-se varias pipetas de 1 cc. e alguns frascos e tubos fechados por algodão, esterilizados no forno PASTEUR durante meia hora a 180°. Em cada frasco lançam-se 99 cc. e em cada tubo 9 cc. de agua esterilizada; com uma pipeta, deita-se n'um dos frascos um cc. da agua de esgoto e agita-se bem o liquido, de modo a obter-se uma diluição tal que 1 cc. que, agora por nova pipeta, d'elle retiramos apenas contenha 1/100 de cc. do liquido residual a examinar; esta porção é lançada em novo frasco que é igualmente agitado, obtendo-se, assim, uma diluição cem vezes maior ainda.

D'aqui se poderá partir para fazer uma diluição ainda, na agua dos tubos ou na de outro frasco, indo mais ou menos longe, segundo o grau de concentração microbiana que se supponha ter o liquido residual bruto. As diluições são geralmente de 1/10000 ou 1/100000.

1) Exame macroscopico das culturas

Os numeros dados como representando a riqueza em germens são, geralmente, obtidos por contagem das colonias desenvolvidas e tornadas apparentes a olho nú, com incubação á temperatura ordinaria, na gelatina a que se misturou uma quantidade conhecida da agua de esgoto diluida.

Para isso, leva-se um tubo de gelatina a cêrca de 30°, para que o seu conteúdo se funda; lança-se-lhe 1 cc. da diluição conveniente da agua de esgoto; agita-se o tubo, para facilitar a mistura dos liquidos, mas cuidadosamente para não produzir bolhas de ar; estende-se, em seguida, essa mistura n'uma placa de Petri esterilizada; deixa-se solidificar, e todos os dias se verifica o estado da gelatina incubada a 20°-22°.

Se a diluição foi conveniente, depois de 48 horas torna-se apparente uma certa quantidade de centros de crescimento, colonias de proliferação de cada um dos organismos; as colonias, cujo numero vaé augmentando com o tempo, serão contadas diariamente, á medida da sua producção (1).

Da media dos resultados obtidos com o uso de um certo numero de placas, sendo conhecida a diluição do liquido, se calculará facilmente a riqueza microbianá por cc. de agua de esgoto. Notemos, porém, que o numero de germens dado por esta fórmula apenas se refere a *aerobios* que se desenvolvem na gelatina a 20°-22° C.; ficam de lado os *aerobios termophilicos*, os *nitrificantes* e todos os *anaerobios obrigatorios*, etc.

Ainda, dos aptos a desenvolverem-se no meio e condições de temperatura e arejamento apontadas, nem todos os germens serão contados; com effeito, não só não ha a certeza de que cada colonia corresponda a um só germen, mas tambem o apparecimento de *colonias liquifacientes* poderá, se estas são numerosas e tornam o meio completamente fluido, impedir que outras colonias de mais tardio desenvolvimento se tornem apparentes e dar logar a que escapem á contagem; d'este ultimo facto resulta, ainda, a necessidade de indicar sempre a duração da incubação ao fim da qual se faz a contagem.

Para fazer a numeração dos organismos que se desenvolvem á temperatura do sangue, far-se-ão culturas semelhantes em

(1) É costume contar tambem os fungos desenvolvidos, os quaes, pelas suas dimensões e fórmula, se distinguem bem das colonias microbianas.

placas com agar-agar, com incubação a 37°-38° por 1 ou 2 dias.

Para a numeração dos *esporos*, a incubação será precedida de aquecimento a 80° durante 10 minutos, o que destruirá as bacterias não esporulantes.

Os germens *nitrificadores* só serão cultivados em meios destituídos de materias organicas, meios especiaes que serão descriptos quando nos occuparmos, mais tarde, da nitrificação.

Os germens *anaerobios* serão cultivados em atmosphaera destituída de oxygeneo, em recipientes contendo hydrogeneo ou, melhor, azote, ou ainda em presença de pyrogalhatto destinado a absorver o oxygeneo do ar.

Com o meio empregado e com a temperatura, indicar-se-á o tempo da incubação ao fim do qual se procede á contagem.

*

Das culturas em placas, nas quaes se notará o aspecto caracteristico das colonias, liquifacientes (estas contar-se-ão) ou não, de contorno regularmente circular ou recortado, com ou sem pigmentos, em relevo ou reintrantes, etc., poder-se-á partir para transportar a outros meios, da mesma ou de diferente natureza, os germens que isoladamente se desenvolveram, de modo a poderem ser estudados nas suas propriedades.

Para facilitar a classificação d'estes organismos, juntar-se-ão, por vezes, reagentes diversos aos meios utilizados: o tornesol para indicar a acidez ou alcalinidade, saes de ferro para o acido sulphydrico, magenta para revelar acções desco-rantes, assucar para auxiliar o desenvolvimento de gazes, acido chlorhydrico para impedir o desenvolvimento de certas bacterias, acido phenico para destruir outros germens que não o *coli*, etc.

2) Exame microscopico

Póde haver conveniencia em recorrer ao microscopio para a investigação bacteriológica.

Assim, em certos casos, a um fraco augmento serão examinadas as colonias desenvolvidas nas placas, quer invertendo estas debaixo do microscopio, quer, sem intermédio de vidro, retirando a tampa da placa.

A pressão simples de uma lamina sobre a superficie da gelatina da placa, no ponto onde a colonia se desenvolve, poderá tambem separar germens que se tornem apparentes por meios convenientes de colorisação, conservando a disposição que, na colonia, tinham.

Um pequeno fio de platina esterilizado, mergulhando n'uma colonia, poderá retirar uma pequena porção de substancia que, deposta n'uma lamina e diluida, fixada pelo calor e córada, dará, em certos casos, indicações aproveitaveis.

As especies de reagentes empregados na córação e as circumstancias em que esta se dá poderão ser uteis para esclarecer a identidade de um germen; as dimensões d'este (expressas em μ ou por comparação com corpos de dimensões conhecidas — globulos de sangue, etc.) e a sua fórma levarão, sob esse ponto de vista, a conclusões definitivas.

Pelo exame microscopico de uma gôtta de cultura liquida, poderá verificar-se a mobilidade ou immobilidade de certos germens; a mobilidade será, em certos casos, posta em relevo pelo emprego de certos artificios (communicação capillar com meios estereis, sacco de pergaminho continente rodeado de agua esteril: os germens moveis passam ao meio esteril).

Uma pequena porção (0^{cc.},05) da agua de esgoto a examinar diluida, collocada sobre um micrometro, secca, fixada e córada, poderá dar indicações sobre o numero dos germens por cc. do *sewage* (o numero assim obtido é maior do que o que fornece a contagem das colonias) (RIDEAL) (1).

(1) A numeração microscopica directa por meio do micrometro Sei-

O exame microscopico, porque exige longa pratica e muito tempo, é ainda menos praticado do que o macroscopico. Por isso, a exposição que d'elle fiz foi pouco minuciosa.

dgwick-Rafter dá dez a cem vezes mais bacterias do que a numeração pelas culturas em placas de gelatina, segundo *Winslow*. Nas culturas muitos germens não se desenvolvem, dois ou mais podem só dar uma colonia; pelo microscopio, ao contrario, todos se revelam e contam-se mesmo os cadaveres.



LIVRO II

DEPURAÇÃO DAS AGUAS DE ESGOTO

(Generalidades; — 1.ª parte: Depuração não biológica)

LIVRO II

DEPURAÇÃO DAS ÁGUAS DE ESGOTO

(Generalidades; — 1.ª parte: Depuração não biológica)

GENERALIDADES

Pelo termo *depuração*, quando applicado a uma agua de esgoto, não se tem em vista significar uma *depuração absoluta*, que completamente deixe livre de germens e de materia organica o liquido residual, nem sequer, na grande maioria dos casos, uma purificação até ao grau de potabilidade; aqui, o valor do termo é, em geral, bem mais modesto, significando, apenas, a redução do liquido a um estado de menor impureza, de *depuração relativa*, variavel em cada caso, tal que seja sufficiente a permittir o lançamento do liquido residual aos rios ou ao mar, sem que sobrevenham inconvenientes notaveis d'esse facto.

É facil de vêr que, conforme as varias condições de relação entre os volumes e velocidades das correntes que recebem os liquidos residuaes e os da onda que estes ultimos constituem, maior ou menor será o grau da depuração que para as aguas de esgoto deverá conseguir-se previamente. Casos haverá, mesmo, como alguns que foram citados, em que qualquer tratamento previo poderá ser dispensado.

Em vista d'isto, sendo a pratica da depuração sempre dispendiosa, e tanto mais, em geral, quanto mais longe se quizer levar esta, comprehende-se que as povoações a deixem de realisar, quando isso não lhes pareça absolutamente necessario, ou se escusem, pelo menos, a leval-a além de um certo limite que se lhes affigure indispensavel.

Portanto, resulta muito digno de interesse o estabelecer as bases em que se haja de fundar a resolução de d'este ou de aquelle modo proceder, praticando, por necessarios, ou desprezando, por dispensaveis, os processos de depuração previa e, no primeiro caso, procurando indicar até que ponto a depuração haja de ir.

E o que, juntamente com algumas considerações preparatorias sobre os modos de acção utilizados nos processos depuradores e um ensaio de classificação d'estes, constituirá o assumpto das paginas que se vão seguir, generalidades que, utilmente, precederão o estudo e a descripção das praticas depuradoras.

I

Indicações da pratica da depuração

A) Casos de cidades marginaes de rios

Referi-me, na introdução a este estudo, a algumas cidades que, favoravelmente situadas junto a rios de consideravel volume e velocidade de aguas, podem, sem notavel prejuizo d'estes, lançar-lhes, directamente, os seus liquidos residuaes. Mas é da maxima importancia estabelecer um limite á legitimidade de tal pratica, para que, passando insensivelmente de uns para outros casos, não se deduza aprioristicamente a sua innocuidade em circumstancias que, mais tarde, se tornariam patentes como não devendo autorisal-a.

*

PETTENKOFFER, fundando-se em observações feitas com aguas do Isar, admite como pratica inoffensiva e, portanto, justificada que se despejem em rios os liquidos de esgoto não tratados, sempre que a quantidade do liquido conspurcante não seja mais do que $\frac{1}{15}$ da quantidade da agua e que a velocidade da corrente fluvial seja, pelo menos, igual á do escoamento do effluente sujo. Basta, porém, notar que, ainda ha poucos annos, os 350:000 m³ que, então, correspondiam á media diaria das aguas de esgoto parisienses (1), se bem que diluidos em 27 vezes o seu volume nas aguas do Sena (cal-

(1) Actualmente a quantidade media diaria é de 775:000 m³, pelo facto da progressiva abolição das fossas com a generalisação do *tudo ao esgoto*.

culando o debito d'este em 110^{m^3} por segundo), davam ao rio o aspecto lastimoso já descripto (pag. 23), para vêr como é inaceitavel na pratica o preceito estabelecido por PETTEN-KÖFFER.

Na realidade, desde que se não tome em consideração a composição dos liquidos, todos os limites propostos serão naturalmente empiricos, relativos a determinados casos, e nunca poderão ser considerados como uma formula geral. Assim, por exemplo, na America do Norte, a grande abundancia de agua, que permite uma distribuição mais generosa d'este liquido (230 a 1360 litros por cabeça e dia, segundo FULLER) e uma maior diluição das substancias residuaes do que em Inglaterra e em outros paizes, faz que os limites a indicar possam ser alli geralmente mais altos do que em outros pontos.

STEARNS, reconhecendo a impossibilidade de, unicamente por relação entre volumes, dar um limite utilisavel para todos os casos, estabelece que: se a agua de esgoto excede $\frac{1}{40}$ ou $2,5\%$ da agua do rio, é necessario depural-a previamente; entre $\frac{1}{40}$ e $\frac{1}{130}$, a duvida pôde ser admissivel, conforme as circumstancias accessorias; se a relação é inferior a $\frac{1}{130}$, o rio pôde receber, sem perigo, os liquidos de esgoto brutos. Mas, STEARNS, não estabelecendo o valor que as circumstancias accessorias possam ter, não nos dá uma formula pratica, mas sim limites deixando entre si campo para muitas hesitações, quando a relação esteja entre $\frac{1}{40}$ e $\frac{1}{130}$.

Mais preciso não é RUDOLF HERRING, que, concluindo de dados do *Massachussets Board of Health* e orientando-se pela quantidade de ammoniaco livre que julga admissivel n'um curso de agua (inferior a $4^{\text{mg}},2$ por litro), considera como quasi seguramente prejudicial o lançamento dos liquidos residuaes brutos a correntes com debito correspondendo a menos de 71 litros por segundo para 1000 pessoas, ou $4^{\text{l}},26$ por minuto para cada pessoa; quando, porém, o debito

seja superior a 198 litros por segundo para 1.000 pessoas, essa pratica será provavelmente inoffensiva (1).

RIDEAL, applicando estes numeros á agua de esgoto ingleza de composição media, acha uma relação de $\frac{1}{50}$ entre a quantidade da agua residual e a da agua do rio como estabelecendo um limite abaixo do qual, segundo a opinião de HERRING, o tratamento previo se torna necessario.

RIDEAL, fundando-se no facto de que as bacterias, abundantes nos rios, oxydam mais ou menos rapidamente o ammoniaco e as materias organicas, graças ao oxygeneo dissolvido e ao de certos compostos, procura estabelecer em bases scientificas e racionaes uma formula de applicação geral. Para isso, faz notar que não ha só a considerar que deve haver certa relação entre o oxygeneo dissolvido na corrente e o effluxo d'esta, por um lado, e o oxygeneo requerido pelas materias organicas do liquido residual e o volume d'este, por outro lado; é, tambem, necessario levar em conta o oxygeneo por ventura existente, no liquido rejeitado, sob a fórma de nitritos ou nitratos, visto estar demonstrado que esse oxygeneo, sob a acção de certas bacterias, pôde, tambem, ser utilizado na combustão da materia organica. Assim, designando:

X o fluxo da corrente (hectolitros por minuto),

O o oxygeneo n'esta dissolvido (grammas por hectolitro),

S o volume do effluente do esgoto (hectolitros por minuto),

M o oxygeneo consumido por este, medido pelo permanganato (grammas por hectolitro),

N o oxygeneo dos nitritos e nitratos do effluente do esgoto (grammas por hectolitro),

C a relação entre o oxygeneo da corrente e o que é necessario á oxydação do affluente conspurcante,

(1) Segundo BAUMEISTER o *sewage* pôde lançar-se para o rio, sem depuração, quando se encontre um numero > 5 para a expressão $\frac{QV}{E(1+C)}$ em que Q = debito do rio (em m³ por dia), V = velocidade das suas aguas (em metros por segundo), E = numero dos habitantes da povoação e C = proporção d'esses habitantes que utiliza o *tudo ao esgoto*.

RIDEAL deduz

$$C = \frac{XO}{(M-N)S} \quad \text{e} \quad XO = C(M-N)S$$

a transformar em

$$C = \frac{XO}{MS} \quad \text{e} \quad XO = CMS,$$

quando, não se tendo realizado oxydação alguma no effluente residual, este não encerra nitritos nem nitratos e, por tanto, é $N=0$.

Esta formula não só indicaria os casos em que se impõe um tratamento previo da agua de esgoto, mas tambem, então, a que grau de depuração se torna necessario leval-a para que, sem inconveniente, possa ser lançada á corrente.

Nos casos em que $N < M$, $M - N$ representa no liquido a rejeitar o deficit do oxygeneo que terá de ser satisfeito pelo oxygeneo dissolvido no rio; como, então, o affluente residual será um encargo para a corrente natural, dependerá da relação entre os volumes e de circumstancias accessorias se poderá ou não ser directamente lançado a esta corrente; se XO , isto é, o oxygeneo disponivel total do rio, é maior do que $(M - N)S$, isto é, do que o oxygeneo que lhe é exigido para a combustão das substancias organicas do effluente dos esgotos, ha a esperar que o curso d'agua supportará o encargo; no caso contrario, o rio será polluido, ou aumentará de polluição.

PHELPS nota que, com a formula de RIDEAL, tres casos se podem distinguir. Quando C é negativo, o effluente dos esgotos não só não será séde de putrefacção, mas, por virtude do excesso do seu oxygeneo sobre o da corrente, melhorará as condições d'esta, se já polluida. Quando $C > 1$, o liquido residual utiliza o poder oxydante do curso de agua, diminuindo-lhe a capacidade de supportar novas conspurcações, mas não chega a prejudicar o rio ao ponto de se manifestar a polluição d'este. Quando $C < 1$ e positivo, a corrente será sobrecarregada com productos que não poderá oxydar, e polluir-se-á.

O valor de C , na equação $C = \frac{XO}{(M-N)S}$, mostraria qual a

relação entre os volumes da corrente natural e do liquido residual que poderia ser estabelecida como limite minimo para que o oxygeno do rio fosse capaz, pela acção das bacterias e algas, de oxydar os residuos; e, egualmente, da equação se tirariam indicações approximadas do desenvolvimento que poderia attingir a população productora de taes residuos, sem que adviessem inconvenientes.

RIDEAL lembra que, além do oxygeno que possa estar dissolvido no *sewage*, os nitratos e nitritos do rio permitem um minimo na relação dada; 90 % de azote apresenta-se, com effeito, por vezes, nas correntes, como nitratos e nitritos, cujo oxygeno poderá ser utilizado como o dos nitratos e nitritos da agua residual, em virtude da destruição d'esses compostos por bacterias existentes no liquido.

Da consideração da formula de RIDEAL resulta que, theoricamente, um volume relativamente pequeno de aguas de rio bem arejadas poderia fornecer o oxygeno preciso; nem mesmo seriam necessarios os 30 volumes que DUPRÉ julga sufficientes para purificar e tornar inoffensivo um liquido residual.

Lembremos, porém, aqui, o que foi dito quando, na *Introdução*, nos referimos mais largamente ás acções naturaes de depuração dos rios: os agentes biologicos não actuam senão ao fim de tempo apreciavel e, portanto, não poderão impedir, quando não haja uma diluição muito consideravel dos liquidos residuaes pelas aguas da corrente, que a polluição d'esta se produza e mantenha durante maior ou menor trajecto.

Na verdade, se o liquido residual é, como convém, rejeitado a juzante da cidade e, sendo a região pouco povoada, só muito mais longe nas margens do rio se encontra nova agglomeração humana que lhe utilize as aguas, essa depuração natural terá tido importancia notavel e poderá, mesmo com fraco volume de aguas correntes, impedir que a saude dos habitantes se resinta. Mas isto raro acontece, pois a população é quasi sempre densa bastante para que, mesmo limitado a 24 horas o tempo necessario a uma depuração sufficiente, ao

passar em qualquer povoação a agua tenha ainda vestigios da conspurcação causada pela povoação anterior. Além d'isso, em toda a extensão em que a polluição se faz sentir desaparece a vida relativamente elevada, e o exterminio, por vezes completo, dos peixes pôde ser facto digno de nota.

Assim, na pratica, mesmo na America com grandes distancias entre as povoações e com grandes volumes de rios, notou-se que se torna, quasi constantemente, necessaria uma depuração previa das aguas de esgoto destinada a evitar os prejuizos causados nos rios, prejuizos principalmente importantes no tempo secco e que a todo o momento provocam protestos e reclamações.

B) Cidades maritimas e da foz dos rios

Na *Introdução* foram citadas algumas cidades que lançam ao mar, sem tratamento notavel de depuração, os seus liquidos residuaes sem que d'ahi advenham prejuizos; disse-se, porém, tambem, que é pouco frequente encontrar a mesma inoffensividade de consequencias em casos de outras cidades que assim procedem, e apresentaram-se alguns dos principaes inconvenientes resultantes.

D'esta fórmula, torna-se necessario estabelecer, tambem aqui, as condições que permitem formar uma opinião sobre o modo de proceder n'um dado caso.

Para PARNY e ADENEY, seria accetivel a rejeição directa das aguas de esgoto para o mar ou para estuarios quando podessem ser satisfeitas as seguintes exigencias:

1.º Fazer-se a descarga em agua profunda, em ponto onde passe uma corrente que dirija as substancias rejeitadas para o mar alto (1).

(1) RIDEAL põe em guarda contra os erros faceis de commetter ao determinar a direcção das correntes. O emprego de simples corpos fluentes pôde levar a enganos, como aconteceu em Sydney; ali, ao

2.º Ser, na baixa-mar, a quantidade da água natural, no ponto onde a descarga se faz, bastante para uma conveniente diluição.

3.º Chegar o total da água de esgoto ao mar alto antes da volta da maré (1).

4.º Fazer-se, em todo o caso, uma previa separação dos sólidos pesados e das matérias fluctuantes (2).

passo que esses corpos se dirigiam para o norte, verificou-se que as águas de esgoto caminhavam para sudeste, visíveis sob o aspecto de uma corrente negra em progressivo alargamento, estendendo-se até desaparecer a 800 metros. O caso explica-se pela acção do vento sobre os fluctuadores, acção que era mais intensa do que a da corrente de água. Assim, aconselha-se o emprego de corpos mais ou menos lastrados, de modo a não darem presa ao ar.

(1) Recommenda-se a construção de grandes reservatórios onde se possa deixar acumular o *sewage*, para só o despejar na primeira phase da maré vasante.

(2) Parece que no Porto se satisfaz a todos estes preceitos com o despejo das suas águas de esgoto no Douro, em Sobreiras, a menos de dois kilometros da foz.

O *sewage* é accumulado em dois grandes reservatórios, cada um dos quaes tem uma capacidade de 6350 m³, d'onde é despejado, duas vezes por dia, no principio da vasante, por meio de um tubo de 750 m/m de diametro que, sobre o leito do rio, caminha ao encontro das águas profundas.

A capacidade total dos dois tanques é mais do que sufficiente para conter as águas residuaes produzidas durante qualquer maré de 12 horas e 20 minutos, mesmo que esse tempo corresponda ao periodo de escoamento maximo do *sewage* (das 6 horas da manhã ás 6 horas e 20 minutos da tarde o volume do *sewage* produzido corresponde a 69,17 % do total); um só dos tanques é sufficiente quando a accumulção corresponde á phase do escoamento minimo do *sewage* (das 5 horas e 40 minutos da tarde ás 6 horas da manhã o volume das águas residuaes é de 34,17 % do total), o que permite fazer a limpeza dos tanques, quando necessaria.

Os tanques nunca levarão a despejar mais de hora e meia; portanto, durante quatro horas e meia, pelo menos, a água da vazante do rio continuará correndo depois de terminado o despejo, levando, pela violencia e direcção da corrente, o *sewage* muito pelo mar dentro. De resto, o liquido residual, logo que lançado no rio, encontra-se diluido

É muito difficil encontrar reunidas todas as condições necessarias. Nos casos habituaes, falta um ponto facilmente accessivel, onde as aguas residuaes possam encontrar, com uma diluição bastante, uma corrente forte e de direcção conveniente; então, a não se querer ou a não se poder recorrer á construcção, sempre difficil e dispendiosa, de grandes collectores prolongando-se pelo mar dentro e que vão lançar as suas aguas sujas fóra dos portos, torna-se necessario fazer a depuração previa das aguas residuaes.

*

Em ultima analyse se vê que poucas vezes deixará de ser inconveniente lançar quer aos rios quer ao mar (1) liquidos residuaes sem alguma preparação.

Tambem, de 56 cidades que em 1900, em Inglaterra, se julgavam em condições de poderem despejar directamente as suas aguas de esgoto em aguas naturaes, sem ir contra as prescripções legaes, uma grande parte, melhor esclarecida pela experiencia, está hoje em via de usar, ou usando já, os processos de depuração biologica. A America, onde a maior parte das cidades até ha 13 annos não praticava a depuração (2), tem-se desenvolvido immenso, de então para cá, n'esse sentido. A Allemanha e mesmo a França avançam progressivamente reconhecendo a crescente necessidade de recorrer a processos depuradores.

em muitas mil vezes o seu volume de aguas. Finalmente, é de notar que a demora do *sewage* nos tanques de accumulção, ao abrigo do ar, poderá ter motivado operações de hydrolise importantes que facilitem no rio a oxydação das materias rejeitadas. (Cap. ADRIANO DE SÁ).

(1) Parece-me inutil accentuar que menos, ainda, deverá permitir-se o lançamento do *sewage* em lagos sem que o liquido residual tenha soffrido uma previa depuração.

(2) Segundo RIDEAL, de 28 milhões de população urbana, 6,5 lançavam os seus residuos a estuarios, portos ou máres, 20,5 a rios ou lagos e apenas 1 tinha obras de depuração.

II

Qualidades a exigir n'um effluente depurado. Padrões de pureza

Entendido que, quando haja de se promover a depuração de uma agua de esgoto, não ha a exigir uma esterilidade absoluta nem um desaparecimento completo da substancia organica, impossiveis de obter, cabe perguntar até onde a purificação deverá ser levada.

Naturalmente, quanto mais completa, chimica e bacteriologicamente, ella fôr, mais estimavel será, e não é licito, evidentemente, pôr embargos a que um bom processo desenvolva todo o seu poder, por ventura grande.

A agua de esgoto tratada em certas condições chega a um certo grau de potabilidade. ROUCHY affirma que os visitantes dos jardins de Genevilliers provam da agua de esgoto ahi depurada e que elle mesmo se utilisou, durante alguns dias, da agua passada pelo seu aparelho biologico depurador, bebendo-a.

Mas, se é lisongeiro que a tal ponto o *sewage* seja purificado, não é isso de tal utilidade pratica que mereça a pena de, em casos em que os resultados são menos brilhantes, procurar ir além de um certo limite bem mais modesto, á custa de augmento de despeza.

Com effeito, quero crer que a grande maioria das pessoas seria ainda bastante desrazoavel e superficial para preferir uma agua chimica e bacteriologicamente mais impura, mas a que se não ligasse, tão de perto, a ideia de proveniencia de

esgotos, e que, d'esta fórma, o exemplo de ROUCHY e dos visitantes de Genevilliers seria, por certo, pouco seguido por aquelles a quem não movesse o interesse e a admiração pelos resultados da sciencia.

Assim, na pratica, não sendo o liquido depurado directamente utilizado para bebida, continuará a ser, como até aqui, lançado aos rios e, ainda, geralmente, abaixo do ponto onde a povoação de que provém retira as suas aguas alimentares; estas serão, de resto, sujeitas, a maior parte das vezes, a processos de purificação convenientes antes de serem distribuidas.

D'aqui se vê que não será justo, em caso algum, exigir para os liquidos rejeitados maior grau de pureza do que o das aguas do rio que os recebe. Mas é facil de comprehender egualmente que o grau de depuração a que é mister levar um liquido residual deve variar não só com a natureza das aguas do rio para que é rejeitado, mas tambem com as quantidades respectivas d'estas e d'aquelle.

Em resultado d'isto, se conclue que não poderão ser, razoavelmente, de uma applicação pratica e geral todos aquelles limites apresentados como minimos de depuração que não levem em conta, a par da composição dos liquidos do effluente depurado e do rio, a relação dos volumes respectivos.

*

Em primeiro logar, deve abandonar-se completamente a idea de exprimir o limite minimo permittido indicando uma percentagem de depuração. Com effeito, se o verificar as differentes percentagens de purificação obtida para um dado liquido residual pelo emprego de processos differentes pôde dar indicações aproveitaveis sobre o valor relativo de taes processos, no caso de que agora tratamos o estabelecer um limite minimo fixo de uma depuração a tantos por cento nenhuma acceitação pôde ter na pratica, visto que o effluente

depurado resultará muito variavel, mais ou menos puro, segundo a natureza do liquido primitivo; em certos casos, uma depuração a 50 % de uma agua de esgoto dará um liquido muito mais inoffensivo do que o que resulte de outra agua onde a depuração tenha ido a 95 % ou mais (1).

Assim, pois, para se concluir alguma cousa de util da percentagem da depuração obtida ou a obter, é necessario conhecer a composição do liquido tratado ou a tratar; nunca se poderá estabelecer aprioristicamente um limite por tal fórma expresso para ser applicado de um modo geral a liquidos cuja composição, extremamente variavel, não sabemos qual poderá ser (2).

A *prova physiologica do peixe*, proposta por DIBBIN, pouco valor tem. Consiste em verificar se n'um dado liquido os peixes podem conservar-se vivos; o liquido n'estas condições seria considerado sufficientemente depurado. Ora, sabe-se que os peixes vivem frequentemente nos rios, junto á embocadura dos esgotos, onde procuram restos de alimentos e insectos que os liquidos sujos sempre arrastam; d'esta fórma, se a sua morte pôde indicar a existencia de compostos chimicos toxicos industriaes ou a falta de oxygeno, não se pôde dizer que a agua em que permaneçam vivos seja sempre de um grau de razoavel pureza.

Frequentemente, propõe-se tambem que se funde na *limpidez* do effluente a opinião sobre o seu estado de sufficiente ou insufficiente depuração, verificando se atravez de uma dada espessura se conseguem distinguir determinados signaes, geral-

(1) É preciso tambem dizer-se que, com um mesmo processo, as percentagens de depuração são muito mais elevadas para os *sewages* concentrados do que para os fracos.

(2) Mal pareceria insistir n'este ponto se não fôra a frequencia com que varios autores, dando percentagens de depuração sem indicar a composição do liquido bruto, criticam ou louvam um determinado processo.

mente caracteres de imprensa (1) ou fios de platina. Para eliminar a causa de erro da diferença de agudeza visual de um observador para outro, lembra-se tambem a comparação com um padrão de transparencia conhecida.

Não é recommendavel este modo de apreciação, porquanto póde o liquido ser de grande limpidez e ter em solução um grande numero de compostos organicos nocivos. Por isso, a prova da transparencia, como a do peixe, quando usada, não deixa de, geralmente, ser acompanhada de verificações da composição chimica.

Alguns dos limites propostos representam as quantidades maximas de certos compostos que são julgadas admissiveis na agua rejeitada. Em Inglaterra, a *Rivers Pollution Commission* não permite — em milligrammas por litro — mais de 20 de carbono organico e 3 de azote organico; a *Thames Conservancy* mais de 30 de carbono organico e 11 de azote organico, o *Derbyshire County Council* mais de 1 de ammoniaco albuminoide e 10 de oxygeneo absorvido em 4 horas, o *Ribble Board* mais de 1 de ammoniaco albuminoide e 20 de oxygeneo consumido em 4 horas, a *Mersey and Irwell Conservancy* mais de 1,4 de ammoniaco albuminoide e 14 de oxygeneo absorvido em 4 horas.

Na Allemanha, seriam consideradas sufficientemente depuradas as aguas que não contivessem, por litro, mais de 0^{gr.},10 de materia organica (reduzindo 0^{gr.},025 de permanganato em solução acida) (ARNOULD).

Ora, a estes limites ninguem liga, na pratica, grande consideração, não só porque não levam em conta as condições de composição e de volume, variaveis em cada caso, dos differentes rios que hão de receber as aguas rejeitadas, mas tambem

(1) CALMETTE quer que a agua depurada, entre outras qualidades, tenha a de ser assaz limpida para permittir ler, atravez de uma proveta de fundo de espelho e de faces paralellas, os caracteres d'imprensa ditos *gaillard*, sob uma espessura de 10 centimetros.

porque já só por si pouco valor teem para julgar das qualidades de um liquido isoladamente considerado. Com effeito, não se encontra n'elles determinado se o azote achado pertence a materias instaveis ou estaveis, se existe sob uma fórma putrescivel ou não. Nos casos em que se apontam as quantidades de azote albuminoide, este, que póde ser um dos primeiros productos de desintegração das materias azotadas primitivas e corresponder, durante certo tempo, a avanço nos processos depuradores, será, aqui, sempre considerado como mau indicio, e a sua maior abundancia em relação á quantidade existente em outro effluente que esteja mais atrazado na desintegração, levará a conclusões falsas. Assim, affirmava KENWOOD que o ammoniaco albuminoide em effluentes nocivos estará inicialmente abaixo da quantidade encontrada em muitos effluentes inoffensivos.

O carbonio organico, determinado pelo oxygeneo absorvido em 4 horas, tanto póde, tambem, pertencer a materias putresciveis como a substancias já em via de oxydação (ROLANTS).

Recentemente, o *Derbyshire County Council* queria, como prova, que o liquido depurado, quando agitado vigorosamente durante um minuto, n'um frasco meio cheio, permitisse a desaparição de todas as bolhas em tres segundos (*Shake-test*) e mais que o liquido incubado por uma semana não absorvesse, ao fim d'ella, mais oxygeneo do que antes da incubação, em tempos eguaes.

A *prova da putrescibilidade* (veja-se pag. 145) *pela incubação em vaso fechado*, quando negativa, autoriza que se lance o liquido não só em um rio mas até em logar secco, sem perigo de que sobrevenham fermentações; indica, pois, uma depuração sufficiente. Mas na pratica seria demasiada exigencia o tomar a composição de um effluente n'estas condições para marcar o limite minimo na depuração, visto que os liquidos rejeitados não ficam retidos em vasos fechados, mas são, antes, expostos muito largamente ao ar e, ainda, diluidos em maior ou menor volume de aguas do rio, com as quaes, aqui, de

modo nenhum se entra em consideração, quer sob o ponto de vista da sua quantidade, quer sob o da sua qualidade.

A *Royal Commission on Sewage*, no seu quinto relatório (1908), pede que os efluentes depurados não tenham, por litro, mais de 30 milligrammas de materias suspensas (1) e que um litro de liquido, depois de filtrado por papel, não absorva de oxygeno dissolvido ou atmosferico mais do que 5 milligrammas em 24 horas, 10 milligrammas em 48 horas e 15 milligrammas em 5 dias.

O effluente n'estas condições é, naturalmente, imputrescivel e pôde ser considerado sufficientemente depurado. Aqui, porém, ainda não se attende á diluição que a corrente ha de trazer e que em certos casos permittirá ser-se menos exigente.

Rouchy propõe uma relação a que dá o nome de *coefficiente de contaminação* na qual entra já em linha de conta a composição da agua do rio, a par da do effluente. Partindo do principio de que a dosagem da materia organica e a do ammoniaco são necessarias e sufficientes para apreciar o valor da conspurcação de um liquido, faz Rouchy esse *coefficiente de contaminação* igual ao quociente da somma das quantidades de ammoniaco e de materia organica do effluente rejeitado pela somma das quantidades de ammoniaco e de materia organica da agua do rio.

Sendo o coefficiente menor que 1, o effluente depurado, mais puro do que a agua do rio, iria beneficiar este e haveria, assim, hyperdepuração; sendo o coefficiente igual a 1, os graus de conspurcação ou de pureza dos dois liquidos equivaler-se-iam, e os mais exigentes teriam que declarar-se satisfeitos; sendo o coefficiente superior a 1, o liquido rejeitado, mais

(1) Esta exigencia de uma grande pobreza em materias suspensas é essencial para que se não produzam obstrucções do leito da corrente, com depositos altamente nocivos, como vimos.

impuro que o do rio, seria ou não lançado n'este, segundo as circumstancias accessorias.

Mas quanto a estas, o volume e a velocidade das correntes por certo, é que ROUCHY não indica o modo de as fazer entrar em consideração. Em todo o caso, se se admittisse que o grau minimo a desejar para uma depuração não deveria andar muito longe d'aquella que, em cada caso, correspondesse á composição das aguas naturaes, o *coefficiente de contaminação* poderia mais ou menos, nos varios casos, dar indicação sobre a sufficiencia ou insufficiencia dos meios depuradores usados.

Mas, quer-me parecer que o modo por que ROUCHY procede para formar o coefficiente é defeituoso. Com effeito, é facil de vêr que, praticamente, fica o ammoniaco equiparado á materia organica em qualidades de nocividade, visto que nos dois termos do quebrado entra a somma de duas quantidades que entre si se não mantem proporcionaes. Mais patente se torna o defeito do coefficiente se considerarmos que, sendo, em geral, no rio o ammoniaco igual a zero, o divisor será um numero que exprime materia organica e o dividendo uma somma de duas quantidades, uma que exprime materia organica e outra que representa ammoniaco (expresso em ammoniaco e não por equivalencia em materia organica, o que, de resto, não seria facil); ora, essa somma não representa nem materia organica nem ammoniaco, pois é de quantidades heterogenas, e não pôde, assim, ser legitimamente posta em relação com uma quantidade de natureza determinada, referente a materia organica.

A formula de RIDEAL $C = \frac{XO}{(M - N)S}$, em que entram, a par da composição das aguas do affluente e do rio, os volumes d'estes, já vimos que foi proposta para indicar não só quando a depuração se impõe, mas tambem se um determinado grau de depuração é, em dado caso, sufficiente. Ha aqui a oppôr a mesma objecção que atraz foi feita, de que, na pratica, esta formula, fundando-se na vitalidade bacteriana que necessita

tempo apreciavel para se manifestar, pôde levar a acceitar como bom um liquido que pollua o rio durante certo trajecto, em quanto não se realisarem as acções depuratoras.

Ainda, de todas as praticas propostas, a mais acceitavel parece-me ser a de ADENEY e FOWLER que fazem a *prova da incubação* (pag. 145) com uma mistura do liquido rejeitado e da agua do rio em proporções correspondentes aos volumes das correntes respectivas. ADENEY, em seguida á incubação, verifica se o ammoniaco primitivo da mistura foi mais ou menos oxydado sob a fôrma de acido nitroso ou nitrico; não tendo acontecido assim, conclue-se a putrescibilidade (1) da mistura e que o liquido residual que n'ella entra não está sufficientemente depurado.

Aqui, pois, com a composição dos liquidos considera-se a relação dos seus volumes; comtudo, ha ainda a objectar que se não reproduzem perfeitamente as condições da pratica, visto como a mistura fica ordinariamente exposta ao ar e não em recipientes fechados, e, assim, poderia a tolerancia ir mais longe (2).

*

Em resultado de difficuldades como as apontadas é que o *Local Government Board*, sollicitado varias vezes para estabelecer um padrão de pureza para os liquidos rejeitados, sempre se recusou, fundando-se em que todas as varias e numerosas circumstancias, em cada caso concorrentes, deverão

(1) A verificação do oxygeneo absorvido antes e depois da incubação levaria á mesma conclusão.

(2) A *prova da arejação* (*open aeration test*) (pag. 145) feita, aqui, para a mistura do *sewage* e da agua do rio nas proporções dos volumes das respectivas correntes, quando indicando a não putrescibilidade do liquido, parece-me que leva a permittir, ainda, a rejeição do liquido residual; tal prova será comtudo um limite minimo que em caso algum se deverá passar.

entrar em consideração e não permitem estabelecer uma formula unica (1).

(1) Se pensarmos que o desaparecimento, no *sewage*, dos germens microbianos nocivos é uma das principaes aspirações que nos levam a depural-o, reconhecemos que é pena que a analyse bacteriologica não tenha avançado tanto em praticabilidade como a analyse chimica.

Será conveniente em tempo de epidemias vigiar as aguas depuradas e não permittir o seu lançamento ás correntes naturaes sem que os germens perigosos sejam destruidos.

Fóra d'isso, olhar-se-á menos á composição bacteriologica. Os numeros de *b. coli* dados como limites de tolerancia variam muito e só poderão estabelecer-se em presença da importancia da corrente natural receptora e das applicações a que se destinam as suas aguas; a questão da capacidade pathogenica de taes germens não está, de resto, definitivamente resolvida.

A purificação bacteriologica quantitativa acompanha, geralmente, a depuração chimica; é esta a razão por que se não fazem, quasi nunca, referencias a um numero total de germens que represente um limite máximo n'um effluente depurado.

Seria mesmo difficil estabelecer tal limite, vista a enorme variabilidade da quantidade total dos germens de um para outro caso. CALMETTE, comtudo, pede que o effluente depurado bacteriologicamente seja tal que, lançado ao rio, este não tenha, 500 metros abaixo, sensivelmente mais germens do que tinha antes de receber o liquido rejeitado.

Em todo o caso, está indicada a purificação previa da agua da corrente sempre que se queira utilisal-a como alimento.

The first part of the book is devoted to a general history of the United States from its discovery to the present time. It is divided into three periods: the colonial period, the revolutionary period, and the federal period.

The second part of the book is devoted to a detailed history of the United States from the discovery to the present time. It is divided into three periods: the colonial period, the revolutionary period, and the federal period.

The third part of the book is devoted to a detailed history of the United States from the discovery to the present time. It is divided into three periods: the colonial period, the revolutionary period, and the federal period.

The fourth part of the book is devoted to a detailed history of the United States from the discovery to the present time. It is divided into three periods: the colonial period, the revolutionary period, and the federal period.

The fifth part of the book is devoted to a detailed history of the United States from the discovery to the present time. It is divided into three periods: the colonial period, the revolutionary period, and the federal period.

The sixth part of the book is devoted to a detailed history of the United States from the discovery to the present time. It is divided into three periods: the colonial period, the revolutionary period, and the federal period.

The seventh part of the book is devoted to a detailed history of the United States from the discovery to the present time. It is divided into three periods: the colonial period, the revolutionary period, and the federal period.

The eighth part of the book is devoted to a detailed history of the United States from the discovery to the present time. It is divided into three periods: the colonial period, the revolutionary period, and the federal period.

The ninth part of the book is devoted to a detailed history of the United States from the discovery to the present time. It is divided into three periods: the colonial period, the revolutionary period, and the federal period.

III

Processos, acções e agentes depuradores

Depuradores das aguas de esgoto serão todos os processos que tendam a fazer-lhes perder as qualidades nocivas. As acções depuradoras realizadas nos diferentes processos são de varia natureza, physica, chimica e biologica, e devidas á intervenção de agentes diversos, uns artificiaes, outros naturaes, mas voluntariamente dirigidos e regulados.

A) Modos de combater a nocividade da agua de esgoto

Ligada á riqueza microbiana a idéa de nocividade dos liquidos rejeitados, manifestou-se, naturalmente, tendencia a combater tal qualidade procurando libertar o liquido, directamente, dos seus germens.

Cedo se verificou, porém, que, quando mesmo se consiga fazer desaparecer de uma agua de esgoto a totalidade dos seres vivos que ordinariamente a habitam (o que não é praticamente facil), de modo nenhum se evita que, se esse liquido se conserva rico em materias organicas, constituindo um meio nutritivo apropriado á reproducção de taes organismos, uma nova e abundante invasão por estes se dê, resultando das infecções a que o liquido, nas condições a que permanece sujeito, fica exposto.

Conhecido este facto e notado que, de um modo geral, a riqueza microbiana varia proporcionalmente á riqueza em materia organica, chega-se, naturalmente, á conclusão de que, antes de mais nada, se torna necessario fazer desaparecer do liquido esta materia. Da depuração chimica assim realisada decorrerá uma depuração bacteriologica, pela diminuição dos alimentos utilisaveis pelos germens, depuração que, por ser indirecta, não deixa de ser muito mais efficaz e persistente. Isto, bem entendido, sem prejuizo da eliminação bacteriana que, mais tarde, por acção directa sobre os microbios, possa tentar-se, então com bem mais probabilidades de exito, pois que, empobrecido o liquido em substancia organica, mais facil será n'elle a redução e mais difficil a repullulação dos germens.

D'esta fôrma se torna patente que os meios que levem á diminuição na materia organica concorrerão para o melhora-mento do liquido, não só tanto como, mas mesmo muito mais, até, do que aquelles que directamente procuram attingir os microbios.

1) **Melhoria do liquido por separação parcial dos elementos nocivos**

Póde diminuir-se n'uma agua de esgoto a riqueza em substancias organicas e em germens separando d'ella maior ou menor quantidade d'esses elementos. Assim, fazendo passar os liquidos por filtros grosseiros, grades, crivos e disposições mecanicas mais ou menos complicadas, reteem-se as materias fluctuantes mais volumosas; deixando o liquido em relativo repouso, realisa-se a sedimentação das partes suspensas, que por vezes se auxilia com adjunção previa de certas substancias, quer solidas insolueis e inertes, actuando apenas mecanicamente pelo seu pêsso, quer soluveis, corpos chimicos, formando com certos principios das aguas de esgoto compostos insolueis, pesados, que não só arrastam mecanicamente

grande parte das materias suspensas, mas comsigo levam tambem, por acção propriamente chimica, uma pequena parte da substancia organica primitivamente dissolvida.

Com a materia organica separada, fica, naturalmente, uma porção consideravel de agentes microbianos.

Como, porém, as materias e os germens separados do liquido não soffreram acção alguma destruidora, não deixam de ser nocivos e, por isso, é necessario ainda que por qualquer meio sejam reduzidos á inoffensividade.

Por outro lado, tambem, no liquido a nocividade não desaparece, pois que, n'estes casos, quasi só a materia suspensa, e ainda não toda, é retirada d'elle; os compostos que se formam quando se utilisam agentes chimicos só lhe tiram uma parte minima da substancia dissolvida.

Assim, os effeitos conseguidos apenas merecem que se considere o liquido como mais ou menos clarificado.

2) Melhoria do liquido por destruição n'elle dos elementos nocivos

Para que uma verdadeira depuração se realise, é necessario que mais longe vá a suppressão, no liquido, dos factores de offensividade e que ao mesmo tempo, destruindo-os e levando-os a elementos inoffensivos, se obste a que elles sob outras condições se possam manifestar.

A destruição dos germens microbianos realisada pela intervenção de agentes physicos, como o calor e a electricidade, ou chimicos, como os antisepticos, resulta, como já se disse, praticamente inutil se não é acompanhada, ou antes precedida, pela destruição da materia organica; pelo contrario, a simples destruição d'esta acarreta o desaparecimento d'aquelles.

D'esta forma, ficam reduzidos, mais particularmente, a merecer o nome de depuradores aquelles meios que consigam a destruição da materia organica no proprio *sewage*.

Para tal fim, não fallando na acção do fogo, aqui pratica-

mente impossivel, convém aproveitar, mais do que a oxydação directa pelo oxygeneo do ar ou pelo oxygeneo nascente fornecido em certas condições por compostos chimicos especiaes, a oxydação que depende da intervenção de agentes biologicos, oxydação indirecta, mas incomparavelmente mais activa do que a que directamente se pode realizar.

Os agentes biologicos que para este fim concorrem são ou *anaerobios*, actuando em reservatorios especiaes (*fossas septicas*), desintegrando e solubilizando preparatoriamente a materia organica, ou *aerobios* que, n'uma phase final, em supportes naturaes (*solo*) ou artificiaes (*leitos bacterianos*) mineralisam a substancia organica, transformando-a em elementos simples e inoffensivos, como nitritos e nitratos, com perda de acido carbonico e producção de agua.

B) Acções de natureza differente completando-se para o conseguimento da depuração. Impossibilidade de as separar inteiramente, na pratica. Effeitos diversos de acções de uma dada natureza.

São acções biologicas aquellas que com mais justo titulo merecem consideração quando se pretende depurar uma agua de esgoto; mas é necessario desde já tambem dizer-se que, se as acções physico-chimicas só por si são geralmente insufficientes, não deixam, comtudo, de ser de grande utilidade e mesmo de necessidade, quando associadas ás biologicas. Como taes, se fazem intervir praticamente nos varios processos, combinando os seus effeitos com os que resultam da vitalidade dos germens, quer, n'uma phase preleminar preparatoria, separando substancias (gorduras, materias suspensas) que iriam perturbar a boa realisação dos effeitos biologicos, ou modificando o meio chimico (acido, alcalino em excesso) que sem isso prejudicaria a actividade microbiana, quer, se bem que mais raramente, n'uma phase ulterior e complementar,

melhorando as condições bacteriologicas ou mesmo o aspecto physico do effluente obtido (esterilisação, sedimentação dos flocos dos effluentes dos leitos, etc.).

Mas, não só as acções physicas ou physico-chimicas podem ser, e são de ordinario, autonomamente utilizadas como auxiliares das biologicas, sendo, assim, acções de natureza diversa voluntariamente associadas para a realização de um determinado fim; tambem ainda, quando mesmo se tenha em vista unicamente os effeitos de certa especie de acções, outras por vezes interveem accessoriammente, sendo difficil separar o que de cada uma d'ellas resulta. Assim, quando por meio de filtros grosseiros se visa a obter uma separação mecanica dos solidos mais volumosos, realisam-se até certo ponto acções biologicas que muito podem concorrer para os bons resultados obtidos. Nas disposições em que se pretende obter acções biologicas (*fossas septicas, solo, leitos artificiaes*), de modo nenhum é possivel, por outro lado, esquecer a parte que na depuração de um liquido cabe ás acções mecanicas de sedimentação (*fossas*) e de retenção das materias pela adhesão molecular aos materiaes filtrantes (*solo, leitos artificiaes*) e, bem assim, á acção chimica que da natureza d'estes possa resultar.

Nos processos physico-chimicos não é, ainda, facil desligar as acções exercidas sobre as materias organicas d'aquellas que se exercem directamente sobre os germens. Já vimos que a sedimentação e a precipitação da materia suspensa levam sempre comsigo maior ou menor quantidade de microbios; quando, por dados agentes chimicos, se tenha em vista a destruição da materia organica, oxydando-a, a acção bactericida d'esses compostos póde não ser para desprezar; quando se procura exterminar os germens por meios physico-chimicos ou chimicos, é frequente tambem que se produza uma acção destruidora de materia organica ou, pelo menos, uma clarificação que liberte o liquido de uma parte d'ella.

C) **Difficuldade de classificar os processos depuradores. Ensaio de classificação**

Das considerações feitas resulta que a classificação dos varios processos, segundo o seu modo de acção ou segundo os efeitos conseguidos, é naturalmente difficil, visto que nunca taes effeitos são de uma só especie nem resultam de acções de uma só natureza. Além das acções e dos effeitos a que especialmente se visa, outros se realisam e conseguem, accessoriamente.

Por isto, a divisão das praticas de depuração em 3 grandes classes, segundo os modos indicados de combater a nocividade do *sewage* (separação de materia organica e germens, destruição de germens, destruição de materia organica) não poderá ter rigor absoluto.

Por outro lado, importa não esquecer que se designará este ou aquelle processo como sendo physico, physico-chimico, chimico ou biologico, não attendendo rigorosamente a todas as acções que n'elles interveem, mas sim só áquellas que, voluntariamente e mais especialmente provocadas, se manifestam predominantes. Assim, processos de depuração não biologica serão aquelles em que os meios empregados tendam principalmente á realisação de acções physicas e chimicas, sem que por isso se negue que em taes processos possam, mais ou menos, intervir utilmente acções biologicas que se não provocam voluntariamente. E chamar-se-ão processos de depuração biologica aquelles cujos meios de realisação procuram estabelecer condições favoraveis á manifestação da actividade vital dos germens, sem que por isso se negue que em taes processos, praticamente, intervenham acções physico-chimicas que, associadas intimamente ou autonomas, concorram para o fim depurador.

Feitas estas necessarias reservas, que mostram que as classificações que possam ser apresentadas por conveniencia de estudo serão sempre, até certo ponto, arbitrarías e artificiaes, visto como a natureza não se sujeita ás nossas necessi-

dades de ordem e divisão, parece-me relativamente acceptavel a classificação que seguidamente proponho:

PROCESSOS		DE	DEPURAÇÃO
conseguindo como effectos predominantes	utilizando como principais agentes	em que preponderam ações	
Separação parcial das materias solidas e dos germens. <i>Clari-ficação do liquido.</i>	separação das materias organicas grosseiras (<i>materias fluctuantes</i>) (1)	apparelhos mecanicos, grades, crivos, filtros grosseiros, etc.	} physicas
	separação de areias e detricitos mineraes [2]	gravidade	
	separação de finas particulas solidas (<i>materias suspensas</i>) e de germens	gravidade e precipitantes inertes gravidade e precipitantes chimicos	
Destruição directa (raro total) dos germens. <i>Diminuição da nocividade do liquido por exterminação dos germens pathogenicos</i>	calor e acido sulfurico	} physico-chimicas	} NÃO BIOLOGICA
	electricidade e solutos chloretados		
Destruição directa da materia organica e indirecta dos germens. <i>Depuração propriamente dita</i>	antisepticos chimicos	} chimicas	
	compostos chimicos oxydantes		
	germens microbianos		

(1) Evidentemente, com estas materias fluctuantes, retiram-se do liquido os germens microbianos que taes materias contem.

(2) A separação dos solidos mineraes não é de uma vantagem directa para a hygiene; estas materias são por si mesmas inoffensivas. Contudo, algumas disposições para o tratamento depurador do *sewage* podem ser mecanicamente prejudicadas pela presença de taes solidos no liquido; por isso se procura retiral-os d'este.

(3) Para os processos de depuração biologica apresentar-se-á no 2.º volume uma classificação pomenorisada.

Table of Contents

Introduction	1
Chapter I	10
Chapter II	20
Chapter III	30
Chapter IV	40
Chapter V	50
Chapter VI	60
Chapter VII	70
Chapter VIII	80
Chapter IX	90
Chapter X	100
Chapter XI	110
Chapter XII	120
Chapter XIII	130
Chapter XIV	140
Chapter XV	150
Chapter XVI	160
Chapter XVII	170
Chapter XVIII	180
Chapter XIX	190
Chapter XX	200
Chapter XXI	210
Chapter XXII	220
Chapter XXIII	230
Chapter XXIV	240
Chapter XXV	250
Chapter XXVI	260
Chapter XXVII	270
Chapter XXVIII	280
Chapter XXIX	290
Chapter XXX	300

PRIMEIRA PARTE

Depuração não biologica

SECÇÃO I

Separação parcial dos solidos e dos germens. Clarificação do liquido

I

Separação das materias fluctuantes

(acções physicas)

A corrente do liquido de esgoto sempre leva consigo maior ou menor quantidade de substancias não dissolvidas relativamente volumosas. De entre ellas, as materias organicas (papeis, pannos, rolhas, fezes, etc.) fluctuam, em virtude da sua menor densidade e, por vezes, sob a impulsão dos gazes resultantes das fermentações.

Estas materias necessitam separação, se não é que hajam de passar com o liquido a reservatorios especiaes (*fossas septicas*) onde se possam continuar, mais intensamente e em melhores condições, as acções hydroliticas que nos esgotos não foram sufficientes para desintegral-as; mas, quando mesmo se utilisem *fossas septicas*, áquellas materias que vão além de certas dimensões (3 centímetros, para CALMETTE) não deve ser permittida a passagem.

D'esta fórma, dada a insufficiencia de acção de *agitadores* e apparatus por vezes usados para levarem essas materias a um grau de mais ou menos completa divisão, capaz de evitar ulteriormente a obstrucção das pequenas canalisações distribuidoras do *sewage* nas installações de depuração, póde praticamente dizer-se que serão sempre usadas, até certo ponto, n'uma phase preliminar, disposições destinadas a separar do liquido os corpos fluctuantes.

*

Essas disposições são muito variadas, desde as simples e primitivas grades fixas, de limpeza manual, até ás rêdes movidas e limpas automaticamente, desde os filtros de materias grosseiros até ás caixas crivosas servidas por elevação do liquido por bombas.

Em Clichy, utilisam-se simples *barras de ferro*, inclinadas sob um angulo de 30° a 45° e intervalladas de 15 a 40 millimetros; dentes moveis, passando por entre ellas, libertam-as das materias retidas.

Em Londres, a agua de esgoto passa, igualmente, atravez de *grades de ferro*, que lhe separam por semana de 80 a 100 toneladas de substancias solidas, ulteriormente destruidas por combustão em fornos especiaes.

Em muitas outras cidades inglezas, Oldham, Swinton, Glasgow, Accrington, Kingston, Launceston, etc., utilisam-se *systemas de grades*, geralmente duplos para permittirem a limpeza alternada sem paragem no funcionamento.

Em Wiesbaden e Marburgo, utilisam-se, preconisadas por SCHNEPPENDAHL, *grades moveis rotativas*, de limpeza automatica, formando um systema que a agua de esgoto põe em movimento. Segundo FRAENKEL, esses apparatus libertariam a agua de esgoto de Marburgo de 40 0/0 das suas impurezas solidas. O systema de SCHNEPPENDAHL deixa ainda passar substancias volumosas que deveriam ser retidas.

Os aparelhos mais perfeitos parecem ser os que se usam em Leeds, Chester, Birmingham, Bradford, etc.: *redes* formando uma superficie flexivel sem fim estendida entre dois cylindros girantes, um dos quaes é accionado, por intermedio de uma cadeia, por uma roda de palhetas que a propria corrente da agua de esgoto põe em movimento. O liquido abandona á passagem as materias suspensas mais volumosas, e o continuo movimento da superficie separadora leva estas ao encontro de escovas girantes especiaes que as retiram para uma gotteira, d'onde, por acção de um parafuso sem fim, podem, automaticamente, passar a wagonetes que as transportam aos locais convenientes. Em Leeds, por esta fórma, são retiradas da agua de esgoto de 2 a 3 toneladas diarias de materias, principalmente fezes, papeis e residuos vegetaes.

Em Croydon, usa-se um *tamis circular* — o *separador vertical* de LATHAM — girando sob a acção da agua de esgoto, á direcção de cuja corrente fica perpendicularmente disposto; as materias retiradas são afastadas por escovas. O *tamis horizontal* de FRIEDERICH e o *tamis quasi horizontal* de RIENSCH (usado em Francfort) são do mesmo typo (1).

Com o fim de concorrer para a desintegração da materia organica, em Melbourne (Victoria), faz-se, por meio de bombas, a aspiração da agua de esgoto para o interior de *caixas cri-vozas*, cujas paredes reteem as materias solidas mais volumosas; estas, depois de seccas pelo vapor a 144° C., são queimadas em fornos apropriados. Em 1899-1900 as 976 toneladas retidas fôram reduzidas, pela acção do vapor, a 143.

Filtros de materias grosseiros (pedaços de pedra, tijolos quebrados, pedaços de coke, etc.) são empregados, por vezes, com o fim de separar as materias solidas. Durante o primeiro tempo, as acções são puramente mecanicas, mas, mais

(1) As malhas das redes, quando finas, são de muito difficil limpeza, e depressa deixam de permittir a passagem do liquido.

tarde, nos materiaes fixam-se organismos que, pela sua actividade, concorrem para a purificação do liquido residual, se as circumstancias de arejamento, e outras, lhes dão condições de vitalidade.

Geralmente, a acção de estes filtros é associada á de grades, rêdes e outras disposições mecanicas que realisam, n'uma primeira phase, a separação de uma grande parte dos solidos mais volumosos.

Tem-se, comtudo, tentado dirigir directamente aos filtros a agua de esgoto bruta, de modo a fazer que n'elles se passe a primeira parte das acções depuradoras. Assim, PUECH, procedendo para a agua de esgoto de modo semelhante áquelle que preconizou para a agua potavel, propunha-se, pela separação mecanica das materias solidas por filtros *dégrossisseurs*, dar ao liquido qualidades que lhe permittissem ser tratado pela *irrigação*, lançando-o á razão de 1 milhão de metros cubicos por hectare-anno, e mais, em logar dos 40:000 m³ que a lei consente para os campos de irrigação de Paris (Achères, Genevilliers, etc.). Logo se notou, porém, que se tornavam necessarias frequentes limpezas dos filtros, que perdiam rapidamente a permeabilidade; as lamas retidas attingiam, por vezes, 900 grammas por m³ e dia. Quanto ás qualidades do effluente dos filtros, notava-se que havia um augmento no ammoniaco, que passava de 6 a 21 milligrammas por litro, e, assim, se punham em evidencia acções biologicas semelhantes ás que tem logar nas fossas septicas; estas, comtudo, são mais uteis pela sua simplicidade e efficacia. Quanto aos resultados finaes para o effluente depurado pelo *processo physico-biologico* de PUECH, depois da passagem pelo solo, tambem não justificariam, nem chimica nem bacteriologicamente, a despeza e o trabalho necessarios para a installação de taes disposições previas (CALMETTE) (1).

(1) É comtudo necessario notar que, recentemente, PUECH afirma conseguir, pela utilisação previa dos seus filtros, a depuração de 600.000 m³ por hectare-anno, em terrenos argilosos, obtendo um effluente final re-

*

Principalmente para as aguas de esgoto ricas em liquidos industriaes, em certos casos, como no da existencia de grandes porções de gordura cuja separação se torne não só util sob o ponto de vista economico, mas tambem necessaria para a realisação de futuras acções depuradoras, são preconizados appparelhos mais ou menos complicados, um dos quaes, o de KREMER, será descripto, a proposito da separação das materias suspensas (que tambem consegue), no capitulo seguinte.

duzido de 94% na materia organica, de 100% no ammoniaco e de 99, 99% no numero de germens. As lamas accumuladas nos filtros poderiam, segundo PUECH, ser expulsas, de 8 em 8 ou de 15 em 15 dias, por uma corrente de agua em sentido inverso da da agua filtrada e 50 vezes menor em quantidade de liquido. A lama retirada seria 50 vezes menos do que a abandonada pelo *sewage*.

The first part of the book is devoted to a general introduction to the subject of the history of the world. It is divided into two main parts, the first of which is devoted to the history of the world from the beginning of time to the present day. The second part is devoted to the history of the world from the present day to the future.

The second part of the book is devoted to a general introduction to the subject of the history of the world. It is divided into two main parts, the first of which is devoted to the history of the world from the beginning of time to the present day. The second part is devoted to the history of the world from the present day to the future.

The third part of the book is devoted to a general introduction to the subject of the history of the world. It is divided into two main parts, the first of which is devoted to the history of the world from the beginning of time to the present day. The second part is devoted to the history of the world from the present day to the future.

The fourth part of the book is devoted to a general introduction to the subject of the history of the world. It is divided into two main parts, the first of which is devoted to the history of the world from the beginning of time to the present day. The second part is devoted to the history of the world from the present day to the future.

II

Separação de areias e detrictos mineraes (1)

(acções physicas, cont.)

As materias não dissolvidas de natureza mineral, pouco abundantes no systema separador, podem no systema unitario attingir notavel quantidade (mesmo quando se impeça a passagem de parte d'ellas, pela utilização de reservatorios especiaes collocados nos boeiros das ruas), principalmente se a pequena extensão dos esgotos e a velocidade da corrente não lhes permittem facil deposição.

Comtudo, quando as materias mineraes attingem certas dimensões, o seu pêso faz que vão antes arrastadas do que suspensas no liquido; restringindo a velocidade (2) d'este, facilmente se conseguirá libertal-o de taes corpos, fazendo-os depositar em pequenos tanques especiaes chamados *fossas de areias* ou de *detrictos* e impedindo que estas substancias vão prejudicar, no seu funcionamento, disposições para ulterior tratamento do *sewage*.

A fôrma das *fossas de detrictos* usadas na Allemanha e preconizadas pela *Sociedade geral para o saneamento das cidades* (*Allgemeine Städtereinigungsgesellschaft*) é a de um poço

(1) A separação d'estes solidos, pesados, poderá, segundo os casos, preceder ou seguir a dos solidos fluctuantes.

(2) Esta velocidade será, comtudo, bastante para não permittir a deposição das materias organicas suspensas, que passarão álem.

no qual está mergulhado um cesto metálico, por vezes perfurado, fácil de retirar para a limpeza (*fig. 6*).

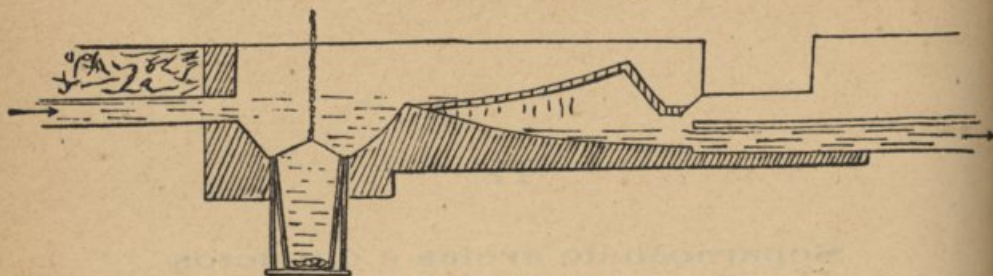


Fig. 6 — Fossa de detritos

Para retirar os detritos, emprega-se também a aspiração por canaes subterrâneos (Colônia) ou recorre-se a aparelhos mecânicos complicados.

As materias assim separadas podem lançar-se sobre uma pequena superficie de solo, onde são abandonadas sem inconveniente, em virtude da sua pobreza em substancia organica.

III

Separação das materias suspensas

Mesmo quando, pelo emprego de grades, rédes ou mecanismos mais ou menos complicados, se tenham retirado do liquido as materias organicas não dissolvidas relativamente grosseiras, ainda n'elle ficam em suspensão substancias sufficientes para lhe conservar um aspecto turvo e opaco e para, por si só, representarem um terço do azote organico e metade da materia carbonada da corrente residual (RIDEAL) (1).

A separação d'estas substancias, por deposição conseguida pelo repouso mais ou menos completo do liquido, durante algum tempo, em reservatorios apropriados, foi o meio a que primeiro se recorreu, como era natural pela facilidade com que occorria e se apresentava a sua execução. Mais tarde, procura-se, em alguns processos, augmentar a rapidez de deposição das substancias suspensas juntando ao liquido materias inertes pesadas que comsigo as arrastem na queda. Finalmente, o tratamento da agua de esgoto por certos corpos chimicos capazes de dar, com as substancias n'ella existentes, productos insolueis, que, ao precipitar, englobem e levem comsigo particulas em suspensão, fórma um terceiro grau, mais completo, em processos na essencia identicos quanto ao modo de acção.

(1) Em suspensão ficam tambem particulas mineraes que pelo sett grande estado de divisão e pequeno pêso não chegaram a depositar nas fossas de detricos; estas materias mineraes são, então, separadas, juntamente com as particulas de natureza organica, pelos processos cuja descripção segue.

Em todos elles, a acção da gravidade tem o principal papel e em todos, a fallar propriamente, se produz uma *sedimentação*; mas este termo é, convencionalmente, reservado para designar o que se passa no primeiro processo, em que não interveem quaesquier outros agentes, physicos ou chimicos; quando se utilizam substancias inertes pesadas ou compostos chimicos, diz-se, então, que se pratica a *precipitação (mechanica) por corpos inertes*, ou a *precipitação chimica*.

Com todos estes processos, se obtem, como consequencia das acções soffridas pela agua de esgoto, uma porção de lamas mais ou menos consideravel. Estas lamas, tanto mais abundantes, naturalmente, quanto mais completamente a deposição da materia suspensa se realisa, não são de tão facil destruição como os solidos volumosos fluctuantes previamente retirados, que, sem custo, fornos especiaes podem consumir, quando não seja possivel vendel-os como adubo; pelo contrario, sendo muito ricas em agua e em germen, constituem, pela sua nocividade e pela difficuldade que ha em dispôr d'ellas, um motivo de embaraços serios.

Depois da descripção dos processos indicados, occupar-nos-emos do modo de dispôr das lamas que todos elles produzem.

A) Descripção dos processos

1) Sedimentação

(acções physicas, cont.)

Para obter a sedimentação das materias suspensas, ou se deixa a agua de esgoto completamente em repouso, durante um numero sufficiente de horas [2 a 3 (1) em Leeds e Sheffield], em reservatorios especiaes — *bacias de sedimentação* —, decantando-se o liquido em seguida, ou se faz passar este continua-

(1) Em vez de 2 a 3 horas, alguns *sewages* ricos em materias industriaes (liquidos residuaes de cervejaria, curtumes, etc.) exigem muito mais tempo.

mente, mas muito lentamente, a travez de taes bacias (4 a 15 horas de demora).

D'ahi, dois systemas — o *de sedimentação em agua quiesscente* ou *com escoamento intermittente* e o *de sedimentação em agua corrente* ou *com escoamento continuo*.

Este ultimo apresenta-se mais pratico, como sendo mais economico em tempo e pessoal; é por isso tambem o mais usado.

As bacias de sedimentação, primitivamente limitadas por paredes e fundo de terra nua ou mal revestida, das quaes o liquido era retirado por syphões mergulhados até pequena distancia do fundo, foram pouco a pouco soffrendo melhoramentos varios. A impermeabilisação veio impedir as infiltrações no solo. No systema continuo, os syphões, quando usados, passaram a ser fluctuantes, mas as mais das vezes desapparecem, substituidos por valvulas ou simples aberturas por onde o liquido se escoa. As lamas, primitivamente retiradas trabalhosamente a braço, com grande despeza de pessoal e tempo, foram encontrando, por successivos aperfeiçoamentos, modo de sahida mais commodo, ao mesmo tempo que as bacias, mais perfeitas sob todos os pontos de vista, se iam approximando das que actualmente se adoptam.

A fôrma das bacias tem importancia especial no systema continuo; as bacias são, então, geralmente, pouco fundas (1^m a 1^m,50 o maximo) e de superficie rectangular muito alongada; o comprimento preconisado na Allemanha é de 50 a 70 metros e a largura será quatro ou mais vezes menor.

Divisões transversaes, não tocando o fundo e indo até quasi á superficie, difficultam a passagem ao liquido, favorecendo os contactos, e concorrem com a fôrma alongada da bacia para augmentar o caminho a percorrer e, portanto, para facilitar a deposição das materias.

O fundo é, geralmente, inclinado de $\frac{1}{80}$ a $\frac{1}{100}$ para o lado da entrada do liquido; as lamas, em virtude de tal inclinação, tendem a dirigir-se para esse lado, accumulando-se, ahi, n'uma fossa especial, d'onde serão retiradas por meios convenientes: geralmente, por um tubo subterraneo onde a

propria acção do péso do liquido recalca as lamas, ou por aspiração. Para as grandes bacias de fundo plano, usam-se apparatus mecanicos; entre elles, a draga ASHTON BOOTH merece menção: a propria agua de esgoto acciona o apparatus que em 15 minutos limpa uma bacia de 120 metros de comprimento, bastando dois homens para vigiar e regular o seu funcionamento. Neste caso, dispensa-se, naturalmente, a construcção de tubos subterraneos para a extracção das lamas (1).

O liquido sae pelo lado opposto ao da entrada, por syphões ou por valvulas, depois de atravessar laminas crivosas que reteem as materias solidas.

O numero de bacias a usar dependerá, naturalmente, da onda diaria a tratar e das dimensões de cada bacia.

Para SANTO CRIMP, a minima capacidade utilisavel deveria ser a capaz de receber o debito do effluente dos esgotos durante 2 horas no periodo maximo da descarga, o que equivale, pouco mais ou menos, a $\frac{1}{7}$ do debito diario. Nos casos em que se adopta o *systema unitario* de esgotos, as chuvas podem determinar grandes variações no volume da onda, e são exigidas bacias de uma capacidade muito maior do que aquella que habitualmente será utilizada. Em Leicester, a capacidade total dos tanques de sedimentação é de 40 % do volume da onda diaria, em Coventry de 42 %, em Birmingham de 56 %, em Wimbledon de 80 % (aqui prevê-se um augmento grande na população).

Quando haja a utilizar varias fossas, ha a resolver se convém dispol-as em serie, communicando, se parallelamente, independentes entre si. Esta ultima disposição é a melhor, porque:

Com a sedimentação quiescente, os tanques parallellos (mais

(1) Com a sedimentação quiescente torna-se necessaria a limpeza apoz um ou dois enchimentos; com a sedimentação com escoamento continuo, a limpeza póde ser semanal, mas deve ser mais frequente para que os maus cheiros não se desenvolvam.

rapidos no enchimento e na evacuação) permitem um periodo maximo de repouso ao liquido.

Com a sedimentação em agua corrente: 1) A velocidade permittida ao liquido poderá ser menor nos tanques parallelos do que nos seriados. 2) Depois que uma certa percentagem de solidos se depôz, não é licito esperar a deposição da parte restante, de muito baixo pêsso especifico, a não ser que se recorra á sedimentação quiescente; pouca vantagem ha, pois, em fazer passar o *sewage* por varios tanques seguidos, com a mesma velocidade. 3) Usando-se tanques em serie, ha tendencia a não fazer a limpeza do ultimo, senão de longe em longe, em virtude da pequena quantidade de lama n'elle accumulada; esta lama, fermentando, origina bôlhas de gazes que levantam a materia deposta, prejudicando o liquido.

A disposição de bacias em serie é usada em Osdorf (Berlim) para a decantação previa do *sewage* destinado á irrigação cultural. As bacias, em numero de tres, teem, aqui, uma superficie de fôrma quadrangular de 19 metros de lado, e a profundidade de 1 metro; precedidas

por uma serie de compartimentos onde a corrente passa em zig-zag, affectam uma disposição especial (fig. 7). O *sewage* bruto entrando em (E), perde nos compartimentos (F) uma grande parte da sua velocidade, tornada insignificante ao passar a grade que estabelece a com-

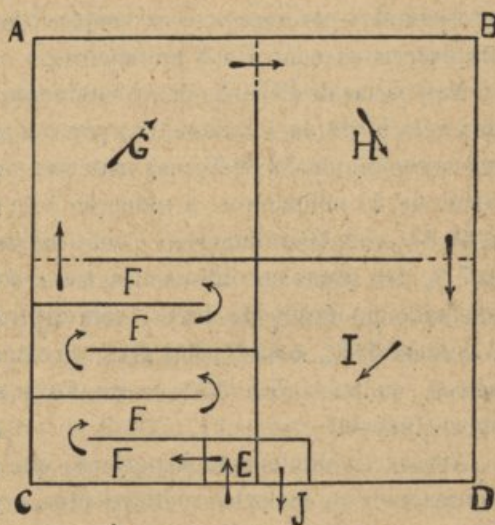


Fig. 7 — Schema das bacias de sedimentação de Osdorf.

municação com o primeiro tanque (G); d'este tanque, o se-

wage, pelas grades respectivas, passa aos seguintes (II) e (I), e finalmente sai, por (J), para o campo a irrigar, livre de grande parte das materias suspensas.

BOCK e SCHWARTZ, partindo de observações realizadas no Hanover de que as aguas nocturnas não só trazem consigo pouca materia depositavel, mas mesmo tendem a levantar e a arrastar as substancias depostas durante o dia, aconselham que durante a noite se suspenda a passagem da agua de esgoto nas bacias de sedimentação. Os mesmos autores e SCHMIDT de Oppeln affirmam que nos dias frios as aguas se deslocam junto á superficie, ao passo que no tempo quente as correntes passam junto ao fundo, só subindo á superficie na vizinhança da sahida.

A velocidade do escoamento do liquido deve ser muito pequena, para que a deposição das materias tenha tempo de realisar-se; não deve ir além de alguns millimetros (10 a 15) por segundo; por vezes, se os tanques são pouco compridos, não deveria exceder 4 a 5 millimetros.

Nas bacias de Colonia, de 45 metros de comprimento, com uma velocidade de 4 millimetros por segundo, o *sewage* tem uma redução de 72,31 % nas materias suspensas; com velocidade de 20 millimetros, a redução é de 69,08 %, e apenas de 58,9 % com 40 millimetros. Com 4 millimetros por segundo, 70,7 % das lamas encontra-se na *fossa das lamas* e 29,3 % espalhado no fundo da bacia; com 20 millimetros, a fossa só contém 51 % e 49 % fica fóra; finalmente, com 40 millimetros, na bacia fica 55 % e na fossa só entra 45 % das lamas (DUNBAR).

Apesar da diminuição importante que d'ahi resulta para a quantidade de materias sedimentadas, por vezes usa-se para o escoamento uma velocidade de 20 millimetros, e mais, com o fim de não prolongar demasiado a estada do liquido no tanque se a putrefacção é rapida em produzir-se. N'estes casos, porém, tem-se geralmente desenvolvido bem o uso de proces-

sos mecanicos preliminares de separação das materias, para, assim, se compensar a insufficiencia e o imperfeito da sedimentação.

Com onda corrente, um effluente de sedimentação conterá ainda, em media, 140 mgr. de materia suspensa por litro.

Entrando em linha de conta com todas as despezas a fazer com o processo (amortisação de capital da installação, disposição das lamas, etc.) a sedimentação quiescente de 1000 m² de um *sewage* contendo 0^{sr},350 de materias suspensas por litro sai a 1\$890 réis, segundo a *Royal Commission on Sewage*. A sedimentação em onda corrente, mais economica, custaria 1\$530 réis, para o mesmo *sewage*.

*

As gorduras, não só em certas aguas industriaes, mas tambem, se bem que existindo então em menor quantidade, nas aguas domesticas, podem tornar-se um motivo serio de embaraço, difficultando a depuração do liquido e o emprego agricultural das lamas por elle abandonadas. Por isso, se procura fazer, muitas vezes, a separação entre as materias suspensas e as gorduras, que, pela sua densidade menor, sobrenadam no liquido.

É o processo de KREMER o que, sob este ponto de vista, offerece mais interesse e que tem sido applicado não só, por meio de pequenos aparelhos, em estabelecimentos collectivos, mas tambem, por aparelhos de grande modelo, para o tratamento dos liquidos residuaes de varias cidades: Osdorf, Charlottenburgo (perto de Berlim), Chemnitz, Dresde, etc.

O aparelho KREMER (*fig. 8*), constituido essencialmente por 4 caixas contidas umas nas outras e mantendo entre si espaços livres por onde o liquido circula com moderada velocidade, separa as materias solidas em dois grupos, um de gorduras e materias leves e outro de materias mais pesadas.

O liquido, depois de passado por uma *fossa de areias*, cabe

sobre a tampa da caixa central (*a*), correndo para um e outro lado e penetrando, pelos orifícios (*b*), no interior do aparelho,

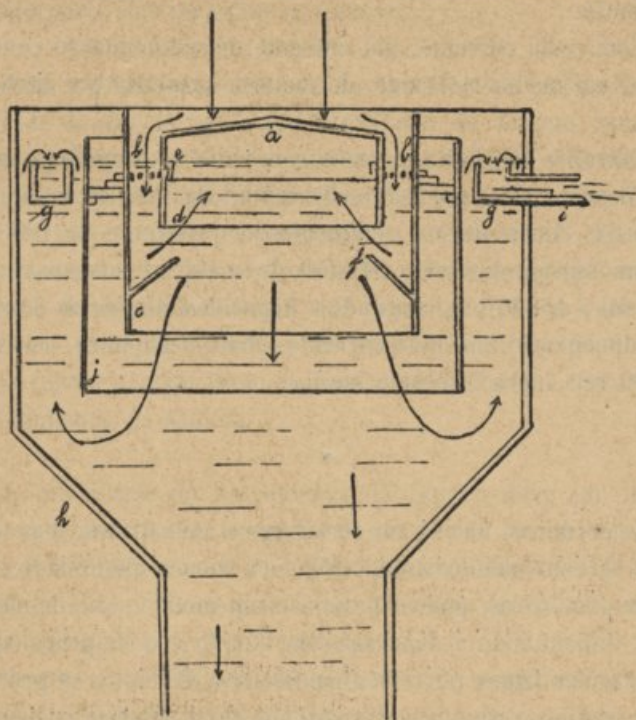


Fig. 8 — Schema do aparelho KREMER

até que, encontrando o esporão (*f*), este retarda o movimento de descida e o transforma em ascencional.

Então, as materias mais leves accumulam-se sob a tampa (*a*) em camada mais ou menos espessa, ao passo que as mais pesadas, na direcção vertical indicada pelas flechas, cahem no fundo que a caixa exterior (*h*) fórma. Quanto á agua de esgoto, depois da sua subida no interior da caixa central, segue a direcção das grandes flechas curvas, descendo primeiro, e depois elevando-se entre as duas caixas mais externas até cabir em (*g*), d'onde, por (*i*), passa ao exterior, livre de grande parte das materias solidas.

A velocidade da corrente no interior do aparelho não

se oppõe á deposição das materias: á entrada, com a alimentação habitual de 10 litros por segundo, é de 10 millímetros por segundo, mas já na calotte superior está reduzida a 5 millímetros e na parte inferior a 0,82 millímetros.

Com 35 litros de alimentação por segundo, ainda se dá clarificação, mas esta cessa completamente com 70 litros.

Trabalhando continuamente, o apparatus KREMER elimina de 50 a 70 % das materias suspensas (em Charlottenburgo) e com intermittencias de trabalho e repouso, de dez em dez ou de vinte em vinte minutos, a redução é de 70 a 80 %, e mais.

A camada superior contém, em media, 72 % de agua; d'ella se retiram as gorduras, faceis de utilizar como combustivel ou para vellas e sabões. As lamas collectadas na parte inferior, livres de gordura, contendo 87 % de agua, em media, são mais faceis de prensar ou de centrifugar e de empregar como adubo do que as lamas usualmente obtidas.

O *sewage* sahido do apparatus é muito mais facilmente depuravel pelo solo ou pelos leitos bacterianos do que o *sewage* simplesmente decantado nas bacias vulgares.

O apparatus usado em Osdorf occupa 15 m² e póde tratar 1000 m³ por 24 horas.

A maior desvantagem do KREMER está na necessidade de frequentes evacuações manuaes.

*

Wiesbaden, Hanover, Bremen, Colonia, entre outras cidades, limitam a depuração das suas aguas de esgoto á que se obtem por processos de sedimentação.

Só se comprehende, porém, que se contentem com taes processos depuradores cidades situadas na margem de rios caudalosos que lhes diluam rapidamente o liquido rejeitado, o qual, empobrecido em materias suspensas, não irá formar, no leito das correntes, bancos de lodo altamente nocivos.

Cidades que não disponham de aguas abundantes para

diluirem o effluente dos tanques de sedimentação serão, ao contrario, obrigadas a levar mais longe a purificação do liquido; com effeito, apenas se lhe terá obtido, até aqui, uma redução na materia organica suspensa, redução que não impedirá que elle continue facilmente putrescivel e de grande offensividade.

Este facto e a difficil resolução do problema da disposição das lamas, por egual offensivas, fazem com que este processo não seja muito recommendavel.

2) Precipitação mecanica por agentes inertes

(acções physicas, cont.)

Em presença da lenticidade com que a sedimentação das materias suspensas se realisa habitualmente, em virtude do seu fraco pêsco que por vezes difficilmente vence a acção contraria dos gases libertados pelas fermentações, experimentou-se o usar de varias substancias insolueis, que, cahindo rapidamente, apressassem e completassem a deposição dos solidos da agua de esgoto.

A argila, a cinza, o carvão de madeira, a turfa foram dos primeiros agentes empregados; mas os resultados não corresponderam ao que se esperava; a não ser em aguas de esgoto muito pouco concentradas, a fermentação conservava as materias em suspensão.

As experiencias de FRANKLAND, em 1885, visando, pela utilização de gesso, carvão animal, coke, escorias, pó de tijolo, etc., principalmente a separação dos organismos, cedo mostraram tambem quão illusorios são os resultados de tal pratica. Os germens, principalmente os moveis, multiplicavam-se abundantemente nos liquidos, e as materias suspensas, primitivamente arrastadas, libertavam-se mais tarde.

As observações de KRUGER em 1889, corroborando estes factos, levam á conclusão de que a adjuncção de substancias inertes só pôde ter effeitos nocivos, pelo augmento na quantidade das lamas.

3) Precipitação chimica

(acções physico-chimicas)

É de conhecimento antigo que a addição, á agua turva, de certos agentes chimicos, em proporções apropriadas, origina duplas decomposições com formação de compostos insolueis, pesados bastante para precipitar rapidamente, levando comsigo a maior parte das materias suspensas, englobadas, e, tambem mesmo, uma pequena porção das substancias dissolvidas.

Os processos em tal fundados para a depuração das aguas de esgoto foram desde logo tão numerosos que desde 1856 a 1876, só em Inglaterra, se registraram 421 privilegios de invenção.

a) Reagentes

α) Cal

A *Cal* foi, talvez, dos corpos chimicos o primeiro usado, com certo desenvolvimento, no tratamento das aguas de esgoto, com o fim de as libertar das materias suspensas.

Em 1846, HIGGS applicava-a aos liquidos residuaes, segundo o systema seguido por CLARK no tratamento das aguas (RIDEAL).

Desde então, tem sido a cal usada em larga escala com aquelle fim, quer isoladamente, quer associada a outros reagentes.

No principio, suppoz-se que a cal actuaria não só como precipitante, libertando o liquido de grande parte da materia organica, mas tambem como agente esterilizador.

Porém, os beneficios obtidos pelo seu uso ficaram bem longe de corresponder á expectativa e não tardou que, mesmo, se notassem inconvenientes vários.

Já em 1868, a *Rivers Pollution Commission*, em Inglaterra, utilizando a cal como agente exclusivo no tratamento da agua de esgoto, notava que esta, se bem que um pouco clarificada, de modo algum ficava liberta de germens.

Para obter da cal uma acção microbicida, seria necessaria uma dose superior áquella que póde ser transformada em carbonato, pelo acido carbonico disponivel no *sewage*.

Ora, a cal em excesso exerce uma acção dissolvente sobre as materias solidas, de modo que, se facilita a deposição de uma parte, empobrecendo o liquido em materias suspensas, dissolve outra parte, e, portanto, o liquido tratado por um excesso de cal póde resultar mais rico em materia organica dissolvida, isto é mais nocivo, do que era. A esse proposito, lembra DIBDIN a bem conhecida nocividade do liquido resultante da expressão das lamas.

A alcalinidade resultante do emprego da cal favorece, por outro lado, a producção de fermentações. Em Birmingham, o effluente resultante do tratamento das aguas de esgoto exclusivamente pela cal, na dose de 0^{gr}.171 por litro, destruiu rapidamente os peixes no rio Tame e tornou este completamente infecto; a adjuncção de chloreto de cal, na dose de 0^{gr}.00475 por litro, não conseguiu obstar a taes inconvenientes.

Assim, se ainda tal processo é usado em Sheffield, Bradford, Blackburn (aqui o effluente do tratamento chimico é lançado ao solo), em Inglaterra, e em Grimonpont, em França, entre outras terras, a maior parte d'aquellas que faziam da cal o agente exclusivo da depuração chimica do seu *sewage* estão, a exemplo de Birmingham, abandonando tal pratica e substituindo-a pela adopção dos methodos biologicos.

Comtudo, em casos particulares, como quando se trate de neutralisar um effluente de *sewage* acido, o emprego da cal póde ser util e, a bem dizer mesmo, impõe-se sobre o dos outros reagentes pelo seu preço relativamente muito baixo (1).

(1) Em Davyhulme, a tonelada de cal custa 2\$560 réis, ao passo que eguaes pêsos de sulfato ferroso, de sulfato ferrico e de mistura aluminoferrica custam, respectivamente, 4\$765 réis, 5\$215 réis e 8\$860 réis.

Comtudo é preciso dizer que a cal, sendo pouco soluvel na agua, exige apparatus mecanicos por vezes dispendiosos, para assegurar a sua mistura intima com o liquido que lhe serve de vehiculo quando haja de ser lançada ao *sewage*.

Então, como quando, apesar de tudo, tal composto é usado com fins precipitantes, devem na pratica seguir-se umas certas normas.

A cal deve guardar-se ao abrigo do ar, para que não absorva acido carbonico que lhe minore a acção, e só deve empregar-se depois de diluida, visto que assim é mais intenso o seu poder precipitante (1).

Na Inglaterra, a dose media de cal, quando usada isoladamente, é de 0^{gr.},223 por litro ou de 223 kilos por milhar de metros cubicos (RIDEAL) (2); tal dose variará, naturalmente, mais ou menos, segundo a maior ou menor pureza da cal e a composição das aguas residuaes. É conveniente a adjuncção de cal sufficiente para a combinação com o acido carbonico livre e com metade d'aquelle que se encontre sob a fórma de bicarbonatos. Com effeito, o precipitado de carbonato de cal resultante arrasta consigo muitas substancias organicas. Além d'isso, é necessario um ligeiro excesso para a precipitação dos acidos organicos e de certas materias córantes.

Comtudo, se bem que deva empregar-se uma dose de cal capaz de realisar a precipitação das materias suspensas, e, em caso de liquidos acidos, a neutralisação d'estes, não deve levar-se a reacção além de um ligeiro grau de alcalinidade.

A satisfação d'estes preceitos não é sempre facil e, assim, apparecem os inconvenientes apontados.

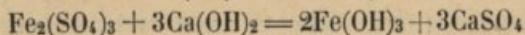
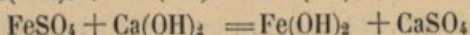
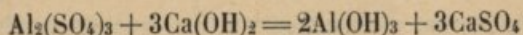
Acontece, porém, que a associação da cal a outros agentes

(1) Costuma misturar-se-lhe uma certa porção de liquido (geralmente do proprio *sewage*) de modo a obter um todo de consistencia pastosa, que, segundo a sua concentração, se junta em maior ou menor quantidade ao liquido a tratar. Determina-se a concentração da massa diluindo uma pequena porção d'ella (5 c. c. por exemplo) em agua distillada e fervida (250 cc. por exemplo), agitando bem, deixando repousar, e medindo, por um acido titulado, a alcalinidade do liquido que sobrenada.

(2) Mesmo com doses muito mais elevadas (1 gr. por litro) de cal, não se obtém liquido limpido e descórado no tratamento do *sewage* de Coimbra do collector do Choupal.

chimicos — saes de aluminio e de ferro — póde dar melhores resultados, porque, quando usada simultaneamente com elles e observadas as justas proporções moleculares, a cal não ficará em excesso no liquido tratado, e desaparece, assim, essa causa de offensividade.

Dar-se-ão, então, reacções como:



das quaes resulta, apenas, ficar o sulfato de calcio augmentando o grau de dureza do liquido (1).

β) Saes de aluminio e de ferro

Em 1851 usaram-se pela primeira vez os saes de ferro com fins depuradores das aguas de esgoto, constituindo o chamado processo de DOVER. No anno seguinte, H. STOTHERT recommendava o emprego dos saes de aluminio. Os processos fundados respectivamente no emprego das duas especies de saes approximam-se não só pela epoca do seu apparecimento, mas tambem, d'uma maneira geral, pelo seu modo de acção e pelos resultados obtidos.

Com effeito, n'um e n'outro caso, em soluções neutras, os saes em questão dão com as materias córantes e outras substancias dissolvidas a formação de compostos insolueis desi-

(1) No processo de PIET e DUMAS, á acção da cal sobre o *sewage* faz-se succeder a dos hypochloritos e a do acido carbonico. A agua de esgoto, lançada n'um reservatorio contendo 1 kilo de cal viva por tonelada de liquido a tratar, deixa ahí precipitar as materias albuminoides e os sulfatos. Depois de decantado o liquido, junta-se-lhe hypochlorito de sodio ou de calcio, em dose que corresponda a 15 litros de chloro por m³; depois de 6 horas de reacção, ao *sewage* dirige-se uma corrente de acido carbonico que precipita a cal; uma decantação e filtração rematam o processo que, segundo RAZOVS, daria bons resultados.

gnados geralmente por *laccas*. N'uma solução alcalina, o precipitado de hydroxydo gelatinoso que se fórma engloba e arrasta para o fundo as materias suspensas e organismos, se bem que seja de notar que estes ultimos, a menos de uma rapida separação do deposito, voltam a disseminar-se no liquido. Os saes de ferro e de aluminio neutralisam o ammoniaco e os compostos basicos e teem, além d'isso, uma energica acção antiseptica propria que, geralmente, é augmentada ainda, porque os compostos commerciaes conteem acido sulfurico e este actua, egualmente, como germicida, quando não seja neutralisado pela alcalinidade da agua de esgoto ou pela da cal que concomitantemente se use no tratamento.

N'estas variadas propriedades está a razão do emprego d'estes saes, emprego, comtudo, muito limitado pelo seu custo relativamente elevado.

Estudemos, agora, estes compostos separadamente.

β') Saes de aluminio

O *alumen* ou *duplo sulfato de aluminio e de potassio* ou *ammonio*, pela vantagem de ser um composto definido, facil de dosear, teria maior emprego do que o que tem, se não fôra o seu preço bastante alto e o facto de promover a formação de sulfatos alcalinos. Em todo o caso, usado em pequena escala, pôde ser de grande utilidade.

O *sulfato de aluminio* é obtido pela acção do acido sulfurico sobre a bauxite ou argila; geralmente, contem um excesso de acido, o que diminue um pouco o seu valor.

DURAND DUCLAYE obteve, pelo emprego de 200 grammas de sulfato de aluminio por metro cubico de aguas de esgoto das officinas de Clichy, um liquido limpido e claro, permittindo a leitura atravez de uma espessura de 40 centimetros, e no qual os peixes viviam bem (1). Custando o reagente a 1\$980

(1) Na mesma proporção de 0gr.,20 de sulfato de aluminio por litro,

réis os 100 k., o tratamento sahiria a 3,96 réis por metro cubico. As lamas não tinham cheiro e seccavam facilmente.

Em Kingston-on-Thames usa-se ha muito tempo o processo A. B. C., assim chamado das iniciaes das substancias primitivamente indicadas como precipitantes: alumen, sangue (em inglez *blood*) e argila (em inglez *clay*). Na verdade, actualmente os principaes agentes usados no processo em questão são: o sulfato de aluminio, o carvão e a argila. A adjução de tal mistura á agua de esgoto, na dose de 0^{gr}.713 por litro, dá uma redução de 83 % do ammoniaco albuminoide; o effluente apresenta-se limpido bastante, mas nos conductos, junto ao ponto de lançamento ao rio, formam-se muitos fungos. A lama resultante parece ser relativamente livre de cheiro e a sua quantidade é, em media, de 6038 k. por mil metros cubicos de *sewage*; a percentagem d'agua que contém anda por 90. Depois de prensada e secca, essa lama, por anno, dá 2000 tonelladas de adubo chamado *Native guano*, á venda a 15\$500 réis (1), por tonelada. Apesar d'isso, o processo sai altamente dispendioso (375 réis por habitante).

β") Saes de ferro

Os saes de ferro teem propriedades dos compostos de aluminio, e, além d'essas, a de destruir o hydrogeneo sulfurado, com formação de sulfureto negro de ferro, que, por oxydação, se póde tornar em sulfato ferrico vermelho escuro [$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$], o qual deposita e actua tambem, ulteriormente, como depurador.

O uso dos *saes ferricos* póde motivar, ainda, o apparecimento de enxofre livre.

tratei eu o *sewage* de Coimbra do collector do Choupal; formou-se precipitado abundante, mas o liquido não se descórou nem tornou limpido. Para obter a limpidez é necessario cinco vezes mais de reagente.

(1) O valor real do «*guano indigena*» é, porém, bastante inferior.

Estes saes, pelos seus effeitos, são preferiveis aos saes ferrosos que, por mais baratos, sob a fórmula de sulfato ferroso (caparosa verde), teem sido, comtudo, mais largamente usados.

Os saes ferrosos actuam como reductores, diminuindo, assim, a quantidade de oxygeno disponível. Procura-se, por vezes, remediar este inconveniente associando a cal a estes saes; assim se fez, durante muito tempo, em Londres; pela reacção atraz indicada, dá essa associação origem a um precipitado de hydroxydo ferroso $\text{Fe}(\text{OH})_2$ que até certo ponto é oxydante da materia organica pelo oxygeno do ar que absorve e que depois cede. Mas, os saes ferricos exercem directamente e de modo mais energico essa acção oxydante, a par de uma clarificação mais importante.

Os saes de ferro, pela acção dos liquidos alcalinos e alcalino-terrosos, dão origem a oxydos. Os oxydos dos saes ferrosos, dissolvendo-se no liquido alcalino, podem persistir no *sewage* sahido dos tanques de precipitação e, mais tarde, por oxydção, pelo ar, do ferro retido em solução, uma agua tratada pelos saes ferrosos dará origem a depositos. No caso dos saes ferricos, taes depositos não apparecerão em tão grande quantidade, visto que os oxydos ferricos, por serem insoluveis, terão sido previamente precipitados quasi inteiramente. A precipitação dos compostos ferricos, comtudo, não é total, porque a materia organica impedil-a-á, até certo ponto, e, assim, mesmo n'este caso, ainda o liquido ficará contendo vestigios de ferro.

Este ferro que persiste no liquido tratado póde tambem, mais tarde, como RIDEAL nota, se o arejamento não é grande, dar origem a sulfuretos de ferro que, sob a fórmula de um deposito negro, se revela muitas vezes nas paredes lateraes dos conductos.

Ora, o ferro que sob esta fórmula, ou sob alguma das precedentemente mencionadas, saia dos tanques de clarificação, mesmo em relativamente pequena quantidade, poderá matar os peixes e obstar ás acções nitrificadoras. Sob este

ponto de vista, apparecem, pois, os saes de aluminio como superiores.

*) Dos *saes ferricos* o mais empregado é o *sulfato*. Moderadamente, o processo de preparação pela acção do acido sulfurico sobre a cinza de pyrite dá o sulfato sob a fórma de pó acinzentado muito soluvel e ao preço de 720 réis por cada 100 k. para grandes doses, em França, segundo BUISINE.

Em Davyhulme (Inglaterra), os 100 k. de sulfato ferrico custam 521,5 réis.

Para este, como para os demais reagentes, os preços variam com os locais.

BUISINE usa um soluto commercial (66 % de sulfato ferrico e 0,75 % de acido sulfurico) a 41° Baumé, diluido em 10 partes de agua ordinaria. Segundo este autor, 100 grammas de sulfato para 1 m. c. deverão bastar, na maior parte dos casos.

Na agua de Madeleine (Lille) empregava 250 gr. em virtude da grande concentração do *sewage*; essa dose corresponde, em despeza, a 1,8 réis por m. c.; o liquido decantado no fim de 2 horas de repouso seria limpido e imputrescivel, as materias organicas soluveis desapareceria na proporção de 50 %, pelo menos, predominando entre as eliminadas as quaternarias, que são as mais facilmente putresciveis, e o azoto do residuo secco diminuiria de dois terços, pouco mais ou menos (1); as lamas, com 40 % de materia organica, dariam um razoavel combustivel, e o seu peso, depois de seccas, seria

(1) Da depuração assim realizada diz BUISINE que «é, portanto, tão completa como seria para desejar».

Aproveito a occasião de mostrar como póde levar a engano a indicação da pureza d'um liquido tratado pelas percentagens de redução de varios elementos n'ella existentes. O liquido de que BUISINE se declarava tão contente e que apresentava tão elevadas percentagens de depuração continha ainda 18^{mg.},7 de materia organica e 15 mg. de ammoniaco e era, portanto, mais impuro que as aguas de esgoto de Clichy em muitas occasiões (ROUCHY).

constituído n'um terço pelo reagente e em dois terços pela materia suspensa (1); 100 m³ de *sewage* dariam 650 k. de residuo com 50 % de agua, depois de prensadas as lamas.

Segundo DE LA COUX, juntando ás aguas de esgoto de Paris 100 gr. de sulfato ferrico por m³, as materias organicas dissolvidas desceriam de 0^{gr.},600 a 0^{gr.},065; assim, eleminar-se-iam os $\frac{9}{10}$ da materia organica dissolvida, com a totalidade da materia suspensa e com 60 a 90 % dos organismos do *sewage*; o liquido limpido, incolor e imputrescivel seria tratado ao preço de 0,9 réis por m³.

O *chloreto ferrico* actua pelo hydrato ferrico posto em liberdade e tem a vantagem de não trazer á agua acido sulfurico que origine sulfatos e sulfuretos, como acontece com o sulfato ferrico, no caso de aguas que fiquem incompletamente depuradas e com materias putresciveis. Mas o chloreto é mais caro; em soluto a 35° B com 60 % de Fe₂Cl₆ custa a 1\$260 réis os 100 k. A despeza sai a 5,4 réis por m. c.; os resultados seriam bons, dando um liquido sem cheiro, limpido e imputrescivel, semelhante ao obtido com o sulfato (BUISINE) (2).

Em Northampton usou-se durante algum tempo o chloreto de ferro associado á cal (3).

A agua de esgoto depois de soffrer a acção dos saes fer-

(1) A importancia respectiva, no péso total, do reagente e das substancias suspensas estabelece-se pesando os precipitados com agua de esgoto bruta e agua de esgoto filtrada, e vendo a differença.

(2) Com uma percentagem 2 vezes maior de chloreto ferrico, não consegui obter a limpidez para o *sewage* de Coimbra; tal limpidez só se torna bem aparente com o uso da enorme dose de 1^{gr.},5 por litro.

(3) A associação do chloreto ferrico com a cal foi o tratamento de precipitação chimica que para o *sewage* de Coimbra deu liquido de melhor aspecto. Mas, ainda, foram necessarios 1 gr. de chloreto ferrico e 0^{gr.},50 de cal, por litro, para obter um liquido perfeitamente limpido e descórado.

ricos fica contendo materias organicas, principalmente hydrocarbonadas, que escapam á acção do hydrato ferrico e que o emprego d'um reagente oxydante pôde eliminar por combustão: os agentes mais convenientes são o chloreto de cal e o permanganato de potassio. D'elles nos occuparemos mais tarde.

**) Dos *saes ferrosos*, o sulfato, pelo seu preço baixo(1), apresenta vantagens praticas que podem justificar a sua preferencia aos *saes ferricos*; tal opinião segue DIBDIN que, depois de experiencias com varios precipitantes, como mais conveniente escolheu o sulfatô ferroso na dose de 0^{gr.},014 com 0^{gr.},056 de cal, por litro de liquido residual(2).

Com effeito, pelas razões já indicadas, geralmente, quando se emprega o sulfato ferroso, faz-se preceder (é o mais recommendavel), acompanhar ou seguir o seu uso do da cal.

β''') Associação de saes de aluminio e de ferro

De um modo geral, segundo as experiencias feitas em Massachussets, o sulfato ferrico parece ser, dos saes referidos, o mais efficaz na reduccão da quantidade dos germens e da materia organica; quasi a par, veem depois o alumen e o sulfato ferroso. Na pratica associam-se muitas vezes os saes de uma e outra especie.

O sulfato de ferro em pequena quantidade usa-se com o sulfato de aluminio, frequentemente, formando grossos blocos que lentamente se dissolvem na agua de esgoto. Tal é a mistura *alumino-ferrica* de SPENCER utilizada em Glasgow, desde ha muito tempo, na dose de 0^{gr.},071 com 0^{gr.},099 de cal por litro

(1) Em Davyhulme a tonelada de sulfato ferroso custa 4\$765 réis.

(2) O sulfato ferroso, mesmo em grandes quantidades e associado á cal, não deu limpidez á agua de esgoto de Coimbra por elle tratada; o liquido fica intensamente córado de verde.

de liquido residual, alternando com o uso de 0^{gr.},035 (ou mais) de sulfato de aluminio e 0^{gr.},071 (ou mais) de cal (RIDEAL).

Em York, usou-se a mistura alumino-ferrica juntamente com a cal, em 1896, na dose media de 0^{gr.},071 de cada por litro de liquido.

Eis os resultados obtidos, em mg. por litro:

	agua de esgoto	effluente depurado
Oxygeneo consumido.....	49,2	15,8
Ammoniaco albuminoide....	4,69	1,11

A alcalinidade do effluente, que motivava a morte dos peixes, levou, em 1897, á abolição da cal (1) e ao uso exclusivo da mistura alumino-ferrica, com os resultados seguintes, em mg. por litro:

	agua bruta	agua depurada
Oxygeneo consumido.....	79,5	23,6
Ammoniaco albuminoide.....	12,1	2,66

Em virtude do effluente pouco lisongeiro, com respeito á materia organica, em 1899 substituiu-se ao tratamento chimico o biologico. De todos os precipitantes chimicos, é, comtudo, a mistura alumino ferrica o mais usado para os *sewages* domesticos. A dose media empregada póde considerar-se de 0^{gr.},143 por litro.

O preço de uma tonelada do reagente, variavel segundo os locaes, póde estabelecer-se, em media, em 10\$000 réis. É, pois, bem mais caro do que qualquer outro reagente; a mistura de cal e de sulfato ferroso é muito mais economica.

Saes ferrosos e ferricos, juntamente com saes de aluminio e uma pequena porção de sulfato de calcio e magnesio forma-

(1) A *Royal Commission on Sewage* no seu 5.º relatório (1908) conclue pela superioridade da associação com a cal sobre a mistura alumino-ferrica usada isoladamente.

vam o *ferrozone* proposto por HOWATSON e que durante certo tempo gosou de bastante voga como precipitante (1).

A utilização de tal mistura, que produz a precipitação das substancias suspensas e a de uma parte das dissolvidas, seguida de decantação, filtração do liquido por uma camada de areia e de *polarite* (2), substancia que forneceria á materia organica o oxygeno gazoso necessario á sua combustão, constitue o processo a que HOWATSON chamou *internacional*. Parece por elle conseguir-se uma redução de 80 % na materia organica; na segunda phase do processo, na filtração, interveem, provavelmente, acções biologicas: no effluente os nitratos são abundantes.

(1) DE LA COUX, analysando este producto, encontra a composição seguinte:

N'uma amostra:

Sulfato de protoxydo de ferro anhydro	1,33
» de sesquioxido de ferro anhydro	1
» de aluminio anhydro	36,29
Parte insolúvel (com um pouco de carbono)	32,40
Humidade	28,98
	<hr/>
	100,00

N'outra amostra:

Sulfato de aluminio	69	} 85,1 % solúvel
» ferroso	10,50	
» ferrico	5,60	
Oxydo ferrico	12,50	} 14,9 % insolúvel
Alumina e silica	2,40	
	<hr/>	
	100,00	

(2) A *polarite* apresenta-se como uma substancia negra, dura, muito porosa, insolúvel e inoxydavel, conservando o oxygeno nos seus poros e composta de

Oxydo de ferro magnetico	54
Silica	25
Cal	2
Alumina	6
Magnesia	7
Alcalis	6
	<hr/>
	100

Primeiro usado com entusiasmo em Huddersfield, Acton, Hendon e Royton, depois de conhecida a boa opinião sobre elle dada por POUCHET, METZ, FRANKLAND, etc., o processo tende hoje a ser abandonado não só em virtude do seu preço muito elevado, mas pela quantidade enorme de lamas a que dá origem, como, aliás, acontece com os demais processos de precipitação: em Huddersfield, cidade de 100:000 habitantes, ainda depois de prensadas, as lamas, destituídas de valor commercial, attingiam 40:000 kilos diarios.

γ) Magnesia e outros compostos

A *magnesia* é empregada por SCHLÖESSING que, para esse fim, utiliza a da agua do mar. Toma uma porção d'este liquido e trata-a pela cal, deixando depôr o precipitado durante 24 horas. Quando, depois de decantação, mistura ás lamas depositas um soluto de acido phosphorico, obtem phosphato tri-basico que, nas aguas de esgoto, precipitará o ammoniaco sob a fórma de phosphato ammonio-magnesico, em virtude da troca que se dá entre uma molecula de magnesia do phosphato e uma molecula de ammoniaco.

No processo SUVERN utiliza-se a mistura de

Cal extincta.....	100 partes
Chloreto de magnésio	15 »
Alcatrão da hulha.....	15 »

*

Além dos compostos citados e que são os principaes, outros muitos podem ser utilizados, variando segundo a composição especial do liquido residual.

O emprego judicioso de taes corpos póde supprimir quasi completamente a materia suspensa, pois esta chega a baixar no effluente até 10 mg. por litro.

b) Bacias de precipitação

As bacias ou fossas de sedimentação atrás descriptas podem servir, tambem, para os casos em que se faz intervir a acção de certos agentes chimicos, permittindo que a deposição seja favorecida por um completo repouso (por 2 horas pouco mais ou menos) ou por uma progressão muito lenta do liquido (8 horas pouco mais ou menos de demora nas bacias). Mas, com o fim de facilitar esta deposição e a separação do liquido tratado, teem-se proposto varios modelos especiaes de fossas, de construcção mais ou menos engenhosa.

As fossas profundas de Nahnsen-Muller (fig. 9), muito usadas na Allemanha, recebem o liquido residual misturado

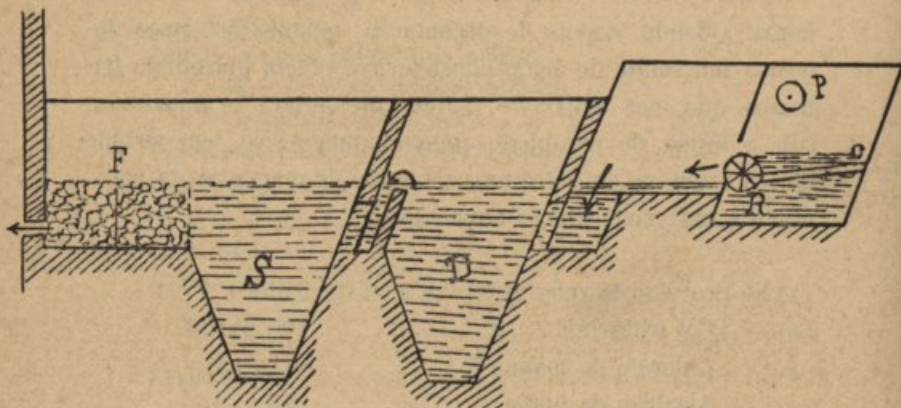


Fig. 9 — Schema das fossas de Nahnsen-Muller

com o reagente (*R*), por meio de uma roda hydraulica que o proprio *sewage*, vindo de (*c*), faz mover. Logo que se enche a primeira fossa (*D*), o liquido passa, por trasbordo, á segunda (*S*) e d'esta, depois de atravessar dois filtros grosseiros de pedras ou tijolos partidos (*F*), sai clarificado.

A fossa *Dortmund*, destinada especialmente ao tratamento por cal e sulfato de aluminio, foi usada primitivamente na

Allemanha, em Dortmund, depois na exposição de Chicago e, mais tarde, na Inglaterra, em Ilkeston. Actualmente, usa-se em Birmingham para o effluente da fossa septica.

É circular, com a parte inferior conica. A agua de esgoto, depois de ter sido libertada dos materiaes grosseiros e tratada pelos reagentes, penetra na fossa por um conducto cylindrico que mergulha até um pouco abaixo de metade da maior altura, e sóbe com uma velocidade de 2 millimetros por segundo até que, attingida a parte superior, se escoa para fóra da fossa. Um outro tubo de larga secção permite a sahida ás lamas accumuladas na parte inferior do cone; a evacuação póde ser feita por aspiração ou mesmo pelo simples pêso do liquido (fig. 10). Póde tambem, em vez do conducto ejector das lamas,

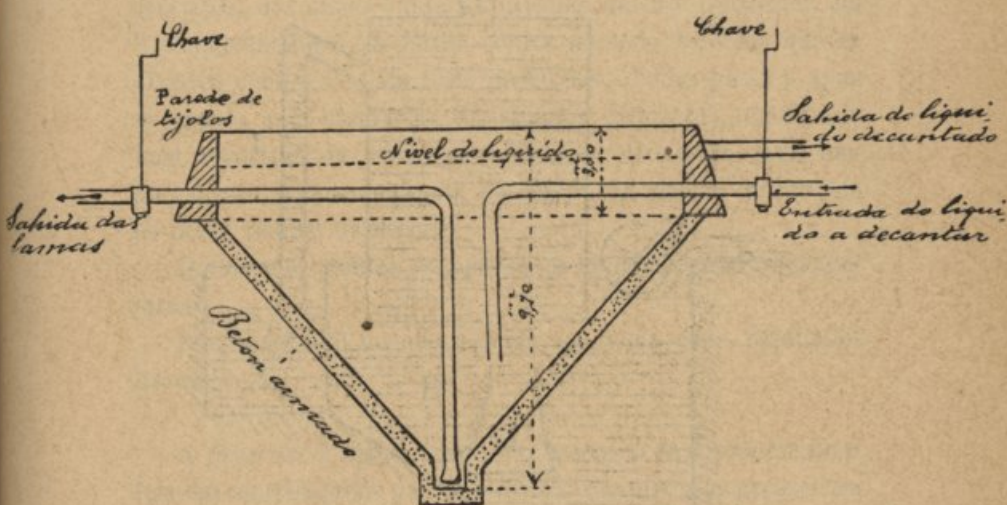


Fig. 10 — Fossa Dortmund

haver uma abertura de 15 centímetros, no fundo da fossa, por onde as lamas sejam retiradas. Esta disposição do fundo, em cone, se tem a vantagem de concorrer para collectar o precipitado, tem o inconveniente de favorecer, pela sua inclinação, a fixação de um deposito, que ulteriormente soffre fermentações que contribuem para prejudicar o effluente.

A marcha ascencional da agua de esgoto é adoptada no methodo usado em Potsdam e Essen, chamado de *Rothe Röckner*. O liquido de esgoto, depois de tamisado e filtrado por areia e da addição de um caldo de linhite ou carvão terroso, soffre a adjuncção de um sal de ferro ou de aluminio por um aparelho distribuidor (R) (fig. 11), antes de entrar n'uma

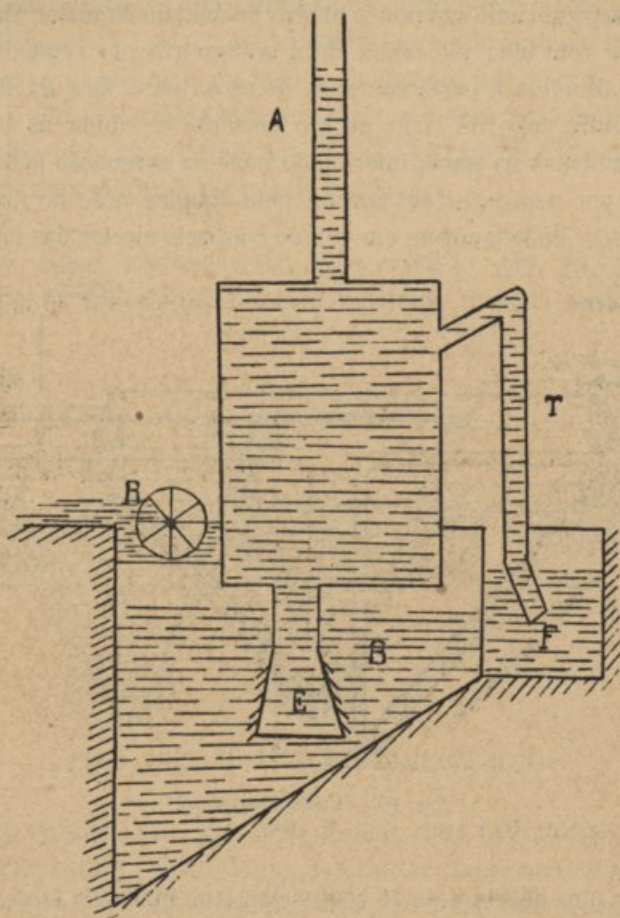


Fig. 11 — Schema do aparelho de Rothe-Röckner

bacia (B) de fundo muito inclinado; d'aqui, eleva-se com uma velocidade de $0^m,002$ a $0^m,009$ por segundo (conforme a quantidade de materias a precipitar) n'um grande çylindro (E), por

virtude da acção aspirante de uma bomba, em relação com o tubo (A). Logo que attinge a abertura do tubo lateral (T) o *sewage* escoá-se por este para uma fossa lateral (F).

Os gazes produzidos são aspirados pela bomba e dirigidos ao fogo.

O conjuncto de disposições adoptado parece dar uma grande diminuição das materias organicas suspensas e dissolvidas e produzir lamas menos putridas e mais faceis de utilizar como combustivel do que as vulgarmente obtidas. PROSKAUER, que preconisa tal processo, pensa que interveem acções biologicas importantes, na phase inicial de filtração.

A *fossa Cosham* é constituida por dois reservatorios concentricos, dos quaes o interior dividido em 2 e o exterior em 8 compartimentos. A fórma conica do todo faz com que as divisões centraes sejam mais profundas; d'ellas passa a agua de esgoto, por trasbordo, ás divisões exteriores, motivando uma deposição da lama, que póde ser retirada de cada compartimento isoladamente ou, no conjuncto, depois de reunida na parte central da fossa.

Do mesmo systema se construem tambem fossas rectangulares.

RIDEAL cita 25 installações em que tem dado resultados lisongeiros.

A *fossa Ive* é muito mais complicada; é de fórma circular, tem um centrifugador para a redução das materias grosseiras, um reservatorio especial para os agentes chimicos e disposições para o arejamento.

Todas estas fossas ou decantadores especiaes são geralmente de uma limpeza mais difficil que as simples bacias de decantação de fundo plano.

c) **Dificuldade na adjunção dos reagentes. Vantagens e inconvenientes da precipitação chimica. Indicações do processo**

Para todos os precipitantes chimicos, qualquer que seja a sua natureza, é preciso regular a quantidade que se deve empregar, relacionando-a com a composição e a massa do liquido de esgoto.

Em certos casos, como com a mistura alumino-ferrica, deitam-se grandes blocos da substancia activa na corrente do *sewage*, accumulando-os em pilha cuja parte superior exceda o nivel do liquido; do reagente será dissolvida maior ou menor quantidade, segundo o maior ou menor volume da massa liquida. Mas tal pratica é defeituosa. É conveniente, ao contrario, que o reagente seja misturado intimamente ou dissolvido no liquido residual. Se é possivel conservar sem deterioração, em reservatorios, grandes quantidades de reagente dissolvido (1), em percentagens conhecidas, d'ahi se lançará o soluto á agua de esgoto, nas proporções correspondentes á concentração e volume d'esta.

O facto da constante variabilidade do volume da onda a tratar provocou a invenção de varios apparatus, alguns muito engenhosos, de distribuição automatica e proporcional. Uma disposição relativamente simples é a d'uma roda hydraulica palhetada movida pelo proprio *sewage* e que recebe, nas cavidades limitadas pelas palhetas, o reagente, que o movimento da roda leva ao liquido a tratar, misturando-o intimamente com elle.

Póde tambem fazer-se passar o *sewage* n'um plano inclinado, por baixo de vasos com agitadores contendo os reagentes, que, por torneiras, se deixam cahir, em maior ou menor abundancia, sobre o liquido residual.

Mas, qualquer que seja o apparatus, nenhum consegue

(1) A cal, como foi dito, será usada sob a fórma de leite de cal; usando agua de cal seria necessario um enorme volume de liquido reagente.

evitar que, em virtude da variabilidade de composição do liquido a tratar, o reagente seja umas vezes a mais e outras a menós do que seria necessario.

Ora, sendo o reagente em quantidade insufficiente, as acções precipitantes da materia suspensa não se produzirão de modo razoavel; havendo, ao contrario, excesso de reagente, e a isso se é levado de preferencia para evitar aquelle inconveniente, veem, então, os contras do augmento da despeza e de poder o effluente tornar-se nocivo para os rios.

É de notar tambem que, seja qual fôr a quantidade do reagente usada, a materia organica dissolvida não soffrerá mais do que uma baixa relativamente muito ligeira (1), principalmente devida á coagulação dos albuminoides.

(1) Redução por cento das materias organicas (oxydaveis) dissolvidas contidas no *sewage* de Londres, pelo emprego de varios precipitantes (media de 23 analyses), segundo DIBDIN.

Precipitantes (doses em milligrammas por litro ou grammas por metro cubico)		Redução, por cento, da materia organica dissolvida
Cal dissolvida	52,91	11
»	71,5	15
»	143	19
»	214,5	25
Leite de cal	214,5	13
Cal dissolvida	52,91 e sulfato de ferro 4,29	11
»	52,91 » » 14,3	13
»	52,91 » » 35,75	18
»	52,91 » » 71,5	21
»	71,5 » » 28,6	18
»	71,5 » » 57,2	19
»	71,5 » » 71,5	18
»	71,5 » » 114,4	25
»	71,5 » » 143	25
»	143 » » 143	30
»	71,5 e sulfato de aluminio 71,5	18
»	71,5 e sulfato de ferro 71,5 e negro animal 71,5	22

Mas, além de tudo isto, teem, ainda, os processos de precipitação chimica o alto inconveniente da formação de lamaz, de caracter putrescível, pouco manejaveis por muito fluidas, e em quantidade enorme de que é difficil dispôr.

A applicação dos processos de precipitação chimica é bastante cara.

Em Inglaterra, para 1000 m³ de *sewage* o tratamento chimico propriamente dito custaria, em media, 1\$420 réis.

A *Royal Commission on Sewage*, contando, tambem, as despesas feitas com as lamaz, juros do capital de installação e mão d'obra, acha que a precipitação chimica, com repouso, de 1000 m³ de *sêwage* contendo 0^{gr.}350 de materias suspensas por litro custaria 3\$400 réis; a precipitação chimica com onda corrente seria pouco mais economica (3\$080 réis) e, portanto,

Precipitantes (doses em milligrammas por litro ou grammas por metro cubico)					Redução, por cento, da materia organica dissolvida	
Cal dissolvida	71,5	e sulfato de ferro	14,3	e sulfato de aluminio	71,5	20
»	»	»	»	»	71,5	22
»	»	»	»	»	143	24
»	»	»	»	»	143	21
»	»	»	»	»	214,5	26
»	»	»	»	»	286	24
»	»	»	»	»	572	31
»	»	»	»	»	715	52

Um litro de *sewage* de Coimbra, com uma oxydabilidade da materia dissolvida egual a 120 mg., depois de adicionado de 0^{gr.}50 de perchloreto de ferro e mais 1 gr. de sulfato de aluminio, dissolvidos, dá, sobre grande deposito, um liquido limpido córado; mas, apesar da enorme quantidade dos reagentes empregados, a oxydabilidade do liquido decantado é ainda de 104 mg.

resulta preferivel a primeira, visto dar um effluente sensivelmente melhor (1).

O custo da precipitação chimica póde reputar-se duplo do custo da sedimentação (e do da passagem por fossa septica).

Assim, se bem que o liquido obtido possa ser quasi totalmente liberto de solidos suspensos (2) e resultar bom para soffrer a ulterior depuração no solo ou em leitos artificiaes, a applicação dos precipitantes chimicos tende a ser cada vez mais limitada, mesmo como tratamento preparatorio, aos casos particulares de *sewages* domesticos muito concentrados e de effluentes industriaes em que a alcalinidade excessiva, a acidez, ou a presença de certas substancias, variaveis para cada caso, impeçam o emprego e utilização directa fructuosa dos methodos biologicos, que, comtudo, quasi sempre, secundariamente poderão vir a ser applicados.

Para estes casos citados, o tratamento preparatorio pela precipitação chimica é, porém, o mais vantajoso, e preferivel ao da simples sedimentação ou á passagem por fossas septicas. Se sáí bastante mais caro que qualquer d'estes ultimos, dá um effluente muito mais pobre em materia suspensa e substancias

(1) Com a precipitação chimica, quando se permitta um repouso de cêrca de 2 horas ao liquido, a materia suspensa no effluente será de 10 a 40 mg. por litro. Se a precipitação se faz com o *sewage* passando em onda contínua, com uma demóra media de 8 horas nas fossas, os solidos suspensos no effluente serão entre 30 e 60 mg. por litro.

A percentagem de redução das materias suspensas é tanto maior, com um dado processo, quanto mais rico em taes materias é o *sewage* bruto.

(2) Para conseguir uma grande pobreza em materias suspensas é que em Francfort, e outras cidades allemãs, se usa a precipitação chimica (por sulfato de aluminio e cal) no tratamento das aguas residuaes, destinadas a serem, em seguida, lançadas para o rio. N'este caso, não resultam inconvenientes d'esta pratica; mas, para o caso de rios pouco rapidos e pouco abundantes em agua, a rejeição, n'elles, do *sewage* de grandes cidades exigirá um tratamento que não só empobreça este liquido em materias suspensas, mas que tambem o liberte da materia organica em solução.

colloidaes e que poderá ser tratado no solo ou nos leitos bacterianos em quantidades muito mais consideraveis, por unidade de superficie, do que o effluente das fossas septicas ou de sedimentação (1). Ha pois, ali, uma economia importante, e o custo total dos processos preparatorio e final é, por isso, sensivelmente o mesmo em qualquer dos casos.

Isto mostra que não é licito seguir a maioria dos autores, condemnando por completo a pratica da depuração chimica.

Todos os processos teem indicações; o ponto é conhecer estas, e não se pedir a um processo mais do que elle pôde e deve dar.

B) O problema das lamas. Modos de dispôr das lamas separadas da agua de esgoto

Ou se utilisem apenas acções naturaes na sedimentação dos solidos suspensos (2), ou se recorra a materias inertes ou a compostos chimicos para augmentar e apressar a queda d'aquellas substancias, accumular-se-á sempre nos reservatorios uma certa quantidade de lamas. Esta quantidade é, naturalmente, sempre mais consideravel quando se usem materias inertes ou agentes chimicos (3), pois, então, ao volume das

(1) A riqueza em materias suspensas, para o effluente de fossa septica ou para o de tanques de sedimentação com onda corrente, varia entre 100 e 150 mgr. por litro; para o effluente de tanques de sedimentação quiescente, varia entre 50 e 80 mgr. por litro.

(2) Nas *fossas septicas* produzem-se acções dissolventes das materias suspensas no *sewage*, mas não tão completamente que não se dê a deposição de uma certa porção de lama; assim, as fossas septicas são, até certo ponto, tambem (unicamente, mesmo, para alguns autores) bacias de sedimentação; aqui, pois, encara-se egualmente o modo de dispôr das lamas extrahidas de taes fossas.

(3) Segundo a *Royal Commission on Sewage*, para um milhar de metros cubicos de *sewage* contendo 0gr.,350 de materia suspensa por litro, a quantidade de lama (com 90% de agua) seria: com sedimentação quiescente, 2.683 kilos; com sedimentação em agua corrente,

materias suspensas accresce o da materia inerte ou o do precipitado formado pela acção do agente chimico sobre as substancias dissolvidas na agua de esgoto; póde, em media, segundo RIDEAL, considerar-se como sendo de 750 kilos diarios por mil habitantes.

Os depositos de lamas, ricos em germens (1), facilmente putresciveis, constituem um perigo para a saude e exigem, principalmente no tempo quente, uma remoção rapida.

Mas logo que evacuadas as fossas, pelos modos indicados e que podem variar de caso para caso, torna-se muito difficil resolver qual o destino a dar ás lamas.

A difficuldade provém, especialmente, da enorme quantidade de agua (82 % a 98 %) que as lamas conteem e que lhes augmenta enormemente o volume (veja nota de pag. 238). Assim, muitos dos processos usados teem em vista obter, antes de mais nada, uma reduccão na percentagem de agua.

Durante algum tempo, esperou-se que a utilização como adubos ou combustivel das lamas mais ou menos libertadas da

2.459 kilos; com precipitação chimica e repouso, 3.809 kilos; com precipitação chimica e passagem contínua do liquido nas fossas, 3.577 kilos; com o uso de fossas septicas, 1.453 kilos.

(1) Segundo BORCK, as lamas chegam a conter 150 milhões de germens por cc. quando frescas, e ainda 7 milhões ao fim de 3 mezes.

Segundo LORD, a lama fresca póde conter, por cada grammata de materia solida, até 8.539.043.200 microbios que se desenvolvem á temperatura ordinaria, ao ar. Ao fim de um mez de exposição ao ar, 1 grammata de lama poderia ter ainda 2.641.944.000. Além d'isso, haveria a juntar uma media de 1.200.000 germens desenvolvendo-se em ausencia do ar, por grammata de lama.

Os microbios preponderantes, segundo LORD, seriam:

Fluorescens liquefaciens, *Proteus vulgaris*, *Filamentosus*, *Mesentericus*, *Mycoides*, *Subtilis* e *Coli Communis*,

mas não faltariam:

Germens da febre typhoide, *B. Ramosus*, *Cloacæ Superficialis*, *Neobacillus*, *Freundenreichii* e *Spirillum Flavene* nas suas tres variedades; e o germen do tetano não seria raro.

parte liquida podesse dar proveito sobre as despezas feitas com o seu tratamento.

O valor agricultural das lamas é inversamente proporcional á sua riqueza em agua e depende em parte tambem do tratamento a que o *sewage* foi sujeito; ROBINSON diz que, depois de seccas ao ar, se podem estabelecer-lhes valores variando, por tonelada, entre 2\$380 réis (com tratamento pela cal) e 7\$305 réis (com o processo A. B. C. — *Native Guano*) (1).

Mas cedo se viu que a utilização agricultural não pôde ser

(1) Eis a composição d'estas lamas (depois de seccas ao ar), segundo ROBINSON, em 1879:

Cidades	Aylesbury	Birmingham
Processo de precipitação	A. B. C.	Cal
Agua	12,60	12,70
Materia organica, carbono, etc.	35,60	19,19
Acido phosphorico	2,11	0,40
Acido sulfurico	2,70	1,45
Acido carbonico	—	7,62
Cal	2,18	11,19
Magnesia	0,18	0,90
Oxydo de ferro	6,20	2,70
Alumina	6,75	2,68
Areia, etc.	33,50	41,13
	101,22	99,96
Phosphato de cal	4,61	0,87
Azote	1,60	0,52

É claro que, d'umas para outras cidades, a composição da lama varia muito, segundo a natureza do *sewage* que a origina e segundo o tratamento a que este foi sujeitado.

usada em larga escala, pela inferioridade da substancia como adubo e pelo immenso volume sob que este se apresenta. Se no primeiro tempo de funcionamento de uma installação depuradora é relativamente facil vender as lamas, mais ou menos seccas, aos cultivadores visinhos, depressa a producção excede em muito a procura, o preço baixa, e é, ainda, por vezes, necessario pagar para que os cultivadores de logares mais distantes acceitem taes productos, vista a difficuldade do transporte. Com effeito, podendo encontrar em 100 kilos de adubo chimico o valor de 1\$800 a 2\$160 réis de azote (CALMETTE), os cultivadores de longe não se encarregarão de transportar, com grandes despezas, os dois ou tres mil kilos de lamas seccas necessarios para darem um valor semelhante de materia util.

A acção das lamas é, de resto, sempre inferior á dos adubos ordinarios, que dão em terra pobre dez vezes mais de grão e cinco vezes mais de palha e uma colheita total pelo menos sete vezes mais importante (CALMETTE). Seria, pois, necessario pagar o kilo de azote e de acido phosphorico das lamas sete a oito vezes menos caro do que os de sulfato de ammonio e de superphosphato dos adubos industriaes. Além d'isso, as lamas ricas em ferro e outras substancias podem prejudicar as plantas, nas terras pobres pelo menos.

Quanto ao emprego como combustivel, dependente da quantidade de materia organica, tambem se verificou ser difficil, porque as lamas, mesmo libertas, por evaporação ou prensa-gem, de grande quantidade de agua, ficam muito inferiores ao carvão.

Assim, hoje, não se pensa já tanto em realizar ganhos á custa das lamas como no modo de dispôr d'ellas com a menor despeza possivel; tambem, a applicação agricultural ou como combustivel das lamas só será feita quando a despeza liquida resultante seja menor do que a da simples rejeição de taes materias em pontos que para isso se prestem sem inconvenientes notaveis para a hygiene.

*

De um modo geral, podem reduzir-se aos seguintes os modos de proceder usados para com as lamas :

- 1.º Desinfecção por agentes chimicos.
- 2.º Lançamento ao mar.
- 3.º Distribuição á superficie do solo, em camadas pouco espessas.
- 4.º Accumulação em valles fundos, com o fim de encher as depressões de terreno.
- 5.º Enterramento.
- 6.º Deseccação ao ar, em bacias especiaes, } e utilização agri-
- 7.º Centrifugação } cultural dos pro-
- 8.º Prensagem } ductos.
- 9.º Centrifugação ou prensagem e utilização do residuo como combustivel.

A *desinfecção pelos agentes chimicos* tinha em vista obstar á nocividade que das lamas póde resultar. Mas, se a adjunção de cal, por exemplo, póde dar um producto quasi livre de germens, a reinfeccção de tal producto faz-se rapidamente, de modo extremamente facil, se as lamas ficam expostas ao ar e ao pó. Assim, os processos de esterilisação chimica das lamas resultam inefficazes, a não ser que se empreguem quantidades enormes de reagentes, o que tornaria o processo dispendiosissimo e, por isso, praticamente inaceitavel.

Visto pois que não è possivel tornal-as inoffensivas de um modo duradouro, è preciso fazer desaparecer as lamas.

O *lançamento ao mar* è frequentemente, para as cidades das costas, o processo mais economico. Assim procedem Londres (2.574.540 toneladas de lama com 92 % de agua, por anno), Glasgow (309.880 toneladas com 86,8 % de agua, por anno), Manchester (171.190 toneladas com 86 % de agua, por anno) Southampton (14.170 toneladas com 90 % de agua, por anno), etc., transportando a logares distantes, em barcos

especiesaes, o producto da deposição das materias suspensas nas aguas de esgoto.

De cidade para cidade, varia o preço por que fica a rejeição de cada tonelada de lama, com a riqueza d'esta em agua e com a sua quantidade total, de 83,96 réis (Londres) a 311,88 réis (Southampton).

As lamas de Londres são lançadas no mar alto, vinte milhas abaixo de Southend. As condições em que se faz este despejo não dão logar a grandes inconvenientes; mas n'outros casos, com diferentes condições, ha frequentemente perigos não só para a hygiene como para a fauna aquatica.

O lançamento das lamas a grandes superficies de solo previamente lavrado, formando uma espessura de 0^m,075 a 0^m,1, tem sido tambem praticado. Ao fim de alguns dias, a parte liquida tem-se escoado e fica um deposito que vae abrindo fendas á medida que secca e que, mais tarde, pôde ser cultivado.

Mas, se este modo de proceder até certo ponto é aceitavel para as lamas pouco mal cheirosas obtidas nas fossas septicas, o mesmo se não dá para as lamas que resultam da simples sedimentação ou da precipitação chimica; os cheiros intensos produzidos são, então, um grande inconveniente, a não ser que os terrenos utilizados estejam muito longe de casas e caminhos frequentados e que previamente se misture com as lamas uma grande quantidade de cal. Em todo o caso, o facto de serem necessarias grandes extensões de terreno(1) obsta a que se generalise este modo de dispôr das lamas.

A quantia dispendida em Birmingham por tonelada de lama de fossa septica, com 90 a 95 % de agua, era de 27,12 réis; em Bolton, por tonelada de lama com 90 % de agua, a despesa era de 93,01 réis, em 1907.

(1) A superficie necessaria por milhar de toneladas de lama com 90 % de agua pôde calcular-se como sendo de 30 a 80 ares, segundo o solo é muito ou pouco permeavel.

A *deposição em valles fundos*, com o fim de encher as depressões de terreno, é uma pratica anti-hygienica, por causa da riqueza microbiana das lamas, da abundancia d'estas em agua, e dos cheiros que d'ellas se libertam. Por isso foi abandonada.

Enterramento no solo. — Por vezes, quando pôde dispôr-se de certas extensões de terreno e a quantidade de lamas não é muito exagerada(1), ha vantagem em lançar estas a sulcos abertos no chão, com 0^m,30 a 0^m,45 de profundidade por 0^m,60 de largo, deitando-se ahi as lamas até uma certa altura e acabando, depois, de encher os sulcos com a terra previamente extrahida; esta terra pôde e deve ter estado algum tempo (um a dois mezes) exposta ao ar, com o fim de se tornar secca o mais possivel. Deixa-se enxugar o solo assim utilizado, aproveitando-o, depois, para cultura ou para novo deposito de lamas.

Em Birmingham, com todas as despezas comprehendidas, este modo de dispôr de lamas contendo 90 a 95 % de agua sai a 73,8 réis por tonelada. Em Guildford, lama identica exige 93,96 réis por tonelada. Em Withington, o preço eleva-se a 129,18 réis.

Com o fim de diminuir os maus cheiros exhalados pelo terreno servido e a nocividade d'este para qualquer povoado proximo, aconselha-se, por vezes, que se junte ás lamas, antes de enterradas, certa quantidade de cal.

Exposição ao ar em bacias apropriadas e emprego do producto secco como adubo. — Por vezes, as lamas são lançadas a bacias especiaes, mas de construcção muito simples, onde ficam expostas ao ar n'uma grande superficie e n'uma espesura que pôde variar de 0^m,30 a 1^m,80. Geralmente, essas bacias teem, disposta no fundo, uma camada de escorias

(1) Para enterrar 1000 toneladas de lama humida (com 90 % de agua) por anno, são necessarios de 40 a 120 ares de terreno, segundo o solo é muito permeavel, mediocremente permeavel, ou muito argiloso.

grossas drenando uma parte do liquido, o que contribue, tambem, com a evaporação, para diminuir a fluidez do producto. Se a espessura é pequena, póde obter-se em poucos dias um producto manejavel (em Danver, com a espessura de 0^m,30, ao fim de 3 a 6 dias), mas, quasi sempre, para poupar a superficie é preciso dar grande espessura á camada de lama e, então, podem ser necessarios 3 a 6 mezes.

As lamas assim tratadas ficam, porém, ainda com tal quantidade de agua que os agricultores nem mesmo de graça as acceitam para adubos. A fetidez é tambem um outro inconveniente grande d'este modo de tratamento das lamas.

A *centrifugação*, com o fim de libertar as lamas da agua, na medida do possivel, faz-se em tambores animados de um rapido movimento de rotação em torno do seu eixo. Contra as paredes reúnem-se as materias mineraes, mais pesadas, e seguidamente as organicas, ao passo que a agua, com as gorduras e as materias menos densas, se accumula junto ao eixo de rotação.

Primitivamente, tentou-se obter a separação da agua pelo emprego de tambores perfurados; acontecia, porém, que as materias em suspensão rapidamente impermeabilisavam as paredes.

Mais tarde, dispoz-se a sabida para a agua perto do eixo; mas, ainda assim, os resultados não foram lisongeiros, visto como a operação resultava demorada e a necessidãde de extracção manual das lamas centrifugadas fazia o processo por demais dispendioso.

Ultimamente, porém, o aparelho Schäfer-ter Meer, de funcionamento inteiramente automatico, veio tornar mais facil a pratica da centrifugação. Este aparelho, experimentado em Harburg, consta de um tambor vertical, de 250 millimetros de altura por 850 millimetros de diametro, dividido radialmente em seis compartimentos, de 3 litros de capacidade e munidos na parte interna de placas delgadas com fendas de 10 millimetros de comprimento por 0^{mm},4 a 0^{mm},6 de largo.

Estes seis compartimentos teem uma disposição commum, sob a fôrma de corrediças, que, pela obturação alternada de dois orificios, um interno e outro externo, permite ao apparelho um trabalho continuo.

Emquanto está patente a abertura interna, penetra por ella a lama no interior do tambor, ao mesmo tempo que a centrifugação se vai dando; então, ao passo que as materias pesadas se vão dispondo, pela ordem da sua maior densidade, contra a parede exterior do compartimento, a agua, accumulando-se na visinhança do eixo da rotação, escoo-se pelas fendas (1), deixando logar que logo é occupado por novas porções de lama, que vão entrando até que os compartimentos se encham de substancia solida, o que, com a velocidade habitual do tambor (750 voltas por minuto), demora dois minutos. Quando isto acontece, o anel interior fecha-se e abre-se o exterior; o resultado é que o conteudo dos compartimentos, pela acção da força centrifuga, é expulso para o exterior, indo as lamas bater e pulverisar-se contra uma parede concentrica ao tambor. De novo se abre o anel interno, o externo se fecha e o primeiro periodo recomeça.

Em Harburg, as lamas brutas, contendo, em media, 92,2 % de agua e 7,8 % de materia secca (na qual 21,9 % de materia mineral e 78,1 % de materia organica) e tendo um pêsco especifico de 1,019, são tratadas por este apparelho á razão de 1^m3,58 por hora, dando 287^k,5 de lama centrifugada com 1,111 de pêsco especifico, contendo 72,5 % de agua, e tendo, na materia secca, 18,5 a 31 % de materias mineraes e 69 a 81,5 % de materias organicas. Estas lamas, quando seccas, ardem facilmente e teem, então, um poder calorifico de 4.000 calorias; conteem 2,5 de azote por 100 da materia secca, azote que, com a potassa, o acido phosphorico e a cal, contribue a dar um adubo que os agricultores compram a 223 réis por carro.

Notemos, porém, que, sabindo a installação de cada appa-

(1) Este liquido contem, em media, 3,7 % de materias seccas, das quaes 91 % são de natureza organica.

relho entre 4.900\$000 e 5.600\$000 réis, sem entrar em linha de conta com o motor e o edificio, desde que se conta com uma amortisação a 5% e com as despesas de força motora, de mão d'obra e outras, se vê que por cada 1000 kilos obtidos de lama centrifugada se faz uma despesa de 640 réis.

D'aqui se conclue que estes apparatus, se são accitaveis para pequenas installações, nunca poderão ser praticamente usados para as grandes.

Assim, se Harburg com dois apparatus faz uma despesa de 2\$900 réis diarios para centrifugar a lama dos seus 3.500 m³ de agua de esgoto, Paris para os seus 775.000 m³ de *sewage*, contendo 1^{sr}.25 de materias suspensas por litro, em media, necessitaria de 400 apparatus centrifugadores e faria uma despesa de mais de 600\$000 réis, diariamente (CALMETTE).

Prensagem e venda dos productos como adubo. — As machinas de prensagem foram usadas pela primeira vez em 1855, em Leicester. Os filtros de pressão, de fórmias várias, reduzem as lamas tratadas a uma percentagem de agua de 50 a 65 (1). Geralmente, faz-se a adjuncção de cal, na dose de 0,5 a 1% (2) pouco mais ou menos, ou de outra substancia, com o fim de augmentar a consistencia. A cal, comtudo, se póde reduzir temporariamente o numero de germens, tem o inconveniente notavel de dissolver substancias organicas que vão tornar o liquido resultante da prensagem mais nocivo do que era a agua de esgoto antes de tratada. Esse liquido putrefaz-se rapidamente, depois da neutralisação da cal pelo acido carbonico ou da diluição d'ella na corrente onde é lançado. Por isso, muitos autores aconselham que o liquido proveniente da prensagem seja sujeito a um novo tratamento depurador.

(1) A prensagem é difficil de applicar ás lamas das fossas septicas, pouco coherentes, e ás lamas gordurosas, escorregadias.

(2) A quantidade de cal necessaria varia com a natureza das lamas; é menor para as lamas de precipitação chimica, um pouco maior para as obtidas pela simples sedimentação, e muito mais consideravel para as lamas de fossas septicas.

No caso de Londres, DIBDIN não vê, comtudo, inconvenientes no lançamento directo d'este liquido ao Tamisa; a materia organica assim rejeitada para o rio equivaleria, por anno, apenas a 6^{mg.},37 por tonelada de agua, e, partindo do principio de que essa materia vae desaparecendo, conclue DIBDIN que a cada momento não haverá, em media, mais que 0^{mg.},1275 por tonelada de agua fluvial.

O custo da prensagem é elevado bastante e varia habitualmente de 400 réis a 500 réis por tonelada de comprimido obtido (RIDEAL) (1). O gasto por cada tonelada de lama humida com 90 % de agua varia em Inglaterra de 90 a 300 réis.

No bolo obtido pela prensagem dos 6.600 kilos de lama humida resultantes de cada milhar de m³ de *sewage*, DIBDIN achava, por 100 partes, 58,06 de agua, 46,69 de materia organica e 25,25 de materia inorganica.

Depois de prensada, a lama reduzia-se a 1.833 kilos por milhar de m³ de agua de esgoto, em Wimbledon (1893).

2300 kilos é a media de lama prensada de cada milhar de m³ de *sewage* de varias cidades inglezas que applicam o processo (RIDEAL).

Depois da prensagem, podem as lamas ainda ser expostas ao ar, o que, em certos casos, reduz a quantidade de agua a 12 % e dá ao producto mais facil venda como adubo.

Em geral, pôde dizer-se que se venderá a 125 réis cada tonelada de comprimido; é o que acontece nas installações inglezas, quando a quantidade produzida não chega a exceder a procura (porque no caso contrario é vulgar haver que pagar ainda para os agricultores se encarregarem de transportar as lamas prensadas, e convir, antes, enterrar estas no solo).

Utilisação das lamas como combustivel. — Em 1886, em

(1) Esta despeza, muito variavel, depende da quantidade das lamas, da percentagem de cal empregada, e da importancia da installação depuradora: no caso de lamas de fossas septicas ou muito gordurosas, a quantidade de cal necessaria é quasi prohibitiva, elevando a 1,5250 réis, e mais, o preço por que fica cada tonelada de comprimido; no caso de installações pequenas, o preço é igualmente muito elevado.

Southampton e Ealing, utilisavam-se fornalhas pelas quaes se esperava seccar as lamas, passando os productos volateis pelo fogo e aproveitando o azote.

Pensava-se que essas operações seriam realisadas com pequena despeza (112,5 réis por tonelada), pelo facto do producto obtido pagar as despezas com o carvão e pessoal.

Actualmente, ha varios fornos—*destructors*—dos systemas Horsfall, Maulone, Alliot, etc., em que se aproveita a combustão das lamas para producção de calor, energia electrica ou ar comprimido, usados para accionar bombas, dynamos de illuminação ou as proprias machinas das installações depuradoras; os residuos da combustão podem ser empregados, como escorias, nos leitos bacterianos ou para a confecção de materiaes de construcção.

Mas verificou-se que o beneficio resultante da energia produzida está longe de compensar as despezas feitas não só com o combustivel auxiliar e pessoal, mas tambem com as prensagens e deseccações previas a que é preciso sujeitar as lamas para que ellas possam ter algum valor como combustivel. A despeza total com a prensagem e combustão das lamas seria, em media, de 1\$150 réis por tonelada de lama comprimida.

*

De todos estes modos de tratamento das lamas, o mais barato é o da distribuição á superficie do solo; e o mais caro é o da incineração.

Eis os preços medios dados pela *Royal Commission on Sewage* por cada tonelada de lama com 90 0/0 de agua e para cada processo de disposição, comprehendidas todas as despezas:

Lançamento á superficie do solo...	36,9 réis
» ao mar	92,27 »
Enterramento.....	92,27 »
Prensagem.....	161,4 »
Prensagem e incineração.....	332,18 »

Umaz vezes será aproveitado de preferencia um processo que outras vezes será preterido por um processo diferente que se afigure mais conveniente; isso depende das circunstancias.

Nos casos de effluentes industriaes ricos em certas substancias, como gorduras (1), etc., poderá haver vantagem em extrahir das lamas essas materias; são casos particulares de que aqui não tenho de occupar-me.

(1) Nos casos de liquidos ricos em gordura, as lamas contendo esta substancia são muito difficeis de libertar da agua, pela prensagem. Em Bradford, onde o *sewage* contém gordura na proporção de 20 % das materias solidas (industria de lã), as lamas, pouco consistentes e gordurosas, depois da prensagem não descem abaixo de uma percentagem de 75 de agua. A notar que na lama bruta a quantidade habitual de 90 % de agua augmenta em Bradford para 98 %. Este augmento produz, naturalmente, um acrescimo enorme no volume total das lamas; assim, se lamas com 90 % partes de agua são constituídas por 9 volumes de agua e 1 de solidos, lamas a 95 % são constituídas por 19 volumes de agua e 1 de solidos, e lamas a 98 % são constituídas por 49 volumes de agua e 1 de solidos; d'onde resulta que 100 partes (em volume) de lamas, com 90 % de agua, se tornam em 200 com 95 % e em 500 com 98 % de agua.

SECÇÃO II

Destruição directa dos germens

Como se accitava primitivamente que a nocividade dos liquidos de esgoto provém da sua riqueza quantitativa em germens, estudaram-se, desde logo, varios processos com o fim de obter a sua esterilisação.

Taes processos perderam porém, na pratica, quando applicados ao *sewage* bruto, muito da consideração que theorica-mente se lhes ligava.

Com effeito, a exterminação dos germens da massa total das aguas de esgoto das grandes povoações desde ha muito se patenteou difficil; os obstaculos são muitos e, portanto, elevadas as despezas exigidas. Se, com a esterilidade absoluta, ou quasi, do liquido, se não promove a destruição da materia organica, a vinda de novos germens, do ar, do solo, ou da agua com que o liquido tratado entra em contacto, trará uma nova infecção, e a multiplicação abundante de taes organismos será facil no meio rico em materias nutritivas. Mas verificou-se, mesmo, que os germens microbianos são agentes poderosos da depuração chimica, consumindo a materia organica que se encontra no liquido, e, assim, sob esse ponto de vista, a actividade vital dos germens antes deveria ser animada do que hostilisada.

Acontece na verdade que, além de uma grande maioria de saprophytas inoffensivos, o *sewage* contém alguns germens que podem tornar-se nocivos e cuja exterminação é, em alguns casos, necessaria. Felizmente estes germens são, pela maior

parte, muito mais sensíveis ás acções destruidoras do que os germens inoffensivos; assim, quando mesmo não se consiga (como geralmente se não consegue) a esterilisação d'um *sewage*, é possível obter uma *desinfecção* sufficiente para que o liquido deixe de ser perigoso (1).

Em epochas normaes, a destruição, o mais completa possível, dos germens será exigida para a massa total das aguas de esgoto em casos particulares, como aquelles em que os liquidos residuaes hajam de ser lançados a correntes junto a pontos onde as aguas d'estas sejam colhidas para alimento, sem previa depuração, ou sejam rejeitados em locais em que existam mariscos ou vegetaes destinados ao consumo e que não haja possibilidade de cultivar n'outros logares; n'estes casos, porém, será muito mais pratico, sob o ponto de vista da economia e da efficacia, que, previamente, as acções biologicas sejam aproveitadas e que só depois de conseguidas as transformações da materia d'ellas resultantes se applicuem os meios destinados a destruir os germens que não tenham sido victimas das consequencias que derivam da sua propria actividade. Quando não convenha empobrecer muito o liquido em materia organica, por exemplo quando este haja de ser lançado a parques ostreiros onde vá servir de alimento, far-se-á, pelo menos, uma passagem por fossa septica; a desaggregação das materias volumosas, desprotegendo os germens pathogenicos, que no interior d'ellas escapariam á acção dos antisepticos no tratamento do *sewage* bruto, faz com que, agora, com uma menor intensidade de acções se consigam effeitos muito mais poderosos. Quando, ao contrario, se trate de casos em que só haja vantagem em reduzir a materia organica, vêr-se-á, então, geralmente, a esterilisação ou a *desinfecção*, da agua de esgoto

(1) Como o *b. coli* é constante nas aguas de esgoto, e o seu isolamento e a sua contagem se fazem com relativa facilidade, aproveita-se frequentemente o facto de este germen ser mais resistente ás acções destruidoras do que quasi todos os pathogenicos não esporulantes para apreciar pelo numero de *b. coli* sobreviventes n'um *sewage* tratado o grau da *desinfecção* conseguida.

ser precedida, com razão, pela passagem d'este liquido não só por fossas, mas ainda pelo solo ou por leitos bacterianos, que darão um effluente no qual as acções esterilizantes muito facil e economicamente se conseguem.

É verdade, porém, que, se no caso a que acabo de me referir a desinfecção dos liquidos residuaes, tendo que ser habitualmente feita no terminus dos esgotos, visando a onda total, terá sido naturalmente preparada pelas acções biologicas que installações convenientes permittam obter, n'outros casos não acontecerá assim; é o que se dará em occasiões anormaes de epidemias graves, mesmo nas cidades providas de installações depuradoras e muito mais ainda n'aquellas que de taes installações carecem. Então, poderá haver conveniencia em obter a desinfecção directa do *séwage* bruto de areas infectadas mais ou menos extensas, evitando-se, na medida do possivel, a contaminação da onda restante da agua de esgoto, relativamente inoffensiva; assim, a quantidade de liquido tratado será geralmente mais reduzida.

Feitas estas necessarias considerações geraes, vou-me occupar das vantagens e inconvenientes relativos a cada processo esterilizador e dos resultados que por elles se podem obter, quando applicando-os á agua de esgoto bruta; os resultados da sua applicação aos effluentes de fossas septicas e de leitos bacterianos serão mais tarde estudados nos logares competentes.

Com o fim de conseguir a exterminação dos germens das aguas de esgoto, tem-se utilizado agentes physicos (calor, electricidade) geralmente associados a substancias chemicas, ou estas ultimas, unicamente.

1) Destruição dos germens pelo calor e acido sulfurico

(acções physico-chimicas, cont.)

Esterilisar unicamente pela acção do calor o volume total das aguas de esgoto das grandes cidades seria manifestamente difficil e pôde considerar-se praticamente impossivel.

Quando mesmo se quizessem esquecer os maus cheiros produzidos, e se admittisse a possibilidade de esterilisação, esta não resultaria de grande utilidade, por isso que, não tendo sido o liquido tornado improprio para a vida microbiana, depressa os germens do ar, da agua ou do solo o infectariam, desenvolvendo-se n'elle abundantemente.

Assim tambem, quando a acção do calor é utilizada exerce-se geralmente apenas sobre as materias fecaes acompanhadas de uma proporção minima de liquidos sujos, e é completada pela acção de substancias chimicas, realisando-se em processos pelos quaes se não espera só obter resultados gratos á hygiene, mas tambem encontrar no aproveitamento das substancias usadas uma compensação economica, pelo menos parcial, das despezas que a remoção d'ellas occasiona.

O methodo de LIERNUR, experimentado em 1871 em Amsterdam para tratamento das materias fecaes e liquidos sujos das latrinas de um bairro de 15.000 habitantes, foi applicado em Leyden (Hollanda), Riga (Russia) e, ultimamente, em Trouville (França). Este methodo, a cujas canalisações me referi na *Introdução*, funda-se na separação das materias excrementicias das que o não são. Estas ultimas, comprehendendo as aguas da chuva e grande parte dos liquidos residuaes, industriaes e outros, são levadas á corrente mais proxima, depois de, quando muito, terem soffrido uma clarificação. Quanto ás materias fecaes e urina, com maior ou menor quantidade de aguas caseiras, de cosinha e de lavagem, são levadas por tubos de ferro para reservatorios subterraneos de cada casa, d'onde passam para maiores reservatorios de bairro e, d'estes, então por canos de 0^m,250 a 0^m,760 de diametro interno, para um recipiente de uma estação central d'onde o vacuo é feito no interior dos conductos (1).

(1) A este systema de canalisação especial tem-se apontado como vantagens: a commodidade na collocação dos tubos de drenagem a pequena profundidade, a pequena quantidade de agua necessaria para a remoção das materias se fazer, a não necessidade de ventilação que a aspiração pelo vacuo substitue, chamando os gazes ao mesmo tempo

Na Hollanda, as materias são recolhidas n'um grande reservatorio; junta-se-lhes, ahi, 1 a 2 % de acido sulfurico e sujeitam-se á acção do calor que as transforma n'um liquido acastanhado, xaroposo, no qual, sob a fôrma de sulfato de ammonio, se encontra quasi todo o azote primitivo.

Então, quer distillando este liquido com cal e recolhendo o ammoniaco, quer seccando-o com cinza, para adubos (1), procura-se d'elle tirar o maior proveito possivel.

Em Trouville, o liquido aspirado permanece durante uma semana n'um grande tanque coberto a tijolo (2) e, em seguida, é misturado com a quantidade de acido sulfurico necessaria á fixação do ammoniaco, aquecido a 120° C. em ebulidores tubulares, evaporado até á consistencia semi-solida e reduzido a pó sêcco (3) n'um aparelho rotatorio.

Mas, se para agglomerações relativamente pouco populosas os methodos thermicos podem ser applicados, com a condição de se excluirem das canalisações dos liquidos a tratar as aguas residuaes industriaes, as das lavagens das ruas e as da chuva, com o fim de diminuir a massa sujeitada á evaporação, taes methodos resultam pouco praticos para o caso das grandes cidades, mesmo quando n'estas, seguindo-se o systema de canalisações LIERNUR, se deixassem de lado as materias rejeitadas não caseiras e se quizesse esquecer o que póde haver de inconveniente no lançar ás correntes proximas, sem depuração alguma, taes materias, por vezes muito nocivas.

Portanto, vemos que a esterilisação pelo calor, mesmo auxiliada pela acção de agentes chimicos, só muito raramente terá occasião de ser applicada aos liquidos residuaes.

que impede as infiltrações do solo, e, finalmente, o poder dispensar-se a inclinação para os esgotos, o que realmente é apreciavel em terras planas como as hollandezas.

(1) Em que se encontra algum acido em excesso que lhes diminue o valor.

(2) Que actua como fossa septica.

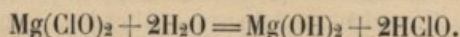
(3) A tonelada de tal producto valeria de 31\$000 réis a 35\$400 réis (RIDEAL).

2) Destruição dos germens
por solutos electrolysados de compostos de chloro(1)

(acções physico-químicas, cont.)

É já relativamente antigo o emprego de certas soluções electrolysadas, com o fim de esterilisar o liquido dos esgotos.

CHARLES WATT iniciou-o em 1859 com o uso de solutos de chloretos e hypochloritos alcalinos e alcalino-terrosos, dos quaes preconisava muito especialmente o chloreto de magnésio. Este, pela electrolyse, é convertido em hypochlorito que, depois, precipita, sob a fórma de hydrato de magnésio, libertando acido hypochloroso



WEBSTER não adicionava liquido ou substancia alguma ás aguas de esgoto; contentava-se em fazer passar a corrente do *sewage*, que como se sabe é rico em chloretos, entre dois electrodos de ferro. No polo positivo, pela decomposição da agua e dos chloretos, produzir-se-ia chloro e oxygeno e no negativo formar-se-ia ammoniaco, soda, potassa e magnésia.

O chloro e o oxygeno actuariam energeticamente sobre as materias organicas, sobre gazes como H_2S e sobre os microbios, que seriam rapidamente destruidos; de resto, o oxygeno e o chloro, unindo-se, dariam com a agua oxydos de chloro e

(1) Tem-se querido utilizar a electricidade para a producção de ozone como esterilisante das aguas de esgoto. HAGEN (1881) ozonisava o ar pela descarga electrica, fazia-o passar atravez da agua de esgoto, e ozonisava-o de novo, absorvendo o acido carbonico pela cal, de modo a tornar o processo continuo. Outras vezes, procura-se obter directamente no *sewage* o ozone, electrolyticamente. O custo muito elevado d'este modo de tratamento, para as aguas de esgoto, põe-o fóra do alcance pratico.

acido hypochloroso, de cuja acidez resultaria o ataque das materias organicas e do ferro do electrodo; d'este ultimo facto, viria a formação, no polo positivo, de hypochloreto de ferro, que, sob a influencia do ammoniaco livre, da soda, da potassa e da magnesia, daria origem a um precipitado de hydrato de oxydo de ferro, o qual, actuando até certo ponto sobre as materias organicas dissolvidas, teria papel principalmente notavel na deposição das materias suspensas que comsigo arastaria (1).

Esta ultima acção precipitante seria, segundo RÖEHLING, a causa unica da redução de 70 % nas materias organicas, que este autor encontra nas suas experiencias; com effeito, tanto elle como KÖNIG e RESUDÉ negam que a oxygenação presumida se realise.

Mais tarde, substituindo nos electrodos o ferro por aluminio, procurou-se uma acção precipitante pelo hydrato de aluminio.

Para as aguas de esgoto de Paris bastaria uma corrente de 0,05 ampere-hora por litro (Razous). A verdade é porém que não só o custo do processo é muito elevado, mas tambem que a maior parte do liquido que passa entre os dois electrodos não chega a approximar-se tanto d'estes quanto seria necessario para soffrer a acção electrolytica.

A *agua do mar*, que contém chloreto de sodio e de magnésio, electrolysada e juntada ao liquido residual, foi preconizada por HERMITE, e experimentada em Worthing em 1894 e depois em Ipswich (Inglaterra) e em varias cidades francezas (Havre, Brest, Nice, etc.). A applicação do processo faz-se de dois modos: no primeiro, directo, a agua de esgoto passa no apparelho electrolysador depois de adicionada com a agua do mar, e ahi soffre, juntamente com ella, a electrolyse; no segundo,

(1) As bolhas de hydrogeno libertadas no polo negativo levantam ao principio as materias suspensas, mas estas depressa voltam a depositar.

indirecto, a agua do mar é electrolysada á parte e depois adicionada ao *sewage*.

O electrolysador é um reservatorio de ferro fundido, tendo na parte inferior um tubo com orificios numerosos, munido de torneira de zinco para dar passagem ao liquido a electrolysar (agua do mar só ou misturada ao liquido de esgoto), o qual, na parte superior, trasborda, correndo continuamente para um tubo pelo qual é afastado.

Os electrodos negativos são constituídos por discos de zinco, montados em dois systemas de braços horizontaes e parallellos que giram lentamente. Os electrodos positivos, que a principio eram laminas de platina mantidas em caixilhos de ebonite, são hoje constituídos por ardosia com orificios em que passam fios de platina.

Os electrodos positivos ficam collocados nos intervallos dos negativos, e tem, na parte superior, uma armadura de chumbo que a todos faz communicar com uma barra de cobre; esta está ligada ao polo positivo de um dynamo. A corrente que d'este imana, depois de passar dos electrodos positivos aos negativos, vái, por intermedio do metal do reservatorio, ao polo negativo do dynamo.

A corrente que passa no electrolysador tem em geral 1000 a 1200 amperes com uma força electromotriz de 5 volts.

As propriedades do liquido de Hermite, se exceptuarmos a acção bactericida, são semelhantes á do acido hypochloroso produzido pela acção do acido carbonico sobre o chloreto de cal (1) em soluto de igual força de chloro activo (2).

O processo de Hermite tem dado resultados differentemente apreciados; o seu custo parece ser, porém, bastante elevado.

(1) Como veremos, no tratamento do *sewage* bruto usam-se tambem os compostos de chloro independentemente da acção electrica; mas, então, a acção bactericida é menor e a oxydante é, ao contrario, muito mais pronunciada.

(2) Chama-se chloro activo a parte do chloro total que reage com a agua para libertar oxygeneo. O valor do liquido de Hermite em chloro activo é de 0gr,5 por litro.

Além da agua do mar, podem usar-se solutos artificiaes de chloreto de magnésio, só ou juntamente com o chloreto de potássio ou de sodio, e ainda, se bem que menos recommendaveis, os solutos de chloreto de sodio (1), de aluminio ou de ferro.

O *electrozone* é um liquido semelhante ao de Hermite, obtido por WOOLF em 1895, na America, pela electrolyse de um soluto de 20 a 30 mg. de NaCl por litro. Este producto foi experimentado em 1897 em Maidenhead (Inglaterra), lançado na proporção de 1 parte por 400 ou 600 de agua de esgoto previamente precipitada pelo ferrozone e filtrada pela polarite.

Em julho de 1899, começou o *electrozone* a ser usado na Habana, para as ruas, esgotos e porto, e pôde dizer-se que mantem a cidade livre da febre amarella (RIDEAL).

RIDEAL, que fez estudos serios sobre este como sobre outros solutos electrolysados, affirma, com ROBINSON e KANTACK, que o *electrozone* apresenta as propriedades do hypochlorito de sodio com chloreto, sendo o chloro activo de 0,355% ou, approximadamente, decinormal.

O que é a notar, porém, é que nos liquidos tratados pelo *electrozone*, e por outros compostos chlorados electrolysados, ao passo que se obtem uma diminuição muito grande em o numero das bacterias, apenas se nota uma exigua redução na materia organica, mesmo que o chloro se apresente em excesso na agua de esgoto, onde, pela acção do iodeto de potássio e amido, é facil descobri-lo.

As experiencias mais recentes (1905) levam RIDEAL a concluir que, d'um modo geral, os solutos electrolysados de oxydos ou outros compostos de chloro são superiores em acção

(1) O chloreto de sodio seria apenas conductor e não se decomporia, segundo a opinião da Commissão da «Lancet» (1894).

destruidora dos germens aos solutos de chloro chimicamente libertado.

A adição de soluto electrolysado correspondendo a 30 mg. de chloro activo por litro reduzia na agua de esgoto de Guildford o *B. coli* de um milhão a menos de 1 e os esporos do *B. enteritidis sporogenes* de 1000 a menos de 10 por cc., depois de 4 $\frac{1}{4}$ horas de contacto; o numero total de germens desceria de muitos milhões a 50.000 por cc.

Se, em vez de 30 mg. de chloro activo, se juntavam 50 ou 90 mg., o numero total dos germens baixava a 20 e mesmo a 10 por cc.

Com o uso prolongado do soluto electrolysado para o tratamento de uma agua de esgoto de composição media podem bastar percentagens de chloro activo mais modestas.

60% de chloro activo entraria logo em acção sobre as materias putresciveis; o restante actua mais lentamente sobre as bacterias e materias organicas resistentes (RIDEAL). É bom notar que, ao contrario do que veremos que se passa com os compostos de chloro não electrolysados, o ammoniaco não reage com as soluções electrolyticas de compostos de chloro, destruindo-os ou consumindo este. A acção da urea só se exerce sobre o chloro que fica depois do processo esterilizador, e tende, então, a fazel-o desaparecer; ha, pois, uma acção util em vez de um inconveniente.

RIDEAL conclue das suas numerosas experiencias que ha uma relação sensivelmente constante entre a quantidade de oxygeneo consumido em cinco minutos e a quantidade de composto a empregar para que fique um excesso capaz de matar as bacterias, depois da destruição do agente pela materia organica. O producto por 17 da quantidade de oxygeneo consumido em cinco minutos dá o valor de chloro activo, em mg. por litro, que é necessario. Portanto, logo que seja conhecida a riqueza d'um soluto em chloro util (1), facil é calcular quanto d'esse soluto deva ser usado.

(1) Em Guildford, as machinas produzem uma solução contendo de 0,2% a 0,5% de chloro util.