



Sala 5
Gab. —
Est. 56
Tab. 8
N.º 12

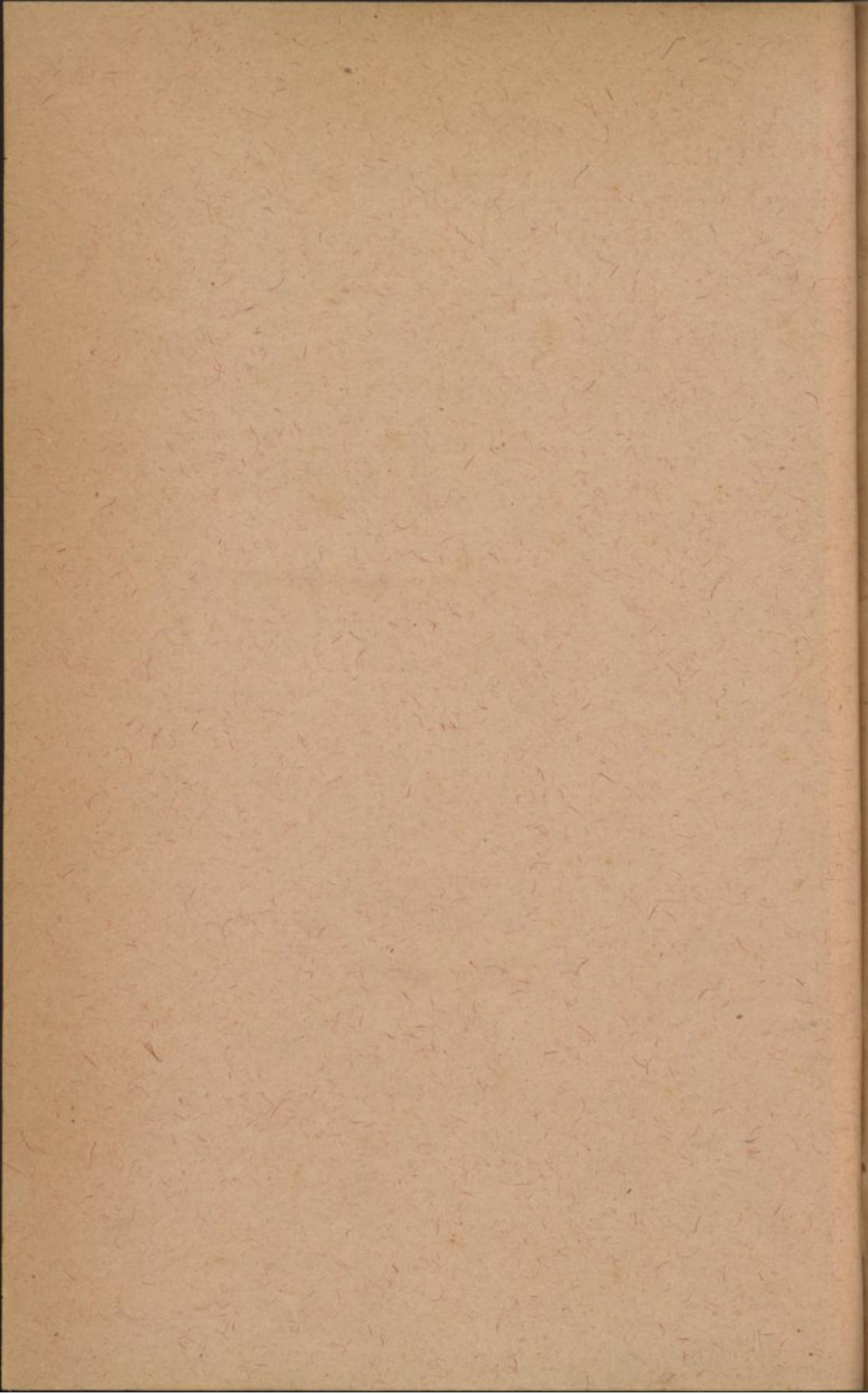


UNIVERSIDADE DE COIMBRA
Biblioteca Geral



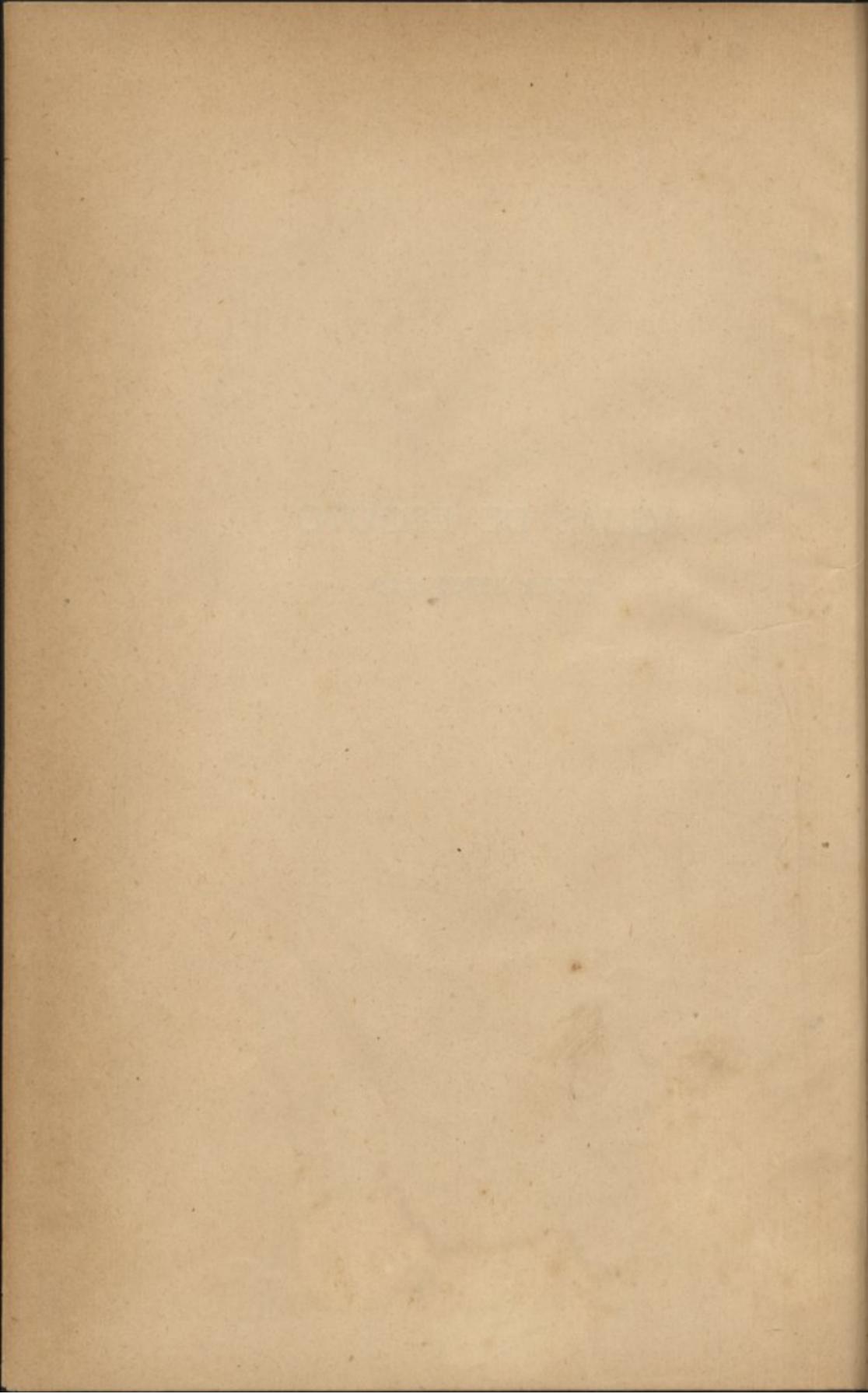
1301501033

b24855947



AGUAS DE ESGOTO

E SUA DEPURAÇÃO



FERNANDO DE ALMEIDA RIBEIRO

Licenciado em Medicina

AGUAS DE ESGOTO
E SUA DEPURAÇÃO

Volume I

Introdução.

Livro I. — Águas de esgoto.

Livro II. — Depuração das águas de esgoto
(Generalidades; I parte — Depu-
ração não biológica).



COIMBRÆ
IMPRESA DA UNIVERSIDADE
1910

AGUAS DE ESQOTO

E SUA DEPURACAO

1900

Publicado em Lisboa
na Typographia Nacional
em 1900

Dissertação Inaugural para o acto
de Conclusões Magnas na Faculdade de
Medicina da Universidade de Coimbra.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

PREFACIO

Substancias residuaes nocivas ha-de havel-as em quanto a vida dure; são uma constante consequencia d'esta.

A protecção dos seres vivos contra a nocividade d'esses productos da sua propria actividade é, em hygiene, uma questão fundamental.

As *aguas de esgoto* — conjuncto de materias rejeitadas, com origem na vida organica e de relação, nas agglomerações humanas — teem de ser objecto d'um activo cuidado scientifico que as desarme do seu poder nocivo, melhorando sanitariamente o seu estado, para que ellas não prejudiquem o nosso.

Assim, resulta de grande utilidade o estabelecer o modo de tornar inoffensivos os liquidos residuaes.

E isso justifica que em varios paizes, e muito principalmente na pratica e utilitaria Inglaterra, tenha preocupado tanto a attenção um assumpto que a muitos poderá parecer ingrato e pouco attrahente.

Mesmo porque, certamente, quem com Platão entenda que entre todas as sciencias a mais bella é a mais inutil não só achará coherente que um assumpto que tenha utilidade careça de esthetica, como tambem concordará em que, antes que á especulação philosophica, a Platão

carissima, o homem se possa entregar, como á mais bella occupação, se lhe torna necessario, seguindo o tão antigo quão salutar preceito de *primum vivere deinde philosophari*, resolver os problemas nascidos das realidades da vida, quando d'estas possam advir consequencias más; ora, as *aguas de esgoto*, com a sua acção nociva, são, na vida, uma anti-esthetica realidade.

*

* *

Quem queira dar-se ao estudo das *aguas de esgoto* e do modo de as depurar encontra materiaes bibliographicos de sobejo.

Mas, porque estes, em grande parte, veem fragmentados por jornaes e revistas, ou teem a fórma de memorias e relatorios de estações experimentaes ou annexas a installações de depuração urbana, e porque não se encontram monographias em que o assumpto seja completamente tratado, com unidade, methodo e ordem, o proveito que se tira de consultar esse conjuncto de materiaes resulta muito longe de compensar o trabalho e o tempo dispendidos.

Para evitar isto, procuro, na obra que agora apresento, estudar a questão sob os seus varios aspectos e o mais methodicamente possivel.

N'uma INTRODUCCÃO, depois de apontada a influencia

nociva que sobre os seres vivos exercem os residuos da propria actividade, faço um esboço historico da evolução das idéas tidas e das praticas seguidas, quanto ao modo de garantir contra taes residuos a saude publica, até chegar á drenagem urbana actual, por esgotos que vão despejar o seu conteúdo em aguas naturaes, que, até certo ponto, a chamada *depuração espontanea* protege contra a poluição.

Mas, sendo a maior parte das vezes insufficientes estas acções depuradoras, mostro quão grandes podem ser, para a hygiene, os inconvenientes resultantes da conspurcação dos lagos, rios ou portos de mar.

E, assim, n'estas primeiras paginas, aproveitando a occasião para estabelecer o valor de muitos termos que mais tarde terei de empregar, demonstro a frequente necessidade da depuração previa dos liquidos residuaes urbanos destinados á rejeição nas correntes naturaes.

Mas, antes de estudar o modo de os depurar, é preciso conhecer bem a constituição d'esses liquidos e as varias condições que sobre essa constituição influem.

Por isso, em paginas subordinadas ao titulo de AGUAS DE ESGOTO, indico: em primeiro logar — o modo de formação e origem, o volume e a composição das aguas residuaes urbanas, e as modificações espontaneas que tal composição soffre; em segundo logar, sob o ponto de vista pratico da apreciação quantitativa e qualitativa — os processos de medição da onda debitada por um collecter, e os methodos analyticos, chimicos e bacteriologicos, das qualidades do liquido que constitue essa onda.

Occupo-me, finalmente, da DEPURAÇÃO DAS AGUAS DE ESGOTO.

N'umas generalidades, estabeleço o valor a dar ao termo *depuração*, ponho as indicações das praticas depuradoras, discuto os padrões de pureza propostos para os effluentes tratados, e proponho, para commodidade de estudo, uma classificação dos processos depuradores, firmada, na medida do possivel, nos effeitos conseguidos e na natureza das acções que esses processos utilizam.

Em harmonia com esta classificação, estudo, n'uma primeira parte, os processos convencionalmente chamados *não biologicos*, com os quaes termino o presente volume; n'uma segunda parte, que constituirá o objecto de outro volume, trato das praticas da *depuração biologica*.

Geralmente, quando uma sciencia tem avançado bastante para que possa fazer-se applicação dos seus principios a uma pratica utilitaria, não são os que se consagram á resolução dos problemas abstractos de sciencia pura os mais competentes para essa applicação.

No caso das installações para depuração das aguas de esgoto, ha tambem a distinguir a parte de investigação bio-chimica, que nos permite formar opinião sobre os processos a seguir, e a parte technica, de engenharia, que applica as concepções theoricas ás condições da pratica.

Esta ultima parte não faz, naturalmente, objecto d'esta obra; deixo-a para os que, com competencia que me falta, a possam tratar.

Mas, em construcções d'este genero, o problema technico

deve sempre considerar-se dependente do problema bio-chimico, para evitar que os processos depuradores, unicamente empiricos, deem apenas resultados mediocres ou escusadamente dispendiosos. Sob este ponto de vista, as dimensões, a fórmula e a natureza physico-chimica dos elementos materiaes nas disposições praticas podem, notadamente quando da *depuração biologica*, ter uma influencia capital.

D'isto resulta que, por vezes, sem nunca passar o limite permittido aos que não teem conhecimentos technicos especiaes, sahirei do campo propriamente de critica dos processos e da investigação e analyse bio-chimicas para o campo neutro, de passagem para as applicações praticas.

Era-me impossivel, n'um compendio necessariamente limitado como este, tratar a questão largamente sob todos os seus aspectos. Os pontos mais interessantes, pela possibilidade de darem elementos de utilidade pratica, foram, em geral, os mais desenvolvidos (1); alguns outros assumptos, de interesse puramente theorico, apenas ficaram esboçados. Comtudo, quem deseje conhecer mais minuciosamente estes ultimos encontrará indicados na bibliographia

(1) A descripção dos processos de analyse e a critica dos resultados que conseguem occupa uma grande parte do 1.º volume. A largueza com que é tratado este assumpto, que póde parecer um pouco fatigante, justifica-se, como se verá, plenamente, com saber-se que, sem o seu perfeito conhecimento, não haveria possibilidade de chegar, na pratica, a conclusões seguras.

Essa leitura poderão em grande parte dispensal-a os que apenas se interessam pelas questões theoricas; mas esses irão procurar, mais adiante, paginas que possam ler com menos enfado e com maior proveito.

que acompanha cada volume abundantes materiaes que largamente o poderão satisfazer.

A depuração das aguas de esgoto tem por tal fórma e com tal empenho merecido as attenções de tantas autoridades eminentes que poucos serão os factos susceptiveis de varias interpretações que não tenham sido abundantemente discutidos na interpretação a dar-lhes.

Em circumstancias d'estas, segui, geralmente, das opiniões dadas, a que melhor se me afigurou; mas, por vezes, permiti-me achal-as todas más e dar a minha. Nos casos raros em que isso aconteceu, nunca deixei, porém, de apresentar, antes da minha, as opiniões alheias.

Mas os autores não discordam só no modo de interpretação dos factos; por vezes, divergem ainda quanto á verificação de determinados phenomenos.

N'esses casos, se o estudo reflectido e uma revisão cuidadosa das circumstancias em que os contradictores observaram e experimentaram não permite reconhecer o motivo da discrepancia e d'ahi concluir que tenham as afirmações de um melhor fundamento do que as de outro, lealmente cito as duas afirmações contrárias; porque, como diz LE BON, «o que ha, talvez, de mais perigoso para

o progresso do espirito humano é o apresentar como verdade indiscutivel o que não passá de incerteza».

Muitas vezes, porém, é possível notar que as circumstancias em que se collocou e os elementos de que dispunha este ou aquelle investigador eram de uma relativa inferioridade perante os de outros, mais auxiliados por qualidades pessoaes ou condições extrinsecas. Em casos d'esses, para o bom conhecimento dos factos materiaes, que só póde resultar da observação e da experiencia, orientei-me, naturalmente, pelos trabalhos de quem mais garantia de competencia me dava.

Sob este ponto de vista, foram-me de grande utilidade os relatorios da Commissão Real Ingleza.

Os elementos de que essa commissão dispõe fazem, com effeito, que os seus relatorios devam ser um bom e seguro guia para chegar a uma conclusão acertada.

Um decreto da Rainha Victoria, com data de 7 de maio de 1898, instituiu a *Royal Commission on Sewage Disposal*, com nove membros, escolhidos entre as summidades scientificas da Grã Bretanha: — WALTER STAFFORD, conde de Ildesleigh; SIR RICHARD THORNE-THORNE; PHIPPS CAREY; CHARLES PHILIP COTTON; MICHAEL FOSTER; THOMAS WALTER HARDING; THOMAS WILLIAM KILLICK; SIR WILLIAM RAMSAY.

A Commissão propoz-se determinar os mais satisfatorios e economicos processos de tratamento ou de evacuação das aguas residuaes urbanas ou industriaes, e precisar as condições do emprego d'esses processos, segundo a natu-

reza e o volume das aguas residuaes e as circumstancias especiaes de cada localidade.

Aproveitando-se dos poderes que lhe foram conferidos, a Commissão chamou perante si ou pediu relatorios a quantos em Inglaterra são reputados conhecedores do assumpto. Assim, antes de redigir o seu relatorio de 1908, reuniu em 144 sessões, tomando conhecimento das communicações de 259 engenheiros, chimicos, bacteriologistas, delegados de municipalidades ou de sociedades industriaes, e mais pessoas interessadas no problema da depuração das aguas de esgoto.

Além dos relatorios propriamente da Commissão Real, ha, annexos, os relatorios de outras commissões por aquella nomeadas para o estudo exclusivo de certos pontos respeitantes ao assumpto; de tal fórma que, no seu total, os elementos assim colleccionados enchem mais de tres mil paginas de substanciosidade proporcional ao avantajado das dimensões.

Sendo a Inglaterra o paiz que, ainda hoje, vae na vanguarda em questões de hygiene, muito particularmente no que diz respeito ao modo ultimo de dispôr dos effluxos urbanos, comprehende-se que, n'esta obra collossal, se encontrem resolvidos muitos dos problemas relativos ao estudo de que me occupo.

Por isso, a ella recorrerão com proveito os que sobre determinado ponto desejem conhecer minucias em que me não é possivel entrar. A esses, no entanto, recomendo calorosamente que se reportem ao original, ou, pelo menos, a transcripções inglezas ou americanas, evitando o mais possivel as traducções. Estas, com effeito, deixam

frequentemente a desejar, e tanto mais quanto é certo que os autores continentaes não apresentam sempre a correspondencia exacta dos valores dos pesos e medidas, nem mesmo a de alguns signaes typographicos inglezes que dos nossos differem em significação.

E isso póde trazer erros consideraveis, levando a uma opinião erronea ou a resultados absurdos.

Um exemplo: — CALMETTE, ao resumir alguns pontos tratados no 5.º relatório da Commissão Ingleza, diz a pag. 176 do 4.º vol. das *Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout* que, para enterrar as lamas no solo, Birmingham faz 5 francos de despeza total por tonelada de lama com 90 a 95 % de agua, e Guildford 6^{fr},45 de despeza, nas mesmas condições. Estas quantias são, segundo CALMETTE, a correspondencia franceza de 4 .0 d e 5 .2 d (pag. 174 do 5.º relatório da Commissão Ingleza), que, por certo, este autor lê como, respectivamente, 4 shillings 0 pence e 5 shillings 2 pence, mas que, realmente, representam 4 pence e 5^{pence},2, visto como o *ponto* dos numeros inglezes tem o valor da *virgula* dos nossos numeros decimaes e esta substitue aquelle na separação dos milhares.

CALMETTE deveria, pois, ter escripto 0^{fr},41 e 0^{fr},54 (equivalencia approximada). Estes numeros é que estariam conformes com a media que dá a pag. 179 para a despeza com aquelle modo de dispór das lamas; media que é de 0^{fr},50, correspondendo approximadamente aos 5 d. dados (numero redondo não se prestando já a confusão) pela *Royal Commission* a pag. 182 do citado relatório.

São erros grosseiros e ainda bem que o são, pois facil se

torna apprehendel-os n'uma leitura attenta do trabalho de CALMETTE, cujas obras sobre a depuração das aguas de esgoto, no entanto, se não desvalorizam com a falta de attenção que originou taes erros, e continuarão prestando, como a mim prestáram, um consideravel auxilio a quem se dedique a este estudo.

Mas, precisamente porque é autorisado o nome de CALMETTE, mais me serve o caso para mostrar a conveniencia de evitar traducções em que geralmente se faz com impropriedade a versão de muitos termos, e com enganos, por vezes notaveis, se estabelece a equivalencia de valores numericos. *Traduttore, traditore*, é sabido.

Por mim, procurei *atraiçoar* o menos possivel os autores de que me soccorri, quer os da *Royal Commission*, quer outros muitos, inglezes, americanos, allemães e francezes, tambem de incontestavel valor.

Dei especial cuidado á conversão ao systema metrico decimal dos valores dados em medidas e pêsos inglezes ou americanos, e á reduccão dos valores de moedas estrangeiras á nossa unidade monetária (1). Isso, por certo, facilitará a leitura e o trabalho da comparação.

Além dos elementos collidos nas várias obras consultadas, alguns consegui da observação e experiencia proprias. Á muita amabilidade do Ex.^{mo} SR. PROF. DR. SERRAS E SILVA, a quem penhoradamente agradeço, devo a facili-

(1) Fiz o calculo considerando ao par os valores do franco, marco, shilling e dollar, respectivamente como 180, 223, 225 e 932 réis.

dade com que no Laboratorio de Hygiene da Faculdade de Medicina me foi permittido realizar varios trabalhos praticos sobre a natureza e depuração chimica e biologica das aguas de esgoto de Coimbra.

O facto da divisão dos liquidos urbanos por dois collectores, um dos quaes despeja o seu conteúdo directamente no Mondego, e a grande distancia a que estão situadas as embocaduras d'esses collectores, difficultando a colheita e o transporte das materias a estudar, e ainda outras circumstancias de local e de tempo, não consentiram que este estudo fosse levado tão longe como eu desejaria. Em todo o caso, os elementos colligidos, se bem que modestos, são bastantes para assentar algumas conclusões, geraes mas uteis, sobre a natureza dos liquidos urbanos residuaes de Coimbra e sobre as práticas mais convenientes para a sua depuração.

Entre essas conclusões, não estará, por certo, a de que o actual modo de dispôr das aguas de esgoto da cidade seja recommendavel. Parece que estão em projecto algumas modificações que melhorarão o presente estado de cousas, não sei, porém, se de modo sufficiente e inteiramente razoavel. Seja como fôr, não é intenção minha dizer mal das cousas do meu paiz; conheço os usos, mas, ao menos no caso presente, quero usar do direito que me assiste de os não seguir. Para isso, remáta-se n'esta altura este já longo prefacio.

Fernando de Almeida Ribeiro.

the same day of the month of February 1862
the following was written by the said
the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862

the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862

the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862

the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862

the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862

the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862

the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862

the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862
the said day of the month of February 1862

INDICE

do primeiro volume



Introdução	Pag. 1
-------------------------	--------

LIVRO I

Aguas de esgoto	29
------------------------------	----

PRIMEIRA PARTE

Formação, volume, composição e modificações espontaneas das aguas de esgoto	31
I — Substancias que concorrem para a formação das aguas de esgoto	»
A) Com o systema separador	»
B) Com o systema unitario	34
II — Volume das aguas de esgoto	35
III — Caracteres das aguas de esgoto	39
A) Aspecto physico	»
B) Composição chimica	40
C) Fauna e flora das aguas de esgoto	53
IV — Auto-depuração das aguas de esgoto	59
A) Transformações espontaneas das aguas de esgoto. Sua tendencia simplificadoras	60
B) Natureza biologica das acções modificadoras das aguas de esgoto	64

	Pag.
C) Distincção entre duas especies de acções (hydroli- santes e oxydantes)	70
1) Acções hydrolisantes	73
2) Acções oxydantes.....	76
D) As transformações nas condições habituaes. Ordem que seguem e grau que attingem	»

SEGUNDA PARTE

Apreciação quantitativa e qualitativa das aguas de esgoto.....	81
I — Avaliação do debito e suas variações, n'um effluente.....	»
II — Analyse das aguas de esgoto	89
A) Colheita das amostras	»
B) Exame physico	92
C) Analyse chimica.....	94
1) Reacção.....	96
a) Alcalinidade.....	97
b) Acidez.....	99
2) Residuos solidos.....	»
a) Residuos solidos totaes	100
b) Solidos suspensos.....	101
c) Solidos dissolvidos	105
3) Oxygeneo consumido na prova do permanganato	106
a) Oxydabilidade pelo permanganato com ebullição por 10 minutos.....	109
b) Oxygeneo consumido em 4 horas a frio, em meio acido.....	112
c) Oxygeneo consumido em 3 minutos, a frio e em meio acido	114
4) Azote combinado.....	»
4') Azote oxydado.....	115
a) Nitratos.....	116
b) Nitritos.....	121
4'') Azote não oxydado.....	123
c) Azote ammoniacal	124
d) Azote organico	130
d ₁) Azote organico total.....	»
d ₁ ') Azote albuminoide	133
d ₁ '') Azote X.....	134

	Pag.
5) Carbono organico.....	135
6) Chloro combinado.....	136
7) Oxygeneo dissolvido.....	138
8) Putrescibilidade.....	143
9) Outras determinações.....	149
D) Analyse bacteriologica.....	150
1) Exame macroscopico das culturas.....	151
2) Exame microscopico.....	154

LIVRO II

Depuração das aguas de esgoto 157

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

GENERALIDADES 159

I — Indicações da pratica da depuração.....	161
A) Casós de cidades marginaes de rios.....	»
B) Cidades maritimas e da foz dos rios.....	166
II — Qualidades a exigir n'um effluente depurado. Padrões de pureza.....	169
III — Processos, acções e agentes depuradores.....	179
A) Modos de combater a nocividade da agua de esgoto..	»
1) Melhoria do liquido por separação parcial dos elementos nocivos.....	180
2) Melhoria do liquido por destruição n'elle dos elementos nocivos.....	181
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	182
C) Dificuldade de classificar os processos depuradores. Ensaio de classificação.....	184

PRIMEIRA PARTE

	Pag.
Depuração não biologica	187

SECÇÃO I

Separação parcial dos solidos e dos germens. Clarificação do liquido	»
I — Separação das materias fluctuantes (acções physicas).....	»
II — Separação de areias e detricos mineraes (acções physicas, cont.).....	193
III — Separação das materias suspensas.....	195
A) Descrição dos processos.....	196
1) Sedimentação (acções physicas, cont.)	»
2) Precipitação mecanica por agentes inertes (acções physicas, cont.).....	204
3) Precipitação chimica (acções physico-chimicas)	205
a) Reagentes.....	»
α) Cal.....	»
β) Saes de aluminio e de ferro.....	208
β') Saes de aluminio	209
β'') Saes de ferro.....	210
β''') Associação de saes de aluminio e de ferro	214
γ) Magnesia e outros compostos	217
b) Bacias de precipitação	218
c) Dificuldade na adjuncção dos reagentes. Vantagens e inconvenientes da precipi- tação chimica. Indicações do processo..	222
B) O problema das lamas. Modos de dispôr das lamas separadas das aguas de esgoto.....	226

SECÇÃO II

Destruição directa dos germens	239
1) Destruição dos germens pelo calor e acido sul- furico (acções physico-chimicas, cont.)..	241
2) Destruição dos germens por solutos electrolysa- dos de compostos de chloro (acções phy- sico-chimicas, cont.).....	244

	Pag.
3) Destruição dos germens pelos antisepticos chimicos (acções chimicas)	249
a) Acidos	251
b) Metaes e seus saes	252
Cobre, ferro	»

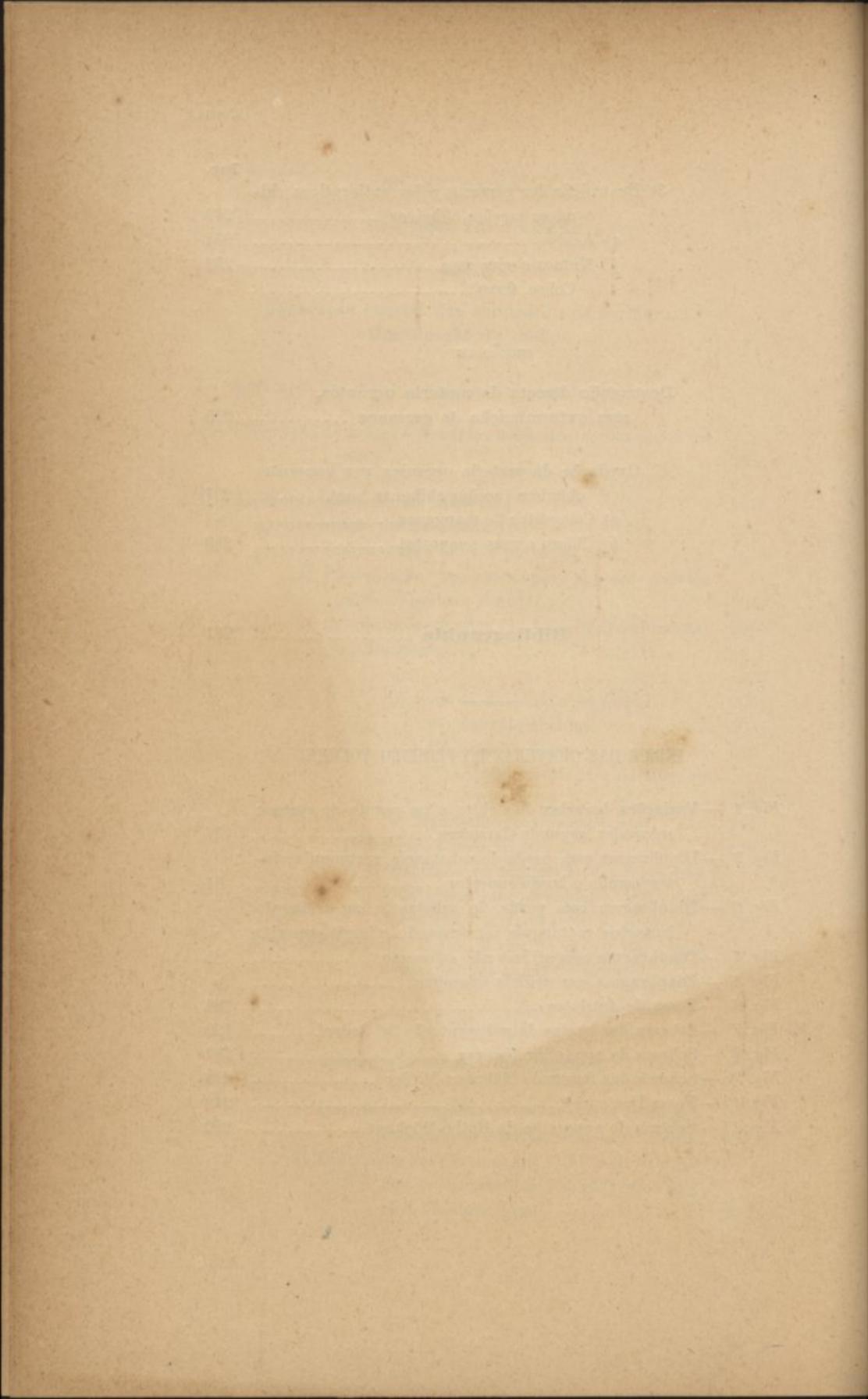
SECÇÃO III

Destruição directa da materia organica, com exterminação de germens	255
Oxydação da materia organica por compostos chimicos (acções chimicas, cont.).....	257
a) Compostos de manganez	»
b) Chloro e seus compostos.....	259

Bibliographia	267
----------------------------	-----

INDICE DAS GRAVURAS DO PRIMEIRO VOLUME

<i>Fig. 1</i> — Variações horarias do debito n'um esgoto do <i>systema separador</i> , segundo CALMETTE.....	36
<i>Fig. 2</i> — Diaphragma com perda de substancia rectangular interessando o bordo superior	84
<i>Fig. 3</i> — Diaphragma com perda de substancia em triangulo isosceles rectangular interessando o bordo superior	»
<i>Fig. 4</i> — Diaphragma com orificio não submerso.....	85
<i>Fig. 5</i> — Diaphragma com orificio submerso.....	»
<i>Fig. 6</i> — Fossa de detricos.....	194
<i>Fig. 7</i> — Schema das bacias de sedimentação de Osdorf.....	199
<i>Fig. 8</i> — Schema do apparelho KREMER.....	202
<i>Fig. 9</i> — Schema das fossas de Nahnsen-Muller.....	218
<i>Fig. 10</i> — Fossa Dortmund.....	219
<i>Fig. 11</i> — Schema do apparelho de Rothe-Röckner.....	220



INTRODUCCÃO

INTRODUZIONE

INTRODUÇÃO

Todo o corpo vivo tem, como propriedade inherente á sua natureza, a possibilidade de, quando em meio apropriado, incorporar certas substancias heterogeneas que n'este encontra, depois de as ter transformado á feição da sua substancia propria. Mas essa propriedade haverá de manifestar-se para que o corpo como vivo continue sendo; a possibilidade torna-se então necessidade, o direito muda-se em dever.

Existisse a materia viva n'um meio de composição qualitativa e quantitativa constantemente apropriada e não fossem deparar-se-lhe ali quaesquer forças que sobre ella incidissem, que, então, a materia viva cresceria indefinidamente no espaço e subsistiria indefinidamente no tempo: seria o caso da vida eterna. Mas taes condições são absolutamente irrealisaveis; a condição natural é, pelo contrario, para todos os corpos, a sujeição constante a acções exteriores, o não poderem subtrahir-se á incidencia de forças varias e variadas que constantemente os sollicitam. Perante taes forças, as substancias do meio, de natureza mais elementar e simples, são mais estaveis do que a materia organizada e viva que as utiliza.

D'aqui resulta que o corpo vivo, transformando á sua imagem e semelhança os elementos exteriores, ao mesmo tempo que os eleva em complexidade, lhes altera as condições de estabilidade relativa passando-os á instabilidade.

Ora, para manter-se na sua instabilidade, protegendo-se contra as forças exteriores tendentes a reduzi-lo á estabilidade de equilibrio que caracteriza a morte, o corpo vivo haverá de reagir contra aquellas, oppondo-lhes, como resistencias, forças proprias; e libertará estas sacrificando parte da sua substancia que, ao desfazer-se em corpos mais simples e mais estaveis que passam ao meio, actuará como fonte productora de energia, restituindo assim a que pelo primeiro processo, o de incorporação de substancias d'esse meio, com passagem do simples e estavel ao complexo e instavel, a materia viva em si armazenára.

Da necessidade d'essa contínua reacção resulta pois que, ao processo pelo qual o corpo vivo identifica com a sua substancia a substancia estranha tornando-a, por combinações, de inerte em animada, se oppõe outro processo, de simplificação este, que, por decomposições, restitue ao estado inerte a substancia viva, fazendo que uma parte constituinte do ser se differencie da parte restante.

Assim apparece nas manifestações de actividade da materia viva, a par de uma operação que lhe motiva o crescimento, uma outra que o limita. Essas operações, que se desenvolvem parallelamente se bem que em sentido opposto e que estabelecem os limites da vida pela relação de intensidade que entre si mantêm, tomam respectivamente os nomes de *assimilação* e *desassimilação*, e são as duas phases da mais typica propriedade vital — a *nutrição*.

*

Por certo não é em pura perda o sacrificio que o corpo vivo faz, a cada momento, de uma pequena parte da sua substancia, visto que tal facto concorre para garantir-lhe a continuação da existencia pelo aproveitamento das forças latentes que a decomposição liberta. Os productos d'esta resultante não são, porém, já de utilidade alguma á materia viva que os desas-

simila e rejeita, antes só nocivos se lhe poderão tornar, se sobre ella ficarem actuando.

Com effeito, as manifestações vitaes cessarão não só quando no meio faltem as substancias assimilaveis, como tambem quando, n'este, por demais se accumulem materias desassimiladas ou inassimilaveis, productos residuaes da propria actividade vital.

As bacterias, que nos meios abundantes em substancias nutritivas appropriadas, tendo tido um grande desenvolvimento durante certo tempo, cessam de manifestar a sua vitalidade quando ainda não escasseiam no meio os elementos necessarios á sua nutrição, dão um exemplo dos inconvenientes que, para a vida de um ser, pôde ter a accumulção no seu meio organico (no caso da bacteria o meio ambiente) das materias rejeitadas como usadas. Removidos que sejam estes residuos nocivos, as bacterias continuam a desenvolver-se, se, todavia, o grau de nocividade não foi tal que occasionasse, com a morte, o cessar definitivo de todas as manifestações vitaes. A morte da levedura de cerveja no môsto assucarado cuja fermentação alcoolica produziu é um facto bem conhecido.

O que se dá com as bacterias e com os seres mais simples da escala vital, vegetaes ou animaes, dá-se tambem com cada um dos elementos dos seres mais elevados em complexidade e com cada um d'estes considerado como individuo. Assim, no homem, cada cellula tira do sangue as materias utilisaveis que este lhe leva, e a elle lança os productos ultimos da sua actividade. Que se contráia a fibra muscular, ou seja irritada a cellula nervosa, ou qualquer outra, em summa, entre em actividade funcional, a substancia organica destroe-se, e os seus residuos vão levados, para longe de cada cellula, pela corrente sanguinea, que os transporta a pontos de onde é necessario que sejam eliminados para fóra do organismo que todas ellas formam, visto que o meio interior d'este, a ellas, lhes é meio organico.

Ao conjuncto das cellulas, ao individuo, isso porém não basta. Para que se possa conservar em boas condições de

vitalidade, necessita ainda, como cada cellula, que d'elle se afastem as substancias que do seu corpo excreta e para o meio exterior rejeita. A visinhança de taes productos ser-lhe-ia altamente nociva.

Com a reunião dos homens em collectividades, accrescendo aos residuos da vida animal os que resultam da actividade social, o caso torna-se mais complexo, mas na essencia conserva-se identico. Com effeito, na sociedade, o homem, sociedade de cellulas, é cellula por sua vez, ou, por outras palavras, pôde o ser humano (metazoario) ser considerado o meio proporcional entre o ser unicellular (protozoario) e o complexo organismo social (hyperzoario de IZOULET).

Assim pois, como para cada cellula de um individuo e para cada individuo de uma agglomeração social, para esta torna-se necessario que d'ella sejam desviados os seus residuos proprios.

*

As primitivas colectividades, de vida essencialmente nomada, escapavam, pelas suas constantes migrações, á acção nociva que os seus residuos, accumulando-se, poderiam vir a exercer, e, não dando pelo perigo, não prestavam attenção a remedial-o.

Mas, tornando-se as aggremações mais numerosas e adquirindo character de maior fixidez, patenteiam-se, com o desenvolvimento de «pestes» e males de toda a natureza, os inconvenientes que resultam da visinhança das immundicies, e logo apparece a preocupação de contra estas garantir a saude publica.

Então, não podendo praticamente afastar-se dos seus residuos, o homem trata de os afastar de si.

Tendo sido em cada povo, primitivamente, a medicina puramente sacerdotal e ritual, até que a philosophia, emancipando-a, a arrancou aos templos, não é de admirar que nos livros santos, a par de preceitos propriamente religiosos e moraes, appareçam regras de hygiene de certo alcance. As

religiões, pela maior parte, se, pelo seu character de pretendida revelação e immutabilidade, se tornaram em muitos pontos incompatíveis com o progresso e affrontosas do bom senso, diminuindo em utilidade e chegando mesmo a ser nocivas, é certo que foram durante muito tempo poderosos auxiliares da lucta pela vida, prescrevendo a povos na infancia regras de conducta, por vezes muito acertadas, para a sua conservação, visando a fortalecer o moral, a intelligencia e o physico das raças ao character das quaes se adaptavam os seus dogmas e preceitos.

Assim, das principaes religiões, rara será aquella que não faça notar os perigos que das materias usadas resultam e que não indique preceitos destinados a evital-os.

MANOU recommenda ao fiel «que deponha longe do logar onde o fogo sagrado se conserva, os dejectos, a agua que serviu para lavar os pés, os sobejos da sua alimentação, a agua em que se banhou» (MANOU, IV).

MOYSÉS recommendava que se queimassem as substancias sujas (RIDEAL); mas a execução do preceito tornava-se difficil porque exigia grandes quantidades de combustivel, e incommoda ainda pelos maus cheiros a que dava origem.

O *Deuteronomio* preceitua ao homem o que a certos animaes suggere o instincto natural (1): — «Terás fóra do arraial um logar onde vás satisfazer as necessidades da natureza levando um pausinho no cinto; e, tendo satisfeito a tua necessidade, cavarás em redor e cobrirás de terra aquillo de que te alliviaste (porque o Senhor teu Deus anda no meio do campo para te livrar de todo o perigo e o teu campo seja santo e não appareça n'elle cousa de fealdade para que te não desampare)» (*Deut.*, 12, 13, 14).

De ser conhecida a necessidade de não polluir o liquido que serve para alimentação, resulta o preceito de MANOU de

(1) Nos carnivoros, productores de fezes mais azotadas e portanto mais capazes de se tornarem nocivas do que as dos herbivoros, nota-se frequentemente tendencia a cobrir de terra os seus dejectos.

«que se não deite á agua, nem urina, nem fezes, nem saliva, nem substancias impuras, nem sangue, nem venenos» (MANOU, iv). Os povos providos pouco abundantemente em agua por fontes e poços de certo não iriam consciente e voluntariamente conspurcar uma substancia que de tanto valor lhes era. Mas nas povoações marginaes dos cursos d'agua desde logo se manifestou tendencia para utilizar estes como meio de transporte e afastamento das immundicies e substancias de que os habitantes desejavam libertar-se. Da conveniencia, porém, de poupar esse liquido tão essencial á vida, resultava, ainda n'esse caso, a necessidade de restringir tal prática tanto quanto possível. Assim ZOROASTRO expressamente recommenda que se respeitem os rios porque «o elemento fluido é o mais rapido propagador da impureza» (VENDIDAD, vii).

Mas nem essa nem outras semelhantes prescripções conseguiram fazer desaparecer completamente a inclinação das povoações marginaes a utilisarem-se de um meio relativamente commodo. Por isso continuaram a usal-o, mais ou menos, até á época actual.

Hoje, como ha seculos, os habitantes das terras banhadas pelo Ganges entregam ás aguas do rio da Santa Benares não só as substancias que os seus corpos rejeitam em quanto vivos mas tambem os mesmos corpos depois da morte; e, agora como então, a impureza das aguas santas leva aos que n'ellas se banham e as utilisam como alimento os germens de muitas molestias.

Comtudo as povoações, que não tinham na visinhança cursos de agua, e as que, tendo-os, cuidavam de poupal-os na medida do possível, naturalmente procuraram outro meio de se libertarem dos seus residuos, principalmente da parte d'elles — os escrementos — que mais desagradavelmente impressionavam pela apparencia.

Assim, fixadas definitivamente as agglomerações tornou-se necessario dispôr, fóra do recinto das cidades, de logares especialmente destinados á deposição dos materiaes rejeitados. Em taes locaes eram as immundicies abandonadas, primitiva-

mente, a descoberto; mas, quando se reconheceu a desvantagem de assim as deixar, passaram a ser, á semelhança do que o *Deuteronomio* preceitua, lançadas a fossos cavados com esse fim especial e cobertas depois com terra em certos casos destinada á cultura e que, mais tarde, se ia pouco a pouco purificando.

Este processo, primitivo mas ainda hoje usado em muitos pontos, está longe de ser pratico. Por isso já em 1538 os parisienses, obrigados por lei a alugar um *tombereau* que transportasse os seus dejectos e materias usadas para fóra dos muros da cidade, não o seguiam tão voluntariamente que, para obstar á pratica habitual da deposição de substancias sujas nas ruas e á infecção dahi resultante, se não tornasse necessario um edito do Parlamento, estabelecendo confiscações, fortes multas e mesmo penas corporaes contra os proprietarios que das suas casas despejassem immundicies — urina ou outras quaesquer. Mas logo no anno seguinte reconhecendo a dificuldade de satisfazer ás prescripções feitas, dado o incommodo que da tão frequente remoção das immundicies resultava, o mesmo Parlamento ordenava a construcção de latrinas em todas as casas.

Para as habitações isoladas, como para as das cidades, em vista das grandes quantidades de materias sujas, solidas e liquidas, que progressivamente augmentavam com as exigencias da civilisação, impunha-se, com effeito, a necessidade de um processo mais pratico. E então, como reservatorios destinados a receber taes productos, apparecem as *fossas* que, sendo primitivamente simples poços na visinhança das habitações, pouco a pouco se aperfeiçoam; ás paredes nuas, de terra, succedem-se revestimentos de tijolos ou de outros materiaes; as grosseiras coberturas de viga e terra substituem-se por abobadas mais perfectas; em vez do isolamento estabelece-se a communicação com as habitações, por canalisação apropriada. Durante muito tempo não se obistou, porém, á permeabilidade das paredes da fossa, antes tal qualidade era estimada como vantajosa por diminuir o numero de vezes em

que era necessario evacuar as fossas. E hoje ainda este systema de permeabilidade é adoptado em muitos pontos. No Congresso de Hygiene de Tourcoing, em setembro de 1906, o Dr. JULIEN, director do Bureau de Hygiene d'essa cidade de oitenta mil habitantes, accusava a existencia n'ella de fossas simplesmente constituídas por tonneis enterrados no solo. O Dr. LANDE, Maire de Bordeus durante algum tempo, affirma que alli as fossas são construídas de pedras muito porosas, de inferior qualidade, mal juntas e sem revestimento algum no fundo, ou têm, nas paredes, aberturas amplas permitindo o escoamento dos liquidos para os terrenos visinhos.

Contudo a drenagem dos dejectos pelo solo, tornando-o, principalmente nas cidades pelo grande numero de fossas, por vezes completamente impregnado de substancias nocivas que pouca ou nenhuma oxydação soffrem, é de ha muito conhecida como inconveniente e perigosa, como causa de polluição das fontes e poços. A agua dos poços de Paris ainda ha 50 annos continha de 30 a 40 milligrammas de productos ammoniacaes por litro, isto é, o dobro da quantidade que, de taes substancias, se encontra nas aguas de esgoto do collector de CLICHY (ROUCHY).

Servindo para a alimentação, as aguas assim polluídas com germers da febre typhoide, da dysenteria, do cholera que as materias fecaes lhes tragam, tornam-se um meio, em comparação ao qual o contagio directo fica relativamente insignificante, do desenvolvimento e propagação epidemica das respectivas doenças. Mas, além do bacillo de EBERTH, do de CHANTEMESSE e WIDAL e do vibrão cholericico de KOCH, na agua conspurcada póde verificar-se a existencia de muitos outros microbios pathogenicos, taes como o da tuberculose, o da diarrhea verde, o da diptheria, o bacillo do tetano, a bacteridia carbunculosa, o vibrão septico, os streptococcus e os staphylococcus, etc. Ajuntem-se a estes factores de nocividade, ainda, os parasitas intestinaes e os seus ovos, as ptomainas e outras substancias prejudiciaes que o homem de si expulsa, e comprehender-se-ha bem o papel nefasto que, para a integridade e conservação da

saude publica, a conspurcação pelas substancias usadas pôde desempenhar.

A impermeabilisação das paredes das fossas era, para obstar á infecção do solo e das aguas vizinhas, um meio não só difficil na sua rigorosa execução, mas que, aggravando ainda alguns inconvenientes, dava tambem causa a outros. Assim, a falta de uma ventilação bem feita, que dêsse sahida aos gazes desenvolvidos nas fossas, e a maior intensidade das fermentações davam logar a que a fetidez fosse maior do que nunca. A evacuação da fossa, operação sempre incommoda, mesmo com as modernas bombas de aspiração, tornava-se agora mais frequentemente necessaria, ainda que, tanto quanto possivel, se restringisse o despejo de liquidos na fossa. E esta restricção inconveniente era tambem, porque obrigava a procurar outro modo de disposição para os liquidos. De mais a mais, a permeabilidade quasi nunca podia supprimir-se rigorosamente, quer se usasse cimento quer outros materiaes que mais apropriados parecessem, e, se a impermeabilisação se conseguia, ou não era duradora ou, para manter-se, exigia despezas elevadas que a punham fóra do alcance pratico.

Assim, attentas as difficuldades de construcção de grandes fossas, de modo e em local convenientes e conforme ao que as leis, mesmo tolerantes, permitem, apparecem a competir vantajosamente com ellas, imitando, se bem que em melhores condições, mais antigas praticas, as chamadas *fossas moveis* — reservatorios relativamente pequenos, portateis, de paredes (geralmente metallicas) de impermeabilisação garantida, e nos quaes é diminuta a intensidade das putrefacções, por virtude da remoção frequente dos dejectos para carros especiaes que os transportam a depositos proprios.

N'estes systemas, procura-se por vezes, adicionando aos dejectos cinza, terra ou outras substancias, obter um conjuncto mais facil de remover, pela absorpção dos liquidos, ao mesmo tempo que uma desinfecção grata á hygiene; mas esse modo de proceder, se em parte consegue uma certa desodorisação, não destroe os germens pathogenicos e prejudica o pro-

ducto sob o ponto de vista do seu valor economico, porque, sendo necessaria a adjuncção de grandes quantidades da materia absorvente, mesmo quando, além da urina, nenhum liquido seja lançado ás fossas, o producto resulta pobre para a utilização agricola.

Quando se reconheceu que a destruição do conteúdo das fossas por meio do fogo não era praticavel, por exigir, além da previa expulsão dos liquidos, grandes quantidades de combustivel, e quando, em vez de accumular improductivamente os dejectos, tornando-os em focos de infecção, d'elles se quiz tirar o maximo proveito, foi, com effeito, a sua applicação como adubo a que se afigurou mais vantajosa. D'esta fórma começaram a ser aproveitados, quer directamente, no seu total em bruto, quer n'uma parte só, industrialmente extrahida por processos especiaes em que a evaporação toma um papel importante.

Mas á insalubridade do solo e das aguas visinhas, no caso da utilização directa dos dejectos como adubo, tem-se attribuido importancia consideravel como factor epidemico. No caso da preparação industrial, a intensidade dos maus cheiros produzidos e a quantidade de liquidos residuaes a que é preciso dar destino obstam tambem a que a hygiene se confesse satisfeita com o modo ultimo de dispôr das substancias excrementicias retiradas das fossas.

De tudo isto resulta que, nas circumstancias ordinarias das grandes agglomerações, o processo das fossas não tem as qualidades praticas que uma boa hygiene impõe.

*

Nas cidades, não são os dejectos dos habitantes as unicas materias rejeitadas; além d'elles, ha não só outros residuos da vida animal e domestica, mas tambem productos ultimos da actividade social, que necessitam prompta remoção. D'estes, uns são solidos, constituindo o lixo das casas e ruas, sob uma

fôrma relativamente manejavel e facil de transportar para applicação como adubos ou de destruir por incineração; outros, porém, são liquidos com os quaes se não pôde proceder de egual fôrma e com a mesma facilidade mas que, em todo o caso, precisam de ser, quanto antes, retirados das habitações e logares frequentados. Com effeito, com as suas substancias facilmente decomponiveis, as aguas domesticas das cosinhas e lavagens, os liquidos provenientes de urinoes publicos, estabulos, cavallariças, etc., os liquidos residuaes das fabricações industriaes, as aguas de lavagem das ruas e mesmo as aguas pluviaes cahidas sobre os telhados e terrenos urbanos, constituem uma consideravel massa de liquido rico em productos nocivos.

Se no systema das fossas fixas uma parte destes liquidos era lançada alli, comprehende-se bem que, pelo menos logo que as fossas começaram a ser impermeabilizadas, tal parte não poderia representar senão uma pequena porção do todo.

O systema das fossas moveis mais restringe ainda o aproveitamento d'estas para despejo dos liquidos, a não ser que se usem disposições analogas á *tina fltradora* (1), que lhes permittam o escoamento retendo apenas as partes solidas que resistiram á diluição, disposições que, portanto, praticamente, deixam ainda maior quantidade de substancias nocivas necessitando outro modo de afastamento.

Em epocas mais atrasadas, as aguas domesticas partiam de cada casa em regueiras que as levavam a sulcos mais fundos abertos nas ruas, ao meio ou aos lados, e por onde, a descoberto e a favor da inclinação do terreno, corriam formando regatos sujos, a menos que as desigualdades e mau

(1) Sob este nome entende-se o conjuncto de dois recipientes, um contendo o outro: este, que tem varios orificios, recebe as materias rejeitadas, deixando passar as partes liquidas ao recipiente externo que communica com o esgoto. Aqui, pois, trata-se de uma fossa movel mas que só retém solidos e, d'estes, apenas a parte que não atravessa os orificios.

estado da superficie permitissem o estagnamento em poças que nunca a acção absorvente do solo nem a evaporação conseguiam tornar seccas. O aspecto repugnante que as ruas tomavam, o incommodo para os transeuntes frequentemente salpicados de liquidos projectados pelas rodas dos carros, etc., e, finalmente, os inconvenientes e perigos que para a saude publica resultavam da exposição a descoberto de taes liquidos e da impregnação do solo por elles, levaram pouco a pouco á comprehensão da necessidade de cobrir e tornar impremeaveis esses canaes.

Já na antiguidade apparecem obras de drenagem de algumas grandes cidades dos imperios de então, como Babylonia e Roma, obras que pela sua excellencia e grandiosidade envergonharam e envergonharão ainda as de muitas cidades modernas. A *Cloaca Maxima*, collector dos esgotos da Roma dos Tarquinios, ainda hoje em parte utilizada, constitue uma obra muito de vêr-se e como tal é mencionada por todos os guias da cidade.

Com o desaparecimento das grandes civilisações historicas, deixam de fazer-se por muito tempo os trabalhos de regular drenagem urbana e, ainda hoje, é frequente encontrar cidades desprovidas de canalisações. Segundo IMBEAUX e MACÉ, 294 das 616 cidades francezas de mais de 5:000 habitantes não têm esgotos de especie alguma e 257 apenas têm esgotos para as aguas da chuva. Comtudo, nas epocas mais cultas que succedem aos tempos barbaros, em todos os paizes se foi manifestando, mais ou menos, tendencia a remediar o mau estado hygienico das cidades, já reparando e melhorando obras antigas, já procedendo á construcção de outras.

D'esta fórma, assentes em bases racionaes e scientificas, apparecem os *esgotos*, progressivamente regularizados na fórma, na direcção, na inclinação, construidos de modo a garantir o solo das ruas das infiltrações nocivas, fazendo que as cidades modernas, bem orientadas sob o ponto de vista da hygiene, constituam organismos nos quaes, a par de vasos em que circulam os materiaes necessarios á vida — o gaz, a agua, etc. —

existam outros formando um bom systema de remoção dos seus residuos de modo a garantil-as da nocividade d'estes.

Parecia naturalmente indicado fazer desembocar os esgotos assim construidos no mar ou em rio proximo, segundo a situação da cidade, confiando ás aguas naturaes o afastamento dos liquidos rejeitados.

Não se pensava, por certo, que tal pratica estivesse livre de inconvenientes, mas procurava-se, acceitando uns, evitar outros maiores. É o que, affirmando ser menos prejudicial á saude publica lançar ao rio proximo os residuos das cidades do que conserval-os sob ou entre as habitações, recommendava em 1854, em Inglaterra, o 4º British Board of Health. A esse tempo, porém, desde que em 1810 se começavam a adoptar os *water-closets*, tal modo de vêr era plenamente seguido na pratica, estendendo-se á remoção dos dejectos o meio usado para a dos residuos liquidos, isto é, fazendo passar ao esgoto as materias fecaes comboiadas por jorros de agua. Assim se estabelecia em certas bases racionaes o systema de *water-carriage* que uma antiga e natural tendencia levava o homem a adoptar para o afastamento dos dejectos.

Tal processo pareceu tanto mais racional quanto se verificou que as substancias até ahí deitadas ás fossas estão longe de representar, principalmente nas grandes cidades, com o desenvolvimento das industrias e da actividade social, a massa mais importante das materias usadas, e que a concentração que ellas poderiam dar ao liquido de esgoto que as recebe é pouco mais ou menos compensada pela diluição resultante da agua que se lhes junta para a sua remoção.

Assim, o emprego dos *water-closets* introduzindo a pratica do *tudo ao esgoto*, com remoção dos dejectos immediata á sua rejeição, começou rapidamente generalisando-se á custa dos antigos systemas das fossas, que durante espaços de tempo mais ou menos longos deixavam as immundicies na habitação ou suas dependencias e que, por isso, tomaram o nome de *systemas conservadores*.

Em Londres, o uso das fossas, constante até 1847, começa

então a ceder (1) perante o dos *water-closets* communicando com os esgotos que levavam ao Tamisa o conjuncto dos liquidos residuaes de toda a natureza, directamente até 1865 e, mais tarde, por intermedio de grandes tanques evacuados só na maré alta. Em Paris ordenava-se em 1884 a pratica do *tudo ao esgoto* e a abolição das fossas fixas e moveis.

A razão allegada, contra o emprego dos *water-closets*, da despeza com a agua destinada ao transporte, diminue bem de valor quando se sabe que, com o accrescimento de $\frac{1}{11}$ no gasto de agua (RIDEAL), se podem supprimir as despezas numerosas e variadas que exige a remoção das immundicies das fossas.

Assim, se ainda em algumas cidades se lançam taxas elevadas sobre os *water-closets* (em Copenhage, segundo RIDEAL, £ 5 12 s. por cada), estudos conscienciosos dão, não só sob o ponto de vista da hygiene mas tambem sob o ponto de vista economico, a preferencia ao systema de *water-carriage*. (Em Leicester calcula-se a despeza annual em 8 s. 6 $\frac{1}{4}$ d. com cada *water-closet* e em 9 s. 5 d. com cada fossa movel).

Ainda, restringindo ás aguas sujas domesticas o liquido lançado ao esgoto e removendo por ellas os dejectos (*slop-closet*), póde realisar-se maior economia. Tal modificação tem o natural inconveniente de só com irregularidade assegurar a remoção dos solidos e, se póde haver necessidade de a utilizar quando a agua escasseia, fica bem menos recommendavel, comtudo, do que o systema dos *water-closets*. Na Inglaterra, na America do Norte, na Allemanha e na maior parte dos paizes desenvolve-se rapidamente a pratica da remoção das immundicies por fluctuação e, se ainda as installações de fossas são muito frequentes (existem na França em 97,7 % das habitações), é de esperar que na maior parte das cidades ellas desaparecerão para dar logar a processos mais gratos á hygiene.

(1) De 1851 a 1860 teriam desaparecido 300:000 fossas fixas. (CHARLES FERRIER, cit. pelo DR. ANTONIO DE PADUA).

Nas cidades, ha necessidade, como dissemos, de dar escoamento não só aos dejectos e liquidos usados, de volume relativamente constante, mas tambem ás aguas meteoricas, de quantidade, naturalmente, muito variavel e por vezes muito abundante.

N'alguns casos, os conductos que recebem os residuos da cidade dão tambem passagem ás aguas das chuvas; é o que se dá com o typo classico dos esgotos — o *systema combinator* (1) ou *unitario*, o *tudo ao esgoto* propriamente dito.

N'outros casos, as aguas pluviaes não penetram nas canalisações (de secção reduzida) que dão passagem aos dejectos e aguas sujas, e, então, ou passam a conductos subterraneos independentes, ou simplesmente correm á superficie do terreno, a favor da inclinação d'este, até se lançarem n'um curso d'agua proximo; é o que acontece no *systema separador*.

Qualquer dos systemas tem partidarios, porque ás vantagens relativas que, sob determinado aspecto, a um d'elles se apontem é facil contrapôr desvantagens n'outro sentido; em todo o caso, sob o ponto de vista particular da disposição dos liquidos residuaes, quando haja de praticar-se a depuração d'estes, o *systema separador* (2) parece reunir mais partidarios, por motivos que mais tarde se verão.

(1) Parecem-me mais acceitaveis as designações de *systema combinator* e *systema separador* que as de *systema combinado* e *systema separado*, que algumas vezes se dão, respectivamente, ao *combined-system* dos inglezes (*systeme unitaire* dos francezes, *Sammelsystem* dos allemães) e ao *separate-system* inglez (*systeme separatif* francez, *Trennsystem* allemão).

(2) A notar que, aqui, se não tem em vista os systemas de evacuação intermitente por aspiração pneumatica, como os de LIERNUR e BERLIÉR, nos quaes a remoção das immundicies não é immediata, passando ás canalisações só os dejectos, com exclusão dos liquidos usados (LIERNUR), ou, quando muito, acompanhados de uma pequena quantidade de aguas domesticas (BERLIÉR). Taes processos, que até certo ponto participam dos defeitos das fossas moveis, por não permittirem o lançamento de liquido em quantidade e por não impedirem que, durante certo tempo, os residuos estacionem nas habitações, nada teem que vêr

Teem os dois systemas de esgotos a vantagem commum do saneamento do solo cuja inquinação supprimem; mas teem ambos tambem a desvantagem de levar á polluição dos cursos de agua. Perdem estes, assim, o que aquelle ganha.

*

É factó de averiguação antiga o de cursos de agua, polluidos n'um certo ponto do seu trajecto, apresentarem a juzante do ponto de contaminação, a distancia maior ou menor, por via de redução na materia organica e no numero dos germens, composição pouco mais ou menos semelhante áquella que tinham acima do ponto de conspurcação.

Assim, as aguas do Oder a 30 kilometros abaixo de Breslau, as do Isar a 30 kilometros de Munich, as do Sena, a 40 kilometros de Paris retomam os caracteres que teem acima dos pontos em que, respectivamente, recebem os liquidos dos esgotos das cidades que atravessam.

Tal factó é o resultado da chamada *depuração espontanea*, que se dá nas substancias residuaes da vida animal e social, em virtude de acções physicas, chemicas e biologicas. Na essencia, estas acções são as mesmas que protegem habitualmente os cursos de agua, na sua passagem por logares não povoados, da conspurcação, na verdade bem menos intensa, pelas materias organicas quasi exclusivamente vegetaes, que sempre, mais ou menos, as aguas afluentes superficiaes lhes trazem.

com o *systema separador* genero WARING, no qual a utilização da agua é abundante, e a remoção dos solidos, immediata, se faz essencialmente, como no *systema unitario*, por fluctuação e acção da gravidade. N'este *systema* póde haver, na verdade, em certos pontos, necessidade de dispôr de propulsores e elevadores especiaes (ejector Shone, etc.) para condúzir o liquido a niveis mais altos, mas o mesmo tambem acontece, por vezes, no *systema combinador*. O *systema separador*, assim comprehendido, é o que foi adoptado para a construcção dos modernos esgotos do Porto,

A combater a poluição dos rios torna-se apparente, em primeiro lugar, a diluição do liquido conspurcado em aguas relativamente puras, afluindo superficial ou profundamente e trazendo, por vezes, — as ultimas pela sua baixa temperatura e umas e outras pela sua composição chimica, — condições favoraveis ao fim depurador.

A acção do pêso, exercendo-se, apesar do movimento do liquido (principalmente em ponto sujeito ao fluxo e refluxo das marés), sobre os germens e as materias suspensas, faz sedimentar uma parte. Maior será a deposição se as attracções moleculares entre o liquido e as substancias suspensas são prejudicadas por determinada composição d'aquelle, motivando phenomenos semelhantes ao da precipitação da argilla em suspensão em agua, quando se lhe junta alumen, em dose mesmo tão pequena que não modifique sensivelmente a densidade do liquido (ARNOULD).

A formação de compostos insoluveis dando depositos calcareos ou *ocreux*, por acções chimicas passadas nas aguas que contem bicarbonato de cal ou saes de ferro, desempenha egualmente um papel digno de nota.

Na redução microbiana toma o sol uma parte importante. A luz solar actua como excellente bactericida: organismos muito resistentês mesmo, como os esporos do carbunculo, morrem em algumas horas sob a acção da luz do sol. Naturalmente, a acção da luz depende do grau de transparencia e espessura das aguas: o bacillo typhico e o bacillo coli, quando em agua exposta ao sol em presença do ar, morrem ao fim de 4 1/2 e 5 horas se o meio é bem transparente, e sómente ao fim de 8 e 9 horas se o meio é turvo (VINCENT). Pela acção da luz solar se explica o facto de serem as aguas colhidas de manhã mais ricas em germens do que as que, do mesmo local, são retiradas depois de um dia de sol. A acção solar se attribue a rapida diminuição do numero dos germens do Isar que, de 12:600 por c. c. 7 kilometros abaixo de Munich, se reduz a 2:400, depois de 8 horas de percurso, 26 kilometros além (ARNOULD).

Mais importancia do que os factores citados tem, para a purificação do liquido, a destruição da materia organica pela oxydação que, mais ou menos rapidamente, soffre á custa do oxygenio dissolvido. Uma certa quantidade de substancia organica avida de oxygenio rouba-o directamente ao liquido; essa parte, porém, é pequena relativamente áquella que só indirectamente, pela intervenção de certos agentes vivos, se oxyda e, por isso, muitas vezes é esquecida se bem que nem sempre seja para desprezar. A oxydação indirecta, constituindo um processo analogo ao da respiração nas especies vegetaes superiores (ADENEY), é o termo de um conjuncto de transformações de natureza biologica que concorrem para fazer desaparecer a substancia organica.

Bacterias de varias especies, semelhantes a outras que no solo existem, actuando simultanea ou successivamente sobre a materia organica que no liquido encontram, e nutrindo-se á custa d'ella, desintegram-a e sojubilisam-a por gradações successivas, levando-a, com formação de gazes, ao estado de compostos humicos e ammoniacaes e a estes ultimos, por acções oxydantes, a compostos simples finaes, nitritos ou nitratos, de sua natureza inoffensivos. Mas as aguas polluidas, mesmo antes de chegarem a este ultimo grau de purificação, tornam-se habitaveis a seres mais elevados como as diatomaceas e plantas aquaticas. Estas, pelo consumo que fazem não só de nitratos mas já de ammoniaco e de carbono organico, apropriam a agua para a vida de organismos animaes elevados — peixes e batrachios — levando-a, por vezes, a um grau visinho da potabilidade.

D'aqui resulta que uma grande quantidade de germens se torna util na depuração chimica das aguas, consumindo a materia organica, realisando acções tanto mais apreciaveis quanto é certo que, logo que esta materia começa a faltar, taes germens, encontrando-se agora n'um meio progressivamente mais escasso em alimentos, depressa desaparecem, morrendo, em grande numero.

Em vista d'isto, tudo o que favoreça a actividade dos germens na destruição da substancia organica concorrerá directa-

mente para a purificação chimica e indirectamente para a purificação bacteriologica. Assim, as quedas de agua e o movimento, se contrariam a sedimentação, são favoraveis por outro lado, oxygenando o liquido (1) e concorrendo para melhorar as condições do meio em que os microbios actuam.

*

Estes agentes de beneficiação das aguas naturaes, porém, actuando com relativa lentidão, se conseguem tornar acceptaveis as aguas de rios que foram polluidos muitos kilometros atraz de certo ponto, não impedem que ellas durante um longo tracto, entre esse ponto e o da polluição, se apresentem conspurcadas; antes alguns d'elles, como a acção da gravidade, causa da sedimentação que leva á formação de bancos de lamas, obstruidores e ricos em germens, concorrerão, como se verá, para prejudicar a parte do curso de agua mais visinha da cidade.

É pois na prática necessario que o rio não chegue a ser sensivelmente conspurcado pelos liquidos sujos que a elle affluem. Isto, porém, só se conseguirá quando o volume d'estes e a sua velocidade de escoamento sejam por tal fórma pequenos em relação aos do rio que a massa conspurcante a cada momento seja diluida desde logo por uma massa muitissimo mais consideravel das aguas da corrente natural.

Ha cidades, como Vienna e Budapesth, Colonia e Basilea, Lyon e Genebra, cujos rios, largos, rapidos e de aguas consideraveis, — como são o Danubio, o Rheno e o Rhodano, — arrastam e diluem as immundicies sem que sejam notavelmente polluidos; cidades maritimas, como Marselha, Napoles e Boston, lançam fóra do porto os seus residuos, em determinadas condições de local e tempo, de modo a serem afastados para

(1) O oxygenio retirado da atmospheria, logo que dissolvido nas camadas superiores do liquido, diffunde-se rapidamente, principalmente na agua do mar, por toda a massa liquida.

longe por correntes de direcção conveniente, sem perigo de refluxo.

Mas as condições geographicas que tal permitem só por excepção se encontram.

Mais frequente é o caso de cidades estabelecidas na margem de cursos de agua de pequeno volume em relação ao debito dos seus esgotos ou o de povoações maritimas ou situadas na foz de rios, ás quaes, em virtude do mau sentido ou da fraqueza das correntes, as materias rejeitadas possam voltar com o refluxo das marés, tanto mais facilmente quanto é certo que os liquidos do esgoto, tendo menor densidade do que a agua do mar, se lhe não misturam facilmente.

Então, principalmente se as regiões são densamente povoadas, o assumpto merece grande attenção,

Lançar as immensas quantidades de liquidos residuaes das grandes cidades modernas em cursos de agua que lhes não sejam muitas vezes superiores em massa e velocidade de escoamento equivale a fazer d'esses cursos uma continuação dos esgotos da povoação, mas, então, esgoto exposto, desagradavel á vista e ao olfacto, e altamente nocivo á saude publica.

A conspurcação pelas materias organicas em suspensão ou diluidas nas aguas residuaes é causa de que á fauna e á flora normaes dos rios se substituam outras muito differentes: os infusorios apparecem onde os peixes e batrachios morrem por falta de oxygenio absorvido pelas materias organicas; ás especies vegetaes primitivas substituem-se outras, simples algas que, mesmo por vezes, não logram manter-se em presença do augmento dos processos putrefactivos.

Nos depositos que resultam da precipitação das materias suspensas a riqueza microbiana é grande e abundam, por vezes, os pathogenicos, como demonstram muitas observações, especialmente as de LORRET para as aguas do lago de Genova. D'ahi resulta pois que, se a sedimentação no fundo do rio e a deposição nas suas margens das substancias suspensas libertam em parte a agua corrente dos seus principios nocivos,

teem o inconveniente de obstruir o leito do rio e o de darem logar á formação de um campo excellente para fermentações anærobias, constituindo, afinal, factores importantes de grande polluição e de cheiros infectos.

Mas, se os productos de natureza animal e vegetal originados da rejeição das substancias usadas na vida domestica, pela sua facil decomposição e pela sua riqueza em germens pathogenicos, podem ser altamente nocivos, é preciso tambem não esquecer que, para o facto da conspurcação dos cursos naturaes, os productos residuaes, de natureza varia, das fabricas e manufacturas (produção de papel, fabricação de assucar, distillação de amido, tinturarias, lavandarias, etc.) que, com as necessidades da civilisação, progressivamente se desenvolvem, são muito, e mesmo mais, para temer. Com effeito, segundo ARNOULD, uma fabrica de assucar, tratando por dia 4:000 quintaes de beterraba, evacua aguas residuaes que, em volume, equivalem ás aguas domesticas de uma cidade de 20:000 habitantes e, na riqueza em materia organica, ás aguas rejeitadas por uma população de 50:000 pessoas.

Os resultados lamentaveis da polluição do Sena, junto a Paris, fizeram-se sentir de tal fórma que, a 25 de julho de 1885, dizia BOURNEVILLE na Camara dos deputados: «O Sena é um verdadeiro esgoto a descoberto. As aguas são turvas, córadas e cobertas de espuma gordurosa; o oxygeneo desaparece, quasi completamente absorvido pela materia organica em plena decomposição. Uma fermentação, quasi continua durante o verão, levanta á superficie as immundicies do fundo, libertando gaz dos pantanos sob a fórma de bolhas que attingem, por vezes, um metro de diametro. A margem direita está coberta de um deposito enegrecido; massas solidas, de areias e outros corpos pesados, formam, nas embocaduras dos collectores, bancos de lama negra e infecta com a espessura de 0^m,65 a 3 metros» (cit. por ROUCHY).

Em Manchester, o Irwell em 1892, analysado por HEPWORTH COLLINS, tendo, em milligrammas por litro: 4066 de materias solidas totaes, 596 de substancias organicas, 4010 de subs-

tancias mineraes, 296 de solidos suspensos, 9 de ammonio livre e albuminoide, 119 de chloro e 49 de oxygeneo consumido na oxydação pelo permanganato (RIDEAL), podia tambem ser considerado como formando um esgoto.

Identicamente, o Tamisa junto a Londres chegou a offerecer um aspecto repugante e a exercer uma acção pronunciadamente nociva com os seus depositos de lamas, até que obras mais recentes nos esgotos da cidade permittiram o lançamento dos liquidos sujos a muito maior distancia, em Barking e Crossness, em pontos nos quaes a diluição pelo grande volume da agua do rio e a rapida passagem das aguas conspurcadas ao mar evitam inconvenientes tão notaveis.

Em agosto de 1909, as aguas do Mondego colhidas no meio do rio, em frente á estação central dos caminhos de ferro de Coimbra, continham, por litro, a materia organica capaz de roubar 3^{mg.},9 de oxygeneo do permanganato, em solução alcalina com ebullição por 10 minutos; 300 passos abaixo do collecter que, á entrada do Choupal, despeja directamente no rio parte dos liquidos residuaes da cidade, as aguas, colhidas tambem no meio do rio e no braço principal dos que, então, as areias dividiam, apresentavam, já, por litro, a materia organica correspondente a 32^{mg.} de oxygeneo consumido nas mesmas condições; tal quantidade não se encontra em muitas aguas de esgoto. A alcalinidade subia tambem de 30 a 60^{mg.} (expressa em carbonato de calcio por litro). Se antes se examinavam as aguas proximas á margem direita, notava-se que, longe de serem limpidas como, apesar de tudo, eram as aguas colhidas no meio do rio, formavam, desde o collecter, uma fita de côr negra carregada, de largura progressivamente em augmento, facil de seguir até além da ponte do caminho de ferro.

A nocividade das lamas dos depositos foi em 1899 posta em relevo, quando da dragagem de um canal junto a Por-Huron (America do Norte), em que se accumulavam lódos originarios dos esgotos. Deram-se, effectivamente, muitos casos mortaes de febre typhoide, 60 milhas abaixo, em Detroit. A primeira morte occorreu 50 dias depois da dragagem, e Wil-

LIAMS calculava, pouco mais ou menos, o tempo necessario á viagem e distribuição do liquido infectado, ao desenvolvimento do germen, e á evolução fatal da doença em 49 dias (10+14+25).

Casos semelhantes se verificaram com as dragagens feitas em S. Clair River (RIDEAL). A infecção dos rios póde, portanto, como a inquinação do solo, ser causa de fortes epidemias.

Para o caso de cidades marítimas ou situadas na foz dos rios, a retenção dos liquidos residuaes na visinhança, ou o transporte d'estes, por correntes, a outros pontos, mesmo distantes, da costa, onde se accumulem, são tambem origem de grandes inconvenientes. A destruição dos peixes em locaes onde a pesca era abundante, o que traz prejuizos economicos importantes, e a infecção dos parques de ostras e d'outros mariscos utilizados no consumo, o que parece occasionar doenças diversas e permittir o desenvolvimento de epidemias, por vezes graves, sollicitaram a attenção, principalmente em Inglaterra e na America.

É opinião muito antiga na India a de que os mariscos produzem affecções intestinaes, e mesmo o cholera, quando não convenientemente cosinhados (RIDEAL). CAMERON, em 1880, em Dublin, accusava o consumo das ostras polluidas como causa da febre typhoide. Em 1894 SIR R. THORNE THORNE (*Local Gouvernement Board Report*) apresentava a opinião de que o marisco proveniente de determinados pontos tinha originado a diffusão do cholera n'uma area bastante extensa de Inglaterra.

Nas epidemias de febre typhoide de 1894, 1895, 1896, e 1897, em Brighton, NEWHOLME aponta como causa o marisco infectado por aguas de esgoto em 38,2, 33,9, 31,8 e 30,7 % dos casos de cada epidemia. Em 1900, NASH attribuia a consumo de berbigões infectados a origem de uma epidemia em Southend.

Na verdade, está averiguado que os germens pathogenicos podem desenvolver-se bem, quando contaminando o marisco; é o que se conclue de varias observações citadas n'um dos relatorios da *Royal Commission on Sewage*; KLEIN, collocando em

agua do mar pura ostras e marisco de varia natureza infectados por germens typhicos e cholericos, notava tambem que não só estes persistiam, mas se desenvolviam mesmo em numero.

A infecção dos consumidores de marisco em taes condições é tanto mais facil quanto é certo que a preparação culinaria de ligeira cocção é illusoria, geralmente, como medida prophylactica; assim, THRESH, lavando por duas vezes em agua pura berbigões infectados e mergulhando-os em agua fervente, verificou que no liquido que de elles depois escorria se encontravam, vivos, germens da agua de esgoto. As mãos, manejando taes mariscos, poderiam servir, ainda, de meio de transporte dos germens á bocca, e ocasionarem-se, assim, doenças, mesmo em quem não os tivesse utilizado como alimento (NASH).

*

N'estas condições, considerando que, se é necessario afastar as immundicies das habitações e garantir o terreno das cidades das suas infiltrações, não é menos necessario á saude publica preservar de polluição as substancias utilizadas para alimentos, e em presença das continuas queixas dos interessados na conservação dos peixes, elaboraram-se leis em varios paizes, principalmente na Inglaterra, com o fim de evitar a conspurcação das aguas naturaes. Determinaram essas leis que n'estas aguas se despejassem directamente apenas os liquidos residuaes em determinadas condições de volume e velocidade relativamente ás correntes que os recebiam, e que, para os casos em que se não podiam obter estas condições, se sujeitassem as materias rejeitadas a um tratamento previo que lhes diminuise, do sufficiente, as qualidades nocivas. Mas verificou-se que nem sempre era facil satisfazer aos preceitos legislados.

A não serem lançadas aos rios, tornava-se necessario dar ás aguas de esgoto outro destino difficil de encontrar, e, quanto á depuração sufficiente dos liquidos residuaes, durante muito tempo ficou praticamente impossivel de obter, apesar do grande movimento scientifico que, de ha 50 annos para cá, se

produziu na Inglaterra, e depois n'outros paizes, visando á resolução de tal problema, de modo a procurar dar cumprimento ás exigencias da lei, exigencias que a razão mostrava deverem ser urgentemente satisfeitas.

Os processos apresentados como podendo conseguir a inofensividade das aguas de esgoto appareceram, desde logo, numerosos, preconisando-se a utilização de differentes acções physicas ou de agentes chimicos. Quasi todos esses processos viram, porém, succeder o desdem e o abandono ao enthusiasmo com que, por vezes, tinham sido accetis. Por dispendiosos, pouco praticos ou insufficientes, mantiveram a impossibilidade de satisfazer ás prescripções legaes, e, assim, as cidades providas de esgotos continuaram polluindo as aguas proximas, e as cidades que ainda não possuíam canalisações tambem não tentaram dotar-se com um systema de drenagem.

Felizmente, com novos conhecimentos sobre a acção depuradora do solo, o homem procurou, imitando a natureza, subtrahir impurezas aos liquidos espalhando-os sobre grandes espaços de terrenos cultivados ou nus e munidos de conveniente drenagem. Assim appareceram os processos de *irrigação cultural*, em que é atravessada só uma pequenâ espessura de solo cultivado, e o da *filtração intermittente* em que as camadas atravessadas são muito mais fundas e em que, geralmente, a cultura falta.

Aconteceu porém que, se em certos casos os resultados obtidos eram verdadeiramente lisongeiros, outras vezes não passavam de mediocres e que as condições de local, as condições economicas e outras raro permittiam a applicação dos processos.

Por fortuna, por novos trabalhos, estabelecida a convicção de que a acção depuradora do solo depende mais de agentes vivos n'elle existentes do que de um papel de simples filtro, pouco a pouco novos methodos se crearam, novos no modo de applicação que não na essencia e modo de acção. A estes methodos nascidos praticamente das experiencias de DIBBIX em 1895 e das de CAMERON no anno seguinte, fundados principal-

mente na acção de germens microbianos sobre a materia organica, reservou-se mais particularmente o nome de *biologicos* (se bem que o solo biologicamente tambem actue). Os agentes microbianos exercem a sua acção ou anaerobicamente em recintos especiaes (*fossas septicæ*) ou aerobicamente, fixados a certos supportes artificialmente dispostos e construidos de modo a favorecerem-lhes a multiplicação (*leitos bacterianos*).

Estes processos que tem sido ultimamente objecto de estudos e trabalhos experimentaes em larga escala, não só em Inglaterra como na America, na Allemanha e em França, commecam a ser estabelecidos em bases verdadeiramente scientificas e tendem, pelo seu alcance e vantagens praticos, a tomar um grande incremento á custa dos processos mais antigos.

A utilização de meios que garantam as aguas naturaes da poluição pelas aguas de esgoto tem produzido resultados tão beneficos para a saude publica que recompensam bem os trabalhos e despezas feitas e amplamente justificam e indicam o seu emprego. A mortalidade em Sydney que era de 26,8% em 1875, cahiu a 13% em 1902. Em Melbourne de 25,8, em 1875, a mortalidade desceu, em 1900, a 14,4%. Para explicação d'estes factos, e de outros analogos verificados em varias cidades mais, não se antolhou outro motivo, que não o melhoramento no modo de dispôr dos liquidos usados.

*

O estudo das aguas de esgoto e dos meios de que se póde lançar mão quando seja necessario depural-as fôrma o objecto das paginas que se seguem.



LIVRO I

AGUAS DE ESGOTO

LIVRO I
AGUAS DE ESCOTO

PRIMEIRA PARTE

Formação, volume, composição e modificações espontaneas das aguas de esgoto

I

Substancias que concorrem para a formação das aguas de esgoto

Aguas de esgoto é a designação que vulgarmente se dá ao conjunto dos liquidos impuros, ricos em materias dissolvidas e suspensas, que constituem o efluxo das povoações (1).

No caso de uma cidade drenada por uma boa rêde de esgotos, as substancias que a estes passam são, além da agua que para as vehicular se lhes junta (2):

A) Com o systema separador

1) *Substancias excrementicias:*

a) *Materias fecaes*, mais ou menos consistentes, formadas de substancias azotadas parcialmente digeridas, faceis de dissolver, e de residuos alimentares vegetaes, de liquefação

(1) O termo inglez, equivalente e mais breve, — *sewage* — é tambem frequentemente empregado.

(2) E além, ainda, em certos casos, do producto da drenagem da camada de agua subterranea, muito visinha da superficie.

geralmente mais difficil e incompleta, e que dão, a par de compostos soluveis mal cheirosos, floculos negros, amorphos, que, por deposição, formam uma lama negra e putrescivel.

Estas materias são não só as provenientes dos seres humanos (75 a 90 gr. de excreta solidos por pessoa e dia) lançadas aos esgotos nas retretes particulares e publicas, mas tambem aquella parte das dos animaes que passa ás canalisações com os liquidos de lavagem dos locaes por elles habitados.

b) *Urina* que, identicamente, provém não só das habitações humanas e urinoes publicos, mas tambem, em importante quantidade, dos liquidos de drenagem dos estabulos, cavallariças, etc.

Uma pessoa adulta excreta, em media diaria, 1200 gr. de urina; um cavallo excreta tanta urina como 15 homens (RIDEAL).

A urina é a principal fonte de ammoniaco do *sewage* (pela fermentação da uréa) e tambem o factor mais importante da sua riqueza em chloro.

c) *Substancias provenientes das roupas sujas e da superficie do corpo humano e do dos animaes*, e que a agua das lavagens vehicula.

2) *Restos de substancias alimentares, solidos e liquidos, rejeitados nas cosinhas.*—Mesmo quando as substancias mais volumosas sejam, como geralmente são, lançadas em reservatorios especiaes de lixo, passam ao esgoto, com aguas de lavagem, pequenos fragmentos e succos de substancias vegetaes, geralmente de muito facil decomposição e fermentiscibilidade, libertando cheiros butyricos e a hydrogeneo sulfurado, e, bem assim, pequenas quantidades de substancias animaes e respectivos succos, formando um liquido rico em gordura, que tambem, com facilidade, se putrefaz.

3) *Substancias de varia natureza que os liquidos de lavagem das habitações e estabelecimentos diversos (matadouros, mercados, leitarias, etc.) arrastam.*—A riqueza em materia organica das aguas assim obtidas póde ser consideravel.

4) *Sabão*, em quantidade mais ou menos importante, resultante de numerosas lavagens.

5) *Papeis e pequenos objectos* (rolhas, trapos, etc.) difficeis de enumerar, que se lançam aos esgotos.

6) *Substancias residuaes industriaes* dissolvidas ou suspensas em maior ou menor porção de liquido. — Este factor de composição da agua de esgoto é relativamente constante para cada caso. Nas circumstancias habituaes, e é d'essas que quasi exclusivamente me occuparei, apenas constitue, quando exista, uma parte relativamente pouco importante do liquido total cuja composição não consegue essencialmente modificar.

É de notar que a passagem dos liquidos residuaes industriaes aos esgotos é frequentemente prohibida quando não tenham soffrido uma depuração previa e especial para cada caso; assim, o *West Riding of Yorkshire Act* de 1894 excluia dos esgotos qualquer liquido tornado toxico, nocivo ou poluido por qualquer processo industrial e só considerava como agua de esgoto a que contivesse «materias excrementicias solidas e liquidas rejeitadas nas habitações, sangue e lavagens de matadouros contendo materias urinarias e fecaes, e substancias provenientes de analogas origens».

Algumas vezes, porém, quando não se oppõe obstaculo a tal pratica, os liquidos industriaes são lançados directamente aos esgotos, a cujas aguas, pela sua composição e quantidade, conseguem dar um de varios typos differentes do que habitualmente essas aguas teem.

N'estes factos se funda a distincção entre as *aguas de esgoto propriamente ditas* ou *domesticas*, nas quaes não ha liquidos industriaes em quantidade importante, e as *aguas de esgoto ricas em liquidos industriaes*. Para estas poderá haver necessidade de recorrer a processos de depuração differentes dos que se usam para as aguas de esgoto communs, e conveniencia, por vezes, em sujeitar os liquidos a certos tratamentos pelos quaes se retirem substancias cuja recuperação se recomende sob o ponto de vista economico.

B) Com o systema unitario,

aos esgotos, com as substancias atraz apontadas, passam ainda:

7) *Aguas da chuva* cahidas nos telhados e terrenos urbanos.

8) *Areias, detrictos e residuos* de varia natureza, que as aguas da chuva e das lavagens das ruas conduzem aos esgotos ou que a estes directamente são lançados. — O producto da limpeza das ruas, quando passa á canalisação, influe poderosamente na constituição do *sewage*. Se as ruas asphaltadas, e mesmo as de granito ou calçadas de madeira, originam menos detrictos do que as macadamizadas, ainda assim, n'ellas, a areia usada com o fim de dar presa ás rodas das carruagens, juntamente com os excrementos de animaes, que nem sempre são retirados, dá origem a uma enorme porção de substancias que, pela passagem de pessoas e vehiculos, se transferma em pó, no tempo secco, ou em lamas, em tempo de chuva, e que póde tornar-se motivo de embaraço serio.

Em Kensington Road (Londres, W.) tem-se chegado a recolher diariamente por milha (1) cêrca de 4 tonnelladas de taes materias (RIDEAL), que, se penetrassem no esgoto, poderiam causar depositos e obstrucções que é necessario evitar. D'ahi o usarem-se, em Londres desde 1877, bueiros especiaes que reteem os detrictos e areias e que podem ser evacuados, por colheres apropriadas, de tempo a tempo. Em todo o caso, os liquidos arrastam comsigo não só as substancias soluveis mas tambem, em suspensão, grande parte das insoluveis.

O liquido de lavagem das ruas, com as suas substancias organicas e residuos mineraes, é por vezes mais impuro do que uma agua de esgoto de composição media.

(1) A milha equivale a 1609^m, approximadamente.

II

Volume das aguas de esgoto

A quantidade total diaria das aguas de esgoto varia consideravelmente de terra para terra e, n'uma dada cidade, oscilla tambem um pouco com os dias da semana e muito com os periodos de seccura ou de chuvas, quando o *systema unitario* é o adoptado. Mas, de um modo geral, a quantidade de agua de esgoto por habitante é proporcional á quantidade de agua que lhe é distribuida; quasi sempre é inferior: Londres tem, por cabeça, com 175 litros de agua distribuida, um effluxo medio de 135 litros, Paris, com 220 litros de agua distribuida, tem em media 170 litros de agua de esgoto por habitante, etc.; outras vezes é a quantidade da agua residual maior do que a da agua distribuida: Berlim, dando apenas 65 litros de agua por cabeça, tem um effluxo correspondente a 100 litros por pessoa.

Na America, sendo a agua distribuida muito mais abundantemente (230 a 1360 litros por cabeça e dia, segundo FULLER), o volume de *sewage* é, naturalmente, muito mais consideravel do que na Europa.

Para as condições habituaes, em França, CALMETTE calcula o volume das aguas de esgoto, com o *systema separador*, em 100 litros por pessoa, originados da seguinte fórma:

	Litros
Limpeza pessoal (lavabos, <i>toilette</i>).....	16,5
<i>Water-closets</i> , urinoes.....	15

	Litros
Lavagens de legumes, pratos, etc.	6,5
» de habitações, pateos, etc.	10
Bebida e cosinha.....	3,5
Lavagem de roupa.....	11
Banhos (1 por pessoa e por mez: 10 litros por dia).....	10
Escoamentos continuos, de urinoes publicos, reservatorios de limpeza, pequenas industrias (padarias, pastelarias, etc.).....	11
Cavallariças, etc.	16,5
Total por pessoa e dia.....	100,0

*

Se, em cada dia, o escoamento da agua de esgoto é continuo, não é, contudo, de modo algum, uniforme: as aguas domesticas seguem-se ao levantar e ás refeições com maior

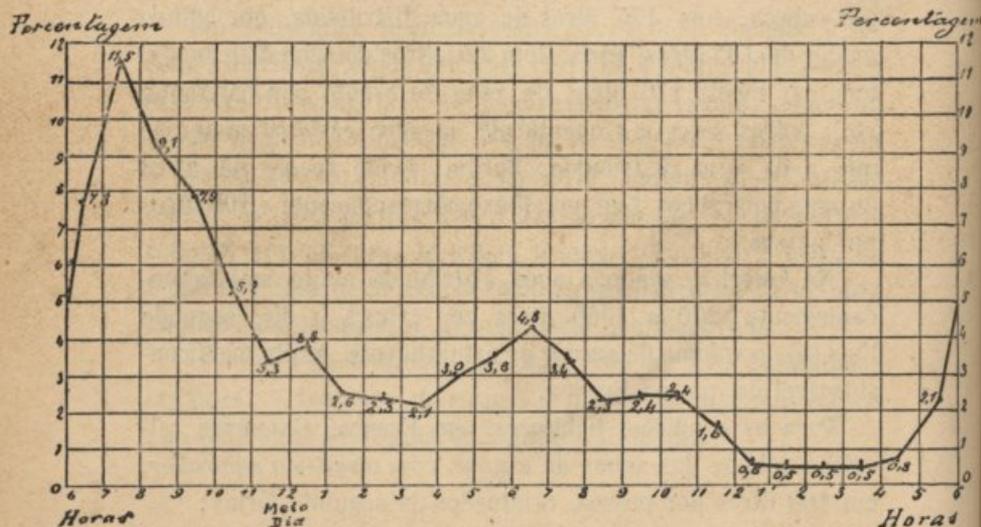
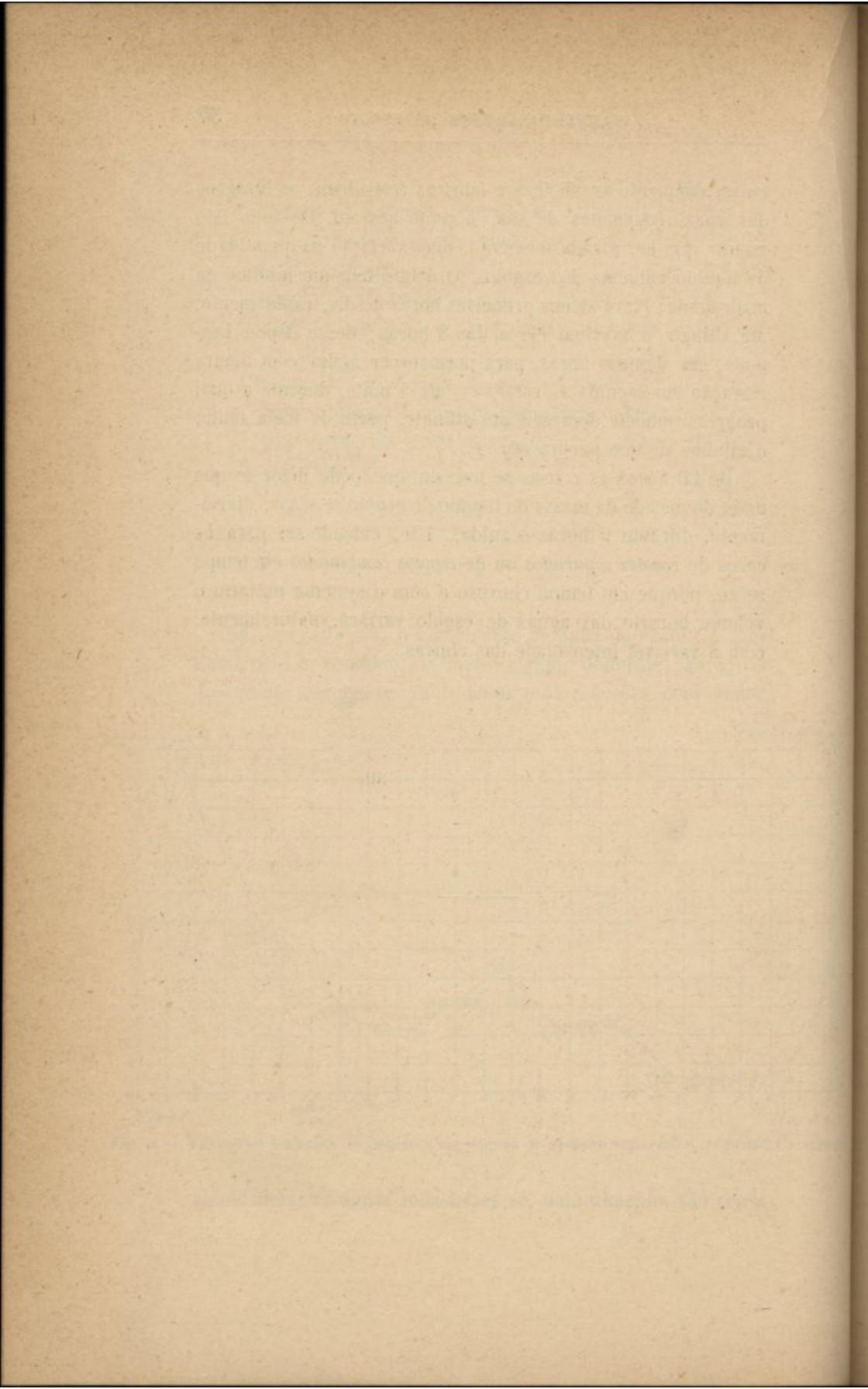


Fig. 1 — Variações horárias do débito n'um esgoto do *systema separador*, segundo CALMETTE

abundancia; as aguas industriaes só, naturalmente, são rejei-

tadas, enquanto as officinas e fabricas trabalham; as lavagens das ruas, frequentes de dia, á noite cessam. De tudo isto resulta que ha, a cada momento, uma variação na quantidade de liquido effluente dos esgotos. O debito tem um minimo de madrugada; eleva-se nas primeiras horas do dia, rapidamente, até attingir o maximo cerca das 8 horas; desce depois bastante, em algumas horas, para permanecer assim (com ligeira elevação em seguida ás refeições) até á noite, durante a qual progressivamente decresce até attingir, perto da meia noite, o minimo de que partira (*fig. 1*).

De tal fórma as cousas se passam que póde dizer-se que mais de metade da massa do liquido de esgoto se escoá, diariamente, durante 9 horas seguidas. Isto, entende-se, para os casos de *esgotos separados* ou de *esgotos combinados* em tempo secco, porque em tempo chuvoso e com o systema unitario o volume horario das aguas de esgoto variará, naturalmente, com a variavel intensidade das chuvas.



III

Caracteres das aguas de esgoto

Dada a multiplicidade de origens dos liquidos residuaes, comprehende-se que devam, como o seu volume, o seu aspecto physico e a sua composição chimica e bacteriologica ser variaveis entre limites muito afastados, e isto não só de uma para outra povoação, com as industrias, a quantidade de agua fornecida aos habitantes, os costumes d'estes, o systema de esgotos adoptado, etc., mas tambem, n'uma mesma povoação, com as estações, com os dias da semana e com as horas de um mesmo dia.

A) Aspecto physico

As varias substancias a que se fez referencia dão, com a agua que as vehicula, um liquido putrescivel, com a apparencia de opaco, acinzentado, acastanhado ou negro, de cheiro desagradavel, quasi sempre alcalino, e de temperatura relativamente constante, não descendo no inverno abaixo de 4° e não excedendo no verão 18 a 20° (1).

(1) A temperatura da agua de esgoto, relativamente elevada no inverno e pouco variavel com as circumstancias exteriores, resulta da rejeição das aguas quentes de cozinhas, banhos e fabricas, e do facto de estarem os canos enterrados no solo e, assim, protegerem, até certo ponto, o seu conteúdo.

Este liquido é rico em materias solidas, volumosas e fluctuando, ou de pequenas proporções e, então, suspensas; d'estas substancias, umas são de natureza organica — rolhas, pedaços de papel, fezes não dissolvidas, residuos vegetaes, etc. — outras mineraes — residuos metallicos, fragmentos de faiança e de vidro, areias e detricos varios — muito mais abundantes com o *systema unitario* do que com o *separador*. A quantidade das materias suspensas depende, em grande parte, da extensão dos esgotos percorrida pelo liquido, da inclinação maior ou menor dos canos e das variações na direcção d'estes; com effeito, quanto maior fôr o trajecto e menor a velocidade de escoamento, maiores serão as probabilidades da deposição das substancias nos esgotos.

B) Composição chimica

Na composição de um liquido de esgoto entram, com a agua, substancias mineraes e organicas, suspensas ou dissolvidas (1).

CALMETTE calcula que, de um modo geral, o *sewage* das

(1) No *sewage*, além das materias solidas, suspensas, e das *materias cristalloides*, dissolvidas e dialysaveis, temos a apontar as chamadas *materias colloides*, não dialysaveis, que, pelo seu estado, occupam um logar intermedio ao das duas primeiras especies de substancias.

Como veremos mais tarde, as materias colloides, que só difficilmente, por repouso prolongado, precipitam, concorrem importantemente, pela sua tendencia a adherir aos materiaes filtrantes e pela sua difficil oxydação, a tornar a pratica da depuração do *sewage* bastante trabalhosa.

Por isso, a attenção tem sido ultimamente dirigida para taes substancias.

BILTZ e KRÖHNKE mostraram que a maior parte da materia organica do *sewage* se encontra no estado colloidal. FOWLER e ARDERN calculam que n'este estado se acha nas aguas residuaes de Manchester 60% das materias oxydaveis. Nas aguas de esgoto puramente domesticas a percentagem seria ainda mais elevada.

Segundo CLARK, as materias em questão conteem pouco azote; predominam entre ellas as substancias carbonadas analogas á cellulose.

grandes cidades tem, em media, por litro, 1^{gr.},25 de residuos solidos, dos quaes 0^{gr.},80 de natureza mineral e 0,45 de natureza organica. Segundo BAUCHER, na media de 1^{gr.},270, por litro, de residuos solidos (dos quaes 0^{gr.},620 em suspensão e 0^{gr.},650 dissolvidos) as materias mineraes e as organicas correspondem respectivamente a 0^{gr.},815 e a 0^{gr.},455. As aguas de esgoto de Coimbra, do collector que caminha na direcção da Rua da Sophia e lança o seu conteudo a terrenos arenosos do Choupal, continham, em media, em julho e agosto de 1909, 2^{gr.},466 de residuos solidos por litro, dos quaes 1^{gr.},8 dissolvidos e 0^{gr.},666 em suspensão.

1) As *substancias mineraes* dependem em grande parte: as dissolvidas — da composição das aguas utilizadas pela população; as suspensas — das industrias da povoação e, com o *systema unitario*, da composição do solo.

Originarios de substancias alimentares, passam ao esgoto, com os residuos de cosinha e excrementos, diversos compostos (chloretos da urina, acido phosphorico e potassa das fezes, etc.), que se podem encontrar no *sewage*, livres e independentes ou em combinações organicas.

2) As *materias organicas* podem dividir-se em dois grupos; um comprehende: a) residuos cellulosicos de papel e vegetaes, amido, dextrinas, assucares, alcooes e aldehydes, acidos vegetaes, materias gordas, constituindo as *substancias ternarias*, substancias, colloidaes ou soluveis, compostas de carbono, hydrogeneo e oxygeneo; o outro grupo contém: b) materias como as que se encontram nas dejeções dos homens e animaes, nos residuos solidos e liquidos de drenagem dos matadouros, leitarias, etc., isto é, as *substancias quaternarias* ou *azotadas*, em que, além do carbono, hydrogeneo e oxygeneo, entra o azote, e que frequentemente se combinam com o enxofre, ferro, phosphoro, potassio, sodio, calcio ou com outras substancias que nos alimentos se encontram, dando compostos organo-metallicos muito complexos. No grupo das substancias azotadas, pela maior parte de origem animal, estão as albuminas, a caseina, a fibrina, a lecithina, a gelatina, o gluten,

a urêa e todos os productos de desintegração que d'estes compostos levam ao ammoniaco.

Com effeito, quer ternarias quer azotadas, as substancias organicas, vegetaes ou animaes, soffrem nos esgotos continuas acções transformadoras; como veremos, são seres microbianos os agentes principaes de taes transformações. As substancias ternarias são sobretudo influenciadas por gergens anærobios, que, decompondo-as, lhes roubam o oxygeneo, libertando acido carbonico e hydrogeneo ou hydrogeneo carbonado. As substancias quaternarias passam por transformações mais complicadas, em que tomam parte importante, como provocadores, não só gergens anærobios, mas tambem, por vezes antes d'elles, microbios ærobios; as materias azotadas complexas são levadas, em phases successivas de desintegração, a compostos ammoniacaes e a corpos de natureza humica, com perda possivel e variavel em quantidade de ammoniaco, acido carbonico, hydrogeneo livre ou carbonado, azote gazoso, etc.; em certas condições, realisam-se ainda acções oxydantes finaes que transformam os compostos ammoniacaes em nitritos e nitratos (1).

Ora, da natureza intima da maior parte das substancias organicas, quando ainda nos graus pouco avançados das transformações que concorrem a simplificar-as, pouco se conhece. D'aqui resulta que, se é relativamente facil achar, com certa approximação, qual a quantidade total das materias organicas contidas n'uma agua de esgoto, ha comtudo n'este liquido um grande numero de compostos que não é possivel determinar isoladamente, tanto mais que, na maior parte, elles se encontram em proporções minimas que os processos de analyse usados não poderiam verificar.

Mas, ainda quando estas determinações fossem realisaveis, a verdade é que, em virtude da grande instabilidade de taes compostos e das continuas modificações que soffrem, pouca utilidade haveria em fazel-as.

(1) A este assumpto voltaremos mais tarde com maior demora.

De maior vantagem, por certo, seria, então ainda, recorrer ao meio a que agora, por falta de outro, somos obrigados a lançar mão; isto é: precisar de uma maneira geral a natureza chimica de um liquido residual pela busca de elementos simples e pela determinação do modo porque alguns d'elles se combinam com outros, por fôrma a constituirem grupos de compostos, mais ou menos complexos mas faceis de distinguir entre si.

Assim, procurar-se-á a riqueza em azote, carbono, chloro e quaes as variedades das combinações em que, os primeiros, entram. Determinar-se-ão tambem as quantidades de cal, enxofre, potassa, phosphoro, etc., que, geralmente, existem em proporções pequenas.

O *azote*, que provem principalmente das substancias animaes residuaes (por cabeça e dia, segundo FRANKLAND, 1^{sr}, 34 nas fezes e 10^{sr}, 5 na urina, em azote organico) entra, como se disse, em combinações mais ou menos complexas, desde os corpos organicos elevados ao ammoniaco e d'este aos nitritos e nitratos. Tambem, segundo o estado de maior ou menor complexidade do corpo em cuja composição entra o azote, assim este elemento se diz *organico*, *ammoniacal*, *nitroso* ou *nitrico*. O *azote combinado total* é a somma d'estas quatro especies de azote cuja determinação processos apropriados permitem fazer separadamente.

No *azote organico* distingue-se por vezes o *azote albuminoide*, que um processo especial de analyse indica; mas não vae além d'isso a possibilidade de determinação da natureza chimica da substancia em cuja composição entra o *azote organico*. Um terço, pouco mais ou menos d'este azote pertence ás substancias suspensas.

Nas condições habituaes nos esgotos, os nitratos e nitritos só serão encontrados quando o *sewage* seja muito fresco; ao contrario, o *azote ammoniacal* e o *organico* existirão sempre.

Mas, além do *azote combinado*, ha ainda o *azote gazoso* em solução na agua de esgoto (13^{cc.} a 15^{cc.}, 5 por litro) que corres-

ponde não só ao que a agua de distribuição tem retirado da atmosphaera, mas ainda áquelle que se origina nas decomposições da materia azotada do liquido residual.

O *carbono* dá, semelhantemente ao azote, uma idéa da riqueza em materia organica. Da substancia carbonada, metade, em media, está em suspensão.

Da decomposição das materias carbonadas resulta tambem para a agua de esgoto uma certa abundancia em CO_2 dissolvido (30 a 48^{cc}. por litro nos *sewages* de Kingston e Woolwich em 1859, segundo MILLER).

Mas é de notar que as quantidades de N e CO_2 encontradas em solução em excesso sobre as da agua distribuida não correspondem ao total de taes gazes originado na destruição da materia organica. Com effeito, uma quantidade maior ou menor pôde escapar-se do liquido em certas condições.

O *chloro* (quasi totalmente sob a fórma de chloreto de sodio), n'uma agua de esgoto livre de liquidos industriaes, provém, na sua maior parte, da urina, que o contém em si na dose de 0,45 0/0. Ora, o chloro permanece no liquido quasi sempre sem alteração e reconhecivel facilmente; assim, o seu excesso na agua de esgoto sobre o chloro da agua distribuida á população de uma cidade dará uma idéa da proporção em que a urina entra na composição do liquido residual (1); esta idéa, por certo apenas approximada, visto que varios liquidos domesticos podem temporariamente augmentar a riqueza da agua de esgoto em chloro, será comtudo sufficiente para, até certo ponto, permittir apreciar a concentração. Assim, ao passo que uma agua ordinaria não conterà mais de 40 a 20^{mg}. por litro e as aguas de esgoto fracas 70^{mg}., as aguaes residuaes

(1) O chloro é fornecido tambem por certas aguas industriaes (*decapage* de metaes, galvanoplastia, tinturaria, etc.). Quando existam em abundancia liquidos d'estes no *sewage* não se poderá, naturalmente, calcular em boas condições a quantidade de urina pela riqueza em chloro.

mais fortes poderão ter 400^{mg.}, e mais, por litro. As aguas de esgoto de Coimbra, do collecter da Sophia, apresentavam em julho e agosto de 1909 variações entre 417^{mg.} e 603^{mg.} de chloro, por litro, nas analyses que d'ellas fiz.

O *phosphoro* é principalmente fornecido pelas excreções. Por cabeça e dia, segundo FRANKLAND, as materias fecaes conteriam 1^{gr.},88 e a urina 2^{gr.},11 de phosphoro expresso em P₂O₅.

Na agua de esgoto de Londres o acido posphorico total corresponde, segundo FULLER, a 4^{gr.},3 por cabeça e dia; d'esta quantidade, 2^{gr.},4 encontram-se dissolvidos e 2^{gr.},2 nas materias suspensas; quanto á sua origem, 2^{gr.},4 derivariam dos excreta (1^{gr.},4 em dissolução e 1^{gr.} em suspensão) e 1^{gr.},9 de outras substancias (0^{gr.},7 em dissolução e 1^{gr.},2 em suspensão).

A *potassa* provém tambem em grande parte das fezes e urina. FULLER, fazendo o calculo por cabeça e dia, na agua de esgoto londrina, encontra a potassa na dose de 3^{gr.},4 (3^{gr.} em dissolução e 0^{gr.},4 em suspensão), dos quaes derivam das excreções 1^{gr.},9 (1^{gr.},5 em dissolução e 0^{gr.},4 em suspensão) e de outras proveniencias 1^{gr.},5.

Além do azote e do gaz carbonico, outros gazes, produzidos pelas fermentações, podem ficar em parte dissolvidos e em parte libertar-se, motivando cheiros. Entre elles predominam a *methana* e o *hydrogeneo sulfurado*.

Na agua de esgoto o *oxygeneo* será sempre em dose infima se não faltar por completo (5^{cc.} a 0 por litro); as quantidades d'este gaz que existem na agua diluidora das materias usadas depressa serão consumidas pela parte oxydavel d'estas, desaparecendo, ao passo que o CO₂ augmenta. Mas a oxydação assim realisada resultará sempre incompleta e, no *sewage*, ficarão ainda quantidades consideraveis de materia oxydavel. Precisamente em tal facto, determinando as quantidades de oxygeneo absorvido em dadas condições pelos componentes

do liquido residual, fundam-se processos que dão uma idéa da riqueza d'este em materia organica.

Chama-se *percentagem de saturação ou arejamento* de uma agua de esgoto a relação entre a quantidade de oxygeno dissolvido n'ella, multiplicada por 100, e a quantidade de oxygeno que uma boa agua potavel contém á mesma temperatura e pressão.

ADENEY, partindo de que o volume de N é, n'uma agua natural bem arejada, duplo de O, propõe tornar a percentagem de saturação de uma agua residual egual a

$$\frac{\text{O dissol. na agua residual} \times 100}{\frac{1}{2} \text{ N dissolvido}}$$

Mas não é correcta tal pratica porque o N da agua residual poderia não ser só o que já existia na agua de diluição mas tambem uma parte do que resultasse das decomposições da materia. De resto, as temperaturas e a pressão podem ter variado e as comparações resultam impossiveis para os volumes de um mesmo gaz em occasiões diversas.

*

As medias dos resultados obtidos nas analyses feitas em julho e agosto de 1909 dão para a agua de esgoto de Coimbra, do collector da Sophia, a composição seguinte (1):

	mg. por litro
Materias suspensas ...	{ organicas 467
	{ mineraes 199

(1) A elevada quantidade de ammoniaco, concorrendo para a excessiva alcalinidade, resulta por certo em grande parte das aguas residuaes da fabrica do gaz que a este collector são lançadas. Na dosagem dos chloretos não foram descontados os sulfocyanetos; assim os numeros obtidos são algum tanto exagerados.

Nomes das cidades	Materias em suspensão			Materias dissolvidas										Azote total		
	Mineraes	Organicas	Azote contido nas materias organicas	Tolaeas	Materias organicas	Perda no rubro	Azote organico	Azote ammoniacal	Acido phosphorico	Potassa	Cal	Magnesia	Acido sulfurico		Chloro	Acido nitrico
I. — Cidades praticando o tudo ao esgoto																
16 cidades inglezas (media de 50 analyses)	241,8	250,1	"	720,0	"	1518,0	21,1	55,2	"	89,0	484,0	56,0	"	106,0	0,03	77,5 ⁽¹⁾
Paris. Collector de Saint Denis	221,0	"	"	"	793,0	43,9	140,0	40,0	40,0	35,0	403,0	18,0	"	"	"	140,0
— de Clichy	652,0	"	"	683,0	161,0	11,6	53,2	17,0	17,0	44,0	111,0	14,0	24,0	70,0	"	61,8 ⁽¹⁾
Dantzig	226,0	356,0	"	1088,0	313,2	108,8	108,8	31,6	31,6	72,9	107,5	20,8	72,6	264,6	"	108,8
Berlin (media de 30 analyses)	382,6	701,9	"	772,2	242,7	18,0	73,8	19,6	60,4	81,8	21,2	77,0	77,0	182,8	"	91,8
Breslau — 72	204,7	200,0	"	2791,4	589,7	59,1	89,1	43,4	180,7	232,1	"	326,8	715,0	"	182,0	
Halle — 6	188,8	405,2	38,1	2791,4	589,7	59,1	89,1	43,4	180,7	232,1	"	326,8	715,0	"	182,0	
Francfort-sur-Mein	387,0	806,0	45,0	898,0	517,0	11,0	63,0	"	"	77,0	"	71,0	30,0	"	119,0	
Media (excepto Paris)	271,2	445,7	41,6	1161,5	364,7	24,4	66,9	25,6	89,5	121,7	18,7	114,3	252,3	"	107,4	
II. — Cidades não recebendo materias fecaes nos esgotos																
16 cidades inglezas (media de 50 analyses)	178,1	213,0	"	824,0	"	182,2	19,7	44,8	"	89,2	"	"	"	115,4	"	64,5 ⁽¹⁾
Zarich (media de 4 analyses)	36,1	91,5	14,5	480,0	381,0	160,0	18,5	8,8	8,5	"	"	"	"	22,7	"	131,3
Munich, effluxo do dia	49,0	31,0	"	342,0	219,0	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
— , effluxo da noite	84,0	77,0	"	342,0	219,0	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Breslau	210,8	"	"	729,2	333,8	2,6	24,7	"	"	"	"	"	"	78,7	"	40,5 ⁽¹⁾
Dortmund (media de 7 analyses)	185,5	244,3	18,1	965,9	263,8	26,2	27,2	13,2	13,2	49,7	127,5	27,0	90,5	134,6	"	75,5
Essen	218,8	442,0	24,1	1817,2	367,2	20,7	47,6	23,1	23,1	81,2	147,2	"	"	628,1	"	92,4
Brunswick	105,2	213,4	19,3	843,2	229,6	12,2	38,1	13,1	13,1	65,0	76,8	"	"	231,0	"	69,6
Halle (media de 5 analyses)	447,5	635,0	54,5	857,5	390,0	92,5	42,2	42,2	29,4	122,5	32,4	"	89,2	213,1	"	147,0
Media (Munich, Zarich e Ortensen exceptuados)	402,0	423,4	23,9	1633,0	329,0	21,3	67,8	27,6	176,0	275,2	"	"	354,8	209,1	"	112,9
Media (Munich, Zarich e Ortensen exceptuados)	263,7	345,8	28,9	975,0	313,1	16,4	40,5	24,0	80,0	150,5	27,7	89,8	164,1	"	"	84,6

(1) Não comprehende o azote das materias suspensas.

	mg. por litro
Materias dissolvidas.....	1800
Oxydabilidade, pelo permanganato em solu- ção alcalina, com ebullicão por 10 mi- nutos (em O)	99
Azote ammoniacal (em AzH ³).....	90,8
Nitratos.....	} vestigios
Nitritos	
Chloretos (em chloro)	500
Alcalinidade (em carbonato de calcio)....	1433

Comparando estes resultados com os de analyses de aguas de esgoto de muitas outras cidades que o quadro de IMBEAUX menciona, vê-se que o liquido residual de Coimbra, do collecto em questão, é dos mais concentrados.

A quantidade de agua utilizada pelos habitantes tem sobre a concentração da agua de esgoto uma influencia capital, pois que d'essa quantidade dependerá a massa total do liquido que vehicula as materias rejeitadas.

A grande concentração do *sewage* de Coimbra explica-se pela reduzida porção de agua que a sua população gasta. Em 1902, essa quantidade corresponderia por cabeça, segundo o Prof. DR. SOBRAL CID, a 44 litros, contando não só a agua retirada das canalisações distribuidoras mas ainda a que a população colhe, directamente, no rio ou nas fontes (1).

(1) D'esses 44 litros calcula o citado Professor que 33 litros são de agua do rio filtrada e distribuida pelas canalisações (11 gastos em usos collectivos municipaes e 22 dispendidos para usos individuaes) e 11 litros de outras proveniencias (para usos individuaes).

O consumo de agua canalizada foi augmentando com a população. Aos 226.930 m³ de agua gasta em 1900 substituem-se 326.764 m³ em 1905. É de notar que o augmento de agua consumida durante este anno não foi só devida ao accrescimento da população mas tambem a providencias sanitarias contra a epidemia da variola.

Mas ainda então, no «Relatorio sobre as contas da gerencia muni-

Tão limitado consumo não é justificado aqui pela falta de agua disponivel (1).

Em certas regiões muito seccas, porém, este liquido es-casseia verdadeiramente; então, as aguas de esgoto podem tornar-se extremamente concentradas.

As aguas residuaes de Blœmfontein (Orange), em 1901,

cipal de 1905» o Prof. DR. MARNOCO E SOUSA diz: «Para as cidades que teem menos de 100.000 habitantes é geralmente admittida a taxa diaria de 100 a 110 litros de agua. Com a população de 21.190 habitantes que tem a cidade e Santa Clara, segundo o progresso demographico accusado pelo ultimo censo, e com o consumo theorico de 110 litros, teremos

$$21.190 \times 110 \times 365 = 850.778.500 \text{ ou } 850.778 \text{ m}^3.$$

O consumo real não corresponde a este consumo theorico exigivel». «O consumo de 326.760 m³ mesmo accrescentado com o consumo da agua das fontes da cidade fica assim muito abaixo do consumo theorico exigivel. Coimbra precisa, pois, de um consumo mais largo e abundante de agua».

Em 1906 o consumo de agua do rio filtrada e distribuida pela canalisção foi de 368.454 m³, em 1907 de 365.315 m³ e em 1908 de 395.529 m³.

O pequeno augmento da quantidade de agua consumida não póde ter contribuido sensivelmente para a diluição do *sewage*, visto que corresponde a um augmento ainda importante de população.

(1) «A população ainda hoje consome apenas, com effeito, uma pequena fracção da disponibilidade que lhe assegura o serviço municipal. Em todos os projectos de abastecimento se calculou uma distribuição de 100 litros por habitante. Pois bem, segundo os debitos mensaes dos reservatorios publicados para os ultimos dois annos (1899 e 1900) e no *Relatorio da gerencia municipal*, a população consome annualmente um cubo medio de 225 o que corresponde a 33,5 por habitante». (Dr. JOSÉ CIB — Coimbra. *Demographia e Hygiene*, segunda parte, 1902).

Taes factos poderão resultar, até certo ponto, da deficiencia das installações domiciliarias de canalisações distribuidoras; maior influencia terá, por certo, a pequena quantidade de *water-closets* que se encontram na cidade, onde os *slop-closets* predominam. Taes factores, porém, não bastam ainda para explicar tão reduzido consumo de agua e será necessario entrar em linha de conta com a *hydrophobia* peculiar aos povos meridionaes.

apresentavam a seguinte composição por litro: — solidos totaes (suspensos e dissolvidos) 52^{gr.},56 (dos quaes 42^{gr.},12 de natureza organica), azote organico 4^{gr.},571, azote ammoniacal 5^{gr.},376, chloro 2^{gr.},736; o oxygeneo era consumido na dose de 11^{gr.},312 (RIDEAL).

As cidades providas de *water-closets* não apresentam, geralmente, liquidos rejeitados sensivelmente mais concentrados do que os das povoações em que os dejectos são lançados a fossas. Esse facto, notado pela *Rivers Pollution Commission* ingleza, confirma-se comparando as composições medias dadas por SIR E. FRANKLAND para as aguas de esgoto em cada um dos casos:

Em mg. por litro

	Solidos	Chloro	Carb. org.	N org.	NH ₃	N total comb.	Materias suspensas		
							minor.	org.	Totales
Cidades com fossas ..	824	115,4	41,8	29,7	54,3	64,5	178	213	391
Cidades com <i>water-closets</i>	722	106,6	47	22	67,0	77,3	242	205	447

Isto resulta de que no systema dos *water-closets* fazem-se passar ao esgoto, com as materias fecaes, grandes quantidades de agua destinadas a vehiculal-as.

Nas cidades, porém, em que os *slop-closets* sejam em grande numero (como em Coimbra) a concentração do *sewage* augmentará sensivelmente.

N'uma dada cidade, a concentração da agua de esgoto não será influenciada sensivelmente pelas condições atmosphericas, se se adoptou o *systema separador* na construcção dos esgotos; quando, porém, estes sejam do *systema unitario* o tempo de chuva trará uma diluição do *sewage*, por vezes importante.

Assim, RIDEAL encontra, examinando as aguas de esgoto de uma cidade drenada *pelo systema combinador*: em tempo secco — um liquido espesso e fétido, contendo numerosos fragmentos

de papel e de materias fecaes; em tempo de chuvas abundantes — um liquido amarello acastanhado, turvo, de cheiro terroso. A composição chimica, n'um e n'outro caso, era:

Em mg. por litro

	Solidos em solução	Cl	O cons.	NH ₃ livre	NH ₃ Alb.	N nítrico	N nítrico
Em tempo sêcco. . .	521	75,8	65,7	39,3	8,17	0	0
Com chuvas fortes.	448	55,8	23,6	65	37,9	0,23	Vestigios

Notemos, porém, que, com chuvas fracas, a diluição da agua de esgoto poderá não se tornar maior e que, antes, os productos da lavagem dos telhados e das ruas por uma quantidade relativamente pequena de aguas meteoricas poderão concorrer para augmentar a concentração do *sewage*. RIDEAL afirma, com effeito, que as substancias organicas e mineraes existentes nas superficies que recebem as aguas pluviaes podem tornar estas mais conspurcadas do que um liquido de esgoto de composição media; teria encontrado aguas d'essa natureza contendo, em mg. por litro: chloro 180 a 300, ammoniaco albuminoide dissolvido 20 a 30, solidos organicos (suspensos e dissolvidos) 800 a 1200.

Mas ainda, em tempo secco, n'uma cidade de esgotos separados ou n'uma cidade drenada pelo *systema unitario*, a composição dos liquidos residuaes variará com os dias da semana. Assim, aos domingos haverá geralmente maior quantidade de aguas de banho, ao passo que faltarão os affluxos industriaes; nos dias de mercado liquidos de varia natureza concorrerão para modificar o liquido rejeitado restante, etc.

Finalmente, n'um dado dia a constituição das aguas residuaes soffrerá variações notaveis, tanto mais importantes quanto maior fôr, na cidade, a quantidade de liquidos industriaes que a certas horas são rejeitados. ROLLANTS, na instal-

lação de Madeleine (Lille), fazendo a analyse de 8 amostras de *sewage* colhidas no mesmo dia, de 2 em 2 horas, desde as 6 horas da manhã ás 8 horas da noite, verifica que, em mg. por litro, a materia organica (perda ao rubro) varia de 235 a 620, a oxydabilidade de 12 a 100, o carbono organico dissolvido de 76 a 220, o ammoniaco livre de 2,7 a 24, o azote organico de 1,6 a 19, o chloro de 119 a 514.

De manhã, geralmente, a urina é rejeitada em maior quantidade, como se vê, entre outros signaes, pelo chloro; logo, apparece, tambem, a agua de sabão que, quando o volume da onda total não é consideravel, se torna apparente, muitas vezes, pela opalescencia que dá ao liquido e cuja espuma branca de saes gordos de cal póde formar um deposito nos canos; a este tempo, apparece a alcalinidade fixa com um augmento nos saes de soda. Mais tarde, torna-se apreciavel o cheiro sulfurado resultante dos residuos vegetaes, etc., que as aguas das cozinhas trazem.

A rejeição de liquidos industriaes póde fazer succeder á alcalinidade habitual uma certa acidez transitoria (1). Assim, das 8 amostras analysadas por ROLLANTS uma (a da colheita das 2 horas da tarde) é acida. Em todo o caso, nas cidades onde os liquidos industriaes formam uma pequena parte do debito total, a acidez que d'elles resulta será rapidamente neutralizada pela alcalinidade do liquido restante. A reacção alcalina d'este resulta do carbonato de ammonio, formado na decomposição da urêa, e dos carbonatos alcalinos provenientes da utilização caseira (e industrial) de certas substancias. Diz se a alcalinidade fixa ou volatil; a primeira é principalmente devida aos sabões e á soda de lavagem, a segunda ao ammoniaco livre.

(1) É necessário não esquecer que só encaramos o caso em que os liquidos residuaes industriaes rejeitados para os esgotos são em quantidade relativamente pequena. Com effeito, nas aguas de esgoto que recebem volumes consideraveis de taes liquidos a acidez póde ser habitual.

C) Fauna e flora das aguas de esgoto

O liquido dos esgotos, pela sua temperatura relativamente elevada e pouco variavel e pela sua riqueza em materia organica, constitue, habitualmente, um excellente meio de desenvolvimento de muitos dos organismos inferiores que, provenientes de multiplas origens, a elle passam. O estudo da fauna e da flora de uma agua residual dará, por vezes, indicações uteis sobre o grau de contaminação do liquido. Sêres relativamente elevados que vivem nas aguas menos impuras, são substituidos por outros inferiores quando a impureza augmenta. Em certos casos, a existencia de liquidos toxicos de residuos industriaes nas aguas de esgoto podem tornal-as incompatíveis com a vida de qualquer organismo.

*

Nas circumstancias habituaes de uma agua residual de origem pronunciadamente domestica, pôde, pela simples inspecção de uma amostra colhida recentemente, verificar-se a existencia de pequenos vermes (*Anguillula*, *Nais*, etc.) em continua agitação; um exame mais minucioso, microscopico, revelará a presença de larvas e ovos de insectos, de pequenos crustaceos, de infusorios, de esponjas, de amibas de especies varias, que se nutrem á custa da materia organica.

No *sewage*, porém, ainda se encontram em boas condições numerosas especies de algas e fungos que podem concorrer com os pequenos animaes para a depuração do liquido, pelo consumo que fazem do azote do meio. Muitos d'estes organismos, porém, produzindo durante o seu desenvolvimento substancias analogas a oleos essenciaes ou decompondo-se depois de mortos, e dando origem a maus cheiros muito intensos, constituem inconveniente de muito maior consideração do que a vantagem da depuração a que dão causa.

Mais abundantes e de maior interesse do que estes seres relativamente elevados são os germens bacterianos que pullulam nos liquidos de esgoto: germens ærobios uns, anærobios (obrigatorios ou facultativos) outros, liquefacientes ou não, saprophytas vulgares ou pathogenicos, pertencem a especies tão variadas e numerosas que se torna impossivel, para um dado liquido residual, dar relação de todas ellas.

De entre as muitas bacterias encontradas nas aguas de esgoto por diversos observadores, RIDEAL apresenta algumas na seguinte lista:

Anærobios obligatorios (1)

Bacillus amylobacter, L.

B. enteritidis sporogenes, L.; *cadaveris sporogenes*, L.; *butyricus*, L. (Dão muito gaz).

Spirillum rugula, L. (Muito activo; origina cheiro fecal).

S. amyliiferum. (Actua como fermento poderoso).

Anærobios facultativos ou ærobios

B. fluorescens liquefaciens, L. e *non-liquefaciens*, NL.; *megaterium*, L.; *magnus spinosus liquefaciens*, L.; *mesentericus*, L.

B. vermicularis, L.; *liquidus*, L.; *ramosus*, L.; *mycoides*, L.; *fuscus*, NL.; *nubilus*, L.; *cloacæ*, L.; *ubiquitus*, NL.; *reticularis*, LL.; *cereus*, L.; *circulans*, L.; *hyalinus*, L. (Todos reduzem nitratos a nitritos e a NH_3).

B. aquatilis, LL. (Desenvolve-se muito em soluções ammoniacas); *brunneus*, NL.; *helvolus*, L.; e *superficialis*, LL. (Não reduzem nitratos).

B. saprogenes, I., II., III.; *pyogenes* e *coprogenes fetidus*.

(1) L = liquefaciente.

NL = não liquefaciente.

LL = ligeiramente liquefaciente.

B. putrificus coli, NL; *fluorescens putridus*, L. (Decompõe substancias albuminoides, libertando NH_3).

B. coli coummunis, NL.; *acidi lactici*, NL.; *lactis arogenes*, NL. (Todos produzem gazes).

B. subtilis, L. (Fórmãs muito resistentes; consome rapidamente o oxygenéo).

B. sulphureum, L. (Liquefaz a caseina; produz H_2S).

B. lactis cyanogenus, NL.; *erythrospor*, NL.; *rubescens*, NL.; *pyocyaneus*, L.

Muitas variedades de bacillos thermophylicos capazes de se desenvolverem luxuriantemente acima de 50°C . e produzindo esporos.

Micrococcus (e *Bacillus*) *ureæ*, NL.; *urcæ liquefaciens*, L. (Convertem a urêa em carbonato de ammonio).

M. tetragenus mobilis ventriculi, NL. (Reduz nitratos).

M. casei, NL.; *albicans amplus*, L.; *fervidosus*, NL.

Streptococcus mirabilis, NL.; *vermiformis*, L.; *coli gracilis*, L.; *liquefaciens coli*, L.

Spirillum plicatile, *serpens*, *undula*, *tenue*, e *volutans*.

Sarcina alba e *lutea*, LL.

Proteus vulgaris, L. (Produz NH_3 á custa da materia organica azotada).

Proteus mirabilis, L.; *zenkeri*, L.; *sulphureus*. (O ultimo produz NH_3 e mercaptan).

Geralmente não se faz a especificação da maior parte d'estes germens, ou d'outros muitos que podem existir nas aguas de esgoto. Quando muito, indaga-se da existencia de determinados germens pathogenicos (typhico, choleric, etc.), que podem apparecer (em tempo de epidemias e, frequentemente, nos effluentes dos hospitaes, etc.), mas que habitualmente faltam nos liquidos residuaes.

D'outros germens pathogenicos (*entiritidis sporogenes*, etc.) ou que como taes possam actuar (*b. coli communis*, etc.), cuja existencia, a bem dizer constante, é conhecida, procura-se, por vezes, o valor numerico por c. c.

Mais habitual é a investigação do numero total, por c. c., dos germens aerobios (cultivaveis em certos meios e a determinadas temperaturas): fazendo-se, então, muitas vezes, a contagem separada dos liquefacientes.

O total dos germens anaerobios raras vezes é dado, em virtude da maior difficuldade que ha em fazer a sua contagem.

Na agua de esgoto bruta o numero dos germens aerobios contados pelos processos habituaes varia consideravelmente d'uma para outra cidade e, na mesma cidade, com as varias amostras do liquido. Assim, se ha aguas de esgoto que conteem pouco mais de 1 milhão de germens por c. c., outras tem muitas vezes esse numero (23 milhões de bacterias, cultivaveis em gelatina a 27°, no verão, em Guildford, segundo RIDEAL).

As aguas de esgoto de Coimbra, do collecter que corre parallelamente á rua da Sophia a desembocar em terrenos arenosos do Choupal, revelaram uma grande riqueza em germens nas analyses que d'ellas fiz em julho e agosto de 1909. Os numeros obtidos variaram entre limites muito afastados, mas nunca desceram abaixo de 10 milhões por c. c. (1). Os germens liquefacientes raro excederão um milhão e poucas vezes descerão abaixo de uns 20 mil por c. c.

Dos germens especificados, os mais vezes contados são o *coli* e *enteritidis sporogenes*; ambos elles variam, tambem, muito em quantidade; o *coli*, que vae de varios milhares a alguns milhões (10 milhões em Guildford), é sempre mais abundante do que o *enteritidis sporogenes*, que raro excederá mil por c. c.

Houston, no seu relatorio de julho de 1900, diz que os

(1) Mais tarde, quando me occupar dos processos de investigação da composição das aguas de esgoto, farei notar as numerosas causas de erro que, quando da determinação numerica dos germens, fazem que os resultados obtidos só tenham valor muito relativo.

streptococcus são as mais pathogenicas das bacterias da agua de esgoto ; n'este liquido existem em abundancia, provindo, em grande parte, do intestino do homem e animaes. O solo ou a agua não deveriam conter taes germens a não ser que tivessem sido contaminados por *sewage* ou materias fecaes e, ainda, recentemente, porque a vitalidade d'esses organismos é muito fraca. Assim, a investigação dos streptococcus poderia ser util para estabelecer a polluição ou não polluição por liquidos rejeitados ou fezes.

IV

Auto-depuração das aguas de esgoto

Vimos que os liquidos residuaes variam em composição de uma para outra cidade e que, n'uma dada povoação, o effluente dos esgotos apresenta, com as varias horas do dia, modos de constituição diversos.

Mas ha mais; a composição de uma certa porção de agua de esgoto considerada isoladamente não é, n'um dado momento, a que anteriormente tinha tal amostra, como não é tambem a que ella ulteriormente terá.

Durante o seu percurso nos esgotos, desde os *water-closets* ou outros logares de lançamento até ao seu terminus nas correntes naturaes ou obras de depuração, o liquido rejeitado, longe de se conservar identico a si mesmo, soffre transformações continuas que o tornam muito differente do que era primitivamente, em aspecto physico e em composição chimica e bacteriologica. As acções transformadoras accentuar-se-ão se o liquido, retirado dos esgotos, ficar sujeito ás condições naturaes.

Ora, no seu conjuncto, estas modificações tendem, geralmente, a melhorar as aguas de esgoto sob o ponto de vista sanitario e de tal fórma que, dos processos depuradores postos em prática, alguns dos mais importantes pela sua efficacia visam, em grande parte, á regularisação voluntaria e razoavel, de modo a tornal-as mais proveitosas, das condições que nas aguas de esgoto realisam esta auto-depuração.

Compreende-se, pois, a necessidade de indicar, pelo menos de um modo geral, em que consistem as transformações que as aguas de esgoto soffrem espontaneamente e qual a sua natureza.

A) Transformações espontaneas das aguas de esgoto.
Sua tendencia simplificadoras

Já de um modo grosseiro, pelo exame physico das aguas á saída dos esgotos, se nota que ellas estão longe de apresentar a mesma apparencia que revestiam quando rejeitados nos pontos de origem do seu percurso. As materias residuaes solidas de toda a natureza que passam ao esgoto dividem-se, fragmentam-se e dissolvem-se, em grande parte, no liquido que as vehicula e que, assim, adquire um novo aspecto á medida que se liberta de substancias volumosas.

Recorramos á analyse chimica e veremos que as modificações se tornam ainda mais apreciaveis. RIDEAL, calculando em 116 litros por pessoa e dia a quantidade de agua deitada ao esgoto com as materias sujas, acha que o azote organico no *sewage* fresco deverá ser de 100 mg. por litro: no terminus dos esgotos apenas, porém, encontra de 20 a 10 mg. ou menos ainda. Em compensação, nota um augmento correspondente do ammoniaco que sobe desde vestigios, em que primitivamente existia nos pontos do esgoto visinhos do logar de rejeição, até 80 mg. por litro, e mais (1); ao mesmo tempo vê que o azote total diminuiu (por perda de N gazoso).

Mas tomemos uma porção do liquido já modificado durante o seu percurso nos esgotos, n'um frasco que, mal cheio e desrolhado, se abandone á temperatura ordinaria. Vêr-se-á

(1) D'aqui resulta que a relação entre as quantidades de azote ammoniacal e de azote organico que na parte inicial do percurso dos esgotos é sempre muito menor de que 1, no terminus d'estes torna-se igual ou mesmo superior á unidade.

que, depois da formação de um sedimento, o liquido mal cheiroso e turvo, cinzento ou amarellado, toma, pouco a pouco, um novo aspecto, leitoso opalino, que, por seu turno, perde para se apresentar, ao fim de 15 a 20 dias, limpido, incolor e inodoro. Se o frasco ficou exposto a luz solar directa, no liquido desenvolve-se grande quantidade de algas que lhe dão um tom esverdeado mais ou menos carregado (1).

As modificações da composição chimica do liquido assim abandonado não são tambem menos notaveis; vão tão longe e são tão profundas que, por desapparecimento de certos compostos e apparecimento de outros, tornam a composição de uma dada amostra completamente differente da que pouco tempo antes se lhe encontrava.

As transformações, se bem que atinjam quasi todas as substancias que o liquido contém, não se realisam para todas ellas com a mesma rapidez e intensidade.

O chloro permanece em quantidade quasi constante.

A materia organica diminue, mas com uma certa lentidão e nunca desaparece inteiramente (2). Os compostos ammo-

(1) No dia 7 de julho de 1909 um grande frasco desrolhado contendo agua de esgoto de Coimbra, sob a fórma de um liquido amarello carregado, de cheiro pronunciadamente sulphydrico, foi collocado no parapeito de uma das janellas do Museu de Hygiene; no dia 16 o tom esverdeado estava nitidamente perceptivel; a 23 por entre as algas mais desenvolvidas conhecia-se o liquido descórado; a 27, as algas, depositadas, formavam um fundo verde ao liquido limpido, incolor e, de ha muitos dias, inodoro. Uma porção do mesmo liquido, n'outro frasco, foi collocada no chão, ao abrigo da luz viva; a turvação e o mau cheiro desapareceram dando logar a um deposito negro carregado e a um liquido limpido e incolor cujo aspecto não chegou a ser mascarado, como no caso precedente, pelo desenvolvimento de algas.

(2) Agua de esgoto de Coimbra exposta ao ar desde 7 de julho com materia organica correspondendo a 88 mg. de oxygeneo roubado por litro ao permanganato em soluto alcalino, com ebullicão por 10 minutos, tinha a 27 do mesmo mez a materia organica correspondentente a 48 mg. e a 9 de novembro a correspondentente a 36 mg. de oxygeneo consumido nas mesmas condições.

Роснх, n'um liquido residual contendo 35 mg. de materia organica

niacaes que se formam, como vimos, durante o percurso nos esgotos, augmentam ao principio algum tanto mas logo baixam e desaparecem em breve (1).

Em quantidades abundantes e quasi sempre crescentes, formam-se nitratos que no *sewage* recente habitualmente faltam; comtudo a proporção de taes compostos pôde em certas circumstancias de mau arejamento retrogradar: então, ou se dá o apparecimento concomitante de nitritos ou uma libertação de azote gazoso, que tambem pôde resultar da decomposição dos nitritos ou de outros corpos mais complexos (como no interior dos esgotos acontecia). Com esta perda de azote como gaz, continua a baixar, naturalmente, a quantidade de azote total combinado (2).

(expressa em 0 roubado ao permanganato), encontra ainda 4 mg. depois de 3 annos de exposição ao ar, no laboratorio.

(1) Agua de esgoto de Coimbra contendo a 7 de julho 91mg,8 de ammoniaco por litro, depois de 30 dias de exposição ao ar apenas continha vestigios; em outubro o ammoniaco faltava por completo.

(2) Em virtude da relação existente a cada momento entre a quantidade quasi constante de chloro e a do azote total combinado, que vai diminuindo, pôde calcular-se, até certo ponto, a idade de uma dada porção de agua de esgoto e o grau de avanço das transformações soffridas. Nas excreções frescas, considerando os solidos e a urina juntamente, a quantidade do azote total excede a do chloro; o mesmo acontecerá ainda na agua de esgoto fresca, quando o azote ainda está fixo, se a agua diluidora não é muito rica em chloro; mas logo que as transformações se dão e o azote se perde parcialmente, a quantidade de chloro torna-se preponderante. RIDEAL dá a formula $R = \frac{N \times 100}{Cl}$ na qual N representa azote e Cl o chloro da agua de esgoto e a formula $R = \frac{N \times 100}{Cl - W}$ em que, além dos valores indicados já, entra o de W que representa a quantidade de chloro na agua de diluição (que convém subtrahir do total, quando seja em certas proporções). Acha-se que R é superior a 200 nos excreta frescos, superior a 100 no *sewage* fresco e diminue tanto mais quanto mais antigo for o liquido. Esta relação dará naturalmente valores mais baixos para R quando, além da urina, haja outras fontes importantes de Cl (certos liquidos residuaes industriaes, notadamente).

N'estas transformações acontece, como vimos, que o ammoniac e outras substancias alcalinas, desaparecem para dar lugar á formação de acidos nitroso, nitrico, carbonico, etc., que se combinam com a cal e a soda. D'aqui vem uma diminuição progressiva da alcalinidade do *sewage* (1).

É de vêr, pois, que as transformações chimicas tendem a levar a materia organica azotada a compostos mais simples e menos nocivos, oxydados em phases successivas, conseguindo ou não a completa oxydação do azote, segundo as condições do logar (arejamento, temperatura e luz) em que a agua tenha estado e segundo o tempo decorrido (2).

A direcção geral que taes transformações tomam era bem indicada, já em 1865, por ALEXANDRE MUELLER, que, estudando não só a phase de oxydação, mas tambem a phase preliminar de acções dissolventes que em boas condições se realisam, affirmava que «a agua de esgoto rica em substancias organicas é sêde de um processo de decomposição bastante activo pelo qual taes substancias são dissolvidas como corpos mineraes ou, n'uma palavra, mineralisadas, tornando-se aptas a ser utilizadas pelas plantas como alimentos».

(1) Agua de esgoto de Coimbra com uma alcalinidade de 600 mg. de carbonato de calcio por litro, depois de 20 dias de exposição ao ar tinha a alcalinidade reduzida a 300 mg., e depois de 4 mezes, a 200 mg.

A diminuição do grau da aléalinidade tem sido proposta para julgar do avanço das acções depuradoras.

(2) A relação que mantem entre si as varias especies de azote (organico, ammoniacal, nitroso e nitrico) poderá dar uma idéa justa do grau de avanço das transformações que a substancia tem soffrido.

Sendo a parte não oxydada do azote, isto é, o azote organico e o ammoniacal, a que corresponde ás substancias offensivas, fermentesciveis e productoras de cheiros, e entrando o azote oxydado na composição de substancias inoffensivas — nitritos e nitratos, pôde-se em presença de uma amostra de liquido residual apreciar a sua nocividade, n'uma dada occasião.

*

Mas, além da simplificação dos compostos chimicos, pôde verificar-se que ha uma reduçãõ importante em o numero dos germens microbianos. N'uma porçãõ de agua de esgoto que continha 15 milhões de germens aerobios por c. c. ROUCHY encontrou apenas 1:550 por c. c. depois de conservada em frasco aberto a 30°, durante 1 anno.

B) Natureza biologica das acções modificadoras das aguas de esgoto

Durante muito tempo, depois de conhecidas as transformações de tendencia depuradora que soffrem as aguas de esgoto, foram ellas attribuidas a acções puramente moleculares. Já no principio do seculo XIX alguns consideravam a destruição da materia organica como dependente da actividade de organismos vivos; mas, até que PASTEUR demonstrou claramente que, sem a presença de taes seres, as fermentações e putrefacções não se realisam, aquelle modo de vêr foi contrariado pelo de LIEBIG e de seus discipulos que sustentavam a *theoria catalytica*, segundo a qual certas substancias, ao decomporem-se, teem o poder de alterar e destruir as materias organicas em contacto com ellas.

Em 1865, porém, já decisivamente affirmava MUELLER que o processo de que resultam as modificações na composição do *sewage* se ao «observador superficial se apresenta como um processo de auto-redução chimica, é na realidade, contudo, principalmente um processo de digestão, no qual varios organismos vegetaes e animaes, quasi sempre microscopicos, utilisam para as suas necessidades vitaes a energia organica armazenada nas materias complexas do liquido» (1).

(1) D'esta fórma, reconhecendo a vantagem de uma acção biologica apresentava e registrava, o mesmo autor, em 1878, um processo em que

Desde 1861 que, em França, se usava a *fossa Mouras*, constituida por um reservatorio fechado, onde «rapidamente se transformam em liquido homogeneo, apenas ligeiramente turvo, todas as materias que n'elle se lançam, ficando reduzidas a substancias em suspensão de tamanho difficilmente visivel». O autor explicava estes factos pelo principio de que os dejectos animaes conteem em si os elementos necessarios e sufficientes para liquefazel os por acções de fermentação e dissolução, e o abbade MOIGNO, no *Cosmos le Monde* de dezembro de 1881, lembrava se «os agentes invisiveis de taes transformações não poderiam ser aquelles vibrões anærobios que, segundo PASTEUR ... sômente manifestam a sua actividade em vasos dos quaes o ar é excluido?».

Tambem em 1881, HATTON, estudando as condições em que a redução dos nitratos se dá, affirmava a existencia de influencias bacterianas que motivam a libertação de anhydrido carbonico e de azote gazoso com absorpção de oxygeneo. Em 1884, DUPRÉ affirmava, igualmente, a realidade de acções biologicas, concluindo das suas experiencias que «o consumo de oxygeneo dissolvido na agua é devido á presença de organismos, na falta completa dos quaes pouco ou nenhum oxygeneo se consome» (1).

Em 1885, na Allemanha, EMICH, observando as aguas e os liquidos de esgoto, antes e depois de arejados, e sujeitando-os ou não a acções esterilisoras, notou que em liquido previamente fervido a auto-depuração se não dava desde que se impedia a entrada a novos germens; ao contrario, não se satisfazendo a esta ultima condição e deixando o liquido fervido exposto ao ar ou addicionando-lhe liquido não esteril, as modificações de tendencia depuradora voltavam a produzir-se,

se procurava utilizar os germens microbianos como agentes depuradores da agua de esgoto.

(1) Mais tarde, em 1896, o mesmo autor propunha que se cultivassem estes organismos e se lançassem ao Sena para ajudarem à purificação do rio conspurcado pelas aguas residuaes.

diminuindo bastante a quantidade de permanganato de potassio necessaria para a oxydação da materia organica e augmentando a proporção dos acidos nitroso e nitrico.

A oxydação assim obtida, favorecida pelas boas condições de arejamento, era sempre muito mais pronunciada do que a que poderia ser devida á acção directa do oxygeno do ar ou á que resultasse do uso de ozone ou peroxydo de hydrogeneo.

D'esta fórma, affirmavam estes e outros autores a natureza microbiana das acções dissolventes e mineralisantes, umas anaerobias, aerobias outras, que, em condições apropriadas, se passam no liquido de esgoto (1). Hoje está esse facto plenamente estabelecido e, por experiencias de laboratorio, é facil tornar patente a influencia predominante dos germens nas modificações que soffrem os liquidos residuaes.

*

Modificando a experiencia de pag. 61, enchamos um frasco completamente com uma agua de esgoto e, depois de hermeticamente rolhado, colloquemol-o á temperatura ordinaria; notar-se-á que, depois de uma clarificação, com formação de deposito, o liquido, que na parte superior desaparece para dar logar a uma camada de gaz, póde adquirir uma relativa limpidez e descórção se a agua foi bem arejada antes de encerrada no frasco; taes limpidez e descórção, serão, porém, muito mais demoradas no apparecimento e muito menos pronunciadas na intensidade do que a que adquire a mesma agua

(1) Tambem, em 1887, Bolton recommendava que, quando se quizesse depurar uma agua de esgoto, se procurasse não prejudicar, e antes sempre favorecer, a acção benefica dos organismos vivos do liquido, porque todos os processos efficazes de depuração, a não ser o da destruição pelo fogo, teem esses germens por principaes agentes.

conservada n'um frasco mal cheio e desrolhado (1). Se, porém, a agua de esgoto não foi arejada por passagens repetidas entre varios recipientes e se guarda directamente no frasco bem cheio e hermeticamente rolhado, nunca se obterá a descórção e o liquido não irá além de um aspecto leitoso e opalino (2) ou castanho claro. Se um frasco cheio n'estas ultimas condições, em vez de se conservar á temperatura ordinaria, se leva á estufa a 30° e ahi se abandona, nota-se que, ao fim de certo tempo depois de se ter formado o sedimento, este escurece visivelmente, bem como o liquido em toda a altura do qual se veem materias negras de aspecto pulverulento que parecem de deposição difficil; o liquido acaba, porém, ao fim de alguns dias, por clarificar-se, perdendo a côr escura intensa, dando-se,

(1) No dia 7 de julho foram collocados na janella do Museu de Hygiene, ao mesmo tempo, o frasco desrolhado e contendo só até meio agua de esgoto bruta a que já me referi, e outro frasco completamente cheio com identico liquido, previamente bem arejado por trasbordo entre dois vasos. Este ultimo frasco estava hermeticamente fechado. O liquido tornou-se esverdeado como o do primeiro frasco, pelò desenvolvimento de algas, e mais ou menos limpido e descórado com a deposição parcial d'estas. Estes factos, porém, só se tornaram apparentes em 3 a 5 de agosto, ao passo que no frasco desrolhado já algum tempo antes (27 de julho) tinham attingido um grau definitivo.

Com o mesmo liquido, um frasco cheio e rolhado nas mesmas condições foi collocado ao abrigo da luz. Aqui, ainda, a limpidez e descóramento se deram, agora sem desenvolvimento de algas, mas mais lentamente e menos completos do que no liquido contido em frasco mal cheio e desrolhado egualmente collocado ao abrigo da luz viva.

Em qualquer dos casos, nos frascos rolhados nota-se o desaparecimento do liquido na parte superior; ao abrir-se o frasco, os gazes que o substituem sahem violentamente.

(2) Este aspecto da agua de esgoto é comparado por ROUCHY ao de um soluto salino no qual se tenha feito passar durante muito tempo uma corrente de hydrogeneo sulfurado. N'este caso, o tom leitoso é devido a formação de um muito tenue precipitado de enxofre; no caso do *sewage*, quer ROUCHY que a causa seja a mesma e que, se o aspecto opalino vem a desaparecer na agua depurada, é porque se realizou n'ella a oxydção dos compostos sulfurados.

concomitantemente, o escurecimento do tom e o augmento do deposito (1).

Lancemos, agora, n'um frasco, uma quantidade de agua de esgoto a que se addicionou um antiseptico que não modifique a sua composição chimica (formol, por exemplo), mas que se opponha á vida microbiana; n'este caso, depois de soffrer, como nos casos antecedentes, a acção da sedimentação, o liquido permanecerá indefinidamente sem dar origem a gazes e sem que sobrevenham limpidez e descórção, quaesquer que sejam as condições de temperatura, arejamento e luz a que se sujeite. O mesmo acontecerá se o liquido foi esterilizado pela acção do calor e se impediu a entrada a novos germens (2).

As experiencias assim effectuadas permitem verificar modificações de aspecto physico, traduzindo alterações da composição chimica, sobre as quaes teem influencia o arejamento, a luz e a temperatura.

Mas, se notarmos que a addição de um antiseptico ou a esterilisação pelo calor impedem que aquellas transformações se deem, concluímos legitimamente que as condições de arejamento, temperatura e luz, por muita importancia que tenham, só actuam indirectamente, favoravel ou desfavoravelmente, auxiliando ou prejudicando a acção de agentes vivos, causa principal e necessaria da alteração chimica e do aspecto phy-

(1) A 15 de julho, um frasco cheio de agua de esgoto e bem fechado é collocado á estufa a 30°; a 20, o liquido encontra-se enegrecido por pequenas particulas suspensas, cuja deposição é completa a 5 de agosto formando uma camada muito escura no fundo do liquido transparente, mas córado.

(2) A 5 de agosto, ficam no laboratorio um balão desrolhado contendo agua de esgoto addicionada de formol e um frasco fechado contendo agua de esgoto fervida.

A 30 de novembro, o liquido, acima do deposito, é sempre, como primitivamente, de côr acastanhada.

Em experiencias de Rouchy, o aspecto da agua de esgoto em taes condições permanecia nalteravel ao fim de 5 annos.

sico das aguas de esgoto. D'esta fórma, facilmente se explicam as alterações.

No caso em que as aguas residuaes ficam expostas, á temperatura ordinaria em frasco desrolhado e, portanto, á acção do ar, os germens aerobios, encontrando-se em boas condições para manifestar a sua actividade, conseguem, depressa, dar ao liquido a limpidez e descórção sob que elle se apresenta.

Se o frasco continente é bem fechado depois de completamente cheio, ainda os aerobios poderão actuar até certo ponto, se o liquido entrou no frasco bem arejado; em todo o caso já em peores condições e, portanto, com mais lentos e muito mais incompletos resultados.

Se o liquido fechado em frasco cheio é pobre em oxygeno, os germens aerobios não podem actuar sensivelmente e os anaerobios, á temperatura ordinaria, só difficilmente intervirão. Mas, collocado o frasco na estufa a 30°, a acção d'estes torna-se mais facil e rapidamente se traduz pelo aspecto negro que toma a agua de esgoto; as materias organicas, sob a acção dos microbios, fornecem enxofre que concorre para a formação de hydrogeneo sulfurado, o qual, combinando-se aos compostos de ferro, que existem sempre mais ou menos no liquido, dá sulfuretos organo-metallicos de côr negra; a precipitação d'estes, levando consigo um resto de outras materias suspensas mais tenues, ainda não precipitadas á data da sua formação, clarifica a agua ao mesmo tempo que explica o enegrecimento progressivo do sedimento; o desrolhamento do frasco permittirá a libertação de gazes mal cheirosos que testemunham a natureza das reacções que o liquido soffreu.

Se, finalmente, se sujeitava a agua residual á acção dos antisepticos ou do calor, exterminando os germens e impedindo nova infecção, as condições de meio e de tempo resultavam incapazes de permittir a sua alteração.

*

Os germens, tão numerosos nas aguas de esgoto, estão, pois,

longe de permanecer inactivos; utilisam-se das materias organicas existentes no liquido para as necessidades da sua nutrição, modificando-as e transformando-as com maior ou menor rapidez e intensidade segundo a natureza variavel de taes substancias e segundo a sua propria natureza. Mas, como consequencia precisamente da actividade que desenvolvem, passam os microbios a viver em meios progressivamente mais pobres em substancias nutrientes e d'ahi resulta, por deficiencia de alimentos, uma redução progressiva do seu numero, morrendo principalmente depressa os pathogenicos, de sua natureza mais sensiveis (1).

Vemos pois que não só a depuração chimica, mas tambem a bacteriologica, estão ligadas intimamente á actividade microbiana; d'esta fórma, o trabalho dos germens, mesmo o dos mais virulentos, é, antes de mais nada, um trabalho de purificação.

C) Distincção entre duas especies de acções (hydrolisantes e oxydantes)

O estudo da actividade biologica e das transformações que ella origina nas aguas de esgoto é de alta importancia; mas está longe de ser simples e facil. As modificações que se derem dependerão não só das condições de logar e tempo,

(1) Para a exterminação dos germens até certo ponto concorrerá ainda a accumulção dos seus productos de desassimilação; mas esta accumulção será as mais das vezes antes prejudicial do que util para a hygiene, visto que a morte ou enfraquecimento da acção dos microbios, a tempo que a materia organica ainda abunde no liquido, impedirá que a destruição d'esta se continue.

Assim, ROUCHY encontra 69^o/_o, em pêso, de materia organica n'um deposito dessicado a 180° e provindo de um liquido em que as acções microbianas se tinham passado; a pouca energia dos germens que existiam em tal deposito não dava logar a que a putrefacção se produzisse, mas, se sob revinham novas bacterias, a substancia decompunha-se.

mas tambem da natureza das substancias chimicas a transformar e da natureza das especies microbianas transformadoras.

D'estas especies muitas não teem sido isoladas ou, pelo menos, não foram ainda objecto de estudo que nos faça claramente conhecer as suas propriedades e modo de acção. E tambem não é possivel estabelecer sempre de um modo completo quaes os termos de passagem entre certas materias organicas e outros corpos que d'ellas nascem em virtude das modificações soffridas.

Em todo o caso, alguma cousa se conhece que nos pôde, de um modo geral, autorisar a dizer que cada genero de materia organica, depois de solubilizada (quando não directamente solúvel na agua), pela influencia de fermentos varios, soffre a acção especial de certos organismos que, entre muitos, se manifestam convenientes a transformal-a; sobre a nova fôrma a que, assim, é levada a substancia, outros germens diferentes, então mais apropriados, exercerão a sua influencia, e assim por deante, até que se chegue á desaparição completa e integral da materia organica, equivalentemente transformada em corpos gazosos (azote, hydrogeneo, gaz dos pantanos, anhydrido carbonico, ammoniaco livre, etc.) ou em compostos mineraes soluveis (ammoniaco salino, nitritos, nitratos).

A transformação completa das substancias ternarias, quer facilmente soluveis como os alcooes, acidos organicos, assu-
cares, dextrinas, quer mais resistentes como as materias cel-
lulosicas (amido, folhas, papel) de membrana difficil de destruir, é realisada por varias especies de organismos cada uma das quaes as decompõe parcialmente com libertação de gaz carbonico, methana, hydrogeneo, deixando intacta uma parte que outras especies se encarregarão de modificar até final.

As materias albuminoides, depois de solubilizadas sob a fôrma de *peptonas*, corpos que nenhum caracter chimico bem nitido differencia dos precedentes e de que se desconhece o laço de união aos seus geradores (DUCLAUX), soffrem a influencia successiva de varios germens que, degradando-as progressivamente, as conduzem, com libertação de gazes (N,

H, CO₂ e gases mal cheirosos) e formação intermedia de acidos amidados e hypurico, glycocolla, leucina e tyrosina, ao estado de ammoniacos compostos — urêa, amidas e aminas — e, por fim, ao de ammoniaco. Aqui começa a manifestar-se a acção de outros agentes vivos que, por oxydação menos ou mais completa, levarão aos nitritos e nitratos.

A maior parte dos germens que actuam sobre os hydrocarbonados tiram d'estes corpos o oxygeneo necessario á sua vitalidade — são anaerobios; só na phase final intervêm germens aerobios. Os albuminoides, pelo contrario, parece que começam por soffrer um ataque de germens — aerobios — que consomem o oxygeneo livre no meio e preparam o campo aos anaerobios. Seja como fôr, a acção d'estes é que é bem importante e apreciavel durante um certo periodo a que se seguirá a actividade de germens aerobios, agora claramente pronunciada, determinando a oxydação dos productos das transformações anteriores.

Pelo que foi dito, vemos, pois, que a materia organica póde soffrer acções de duas especies, umas anaerobias, aerobias as outras, e que as primeiras realisam uma solubilisação e desintegração que prepara e facilita a realisação das segundas. Com effeito, dependendo estas d'uma utilisação do oxygeneo do ar e fazendo-se a oxydação só pela superficie exposta á acção do oxygeneo, comprehende-se a grande conveniencia de um processo prévio que faça passar a substancia de fórmulas extremamente complexas a outras mais simples em estrutura e volume e, portanto, mais aptas a serem levadas ao estado de compostos inoffensivos e estaveis como a agua e o acido carbonico.

Estas duas phases encontram-se representadas nos phenomenos que constituem e seguem a digestão dos alimentos: no tubo digestivo dos animaes dá-se, n'uma phase anaerobia preparatoria, a dissolução e simplificação das substancias que, depois de absorvidas, vão, no sangue, soffrer as acções oxydantes. D'uma maneira geral, póde-se dizer que a natureza, quando visa á destruição de uma substancia organica complexa, rea-

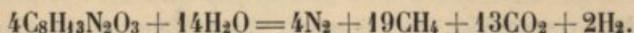
lisa sempre aquellas duas ordens de actos, em duas phases que se succedem como ficou dito.

1) Acções hydrolisantes (anærobias)

À phase de solubilisação e desintegração varios nomes se tem dado e entre elles os de *putrefacção*, *consumpção* e *eremacause* (ζήρεμα em repouso; καύσις combustão). Todos estes teem, porém, a desvantagem de, pela sua etymologia, deixar confundir ou não differenciar bem, pelo menos, as acções que n'esta phase se realisam e aquellas que terão logar no periodo seguinte e que propriamente se caracteriza pela combustão.

Mais bem accites foram os termos de *bacteriolyse* e *hydrolyse*. O primeiro põe em relevo a intervenção de agentes vivos, o segundo quer significar uma desintegração com combinação com o oxygeneo e o hydrogeneo das moleculas da agua. Para os casos de decomposição sem absorpção de agua reservar-se-ia, d'um modo geral, o nome de *fermentação*.

Theoricamente, as acções hydrolisantes podem levar as substancias organicas tão longe que os corpos resultantes já não sejam susceptiveis de oxydação n'uma segunda phase. Assim, representando pela fórmula empirica $C_8H_{13}N_2O_3$, as proporções em que os elementos da albumina entram na composição d'este corpo, eis as transformações que em presença da agua se poderiam realisar (RIDEAL):



A producção dos gazes que na reacção se apontam não deixaria em solução substancia sobre que as acções oxydantes se viessem a exercer.

Com as substancias não azotadas (cellulose, fibras de madeira, etc.) a sua decomposição em amido, assucar, etc. e, em presença de fermentos, em acido carbonico e alcool, dá tam-

bem exemplos de formação de compostos oxydados por *hydrolyse*, simplesmente.

Mas é necessario notar que nada ha n'estes casos de semelhante á verdadeira oxydação que, na segunda phase, em presença do oxygeneo do ar, se realisa; aqui, com effeito, o oxygeneo provem da agua decomposta ou preexistia nos corpos organicos destruidos.

Na realidade, porém, a maior parte das vezes, as acções *hydrolyzantes* não se exercem por tal fórma que não deixem substancias chimicamente atacaveis e aptas para uma oxydação futura que as levará a acido carbonico e agua, nitratos, etc.

*

A acção transformadora directa exercida pelos germens tem um auxiliar altamente poderoso representado por certos productos a que, pela sua actividade, esses germens dão origem, semelhantemente a outros seres mais elevados, vegetaes e animaes. A taes productos — as *enzymas* — que podem intervir ainda, até certo ponto, nas transformações aerobias, cabe na phase *hydrolytica* um papel verdadeiramente importante.

LEHMANN e NEUMANN definiam as *enzymas* como corpos chimicos que, em proporções minimas, são aptos; sem se inutilisarem, para separar grandes quantidades de moleculas organicas complicadas em outras mais simples, pequenas, soluveis e diffusiveis.

Tal definição tem a vantagem de pôr em relevo os grandes effeitos conseguidos de pequenas doses, apesar de não ser rigorosa no seu todo, pois ha casos, como o do fermento do leite, que coagula a caseina tornando-a insolúvel, em que os factos se não passam d'aquella fórma.

As *enzymas* não são por ora bastante conhecidas mas não se pôde pôr-lhes em duvida a existencia; a sua acção pôde mesmo pôr-se em relevo sujeitando o meio, em que as *enzymas* e os microbios existem, a condições taes que, impe-

dindo que estes se manifestem, não alterem, contudo, as propriedades d'aquellas. Não são difíceis de obter taes condições; com effeito, se as *enzymas*, corpos nitrogeneos soluveis, são, como os microbios, destruidas pela ebullicão e por certos antisepticos que as precipitam e tornam inertes, podem usar-se temperaturas mais baixas que destruam já os germens e ainda não attingam as *enzymas*, ou antisepticos que, como o chloroformio, thymol, etc., matando os microbios ou inhibindo-os na sua acção, não tenham poder sobre os seus productos; a filtração, finalmente, separando os microbios, dar-nos-á um meio em que as *enzymas* se manifestarão por uma acção propria.

Para a acção extra-cellular resultante da actividade das *enzymas* propõe AMSTRONG o nome de *enzymose*, a contrapôr á *zymose* ou acção directa dos microbios, intracellular esta. As *enzymas*, para cuja producção não é necessario oxygeneo livre, parece que actuam formando com as materias organicas, compostos instaveis que mais tarde soffrerão decomposição, libertando a *enzyma* e deixando hydrolisada a parte organica do composto.

D'esta fórma, comprehende-se a importancia que terá a presença de *enzymas* nas aguas de esgoto, alargando em tão grande extensão e intensidade o poder proprio dos agentes microbianos. Muitas bacterias produzem corpos que, semelhantemente aos fermentos digestivos (pepsina, pancreatina, etc.), teem o poder de decompôr os albuminoides, dando albumoses e peptonas.

RIDEAL, separando, por filtração, do *B. liquefaciens* a *enzyma* respectiva, viu que esta por si só era capaz de liquefazer a gelatina. BOYCE obteve os mesmos resultados com a *enzyma* do *B. enteritidis sporogenes*. Segundo LEHMANN estes productos liquefacientes são analogos á trypsinia.

Identicamente, se poderão talvez encontrar, produzidas pelos microbios, substancias que ataquem os carbohydratos (ao modo da *diastase* que dissolve o amido, formando dextrina e assucar, da *cytase* que dissolve a cellulose, etc.), ou outras substancias que decomponham as gorduras (typo *lipase*).

A accumulação de productos podendo prejudicar a acção das *enzymas* raro se dará nas aguas de esgoto, por virtude da grande diluição n'estas existente.

2) Acções oxydantes (aerobias)

Segundo o grau de maior ou menor complexidade dos corpos que resultam das acções anaerobias, assim a quantidade de oxygeneo livre necessario para a sua oxydação será tambem mais ou menos consideravel. Por vezes, pôde ser enorme: assim acontece com os acidos gordos; a molecula do acido estearico $C_{18}H_{36}O_2 = 284$, requer 832 de O ou 3 vezes o seu pêso, pouco mais ou menos (RIDEAL). Felizmente, os acidos gordos, pela maior parte insolueis, não são putresciveis nem perigosos.

Segundo RIDEAL, para transformar em CO_2 , N e H_2O uma parte dos seguintes compostos — albumina, gelatina, amido ou cellulose, amido-acetato de ammonio e urêa — seriam necessarias, respectivamente, — 1,754, 1,61, 1,184, 1,043, 0,803 partes de oxygeneo.

Na phase aërobia, pois, a oxydação total levando os compostos a este estado de agua, azote e anhydrido carbonico só se dará em muito boas condições de arejamento; quando este fôr relativamente fraco, outros productos resultarão em vez d'aquelles, — o ammoniaco e o gaz dos pantanos, por exemplo; o ammoniaco, de futuro, com boas condições de arejamento, dará logar a nitritos e, finalmente, a nitratos.

D) As transformações nas condições habituaes. Ordem que seguem e grau que attingem

Nas condições habituaes dos esgotos das povoações, as acções que principalmente se dão são as anaerobias.

Na realidade, quando do lançamento das materias sujas no

esgoto, quasi sempre com maior ou menor porção de agua vehiculadora, o oxygeneo do ar dissolvido n'esta permite aos germens aerobios que exerçam a sua acção, até certo ponto, motivando isso a transformação de ammoniaco e seus compostos (já existentes no *sewage* em doses pequenas) em nitratos que se podem notar, então, em quantidade reduzida. Mas o oxygeneo livre depressa é consumido e os germens aerobios morrem ou ficam inactivos; as acções anaerobias começam então; os nitratos reduzem-se, passando a nitritos e a azote, ao mesmo tempo que as transformações hydrolyticas e liqueficientes se desenvolvem.

D'esta fórma, o liquido chega á terminação dos esgotos tendo soffrido, durante o percurso, alterações de natureza anaerobia que, dada a duração insignificante e o resultado logo inutilisado das aerobias, podem ser praticamente consideradas como constituindo a primeira phase nas modificações realisadas nas aguas residuaes.

As transformações hydrolyticas podem attingir uma intensidade grande em certas circumstancias, como acontece quando os esgotos são longos e tortuosos, dando lugar a uma demorada permanencia do *sewage* no seu interior (1).

Á phase anaerobia succede, nos esgotos, uma phase de moderado arejamento em que a acção dos aerobios começa a manifestar-se sem impedir que a de alguns anaerobios facultativos simultaneamente concorra para a formação de ammoniaco (2).

(1) Tem-se affirmado que nos esgotos as acções fermentativas levam á destruição dos papeis os quaes se encontram no effluente em pequena quantidade. Ora, é preciso notar que os papeis rolando de mistura com a areia podem rasgar-se e desfazer-se por attrito constante sobre as asperezas que encontram no seu trajecto; mas se, pela sua fórma e pequenas dimensões, podem evitar taes contactos, encontram-se intactos na terminação dos esgotos. É o que Rouchy aponta para o caso dos *confetti*. D'esta fórma, póde affirmar-se que a cellulose do papel não é, geralmente, decomposta no esgoto.

(2) Com effeito, dos varios agentes que interveem nas transformações

N'esta phase mixta de arejação moderada, pôde dizer-se, terminam as transformações que os liquidos residuaes soffrem espontaneamente no interior dos esgotos, a maior parte das vezes.

As transformações futuras dependem agora do destino que ao effluente do esgoto se dá.

Se lançado directamente a um rio, passando a fazer parte d'este, ahí, com as aguas da corrente, soffrerá a continuação das acções depuradoras, agora em manifestas condições de melhor arejamento, luz e diluição e segundo a fórmula que, na *Introdução*, ficou indicada.

Se o liquido residual é lançado sobre o solo, egualmente a depuração continuará, principalmente se este tiver sido disposto e regularizado para a obtenção d'esse fim (*Irrigação cultural, filtração intermittente*). Se, finalmente, se formam artificialmente disposições em que, n'um espaço relativamente pequeno, se facilitam as condições de arejamento (*leitos bacterianos*), pôde na agua residual para ahí dirigida desenvolver-se uma phase de oxydação em que os germens ærobios manifestarão uma especial actividade. Isto não impede, como veremos ao estudar os chamados processos de *depuração biologica*, que as acções anærobias possam ainda realizar-se, simultaneamente ou succedendo-se ás ærobias, dando pheno-

da materia, muitos, por terem natureza e acção diferente de outros, nem por isso são antagonicos com elles, antes actuam por vezes synergeticamente — em *symbiose*. O *B. racemosus* (anærobio), o *nitrosomas* e o *nitrobacter* (ærobios), no mesmo caldo, levam o azote organico successivamente ao estado de ammoniaco, de nitritos e de nitratos; se só os dois primeiros existem, apenas se formam nitritos; com o primeiro e o terceiro, só se produz ammoniaco; existindo só os dois ultimos, a materia azotada não se transforma.

Eis um bom exemplo que mostra como um anærobio consegue viver em presença de oxygeneo, existindo dois germens ærobios com cuja acção combina a sua propria, concorrendo com elles, symbioticamente, para um fim commum. O que se dá com estes dá-se com muitos outros organismos.

menos de redução dos nitratos formados, com vantagem, por vezes, para a depuração.

De resto, as acções anærobias propriamente, que já vimos que concorrem espontaneamente nas canalisações para a depuração do liquido residual, serão ainda utilizadas em condições intencionalmente provocadas e apropriadas (*fossas septicas*), de modo a permittirem-lhes tomar o maior incremento, para a obtenção de resultados mais completos do que os que se produzem nos esgotos nas circumstancias habituaes.

Parecerá, pois, natural estudar com mais largueza e minucia não só as transformações ærobias, mas tambem as anærobias, quando me occupar dos processos em que a sua realização é respectivamente favorecida pelas condições a que se sujeitam, propositadamente, os liquidos residuaes. Aqui limitei-me apenas, por isso, a indicar, de um modo geral, a direcção que tomam taes transformações. A leitura d'este capitulo terá servido de conveniente introdução á leitura d'aquelles em que se haverá de tratar da depuração biologica voluntariamente regulada.



SEGUNDA PARTE

Apreciação quantitativa e qualitativa das aguas de esgoto

I

Avaliação do debito e suas variações, n'um effluente

Póde ter grande importancia a determinação do debito de um collecter e das variações que, com os differentes dias da semana e com as differentes horas de um mesmo dia, esse debito soffre.

Será necessario estabelecer, em primeiro logar, qual seja a quantidade diaria total de agua de esgoto, não só para que, comparando-a com a massa da corrente a que se pretende lançá-la, se veja se sim ou não a sua depuração se impõe, mas tambem para, no primeiro caso, calcular, com base segura, qual o desenvolvimento que haja de ser dado ás installações em que os processos depuradores se hão-de realizar.

O conhecimento das variações no debito, em relação com a variabilidade das circumstancias, interessa não só para estudar a influencia de taes factores sobre o trabalho effectivo da depuração e para estabelecer o plano de marcha e modo de applicação pratica dos processos, como tambem para que, n'um dado momento, em presença da analyse de uma pequena porção de agua de esgoto, se possa calcular a quantidade de substancias residuaes em via de evacuação.

A medição dos effluentes depurados pôde ser tambem de utilidade para que, em boas condições, possa calcular-se a quantidade de determinados compostos que, n'um dado tempo, são rejeitados para as correntes naturaes.

*

Para determinar o debito total de um esgoto durante um certo tempo, o processo que, pela sua simplicidade, logo ocorre consiste em receber em reservatorios de determinada capacidade o todo ou uma fracção conhecida do liquido que durante esse tempo se escoa. Quando a velocidade de escoamento e a quantidade do liquido escoado sejam pouco consideraveis, e quando haja differença de nivel que, dando logar a queda, permita o enchimento facil de pequenos recipientes moveis, a determinação do debito durante um tempo curto poderá ser calculada d'esta singela maneira.

Mas, se as condições da corrente não são taes ou se deseja conhecer-se a quantidade total escoada durante um tempo muito longo (24 horas por exemplo), é preciso recorrer a outros meios; usar-se-á, então, de reservatorios fixos, de capacidade sempre consideravel, onde se recolhe uma parte ali-quota da massa da agua de esgoto sahida das canalisações durante o tempo em questão, a não ser que se utilisem appa-relhos especiaes, e mais ou menos complicados, registradores dos volumes escoados, como os de RICHARD, HUTCHISON, PARENTY, SEA, e tantos outros.

*

Para conhecer as variações de debito a cada momento, poder-se-á, por vezes, recorrer, ainda, ao processo indicado dos pequenos recipientes de capacidade conhecida, verificando o numero de segundos que é necessario, em cada occasião, para o enchimento d'esses recipientes.

A não se poder usar tal processo, lançar-se-á mão de

outros que, por fórmulas, algumas vezes muito simples, dão o valor procurado. As unidades utilizadas em hydraulica são geralmente: o metro para os comprimentos e cargas (altura de agua acima de um dado ponto), o metro por segundo para a velocidade e o metro cubico para os volumes.

Quando o liquido corra a descoberto n'uma certa extensão, a determinação da velocidade media do escoamento, calculada pelo tempo gasto por um fluctuador em percorrer uma distancia conhecida, pôde servir, juntamente com a area seccional media do segmento do canal considerado, para estabelecer o debito. Ha necessidade de recorrer, porém, a tentativas demoradas para escolher fluctuadores em boas condições e, tambem, a calculos complicados, principalmente quando as secções do canal variam de um para outro ponto; quem não tenha habilitações especiaes vêr-se-á, então, bastante embaraçado para fazer uma razoavel determinação.

Mais ao alcance de todos é o processo da applicação de um diaphragma com uma perda de substancia de dimensões conhecidas, collocado verticalmente e perpendicularmente á direcção da corrente, formando um escoadouro com maior ou menor constricção da massa liquida (1).

A perda de substancia pôde interessar o bordo superior do diaphragma, e ter a fórma de rectangulo ou de triangulo, ou ser praticada no corpo do diaphragma, formando um orificio circular ou uma janella rectangular.

Seja qual fôr a sua fórma, os bordos da abertura serão sempre muito delgados. Convirão, pois, os diaphragmas de folha de ferro ou zinco, e quando se empregar a madeira, torna-se-á necessario talhar em biselo os bordos limitantes da perda de substancia.

A determinação dos debitos com o uso d'estes escoadouros

(1) Diga-se desde já, porém, que, em resultado, precisamente, d'essa constricção que favorece a deposição das materias suspensas, taes processos são mais recommendaveis para o effluente depurado do que para o *sewage* bruto.

faz-se, com uma aproximação suficiente, tirando o valor procurado de fórmulas bastante simples.

Se a perda de substancia interessa o bordo superior do diaphragma e tem uma fôrma rectangular (*fig. 2*), a fórmula

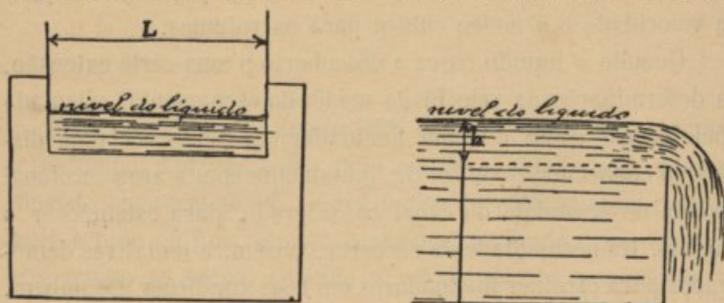


Fig. 2 — Diaphragma com perda de substancia rectangular interessando o bordo superior.

é $Q = mlh \sqrt{2gh}$. Nesta, Q designa o debito por segundo, m o coefficiente de contracção cujo valor, que varia com a altura da agua, se estabeleceu, como media, em 0,40, l a largura do escoadouro, isto é, o comprimento do lado maior do rectangulo que fôrma a perda de substancia, h a altura da agua acima do bordo horizontal do escoadouro, medida na corrente 3 metros atraz, e, finalmente, g a accelleração do pêsso.

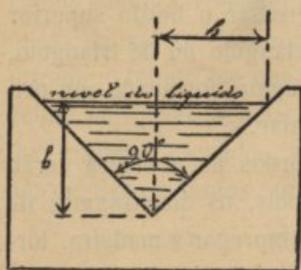


Fig. 3 — Diaphragma com perda de substancia em triangulo isosceles rectangulo interessando o bordo superior.

Mais simples é a fórmula que nos dá o valor de Q com os escoadouros, muito preconizados em Inglaterra, nos quaes a perda de substancia tem a fôrma de um triangulo isosceles rectangulo cuja hypothernusa, horizontal, está dirigida para a parte superior (*fig. 3*). A

fórmula é, então, $Q = \frac{8}{15} mh^2 \sqrt{2gh}$;

aqui, m tem o valor estabelecido de 0,59. Para um mesmo logar, ha, agora, uma só variavel — o h ou altura do triangulo isosceles formado pelos lados

do angulo recto e pela linha até onde a agua se eleva na passagem por elle; h , representando a distancia vertical que vaé do vertice d'esse angulo á linha d'agua, é, portanto, como se sabe, egual á metade do comprimento d'esta linha, comprehendida entre os dois bordos lateraes do escoadouro.

Se se empregam diaphragmas com perda de substancia em perimetro fechado, rectangular ou circular, poder-se-ão dar dois casos, segundo o orificio fica ou não submerso a *juzante* do diaphragma.

Quando abaixo do diaphragma o nivel do liquido que já o atravessou fica inferior á abertura (*fig. 4*), a fórmula é

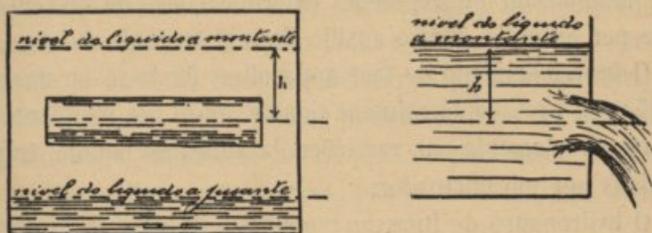


Fig. 4 — Diaphragma com orificio não submerso

$Q = m\omega \sqrt{2gh}$; m tem, aqui, valor variavel dado por tábuas em funcção de h , mas é, em media, egual a 0,62; ω equivale á area do orificio e h significa a altura a que a superficie do liquido se eleva, a montante do escoadouro, acima do centro do orificio.

Se, ao contrario, o orificio fica tambem abaixo do nivel

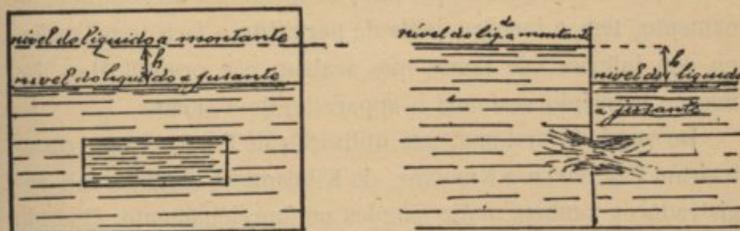


Fig. 5 — Diaphragma com orificio submerso

do liquido que já por elle se escoou (*fig. 5*), a fórmula é a

mesma, mas com a condição de h , então, representar a diferença das alturas da agua acima e abaixo do diaphragma.

Com o emprego de um d'estes escoadouros, n'um mesmo logar (em que g é constante), basta determinar o valor de h para obter o debito; mas, se se quer notar a variação continua do debito, a cada momento, torna-se impossivel, praticamente, fazel-o, sem que se recorra a apparatus registradores especiaes que marcam as variações de h . Os resultados assim obtidos, em virtude das subitas e imprevisitas variações, além de mais commodos, são muito mais exactos do que aquelles que resultariam de repetidas determinações, de $\frac{1}{2}$ em $\frac{1}{2}$ hora por exemplo, sem o auxilio de registradores de nivel.

O funcionamento de taes apparatus funda-se ou nas variações de pressão da columna liquida sobre um recipiente de ar, ou directamente nas variações da altura do liquido, transmittidas por um fluctuador.

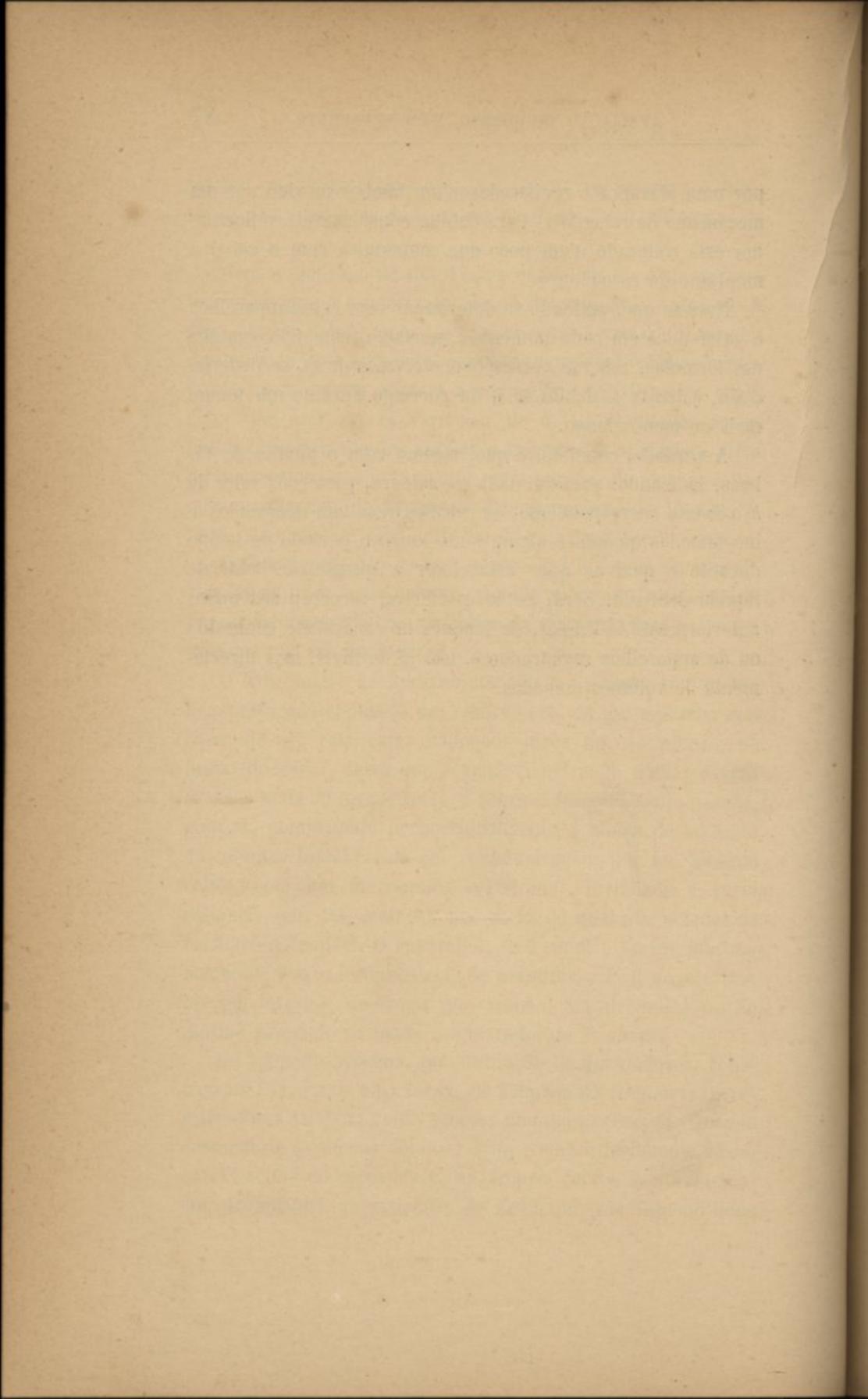
O hydrometro de RICHARD compõe-se de uma caixa metalica perfurada contendo um reservatorio de gutta-percha mal cheio de ar; esta caixa collocada atraz do escoadouro, no fundo do canal, deixa que a agua, penetrando n'ella, exerça pressão mais ou menos intensa sobre o sacco de gutta-percha, cujo ar, comprimido proporcionalmente á altura de occasião da columna liquida, está em communicação, por um tubo de cobre, com um manometro registrador, installado a certa distancia (até 100 metros), por meio do qual são notadas as oscillações de nivel. O apparatus, se é simples no seu funcionamento, tem o inconveniente de permittir a facil penetração, no seu interior, de lamas que acabam por prejudicá-lo. No mesmo principio se funda o apparatus de VAUDREY.

Do segundo systema, por utilização de fluctuadores, construíram CLENFIELD e KENNEDY, de Kilmannock (Inglaterra), registradores tambem muito simples no funcionamento. Quando destinado a pequenos debitos, o apparatus é facilmente deslucavel: acima do escoadouro, na propria corrente, um fluctuador acompanha as variações de nivel que são transmittidas

por uma alavanca e registradas n'um tambor movido por um mecanismo de relogiaria. Para debitos consideraveis, o fluctuador está collocado n'um poço que communica com o canal a montante do escoadouro.

Note-se que, podendo-se determinar com estes apparatus o valor de h em cada momento e, portanto, entrando com elle nas fórmulas, achar o correspondente valor de Q , se poderia, d'ahi, calcular o debito total da corrente durante um tempo mais ou menos longo.

A verdade, contudo, é que, mesmo com o auxilio de tábuas, indicando, para um dado escoadouro, para cada valor de h o debito correspondente, os calculos resultam demorados e incommodos quando é algum tanto longo o periodo de tempo durante o qual se quer estabelecer a quantidade total de liquido debitado. Será, então, preferivel recorrer aos meios anteriormente indicados, de tanques de capacidade conhecida ou de apparatus registradores, não já de nivel, mas directamente de volumes escoados.



II

Analyse das aguas de esgoto

A) Colheita das amostras

O modo por que se recolhem as porções de aguas residuaes destinadas á analyse merece a maior attenção e cuidado. Se se quer ter uma idéa bastante approximada da composição de um *sewage*, não basta unicamente o exame de uma amostra isolada, retirada do effluente dos esgotos em um certo momento; essa analyse nenhum valor teria, em virtude da continua variabilidade de composição e de quantidade do liquido. Procurar-se-á, ao contrario, determinar, por analyses muito numerosas, feitas não só n'um, mas durante muitos dias, a composição media do liquido rejeitado. Para cada dia, procurar-se-ão obter resultados medios que sejam tão proximos quanto possivel d'aquelles que daria a analyse de uma amostra equivalente retirada de todo o liquido das 24 horas, previamente misturado.

Nenhum dos processos praticaveis para a colheita das amostras está completamente ao abrigo da critica. O mais aceitavel é o de CALMETTE, utilizado na installação experimental da Madeleine. Para um reservatorio de capacidade conhecida, deriva-se, pelo emprego de escoadouros de dimensões convenientes, uma parte aliquota ($\frac{1}{100}$) de todo o *sewage* que vae correndo para fóra dos esgotos; ao fim de 24 horas, a agua derivada, proporcional á onda total, permite, pela altura que attinge na bacia, calcular o volume diario das aguas

de esgoto. Depois de, por energica agitação, se pôrem em suspensão as materias depositadas, retirar-se-á do liquido uma determinada porção para analyse que dará a composição media da agua de esgoto do dia findo. Em seguida, evacua-se rapidamente o reservatorio, que fica apto a ser novamente utilizado para a colheita de nova amostra.

O maior inconveniente d'este processo, mas ainda relativamente insignificante, é o de poderem as aguas, principalmente em tempo quente, soffrer, durante as 24 horas, taes transformações chimicas e bacteriologicas que lhes modifiquem a composição.

Mas, nem sempre se poderá proceder d'esta fôrma, tão recommendavel para as installações experimentaes; é o que acontecerá no caso de haver necessidade de colher amostras destinadas á determinação da composição media das aguas de esgoto que constituem o debito total das grandes cidades.

Teremos, então, que recolher todas as horas, ou mesmo todas as meias horas, amostras do liquido que serão conservadas em geleiras e de cada uma das quaes, ao fim de 24 horas, será retirada uma quantidade proporcional ao debito do momento da sua colheita, debito que terá sido notado pela fôrma que antecedentemente ficou indicada; misturam-se todas essas quantidades e, analysando o liquido resultante, obtaremos resultados sufficientemente approximados e acceitaveis. Torna-se, porém, necessario um serviço continuo, por vezes difficil de conseguir.

RIDEAL aconselha que se analysem, em cada um de varios dias, duas, tres ou mais amostras, colhidas a horas diversas, até que se tenham obtido resultados de analyses de aguas colhidas em todas as horas das 24. A media dos resultados dará, ainda, uma idéa sufficiente da composição media habitual do *sewage*.

Em terras onde não haja effluentes industriaes importantes que, intermitentemente e com grandes volumes, vão modificar profundamente a composição da agua de esgoto, é possível, depois de muitas observações, encontrar uma occasião em que

a agua colhida apresenta uma composição equivalente á composição media da onda diaria total. Assim, simplificar-se-á grandemente o problema.

Notemos que, sob o ponto de vista da sua riqueza em materias suspensas, a amostra nunca será verdadeiramente media: e isto — porque deixarão de ser colhidas não só as materias que, por mais pesadas, rapidamente precipitam, mas tambem outras, mais leves e fluctuantes, que, pelo seu volume maior, não penetram nas garrafas em que a colheita se faz. Estas materias deverão ser recolhidas separadamente, em grandes quantidades que se relacionam com o volume correspondente do liquido que as conduziu.

Para apreciar o grau de intensidade das acções depuradoras realizadas n'um effluente, torna-se necessario relacionar os resultados da sua analyse com os da analyse do liquido bruto correspondente. Isto nem sempre é facil, por se não poder estabelecer com exactidão qual o tempo que nas installações de depuração se demora uma dada porção de liquido. Assim, ha vantagem em achar, tambem, para o effluente depurado a composição media diaria e compará-la com a composição media diaria do liquido bruto.

Para a analyse chimica, a colheita das amostras far-se-á em frascos de litro, bem limpos, previamente lavados com a propria agua de esgoto e que se encherão, depois, de modo a deixar apenas uma pequena bôlha de ar no gargalo. Para a analyse bacteriologica usar-se-ão frascos especiaes, esterilizados.

Em resultado das modificações da composição chimica e da riqueza bacteriologica que rapidamente se produzem nos liquidos de esgoto, principalmente pela acção microbiana, torna-se necessario fazer as analyses tão perto quanto possivel do momento da colheita. Em quanto a analyse se não faz, haverá vantagem em collocar os frascos em sitio fresco ou mesmo em geleiras. Quando haja necessidade de esperar alguns dias e se vise á determinação da composição chimica, é conveniente, para impedir a acção modificadora dos germens, a addição de

alguns centímetros cubicos de chloroformio ou de um antiseptico que não modifique a composição chimica do *sewage*.

B) Exame physico

Os caracteres physicos da agua de esgoto podem dar algumas indicações, geraes mas uteis, sobre a sua natureza e composição.

1) A *côr*, apreciada á luz reflectida e, quando possivel, por transparencia, poderá, muitas vezes, dar idéa da riqueza do liquido em certos residuos industriaes ou elucidar sobre a presença de uma outra qualquer substancia abundante, no momento. Será bom distinguir a *côr* propriamente do liquido da que lhe possam dar as materias suspensas; assim, acontecendo que, em certas cidades industriaes em que o consumo da hulha é importante, o *sewage* por vezes se apresenta d'um negro muito carregado, a deposição das materias suspensas, parcelas de carvão e fuligem, deixa que o liquido mostre a sua verdadeira *côr*, acastanbada ou acinzentada mais ou menos suja.

2) O *cheiro* poderá em alguns casos manifestar a existencia de certas substancias, principalmente das que resultam da actividade industrial. Será definido por comparação com cheiros conhecidos e, assim, distinguir-se-ão cheiros terrosos, limosos, putridos, fecaloides, sulfurosos, etc.

Se, como por vezes acontece, o cheiro é pouco intenso, ha vantagem em lançar o liquido até dois terços de altura d'um frasco de bocca larga, de 250 a 300 grammas, que se rolha e agita; em seguida, destapando o frasco, toma-se o cheiro do ar que soffreu agitação com o liquido.

Outros cheiros haverá que só a uma temperatura elevada, de 40° ou 50° ou mesmo 100°, se poderão revelar. Finalmente, alguns cheiros mais intensos poderão impedir que se notem outros cuja investigação se faz; haverá, então, por vezes, meio de fazer desaparecer aquelles; o desaparecimento do cheiro

de hydrogêneo sulfurado consegue-se neutralizando este composto pelo sulfato de cobre.

3) *O sedimento*, pela sua quantidade e rapidez de formação, dará indicações não só sobre a riqueza do liquido em materias suspensas, mas tambem sobre a natureza d'estas. A agua de esgoto poderá ser lançada n'uma provêta cylindrica; a altura do sedimento, relativamente á altura do liquido, permittirá reconhecer as proporções mutuas. Se o sedimento se constitue rapidamente, as substancias depostas serão principalmente mineraes. Comtudo, algumas materias mineraes, como a argila muito dividida, sedimentam lentamente, á semelhança do que, em regra, acontece com as materias organicas.

O sedimento será classificado de pulverulento, viscoso, floconoso, agglomerado, etc., segundo o seu aspecto.

4) *A turvação* maior ou menor do liquido poderá ser notada e comparada com um padrão conhecido e obtido artificialmente. Não havendo quasi nunca limpidez sufficiente, não se procurarão empregar, em geral, para o *sewage*, os processos que se usam para os effluentes depurados, determinando qual a espessura maxima atravez da qual se consegue ler ou distinguir determinados signaes.

5) *Putrescibilidade*.—É commum dizer-se que uma agua de boa qualidade se conserva durante varios dias sem modificação physica apparente, ao passo que uma agua em mau estado «apodrece», mudando de aspecto e dando origem a maus cheiros, principalmente se guardada ao abrigo do ar.

Estes maus cheiros devem-se, principalmente, á formação de sulfuretos, em resultado da redução de sulfatos, em seguida á de outros compostos oxygenados (nitratos), pela acção de fermentos existentes nas aguas conspurcadas, cujas materias organicas são avidas de oxygeno e se não contentam com aquelle que possa existir dissolvido no liquido e que não excederá 10 mg. por litro. A putrescibilidade de um liquido revela-se, pois, não só por propriedades physicas, mas por qualidades chemicas; estas ultimas permittirão mesmo, como veremos, uma apreciação mais rigorosa. Quanto á determina-

ção da putrescibilidade pelo cheiro e mudança de aspecto será realisada pela utilização da chamada prova de incubação (*incubator test*), tal como SCUDDER primitivamente a propoz: conserva-se durante varios dias a 25°-30° o liquido, em frascos cheios e fechados, e verifica-se cada dia o cheiro e a côr que vae adquirindo.

Naturalmente, a determinação da putrescibilidade, principalmente pelos caracteres physicos, só se fará para liquidos relativamente depurados, quer por acções naturaes, quer por outras, voluntariamente provocadas.

C) Analyse chimica

Pelas razões já expostas, se viu que não é possivel effectuar analyses que nos dêem a nota exacta de cada um dos muitos corpos que entram na composição das aguas de esgoto; comtudo, é possivel fazer um certo numero de determinações que, mais ou menos directamente, nos elucidem sobre a natureza do liquido.

Para concluir em razoaveis condições, procura-se muitas vezes medir:

- | | | | |
|--|---|-------------------------------------|----------------------|
| 1) Reacção | { | alcalinidade. | |
| | | acidez. | |
| 2) Solidos | { | suspensos | { |
| | | | mineraes. |
| | | | organicos. |
| | { | dissolvidos | { |
| | | | mineraes. |
| | | | organicos. |
| 3) Oxygeneo consumido na prova do permanganato de potassio | { | com ebullicão durante 10 minutos em | { |
| | | | solução alcalina. |
| | | | solução acida. |
| | { | a frio durante | { |
| | | | 4 horas } em solução |
| | | | 3 minutos } acida. |

- | | | |
|--------------------|---|---|
| 4) Azote combinado | $\left\{ \begin{array}{l} \text{oxydado} \\ \text{n\~ao oxydado} \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} \text{dos nitratos.} \\ \text{dos nitritos.} \end{array} \right.$ |
| | | $\left\{ \begin{array}{l} \text{ammoniacal.} \\ \text{organico} \end{array} \right.$ |
- 5) Carbono organico.
 6) Chloro combinado.
 7) Oxygeneo dissolvido.
 8) Putrescibilidade.
 9) Acido phosphorico, potassa, cal; acido sulfurico, sulfo-cyanetos e outros saes (de ferro, chumbo, etc.). Materias gordas. Hydrogeneo sulfurado. Gazes emanados.

*

D'estas determinações, umas, como as da oxydabilidade pelo permanganato com ebulição por 10^m, e as do azote ammoniacal, nitroso e nitrico, serão utilizadas frequentemente, diariamente mesmo, na verificação do funcionamento de uma instalação depuradora, por exemplo; pelo contrario, outras determinações só serão effectuadas de longe em longe, quando se torne necessario um conhecimento mais profundo do liquido residual, por exemplo para estabelecer qual o processo de depuração mais conveniente n'um dado caso.

A investigação do grau hydrotimetrico total e a da riqueza em certos corpos — silica, magnesia, soda — são geralmente inuteis.

Para as aguas residuaes industriaes, far-se-ão dosagens diversas segundo a sua natureza. De taes casos não me occupo, porém, aqui.

Ha vantagem em fazer as analyses o mais rapidamente possivel, em virtude do grande numero de amostras que, por vezes, ha para analysar. Por isso, em geral, preferir-se-ão os processos menos demorados, quando dêem uma aproximação sufficiente.

Os processos seguidos variam muito de paiz para paiz e, até por vezes, n'um mesmo paiz, com os analysts. Para a comprehensão dos boletins de analyses a que mais tarde haverei de referir-me, torna-se, pois, necessario indicar cada um dos processos habitualmente seguidos. Dos que tendem a ser abandonados direi apenas o bastante para que se possa estabelecer o valor que teem relativamente aos que reúnem, pelos seus resultados mais exactos ou mais rapidos, o maior numero de suffragios. Estes serão descriptos um pouco mais demoradamente.

Usa-se, em geral, na Europa Continental, exprimir os resultados em milligrammas por litro. Em Inglaterra, antigamente, davam-se os resultados em grãos (grão = 0^{gr.},0648) por gallão (gal. = 4^{l.},5435); hoje, porém, seguindo as recommendações que o *British Association Committee* desde 1898 vem fazendo, os resultados são apresentados em partes por 100.000 e faceis, portanto, de reduzir a milligrammas por litro. A milligrammas por litro correspondem exactamente os resultados dados pelos americanos em partes por milhão.

1) Reacção

Como vimos, a reacção do *sewage* é habitualmente alcalina, a não ser que a reacção da massa liquida total seja modificada por effluentes industriaes acidos, em quantidade abundante e sem neutralisação previa.

O uso de papel de tornesol permittirá estabelecer qual a reacção dos liquidos, nos casos duvidosos.

A alcalinidade do liquido residual é favoravel á realisação das acções biologicas de depuração, dentro de certos limites; quando muito elevada, torna-se, porém, prejudicial e é preciso fazê-la baixar, mais ou menos segundo os casos.

Se o liquido é acido, a acção nociva que póde exercer sobre os peixes da corrente a que haja de ser lançado e, ainda,

o obstaculo que oppõe á realisaco de acoes biologicas depuradoras impem uma neutralisaco ou, melhor, uma ligeira alcalinisaco, pelos processos convenientes.

D'aqui resulta, pois, que, quando haja razo para suspeitar que a alcalinidade   excessiva (aguas de esgoto recebendo effluentes abundantes de fabricas de gaz, effluentes de prévio tratamento chimico, etc.) ou quando, ao contrario, exista acidez (effluentes de tratamento chimico, liquidos residuaes industriaes),   necessario medir essa alcalinidade ou essa acidez para se determinar qual a quantidade de substancia acida ou alcalina que deverá ser addiccionada com o fim de levar a reaco ao estado conveniente.

Além d'isso, como a alcalinidade tende a diminuir com o avano na realisaco das acoes biologicas depuradoras, a determinaco em duas occasies differentes do grau de alcalinidade de um liquido residual pde dar uma idéa da purificaco que, durante o tempo decorrido, tal liquido soffreu.

a) Alcalinidade

A determinaco feita no liquido bruto dará a alcalinidade total, isto  , a fixa, devida principalmente a sabes e soda de lavagens e por vezes ainda a cal, e a volatil, devida principalmente ao ammoniaco livre.

Quando se evapore em banho-maria uma poro de liquido até o reduzir a baixo volume, o ammoniaco será expulso e no liquido restante encontrar-se- , apenas, a alcalinidade fixa (1).

A differenca entre os valores obtidos n'estas duas determinacoes, feitas com poroes eguaes do mesmo liquido, dará, para uma poro igual, a alcalinidade volatil.

A alcalinidade mede-se por meio de um soluto de acido

(1) No se deve levar a evaporaco até   secura para que os alcalis fixos no sejam neutralizados por certas substancias organicas que consigam decompr.

sulfurico titulado (soluto decinormal: 4^{gr.},9 de H₂SO₄ por litro) que de uma bureta graduada se deixa cahir gôttas a gôttas n'um recipiente contendo uma dada quantidade (10 a 50 cc.) de liquido a examinar, adicionada de algumas gôttas de alaranjado de methylo (soluto a 1 0/0) que, ao dar um tom roseo ao liquido, indicará o termo da reacção.

Procede-se de fôrma identica para uma egual quantidade de agua distillada com algumas gôttas do mesmo indicador; o numero de cc. de acido agora achados, n'este *ensaio a branco*, subtrahe-se do que foi gasto com a agua de esgoto, anteriormente.

O numero de cc. restante depois da correcção (1) poderá já exprimir em acido sulfurico a alcalinidade do liquido que neutralizou; geralmente, porém, a alcalinidade exprime-se, antes, dando a equivalencia com doses de substancias alcalinas, das quaes se conhecem os pêsos necessarios para a neutralisação exacta de 1 cc. do soluto acido, multiplicando por um factor, variavel segundo os casos, o numero de cc. do soluto titulado gasto. Se o acido sulfurico é decinormal, esse factor será: 0^{gr.},0031 para a avaliação em oxydo de sodio, Na₂O; 0^{gr.},0053 em carbonato de sodio, Na₂CO₃; 0^{gr.},0040 em soda caustica, NaOH; 0^{gr.},0017 em ammoniaco, NH₃; 0^{gr.},005 em carbonato de calcio, CaCO₃.

O ammoniaco é geralmente usado para exprimir a alcali-

(1) A alizarina sulfo-conjugada, como indicador, não exigiria correcção.

O alaranjado de methylo, bom indicador para aguas limpidas ou não muito concentradas e carregadas em côr, será, no caso de aguas fortes ou muito córadas, substituido com vantagem pelo papel de tornesol no qual se deita uma gôttas do liquido, depois de cada addição de acido titulado, até que o papel tome a côr vermelha dada por um ligeiro excesso de acido no liquido. Poder-se-ia, tambem, deitar acido titulado em excesso, aquecer o liquido á ebullição, e dosear, depois, o excesso de acido, pela soda titulada: assim teriamos o numero de cc. de acido sulfurico gastos.

nidade volatil; a soda e o carbonato de calcio (ou um dos outros) para a fixa.

Da pequena quantidade analysada, calcula-se facilmente a alcalinidade por litro.

b) Acidez

A acidez (1) será medida d'uma fôrma semelhante, pelo emprego de um soluto titulado de soda (soluto decinormal: 4 gr. de NaOH por litro), com o tornesol, cochonilha, etc., por indicador; será expressa, geralmente, em H_2SO_4 , multiplicando o numero de cc. de soluto titulado de soda gastos pela quantidade de acido que é necessaria para a neutralisação de um d'esses c. c.; com a soda decinormal, esse factor será de 0^{gr.},0049. A acidez pôde ser, ainda, expressa em qualquer outro acido; as quantidades de acido necessarias para a neutralisação variam, naturalmente, e, portanto, o factor variará; com a soda decinormal será 0^{gr.},006 para o $C_2H_4O_2$, 0^{gr.},00365 para o HCl, etc.

Da quantidade analysada, calcula-se a acidez por litro.

2) Residuos solidos

N'uma analyse completa do *sewage* determinar-se-á não só a quantidade total dos solidos existentes, mas tambem o estado, de dissolução ou suspensão, e a natureza, mineral ou organica, d'estes.

Desde que se conheça o valor do total das materias solidas e o de uma das parcellas (solidos suspensos ou solidos dissolvidos) ou desde que ambas as parcellas sejam conhecidas, é evidente que, por um calculo simples, se achará a terceira quantidade, sem necessidade de determinação directa.

(1) A acidez devida a CO_2 desaparece fervendo-se o liquido.

Identicamente, com respeito á determinação das partes organica e mineral que entram na constituição d'aquellas tres quantidades: conhecidos, por exemplo, o total de materias suspensas e a quantidade d'estas que é de natureza organica, uma simples subtracção indicará o valor das materias suspensas mineraes, etc.

a) **Residuos solidos totaes do liquido bruto**

Querendo-se determinar, n'uma dada porção de agua de esgoto, a quantidade de solidos, sem distincção entre os dissolvidos e os suspensos, procurar-se-á o

Residuo secco a 110°: depois de agitar o recipiente em que o liquido está, para pôr em suspensão as materias depositadas, toma-se uma certa quantidade (50 a 500 cc.), bem medida, da agua de esgoto e evapora-se a banho maria n'uma capsula de porcelana ou de platina; secca-se á estufa a 110° até que o pêso fique constante (4 horas de estufa pouco mais ou menos) e, em seguida, depois de arrefecimento n'um deseccador, pesa-se, rapidamente (visto que os residuos são, por vezes, muito hygrometricos), e desconta-se o pêso conhecido da capsula.

Em virtude da decomposição e deliquescencia de alguns solidos, a constancia no pêso não é facil de obter; por isso, alguns determinam antes o:

Residuo secco carbonatado: antes de evaporar o liquido a analysar, adicionam-se-lhe 2 ou 3 cc. de carbonato de sodio $\frac{N}{40}$, rigorosamente medidos, cujo pêso (0^{gr.}0053 por cada cc.) é deduzido do pêso do residuo obtido como acima se disse.

O residuo fixo ou de incineração do residuo secco a 110° contém apenas materias mineraes, mas não todas as d'esta natureza que existiam no residuo secco; com effeito, algumas d'ellas (saes alcalino-terrosos, saes ammoniacaes, nitratos, nitritos, sulfatos, sulfuretos, chloretos, etc.), por decomposição ou por volatilisação completa ou parcial, desapparecem com a materia organica, concorrendo para augmentar a *perda ao rubro* ou differença de pêso entre os dois residuos.

D'aqui se conclue que, na agua de esgoto:

α) A *materia mineral* existente é realmente em maior quantidade do que aquella que o residuo fixo dá;

β) A *materia organica* não attinge as proporções que, á primeira vista, a perda ao rubro levaria a estabelecer.

BONJEAN, partindo de que a perda mineral é, na maior parte, devida á decomposição de nitratos e á de carbonatos alcalino-terrosos, com perda de CO_2 , propõe-se tornar os resultados obtidos no residuo fixo mais accitaveis para o calculo das proporções relativas da materia organica e da mineral. Lança no residuo secco alguns cc. de carbonato de ammonio puro; evapora lentamente em banho-maria e, depois, sujeita á accção do calor, em banho de areia a 150° ou, mesmo, ao fogo nu ou á *mufla*, evitando, porém, attingir o rubro sombrio e, ao principio, com precaução, para evitar as projecções que a decomposição de carbonato de ammonio occasiona; arrefece e pesa. N'este processo, os oxydos alcalino-terrosos da decomposição dos carbonatos e nitratos tornam-se em carbonatos.

Mesmo com esta modificação, a determinação da materia organica por este processo não é rigorosa. Faltando, porém, outros processos que permittam mais rigor, poderá haver, por vezes, vantagens em usal-o (1).

b) Solidos suspensos

Vimos que n'uma amostra isolada a riqueza em substancias suspensas não corresponde á riqueza media do liquido que deu a amostra.

Não é, porém, este facto a causa unica de que o calculo dos solidos suspensos n'uma agua de esgoto não seja tão sim-

(1) A riqueza em materia organica estabelece-se, com mais ou menos approximação (nunca rigorosamente), por meio de outras determinações (provas do permanganato) adeante descriptas. Todas as que podem ser feitas para o liquido bruto são mais geralmente realisadas na analyse do liquido filtrado, livre de solidos suspensos.

ples como á primeira vista póde parecer. Esta determinação, mesmo n'uma dada porção limitada de liquido colhido, é das de mais difficil, aborrecida e demorada realisação e, ainda, das mais sujeitas a causas de erro, como se verá pela descripção dos processos usados.

α) Processos por filtração.

*) DIRECTOS:

Simple filtração. — De todos os processos, o que se apresenta como mais directo e, na apparencia, mais simples é o que consiste em fazer passar uma certa porção de agua de esgoto, bem agitada, atravez de um filtro de papel, previamente sêcco durante uma hora a 100°, arrefecido no deseccador e pesado com justeza, de modo a poder-se obter o péso das materias suspensas, depois de acabada a filtração, pelo augmento do péso do filtro, novamente sêcco a 100°.

Simplemente, as materias colloides depressa impermeabilisam o papel e de tal sorte que a filtração se torna interminavel, logo que a quantidade do liquido seja algum tanto elevada, como convém para concluir em boas condições. Da grande demora da operação resulta, ainda, que algumas substancias se dissolvem, o que poderá concorrer para falsear os resultados.

Filtração com aspiração atravez de filtros resistentes especiaes. — Como a superficie filtrante não póde geralmente sujeitar-se á acção do calor, retirar-se-á d'ella, por meio de um pequeno jacto de agua, para uma capsula de péso conhecido, a materia solida retida. Avaliar-se-á esta, depois de evaporação e exsiccação, pelo augmento do péso da capsula. É menor o tempo necessario para a operação, mas o transporte das materias solidas comprehendê-se que haja de prejudicar a exactidão dos resultados, pela difficuldade que ha em o tornar total.

Filtração por asbesto, sob pressão. — O DR. M^c. GOWAN, no relatorio apresentado em 1904 á *Royal Comission on Sewage*, preconisa este processo, como dando resultados bons n'um tempo minimo. Debaxo de agua distillada, conserva-se uma porção de asbesto elastico commercial, que, previamente, tem sido

cortado miudo, purificado por digestão em acido chlorhydrico concentrado quente, e lavado até á perda de vestigios de acido.

No fundo de um cadinho de Gouch de 45 mil. ($1\frac{3}{4}$ polleg.) de alto e 37 mil. ($1\frac{1}{2}$ polleg.) de diametro no cimo, dispõe-se uma camada de asbesto, bem igual, de 2 a 3 mill. em espesura. O cadinho é rodeado na parte superior por um largo annel de borracha que entra na abertura de um recipiente em comunicação com uma bomba. Depois de uma boa lavagem com agua distillada, seccam-se e pesam-se exactamente o cadinho e o seu conteúdo. Em seguida, uma quantidade do liquido, variavel (50 a 500 cc.) segundo a concentração, é lançada no recipiente e filtrada pelo asbesto, repetindo-se a passagem das partes que se não obtenham sufficientemente limpidas e procurando-se reservar para o fim a parte sedimentada no recipiente; depois, far-se-á ainda a lavagem d'este, por duas ou tres vezes, com agua distillada que, em seguida, se passará atravez do filtro. Nas primeiras phases pôde não intervir a bomba que será sempre necessaria nas ultimas. O cadinho, depois de sêcco, dará, pelo augmento de pêso do seu conteúdo, o pêso da materia suspensa na porção da agua de esgoto examinada.

****) INDIRECTO. POR DIFFERENÇA:**

Filtração de pequenas porções de liquido. — Procura-se, aqui, evitar a necessidade de filtrar grandes quantidades de liquido, determinando indirectamente o valor das materias suspensas, pela differença dos pêsos dos residuos sêccos de duas quantidades eguaes, uma de agua de esgoto bruta bem agitada e outra da mesma agua filtrada, de que se rejeitaram as primeiras porções. Assim, a porção filtrada pôde ser pequena e, portanto, ser breve a filtração, mas é bastante difficil seccar os dois residuos no mesmo grau.

β) Processo por decantação e centrifugação.

Os processos de filtração, além de outros defeitos, tem o de dar um liquido geralmente opalescente e turvo que nos deixa em duvida sobre se já estará completamente livre de

materias suspensas ou se, ao contrario, necessita de nova filtração. Por isso, muitas vezes, se utiliza de preferencia, o seguinte processo, muito recommendado por ROLLANTS: Deita-se n'um copo de fórma conica uma dada porção de agua de esgoto bruta, bem agitada, e deixa-se depositar em lugar fresco, por 3 ou 4 horas (no caso de certas aguas residuaes industriaes o tempo deve ser muito mais longo); decanta-se o liquido por meio de um syphão, deixando apenas a parte mais visinha da substancia sedimentada; o conteúdo do copo (liquido restante e sedimento) é dividido por tubos graduados em cc., e, ahi, centrifugado. D'esta fórma, obtém-se o volume de deposito humido para um dado volume de liquido. Se se quer obter o pêso das materias assim separadas, retiram-se estas do tubo em que se fez a centrifugação, por meio de alguma agua distillada, e lançam-se n'uma capsula de pêso conhecido que, depois de evaporação em banho-maria e de submettida na estufa a uma temperatura de 110°, dará, por nova pesagem, o valor da materia suspensa no liquido examinado.

ROLLANTS faz notar que n'este processo, se ha varias causas de erro, se suprime a da retenção das substancias colloides (1) pelo filtro, o que nos processos anteriores se dá.

(1) Para a determinação das *materias colloides*, usam-se dois methodos — o da *dialyse* e o da *precipitação chimica*:

1) **Methodo da dialyse.** — FOWLER e ARDERN mergulhavam um tubo de pergaminho encerrando 750 cc. de agua distillada n'um vaso contendo 750 cc. de *sewage* decantado, de modo que os liquidos ficassem ao mesmo nivel, e, com determinados intervallos, examinavam amostras colhidas dos dois liquidos, até que estes mostrassem a mesma riqueza em chloro (24 horas).

JOHNSON encerra n'um tubo de pergaminho 50 cc. de agua de esgoto, filtrada por papel, adicionada da quantidade de acido sulfurico sufficiente para a esterilisação do liquido, e mergulha o tubo em 500 cc. de agua distillada, renovada de vez em quando, durante 6 dias que dura a dialyse.

CALMETTE a este methodo, que sujeita a muitas causas de erro, prefere como mais rapido e simples o

2) **Methodo da precipitação chimica**, indicado por RÜBNER, usado

*

Querendo obter o valor da parte organica das materias suspensas calculadas, verificar-se-á a diminuição de pêso por incineração cujo residuo é todo de *natureza mineral*. Lembremos, porém, que este meio não é rigoroso pois, como foi dito atraz, as materias desaparecidas não são só as organicas, mas tambem algumas mineraes, faceis de decompôr ou de volatilisar.

c) Solidos dissolvidos

O liquido obtido, quer por filtração quer por decantação, considerar-se-á como contendo só materias dissolvidas.

Os processos a usar na determinação d'estas são identicos aos que se usaram para a agua de esgoto bruta.

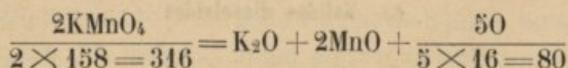
O *residuo secco* dará o pêso dos solidos dissolvidos totaes; o *residuo fixo por incineração* dará o valor da materia mineral dissolvida e a *perda ao rubro* o pêso da materia organica dissolvida; isto, com as reservas que, atraz, ficaram feitas.

por SAM EVANS, CHADWICK ODDIE, e tambem por FOWLER, methodo no qual se precipitam as materias colloides por uma solução alcalina de sal ferrico. — Lançam-se 200 cc. de liquido a analysar n'um frasco conico e adicionam-se 2 cc. de soluto de acetato de sodio a 5 0/0 e 2 cc. de soluto de alumen de ferro e ammonio a 10 0/0. Agita-se, leva-se á ebulição, e mantem-se esta durante dois minutos exactos. Depois de arrefecimento, lança-se o liquido sobre um filtro tendo o cuidado de vasar o minimo possivel de precipitado. O filtrado é claro e apenas contém materias em verdadeira solução. Compara-se a analyse d'elle com a do liquido primitivo e d'ahi se conclue a riqueza em materias colloides.

Os dois methodos — o da dialyse e o da precipitação — não dão resultados numericos identicos, mas a relação entre as materias colloides e as cristalloides é a mesma nos dois casos.

3) Oxygeneo consumido na prova do permanganato

Quando se junta uma certa porção de soluto de permanganato de potassio a um liquido que contém substancias oxydaveis, estas, segundo a sua quantidade e qualidade e segundo as circumstancias de tempo, de temperatura e de reacção do meio em que o contacto se dá, decompõem aquelle corpo total ou parcialmente e com maior ou menor rapidez, aproveitando, para a sua oxydação, o oxygeneo libertado segundo a equação



que indica que duas moleculas de permanganato (ou 316 partes) fornecem 5 atomos de oxygeneo (ou 80 partes).

N'este principio, fundava, em 1803, FORSCHAMMER um methodo de avaliação da materia organica existente n'um liquido; por varias modificações, novos processos derivaram do processo primitivo.

Todos elles consistem, essencialmente, em realizar o contacto, durante um tempo determinado e a uma dada temperatura, entre o liquido, cuja materia organica se quer calcular, e um soluto titulado de permanganato de potassio em dose sufficiente para que, terminado o tempo marcado, haja ainda um excesso, não decomposto, que core a mistura dos liquidos(1).

Em seguida, por meio de reagentes apropriados, mede-se o volume de soluto de permanganato destruido e, d'ahi, se calcula a quantidade de oxygeneo que a materia oxydavel consumiu.

Do oxygeneo consumido, não se póde, porém, concluir rigorosamente a quantidade da materia organica. Com effeito, é

(1) Aconselha-se que o permanganato em excesso esteja para o destruido pelo menos na relação de $\frac{1}{2}$ (ROLLANTS).

preciso notar que, sendo, como TIEMANN e PREUSSE affirmam, o acido oxalico a unica substancia que completamente se oxyda á custa do permanganato, e sendo nas outras a parte oxydavel muito variavel (acido tartarico $\frac{3}{4}$, assucar d'uva $\frac{4}{10}$; assucar de canna 54 0/0, acido benzoico 22 0/0, asparagina 12 0/0, allantoína 3 0/0, urêa 0 0/0) (1), os resultados obtidos não serão proporçionaes á quantidade, mas dependerão da qualidade das materias organicas.

Accresce, ainda, que não são só substancias organicas as que decompõem o permanganato; para essa decomposição concorrem tambem substancias de natureza mineral. D'estas ultimas, as que exercem maior influencia perturbadora são, segundo RIDEAL, os nitritos, chloretos, sulfitos, saes ferrosos e outros que, geralmente, existem em grande quantidade nos effluentes de depuração chimica, mas que no *sewage* bruto são pouco abundantes e quasi sempre despreziveis.

De tudo isto se conclúe que aos resultados obtidos só de verá dar-se valor relativo.

Maç, ainda, é essencial notar que, para ser possivel obter resultados semelhantes para duas verificações de um dado liquido, é necessario que, nos dois casos, o processo adoptado seja o mesmo.

D'uns processos para os outros, variam: o tempo de contacto, por vezes de minutos (2,3, 10,15, etc.), por vezes de horas (2 $\frac{1}{2}$, 4); a temperatura a que o liquido é sujeito (ordinaria, mais ou menos elevada em banho-maria, de ebullicão); e a reacção do meio (acida ou alcalina).

Os inglezes realisam geralmente os contactos á temperatura ordinaria durante 3 minutos ou 4 horas.

(1) As materias carbonadas não azotadas, que não são as mais nocivas, seriam principalmente as que se avaliam por este processo (RIDEAL). TIEMANN e PREUSSE affirmam que as materias organicas mais complexas são as que, em meio acido, fixam melhor o oxygeneo e que, portanto, é sobre ellas que, principalmente, recáe a dosagem pelo permanganato.

RIDEAL preconisa o contacto a 80° C. (em banho-maria), por 2 1/2 horas.

Nos Estados Unidos adopta-se o methodo PALMER, no qual a temperatura é de 96° C. (banho-maria fervente) e o tempo de contacto de 30 minutos; por vezes, tambem, o liquido é levado á ebullição, mantendo-se esta durante 2 minutos (em Lawrence) ou 5 minutos (em Boston).

Na Allemanha a ebullição mantem-se por 10 minutos (KÜBEL-TIEMANN).

Em todos estes processos, a reacção do meio, durante o contacto, é *acida* (pelo acido sulfurico)(1).

Pelo seguinte quadro de JOHNSON e ELLIOT KIMBERLY se vê quão differentes podem ser os valores obtidos para uma dada amostra, segundo o modo da determinação:

Methodos	Tempo de contacto em minutos	Temperatura em graus centigrados	Resultado
Ínglez (vulgar).....	240	26,7	0,56
Palmer.....	30	96	3,14
de LAWRENCE.....	2	100	0,74
de BOSTON.....	5	100	1
Allemao.....	10	100	1,18

Os processos em que se faz a ebullição teem a vantagem de intensificar e encurtar a reacção, mas apresentam uma causa de erro a mais, pela libertação espontanea e irregular de oxygeneo que, então, se dá á custa do permanganato em soluto acido, devida á variação nos chloretos. Para evitar esse

(1) O acido azotico é directamente oxydante e o acido chlorhydrico, a quente e em certa quantidade, liberta chloro, sob a acção oxydante do permanganato; assim, nem um nem outro conveem para acidificar o meio.

inconveniente da ebullição, é que RIDEAL propunha o aquecimento a 80° durante 2 horas e meia.

A ebullição por 10 minutos em meio de *reacção alcalina* não traz, porém, causas de erro tão grandes como a ebullição, em meio acido e, por isso, lhe é hoje geralmente preferida; é o que se realisa nos *processos de SCHULZE e LEVY*.

Os resultados obtidos não são os mesmos, quando a reacção varia; em meio acido, segundo BONJEAN e POUCHET, as substancias animaes são menos activas do que em meio alcalino, dando-se o contrario com as substancias vegetaes. Se bem que taes factos não estejam rigorosamente provados, recommenda-se, por vezes, que se façam as dosagens com ambas as reacções.

De toda esta variedade de processos que levam a resultados differentes, resulta a necessidade de indicar qual o processo seguido para que se possa concluir em boas condições. Para que varios casos se possam comparar é necessario que sejam bem conhecidas e estabelecidas as circumstancias em que, para cada um d'elles, se realisou a analyse.

Mais geralmente, faz-se o contacto com ebullição por 10 minutos, em meio alcalino, ou á temperatura ordinaria por 4 horas ou por 3 minutos, em meio acido.

Alguns analyistas fazem estas determinações para a agua bruta; a maior parte, comtudo, aconselha que se proceda, apenas, com agua liberta de materias suspensas.

a) Oxydabilidade pelo permanganato com ebullição por 10 minutos

Na impossibilidade da oxydação total da materia organica, sendo os processos em que a ebullição se realisa aquelles em que tal oxydação vae mais longe, é pela quantidade de oxygeneo consumido em taes condições que, geralmente, se representa o valor da materia organica do liquido examinado. O processo, se bem que tendo os defeitos apontados, tem

utilidade, pela rapidez de realisação e por fornecer resultados de certo valor comparativo.

Para medir a quantidade de soluto de permanganato destruido, usa-se um soluto de acido oxalico de concentração tal que volumès eguaes dos dois solutos se saturem exactamente (1).

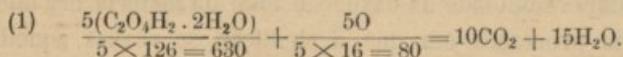
O soluto de KMnO_4 crystallizado e puro a $0^{\text{gr}},316$ por litro de agua distillada, libertando por cc. $0^{\text{mg}},08$ de oxygeneo, corresponde a um soluto de acido oxalico crystallizado e puro a $0^{\text{gr}},63$ por litro de agua distillada (solutos centinormaes) (2).

O soluto de KMnO_4 a $0^{\text{gr}},395$ por litro, que fornece $0^{\text{mg}},1$ de oxygeneo por cc., corresponde a um soluto de acido oxalico a $0^{\text{gr}},7875$ por litro.

Para proceder ao exame é necessario, ainda, um soluto de acido sulfurico puro a $\frac{1}{5}$ e, tambem, um soluto de soda ou de bicarbonato de sodio saturado a frio, se a dosagem se deve fazer em meio alcalino.

Technica.

a) *Oxydabilidade em solução alcalina.* — Toma-se n'um balão bem lavado uma certa quantidade de agua de esgoto, variavel segundo a concentração (10, 20, 25, 50 cc.), e completa-se o volume até 100 cc., com agua distillada; junta-se uma determinada porção (20, 40 cc.) de soluto titulado de permanganato que seja sufficiente para permittir que, ao fim de 10 minutos de ebullição a que o liquido é sujeitado depois de alcalinizado (por 1 a 2 cc. de lixivia de soda, por exemplo), fique um excesso de permanganato revelando-se por côr rosea que o liquido conserve; findo o tempo marcado para a ebullição, arrefece-se o balão até 50° , pouco mais ou menos, e



Vê-se pois que para oxydar cinco moleculas ou 630 partes de acido oxalico se necessitam 5 atomos ou 80 partes de oxygeneo que são fornecidos por 2 moleculas ou 316 partes de permanganato.

(2) São os solutos usados no Laboratorio de Hygiene de Coimbra.

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.

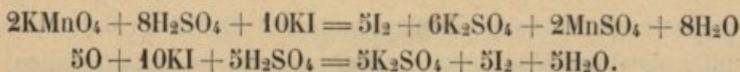
β) *Oxydabilidade em solução acida.* — Calcula-se de fôrma analoga; a differença é de que os 10 cc. de acido sulfurico a $\frac{1}{5}$ se juntam antes de se sujeitar o balão á acção do calor e em logar do liquido alcalino que é supprimido.

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.

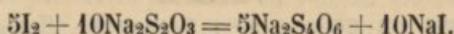
Aqui, realisa-se a oxydação de substancias que lentamente actuam sobre o permanganato. Productos de alcatrão, hulha, phenol, naphtol, naphtylamina, bases pyridicas, tinturas, indigo, campeche, saes inorganicos, sulfocyanetos, sulfitos, nitritos e saes ferrosos, entre outros corpos (CALMETTE), que decompõem 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 fórmias sob que o azote se encontra, fórmias 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^o) 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 fórmias, 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.).

*

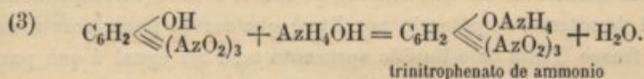
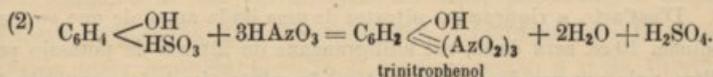
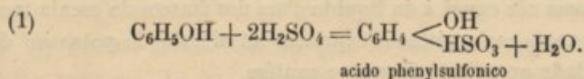
α) Methodo colorimetrico. — Mais do que o processo de BOSINGAULT, fundado na descóração do indigo e modificado por RIDEAL, e mais do que o processo de NOLL, baseado na coloração vermelha que a brucina dá com os nitratos decompostos pelo acido sulfurico, é usado o

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 dilui76o, 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 ac76o 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 cont6em 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.

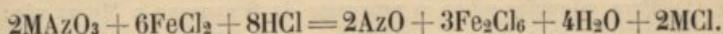
dosear quantidades tão insignificantes de nitrato, empregar-se-iam, para o exame, volumes maiores de liquido, evaporando 20 ou mais cc., em vez de 10. Quando, ao contrario, a coloração obtida para uma dada amostra é mais forte do que qualquer das dos frascos da escala, faz-se uma diluição do liquido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

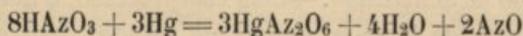
É de notar que, se o liquido contém nitritos, estes, decompondo-se, vão augmentar o volume de gaz; assim, pois, haverá a fazer, nos resultados obtidos, uma correcção que consistirá em subtrahir-lhes 4,42 partes por cada parte de azote nitroso doseado previamente, para que se tenha o valor que unicamente 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'Institute 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.

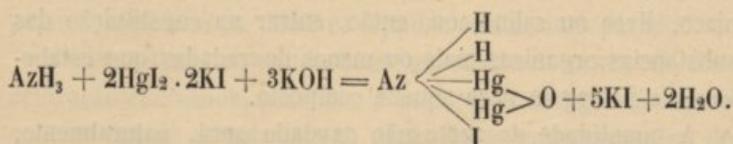
cesso, da decomposição das substancias azotadas pelo aquecimento com o acido sulfurico.

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 pôde 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, pôde 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 góttas 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 góttas 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 póde 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 subtrahir 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 peso 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 peso 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

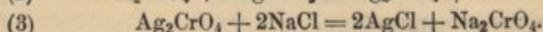
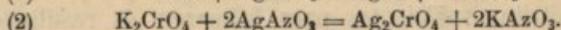
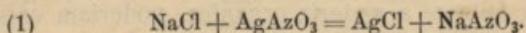
(1) Para a descripção do apparelho e da technica vêr ROLANTS, *Analyse des eaux d'égout*.

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 ágitacão 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 concentraçãõ 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

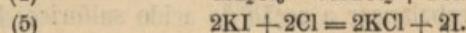
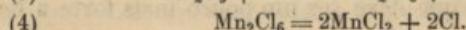
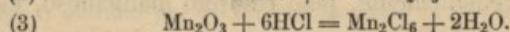
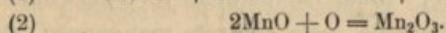
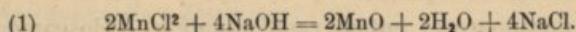
Esta determinação é principalmente feita para os effluentes depurados. Na agua bruta de esgoto, a quantidade de oxygeneo nunca poderá ser notavel.

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, transformando-se em oxydo manganico (2), de côr castanha, que se deixa depositar.

A adição, depois feita, de 3 cc. de acido chlorhydrico concentrado, levados ao fundo do recipiente, sem bolhas de ar, por uma pipeta, dá origem ao chloreto manganico (3) que immediatamente se decompõe em chloreto manganoso e chloro (4). O chloro libertado actua sobre o iodeto dando, proporcionalmente 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)
 - Para effluentes de precipitação.. (N ammoniacal + N organico) × 4,5
+ (oxygeneo abs. em 4 h. × 6,0)
 - 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)
 - Para effluentes de precipitação.. (N ammoniacal + N organico) × 3
+ (oxygeneo abs. em 4 h. × 7,5)
 - 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)
 - Para effluentes de precipitação.. (N ammoniacal + 4,5) + (oxygeneo
abs. em 4 h. × 7,5)
 - 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 addicionada 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 putrescível; 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 putrescível umas vezes, imputrescível outras; finalmente, quando o oxigeneo consumido é sensivelmente inferior ao dissolvido e ao dos nitratos e nitritos, o liquido será, quasi seguramente, imputrescível. 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 anerobios, 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 forma 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 realizar essa diluição, utilizam-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.



O est une microscopie, propre à être faite à tout
moment, à toute main, par le plus simple des
moyens de l'analyse chimique.

Il est à remarquer que la méthode de l'analyse
chimique est la seule qui permette de faire
une analyse complète de la matière vivante.
C'est pourquoi elle est la seule qui soit
généralement employée.

La méthode de l'analyse chimique est la seule
qui permette de faire une analyse complète
de la matière vivante. C'est pourquoi elle
est généralement employée.

La méthode de l'analyse chimique est la seule
qui permette de faire une analyse complète
de la matière vivante. C'est pourquoi elle
est généralement employée.

La méthode de l'analyse chimique est la seule
qui permette de faire une analyse complète
de la matière vivante. C'est pourquoi elle
est généralement employée.

La méthode de l'analyse chimique est la seule
qui permette de faire une analyse complète
de la matière vivante. C'est pourquoi elle
est généralement employée.

La méthode de l'analyse chimique est la seule
qui permette de faire une analyse complète
de la matière vivante. C'est pourquoi elle
est généralement employée.

La méthode de l'analyse chimique est la seule
qui permette de faire une analyse complète
de la matière vivante. C'est pourquoi elle
est généralement employée.

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 $4^1,26$ 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 flutuantes 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 igualmente 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 lugar, 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 Gouernment 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.

Faint, illegible text at the top of the page, possibly a header or title.

Several paragraphs of very faint, illegible text in the upper middle section of the page.

Several paragraphs of very faint, illegible text in the middle section of the page.

Several paragraphs of very faint, illegible text in the lower middle section of the page.

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 chemicas, 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 acções	
Separação parcial das materias solidas e dos germens. <i>Clari-ficação do li- quido.</i>	separação das mate- rias organicas gros- seiras (<i>materias flu- ctuantes</i>) (1)	apparelhos mecanicos, grades, crivos, filtros grosseiros, etc.	} physicas
	separação de areias e detricitos mineraes [2]	gravidade	
	separação de finas particulas solidas (<i>ma- terias suspensas</i>) e de germens	gravidade e precipi- tantes inertes gravidade e precipi- tantes chimicos	
Destruição directa (raro total) dos ger- mens. <i>Diminuição da nocividade do liquido por exterminação dos germens pathogenicos</i>		calor e acido sulfurico electricidade e solutos chloretados	} physico- chimicas
		antisepticos chimicos	
Destruição directa da materia orga- nica e indirecta dos germens. <i>De- puração propriamente dita</i>		compostos chimicos oxydantes	} chimicas
		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. Com- tudo, algumas disposições para o tratamento depurador do *sewage* po- dem 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 pormenorizada.

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 septicæ*) 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 septicæ*, 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 utilização 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*.

Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page.

Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page.

Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page.

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*).

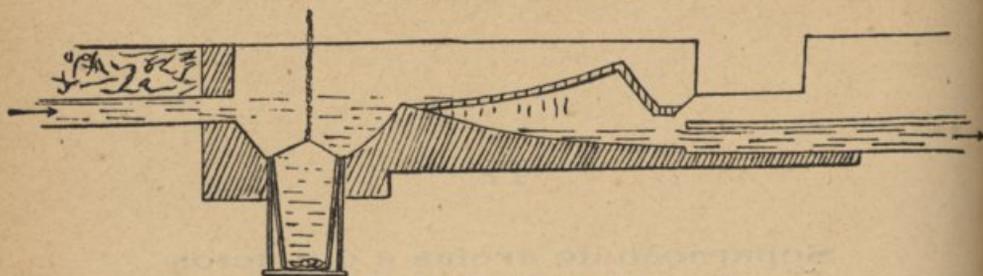


Fig. 6 — Fossa de detritos

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 germens, 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 través 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-

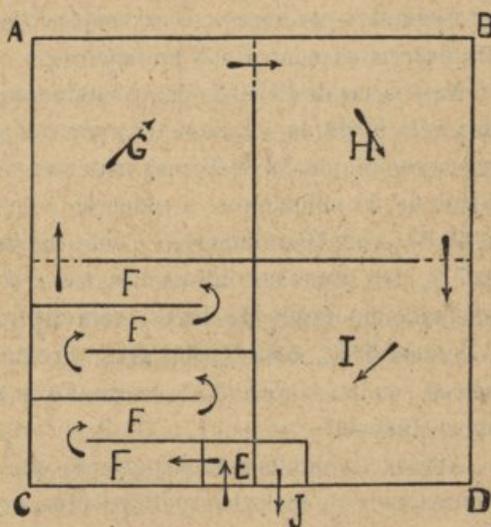


Fig. 7 — Schema das bacias de sedimentação de Osdorf.

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 depositadas 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-

soz 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 apparatus, em estabelecimentos collectivos, mas tambem, por apparatus de grande modelo, para o tratamento dos liquidos residuaes de varias cidades: Osdorf, Charlottenburgo (perto de Berlim), Chemnitz, Dresde, etc.

O apparatus 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,

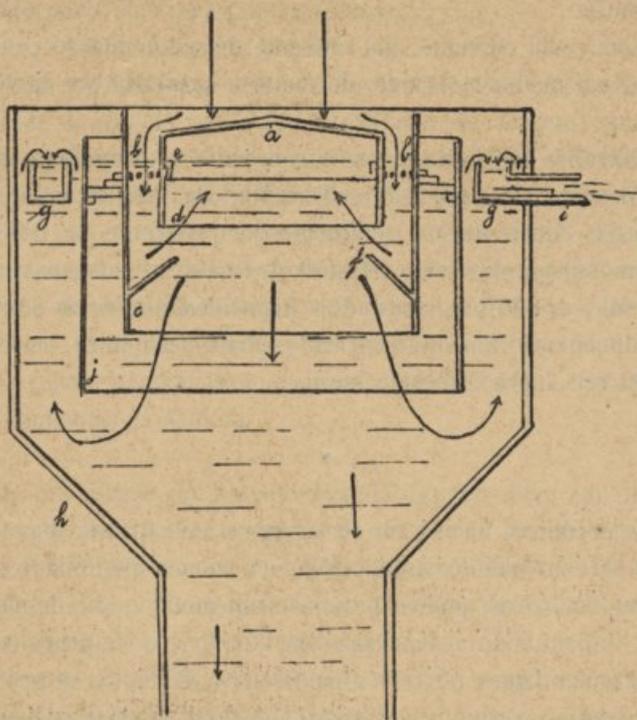


Fig. 8 — Schema do aparelho KREMER

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 lenticão 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 insoluveis, 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.

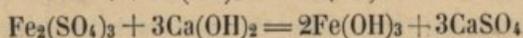
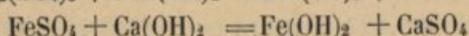
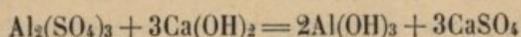
Acontece, porém, que a associação da cal a outros agentes

(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 disponivel. 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 desapareceriam 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 relatorio (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 insolvel (com um pouco de carbono)	32,40
Humidade	28,98
	100,00

N'outra amostra:

Sulfato de aluminio	69	} 85,1 % soluvel
» ferroso	10,50	
» ferrico	5,60	
Oxydo ferrico	12,50	} 14,9 % insoluvel
Alumina e silica	2,40	
	100,00	

(2) A *polarite* apresenta-se como uma substancia negra, dura, muito porosa, insolvel 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
	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 SEVERN 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

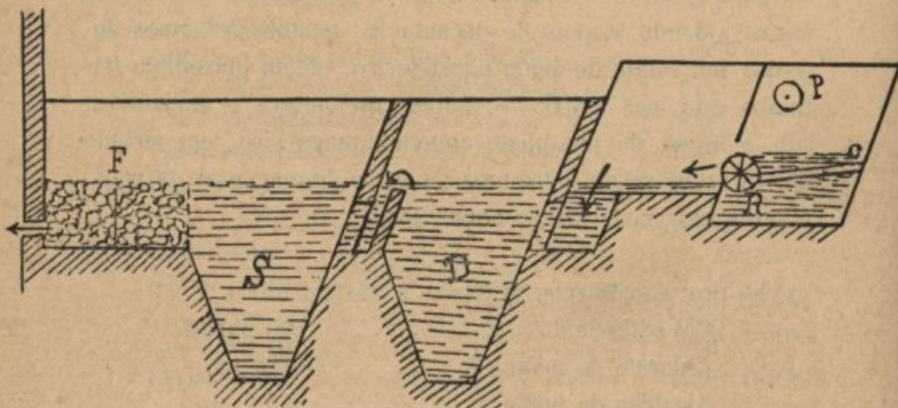


Fig. 9—Schema das fossas de Nahnsen-Muller

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 lammas 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 lammas,

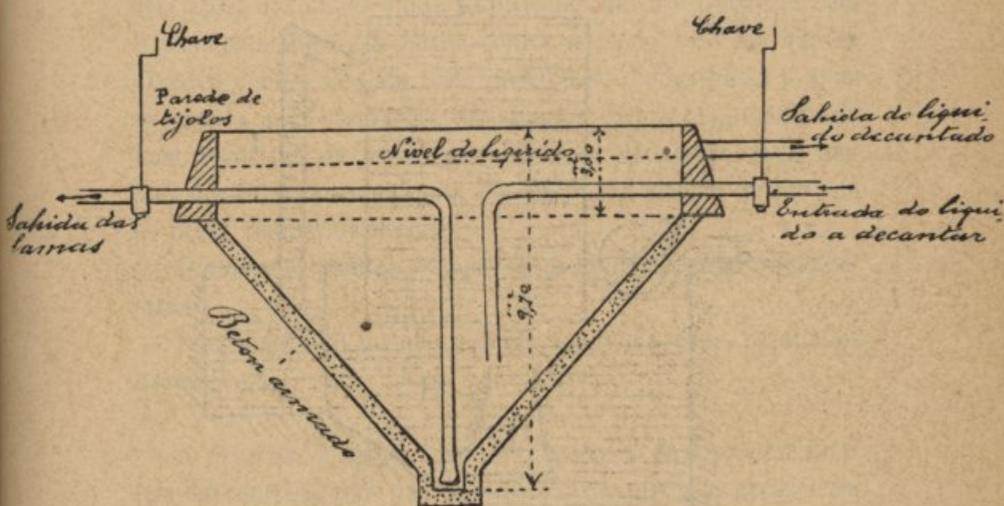


Fig. 10 — Fossa Dortmund

haver uma abertura de 15 centímetros, no fundo da fossa, por onde as lammas 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

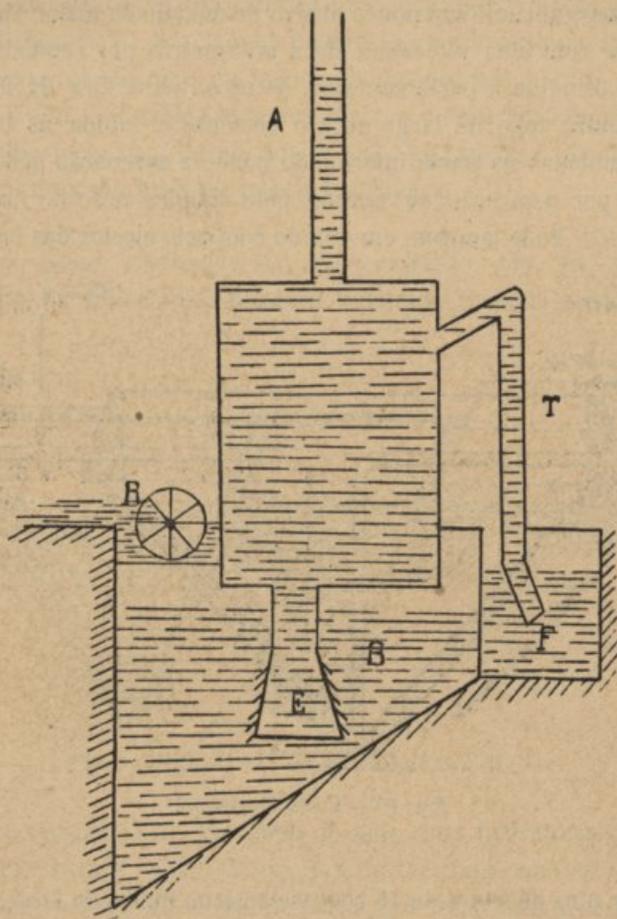


Fig. 11 — Schema do aparelho de Rothe-Röckner

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* escoo-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 menõs do que seria necessario.

Ora, sendo o reagente em quantidade insufficiente, as ações precipitantes da materia suspensa nã 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 nã 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 lamas, de character 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 lamas, 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 preferível 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 preferível 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 igualmente 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 grammma 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 grammma 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 grammma 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 pressagem, 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

especiaes, 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 differentes 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 tem, 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 mineiras, 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 necessidade 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 orifícios, 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 annel 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 annel 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, 48,5 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 desapparecendo, 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).

Utilização 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 % 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 circumstancias.

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 difíceis 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 chemicas, 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.

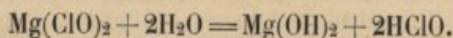
(3) A tonelada de tal producto valeria de 31\$000 réis a 35\$400 réis (RIDEAL).

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 hydrogenio 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 Comissão 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 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.

O emprego de solutos electrolysados parece, pois, de uma certa efficacia; além dos effeitos germicidas serem intensos, as lamas produzidas quando se trata o liquido residual bruto são em muito menor quantidade e muito menos putresciveis do que as lamas resultantes de precipitação chimica.

A despeza é algum tanto elevada; mas em Guildford parece que não resultava excessiva, porque se supprimiam as manobras complicadas de outros modos de tratamento, sendo o liquido, depois de sujeitado á acção do soluto electrolysado, lançado á terra, d'onde, por drenagem, passava aos cursos de agua, sem prejuizo para estes.

DIGBY procura, com o fim de economia, retirar de uma dada porção de sal uma grande quantidade de chloro util, o que consegue rodeando os electrodos por diaphragmas especiaes que impedem que a solução salina saia do espaço limitado, com os iões libertados.

3) Destruição dos germens pelos antisepticos chimicos

(acções chimicas)

Pelo emprego exclusivo de varias substancias chimicas, tem-se tentado em varias cidades a destruição dos germens dos liquidos de esgoto. Umas vezes, teem-se usado acidos que, ainda, neutralisariam o ammoniaco, outras os saes metallicos que teriam, tambem, uma acção benefica complementar, absorvendo o hydrogeneo sulfurado e precipitando a materia organica. A verdade, porém, é que o liquido mais ou menos bacteriologicamente puro, descórado e sem cheiro intenso, que se esperava obter por tal tratamento, está longe de ser sempre conseguido.

Em primeiro logar, os agentes chimicos utilizados, nas doses empregadas, não actuam, geralmente, sobre os organismos tão efficazmente como seria para desejar, e, como a materia organica só é ligeiramente abaixada, a conspurcação bacteriologica de novo ascende á primitiva, se os antisepticos veem a ser destruidos pelas substancias organicas.

Em segundo lugar, a acção exercida sobre o ammoniaco e bases semelhantes não impede a producção de cheiros, porque as substancias que dão origem a estes podem ser tambem outras muito diversas, havendo entre ellas varias que se não combinam com os reagentes (1).

Por outro lado, as substancias chimicas antisepticas apresentam algumas desvantagens que convém pôr em relevo; não só são muito elevadas em preço, para que, em larga escala, se possam usar nas doses que seriam necessarias, mas estas, quando usadas, podem tornar o liquido altamente nocivo, e a ponto de causar a exterminação dos peixes do curso a que seja lançado. Além d'isso, pelo facto do emprego de taes substancias, augmentam-se as quantidades de lama, sempre difficil, como vimos, de fazer desaparecer, e, assim, apparece um contra a mais para oppôr ás vantagens que o processo possa ter. Quaes estas sejam será visto quando, a proposito de cada composto, se estudarem, tambem, os seus inconvenientes particulares.

(1) O indol e o skatol das fezes são bases muito fracas que facilmente se escapam, mesmo de soluções acidas, dando lugar aos maus cheiros que, no caso do tratamento das fezes e urina e de residuos vegetaes, se sentem a grandes distancias.

Quando se distilla agua de esgoto, encontra-se no liquido distillado um cheiro aromatico nauseante, tão constante que pôde servir para affirmar a polluição pelo *sewage*, n'uma agua em que appareça. A substancia que determina este cheiro collecta-se á superficie, n'uma espuma branca gordurosa; apesar da sua grande volatilidade e difficil combinação com os reagentes, RIDEAL conseguiu isolal-a, sob a fórmula de uma substancia crystallina branca.

O cheiro da urina provém em grande parte de um oleo volatil neutro, já isolado (RIDEAL), muito difficil de se combinar com os reagentes. Estes, tambem, só difficilmente actuam sobre os oleos essenciaes vegetaes.

Finalmente, saes ethereos, como o mercaptan, compostos acidos, como o acido phenylacetico, dotados de cheiro intenso, concorrem com aquellas primeiras substancias para tornar a acção desodorizante dos acidos e saes metallicos, senão illusoria, pelo menos insufficiente.

a) Ácidos

De ha bastante tempo, se observou que a maioria dos germens, e muito especialmente os pathogenicos, ao passo que se desenvolvem bem em meios neutros ou ligeiramente alcalinos, se resentem na sua vitalidade, e morrem mesmo, quando a reacção do meio se torna acida, ainda que levemente.

Se bem que os *ácidos organicos* possam exercer acções germicidas importantes (1), o seu preço por demais elevado põe-os fóra do alcance pratico, quando se tenha em vista a destruição dos microbios de um liquido de esgoto.

Os *ácidos mineraes*, porém, que não são menos poderosos como antisepticos, obteem-se, principalmente o *ácido sulfurico*, a preços mais convidativos. O seu uso é bastante limitado em medicina, pelo facto da sua grande causticidade. Este inconveniente desaparece quando se visa o tratamento de liquidos residuaes, tanto mais que as doses necessarias são bastante pequenas.

Lançando nas aguas de esgoto de Berlim e Potsdam 0,04 a 0,08 % de ácido sulfurico, Ivanoff destruiu os germens cholericos n'ellas contidos. Com 0,02 % de H_2SO_4 morreriam em 24 horas esses germens, que não durariam mais do que 15 minutos se a percentagem do ácido no meio se elevava a 0,05 (STUTZER).

Segundo RIDEAL 0,072 %, e segundo KITASATO 0,08 % de ácido sulfurico exterminariam o bacillo typhico em 15 minutos.

N'estas circumstancias, comprehende-se que as soluções

(1) RIDEAL vê no velho costume de adicionar summo de limão ou vinagre aos mariscos, saladas e outros alimentos, um processo, fundado na experiencia, para combater o perigo das infecções parasitarias e intestinaes originadas no consumo de taes productos. O *B. coli*, n'um bom vinagre de mesa (5,3 % em ácido acetico), morre em 5 minutos; n'esse liquido diluido em 2 volumes de agua distillada, morre em 15 minutos; com grandes diluições (em 20 a 50 volumes) tal germen não duraria, ainda, mais de 40 minutos (RIDEAL).

acidas, ainda que pouco praticas quando por ellas se visa obter a esterilisação da massa total das aguas de esgoto, possam ser de utilidade em certos casos para destruir os germens pathogenicos do effluente de um hospital ou d'uma determinada area infectada. É preciso, porém, juntar á quantidade de acido necessaria á destruição dos germens aquella que primeiramente vá neutralisar a alcalinidade que geralmente possui o liquido de esgoto. N'estas condições, 0^{gr}.88 de H₂SO₄ por litro de *sewage* seriam sufficientes para destruir o bacillo typhico n'um effluente infectado; o mesmo aconteceria com os *B. enteritidis*, *spirillum* do cholera e parasitas intestinaes e seus ovos. A acidez em excesso desappareceria desde que o effluente assim tratado attingisse o grosso da corrente da agua de esgoto, neutralisada pela alcalinidade d'esta.

Vimos já o papel que o acido sulfurico desempenha no processo LIERNUR.

b) Metaes e seus saes

Cobre, ferro

Os saes de cobre podem ser por vezes muito uteis, não só pela sua intensa acção destruidora dos germens, mas tambem pelas suas combinações com o enxofre e com o ammoniaco. Simplesmente, o seu preço elevado, como em geral os dos saes metallicos, limita-lhe bastante o uso.

Em todo o caso, para effluentes de hospitaes e reduzidas porções de liquido de esgoto podem ser indicados, tanto mais que, por vezes, será possivel reaver o cobre utilizado, como fazia KRONCKE para o *chloreto cuproso*, por meio da cal e filtração por areia.

Este sal, na proporção de 1 para 13.500, mata o bacillo *coli* em 3 horas e, na proporção de 1 para 10.000, destroe em 2 horas o *estaphylococo pyogenico aureo*.

Comtudo, ainda que menos efficaz, o *sulfato de cobre* é

mais empregado em virtude do seu preço mais acessível. Foi usado em 1892 para combater o cholera em França, e, recentemente, na America e na India tem dado resultados ainda li-songeiros, mesmo em proporções taes que não prejudicam os peixes, quando levadas aos rios no effluente do esgoto: o bacillo *coli* morreria em 3 horas n'um soluto de sulfato de cobre a $\frac{1}{8500}$ e o estaphylococo pyogenico aureo em 2 horas n'um meio contendo tal sal na proporção de $\frac{1}{7000}$ (RIDEAL).

BASSET SMITH comparou a acção do sulfato de cobre com a do sulfato ferroso sobre os *B. typhico*, *coli*, *enteritidis*, *dysenteriae*, *Micrococcus melitensis*, e organismos ordinarios da agua. Usava solutos de sulfato de cobre e de sulfato ferroso a $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{10000}$ e $\frac{1}{100000}$ em agua distillada e de torneira.

Todas as soluções de sulfato de cobre em agua distillada matavam o *b. typhico* em menos de 1 hora; mas, se a agua empregada era da torneira, então, eram necessarias 24 horas para a solução mais diluida actuar e 12 para a media. O sulfato ferroso, para o mesmo bacillo, era inefficaz na diluição mais fraca; mas a $\frac{1}{10000}$ matava-o em 7 horas.

O sulfato de cobre em qualquer das aguas era incapaz de matar em 24 horas o bacillo *coli*-nas diluições mais altas, mas a $\frac{1}{1000}$, em egual tempo, destruia-o seguramente; o sulfato ferroso actuava identicamente.

Sobre o *B. enteritidis* a acção do sulfato de cobre é muito semelhante á exercida sobre o *b. coli*; quanto ao sulfato ferroso, a solução a $\frac{1}{10000}$ matava aquelle germen em 58 horas.

O soluto de sulfato de cobre a $\frac{1}{1000}$ mataria em 15 horas o bacillo da *dysenteria* e o *m. melitensis*.

D'um modo geral, o sulfato ferroso seria quasi tão activo como o de cobre; teria, porém, a desvantagem de tornar a agua turva e córada.

*

A acção bactericida dos saes de cobre varia proporcional-

mente á sua riqueza em metal. Isto conduz-nos a fallar das *placas metallicas*, de cobre e outras.

Uma placa de cobre brilhante e banhada mesmo por agua ordinaria fornece cobre, no estado dito colloidal, sufficiente para destruir muitas bacterias e algas.

O bacillo typhico morre ao fim de 24 horas em agua contida n'um vaso de cobre (RIDEAL).

N'um recipiente d'essa natureza, BASSET SMITH abandona agua ordinaria durante 24 horas e verifica que ao fim d'esse tempo existem no liquido 8 germens por cc. em lugar dos 1020 primitivos; a diminuição principal dar-se-ia na primeira hora; as bacterias liquefacientes passavam de 16 a 2 ao fim de 3 horas e desapareciam ao fim de 20; no liquido não se encontrava cobre em solução.

O mesmo autor não conseguiu, por semelhante meio, esterilisar urina contendo germens pathogenicos; uma permanencia da urina por 24 horas n'um vaso de cobre foi nulla em resultados, o que SMITH attribue á acção da urina sobre o metal.

Acções germicidas resultam tambem do uso do placas de ferro, zinco, e ferro zincado. As ultimas dão effeitos bastante apreciaveis, se bem que mais lentamente do que as placas de cobre; libertam a agua de *b. typhico* depois de 24 a 58 horas. Como as superficies devem ser brilhantes e o ferro se oxyda depressa e o mesmo, se bem que mais lentamente, acontece ao zinco, as placas d'estes metaes perdem rapidamente o seu valor. Apesar de tudo, o ferro galvanizado daria bons resultados. O chumbo e o estanho não dão effeitos uteis apreciaveis.

Utilizando a acção germicida do cobre, RIDEAL pensa em fazer passar atravez de redes d'este metal o liquido de esgoto, quando haja de o lançar a parques de ostras.

SECÇÃO III

Destruição directa da materia organica, com exterminação de germens

Os agentes chimicos até agora estudados visam quasi exclusivamente á obtenção de um liquido pobre em germens, sem que por elles se consiga uma acção importante de destruição da materia organica. Comtudo, esta destruição patentea-se util, tornando o liquido improprio como meio de cultura.

Quando se verificou que a *acção do fogo* não póde ser, com este fim, efficazmente applicada ás massas enormes de liquidos usados, procuraram-se outros meios.

Durante algum tempo, esperou-se que o *oxygeneo do ar*, levado ao contacto com o liquido e misturado com elle, conseguisse a oxydação da sua materia organica em tempo relativamente curto.

Assim, appareceram os tanques extensos e baixos, capazes de apresentarem um pequeno volume de agua sob uma grande superficie de contacto com o ar, as disposições destinadas a darem logar, por differenças de nivel, á formação de um systema de cascatas, e, mesmo, os arejadores mecanicos, que, não exigindo nem as grandes superficies dos tanques nem as differenças de altura das cascatas, conseguiam melhores resultados do que uns e outras, misturando intimamente o ar com a massa liquida. Mas, mesmo com estes apparatus, FOWLER, em 1897, em Manchester, não obtinha ao fim de 4 a 6 dias uma depuração muito lisongeira, apesar de estar procedendo para um liquido já previamente tratado por precipitação chimica.

Isto resulta de que a quantidade de oxygeno necessaria á oxydação da materia organica, variando com a qualidade d'esta e com o grau de oxygenação a attingir, é, em todo o caso, muito elevada. Segundo RIDEAL, um gramma de azote requer

Para a produção de	Gram. de O	Litros de O	Litros de ar	Litros de agua saturada de O, a 7 cc. por litro
N_2O_5	2,85	2	10	286
N_2O_3	1,7	1,2	6	170
N_2O_2	1,13	0,8	4	114
N_2O	0,57	0,4	2	57

Em harmonia com estas proporções, a nitrificação de um effluente contendo 0^{gr.}050 de azote por litro (1 gr. por 20 litros) exigirá, pouco mais ou menos, metade do seu volume de ar ou 15 volumes de agua bem arejada. Ora, mesmo com arejadores mecanicos, é difficil levar á saturação em oxygeno dissolvido (7 cc. de O por litro) a agua de esgoto, principalmente se n'ella se não realisaram previamente acções desintegrantes hydrolyticas.

Esperou-se que o *oxygeno* fornecido no *estado nascente* pela decomposição de certos compostos chimicos tivesse uma acção mais poderosamente intensa e que, assim, esses compostos, misturados ao *sewage* detido por tempo variavel em bacias semelhantes ás de decantação, ao tempo que actuassem directamente como antisepticos, destruindo os microbios, directamente tambem destruissem, por oxydação, a materia organica, tornando, portanto, o liquido de esgoto não só esteril, mas tambem improprio para nova infecção. É d'esses compostos chimicos que me vou occupar.

Oxydação da materia organica por compostos chimicos

(acções chimicas, cont.)

a) Compostos de manganéz

O *permanganato de potassio*, quando applicado ás aguas de esgoto, póde dar resultados uteis.

Em soluto a $\frac{1}{5000}$ destruiria, segundo RIDEAL, 96 % das bacterias, mas os esporos do *B. enteritidis sporogenes* e outros organismos pathogenicos são extremamente resistentes á sua acção. De resto, na pratica, as condições são bem pouco concorrentes para favorecer-lhe a acção germicida, visto que as materias organicas o destroem rapidamente. Por isso que assim é, se lhe aproveita principalmente a sua acção oxydante e o seu poder desodorisante (1).

Em geral, qualquer metal tendo dois oxydos d'um dos quaes se passe facilmente ao segundo póde actuar como agente de oxydação. A actividade dos compostos do manganéz é, porém, maior do que a dos de ferro e d'outros metaes.

O *pyrolusite* MnO_2 foi já usado *granuloso*, em filtros, ou em pó, adicionado ao *sewage*, mas não cede oxygeneo e apenas actua mecanicamente.

O *manganato de sodio*, relativamente barato, tem sido por vezes empregado (2).

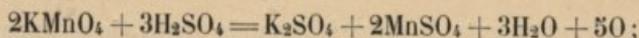
(1) Em Londres, a Westminster Vestry usou permanganato a $\frac{1}{32000}$ na desinfeção das ruas da sua circumscripção; os motivos que a levaram a abandoná-lo são apontados por RIDEAL:

- 1.º Prejudicaria o asphalto;
- 2.º O seu preço era mais elevado do que o dos outros desinfectantes;
- 3.º Sendo inodoro, os contribuintes não acreditavam no seu poder desinfectante;
- 4.º Atacava os tanques de ferro;
- 5.º As creanças recolhiam o liquido córado em recipientes diversos e bebiam-n'o, por vezes.

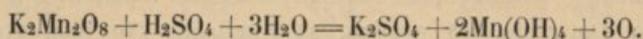
(2) De 1884 a 1887 era lançado em Londres, em varios pontos, ao interior dos esgotos; sendo muito alcalino, libertava ammoniaco que era neutralizado por um tratamento acido, no terminus.

A quantidade de oxygeno que o permanganato ou o manganato cedem depende do modo porque são empregados.

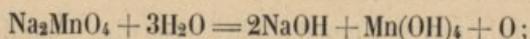
O permanganato, actuando em presença do acido sulfurico sobre a materia organica, liberta o maximo de 5 atomos de O



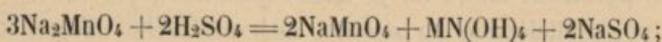
quando o acido é insufficiente, fórma-se um precipitado castanho de peroxydo hydratado, e só 3 atomos de O são libertados



Quanto ao manganato, liberta rapida e espontaneamente um atomo de oxygeno



em presença de qualquer acido diluido, em excesso, dá permanganato e peroxydo hydratado



o permanganato soffre, então, a decomposição atraz indicada.

Os oxydos inferiores do permanganato persistem na agua de esgoto, mas não é possível recuperál-os praticamente.

BERTRAND, encontrando constantemente vestigios de manganez nas suas investigações sobre as òxydases, pensa que estas são compostos de manganez, cujo radical acido é uma substancia proteica sufficientemente energica para conservar o metal em solução; este seria o portador de oxygeno.

O manganez existente no coke e outras substancias que, como veremos, são empregadas nos leitos bacterianos teria, assim, uma acção muito importante como auxiliar, transportando oxygeno d'uns compostos para outros, e fornecendo-o ás enzymas oxydantes.

ADENEY, em 1894, propoz o processo que chamou da *oxy-nite*, visando especialmente a desinfeção da lama.

Depois que o liquido deixa depositar 90 %, pouco mais ou menos, das materias solidas, ADENEY junta-lhe manganato de sodio e sulfato de aluminio, o que produz uma maior precipitação.

Da lama resultante evola-se azote gazoso e gaz carbonico. O oxygeneo necessario a esta oxydação é o libertado do peroxydo hidratado do precipitado, que se converte em carbonato manganoso $MnCO_3$. Este processo, segundo Mc. WELNEY, depende da intervenção de organismos vivos; com effeito, em meios esterilizados não se realisa a reduccão do peroxydo.

b) Chloro e seus compostos

Teem sido, desde ha muito, bastante usados como magnificos agentes oxydantes em casos de infecção local.

O *chloro* póde actuar de differentes modos.

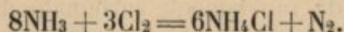
Se concentrado, póde combinar-se directamente com a materia organica ou substituir-se, n'ella, ao hydrogeneo, tornando imputresciveis todas as materias albuminoides, que, pela sua acção, precipita, ao mesmo tempo que extermina os microorganismos.

Decompõe os gazes da putrefacção; assim, o hydrogeneo sulfurado, pela sua acção, origina



acido chlorhydrico e enxofre; o hydrogeneo phosphorado é egualmente transformado.

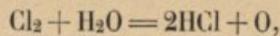
O ammoniaco e seus compostos dão os chloretos correspondentes, com libertação de azòte



D'esta ultima reacção provéem os fumos brancos que se observam quando se lança uma solução chlorada sobre uma

porção de estrume. Os gases que se libertam nas latrinas e urinoes e que são irritantes para os olhos e para os bronchios são devidos aos chloretos de ammonio e chloropicrina $C(NO_2)Cl_3$ produzidos por fortes soluções chloradas.

Finalmente, o chloro decompõe a agua



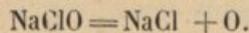
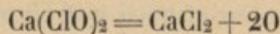
dando oxygeneo nascente de muito mais intenso poder do que o do ar e que ataca directamente a substancia organica. Cada molecula de chloro (Cl_2), pesando 71, liberta 1 atomo de O, pesando 16; o pêsso do chloro empregado é, pois, pouco mais ou menos, o de $4\frac{1}{2}$ vezes o do oxygeneo obtido.

O *chloreto de cal* $CaCl_2O$, que por dissolução na agua dá chloreto de calcio $CaCl_2$ e hypochlorito de calcio $Ca(ClO)_2$, é, por este ultimo corpo, uma fonte abundante e barata de chloro.

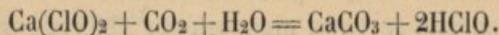
Se chamarmos chloro activo ou util áquella parte do chloro total que, quando reagindo com a agua, liberta oxygeneo, pôde dizer-se que, em media, o chloreto de cal do commercio o contém na proporção de $\frac{1}{3}$ do seu pêsso; á luz, o chloreto de cal altera-se rapidamente.

N'este composto apenas o hypochlorito de calcio é aproveitavel; o chloreto de calcio não liberta chloro, nem o acido chlorhydrico tão pouco.

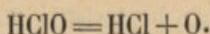
Os hypochloritos de calcio ou sodio podem dar directamente oxygeneo, mas muito lentamente, com formação de chloreto de calcio ou sodio



Ao contrario, o hypochlorito em presença da agua contendo acido carbonico dá rapidamente carbonato de calcio e acido hypochloroso livre



A libertação d'este acido sob a fôrma de vapores é favoravel á desinfeccão das paredes dos esgotos. O acido hypochloroso, quando não se combina directamente com a materia organica, decompõe-se em acido chlorhydrico e oxygeneo nascente



As fórmulas correspondentes mostram que os hypochloritos e o acido hypochloroso, quando puros, dão 1 atomo de O por cada atomo de Cl, isto é, o dobro do que produz o chloro livre; no commercio, porém, os hypochloritos contem sempre uma porção de chloreto inerte, e d'ahi vem que, praticamente, a quantidade de oxygeneo é em relação ao seu chloro a mesma que em relação ao chloro livre.

HOFFMANN e FRANKLAND, em 1859, obtinham a desodorisação e inoffensividade, por 3 dias, de 1.000 m³ de agua de esgoto de Londres com 39 kilos de chloreto de cal.

Em 1884 e 1887, durante o verão, usou-se o chloreto de cal para desinfectar o Tamisa, mas depressa se reconheceu isto como pouco pratico, pela necessidade de doses consideraveis.

Em Birmingham, o chloreto de cal empregava se em pequena quantidade, juntamente com a cal; esta absorvia o acido carbonico e, d'ahi, a muito fraca e lenta acção do hypochlorito; de resto, o fim procurado era, n'este caso, principalmente o da precipitação (pag. 206).

Na India Inglesa, os estudos da commissão do governo mostram que a acção, durante 4 hora, de 0^{gr}.071 de chloreto de cal por litro de *sewage* torna este inodoro e esteril(1).

(1) Com dose tripla de reagentes e um tempo de contacto quatro vezes mais longo, não consegui esterilisação do *sewage* de Coimbra.

KURPJUWEIT, fazendo series de 11 experiencias de laboratorio, com a agua de esgoto bruta de Berlim addicionada de chloreto de cal (dando

Recentemente, usou-se em Londres, para esterilisar um effluente que se lançava perto de um dos pontos onde se colhia a agua potavel, uma solução de hypochlorito de sodio com 10 % de chloro activo. Esta solução é conhecida pelo nome de « Chloros ».

Na realidade, a acção bactericida dos compostos do chloro(1) pôde ser notavel; contudo, é inferior á dos solutos

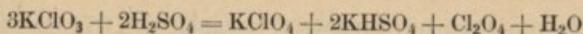
30 a 32 % de chloro) nas proporções de $\frac{1}{2000}$, $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{500}$ e $\frac{1}{100}$, só conseguiu, respectivamente em cada caso, a destruição completa do *coli* em 0, 1,3 e 9 vezes. Usando, porém, *sewage* liberto das materias relativamente volumosas, por passagem por *tamis*, o chloreto de cal a $\frac{1}{2000}$ e $\frac{1}{1000}$ dava já resultados excellentes. E operando em grande escala o chloreto a $\frac{1}{5000}$ conseguia uma desinfeção sufficiente, ao fim de 2 horas de contacto, para as aguas de esgoto de Charlottenburgo.

KRANEFUHL em 45 % dos casos destroe completamente o *coli* no *sewage*, ao fim de 2 horas, com a addição de $\frac{1}{7000}$ de chloreto de cal, fornecendo 30 % de chloro livre. Mas, se o chloreto só fornece 25 % de chloro, os resultados positivos descem, mesmo com 4 horas de contacto. O *coli* desaparece em 64 % dos casos com o chloreto a $\frac{1}{5000}$ e em 80 % com o chloreto a $\frac{1}{2000}$, depois de 2 horas de contacto. Não haveria vantagem em levar o contacto além de 4 horas.

SCHUMACHER, com chloreto a $\frac{1}{2000}$ e $\frac{1}{5000}$, destroe em 2 horas o *coli* respectivamente em 82 e 68 % dos casos.

Pôde, de um modo geral, dizer-se que o chloreto de cal, n'um liquido de esgoto liberto de materias grosseiras, não contendo flocos suspensos de diametro superior a 1^{mm}, só consegue seguramente uma desinfeção sufficiente na dose de $\frac{1}{2000}$ com 4 horas de contacto ou na dose de $\frac{1}{1000}$ com 2 horas de contacto (ARNOULD).

(1) BERGÉ, pela acção do acido sulfurico sobre o chlorato de potassio, liberta o peroxydo de chloro



que se dissolve em agua e se mistura depois com o liquido a tratar.

Ha uma diminuição nas materias organicas e augmento dos chloretos, pela reacção dos oxydos sobre os carbonatos do liquido.

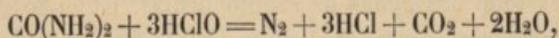
O soluto empregado por BERGÉ contem 0,013 % de peroxydo e é adicionado ao effluente a depurar na proporção de 1 %.

O *coli* e o *typhico*, morrem, depois de 3 horas de contacto, na agua

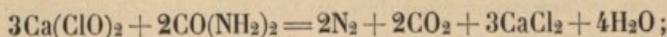
chloreto de cal e aos hypochloritos apontam-se, porém, várias desvantagens.

Ao chloreto de cal e aos hypochloritos apontam-se, porém, várias desvantagens.

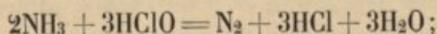
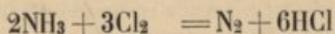
Em primeiro logar, o seu cheiro intenso que dá logar a que por vezes o seu emprego seja irregular ou insufficientemente feito. Em seguida, a sua acção corrosiva sobre os metaes e outras substancias. Finalmente, o facto da sua destruição immediata por amido-compostos inodoros e relativamente inoffensivos e por saes ammoniacaes, trazendo em resultado a necessidade de emprego de doses muito elevadas para que a acção desinfectante se exerça sobre as outras materias ; assim, com a urêa e o acido hypochloroso



e com a urêa e o chloreto de cal



com os saes ammoniacaes, o chloro ou o acido hypochloroso igualmente se podem combinar com perda de azote



do Sena contendo 2mg.,4 de peroxydo, por litro ; 1 mg. por litro traria mesmo já uma redução consideravel nas bacterias.

O custo elevado do processo BERGÉ não permite o seu emprego em larga escala ; contudo, em circumstancias especiaes limitadas de tempo e logar, póde ser util a sua applicação.

Durante a epidemia de cholera, na Allemanha, foi usado o chlorato de potassio com o acido chlorhydrico ; o preço elevado, os cheiros intensos e o perigo de explosão evitaram que este processo, de WIEDERFOLD, se mantivesse.

o sabão e as aguas caseiras e os papeis consomem tambem rapidamente o chloro.

É preciso notar, ainda, que o excesso de chloro (1) que é necessario que fique nas aguas de esgoto para as desodorisar e esterilisar (2) prejudica bastante as aguas dos rios a que aquellas são lançadas (3).

O preço do chloreto de cal é, segundo CALMETTE, de 3\$240 réis por 100 kilos, em Lille (comprando-se para cima de 300 kilos); 100 kilos de chloro activo custariam, portanto, em media, 9\$720 réis. O tratamento sai, pois, bastante dispendioso.

Do que fica dito, resulta que os compostos de chloro não poderão praticamente ser usados como meio de tratamento da massa total das aguas de esgoto brutas. Isto não impede, porém, que taes substancias sejam, com justa razão, conside-

(1) O amido e um soluto de iodeto de potassio revelarão, pela côr azul que se fórma, a presença d'un excesso de chloro ou de seus oxydos. Este excesso poderia fazer-se desapparecer pela addição de monosulfito de sodio Na_2SO_3

(2) Segundo SCHUMACHER, quando n'um litro de liquido de esgoto tratado por chloreto de cal na dose de $\frac{1}{2000}$ se encontram, ao fim de 2 horas, 49 mgr. de chloro livre, o *coli* tem quasi completamente desaparecido; se o chloreto foi adicionado na proporção de $\frac{1}{5000}$, basta que o chloro livre seja, ao fim do mesmo tempo, na dose de 21 mgr. por litro de *sewage* para que este se possa considerar, praticamente, liberto de *coli*. Ao contrario, sendo o excesso do chloro livre, no liquido residual, abaixo d'aqueellas quantidades, o *coli* persiste.

SCHUMACHER propõe mesmo que a determinação chimica da quantidade de chloro livre que fica no *sewage* seja substituida á analyse bacteriologica quando se queira verificar se esse liquido foi sufficientemente desinfectado. KRANEPHIL, comtudo, entende que a analyse bacteriologica fica preferivel.

(3) É de notar que o *sewage* desinfectado pelo chloreto de cal é facil de depurar nos leitos biologicos; o excesso de hypochlorito que possa haver oxyda-se rapidamente á superficie do leito, cujas partes profundas trabalham sem diminuição de actividade (DUNBAR).

radas poderosos agentes desinfectantes a utilizar em areas limitadas e para casos particulares de liquidos residuaes. O seu valor, sob esse ponto de vista, foi recentemente posto em relevo pelas experiencias de SCHUMACHER, no Instituto de Hygiene de Hamburgo (1).

*

Em resumo, vemos, pois, que a destruição da materia organica pela acção de agentes chimicos oxydantes não vai, praticamente, além de um modesto limite.

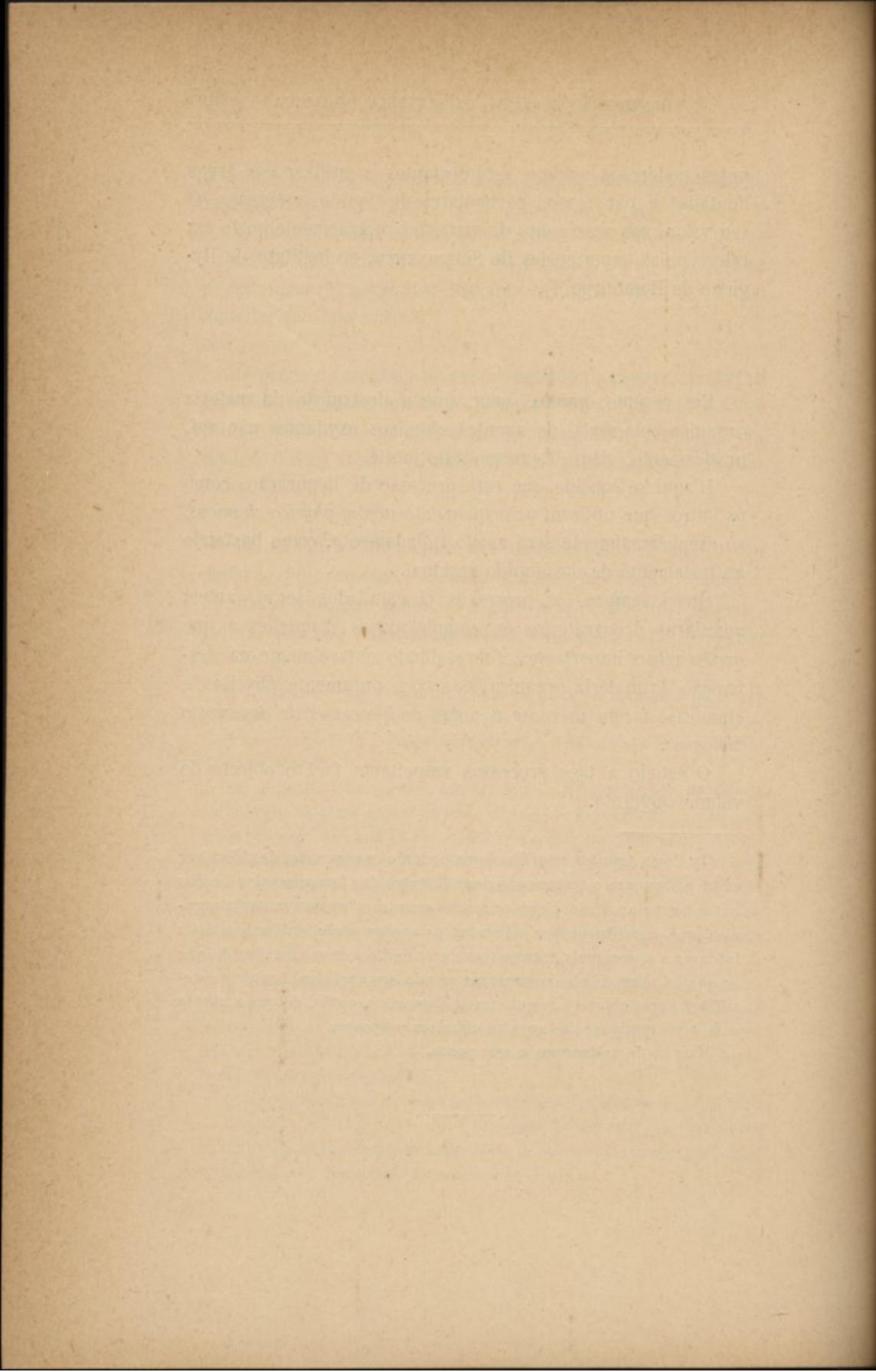
D'aqui se conclue que este processo de depuração, como os outros que utilizam principalmente *acções physico-chimicas*, só excepcionalmente será usado isoladamente, como bastando ao tratamento de um liquido residual.

Quasi sempre, os processos já estudados serão, antes, auxiliares preparatorios ou completadores d'aquelles a que *acções vitales* importantes, sobresahindo notavelmente na destruição da materia organica ás *acções puramente physicas e chimicas*, fazem merecer o nome de *processos de depuração biologica*.

O estudo a taes processos respeitante fará o objecto do volume seguinte.

(1) Como agentes esterilizadores poderão os compostos de chloro ser empregados para o tratamento dos effluentes das fossas septicas e dos leitos bacterianos; nos liquidos relativamente pobres em materia organica que constituem taes effluentes, as *acções* serão, então, bem mais intensas e apreciaveis, mesmo com doses muito menos elevadas do que as que ha necessidade de empregar para a agua residual bruta; a esterilisação pelo chloreto de cal é mais economica, então, do que a obtida com outro qualquer dos agentes chimicos propostos.

Mais tarde voltaremos a esse ponto.



BIBLIOGRAPHIA

PHOTOGRAPHY

ABREVIATURAS

*A. C. A.	<i>Annales de Chimie Analytique.</i>
A. H. P. M. L.	<i>Annales d'Hygiène Publique et de Médecine Legale.</i>
A. I. P.	<i>Annales de l'Institut Pasteur.</i>
B. M. J.	<i>British Medical Journal.</i>
C. f. B.	<i>Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde.</i>
E. R.	<i>Engineering Record.</i>
G. I.	<i>Gesundheits-Ingenieur.</i>
J. R. S. I.	<i>Journal of the Royal Sanitary Institute.</i>
J. S. C. I.	<i>Journal of the Society of Chemical Industry.</i>
M. K. P. W. A.	<i>Mitteilungen aus der Königlichen Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung zu Berlin.</i>
P. I. C. E.	<i>Proceedings of the Institution of Civils Engineers.</i>
R. H. M.	<i>Revue Pratique d'Hygiène Municipale.</i>
R. H. P. P. S.	<i>Revue d'Hygiène Publique et de Police Sanitaire.</i>
R. S.	<i>Revue Scientifique.</i>
T. S.	<i>Technique Sanitaire.</i>
Tg. S.	<i>Technologie Sanitaire.</i>
e	edição.
p	pagina.
r	resumido.
s	serie.
t	tomo.
tr	traduzido.

Deram elementos para o presente volume
os seguintes trabalhos:

ADRIANO DE SÁ — *O novo systema de exgottos do Porto.* (Typographia do Porto Medico, 1907).

- ANTONIO DE PADUA — *Esgôtos*. (Imprensa da Universidade. Coimbra, 1899).
- ARLOING — *Sur le mécanisme de la destruction des microbes par la lumière*. (A. I. P., 1887, p. 594).
- ARNOULD — *Les controverses récentes au sujet de l'assainissement des villes*. (A. H. P. M. L., 3.^a s., 8.^o t., 1882, p. 1).
— *Traité d'Hygiène* 5.^e e. (Bailliére, Paris, 1907).
- AUSCHER — *Du rôle des boues dans la propagation de la fièvre typhoïde*. (R. H. P. P. S., 1909, p. 525).
- BADOIS et BIEBER — *Assainissement comparé de Paris et des grandes villes de l'Europe*. (1898).
- BAUCHER — *Épuration biologique intensive des eaux résiduaires*. (Vigot Frères. Paris, 1907).
- BERTRAND — *Les ferments solubles ou diastases*. (R. S., 15 Mai, 1908).
- BEZANÇON — *Étude des causes de l'infection de Paris*. (A. H. P. M. L., 3.^a s., 4.^o t., 1880, p. 385).
- BEZAULT — *Épuration des eaux d'égout*. — Traduction resumée des conclusions du V^e rapport de la Commission Royale du Sewage en Angleterre. (T. S., 1908 e R. H. P. P. S., 1908, p. 91).
— *Project d'assainissement du district du Calumét*. (T. S., 1908, p. 111).
- BONJEAN — *Examen des eaux résiduaires au point de vue de leur épuration*. (R. H. M. — *Bulletin technique*, 1908, p. 93).
- BORDAS — *Influence des eaux clarifiées sur l'état des fleuves*. — XIV Congrès d'Hygiène et Demographie (R. H. P. P. S., 1907, p. 926).
- BORDAS et GIRARD — *Procedé chimique d'épuration des eaux*.
- BOYCE — (*Second Report of the Royal Commission on Sewage*, 1902. vol. II).
- BRAU — *Note sur une épidémie cholérique localisée, d'origine manifestement hydrique*. (A. I. P., 1905, p. 811).
- BRÉCHOT — *Désinfection de l'effluent des water-closets par incinération des matières fécales et stérilisation des liquides par ébullition*. (R. H. P. P. S., 1909, p. 1366).
- BROUARDEL — *Évacuation des vidanges*. (A. H. P. M. L., 3.^a s., 7.^o t., 1882, p. 420).
- BROUARDEL et BRUNIQUET — *L'assainissement de la ville de Toulon*. (A. H. P. M. L., 3.^a s., 14.^o t., 1885, p. 209).
- CALMETTE — *Contribution à l'étude de l'épuration des eaux résiduaires des villes et des industries*. (A. I. P., 1904. Août e Tg. S., 1905, Juin).
- CALMETTE }
BOULLANGER } *Contribution à l'étude de l'épuration des eaux résiduaires des*
ROLANTS } *villes et des industries*. (A. I. P., 1905, p. 529).
- CALMETTE }
LAUNAY } *Avant-projet d'assainissement de Lyon* (T. S., 1907, p. 242).
IMBEAUX }

- CALMETTE
 ROLANTS
 CONSTANT
 BOULLANGER
 MASSOL
 BUISINE
- } *Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout.* (Masson. Paris, 4 vol., 1905, 7, 8, 9).
- CHARDON — *L'assainissement des villes* (T. S., 1908, p. 25 e R. H. P. P. S., 1909, p. 69).
- CHARLES LEPIERRE — *A significação do coli bacillo nas aguas.* (Movimento Medico, 1910, p. 25).
- CHARLES LEPIERRE } *Analyse chimica das aguas de Coimbra.* (Imprensa
 VICENTE JOSÉ DE SEIÇA } da Universidade. Coimbra, 1898).
- CHATIN — *Projet de réglementation de la vente des huîtres dans le département de la Seine.* (A. H. P. M. L., 4.^a s., 11.^o, 1909, p. 24).
- COLIN — *Les vidanges à Paris.* (A. H. P. M. L., 3.^a s., 14.^o t., 1885, p. 188).
- Congrès de Chimie Appliquée (sect. d'Hygiène). Londres, Mai-Juin, 1909. (H. G. A., 1909, p. 555).
- Congrès (XIV) international d'Hygiène et de Demographie. Berlin — *Les résultats de l'épuration mécanique, chimique, et biologique des eaux d'égout, etc.* (H. G. A., 1907, p. 741).
- Contributions from the Sanitary Research Laboratory and Sewage Experiment Station, 1905-1906.* (r. e tr. in R. H. P. P. S., 1907, p. 1050).
- CRITZMAN — *Épuration des eaux d'égout.* (A. H. P. M. L., 1899).
- DABAT — *L'orientation des études en France sur les déversements d'eaux usées dans les rivières ni navigables ni flottables.* (T. S., 1907, p. 259).
- DEROUX — *L'épuration biologique et chimique des eaux d'égout.* (R. S., 1906).
- DIATROPTOFF — *Bactéries charbonneuses dans la vase du fond d'un puits.* (A. I. P., 1893, p. 286).
- DIBDIN — *Recent improvements in methods for the biological treatment of sewage,* 2^e ed. (Sanitary Publishing Comp.; London, 1907).
- DIDIER — *L'épuration des eaux d'égout.* (A. H. P. M. L., 4.^a s., 11.^o t., 1909, p. 132).
- DOBROSLAWINE — *Le choléra et l'alimentation des eaux dans la ville de Péterhof* (r. tr. in A. I. P., 1891, p. 542).
- DUCLAUX — *Action de la lumière sur les microbes.* (A. I. P., 1890, p. 792).
- *Action de l'eau sur les bactéries pathogènes.* (A. I. P., 1890, p. 109).
- *De l'influence des mouvements du liquide sur la multiplication des microbes.* (A. I. P., 1892, p. 55).
- *Etudes sur l'action solaire* (A. I. P., 1896, p. 129).
- *La différenciation des matières albuminoïdes.* (A. I. P., 1892, p. 199).
- *La purification spontanée des eaux des fleuves.* (A. I. P., 1894, p. 117 e 178).

- *Les matières albuminoïdes*. (A. I. P., 1891, p. 712).
- *Traité de Microbiologie*, t. I. (Masson. Paris, 1898).
- DUNBAR — *Appreciation de l'efficacité des installations de dépuratation des eaux d'égout*. (R. H. P. P. S., 1906, Dec.).
- *Leitfaden für die Abwässerreinigungsfrage*. (Oldenbourg. München und Berlin, 1907).
- DUPRÉ — *De la pollution des rivières par les eaux-vannes*. (A. H. P. M. L., 3.^e s., 14.^o, 1885, p. 246).
- Exclusion and elimination of pathogenic bacteria from sewage (The)*. (B. M. J., 1901. Ap. 13).
- Expériences de Columbus sur l'épuration des eaux d'égout*. (T. S., 1906, p. 161).
- FARNSTEINER }
BUTTENBERG } *Leitfaden für die chimische Untersuchung von Abwässer*.
KORN } (Oldenbourg. Berlin und München, 1907).
- FARCY — *Remarques sur le dosage de petites quantités de nitrates*. (A. C. A., 1909, p. 338).
- FISCHER — *Die Schmutzwasser-Kanalisation und Kläranlage des Gemeinden Rheydt, Odenkirchen, Wickrath*. (Rheydt, 1908).
- FOWLER — *Resultats de l'épuration mécanique, chimique et biologique des eaux d'égout*. (A. H. P. P. S., 1907, p. 921).
- FOWLER } *Suspended matter in sewage effluents*. (J. S. C. I., V. 24,
ARDERN } p. 483, 1905).
- FREYCINET — *Principes d'assainissement des villes*. (Dunod. Paris, 1870).
- FULLER — *Que faire des eaux d'égout sur la côte atlantique des Etats-Unis?* (T. S., 1906, p. 116).
- GARRÉ — *Sur les antagonismes entre les bactéries*. (A. I. P., 1888, p. 219).
- GÄRTNER — *Précis d'Hygiène publique et privée*, tr. par VANDERSTRAETEN. (Doin. Paris, 1895).
- GIRARD } *La Seine en aval de Paris en 1898*. (A. H. P. M. L., 3.^e s.,
BORDAS } 41.^o t., 1899, p. 142).
- GIRODE — *Utilisation des eaux d'égout en Allemagne. Bassins de clarification de Francfort-sur-le Maine*. (A. H. P. M. L., 3.^e s., 25.^o t., 1891, p. 97).
- GOWAN } *Report to the Commission on methods of chemicals analysis as*
FLORIS } *applied to sewage and sewage effluents*. (Royal Commission
FINLOU } *on sewage*. London, 1904).
- G. R. — *Les égouts de Londres* (enquête sur la contamination de la Tamise). (A. H. P. M. L., 3.^e s., 30.^o t., 1893, p. 185).
- GUICHARD — *Analyse chimique et purification des eaux potables*. (Masson. Paris).
- GUILHAUD — *Déversement des eaux résiduaires dans les ports et dans la mer*. (H. G. A., 1909, p. 105).

- GUNTHER — *Les expériences faites sur ce qui concerne les systèmes séparateurs des eaux d'égout.* (R. H. P. P. S., 1907, p. 925).
- HAMMERSCHMIDT — *L'épuration des eaux d'égout de la ville de Gnessen.* (R. H. P. P. S., 1908, p. 244).
- HANKINI — *Microbes des rivières de l'Inde.* (A. I. P., 1896, p. 175).
- *Action bactéricide des eaux de la Jumma et du Gange.* (A. I. P., 1896, p. 511).
- HÖNIG — *Über Gewinnung und Verwertung von städtischen Klärschlamm.* (G. I., 1909, p. 11).
- HORCICKA — *Beitrag zur Verbreitungsweise des Typhus abdominalis durch den Genuss von rohen Austern.* (Wiener Medicinischer Wochenschrift, 1900, n.º 2-3, tr. par RENAUT. R. H. P. P. S., 1901, p. 688).
- HOUSTON — *Report on the biological character of B. coli in sewage and sewage effluents. — Reports on the results of the bacteriological examination of sewage and effluents from the sewage-works at Bradford, Leeds, Manchester and Ilford.* (ROYAL COMMISSION ON SEWAGE, V report, 1908, vol. IV).
- 4º report, vol. III, 1904 (ROYAL COMMISSION ON SEWAGE).
- HOUSTON } *A discussion as to whether modern system of sewage treatment can*
TRESH } *be depended upon to remove the bacillus typhosus and allied*
etc. } *organisms.* (B. M. J., 1900, Aug. 18).
- IMBEAUX — *Comparaison de la situation des villes françaises et des villes allemandes au point de vue de l'assainissement (égouts et épuration des eaux d'égout).* (R. H. P. P. S., 1909, p. 993).
- *Etudes de désinfection des eaux d'égout.* (T. S., 1909, p. 112).
- *L'alimentation en eau et l'assainissement des villes.* 2.º vol. (Bernard. Paris, 1902).
- JANOWSKI — *Zur Biologie der Typhusbacillen; die Wirkung des Sonnenlichts.* (C. f. B., 1890, pag. 167, 193, 230, 262).
- JENSEN — (C. f. B., 1898, pag. 401).
- JOHNSTON — *The organic colloids of Sewage.* (J. R. S. I., V. 27, nº 10, 1906).
- JOSÉ CID — *Coimbra. Demographia e Hygiene, segunda parte.* (Imprensa da Universidade, 1902).
- KINNICUTT — *L'épuration des eaux d'égout.* (R. H. P. P. S., 1902, p. 804).
- KLEIN — *Bacterioscopic Diagnosis of Sewage Pollution of Shellfish.* (B. M. J., Fev. 21, 1903).
- KONRÁDI — *Ueber die Lebensdauer pathogener Bakterien im Wasser.* (C. f. B., 1904, p. 203-211).
- KORN } *Der Hamburger Test auf Faulnisfähigkeit.* (G. I., 1907).
- KAMMANN }
- KRANEPUHL — *Beitrage zur Frage der Abwasserdesinfektion mit Chloralkes.* (M. K. P. W. A., Heft 9, 1907; r. e tr. par ARNOULD in R. H. P. P. S., 1908, p. 1087).

- KRÜGER — *Action physique des dépôts sur les microbes présents dans l'eau.* (A. I. P., 1889, p. 621).
- KURPUJWEIT — *Zur Frage der Desinfektion unreinigter und gereinigter Abwässer mit Chlorkalke* (M. K. P. W. A., Heft 9, 1907; r. e. tr. par ARNOULD in R. H. P. P. S., 1908, p. 1085).
- LAUTERBONE — *Die Verunreinigung der Gewässer und die biologische Methode ihrer Untersuchung* (Hofbuchdruckerei von August LAUTERBONE. Ludwigshafen a. Rhein, 1908).
- LEWEK — *Ueber den Wachstumseinfluss nichtpathogener Spaltpilze auf pathogene.* (C. f. B., VII, p. 107).
- LIDY — *L'épuration des eaux d'égout au VI^e Congrès de Chimie Appliquée.* Rome, 1906. (T. S., 1906, p. 140).
- LORETET — *Pathogenic Bacteria of the mud of the Lake of Geneva.* (C. f. B., IX, p. 709).
- MACÉ
IMBEAUX
BLUZET
ADAMS
- | | | |
|---|---|---|
| } | Hygiène Générale des villes et des agglomérations communales; | |
| | | XII vol. <i>Traité d'Hygiène</i> , CHANTEMESSE ET MOSNY. (Baillié-
& fils. Paris, 1910). |
| | | |
| | | |
- MALLET — *Les Méthodes employées pour la détermination des matières organiques dans les eaux.* (A. H. P. M. L., 3.^a s., 19.^o t., 1888, p. 364 e 455).
- MARCHAND — *De la Contamination des mares et des sources.* (A. H. P. M. L., 3.^a s., 32.^o t., 1894, p. 128 e 499).
- MARCILLE — *Dosage des nitrates dans les eaux chlorurées.* (A. C. A., 1909, p. 303).
- MARIÉ-DAVY — *Évacuation des vidanges.* (A. H. P. M. L., 3.^a s., 7.^o t., 1882, p. 547).
- MARNOCO E SOUSA — *Relatorio sobre as contas da gerencia municipal de 1905.*
- MARTIN — *Purification of sewage at Leicester.* (B. M. J., 1900. July 91 aud Aug. 11).
- MASSON
CALMETTE
- | | |
|---|--|
| } | Instructions Générales relatives à la construction des égouts, à l'évacuation et à l'épuration des eaux d'égout. (R. H. P. P. S., 1909, p. 973). |
| | |
- MESNIL — *Des mesures à prendre contre l'infection du sol par les puisards.* (A. H. P. M. L., 1882, 3.^a s., 7.^o t., p. 75).
- *Epuración des eaux de l'Espierre.* (A. H. P. M. L., 3.^a s., 15.^o t., 1886, p. 62).
- METZGER — *Utilisation et éloignement des dépôts boueux des établissements d'épuration des villes.* (XIV Congrès d'Hygiène et de Démographie. R. H. P. P. S., 1907, p. 924).
- MOMONT — *Action de la dessiccation, de l'air et de la lumière sur la bactérie charbonneuse filamenteuse.* (A. I. P., 1892, p. 21).

- MONOD — *Histoire de l'Hygiène publique* (in *Encyclopédie d'Hygiène et de Médecine Publique*. Vol. VIII, p. 16. (Rousseau, Vigot, Paris, 1897).
- MOSNY — *La nocivité des huîtres*. (A. H. P. M. L., 4.^a s., 2.^o t., 1904, p. 459).
- NUSSBAUM — *Beiträge zur Abwasserklärung* (G. I., 1901; r. e tr. par ARNOULD — R. H. P. P. S., 1902, p. 751).
- OVERBREK DE MEYER — *Le tout a l'égout*. (A. H. P. M. L., 3.^a s., 22.^o t., 1889, p. 436).
- PARKE — *Practical Hygiene* (Churchill, London, 1891).
- *The insanitary condition of the London streets*. (B. M. J., 1899, Dec. 9).
- PAUSINI — *Action de la lumière solaire sur les microorganismes*. (A. I. P., 1889, p. 686).
- PAVONE — *Sur la concurrence vitale des bacilles de la fièvre typhoïde et du bacille du charbon* (r. e tr. A. I. P., 1888, p. 330).
- PERRIER } *Influence des chlorures sur la dosage des nitrates dans les eaux*.
FARCY } (A. C. A., 1909, p. 213).
- PIGEON — *Souillure très grave de deux puits par les eaux-vannes*. (R. H. P. P. S., 1902, p. 990).
- POTIEN — *Die Typhusepidemie des Iarhes 1897 in Gräfentonna*. (C. f. B. XXIV Band, 1898).
- POUCHET — *Épuration des eaux d'égout par le procédé HOWATSON*. (A. H. P. M. L., 3.^a s., 34.^o t., 1895, p. 507).
- PROUST — *Traité d'Hygiène*. (Masson, Paris, 1902).
- Purification of Belfast Sewage*. (B. M. J., 1908, 15 Aug.).
- RAZOUS — *Eaux d'égouts et eaux résiduaires industrielles*. (Dunod et Pinat, Paris, 1908).
- RECHLINGER — *La transmission de la fièvre typhoïde par les huîtres, à Constantinople*. (R. H. P. P. S., 1902, p. 872).
- REICHEL und THIESSING — *Versuche mit dem Schlammschlendlerapparat Schäferter Meer*. (M. K. P. W. A. — Heft 1, t. X, 1908; r. e tr. par ARNOULD in R. H. P. P. S., 1909, p. 374).
- REUSS — *Les applications du génie sanitaire à l'Exposition internationale d'Hygiène*. (A. H. P. M. L., 3.^a s., 34.^o t., 1895, p. 289).
- *Les égouts de Paris en 1885*. (A. H. P. M. L., 3.^a s., 16.^o t., 1886, p. 481).
- RIDEAL — *Sewage and the bacterial purification of sewage*, 3.^a ed. (The Sanitary Publishing, C^o Ltd. London, 1906).
- ROBINSON } *Report on the shellfish layings on the irish coast as respects*
STAFFORD } *their liability to sewage contamination*. (B. M. J., 1904.
MC. WEENEY } Fev. 29).
- ROCHARD — *La ville souterraine. Les égouts* (in *Encyclopédie d'Hygiène*. Vol. III, 1891, p. 211).

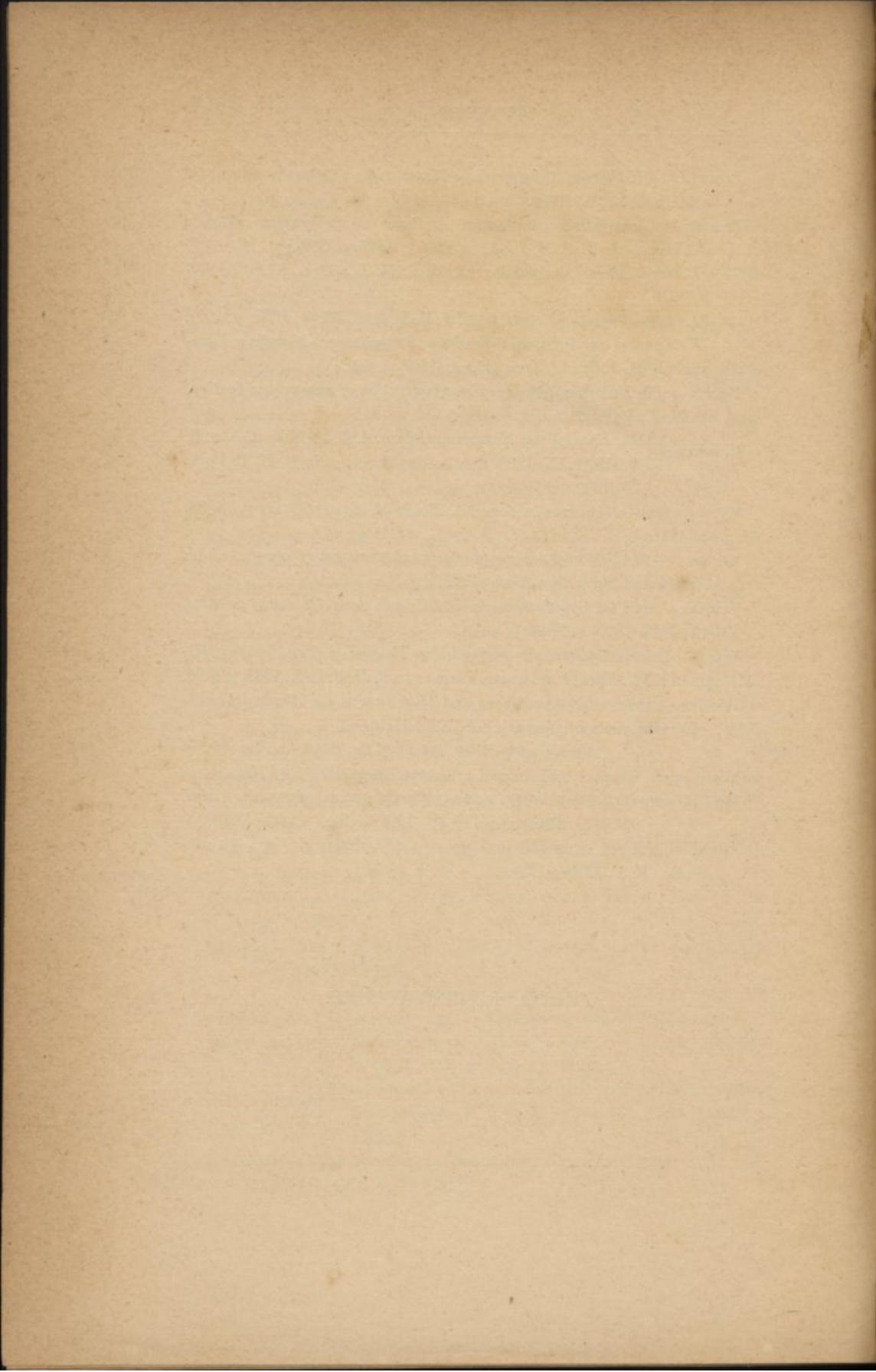
- ROLANTS — *Analyse des eaux d'égout.* (Masson, Paris, 1908).
- *Déversement des eaux d'égout dans le port de Boston.*
- " " " " *de Passaic Valley dans la baie de New York.* (R. H. P. P. S., 1909, p. 948).
- *Le contrôle de l'épuration des eaux d'égout.* (R. H. P. P. S., 1908, p. 309).
- *Les matières organiques colloïdales dans les eaux d'égout.* (R. H. P. P. S., 1909, p. 775).
- *Resumo do «Report of an investigation of water and sewage purification plants in Ohio, 1906-1907.»* (R. H. P. P. S., 1909, p. 836).
- ROSENTHAL — *Traité d'Hygiène publique et privée,* tr. par LAVRAND MANCEAUX. (Bruxelles, 1890).
- ROUCHY — *Les eaux d'égout de Paris.* (Rousset, Paris, 1907).
- ROUX — *Action du Soleil sur la bacteridie.* (A. I. P., 1887, p. 445).
- ROYAL COMMISSION ON SEWAGE — IV. V reports, 1904 e 1908.
- SANEAMENTO DO PORTO — *Consulta da Comissão de saneamento apresentada á Ex.^{ma} Camara do Porto.* (Porto, 1897).
- ŠABATINI — *Influence des chlorures sur le dosage des nitrates dans les eaux par le procedé de Grandval et Lajoux.* (A. C. A., 1909, p. 336).
- SCHOofs — *Traité d'Hygiène Pratique.* (Bailliére & fils, Paris, 1908).
- SCHIELE — *Abwasserreinigung durch Rechen und Siebe (Wasser und Abwasser, n.º 1, 1909, r. e tr. par ARNOULD. R. H. P. P. S., 1909, p. 375).*
- SCHREIBER — *Ueber den Fettrichthum der Abwässer und das Verhalten des Fettes in Boden des Rieselfelder Berlins.* (Arch. f. Hy., XLV, 1902, tr. e r. par ARNOULD. R. P. P. S., 1904, p. 758).
- SCHUMACHER — *Die Desinfektion von Krankenhausemder mit besonderer Berücksichtigung des Chlorkalkes und ihre Kontrolle.* (G. I., 1905, r. e tr. par ARNOULD in R. H. P. P. S., 1907, p. 1123).
- SCHWARTZ — *Ueber die Desinfektion von Abwässer.* (G. I., 1906, r. e tr. par ARNOULD in R. H. P. P. S., 1907, p. 1123).
- Significance of analyses of effluents from sewage-works (The)* (E. R. Aug. 5, 1905).
- STARKEY — *The economical purification of sewage in rural districts.* (B. M. J., 1907, 14 sept).
- STEURNAGEL } *Untersuchungen über den Einfluss der Niederschläge der*
 GROSSE-BOHLE } *Abwasser auf die Zusammensetzung des Rheinwassers bei*
 } *Köln.* (M. a. d. P. Heft, 8, 1907, r. e tr. par ARNOULD
 } *in R. H. P. P. S., 1907, p. 1124).*
- STOWAL JONES } *The elimination of suspended solids and colloïdal matters*
 OWEN TRAVIS } *from sewage.* (P. I. C. E. — Vol. 164, Part. 2, n.º 1.º,
 } 1905).
- STROZNER — *Typhusbacillen in dem Wasser eines Hausbrunnens.* (C. f. B. XXXVIII, 1906, p. 19 e 24).

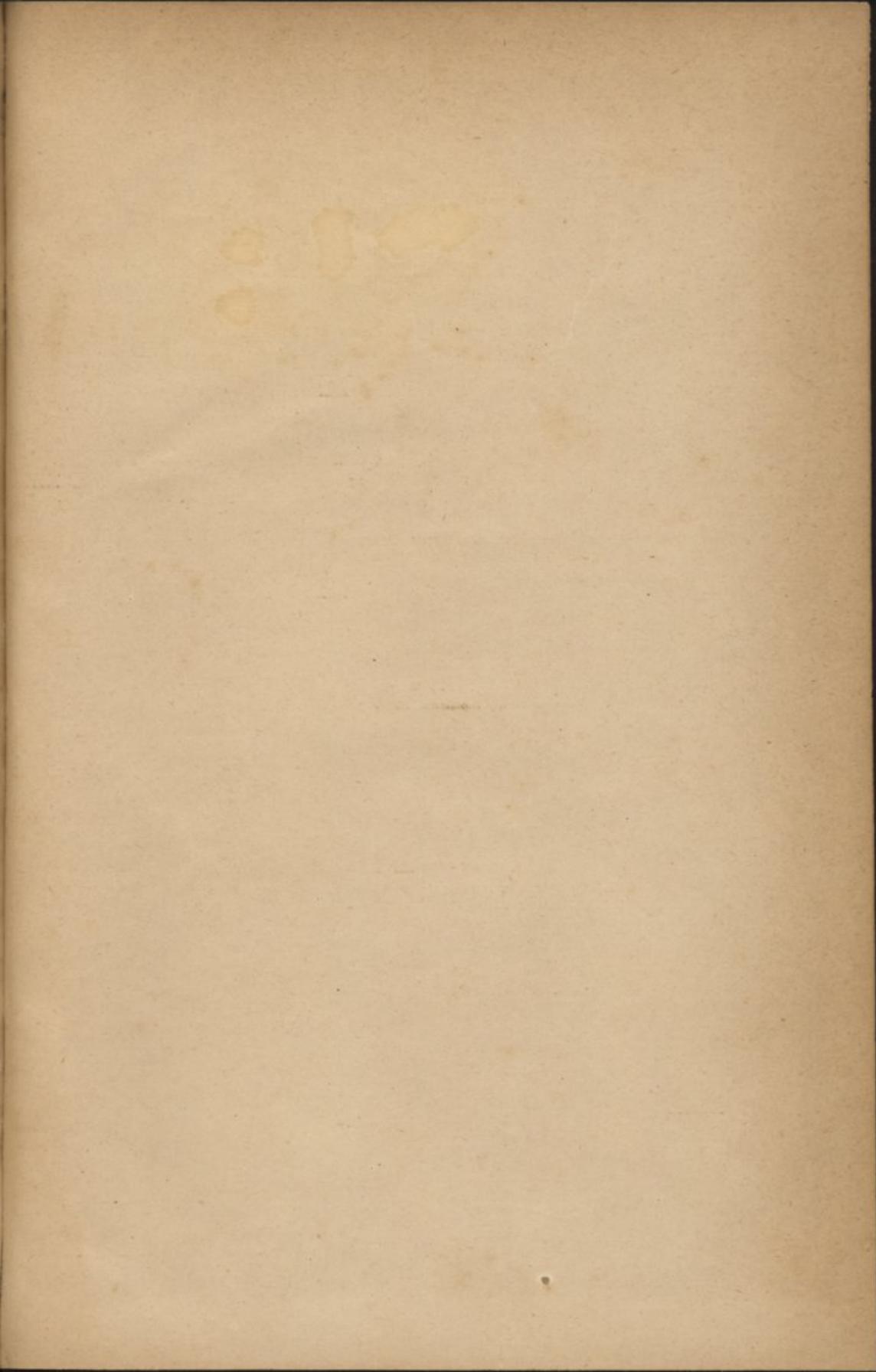
- TABUTEAU — *Recherche et dosage des nitrates et des nitrites dans l'eau* (r. e tr. in A. C. A., 1909).
- THOINOT — *L'assainissement comparé de Paris et des grandes villes de d'Europe*. (A. H. P. M. L., 3.^a s., 39.^o t., 1898, p. 289).
- *L'assainissement de la Seine*. (A. H. P. M. L., 3.^a s., 41.^o t., 1899, p. 560).
- *Le tout a l'égout parisien*. (A. H. P. M. L., 3.^a s., 38.^o t., 1897, p. 409).
- *Note sur un essai d'assainissement a Trouville par le système LIERNUR*. (A. H. P. M. L., 3.^a s., 41.^o t., 1899, p. 52).
- TRAVIS — *The Hampton interpretation of operation of sewage purification*. B. M. J., 1908, 29 Aug.).
- UHLFELDER } *Die Frankfurter Kläranlage*. (M. a. d. R. P. f. W. u. A. z. B.
TILLMANS } Heft. IX, 1908, r. e tr. par ARNOULD in R. H. P. P. S.,
1909, p. 374).
- V. DU CLAUX — *Rien dans la fleuve*. A. H. P. M. S., 3.^a s., 12.^o t., 1884, p. 481).
- VENABLE — *Methods and devices for bacterial treatment of sewage*. (John Wiley and Sons, New-York, 1908).
- VINCENT — *Sur la signification du Bacille coli dans les eaux potables*. (A. I. P., 1905, p. 233).
- WEIL — *Ueber Anstalten zur mechanischen Reinigung der Abwässer*. (G. I. — XXV, 1904, r. e tr. par ARNOULD in R. H. P. P. S., 1904, p. 664).
- WERNER — *Original-Abhandlungen und Mitteilungen die Abwässerbeseitigung der Stadt Stuttgart*. (G. I., XXXIII, p. 69).
- WINSLOW } *A study of the distribution of the colon bacillus of Es-*
MISS HANNEWELL } *cherich and of sewage streptococci of Houston in*
polluted and unpolluted waters. (Journal of Med. Research., F. VIII, 1902, 3 dec., p. 502 e 320).
- ZIMINE — *Mesures extraordinaires pour la désinfection de l'eau des conduits*. (T. S., 1910, p. 25).

FIM DO PRIMEIRO VOLUME.

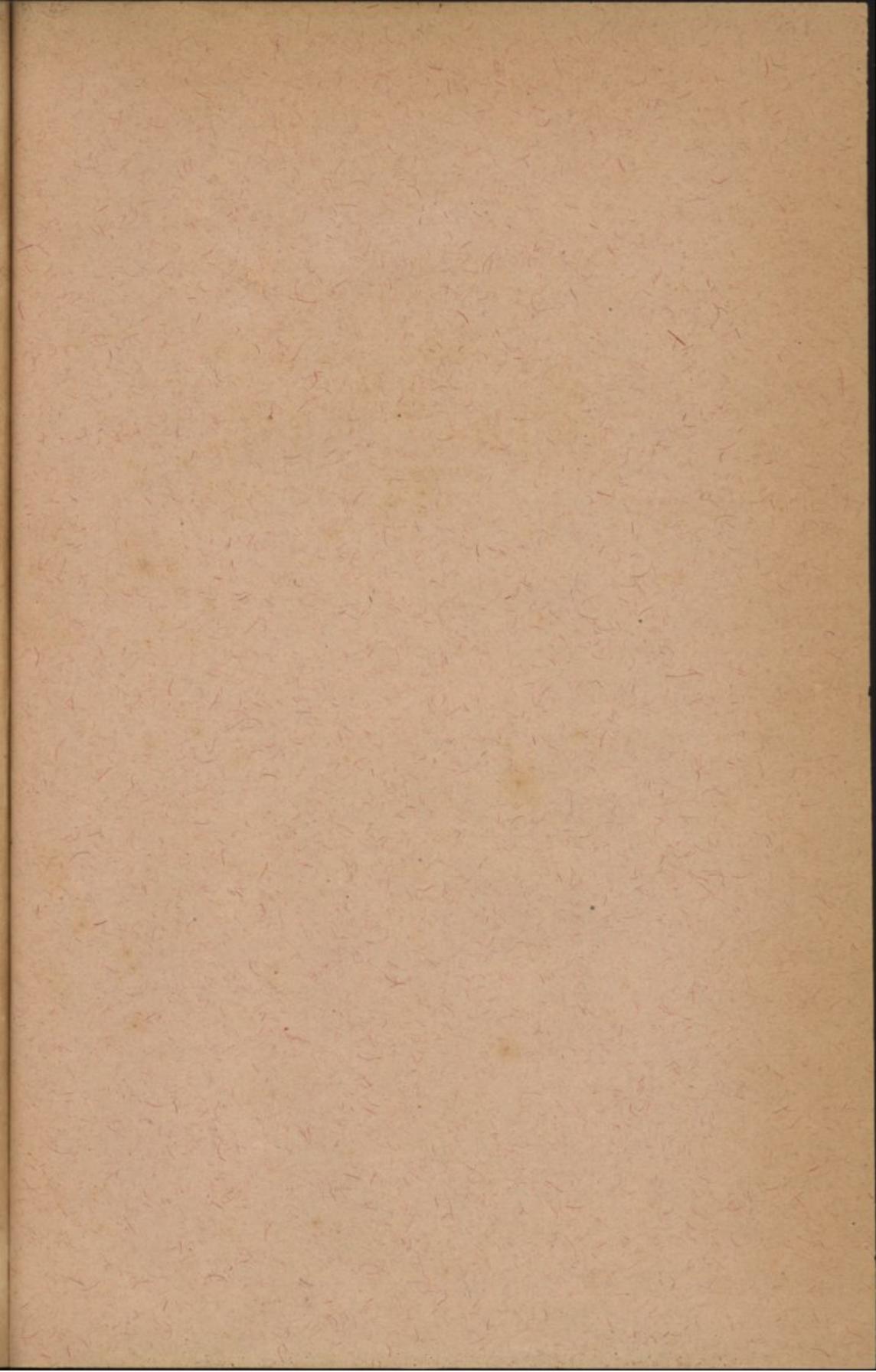


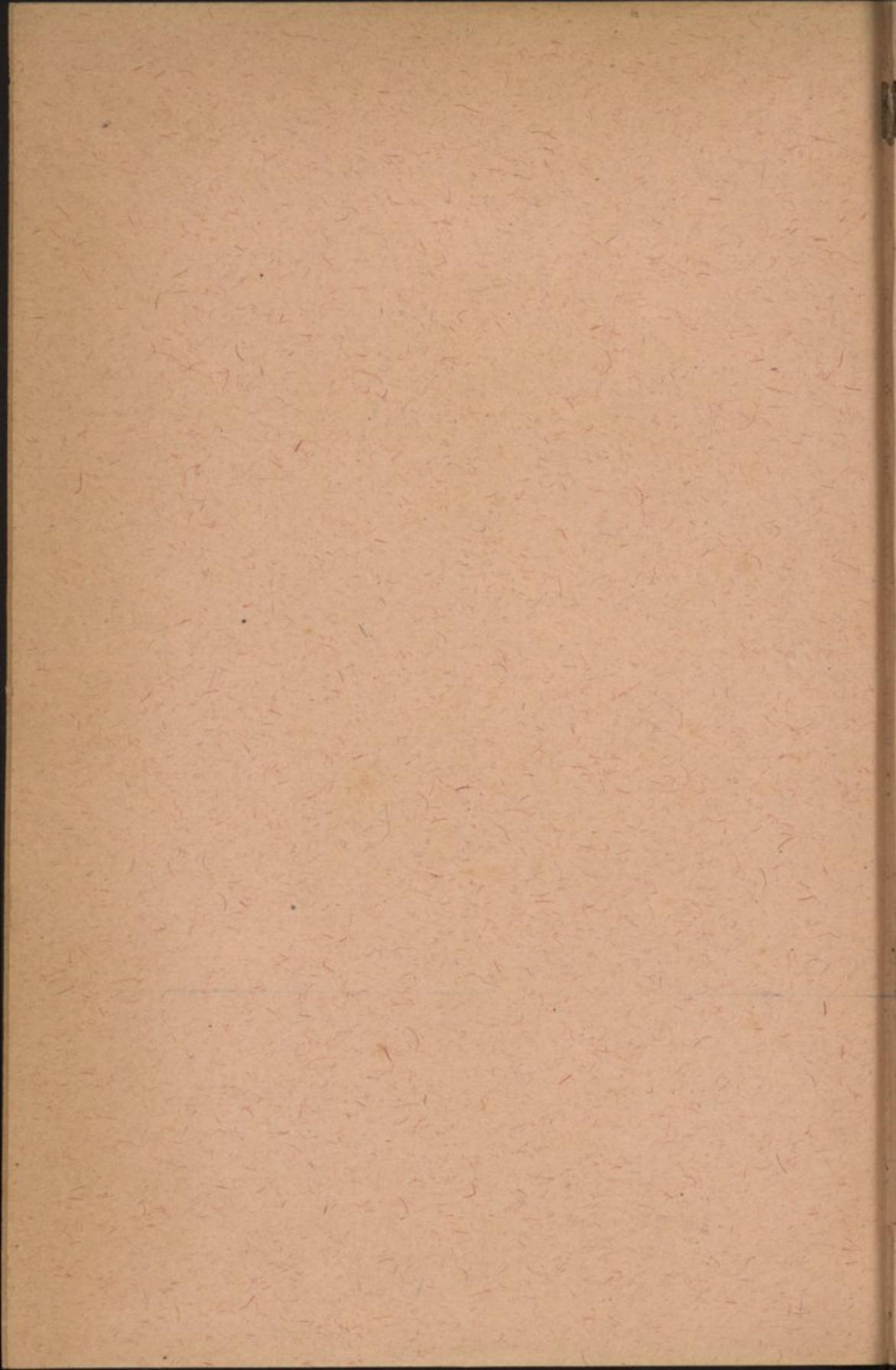
13 OUT. 10

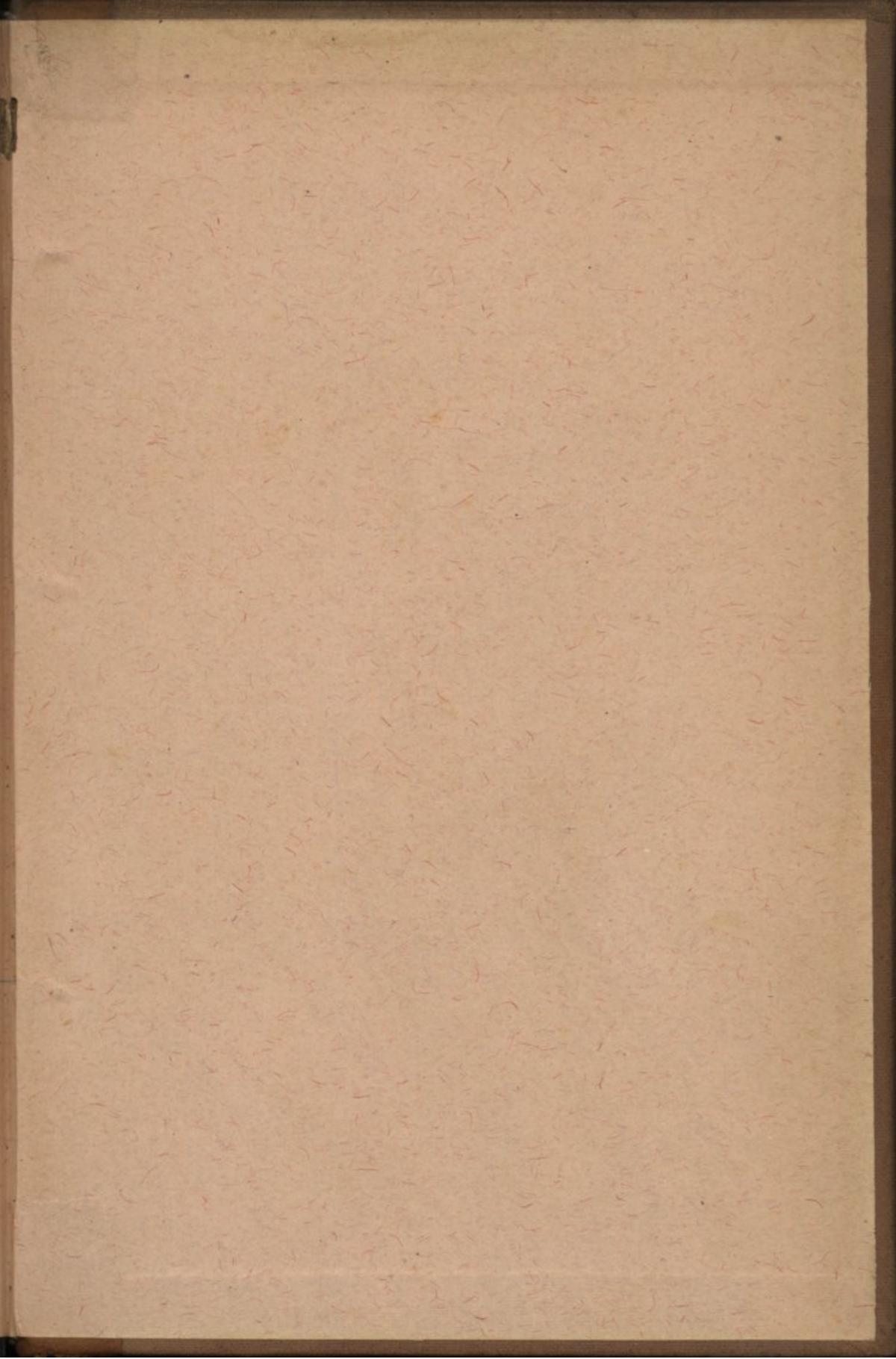












MEDICINA

Almeida Ribeiro

DISSERTAÇÃO

INAUGURAL

1940

Sala 5
Gab. —
Est. 56
Tab. 3
N.º 12