



Sala 5  
Gab. —  
Est. 56  
Tab. 8  
N.º 12

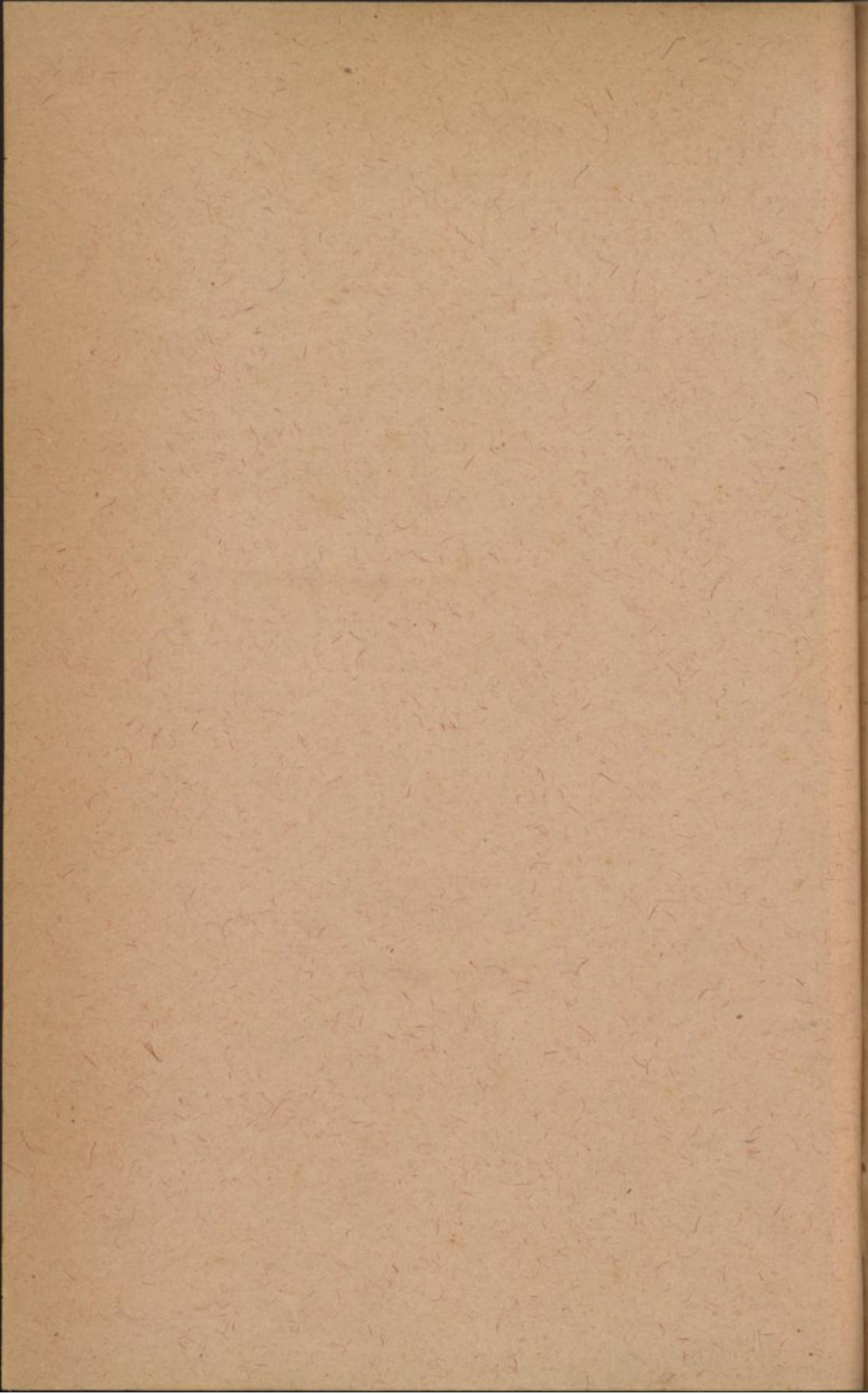


UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
Biblioteca Geral



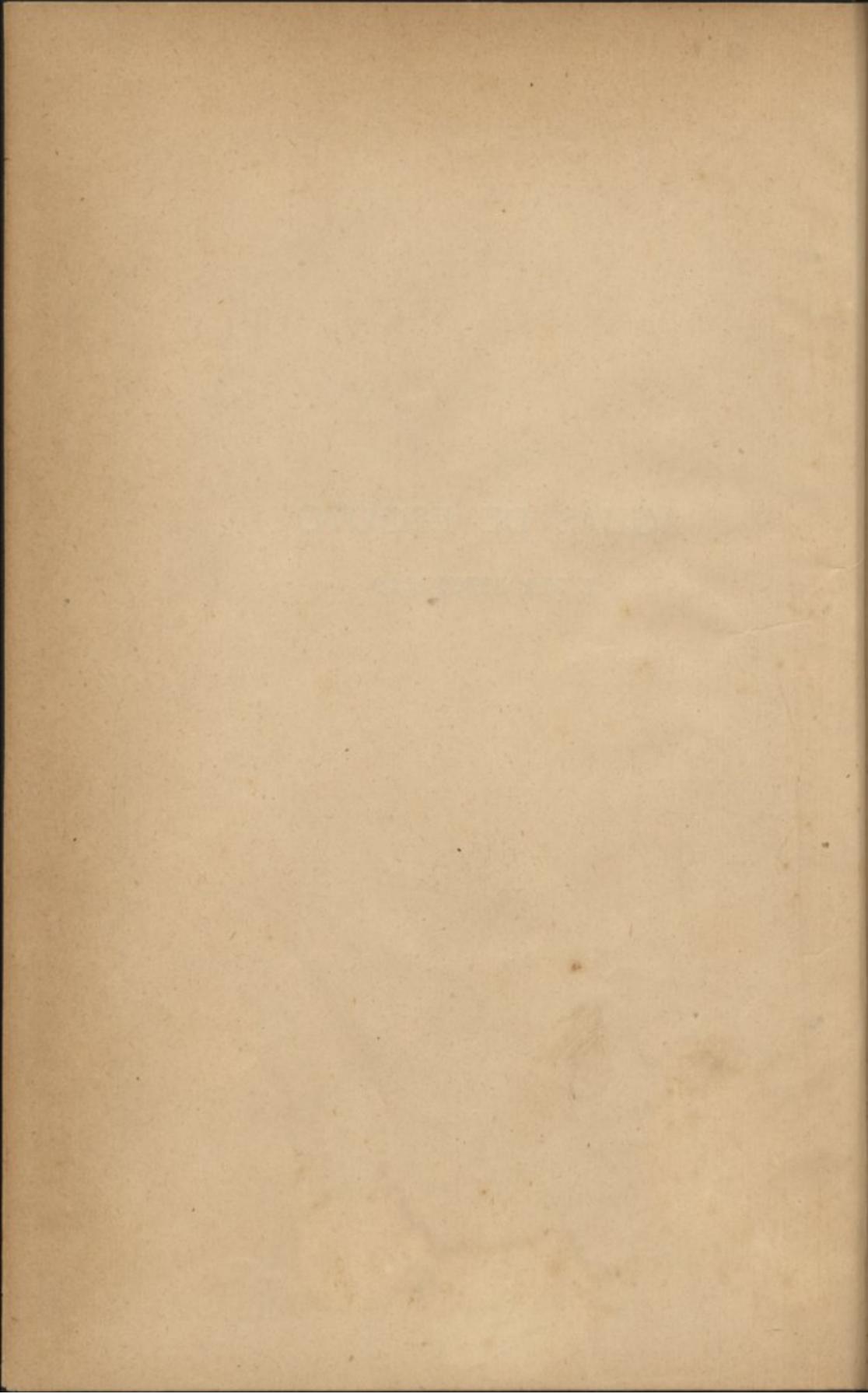
1301501033

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).



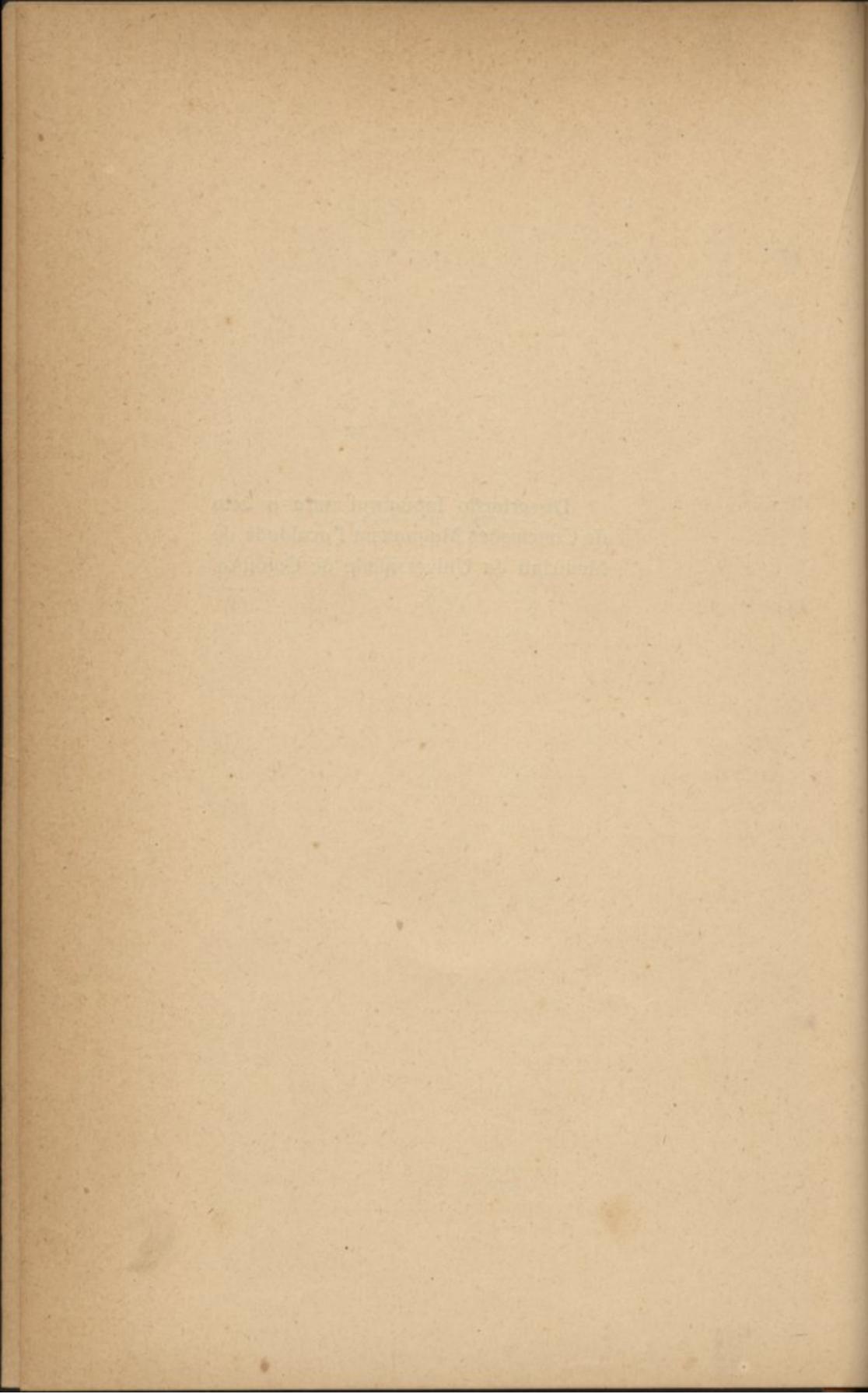
COIMBRÆ  
IMPRESA DA UNIVERSIDADE  
1910

AGUAS DE ESQOTO  
E SUA DEPURACAO

---

R. 5955

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



## 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 INTRODUÇÃO, 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 collector, 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, sahrei 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 affirmações de um melhor fundamento do que as de outro, lealmente cito as duas affirmações 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 possivel 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<sup>fr</sup>,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<sup>pence</sup>,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<sup>fr</sup>,41 e 0<sup>fr</sup>,54 (equivalencia approximada). Estes numeros é que estariam conformes com a media que dá a pag. 179 para a despeza com aquelle modo de dispôr das lamas; media que é de 0<sup>fr</sup>,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.<sup>mo</sup> 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.



# INDICE

do primeiro volume



|                         |      |
|-------------------------|------|
|                         | Pag. |
| <b>Introdução</b> ..... | 1    |

## LIVRO I

|                              |    |
|------------------------------|----|
| <b>Aguas de esgoto</b> ..... | 29 |
|------------------------------|----|

### PRIMEIRA PARTE

|  |    |
|--|----|
| <b>Formação, volume, composição e modificações espontaneas das aguas de esgoto</b> ..... | 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) Distinção entre duas especies de acções (hydroli-<br>santes e oxydantes) .....           | 70   |
| 1) Acções hydrolisantes .....   | 73   |
| 2) Acções oxydantes.....  | 76   |
| D) As transformações nas condições habituaes. Ordem<br>que seguem e grau que attingem ..... | »    |

## SEGUNDA PARTE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Apreciação quantitativa e qualitativa<br/>das aguas de esgoto.....</b> | <b>81</b> |
| 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<br>ebullição por 10 minutos.....   | 109       |
| b) Oxygeneo consumido em 4 horas a frio, em<br>meio acido.....            | 112       |
| c) Oxygeneo consumido em 3 minutos, a frio<br>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 <sub>1</sub> ) Azote organico total.....                                | »         |
| d <sub>1</sub> ') Azote albuminoide .....                                 | 133       |
| d <sub>1</sub> '') 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.<br>Clarificação do liquido .....   | »   |
| I — Separação das materias fluctuantes (acções physicas).....   | »   |
| II — Separação de areias e detricos mineraes (acções physicas,<br>cont.).....   | 193 |
| III — Separação das materias suspensas.....   | 195 |
| A) Descrição dos processos.....   | 196 |
| 1) Sedimentação (acções physicas, cont.).....   | »   |
| 2) Precipitação mecanica por agentes inertes<br>(acções physicas, cont.).....   | 204 |
| 3) Precipitação chimica (acções physico-chimicas)   | 205 |
| a) Reagentes.....   | »   |
| $\alpha$ ) Cal.....   | »   |
| $\beta$ ) Saes de aluminio e de ferro.....  | 208 |
| $\beta'$ ) Saes de aluminio.....  | 209 |
| $\beta''$ ) Saes de ferro.....  | 210 |
| $\beta'''$ ) Associação de saes de aluminio<br>e de ferro.....  | 214 |
| $\gamma$ ) Magnesia e outros compostos.....   | 217 |
| b) Bacias de precipitação.....  | 218 |
| c) Dificuldade na adjuncção dos reagentes.<br>Vantagens e inconvenientes da precipi-<br>tação chimica. Indicações do processo.. | 222 |
| B) O problema das lamas. Modos de dispôr das lamas<br>separadas das aguas de esgoto.....  | 226 |

## SECÇÃO II

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

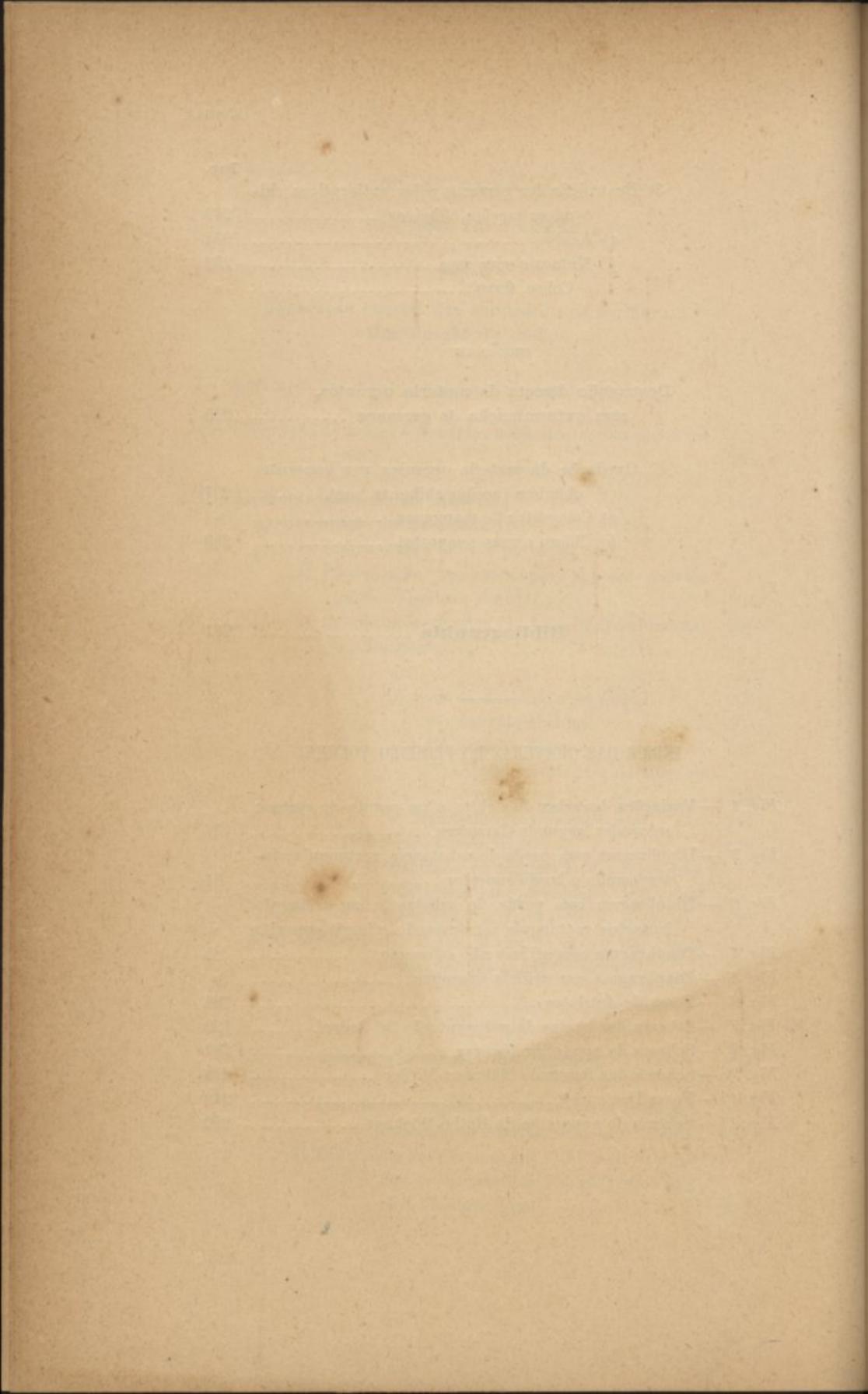
## SECÇÃO III

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

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| <b>Bibliographia</b> ..... | 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 IZOLET).

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 coliectividades, 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 civilização, 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 visinhas, 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 filtradora* (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 atrazadas, 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, chimicas 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 conduzir 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 carbonio 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<sup>m</sup>,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<sup>mg.</sup>,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<sup>mg.</sup> de oxygeneo consumido nas mesmas condições; tal quantidade não se encontra em muitas aguas de esgoto. A alcalinidade subia tambem de 30 a 60<sup>mg.</sup> (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, preconizando-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 pôde 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 una 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 pôde 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<sup>m</sup>, 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

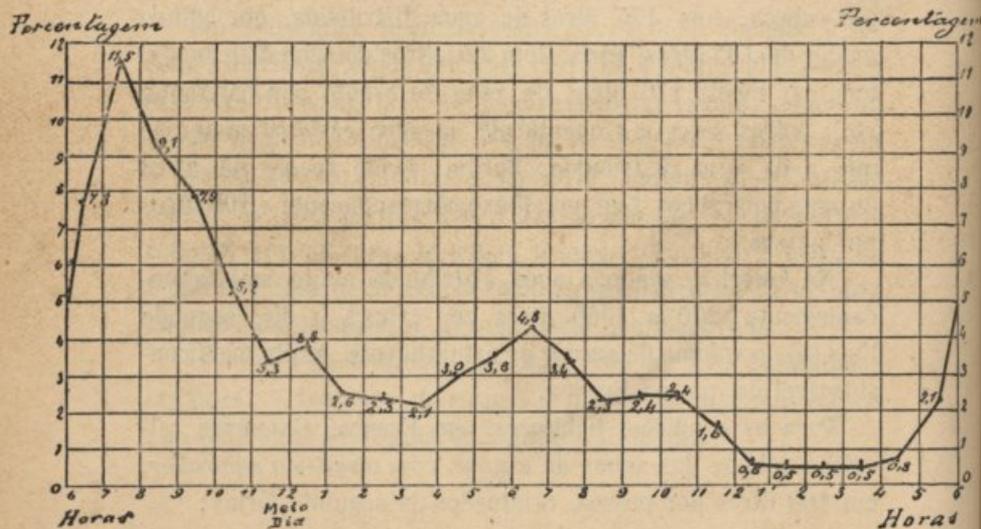


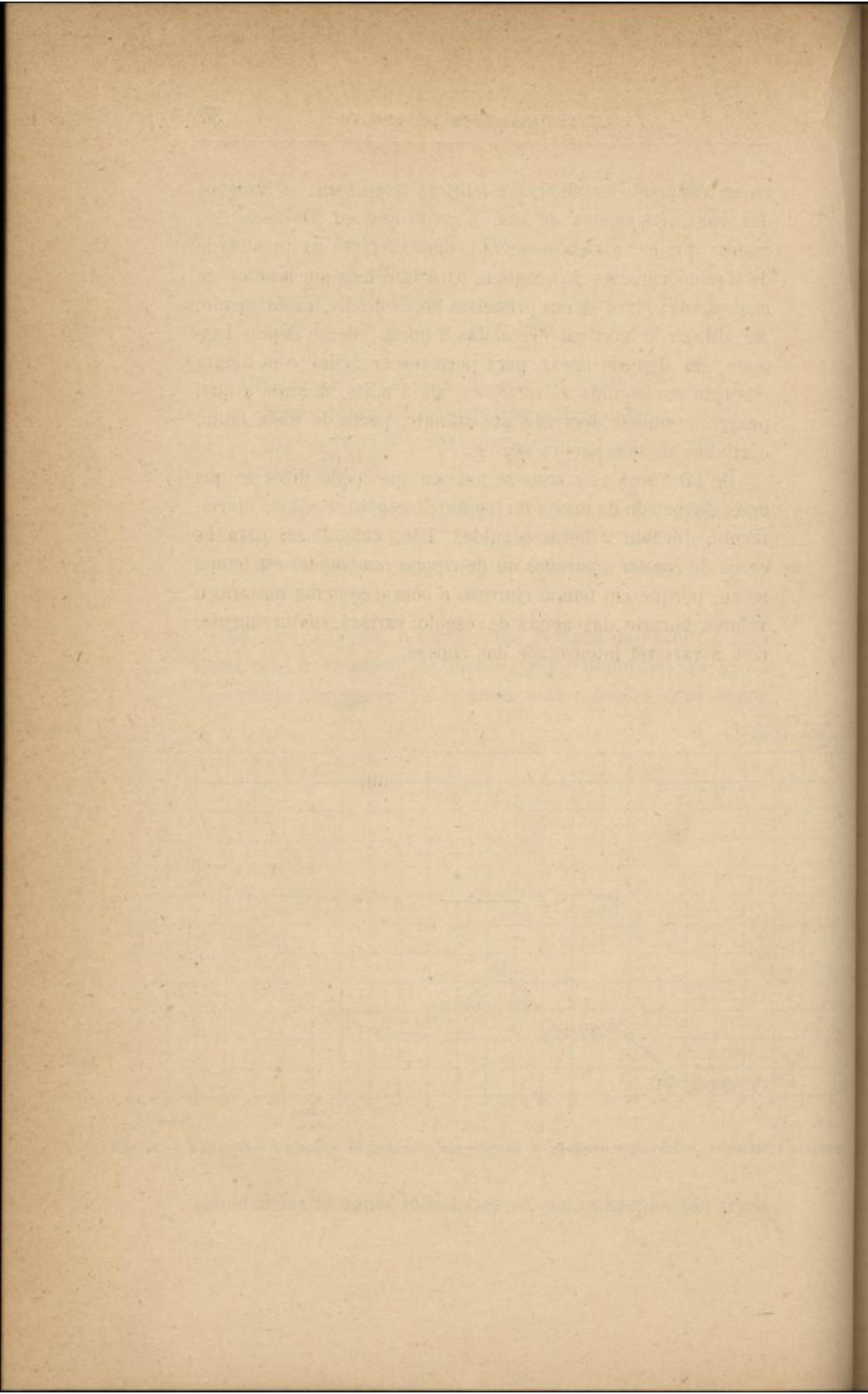
Fig. 1 — Variações horárias do débito n'um esgoto do *systema separador*, segundo CALMETTE

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 escoa, 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 cosinhas, 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 detritos 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<sup>gr.</sup>,25 de residuos solidos, dos quaes 0<sup>gr.</sup>,80 de natureza mineral e 0,45 de natureza organica. Segundo BAUCHER, na media de 1<sup>gr.</sup>,270, por litro, de residuos solidos (dos quaes 0<sup>gr.</sup>,620 em suspensão e 0<sup>gr.</sup>,650 dissolvidos) as materias mineraes e as organicas correspondem respectivamente a 0<sup>gr.</sup>,815 e a 0<sup>gr.</sup>,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<sup>gr.</sup>,466 de residuos solidos por litro, dos quaes 1<sup>gr.</sup>,8 dissolvidos e 0<sup>gr.</sup>,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 germens anærobios, que, decompondo-as, lhes roubam o oxygeno, 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 germens 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 simplifica-las, 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<sup>sr</sup>, 34 nas fezes e 10<sup>sr</sup>, 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<sup>cc</sup>. a 15<sup>cc</sup>.5 por litro) que corres-

ponde não só ao que a agua de distribuição tem retirado da atmospherá, 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  $\text{CO}_2$  dissolvido (30 a 48<sup>cc</sup>. por litro nos *sewages* de Kingston e Woolwich em 1859, segundo MILLER).

Mas é de notar que as quantidades de N e  $\text{CO}_2$  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 póde 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<sup>mg</sup>. por litro e as aguas de esgoto fracas 70<sup>mg</sup>., 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<sup>mg.</sup>, e mais, por litro. As aguas de esgoto de Coimbra, do collecter da Sophia, apresentavam em julho e agosto de 1909 variações entre 417<sup>mg.</sup> e 603<sup>mg.</sup> 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<sup>gr.</sup>,88 e a urina 2<sup>gr.</sup>,11 de phosphoro expresso em P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Na agua de esgoto de Londres o acido posphorico total corresponde, segundo FULLER, a 4<sup>gr.</sup>,3 por cabeça e dia; d'esta quantidade, 2<sup>gr.</sup>,4 encontram-se dissolvidos e 2<sup>gr.</sup>,2 nas materias suspensas; quanto á sua origem, 2<sup>gr.</sup>,4 derivariam dos excreta (1<sup>gr.</sup>,4 em dissolução e 1<sup>gr.</sup> em suspensão) e 1<sup>gr.</sup>,9 de outras substancias (0<sup>gr.</sup>,7 em dissolução e 1<sup>gr.</sup>,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<sup>gr.</sup>,4 (3<sup>gr.</sup> em dissolução e 0<sup>gr.</sup>,4 em suspensão), dos quaes derivam das excreções 1<sup>gr.</sup>,9 (1<sup>gr.</sup>,5 em dissolução e 0<sup>gr.</sup>,4 em suspensão) e de outras proveniencias 1<sup>gr.</sup>,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<sup>cc.</sup> 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 CO<sub>2</sub> 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 ... | <table style="display: inline-table; vertical-align: middle; border: none;"> <tr> <td style="font-size: 2em; vertical-align: middle; padding-right: 5px;">{</td> <td style="padding-right: 10px;">organicas.....</td> <td style="text-align: right; padding-right: 10px;">467</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 2em; vertical-align: middle; padding-right: 5px;">{</td> <td style="padding-right: 10px;">mineraes.....</td> <td style="text-align: right; padding-right: 10px;">199</td> </tr> </table> | {   | organicas..... | 467 | { | mineraes..... | 199 |
| {                      | 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 | Totales              | 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 <sup>(1)</sup> |
| Paris. Collector de Saint Denis                         | 221,0                 | "         | "                                    | "                    | 793,0              | 43,9           | 140,0          | 40,0             | 17,0              | 35,0    | 403,0 | 18,0     | "               | "           | "      | 140,0               |
| — de Clichy   | 652,0                 | "         | "                                    | 683,0                | 161,0              | 313,2          | 11,6           | 53,2             | 31,6              | 44,0    | 111,0 | 14,0     | 24,0            | 70,0        | "      | 61,8 <sup>(1)</sup> |
| Dantzig   | 226,0                 | 356,0     | "                                    | 1088,0               | 313,2              | 242,7          | 108,8          | 19,6             | 60,4              | 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              | 188,8          | 18,0           | 73,8             | 19,6              | 60,4    | 81,8  | 21,2     | 77,0            | 182,8       | "      | 91,8                |
| Breslau — 72  | 204,7                 | 200,0     | "                                    | 2791,4               | 589,7              | 59,1           | 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           | 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 <sup>(1)</sup> |
| 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      | "                                    | 729,2                | 333,8              | 2,6            | 24,7           | "                | "                 | "       | "     | "        | "               | "           | "      | "                   |
| Breslau   | 210,8                 | "         | "                                    | 185,5                | 244,3              | 18,1           | 26,2           | 27,2             | 13,2              | 49,7    | 127,5 | 27,0     | 90,5            | 78,7        | "      | 40,5 <sup>(1)</sup> |
| Dortmund (media de 7 analyses)                          | 185,5                 | 244,3     | 18,1                                 | 965,9                | 263,8              | 26,2           | 27,2           | 23,2             | 13,2              | 49,7    | 127,5 | 27,0     | 90,5            | 78,7        | "      | 40,5 <sup>(1)</sup> |
| Essen   | 218,8                 | 442,0     | 24,1                                 | 1817,2               | 363,8              | 26,2           | 27,2           | 23,2             | 13,2              | 49,7    | 127,5 | 27,0     | 90,5            | 78,7        | "      | 40,5 <sup>(1)</sup> |
| Essen   | 105,2                 | 213,4     | 19,3                                 | 843,2                | 229,6              | 12,2           | 38,1           | 13,1             | 65,0              | 76,8    | "     | "        | "               | 628,1       | "      | 92,4                |
| Brunswick   | 447,5                 | 635,0     | 54,5                                 | 857,5                | 390,0              | 92,5           | 42,2           | 29,4             | 122,5             | 32,4    | "     | "        | "               | 231,0       | "      | 69,6                |
| Halle (media de 5 analyses)                             | 402,0                 | 423,4     | 23,9                                 | 1633,0               | 329,0              | 21,3           | 67,8           | 27,6             | 176,0             | 275,2   | "     | "        | "               | 89,2        | "      | 147,0               |
| Media (Munich, Zarich e Ortensen exceptuados)           | 263,7                 | 345,8     | 28,9                                 | 975,0                | 313,1              | 16,4           | 40,5           | 24,0             | 80,0              | 159,5   | 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-<br>ção alcalina, com ebullicão por 10 mi-<br>nutos (em O) ..... | 99            |
| Azote ammoniacal (em AzH <sup>3</sup> ).....  | 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 m<sup>3</sup> de agua gasta em 1900 substituem-se 326.764 m<sup>3</sup> 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

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

O consumo real não corresponde a este consumo theorico exigivel». «O consumo de 326.760 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup>, em 1907 de 365.315 m<sup>3</sup> e em 1908 de 395.529 m<sup>3</sup>.

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 canalisções 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<sup>gr.</sup>,56 (dos quaes 42<sup>gr.</sup>,12 de natureza organica), azote organico 4<sup>gr.</sup>,571, azote ammoniacal 5<sup>gr.</sup>,376, chloro 2<sup>gr.</sup>,736; o oxygeneo era consumido na dose de 11<sup>gr.</sup>,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 <sub>3</sub> | 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 <sub>3</sub> livre | NH <sub>3</sub> 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 (obligatorios 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. amyliferum*. (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  $\text{NH}_3$ ).

*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  $\text{NH}_3$ ).

*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  $\text{H}_2\text{S}$ ).

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

Muitas variedades de bacillos thermophylicos capazes de se desenvolverem luxuriantemente acima de  $50^\circ\text{C}$ . e produzindo esporos.

*Micrococcus* (e *Bacillus*) *ureæ*, NL.; *uræ 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  $\text{NH}_3$  á custa da materia organica azotada).

*Proteus mirabilis*, L.; *zenkeri*, L.; *sulphureus*. (O ultimo produz  $\text{NH}_3$  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 reduçção importante em o numero dos germens microbianos. N'uma porção 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-reduçção 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, egualmente, 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 oxydação 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<sup>o</sup>/<sub>o</sub>, 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, CO<sub>2</sub> 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-

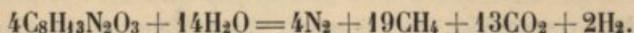
lisa sempre aquellas duas ordens de actos, em duas phases que se succedem como ficou dito.

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 carbohydrates (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 pêsó, 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.



The first part of the report is devoted to a general  
 description of the country and its resources. It  
 is followed by a detailed account of the  
 various industries and occupations of the  
 people. The third part contains a list of the  
 principal towns and villages, with a description  
 of their respective situations and commerce.  
 The fourth part is a list of the principal  
 rivers and streams, with a description of their  
 courses and the fisheries and other uses  
 to which they are put. The fifth part is a  
 list of the principal mountains and hills, with  
 a description of their heights and the  
 various minerals and fossils which they  
 contain. The sixth part is a list of the  
 principal lakes and ponds, with a description  
 of their situations and the fisheries and  
 other uses to which they are put. The  
 seventh part is a list of the principal  
 rivers and streams, with a description of  
 their courses and the fisheries and other  
 uses to which they are put. The eighth  
 part is a list of the principal mountains  
 and hills, with a description of their  
 heights and the various minerals and  
 fossils which they contain. The ninth  
 part is a list of the principal lakes and  
 ponds, with a description of their  
 situations and the fisheries and other  
 uses to which they are put. The tenth  
 part is a list of the principal rivers and  
 streams, with a description of their  
 courses and the fisheries and other  
 uses to which they are put.

## 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.

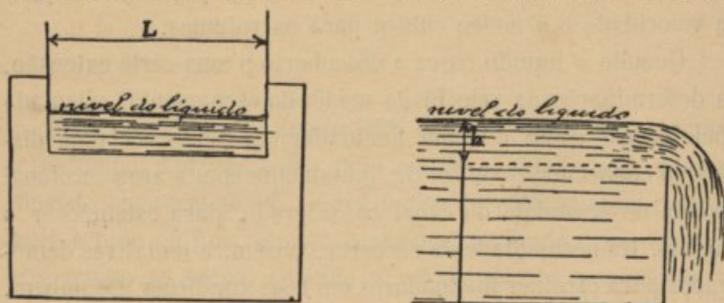
A determinação dos debitos com o uso d'estes escoadouros

---

(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.

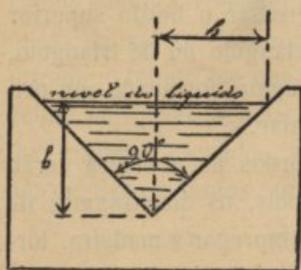
faz-se, com uma aproximação suficiente, tirando o valor procurado de fórmulas bastante simples.

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 accelleracção 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

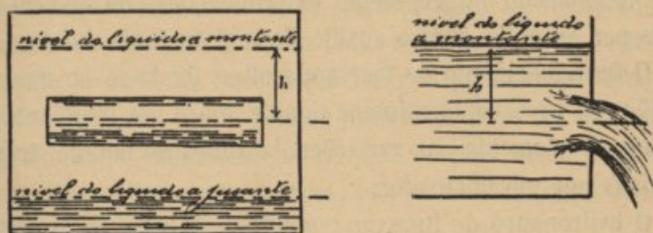


Fig. 4 — Diaphragma com orificio não submerso

$Q = m\omega \sqrt{2gh}$ ;  $m$  tem, aqui, valor variavel dado por tábuas em funcção de  $h$ , mas é, em media, egual a 0,62;  $\omega$  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

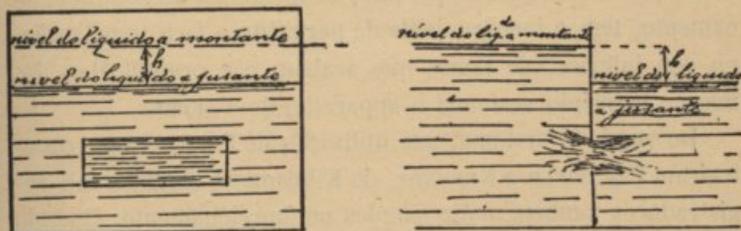


Fig. 5 — Diaphragma com orificio submerso

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.

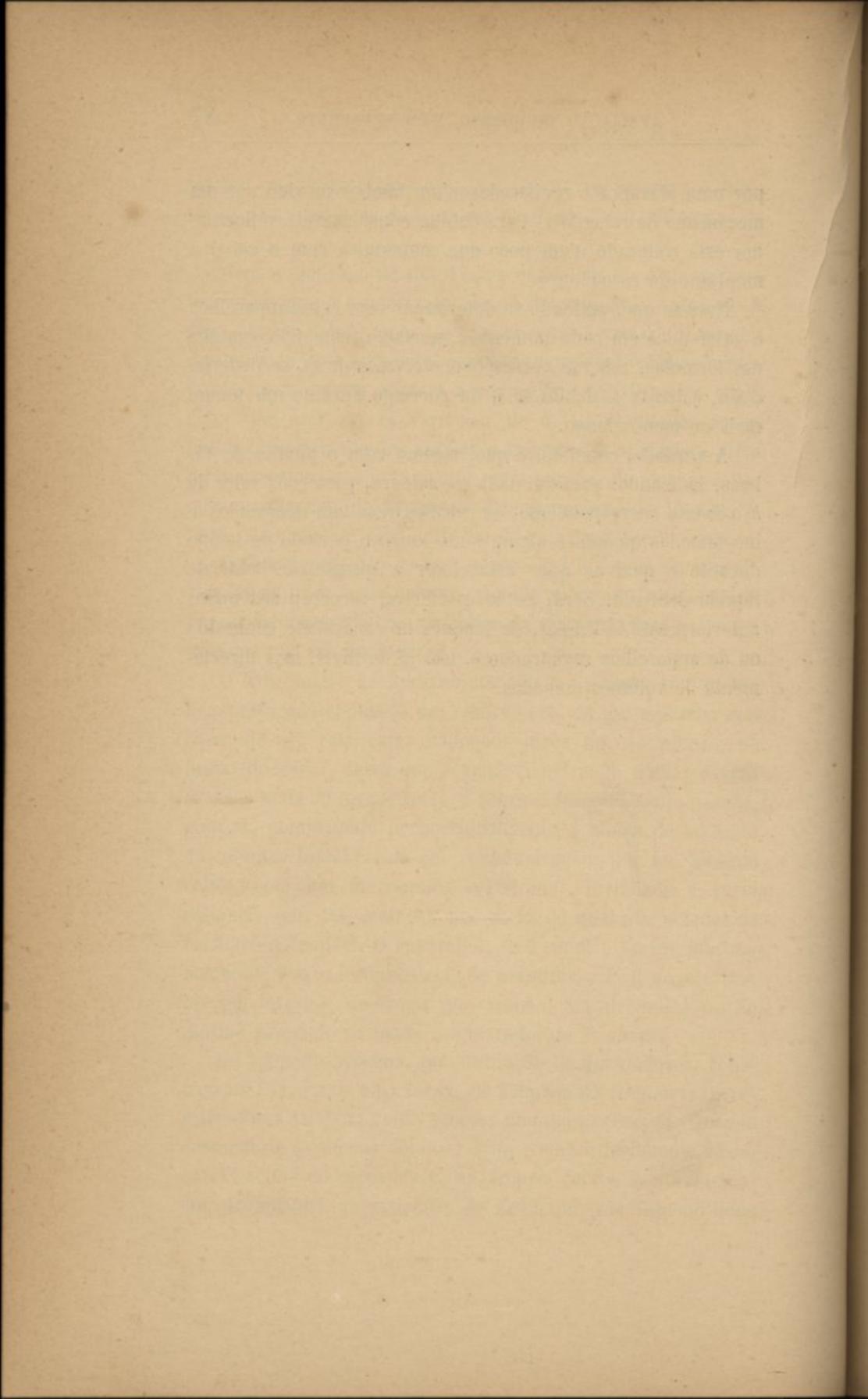
O hydrometro de RICHARD compõe-se de uma caixa metalica perfurada contendo um reservatorio de gutta-percha mal cheio de ar; esta caixa collocada atraz do escoadouro, no fundo do canal, deixa que a agua, penetrando n'ella, exerça pressão mais ou menos intensa sobre o sacco de gutta-percha, cujo ar, comprimido 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 utilisação 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 relógia. 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 comparál-a 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, parcellas 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 | $\left\{ \begin{array}{l} \text{oxydado} \\ \text{n\~ao oxydado} \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} \text{dos nitratos.} \\ \text{dos nitritos.} \end{array} \right.$ |
|                    |   | $\left\{ \begin{array}{l} \text{ammoniacal.} \\ \text{organico} \end{array} \right.$        |
|                    |   | $\left\{ \begin{array}{l} \text{albuminoides.} \\ \text{x.} \end{array} \right.$            |
- 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<sup>m</sup>, 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 tem 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<sup>gr.</sup>,0648) por gallão (gal. = 4<sup>l.</sup>,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 evapora 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   secco para que os alcalis fixos no sejam neutralizados por certas substancias organicas que consigam decompr.

sulfurico titulado (soluto decinormal: 4<sup>gr.</sup>,9 de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 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<sup>gr.</sup>,0031 para a avaliação em oxydo de sodio, Na<sub>2</sub>O; 0<sup>gr.</sup>,0053 em carbonato de sodio, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; 0<sup>gr.</sup>,0040 em soda caustica, NaOH; 0<sup>gr.</sup>,0017 em ammoniaco, NH<sub>3</sub>; 0<sup>gr.</sup>,005 em carbonato de calcio, CaCO<sub>3</sub>.

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<sup>gr.</sup>,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<sup>gr.</sup>,006 para o  $C_2H_4O_2$ , 0<sup>gr.</sup>,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<sup>gr.</sup>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  $\text{CO}_2$ , 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 sêcco alguns cc. de carbonato de ammonio puro; evapora lentamente em banho-maria e, depois, sujeita á accção do calor, em banho de areia a  $150^\circ$  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<sup>c</sup>. 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 supprime 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.

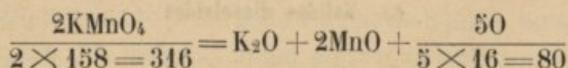
---

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 1805, 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 realiza 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 realizou 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 realiza 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 realização 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).

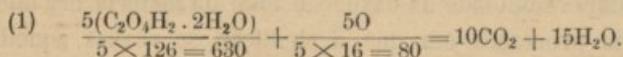
O soluto de  $\text{KMnO}_4$  crystallizado e puro a  $0^{\text{gr}},316$  por litro de agua distillada, libertando por cc.  $0^{\text{mg}},08$  de oxygeneo, corresponde a um soluto de acido oxalico crystallizado e puro a  $0^{\text{gr}},63$  por litro de agua distillada (solutos centinormaes) (2).

O soluto de  $\text{KMnO}_4$  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  $50^{\circ}$ , 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.