

FERNANDO DE ALMEIDA RIBEIRO

Doutor em Medicina

AGUAS DE ESGOTO

E SUA DEPURAÇÃO

Volume II

Depuração das aguas de esgoto (cont.
do Livro II do volume I); II parte
— Depuração biologica.



12 FEV 17

COIMBRÁ
IMPRESA DA UNIVERSIDADE
1911

Sala 5
Gab. —
Est. 56
Tab. 8
N.º 13



UNIVERSIDADE DE COIMBRA
Biblioteca Geral



1301501042

AGUAS DE ESGOTO

E SUA DEPURAÇÃO

624855947

LIBROS DE ESCOLARES

LA BIBLIOTECA

FERNANDO DE ALMEIDA RIBEIRO

Doutor em Medicina

AGUAS DE ESGOTO
E SUA DEPURAÇÃO

Volume II

Depuração das aguas de esgoto
(cont. do Livro II do volume I);
II parte – Depuração biologica).



12.FEV.17

COIMBRA
IMPRESA DA UNIVERSIDADE
1911

AGUAS DE ESGOTO

E SUA DEPURACAO

Volume II

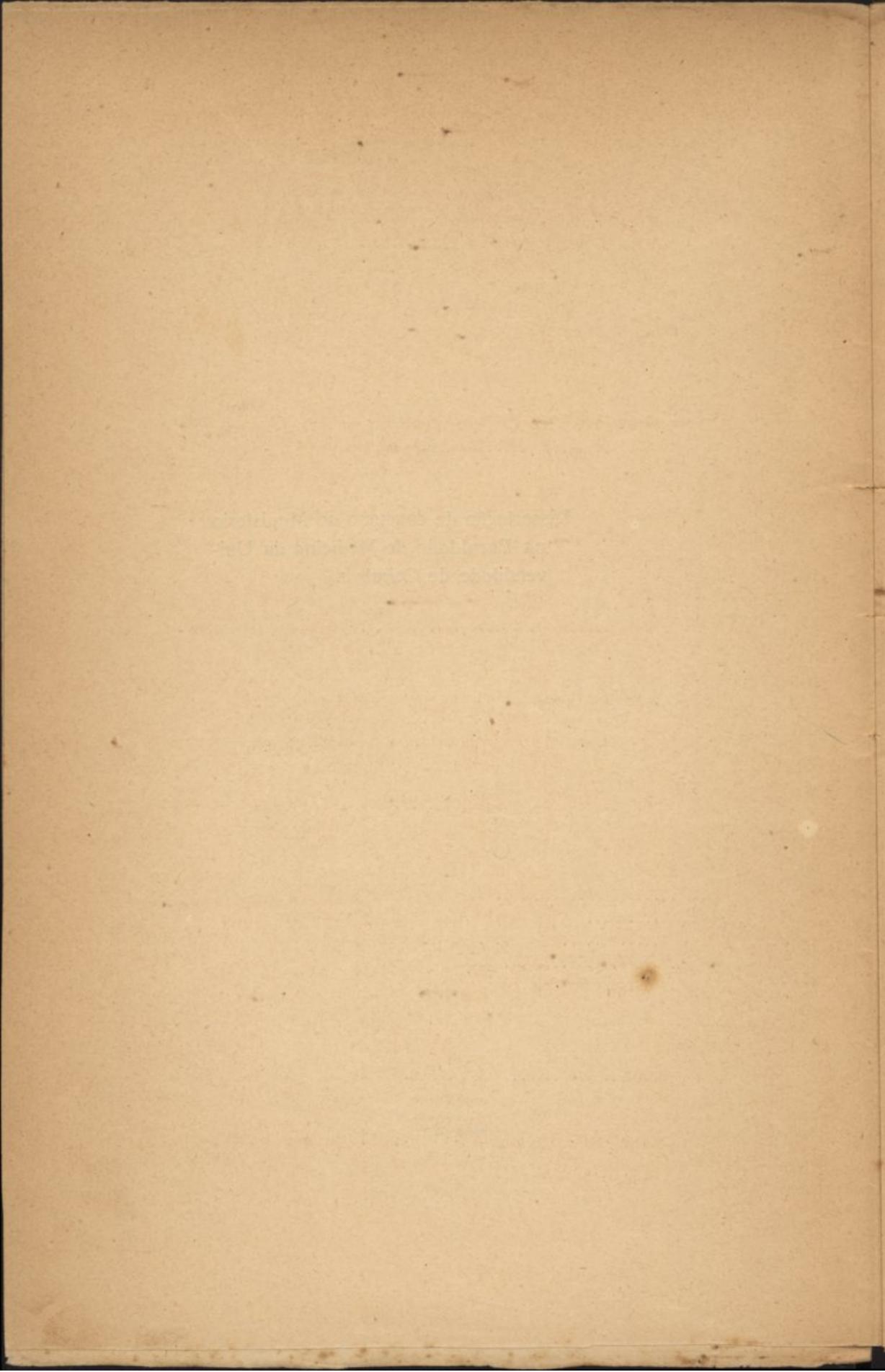
Publicado em 1911
pelo
Serviço de Engenharia de Saneamento



1911

R. 6410

Dissertação de concurso ao Magisterio
na Faculdade de Medicina da Uni-
versidade de Coimbra.



INDICE

do segundo volume

Depuração das aguas de esgoto

(cont. do livro II do volume I)

SEGUNDA PARTE

	Pag.
Depuração biologica	3
Introdução ao estudo da depuração biologica.....	»
A) Necessidade do emprego dos processos biologicos de depuração.....	»
B) Identidade das acções biologicas da depuração natural, dita espontanea, e da depuração provocada voluntariamente	5
C) Classificação dos processos de depuração biologica...	11

SECÇÃO I

Solubilização e gazeificação da materia organica das aguas de esgoto por acções hydrolyticas de germens anærobios. Reducção da riqueza em materias suspensas do liquido residual, nas fossas septicas e nos filtros anærobios de filtração ascendente	15
---	----

SUB-SECÇÃO I

Modificações das substancias organicas, em condições anærobias.....	16
A) Gazeificação, liquefação e solubilização da materia organica	»

	Pag.
B) Especificação dos efeitos da acção de alguns germens anærobios sobre as varias especies de substancia organica.....	18
1) Solução e decomposição dos corpos albuminoides	19
2) Fermentação da uréa.....	21
3) Fermentação dos compostos amidados derivados dos albuminoides.....	22
a) Acidos amidados.....	»
b) Aminas basicas.....	24
4) Fermentação da cellulose e dos outros hydratos de carbono.....	»
a) Cellulose e materias vegetaes fibrosas.....	»
b) Outros hydratos de carbono.....	27
5) Decomposição das gorduras.....	28
6) Fermentação sulfurada.....	29
7) Formação dos saes de acidos organicos e sua fermentação.....	30
C) Reacção do liquido durante as transformações hydrolyticas.....	32
D) Exothermia das transformações hydrolyticas.....	»

SUB-SECÇÃO II

Aplicações praticas	35
I — Fossas septicas	»
A) Fossas septicas das habitações.....	»
1) Descrição de varios modelos e resultados obtidos pela sua utilização.....	»
a) Fossa Mouras	36
a') Fossa Mouras-Bordeus	41
b) Fossa Bezault	42
c) Fossa Simplex.....	45
d) Outras fossas septicas domesticas.....	47
2) Papel das pequenas fossas septicas na depuração das substancias rejeitadas. Indicações e contra indicações do emprego das fossas septicas domesticas	»
B) Fossas septicas para os effluxos urbanos.....	55
1) Os antecedentes da fossa septica urbana vulgar ou «Septic-tank» de CAMERON. Questões de prioridade	»

	Pag
2) O <i>Septic-tank</i> de CAMERON e suas modificações. O <i>Ames-tank</i> . O <i>Hydrolytic-tank</i> de TRAVIS ..	60
3) Papel das fossas septicas na depuração das aguas de esgoto sob o ponto de vista dos seus caracteres physicos e da sua composição chimica.....	68
3') Effeitos conseguidos pela utilização das fossas septicas vulgares (typo <i>septic-tank</i> de CAMERON)	70
a) Acções de sedimentação, liquefação e gazeificação e sua influencia respectiva nas modificações da composição da agua de esgoto passada pela fossa septica.....	»
a') Influencia do tratamento septico sobre o estado physico das impurezas da agua de esgoto	71
a) Materias suspensas.....	»
β) Materia em estado colloidal.....	89
γ) Materias dissolvidas.....	92
a'') Influencia do tratamento septico sobre a composição chimica da agua de esgoto.....	95
b) Chapeu ou camada fluctuante nas fossas septicas	101
c) Lamas depositadas.....	103
d) Gazes produzidos nas fossas septicas e sua utilização	111
e) Resultados comparados da utilização de fossas descobertas e de fossas fechadas por abobada	117
f) Velocidade e demora da agua de esgoto no interior da fossa septica, capacidade e dimensões d'esta, e influencia respectiva sobre os resultados do tratamento septico	121
g) A fermentação da agua de esgoto na fossa septica e a facilidade de oxydação futura. Super-septização; seus inconvenientes e meios de os evitar.....	128
h) Diaphragmas transversaes no interior das fossas septicas e sua influencia sobre os resultados do tratamento.....	134
i) As acções de desnitrificação nas fossas septicas.....	136

	Pag.
3'') Critica de algumas opiniões de detractores das fossas septicas habituaes. Effeitos obtidos pelo uso de fossas propostas para as substituir. <i>Ames tank</i> , <i>Hydrolytic tank</i>	136
a) Conclusões erroneas por virtude de colheita defeituosa das amostras para analyse....	137
b) Adaptação das fossas de sedimentação ou de precipitação chimica a fossas septicas	138
c) Experiencias e opinião de DZIERZGOWSKY...	»
d) Experiencias e opiniões de ROUCHY.....	140
e) Resultados do emprego do <i>Ames tank</i> . Antiga opinião de DUNBAR.....	145
f) Opiniões de TRAVIS; resultados obtidos pela utilização do seu <i>Hydrolytic-tank</i> , em Hampton	»
4) Papel das fossas septicas na depuração bacteriologica das aguas de esgoto	149
5) Custo comparado da passagem por fossa septica, da sedimentação e da precipitação chimica das aguas de esgoto.....	153
6) Indicações respectivas das passagens por fossa septica, da sedimentação e da precipitação chimica, como processos preparatorios, de empobrecimento dos liquidos residuaes em materia suspensa.....	165
C) Tratamentos não biologicos do effluente da fossa septica.....	168
1) Redução da quantidade de materias suspensas do effluente septico.....	169
2) Desodorização dos effluentes das fossas septicas	172
3) Desinfecção e esterilização dos effluentes das fossas septicas.....	173
II — Filtros anaerobios de filtração ascendente.....	177

SECÇÃO II

Destruição da materia organica das aguas de esgoto por acções oxydantes de germens aerobios. Imputrescibilização e inoffensivação do liquido residual.....	185
--	-----

SUB-SECÇÃO I

	Pag.
Theoria da depuração no solo e nos leitões bacterianos...	186
I — Acções physicas	187
A) Solo	»
B) Materiaes diversos.....	191
1) Influencia da natureza das substancias a fixar e dos materiaes fixadores sobre a fixação	»
2) Influencia da concentração das soluções sobre a fixação das substancias dissolvidas.....	192
3) Influencia do tempo de contacto sobre a fixação	193
II — Acções chimicas	195
III — Acções biologicas	197
A) A formação do ammoniaco.....	200
B) A nitrificação.....	201
1) As antigas idéas sobre a nitrificação. Experiencias de BOSSINGUALT e de SCHLESING e MUNTZ	»
2) Os agentes da nitrificação do ammoniaco	204
a) Morphologia dos germens nitrificadores....	»
b) Cultura e isolamento dos germens nitrifi- cadores	205
b') Cultura e isolamento do nitrosomonas..	»
b'') Cultura e isolamento do nitrobacter....	208
3) Os phenomenos de nitrificação no laboratorio ..	210
a) Fermentação nitrosa	211
α) Marcha da oxydação no liquido ammo- niacal. Importancia da base carbo- natada e dos saes ammoniacaes usados	»
β) Influencia da temperatura sobre a fer- mentação nitrosa	212
γ) Influencia de varios supportes sobre a oxydação nitrosa.....	»
δ) Influencia da materia organica do meio sobre a fermentação nitrosa.....	213
ε) Influencia da concentração do meio em ammoniaco sobre a fermentação ni- trosa.....	214
ζ) Influencia da concentração em nitritos formados sobre a fermentação nitrosa	215
η) Influencia da addição prévia de nitritos	

	Pag.
(de sodio, de potassio, de calcio, de magnésio) sobre a fermentação nitrosa	215
θ) Influencia da addição prévia de nitratos ao meio ammoniacal, sobre a fermentação nitrosa	216
b) Fermentação nítrica	»
α) Marcha da oxydação no liquido nitritado. Importancia dos nitritos usados na constituição do meio	»
β) Influencia da temperatura sobre a fermentação nítrica	218
γ) Influencia dos supportes solidos sobre a fermentação nítrica	»
δ) Influencia da materia organica do meio sobre a fermentação nítrica	»
ε) Influencia do ammoniaco sobre a fermentação nítrica	219
ζ) Influencia da concentração em nitrito de sodio sobre a fermentação nítrica	221
η) Influencia da accumulção dos nitratos formados sobre a fermentação nítrica	»
θ) Influencia da addição prévia de nitratos sobre a fermentação nítrica	222
e) Fermentação nitrosa e fermentação nítrica no mesmo meio cultural	»
α) Acção successiva e acção symbiotica dos germens	»
β) Influencia dos supportes sobre a nitrificação em meios ammoniacaes semeados de fermentos nitrosos e nítricos .	224
γ) Materia organica e nitrificação n'um meio impuro	225
δ) Influencia da reacção do meio	226
ε) Influencia dos sulfuretos, dos sulfocyanetos e dos antisepticos sobre a nitrificação, n'um meio impuro	227
4) Os phenomenos de nitrificação no solo e nos leitos bacterianos	228
a) Marcha do processo nitrificador	»
b) Condições que favorecem ou prejudicam a nitrificação no solo e nos leitos bacterianos	231
C) A desnitrificação	236

SUB-SECÇÃO II

	Pag.
Aplicações praticas.....	245
I — Depuração pelo solo.....	»
A) Irrigação cultural.....	246
1) Valor agricultural dos excreta e das aguas de esgoto.....	»
2) Aproveitamento, na agricultura, das substancias rejeitadas. Origem da pratica scientifica da irrigação.....	247
3) Importancia hygienica, esthetica e economica da cultura do solo irrigado com aguas de esgoto. Culturas appropriadas. Utilização dos productos obtidos.....	251
4) Situação dos campos de irrigação.....	259
5) Constituição do solo e determinação do seu poder depurador.....	261
6) Superficies necessarias ...	264
7) Distribuição do liquido segundo a natureza do solo. Configuração e preparo da superficie d'este.....	274
8) Drenagem.....	282
9) Tratamento preliminar das aguas de esgoto destinadas á irrigação.....	286
10) Resultados obtidos pela irrigação cultural para a depuração do liquido residual.....	288
a) Sob o ponto de vista chimico.....	»
b) Sob o ponto de vista bacteriologico.....	292
11) Custo da depuração pela irrigação cultural ...	297
B) Filtração intensiva (Filtração intermitente de FRANKLAND).....	310
C) Vantagens e inconvenientes dos processes de depuração pelo solo. Indicações do seu emprego	318
II — Depuração das aguas de esgoto pelos leitos bacterianos de oxidação.....	325
A) Leitos submersiveis.....	332
1) Historia e descripção dos leitos bacterianos....	»
a) Leitos submersiveis de carga corrente ou filtros bacterianos intermitentes, e sua origem na filtração intermitente pelo solo	»
b) Leitos de contacto e sua origem nos filtros bacterianos intermitentes.....	337

	Pag.
α) Processo de DIBDIN.....	337
β) Processo de CAMERON.....	339
2) Estudo dos materiaes de enchimento dos leitos	341
a) Natureza physica e chimica dos materiaes appropriados.....	»
b) Dimensões dos materiaes.....	350
c) Quantidade de material a empregar.....	354
3) Importancia da configuração superficial do solo destinada á installação de depuração por leitos de contacto.....	360
4) Preceitos a seguir na construcção dos leitos sub- mersiveis.....	»
a) Construcção das bacias continentes e sua drenagem.....	»
b) Altura que deve occupar o material de en- chimento no leito bacteriano.....	363
c) Capacidade util original e capacidade util do leito em pleno funcionamento activo; capacidade geometrica dos leitos e volume da onda a tratar.....	365
d) Preparo superficial do material dos leitos de contacto.....	369
5) Numero de enchimentos diariamente. Distribui- ção do tempo pelas varias phases do funci- onamento dos leitos.....	370
6) Apparelhos automaticos e o serviço manual para o enchimento e esvaziamento dos leitos de contacto.....	375
7) Perda da capacidade util dos leitos bacterianos de contacto e suas causas; meios de recu- perar a capacidade perdida e meios de evitar essa perda.....	378
a) Desintegração do material.....	379
b) Condensação do material.....	381
c) Desenvolvimento de organismos.....	383
d) Excessivo volume de liquido tratado no leito	384
e) Drenagem defeituosa.....	385
f) Falta de periodos de descanso.....	»
g) Deposito de materias colloidaes.....	386
h) Insolubilização de materias dissolvidas no affluente.....	387
i) Materias suspensas no liquido affluente aos leitos.....	»

	Pag.
a) Impermeabilização e perda da capacidade dos leitos pelas materias suspensas do liquido affluente	387
β) Caracteres das lamas accumuladas nos leitos de contacto.....	390
γ) Meios de fazer recuperar a um leito a capacidade util diminuida pelos depositos de materia suspensa.....	391
δ) Meios de impedir que se produza a perda de capacidade pelas materias suspensas. Tratamento preliminar ..	393
ε) Os leitos de lousa e as materias suspensas no liquido affluente.....	398
8) Quantidade de liquido residual que póde ser tratada diariamente por m ³ de material nos leitos de contacto.....	399
9) Superficie occupada pelos leitos. Dose de liquido tratada por unidade de superficie.....	401
10) Influencia do frio sobre o funcionamento dos leitos bacterianos.....	403
11) Resultados obtidos pelo uso dos leitos de contacto	404
a) Sob o ponto de vista chimico.....	»
α) Materias suspensas.....	406
β) Substancias dissolvidas.....	407
Oxygeneo consumido em 4 horas... ..	»
Materia organica avaliada pelo permanganato decomposto, com ebulição durante 10 ^m	410
Azote organico.....	411
Azote albuminoide, ammoniacal albuminoide.....	»
Ammoniacal livre (ou salino). Azote ammoniacal.....	413
Azote nitroso.....	414
Azote nitrico.....	415
Azote total.....	416
Carbono organico.....	417
Chloro.....	»
Prova da incubação	418
b) Sob o ponto de vista bacteriologico.....	421
α) Numero total dos germens	»
β) Sobrevivencia de germens pathogenicos.....	425

	Pag.
12) Custo da depuração por leitos de contacto.....	428
13) Critica dos leitos de contacto e do seu funcionamento.....	438
B) Leitos bacterianos não submersiveis.....	448
B') Leitos não submersiveis com arejamento artificial..	449
1) Leitos não submersiveis com arejamento artificial e temperatura natural.....	»
a) Filtro de LOWCOCK.....	450
b) Filtros de WARING.....	453
2) Leitos não submersiveis com arejamento e aquecimento artificiaes.....	456
a) Filtro de DUCAT.....	457
b) Filtros de WHYTAKER e BRYANT.....	460
B'') Leitos não submersiveis com arejamento e temperatura naturaes	461
1) Os primeiros leitos não submersiveis e suas modificações	462
a) Leitos de STODDART.....	»
b) Leitos de CORBETT.....	464
c) Leitos de SCOTT MONCRIEFF.....	465
d) Leitos não submersiveis actuaes.....	467
2) Estudo dos materiaes filtrantes.....	»
a) Natureza physica e chimica dos materiaes	»
b) Dimensões dos materiaes.....	470
c) Quantidade de material a empregar	472
3) Formação das superficies limitantes e drenagem dos leitos não submersiveis.....	473
4) Altura dos leitos insubmersiveis.....	475
5) Distribuição do liquido á superficie dos leitos insubmersiveis.....	477
a) Distribuição por gottejamento directo.....	479
b) Distribuição por queda e projecção por choque.....	483
c) Distribuição por bicos pulverizadores fixos	484
d) Distribuição por torniquetes hydraulicos...	490
e) Distribuição por gotteiras girantes ou reversiveis.....	495
f) Distribuição por syphões de descarga intermittente	498
6) Superficie mais conveniente para cada leito insubmersivel ou para cada uma das suas secções independentes.....	501
7) Perda do espaço livre entre os materiaes fil-	

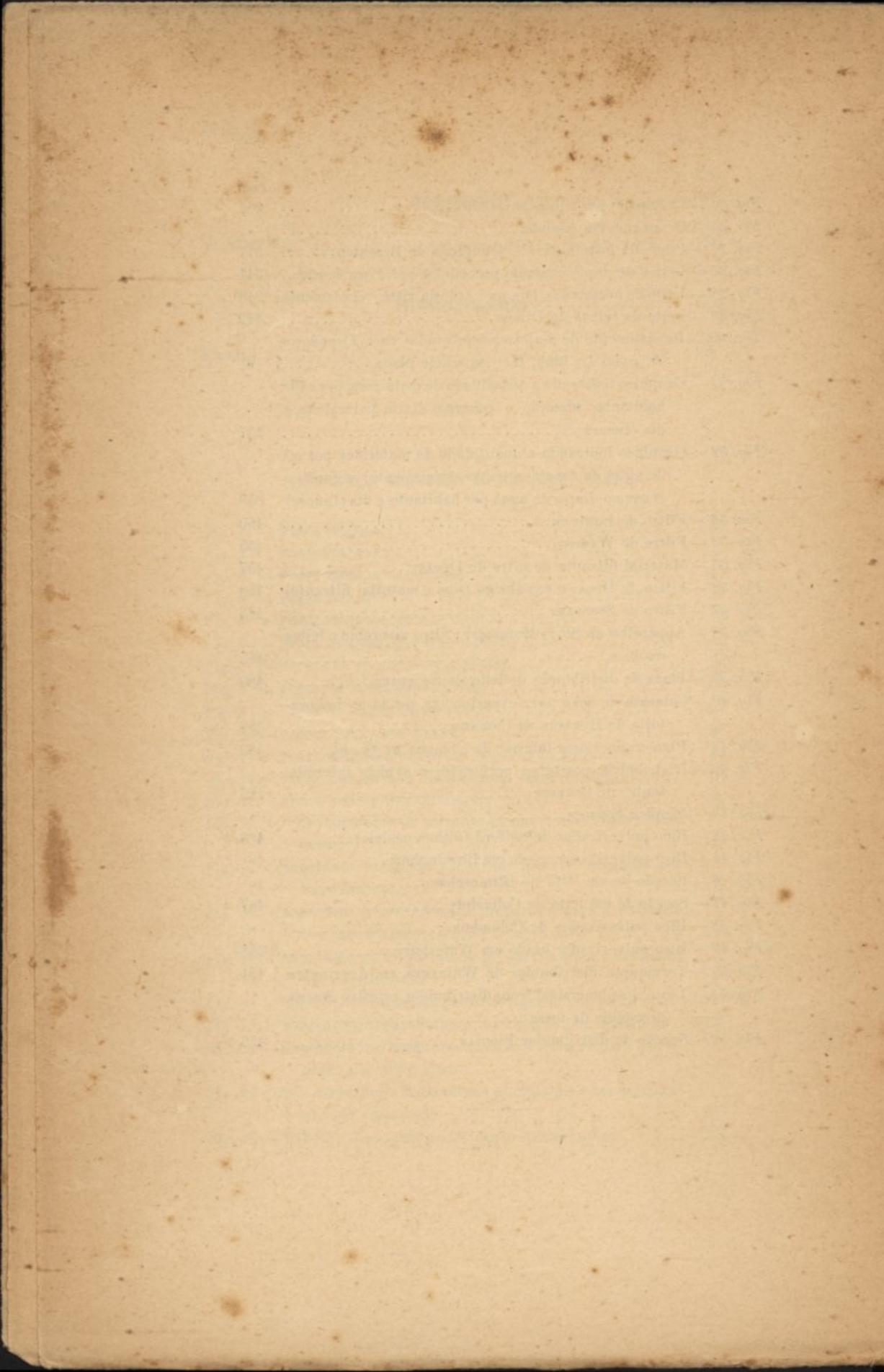
	Pag.
trantes e impermeabilização da sua superfície; causas; meios de as remediar e de as evitar.....	502
a) Materias suspensas no affluente; conveniencia de um tratamento preliminar.....	503
b) Vegetações fungoides; sua destruição.....	508
8) Quantidade de liquido residual que póde ser tratada diariamente por m ³ de material.....	510
9) Superficie total occupada pelos leitos insubmersiveis. Doses tratadas por unidade de superficie.....	513
10) Influencia do frio.....	515
11) Resultados obtidos pela utilização dos leitos insubmersiveis e sua comparação com os que dão os leitos submersiveis.....	515
a) Sob o ponto de vista chimico.....	517
a) Materias suspensas.....	518
β) Materias dissolvidas.....	522
Oxygeneo consumido em 4 horas á custa do permanganato, a frio....	»
Materia organica (medida pela oxydabilidade á custa do permanganato, com ebullicão durante 10 ^m)..	523
Azote organico (dissolvido).....	»
Azote ammoniacal.....	524
Azote oxydado.....	»
Azote nitroso.....	»
Azote nitrico.....	»
Azote total.....	525
Carbono organico (dissolvido).....	»
Oxygeneo dissolvido.....	»
Chloro.....	526
Alcalinidade.....	»
Prova da incubação.....	»
b) Sob o ponto de vista bacteriologico.....	527
a) Numero total de germens.....	»
β) Sobrevivencia dos pathogenicos.....	528
12) Despesas feitas com a depuração em leitos insubmersiveis.	»
C) Valor agricultural dos effluentes dos leitos de nitrificação.....	539
III — Depuração por leitos de desnitrificação.....	541
IV — Desinfecção dos effluentes do solo e dos leitos bacterianos	543

	Pag.
Appendice	551
Medidas inglesas.....	553
Bibliographia	555
Erratas	567

INDICE DAS GRAVURAS DO SEGUNDO VOLUME

<i>Fig. 1</i> — Fossa MOURAS.....	37
<i>Fig. 2</i> — Fossa MOURAS.....	»
<i>Fig. 3</i> — Fossa MOURAS — Bordeus.....	41
<i>Fig. 4</i> — Fossa BEZAULT.....	42
<i>Fig. 5</i> — Fossa <i>Simplex</i> , grande modelo	45
<i>Fig. 6</i> — Fossa <i>Simplex</i> , pequeno modelo.....	46
<i>Fig. 7</i> — Fossas de HENRY AUSTIN (1852).....	55
<i>Fig. 8</i> — Fossa de WORCESTER (1876).....	56
<i>Fig. 9</i> — Fossa de JAMES CROES (1882).....	57
<i>Fig. 10</i> — Fossas de ELLIOT CLARK.....	58
<i>Fig. 11</i> — Fossa septica de CAMERON (modelo de 1898).....	61
<i>Fig. 12</i> — Fossa septica com diaphragmas transversaes.....	64
<i>Fig. 13</i> — Fossa hydrolytica de TRAVIS	66
<i>Fig. 14</i> — Filtro anaerobio de filtração ascendente de SCOTT MON- CRIEFF.....	179
<i>Fig. 15</i> — Superficie inclinada preparada para a irrigação por escorrimento.....	275
<i>Fig. 16</i> — Superficie pouco inclinada preparada para a irrigação por scorrimento (secção transversal).....	276
<i>Fig. 17</i> — Superficie pouco inclinada preparada para a irrigação por scorrimento.....	»
<i>Fig. 18</i> — Superficie preparada para a irrigação por infiltração..	277
<i>Fig. 19</i> — Superficie preparada para a irrigação por infiltração .	278
<i>Fig. 20</i> — Superficie inclinada preparada em terraços para a irri- gação por infiltração.....	»
<i>Fig. 21 e 22</i> — Superficies horizontaes preparadas para a irri- gação por submersão.....	279
<i>Fig. 23</i> — Tubo de drenagem na irrigação subterranea.....	281

	Pag.
<i>Fig. 24</i> — Drenagem por tubos parallelos.....	283
<i>Fig. 25</i> — Drenagem em espinha.....	»
<i>Fig. 26</i> — Plano da installação de depuração de Brockton.....	317
<i>Fig. 27</i> — Leitos de duplo contacto precedidos por fossa septica..	341
<i>Fig. 28</i> — Leito de ardósias de DIBDIN e ardósia vista isoladamente	348
<i>Fig. 29</i> — Leito de telhas de DIBDIN.....	349
<i>Fig. 30</i> — Revestimento de materias depositadas em: I) pedaços de coke, II) tubo, III) superficie plana.....	»
<i>Fig. 31</i> — Graphico indicando a quantidade de materiaes, por cada habitante, segundo o consumo diario por cabeça e dia (IMHOFF).....	357
<i>Fig. 32</i> — Graphico indicando a quantidade de materiaes por m ³ de agua de esgoto a tratar diariamente, segundo o consumo diario de agua por habitante e dia (IMHOFF)	358
<i>Fig. 33</i> — Filtro de LOWCOCK.....	450
<i>Fig. 34</i> — Filtro de WARING.....	455
<i>Fig. 35</i> — Material filtrante do filtro de DUCAT.....	457
<i>Fig. 36</i> — Filtro de DUCAT e seu abrigo (sem o material filtrante)	458
<i>Fig. 37</i> — Filtro de STODDART.....	463
<i>Fig. 38</i> — Apparelho de SCOTT MONCRIEFF; filtro anærobio e leitos aerobios.....	465
<i>Fig. 39</i> — Placa de distribuição do leito de STODDART.....	480
<i>Fig. 40</i> — Columna de coke para experiencias, usada no Labora- torio de Hygiene de Coimbra.....	482
<i>Fig. 41</i> — Planos superior e inferior da columna da <i>fig. 40</i>	483
<i>Fig. 42</i> — Distribuição por tubos perfurados e syphão intermit- tente, de CORBETT.....	485
<i>Fig. 43</i> — <i>Simplex Sprayer</i>	»
<i>Fig. 44</i> — Bico pulverizador de Salford (ultimo modelo).....	486
<i>Fig. 45</i> — Bico pulverizador usado em Birmingham.....	»
<i>Fig. 46</i> — Secção de um leito de Birmingham.....	»
<i>Fig. 47</i> — Secção de um leito de Columbus.....	487
<i>Fig. 48</i> — Bico pulverizador de Columbus.....	»
<i>Fig. 49</i> — Bico pulverizador usado em Waterbury.....	488
<i>Fig. 50</i> — Torniquete distribuidor de WHITAKER, em Accrington	491
<i>Fig. 51</i> — Leito insubmersivel com distribuidor rotativo ADAMS, precedido de fossa.....	»
<i>Fig. 52</i> — Secção do distribuidor FIDDIAN.....	496



DEPURAÇÃO DAS AGUAS DE ESGOTO

(Continuação)

2.^a parte: **Depuração biológica**

DEPURACIÓN DE AGUAS DE ESCUELA

1910

DEPURACIÓN DE AGUAS DE ESCUELA

SEGUNDA PARTE

Depuração biológica

Introdução ao estudo da depuração biológica

A) Necessidade do emprego dos processos biológicos de depuração

Se passarmos em revista os varios processos phisicos e chimicos de depuração das aguas de esgoto, vêmos que os resultados obtidos pela sua utilização exclusiva são, na grande maioria dos casos, hygienicamente muito incompletos.

*

Dos processos não biológicos, os que pretendem tirar ás aguas de esgoto os seus elementos nocivos, além de só muito modestamente conseguirem os seus fins (por isso que os liquidos residuaes tratados continuam ricos em germens e em materia organica dissolvida), levam á obtenção de lamas, putresciveis e muito fluidas, em abundancia tal que o modo de dispôr d'ellas constitue um problema de resolução difficil.

Os processos que principalmente visam a destruição directa, na propria agua de esgoto, dos germens que n'esta vivem, se podem ter certa utilidade, quando applicados em condições limitadas de local e de tempo, como agentes de desinfecção, estão longe de ser, na generalidade dos casos, de uma facil e util applicação pratica. E tambem não é licito esquecer que

*

estes processos deixam um liquido em que abundam as substancias organicas putresciveis e no qual, quasi sempre, se poderão desenvolver e reproduzir abundantemente não só os germens que tenham persistido, como tambem os germens provenientes de infecções ulteriores, que tão facilmente se podem originar.

Qualquer d'estes dois grupos de processos dá, portanto, sob o ponto de vista da redução na quantidade de materia organica, resultados mesquinhos; e tão mesquinhos que, para CALMETTE, os processos respectivos não merecem o nome de *depuradores*, pois, para este autor, *depurada* é apenas a agua residual cuja materia organica foi destruida, decomposta nos seus elementos constituintes.

Eu proprio, sem desejar ser tão radical como CALMETTE, combinei, em todo o caso, com o leitor que dariamos, como mais particularmente merecida, a designação de *depuradores*, aos processos em que principalmente se procura destruir, directamente nos liquidos residuaes, a substancia organica, suspensa ou dissoivida (vol. I, pag. 181). Dada a impossibilidade do aproveitamento, para este fim, da acção purificadôra do fogo, em virtude da despesa enorme de combustivel necessario para a evaporação do liquido e para a calcinação do residuo sêcco, ficaram-nos, n'este grupo de processos, apenas aquelles que têm, por principaes agentes, certos compostos chimicos oxydantes ou os germens microbianos.

Acontece, porém, que os agentes chimicos oxydantes só actuam intensamente quando usados em quantidades relativamente elevadas e em condições de temperatura e de tempo taes que, se são facéis de realisar em laboratorios, são, na pratica, frequentemente irrealisaveis. E, por isso, verifica-se que o emprego de taes agentes oxydantes dá resultados muito incompletos, quando sahindo da esphera theorica.

*

O emprego exclusivo de agentes phisicos ou chimicos para

o tratamento de águas de esgoto deixa-nos um líquido, muitas vezes, feio de aspecto e mal cheiroso e, quasi sempre, nocivo para as plantas, para os peixes e mesmo para o homem. Bem se justifica, por isso, que este ultimo procure utilizar, nas melhores condições possiveis, as acções naturaes dos agentes animados que tão poderosamente concorrem para a chamada *depuração espontanea* dos rios conspurcados e mesmo das proprias águas de esgoto, e que libertam a terra dos cadaveres e residuos animaes e vegetaes, fazendo passar estes corpos ao estado de gases e de substancias absorviveis pelas plantas.

D'est'arte, o homem, por vezes, virá a tirar, indirectamente, proveito e utilidade de materias para elle primitivamente nocivas.

B) **Identidade das acções biológicas da depuração natural, dita espontanea, e da depuração provocada voluntariamente**

Ha mais de 50 annos, reconheceu-se, empiricamente, a conveniencia da utilização, nas dependencias das casas, de certos reservatorios (fossa Mouras, etc.), que, como ulteriormente se verificou, permitem a realisação mais efficaz das condições que nos esgotos consentem ao liquido residual um começo de depuração, com desintegração das substancias solidas.

Reservatorios na essencia identicos, mas de muito maiores dimensões, fôram mais tarde propostos e usados, não já, separadamente, para os liquidos residuaes de cada habitação, mas sim, no terminus dos esgotos, para os effluxos urbanos totaes (*septic-tank* de CAMERON e outras fossas septicas de grande modelo; filtros de filtração ascendente).

D'esta fórma, crearam-se os processos artificiaes de *depuração biologica anaerobia*, destinados a facilitar, por acções hydrolyticas e de liquefação e gazeificação das materias orga-

nicas não dissolvidas, a realização dos efeitos depuradores de futuras acções oxydantes.

A observação dos phenomenos de depuração que naturalmente se passam no solo, levando á destruição da materia organica, fez que se viesse a utilizar, para a purificação das aguas residuaes, o *terreno, cultivado ou nú, previamente preparado* para esse fim.

E, no conhecimento scientifico da natureza dos agentes e acções que motivam esses efeitos de depuração, tomaram origem os processos, relativamente modernos, dos chamados *leitos bacterianos de oxydação*. N'estes, ás condições realisadas no solo, torna-se possivel substituir outras, mais facéis de regular e mais propicias para o bom resultado do *tratamento biologico aerobio* que aqui se tem em vista e que leva, por oxydação, á transformação das materias organicas em nitratos, gaz carbonico, agua, etc.

Mas veiu a observar-se, ainda, que no solo, e mesmo nos leitos bacterianos vulgares em condições de arejamento insufficiente, certos compostos — os nitratos —, formados, por oxydação completa de materias organicas azotadas, n'uma phase anterior de arejamento generoso, podem ser *reduzidos* a nitritos, com libertação de azote gazoso e de oxygeneo capaz de oxydar substancias carbonadas ainda existentes no liquido.

Em quanto o total da materia organica azotada está longe de ser oxydado, a reduccão dos nitratos não é a desejar, porque as condições de mau arejamento que esta reduccão exige oppõem-se á continuação das acções nitrificadoras. Mas se a nitrificação se póde julgar praticamente realisada, só haverá vantagem, sob o ponto de vista higienico (economicamente póde isso não convir), em favorecer as acções reductoras, com o fim de conseguir a consequente destruição parcial do residuo

carbonado organico, pelo oxygeno que se liberta dos nitratos decompostos.

Porque assim é, tem-se modernamente proposto que os liquidos nitrados por passagem pelo solo ou pelos leitos bacterianos vulgares sejam ulteriormente lançados a leitos bacterianos especiaes escassamente arejados — *leitos desnitrificadores* — nos quaes as condições de vitalidade de germens reductores convenientes são propositadamente estabelecidas.

E, tambem, alguns autores aconselham, por vezes, que os effluentes nitrados sejam lançados em fossas septicas e misturados ao liquido que estas contêm, para que a redução dos nitratos concorra para o ataque da materia organica, sob as mesmas condições de arejamento muito fraco ou nullo que permitem simultaneamente as habituaes transformações hydrolyticas.

Portanto, vemos que o homem, quando procura obter uma depuração biologica das aguas de esgoto, nada mais faz do que aproveitar, para esse fim, certos agentes naturaes que anima na sua vitalidade e no seu desenvolvimento, em condições e locais apropriados, *domesticando*, por assim dizer, esses agentes, de modo a tornar mais intensas e uteis as acções que elles espontaneamente produziram.

Isso mesmo me proponho eu mostrar no quadro seguinte, no qual, ao passo que summarizo o que foi dito ácerca da depuração biologica espontanea, resumo parallelamente o que vou dizer sobre a depuração biologica voluntariamente provocada pelo homem, estabelecendo, assim, para os dois casos, a identidade das acções realisadas e dos effeitos obtidos.

Transformações químicas nas águas

Ordem de successão	Logar	Condições realizadas
Um período inicial, que, por ephemero, se pôde esquecer	em { a parte inicial das canalizações }	com { maior ou menor quantidade de oxigênio dissolvido na água vehiculadora das matérias rejeitadas } que permite que os ;
é seguido por a, praticamente,		
1. ^a phase	em { os esgotos, as fossas septicas, os filtros anaerobios de filtração ascendente }	com { ausencia de oxigênio, não combinado, no liquido } que permite que os ;
á qual, por vezes, se segue uma		
2. ^a phase	em { a parte mais espaçosa dos esgotos, o solo, os leitos bacterianos vulgares em más condições (e as camadas superiores de quasi todos os leitos) }	com { arejamento moderado } que permite que, simultaneamente, os ;
que, comtudo, pôde faltar sem grande prejuizo para a hygiene, quando se passe directamente á, no caso contrario,		
3. ^a phase	em { os cursos de agua, o solo, os leitos bacterianos vulgares em boas condições }	com { bom arejamento } que permite que os ;
que, por vezes, ainda será seguida por uma		
4. ^a phase	em { as fossas septicas (e os filtros anaerobios), o solo, os leitos bacterianos vulgares em más condições, os leitos bacterianos desnitrificadores }	com { arejamento moderado ou nullo } que permite que os ;

de esgoto, por acção microbiana

Germens que principalmente interveem	Natureza da acção dos germens, sob o ponto de vista chimico	Substancias que soffrem a transformação	Prodnetos obtidos
} aerobics	{ actuem por } <i>oxydação</i>	{ sobre } <i>urêa, ammoniaco, e materias facilmente decomponiveis</i>	{ originando } <i>gaz carbonico, agua e ligeira quantidade de nitratos, que rapidamente, no periodo seguinte, desapparecem, por redução, em nitritos e azote</i>
} anaerobios	{ actuem por } <i>desintegración e hydrolyse</i>	{ sobre } <i>materias albuminoides, cellulose, fibras, gorduras</i>	{ originando } <i>com] estos azotados soluveis, derivados de phenol, gazes, ammoniaco</i>
{ anaerobios facultativos e } aerobics	{ actuem, respectivamente, por } <i>hydrolyse e oxydação</i>	{ sobre } <i>compostos amidados, acidos organicos, residuos dissolvidos, corpos phenolicos</i>	{ originando } <i>ammoniaco, nitritos, gazes</i>
} aerobics	{ actuem por } <i>oxydação</i>	{ sobre } <i>residuos carbonados, ammoniaco, nitritos</i>	{ originando } <i>gaz carbonico, agua e nitratos</i>
{ anaerobios facultativos } { aerobios segundo PALLES e SOLLYMAN }	{ actuem por } <i>redução</i>	{ sobre } <i>nitratos</i>	{ originando } <i>nitritos e azote livre, com libertação de oxygeno capaz de servir para a combustão de compostos carbonados.</i>

É preciso notar que, na pratica, quando se tem em vista uma massa de agua residual considerada no seu conjuncto, e não separadamente em cada um dos elementos constituintes, as phases porque as transformações se succedem podem ser confundidas ou alteradas na sua ordem.

Na agua residual, as substancias de uma dada natureza não attingem, no total e simultaneamente, o mesmo grau de transformação. A par de compostos correspondentes a um estado avançado de modificação das substancias primitivas, podem achar-se corpos da mesma natureza atrasados na sua evolução transformadora. N'uma dada porção de liquido de esgoto, é possível encontrar, na mesma occasião — materia organica azotada, compostos ammoniacaes, nítritos e nitratos.

Ora as condições de arejamento ou não arejamento são identicas em phases de transformação diversas. Assim, por exemplo, a 4.^a phase, de *reducção* dos nitratos, pede condições analogas ás da 1.^a phase (arejamento nullo) ou ás da 2.^a (mau arejamento), e os agentes que interveem podem ser da mesma natureza nos tres casos.

Portanto, comprehende-se que, se uma agua residual já nitrada é lançada n'uma fossa septica e misturada com o liquido já lá existente, na mistura, ao mesmo tempo que ha hydrolyse das substancias do liquido primitivo da fossa (1.^a phase), se produza a *reducção* dos nitratos ajuntados, com libertação de oxygeneo capaz de concorrer para a destruição de certas substancias (4.^a phase). Mas isto não impede que a *reducção* dos nitratos isoladamente considerada seja uma phase ultima que necessariamente tem de ser precedida pela phase de formação de taes compostos e pelas anteriores a esta.

Cousa semelhante acontecerá quando, n'um leito bacteriano vulgar, um liquido parcialmente nitrado, mas ainda rico em ammoniaco, venha a encontrar-se em regiões d'este leito onde o arejamento se tenha tornado insufficiente; ver-se-á então que se formam nítritos, não só por nitrosificação de compostos ammoniacaes (2.^a phase), mas tambem por *reducção* dos ni-

tratos (4.^a phase). Estes phenomenos, se bem que successivos quando encarando cada porção de materia constituinte isoladamente, podem passar-se simultaneamente na massa liquida total.

C) Classificação dos processos de depuração biológica

Pelo que fica exposto, vemos que, na depuração biológica bem dirigida, a agua de esgoto depois de ter passado por uma phase hydrolysante de solubilisação preparatoria, obtida em fossas septicas (1) ou filtros de filtração ascendente (quando a demora nos esgotos não tenha permittido effeitos sufficientes), deve ser lançada ao solo ou aos leitos bacterianos de oxydação. Póde dispensar-se uma phase semi-anærobia, e, em todo o caso, não é licito parar n'ella, porque, então, não se daria a transformação em nitratos que testemunha e exige a presença de um arejamento intenso, que o solo e os leitos bacterianos destinados á nitrificação deverão permittir (2).

(1) Pela estada da agua de esgoto n'estes reservatorios, diminue-se a riqueza do liquido em materias suspensas. Ora, como para esse fim intervêm agentes biologicos cuja vitalidade se favorece, chamou-se *septico* a este modo de tratamento preliminar, por opposição aos mais antigos processos de precipitação, por agentes chimicos, os quaes, ao mesmo tempo que libertam o liquido de substancias em suspensão, actuam como *antisepticos*, exterminando germens.

Septico é tambem, afinal, o tratamento biologico ærobio; deveria, pois, dizer-se *processo septico* como synonymo de *processo biologico*. Mas o uso reservou aquella designação de — *septico* — para o processo anærobio, e ainda quasi exclusivamente para a expressão — *fossa septica* (*septic tank*) — destinada a nomear um dos locaes onde as acções anærobias se produzem notavelmente.

(2) Veremos que um dos maiores defeitos dos leitos bacterianos submersiveis (gêralmente chamados *de contacto*), alternadamente cheios de liquido e esviados, está, em que a successão das acções anærobias ás aerobias, e reciprocamente, no mesmo meio, prejudicando ambas as

Leitos com escasso arejamento só poderão ser, com vantagem, usados mais tarde, para aproveitar a redução dos nitratos que leve á destruição de um resto de carbono organico. Portanto, parecerá logica a seguinte classificação dos processos biologicos de depuração da agua de esgoto.

Processos de depuração biologica

Conseguindo como effeitos predominantentes	Utilizando como principaes agentes	Em que preponderam acções biologicas de	
Destruição directa da materia organica e indirecta dos germens	Solubilisação e gazeificação da materia organica, com formação de compostos ammoniacaes e de gazes — CH ₄ , H ₂ , N ₂ , etc. (<i>Reducção da riqueza do liquido em materias suspensas</i>)	germens anaerobios das fossas septicas e dos filtros de filtração ascendente	} hydrolyse e desintegração
	Destruição da materia organica e do ammoniaco, com formação de gaz carbonico, agua e nitratos. (<i>Imputrescibilidade e inofensividade do liquido</i>)	germens aerobios do solo e dos leitos bacterianos oxidantes em boas condições	
	Destruição dos nitratos, com consequente destruição de um resto de materia organica. (<i>O mais alto grau de depuração do liquido por acção biologica</i>)	germens anaerobios dos leitos bacterianos desnitrificadores	} redução

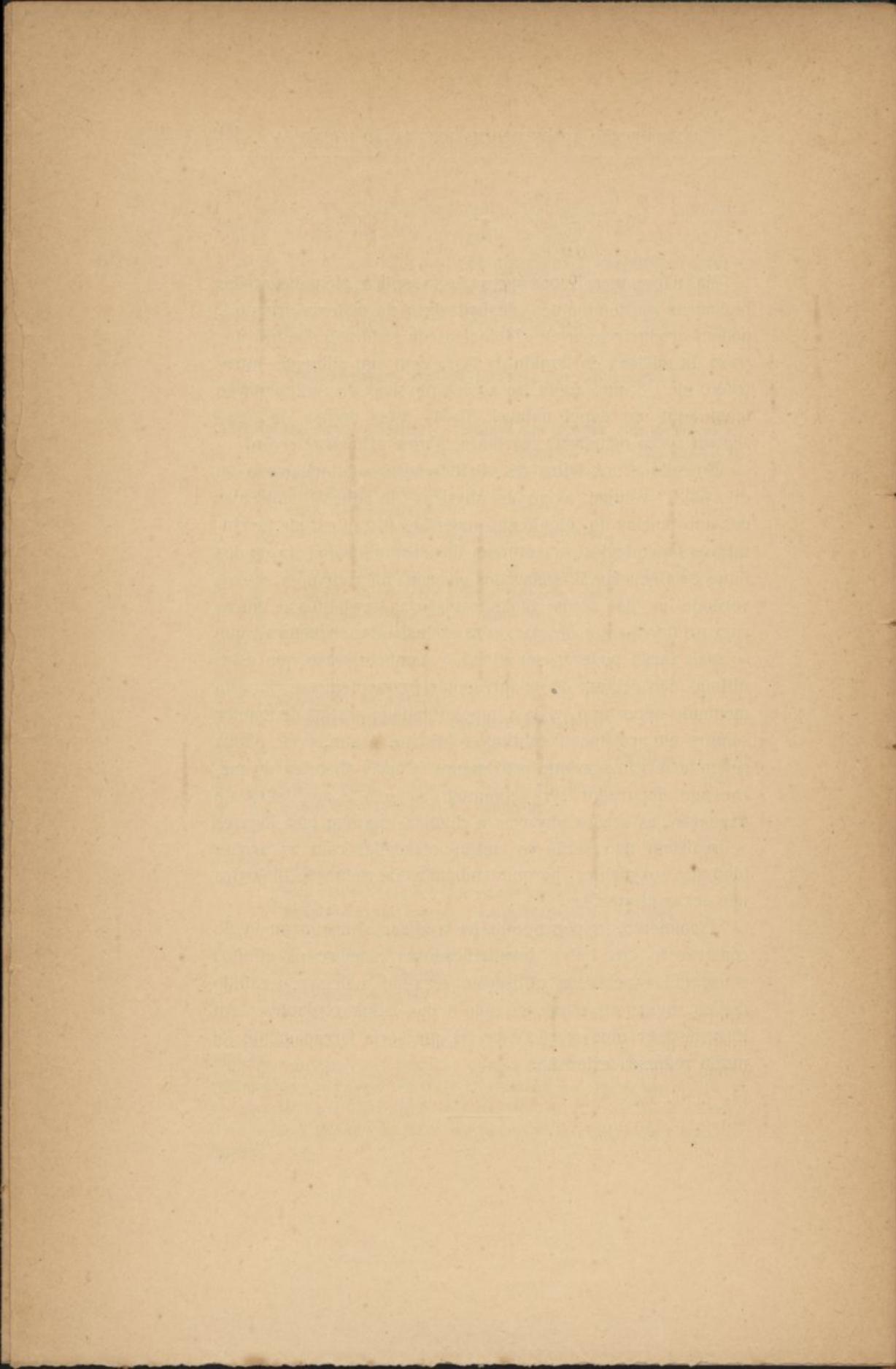
especies de acções, não permite que os effeitos obtidos sejam tão intensamente uteis como seriam se os germens anaerobios, tendo actuado previamente, n'um logar differente e sem arejamento, deixassem o campo livre para os agentes aerobios, servidos por um arejamento continuo e intenso.

*

Mas não esqueceremos que na fossa septica, além das acções biológicas predominantes, de hydrolyse da materia organica, podem produzir-se acções biológicas de redução dos nitratos (caso da mistura do liquido da fossa com um affluente nitrado, etc.) e que, ainda, as acções physicas de sedimentação teem aqui um papel notavel. Todas estas acções da fossa septica serão estudadas, portanto, n'uma primeira secção.

No solo e nos leitos de nitrificação não faltam, como foi dito no 1.º volume, as acções physicas (de adhesão molecular das substancias do liquido aos materiaes filtrantes, etc.) e chemicas (dependentes da natureza dos elementos do solo ou dos leitos), associadas ás acções dos germens microbianos; e, se é verdade que das acções biológicas são as oxydantes as unicas cuja producção é a desejar, com exclusão das reductoras (que só mais tarde poderão ser uteis), é tambem certo que estas ultimas não deixam de se apresentar frequentemente, fóra do momento opportuno, vista a impossibilidade pratica de manter sempre um arejamento continuo e intenso. Assim, pois, n'uma segunda secção, em que pelo menos a parte theorica do mecanismo depurador será commum ao solo e aos leitos de oxydação, as acções physicas e chemicas que em taes logares se realisam não serão as unicas estudadas com as acções biológicas oxydantes, porque tambem as de redução biologica não serão esquecidas.

Finalmente, o pouco que ha a dizer sobre o modo de construcção dos leitos desnitrificadores e sobre os effeitos conseguidos pela sua utilização, leva-me a deixar o estudo d'elles annexo ao estudo do solo e dos leitos oxydantes, sem lhes destinar uma secção especial que seria forçadamente de muito reduzida extensão.



SECÇÃO I

Solubilisação e gazeificação da materia organica das aguas de esgoto por acções hydrolitycas de germens anaerobios. Reducção da riqueza em materias suspensas do liquido residual, nas fossas septicas e nos filtros anaerobios de filtração ascendente

Quando estudámos as alterações espontaneamente soffridas pelas aguas residuaes durante o seu percurso nos esgotos, vimos que o liquido primitivo, no qual sobrenadam varios objectos, grosseiros e volumosos, de toda a natureza, tende, pela desaggregação das substancias organicas, a tomar um novo aspecto, enriquecendo-se em materias dissolvidas, ao passo que os corpos insolueis se reduzem, por fragmentação, a dimensões menores.

E, no mesmo logar, dissémos que nos esgotos longos e tortuosos, velhos e mal arejados, uma travessia demorada póde permittir que estas transformações vão muito longe, com proveito para futuras acções oxydantes; porque, então, estas poderão exercer-se sobre materia solida que, pelo seu estado de fragmentação extrema, offerece, para um dado volume, uma consideravel superficie total.

Para demonstrar a natureza biologica das acções modificadoras, fiz algumas experiencias de laboratorio. Uma d'ellas mostrou-nos que a agua de esgoto ao abrigo do ar, em vaso fechado, fermenta, produzindo gases, e dissolvendo uma parte das materias suspensas, ao passo que outra parte precipita lentamente, n'um estado de grande divisão, no fundo do vaso, sob a fórma de lama. Estas modificações physicas apparentes,

de gazeificação parcial e de clarificação, são acompanhadas por modificações químicas do líquido, analogas ás que se produzem nos esgotos.

O processo, no seu conjunto, é a resultante de processos parciais em que a acção de diferentes especies de germens se manifesta sobre as varias substancias químicas da agua residual.

Ora, em recintos especialmente construidos, as condições favoraveis ás transformações em questão são reproduzidas voluntariamente, de modo mais demorado e perfeito do que nos esgotos, permittindo, assim, mais do que n'estes, um util e completo aproveitamento das acções microbianas anærobias.

Por isso mesmo, no capitulo em que tratei da depuração biologica não provocada voluntariamente, apenas indiquei nas suas linhas geraes a marcha do processo biologico de purificação química; e a leitura d'esse capitulo será uma introduccão necessaria ao presente estudo em que, mais minuciosamente, aponto as modificações hydrolyticas da materia organica, sob a influencia dos germens anærobios.

SUB-SECÇÃO I

Modificações das substancias organicas, em condições anærobias

A) Gazeificação, liquefação e solubilisação da materia organica

O que se verifica nas culturas anærobias (1) e no interior dos vasos fechados cheios de liquidos residuaes demonstra facilmente a realidade da gazeificação da substancia organica,

(1) HUGOUNENQ e DOYON mostraram que, n'estas culturas, o *b. coli* e o *b. tetani* geram CO₂ e H e o *b. typhosus* CO₂ e N. PENNINGTON e KÜSEL affirmam que, nos gazes produzidos pelo *coli*, o H, o CO₂ e o N entram, respectivamente, nas percentagens de — 62 a 70, 23 a 24 e 1 a 5.

por acções biologicas anærobia. O exame dos gazes formados revela a existencia de CO_2 , H, CH_4 , N, NH_3 , H_2S .

O CO_2 desenvolve-se constantemente.

Quando a agua é decomposta, por cada oito partes, em pêsos, de oxygeneo absorvido pela substancia hydrolyxada, ha libertação de uma parte, em pêsos, de hydrogeneo (1).

A hydrolyse das materias ternarias produz, em geral, o CH_4 em abundancia. Este gaz póde provir tambem das substancias azotadas.

Quando o processo biologico anærobio vai longe nos seus effeitos sobre a materia organica azotada, os gazes formados são inodoros e inoffensivos e o azote virá a attingir o estado livre. Quando as modificações são menos completas, o azote apparecerá combinado sob a fórma de ammoniaco ou de compostos ammoniacaes, que se denunciarão pelo cheiro e que poderão viciar o meio, se, como gazes, se escapam para a atmospheria (2).

O H_2S póde incontestavelmente produzir-se, se bem que em quantidade minima.

Theoricamente, as acções gazeificantes anærobia podem destruir completamente a materia organica, mas, na pratica, já o dissemos, essa transformação em gaz é apenas parcial. Sempre ficam não só muitas substancias organicas solidas em solução, mas até mesmo um residuo solido insolúvel, que exige acções oxydantes futuras para que, mais ou menos lentamente, a sua destruição se dê. Este residuo é, em grande parte,

(1) Conhecido, pois, o pêsos do oxygeneo em questão, um augmento de $\frac{1}{8}$ dará o pêsos da agua decomposta.

(2) Notemos, porém, que, ao passo que o azote livre se evolva na sua quasi totalidade, os gazes ammoniacaes ficam em solução no liquido, na sua maior parte. Portanto, n'este ultimo caso, quando intervenha uma futura nitrificação, o azote correspondente, longe de ser perdido, como no primeiro caso acontece, virá a encontrar-se como nitratos e, portanto, n'um estado não só inoffensivo como tambem util, para a alimentação das plantas.

constituído por compostos azotados de caracter humico (1), muito estaveis, resistentes á acção chimica, e semelhantes aos que existem nos solos turfosos, em quantidade apreciavel.

Mas notemos que a quantidade de materia organica que resiste, sob a fórma de residuos humicos, ás acções anaerobias é muito exigua comparada com as quantidades consideraveis de lama a que a sedimentação ou a precipitação chimica dão origem.

Quer atinjam quer não, parcial ou totalmente, o estado gazoso, as materias organicas dão origem a compostos intermedios de transformação, mais ou menos soluveis.

Assim, a acção do *streptococcus longus* origina á custa da fibrina — *peptonas*, *acido succinico*, *acidos da série gorda*, *leucina*, *tyrosina*, *trimethylamina*, *methylamina* e *ammoniac*.

Mas não só o agente em questão pôde produzir, actuando sobre outras substancias, qualquer dos mencionados compostos, como tambem estes podem ser devidos a acções de outros agentes sobre a mesma ou sobre differente variedade de materia organica. E, finalmente, qualquer dos productos das transformações já realisadas pôde soffrer, ainda, mais acções transformadoras, que diffiram umas das outras não só no seu agente causal, mas tambem nos resultados a que levam.

B) Especificação dos efeitos da acção de alguns germens anaerobios sobre as varias especies de substancia organica

Se bem que esteja longe de ser rigorosamente conhecido o modo intimo das modificações da materia organica pela acção dos germens anaerobios, que interveem directamente ou

(1) A formação d'estes compostos foi demonstrada pelas experiencias de ADENEY em Exeter; a sua lenta oxydação, com formação de CO₂ e nitratos, foi egualmente evidenciada.

indirectamente pelas suas enzymas, vou procurar indicar os efeitos obtidos sob o ponto de vista chimico, especificando alguns dos agentes que, sobre cada variedade de substancia, provavelmente actuam.

Estudaremos:

- 1.º Solução e decomposição dos corpos albuminoides.
- 2.º Fermentação da urêa.
- 3.º Fermentação dos compostos amidados formados á custa das substancias albuminoides.
- 4.º Fermentação da cellulose e dos outros hydratos de carbono.
- 5.º Decomposição das gorduras.
- 6.º Formação de pequenas quantidades de compostos sulfurados, H_2S , *mercaptan*, etc.
- 7.º Formação dos saes de acidos organicos e sua fermentação.

1) Solução e decomposição dos corpos albuminoides

Os germens muito numerosos que, pôr si ou pelas suas enzymas, provocam a transformação dos albuminoides actuam inicialmente como os fermentos digestivos sobre os alimentos, começando por levar aquelles compostos ao estado de peptonas, corpos soluveis e faceis de fermentar.

A *sarcina rosea*, o *b. tuberculosis* e o *b. typhosus* são apontados por GERET e HAHN como exemplos de bacterias proteolyticas. RIDEAL, ORCHARD e BOYCE affirmam que a enzima do *b. enteritidis sporogenes* liquefaz rapidamente a gelatina. DUCLAUX mostrou que a fermentação da caseina é devida aos *tyrothrix* e isolou uma *casease* visinha ou identica á *trypsina*.

Na verdade, os fermentos proteolyticos aqui apontados estão muito mais proximos da *trypsina*, que actua em meio alcalino, do que da *pepsina*, que actua em meio acido; esta é a razão, diz MACÉ, porque a materia albuminoide, fermentando, ultrapassa sempre o termo *peptona*.

Pela acção de varias bacterias anærobias [*bacterium catenula*, *claviformis*, *urocephalum*, *vibrio*, etc. (1)] produz-se o desdobramento das materias albuminoides, com formação de productos infectos. No principio, liberta-se hydrogeneo (2,5 0/0), juntamente com gaz carbonico (que mais tarde se torna predominante) e acidos acetico, butyrico, lactico; ha producção de ammoniaco com uma fraca quantidade de azote e vestigios de hydrogeneo sulfurado. Ao fim de certo tempo, durante o qual quasi se mantêm o pêsso da materia em fermentação, apenas se liberta já o gaz carbonico e um pouco de ammoniaco; então, apparecem corpos amidados de pêssoes moleculares elevados (leucina, tyrosina, etc.), acidos da série gorda unidos ao ammoniaco (acido caproico, butyrico e palmitico) e, por vezes, um pouco de urêa. Simultaneamente formam-se o phenol, o escatol, o indol, o pyrrol, os acidos phenyl-acetico, phenil-propionico, p-oxyphenil-propionico, escatol carbonico e escatol acetico e, além d'isso, albumoses mais ou menos toxicas e uma série de bases venenosas — *ptomaínas* — (GAUTIER).

Adeante voltaremos a tratar de varios d'estes corpos.

JOHNSTON, com JONES e TRAVIS, affirma que a tendencia natural que teem os colloides para a flocculação, principalmente notavel quando haja a presença de superficies de contacto, é altamente importante para a realisação da decomposição bacteriana dos albuminoides (2).

(1) Certas bacterias thermophilicas, facultativamente anærobias, teriam, segundo BARDON, um papel notavel na desintegração e hydrolyse das substancias albuminoides. O citado autor isola quatro especies d'estas bacterias, abundantes no liquido das fossas septicas e das mais resistentes das existentes na agua de esgoto.

(2) JOHNSTON, JONES e TRAVIS notam que, quando se colloca n'um vaso de vidro uma porção de agua de esgoto, ao fim de pouco tempo as materias no estado solido ou estão sedimentadas ou fluctuam; o corpo do liquido não tem então materias suspensas, mas conserva um aspecto turvo e opalescente devido ás substancias no estado colloidal.

Mais tarde, começam a apparecer, em varios pontos, mas sempre

2) Fermentação da urêa

A urêa nasce anæroscopicamente, por hydratação dos corpos proteicos, quer na intimidade dos tecidos vivos, quer, fóra d'estes, pela acção das bacterias de putrefacção.

D'estas bacterias, a maior parte, contém um fermento ammoniacal que leva a urêa ao estado de urêa hydratada — carbonato de ammonio.

MIQUEL aponta nove especies de bacterias — *urobacterias* — que, por meio de um fermento — *urease* — isolado por PASTEUR e JOUBERT, formam rapidamente o carbonato de am-

contra o vidro, flocos que augmentam lentamente até cahirem no fundo do vaso; a agua vai perdendo a opalescencia e tornando-se transparente. Se se dispõem laminas de vidro no interior do vaso, a coagulação observada augmenta, contanto que as superficies de contacto assim apresentadas ao liquido não se tornem muito grandes; porque, além de certo limite, não só a flocação deixa de ser mais apreciavel, como mesmo se dá, na razão directa da somma das superficies, a diminuição do periodo durante o qual se observam aquelles phenomenos.

Os autores citados affirmam que esta flocação dos colloides, quando em contacto com superficies, retirando-os da solução (1), lhês permite que sofram da parte dos germens biologicos um ataque muito mais notavel e efficaç nos seus effeitos, especialmente no caso das substancias albuminoides.

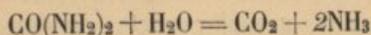
JOHNSTON, JONES e TRAVIS são mesmo de opinião que as transformações chemicas só são verdadeiramente activas na parte da substancia que se acha depositada no estado solido, quer pelo effeito da simples sedimentação das materias solidas suspensas, quer pelo da flocação das materias em solução colloidal. As materias que permanecem em solução só muito lentamente seriam transformadas; as modificações da composição chimica de um liquido resultariam principalmente da dissolução n'elle dos productos da decomposição das suas materias previamente precipitadas ou coaguladas.

Veremos que n'esta opinião se funda a construcção de uma fossa septica especial — o *hydrolytic-tank* de TRAVIS — e uma nova interpretação da natureza das acções depuradoras nos leitos ærobios.

(1) Os *crystalloides* dissolvidos são igualmente separaveis das soluções por meio de superficies de contacto (SONST e JOHNSTON).

monio á custa da uréa. O *m. ureæ*, sempre presente na atmosphera, é igualmente activo; este germen desenvolve-se tão bem no hydrogeneo como no oxygeneo e, por isso, em vaso fechado, concorre com o *b. ureæ* para a putrefacção da urina.

N'estas condições, dá-se a hydrolyse da uréa por acção biologica



sem que seja exigido oxygeneo além do que a agua decomposta cêde; não haverá libertação de gazes, visto que o gaz carbonico se combina com o ammoniaco, levando á formação do carbonato de ammonio, solúvel no liquido.

3) Fermentação dos compostos amidados derivados dos albuminoides

a) Ácidos amidados. — Estes corpos decompõem-se dando ácidos da série gorda ou aromaticos e ammoniaco, como se vê no seguinte quadro, de RIDEAL:

Nome	Constituição	Formula	Productos
Glycocolla.....	acido amido-acetico	$\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{COOH}$	ammoniaco e acido acetico
Leucina.....	acido amido-iso-caproico	$\text{C}_5\text{H}_{10}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	ammoniaco e acido iso-caproico
Tyrosina.....	acido β -oxyphenil-amido-propionico	$\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	ammoniaco, acido malico e em seguida acido succinico
Acido aspartico..	acido amido-succinico	CH_2COOH $\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	ammoniaco e acido aspartico que se decompõe como acima
Asparagina....	acido amido-succinamico	$\text{CH}_2\text{CO}(\text{NH}_2)\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	ammoniaco e, provavelmente, acido succinico.
Acido glutamico	$\text{C}_3\text{H}_5(\text{NH}_2)(\text{COOH})_2$	

A acção das enzymas bacterianas exerce-se sobre alguns dos corpos amidados com uma rapidez notavel («almost explosive velocity» diz ADENEY): é o que acontece com a asparagina que no liquido em fermentação desde logo se transforma totalmente em acido aspartico e ammoniaco, o primeiro dos quaes soffre a fermentação ulterior.

Mas, pelo contrario, muitas aminas acidas são de sua natureza muito estaveis; d'ahi resulta que as transformações respectivas só muito lentamente se produzem. Ora estas substancias, sendo já de si productos de actividade bacteriana, tendem a oppôr-se a esta, se se accumulam no meio. O facto de as fezes não se liquefazerem no tubo digestivo, apesar da presença de germens anærobios convenientes em abundancia, é devido, segundo RIDEAL, á quantidade relativamente elevada, no intestino, da tyrosina e de outros corpos de poder antiseptico intenso.

Geralmente, porém, nas aguas de esgoto, estes compostos encontram-se n'um grau de grande diluição e, por isso, não só permitem a actividade microbiana, mas até são victimas d'ella, soffrendo destruição(1). O cheiro fecal desenvolvido pelos germens do grupo do *spirillum rugula* e do *b. coprogenes* nasce provavelmente, segundo RIDEAL, da transformação da tyrosina em indol, escatol, phenol e acidos vizinhos do benzoico. A propria leucina, que é possível encontrar não transformada n'um liquido hydrolysado, não deixa de soffrer, em parte, a decomposição. RIDEAL isolou dos effluentes septicos de Exeter e Ashtead acidos acetico, butyrico e caproico e vestigios de acido succinico, escatol e indol.

EHRlich demonstrou que a levedura de cerveja tem a propriedade de desdobrar acidos amidados em ammoniaco e acidos

(1) Pelas considerações que aqui fazemos sobre os inconvenientes da accumulção d'estes compostos toxicos, já se pôde affirmar a provavel superioridade das fossas septicas em que o liquido se escôa continuamente, sobre as fossas cuja evacuação é feita intermittenemente, com grandes intervallos.

volateis, por meio de um producto activo — a *amidase* —, diastase que tambem se encontra no *amylobacter* e no *butylicus*.

O *b. mycoides* é um dos agentes mais poderosos da fermentação ammoniacal.

*

b) *Aminas basicas*. — As *leucomainas* e *ptomainas* formadas na fermentação dos albuminoides são productos toxicos, dos quaes alguns, pela sua volatilidade, dão origem a cheiros intensos: taes são a amylamina e a trimethylamina, que se desenvolve, durante a putrefacção, pela intervenção dos *b. ureæ*, *b. prodigiosus* e *b. fluorescens putridus* (RIDEAL), dando o cheiro a peixe apreciavel em algumas aguas de esgoto.

A volatilidade d'estes corpos não só occasiona os cheiros, como tambem pôde levar ao empobrecimento do liquido em carbono e azote; portanto, para evitar os cheiros e impedir que a agua de esgoto soffra diminuição no seu valor agricultural, a liquefacção preparatoria deve, theoreticamente, realisar-se em recintos fechados que não permittam a volatilisação.

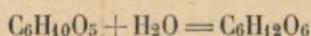
Algumas das aminas basicas parecem ter uma acção toxica sobre os germens da nitrificação; por isso, para que esta se passe em boas condições, é theoreticamente conveniente que estes compostos sejam destruidos no liquido, n'uma phase de arejamento moderado (de nitrosificação), anterior á phase de arejamento intenso em que os germens nitrificadores hão-de manifestar-se (RIDEAL).

4) Fermentação da cellulose e dos outros hydratos de carbono

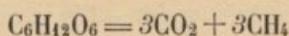
a) *Cellulose e materias vegetaes fibrosas*. — Em 1870, VAN TIEGHEN descrevia o *b. amylobacter*, anaerobio obrigatorio originario principalmente do tubo digestivo dos animaes, como sendo o mais activo agente da dissolução que MITSCHERLICH, em 1850, demonstrára que a cellulose soffre por fermentação.

TAPPEINER mostrou que a fermentação de algodão ou pasta de papel em solução azotada fraca liberta CO_2 e CH_4 ou CO_2 e H ; isso dependeria da reacção neutra ou alcalina do meio. Em qualquer dos casos o liquido fica contendo acido acetico e acidos homologos superiores e uma pequena proporção de um corpo aldehydico.

HOPE SEYLER em 1886 era de opinião de que, em primeiro lugar, em presença da agua, se formaria um hydrato de carbono solúvel



que depois se decomporia



em CO_2 e CH_4 , a não ser que houvesse maior quantidade de agua tomando parte na reacção, pois que, então, formar-se-ia tambem H e a quantidade de CH_4 seria maior.

VON SENUS demonstrava em 1890 que a fermentação das fibras vegetaes se faz anærobicamente, com libertação de CO_2 , CH_4 e H , provocada por uma symbiose em que o *b. amylobacter* entra com outros germens.

Para OMELIANSKY, a designação de *b. amylobacter* não deve applicar-se a uma determinada especie, mas sim a um certo numero de fórmas incapazes de isoladamente conseguirem, de modo apreciavel, a dissolução da cellulose.

O *spirillum rugula* tem uma acção semelhante ao *b. amylobacter*, produzindo, como elle, uma *cellulase*.

A decomposição que, anærobicamente, nos monturos e outros locaes, soffrem a materia cellulosica e as fibras, com formação provavel de CO_2 e CH_4 , é attribuida por MACFADYEN e BLAXALL a um grupo de bacterias thermophilicas, abundantes na natureza, e muito principalmente nas aguas de esgoto. Estes germens desintegrariam completamente papel de filtro em 10 a 14 dias. A maior parte d'elles reduzem nitratos e decompõem tambem os albuminoides.

O *b. fermentationis cellulosa* é descripto (1899) por OME-

LIANSKY como produzindo 70 % de ácidos da série gorda (principalmente acético e butírico) e 30 % de gases (CO₂ e H). O mesmo autor, mais tarde, estuda dois organismos que se desenvolvem de preferência a 35-40° C: um produz H, outro CH₄. O primeiro dá, á custa de 3^{gr.},22 de cellulose, 0^{gr.},014 de H, 0^{gr.},9722 de CO₂ e 2^{gr.},24 de ácidos da série gorda (1 parte de ácido butírico e 1,7 partes de ácido acético); o segundo, por decomposição de 2^{gr.},03 de cellulose, dá 0^{gr.},14 de CH₄, 0^{gr.},87 de CO₂ e 1^{gr.},02 de ácidos da série gorda (1 parte de ácido butírico e 9 partes de ácido acético). A existência d'estes dois germens no liquido residual dá uma explicação, melhor do que as de HOPE SEYLER e de TAPPEINER, para o facto da constante formação dos dois gases — CH₄ e H — em proporções variáveis, na agua de esgoto contida em fossa septica.

Os fungos teem tambem a propriedade de atacar a cellulose, por intermedio de uma enzima semelhante á *cellulase* — a *cytase* — que BROWN e MORRIS isolaram e que VIGNAL demonstrou ser igualmente produzida pelo *b. mesentericus vulgatus*. SENUS em 1890, BROWN em 1894, affirmaram que, sob condições favoráveis, entra em actividade uma enzima dissolvente da cellulose, segregada pelas proprias plantas alimentares, no tubo digestivo dos herbívoros.

Os residuos vegetaes em condições anaérobias decompõem-se e desaparecem rapidamente; a decomposição começa pela sua pectose e depois ataca a cellulose; a vasculose é a parte constituinte dos vegetaes mais lentamente desintegrada (FRÉMY)(1).

(1) Estes residuos vegetaes podem tornar-se nocivos quando sejam separados da agua de esgoto por meio de grades e rédes ou quando se lhes permita a passagem para os leitos bacterianos; e isto porque:

- 1.º fermentam dando ácidos que corroem o ferro;
- 2.º muitos, que contem substancias sulfuradas, decompõem-se, originam cheiros desagradáveis e intensos.
- 3.º formam uma polpa que impermeabilisa os crivos e grades e as camadas superiores dos leitos bacterianos.

Mesmo sem processo anærobio, a cellulose pôde ser dissolvida e decomposta: certas bacterias (desnitrificadoras, não esporulantes) actuam com resultado sobre ella, em condições de um arejamento moderado; e, para o mesmo fim, podem intervir efficazmente germens declaradamente ærobios, dos quaes o mais importante é o *b. ferruginosus*, particularmente activo em symbiose com um micrococco, por si só inactivo.

Portanto, quer directamente pelos germens, quer pelas suas enzymas, a cellulose pôde ser transformada tanto em condições ærobias (1) como em condições anærobias. Sendo anærobias as acções, se não existem nitratos, fórma-se, como foi dito, o CO_2 e o H ou o CH_4 . Se, pelo contrario, ha nitratos previamente formados, as bacterias desnitrificadoras actuam sobre elles, dando N, CO_2 e H_2O ; a acção combinada da nitrificação e da desnitrificação deve gosar um importante papel na destruição da cellulose na auto-depuração das aguas e solos e na depuração biologica das aguas residuaes (RIDEAL).

*

b) Outros hydratos de carbono. — Entrando indubitavelmente amido, assucares vários, e substancias gommosas na composição da agua de esgoto, o facto de não se encontrarem, ao fim de pouco tempo, senão vestigios d'estes corpos affirma bem a rapidez da hydrolyse que elles soffrem.

Muitos germens anærobios e ærobios segregam um fermento soluvel — a *amylase* — que saccharifica o amido, transformando-o em maltose e glycose. De entre os anærobios apontam-se os *b. megaterium* (FERMI), *subtilis*, *ramosus*, *fitzianus*, *anthracis*, etc.; PERDINE isolou um d'elles, *amylözima*,

(1) A presença da cellulose não se oppõe á nitrificação quando haja um bom arejamento.

que transforma directamente a fecula de batata em assucar, o qual fermenta em seguida, dando alcool.

O *b. amylobacter*, já apontado como agente provocador da hydrolyse da cellulose, actua por igual sobre o amido e o assucar, dando acido carbonico, hydrogeneo e agua, além de acido butyrico (PASTEUR); por isto, se deu a este germen tambem o nome de *b. butyricus*. O *clostridium butyricum* tem a mesma acção.

O *b. acidi lactici* actua de fôrma semelhante, com a differença de originar acido lactico em lugar do acido butyrico.

O *b. coli communis* pôde produzir acido lactico, alcool e um acido volatil á custa dos assucares.

O *b. mycoides* faz fermentar a glycose, dando acido lactico, e hydrolysa o assucar de canna, a maltose e o glycogeneo (EMMERLICH).

Em 1887-1888, LÖEW, PAVY e JAKSCH e, mais tarde, MACCONKEY (1905) e outros fizeram numerosas investigações sobre os fermentos, diastases e invertases, existentes nos excrementos humanos, isolando alguns.

5) Decomposição das gorduras

N'um liquido de esgoto collocado em condições anaerobias, a gordura começa por ser emulsionada pelo ammoniaco (RIDEAL).

Muitas bacterias, em presença de substancias azotadas (SOMMARUZA), actuam sobre as gorduras, levando á formação de acidos dos mais simples da serie gorda — acetico e butyrico, por exemplo — os quaes mais tarde são transformados pela fôrma que seguidamente indicaremos.

A glycerina formada tambem fermenta. SAZERAC em 1903 apontou uma bacteria que a oxyda rapidamente.

Os bolores são raros na phase puramente anaerôbia; em todo o caso, mesmo então, alguns podem já intervir sobre as gorduras: tal é o *penicillium glaucum*, que contém *lipase*, além de *emulsina* e de outros fermentos (HANRIOT).

O *mucor mucedo*, bolor commum, não só decompõe as

glycerides nos seus constituintes, como tambem produz transformações secundarias, com criação de corpos aldehydicos, de futuro faceis de oxydar.

As acções de decomposição das gorduras são de alta importancia: uma das maiores dificuldades a vencer nos processos não biologicos de depuração nasce da riqueza em gordura e em agua de sabão de certas aguas de esgoto.

6) Fermentação sulfurada

ZELNISKY separou do lodo do mar Negro um organismo — *bacterium hydrosulphureum ponticum* — que reduz sulfatos a sulfitos, com libertação de H_2S . Em 1900, MARTINUS BEYERINCK reúne sob o nome de *aerobacter* bacterias existentes no ar e actuando ahí como oxydantes (menos o *b. coli communis*), mas que, sendo facultativamente anærobias, produzem fermentações, dando H , CO_2 , acido lactico e, tambem, H_2S , á custa de proteides e compostos sulfurados que não os sulfatos. Os nitratos, pela sua presença, impedem a fermentação e formação de gazes; mas são reduzidos a nitritos.

O *b. sulphureum*, encontrado por WOODHEAD nas fossas septicas de Exeter, liquefaz a gelatina, a caseina, e outros albuminoides, produzindo H_2S ; a presença habitual d'este gaz no liquido das fossas é, comtudo, negada por alguns autores. O enxofre póde ficar retido sob a fórma de compostos ethereos facilmente soluveis e oxydaveis e cuja existencia, em pequena quantidade, é apontada por RIDEAL: assim, a elastina, por acção anærobia, póde libertar CO_2 , H , CH_4 e N , em quanto que o enxofre não se evola como H_2S , mas fica dissolvido como mercaptan (*methyl-hydrosulfito*)

A maior parte do enxofre na agua de esgoto combina-se, porém, com o ferro presente, dando o sulfito ferroso insolúvel, que faz tomar uma côr escura á materia suspensa. Esta materia pela acção dos acidos torna-se castanha e liberta H_2S : é o que acontece quando effluentes acidos industriaes são lançados sobre bancos de lamas de rios mal cuidados. Mas na

agua de esgoto em condições anærobias, o ammoniaco protege o sulfureto de ferro, que, em condições de arejamento, se poderá mais tarde oxydar passando a sulfato basico ferrico; este póde ser visto, sob a fôrma de camada côr de tijolo, revestindo os materiaes dos leitos oxydantes, onde auxilia a oxydação e a fixação da materia organica.

7) Formação dos saes de acidos organicos e sua fermentação

Vimos, nas varias transformações estudadas, como se libertam os acidos organicos na desagregação das moleculas organicas complexas. Estes acidos combinam-se com as bases existentes no liquido, dando saes que são em seguida destruidos pela acção dos germens, podendo por vezes alcançar o estado de CO_2 (parte livre e parte como bicarbonato da base) e H ou CH_4 .

O seguinte quadro de HERFELDT, em que para maior simplicidade se tomam para exemplo os saes de sodio (se bem que os de calcio sejam mais facéis de fermentar) mostra quaes os productos obtidos á custa dos varios saes, indicando quaes os agentes que provavelmente interveem em cada caso.

Sal fermentado	Causa da fermentação	Productos
Formiato	«Bacteria da lama da agua de esgoto».	Carbonato acido de sodio, acido carbonicó e hydrogeneo.
Acetato	«Bacteria da lama da agua de esgoto».	Carbonato de sodio, acido carbonico e methana.
Lactato (soffre 4 fermentações diferentes)	«Bacillo tenue» (Fitz) «Outras especies de bacterias: bacteria ærobica butyrica, curta» (Fitz).	1. Acido propionico, e, como productos accessorios, acidos acetico, succinico e alcool. 2. Acidos propionico e valerico. 3. Acidos butyrico e propionico. 4. Acido butyrico e hydrogeneo.

Sal fermentado	Causa da fermentação	Productos
Malato (diferentes fermentações)	Bacterias não descritas. «Bacillos tenues». <i>B. lactis arogenes</i> (EMMERLING).	1. Producto principal — acido propionico; producto accesorio — acido acetico. 2. Producto principal — acido succinico; producto accesorio — acido acetico. 3. Acido butyrico e hydrogeneo. 4. Acido lactico e gaz carbonico.
Tartarato	Diferentes especies de bacterias.	1. Producto principal — acido propionico; producto accesorio — acido acetico. 2. Acido butyrico. 3. Producto principal — um acetato; productos accesorios — alcool, acido butyrico e acido succinico.
Citrato	«Pequenos bacillos».	Acido acetico em grandes quantidades, com pequenas quantidades de alcool e de acido succinico.
Glycerato	Micrococos, bacillos de tamanho medio.	1. Acetato, com pequenas quantidades de acido succinico e alcool. 2. Acido formico, com algum alcool methylico e acido acetico.

Nas transformações d'estas substancias, como nas das outras, mais uma vez se revela que não ha uma nitida e in-franqueavel separação entre as especies anærobianas e as aerobias e mesmo, por vezes, entre os respectivos effeitos. Poucos são os germens que obrigatoriamente actuam apenas em determinadas condições. Assim, as bacterias do acido acetico podem, como HOYER demonstrou, viver privadas de ar, retirando o azote de peptonas, asparagina, nitritos, saes ammoniacaes, e

o carbono dos acetatos, lactatos e assucar, reduzindo materias c6rantes (indigotina, azul de methylena, tornesol), com libertaça3o de CO₂. Os compostos phenolicos e aromaticos, sob condiç3es de um modesto arejamento soffrem facilmente a acç3o das «oxydases», fermentos separados, por BERTRAND, dos fungos e de muitos outros vegetaes. Nos leitos de Manchester, PERKIN assignala, por outro lado, a destruiç3o de derivados da pyridina, benzina e naphtalina.

C) Reacç3o do liquido durante as transformaç3es hydrolyticas

Se enchermos um recipiente de 15 litros com agua na qual se lancem substancias que entram na composiç3o das aguas de esgoto, vemos que a reacç3o primitivamente neutra passa a acida ao terceiro dia; ao quinto dia produz-se CO₂ e H, mas a putrefacç3o s3o se nota depois d'este dia com reacç3o alcalina e apparecimento de N.

A acidez 6 devida 3a formaç3o de acidos acetico, lactico e butyrico, resultantes da destruiç3o dos hydrocarbonados; a alcalinidade que apparece ulteriormente 6 devida ao ammoniaco e compostos basicos de fermentaç3o, que neutralisam a acidez precedente. (EMMERLING).

N'um liquido em que predominem os hydrocarbonados, a acidez persistir3a e augmentar3a pela estada em condiç3es anaerobias.

D) Exothermia das transformaç3es hydrolyticas

As operaç3es de hydrolyse e de desintegraç3o realizadas n'um liquido contendo substancias organicas, em condiç3es anaerobias, s3o exothermicas: o calor produzido, ainda que pouco e difficilmente perceptivel na massa liquida, 6 o suffi-

A diferença $4575,5 - 4476$ dá o calor libertado = 100 unidades.

A percentagem de calor produzido que se liberta é quasi a mesma nos diferentes casos:

Quando a cellulose é hydrolysada, das 340 unidades libertam-se 26,5 ou 7%; das 4575 unidades dos productos da decomposição da albumina libertam-se 100 ou 8%; no caso da destruição da urêa a percentagem é egualmente de 8.

1 gramma de albumina sêcco a 100° C. dá, segundo BERTHELOT e ANDRÉ, 5691 pequenas calorías (unidades — gramma e centigrado); portanto $C_8H_{13}N_2O_3 = 185$ de albumina dá $185 \times 5691 = 1052835$ pequenas calorías ou 1053 grandes calorías (unidades — kilogramma e centigrado).

A diferença $1184 - 1053$ dá-nos 131 unidades para o calor de formação de albumina (em grandes calorías).

SUB-SECÇÃO II

Aplicações praticas

I

Fossas septicas

A) Fossas septicas das habitações

1) Descrição de varios modelos e resultados obtidos pela sua utilização

Nas antigas fossas fixas, realisavam-se já acções hydrolyzantes, por vezes de modo notavel. Geralmente, estas fossas eram mal construidas, permeaveis, deixando sair liquidos ou pelo menos gazes mal cheirosos, com grande prejuizo para a hygiene dos habitantes das casas onde existiam. Quando, porém, a vedação era bem feita e se satisfazia a outras condições, não só os inconvenientes desapareciam em grande parte, como tambem, no interior das fossas, as substancias rejeitadas soffriam modificações da natureza das que, mais tarde, haviam de ser elogiadas na fossa Mouras e seus aperfeiçoamentos.

Em 1858, existia no Derbyshire (Inglaterra) uma grande escola, habitada por 250-300 pessoas, assente no alto de um outeiro, com uma certa extensão de terreno annexo, e situada a distancia de um pouco mais de 2 kilometros de um pequeno rio, que atravessava a região, passando por outra propriedade.

Os habitantes não dispunham da quantidade de agua sufficiente para que o transporte dos dejectos pudesse ser feito por *water-carriage*, até á proxima corrente; por isso, foi construida a 180^m da habitação uma grande fossa, subterranea, bem cimentada e fechada por abobada, para onde os dejectos e liquidos sujos da escola e o producto da drenagem do terreno visinho se escoavam constantemente.

Quando a fossa se enchia, era evacuada por bomba, cujo tubo quasi chegava ao fundo do reservatorio. O liquido extrahido era lançado á terra cultivada e, infiltrando-se em seguida no solo arenoso e calcareo, ia, no valle argilloso, juntar-se; n'um reservatorio de dimensões medias, com as aguas provenientes d'uma fonte e d'um regato; a mistura assim obtida era limpida e sem cheiro.

Na habitação não se sentiam maus cheiros e o estado sanitario era bom.

Este exemplo, dado por RIDEAL, mostra que o proprietario de Vesoul, Mouras, não creava um processo verdadeiramente original na acção e nos effeitos, quando, alguns annos mais tarde, preconisava o emprego da sua «despejadora automatica», que póde ser considerada a fossa septica domestica de que, por modificações maiores ou menores, derivaram todas as outras.

a) Fossa Mouras

Em 1861, MOURAS, partindo da convicção de que os dejectos animaes conteem todos os elementos necessarios para a sua liquefação, por acções putrefacientes, fazia construir um reservatorio metallico — *Vidangeuse automatique* —, destinado a permittir a realisação d'essas acções (1); logo depois foram

(1) Na Allemanha, em 1865, MUELLER fazia, por igual, considerações que o haviam de levar mais tarde, em 1870, a registrar um apparelho

construidos reservatorios cimentados de maiores dimensões, mas que conserváram a mesma fôrma geral, o mesmo funcionamento e o mesmo nome do reservatorio metallico. Só muito mais tarde, depois da sua vulgarisação, a *Vidangeuse automatique* passou a ser conhecida por *fossa Mouras*.

A *fossa Mouras*, metallica ou não (*fig.s 1 e 2*), deve ser impermeavel e facil de fechar hermeticamente; contém, até

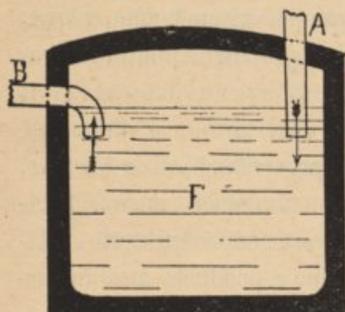


Fig. 1 — FOSSA MOURAS

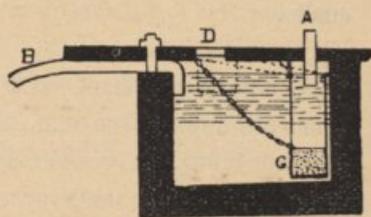


Fig. 2 — FOSSA MOURAS

quasi á parte superior, agua cujo nivel é limitado por um tubo evacuador recurvado (B) que mergulha um pouco no liquido uma das suas extremidades.

Um segundo tubo (A), vertical este, serve para a introdução dos dejectos e aguas sujas na fossa, na qual se termina tambem abaixo da superficie liquida, e por vezes na vertical de um pequeno cesto metallico (*fig. 2, C*), suspenso e movel, ligado a uma corrente pela qual póde ser chamado até uma abertura de limpeza (D) normalmente fechada.

Quando se introduzem materias solidas na fossa, as mais leves accumulam-se á superficie do liquido, formando uma camada de variavel espessura; as mais pesadas cahem no fundo, e, se o cesto metallico existe, principalmente no interior d'este, notadamente quando se trate de substancias mineraes

depurador fundado na acção microbiana; este aparelho foi, durante algum tempo, usado para purificar o effluente residual de fabricas de assucar de beterraba.

de peso excessivo, frequentemente lançadas na fossa, por engano.

Por cada volume de materias, liquidas ou solidas, introduzidas pelo tubo vertical, um volume igual do liquido da fossa, intermedio á camada fluctuante e ao deposito, passa, pelo tubo recurvado, para os esgotos ou para um segundo reservatorio, que, não sendo já fechado hermeticamente como o primeiro, permite a sahida do ar á medida que se vai enchendo, e que, em qualquer occasião e por qualquer processo, pôde ser evacuado.

O liquido que abandona a fossa apresenta-se, dizia MOURAS, como um fluido quasi sem cheiro e homogeeo, apenas ligeiramente turvo, que contém só materias suspensas muito finamente divididas, e que, representando o producto da transformação rapida das substancias rejeitadas, encerra todos os principios organicos e inorganicos dos dejectos, podendo servir para a utilização agricultural.

Materias fecaes lançadas com urina, aguas de lavagem e de cosinha n'um modelo especial, de vidro para facilitar a observação, apresentavam-se ao fim de 17 dias completamente desaggregadas. Os residuos de cosinha, depois de um período de fluctuação, cahiam no fundo e ahí se accumulavam, até que a sua decomposição se fizesse. Todos os corpos susceptiveis de dissolução, os proprios papeis, assim desappareciam.

A desaggregação dos solidos no interior da «*Vidangeuse*» seria, segundo MOURAS, tanto mais activa, quanto maior fosse a quantidade de liquido n'ella lançado.

O mesmo autor, fazendo communicar, por meio de um tubo, o interior da fossa, hermeticamente fechada, com o interior de uma bexiga, notava que esta não só não se enchia, mas se esvasiava mais; d'isto concluia que o liquido contido na fossa não só não produzia gazes como mesmo os absorvia, quando mantido ao abrigo do ar. Quando, pelo contrario, se deixava a fossa descoberta durante algum tempo, libertavam-se gazes em quantidade, com producção de cheiros nauseabundos.

Ora, como os fins que principalmente MOURAS visava eram a desagregação dos solidos e a suppressão dos gazes e cheiros, recommendava elle, como condições essenciaes para o bom funcionamento da fossa, o lançamento de grandes quantidades de agua no seu interior, e a oclusão hermetica da mesma.

Em 1881, o abbade MOIGNO, descrevendo a fossa MOURAS e apontando a provavel natureza biologica das acções que n'eila se realisam, preconisava calorosamente o seu emprego. Em 1883, o mesmo abbade dava fórmulas para estabelecer as dimensões da fossa, apontando $0^m^2,1$ por pessoa como a area a adoptar (1); na mesma occasião, affirmava que «para a completa dissolução das materias solidas fluctuantes devia ser permitido um periodo de 30 dias» e calculava, d'ahi, que a fórmula $\frac{1+2+3+\dots+30}{30}M$ dá a média da quantidade de materia suspensa presente no liquido da fossa a cada instante, representando por M o pêso da materia organica no estado solido rejeitada diariamente.

FICHAUX, medico de Tourcoing, e BELLON, inspector de trabalhos industriaes em Roubaix, concorreram tambem, pela sua propaganda, para a divulgação da fossa MOURAS. BELLON affirmava que pela utilização d'esta fossa não só se consegue a suppressão dos cheiros, mas ainda se obtém um liquido em que os germens pathogenicos são diminuidos na sua virulencia, pela concorrencia vital, e em que a materia organica é transformada, por acção biologica anærobia, em compostos mais simples (ammoniac, uréa, peptonas) sobre os quaes os microbios nitrificadores do solo podem de futuro actuar, trans-

(1) A superficie a dar á fossa tem uma grande importancia; para uma dada capacidade, é preciso que a superficie não seja tão pequena que permita que as materias fluctuantes se accumulem formando um *chapeu* espesso em excesso.

formando-os em substancias directamente assimilaveis pelas plantas; portanto, ás vantagens hygienicas poderiam accrescer vantagens economicas.

Quanto maior fôr a capacidade da fossa, tanto maior será a permanencia, n'ella, de uma dada porção de substancia, e tanto maiores serão, portanto, as probabilidades de que a sua dissolução se realise. Comtudo, as despezas de construcção e o espaço disponivel limitarão na pratica essa capacidade. Para achar qual esta (V) deva ser, expressa em m³ e em funcção do numero (N) de pessoas que hão de utilizar a fossa, BELLON dava a fórmula seguinte:

$$V = 1 + \frac{N}{16}.$$

Se o liquido da fossa, em vez de ser lançado ás canalisações, é enviado para um segundo reservatorio, regular se-á a capacidade d'este não só pelo numero de pessoas, como tambem pelo periodo de tempo ao fim do qual a evacuação haja de fazer-se.

As fossas MOURAS foram muito usadas em Paris e n'outras cidades, depois que, graças a MOIGNO, se tornáram conhecidas. Mas os resultados fôram, geralmente, maus.

Os tubos de entrada e de evacuação mergulham pouco no liquido, desembocando por vezes na camada superficial de materias fluctuantes; isto origina entupimentos e permite que entre os dois tubos se estabeleçam correntes e redemoinhos, nocivos para a realisação das acções fermentativas, principalmente quando, seguindo as recommendações de MOURAS, se façam na fossa descargas abundantes de agua.

A falta de uma fermentação activa explica facilmente que MOURAS não notasse a producção de gazes livres á custa do liquido da sua fossa hermeticamente fechada; a pequena quantidade de gazes que se chegasse a produzir seria facilmente dissolvida pelo liquido, que, assim, se tornaria toxico para as

bacterias e mais ainda lhes iria diminuir a acção. Na fossa aberta, a fuga dos gazes á medida da sua producção obstava á intoxicação dos germens e permittia uma fermentação mais intensa, ao abrigo da camada protectora de materias solidas fluctuantes.

Mas, na pratica, notou-se que mesmo nas fossas fechadas a producção de gazes póde ser intensa, contra o que MOURAS pensava. E, então, como os gazes não encontram sahida, accumulam-se no acanhado espaço que o liquido deixa livre, adquirindo tão forte tensão que chegam, por vezes, a evacuar grande parte do conteúdo da fossa e notadamente as materias solidas fluctuantes.

Com fossas funcionando assim, comprehende-se que os resultados deixem a desejar; mesmo nos casos mais favoraveis, a solubilisação nunca poderá ser grande, e antes haverá um emulsionamento grosseiro das materias. Por isso, em certos casos, a camada fluctuante attinge espessura consideravel (1).

a') Fossa Mouras-Bordeus

A fossa MOURAS foi largamente usada na cidade de Bordeus, mas com um certo numero de modificações que lhe fizeram tomar o nome de *fossa Mouras-Bordeus* ou *fossa automatica de Bordeus* (fig. 3). N'esta, encontra-se já um tubo de fuga para os gazes (G), e o interior é dividido em dois compartimentos (I e II) de dimensões deseguaes, por meio de um diaphragma acima do qual passa um syphão (B).

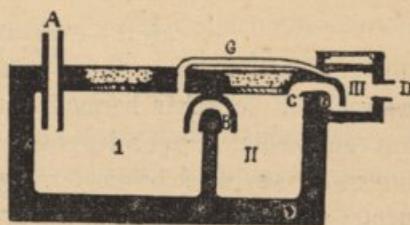


Fig. 3 — Fossa automatica de Bordeus

As substancias re-
jeitadas nas latrinas cahem pelo tubo (A) no primeiro com-

(1) É frequente encontrar, em fossas septicas MOURAS, *chapeus* de 1 metro de espessura e de tal consistencia que entupem os canos (DUNBAR).

partimento, deslocando volume igual de liquido, que passa, pelo syphão, para o segundo compartimento, d'onde, por trasbordo, sae tambem uma porção correspondente de liquido, para um reservatorio terminal (III) e d'ahi, por (D), para o exterior.

b) Fossa Bezault

Em 1901, BEZAULT apresentava um modelo de fossa — a *fossa septica automatica* — em que procurava remediar os inconvenientes apontados á fossa MOURAS.

A *fossa Bezault* (fig. 4), que conta hoje mais de cinco mil installações, é constituída por um reservatorio bem imper-

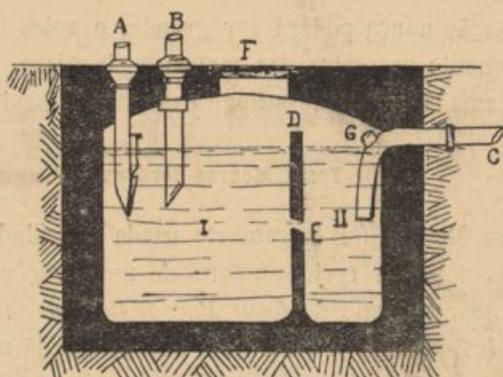


Fig. 4 — FOSSA BEZAULT

meavel, facil de fechar hermeticamente e de dimensões variaveis (em media, 1^m³ por 10 pessoas). As fossas de pequenas dimensões são de folha de ferro galvanizado e, mais geralmente, de cimento armado; as grandes são de alvenaria e cimento.

O interior da fossa é dividido em dois compartimentos (I e II) communicantes, de desigual capacidade, nos quaes o liquido se eleva até ao nivel do ramo horizontal de um tubo recurvado evacuador (C) que, no compartimento mais pequeno (II), mergulha a sua parte vertical a uma profundidade que

varia com as dimensões da fossa, mas que nunca será inferior a 50cm.

A parte superior da fossa que fica sem liquido é de dimensões proporcionaes ao volume d'este.

No compartimento mais amplo, mergulham no liquido o tubo ou tubos de queda (*A, B*) (1), até uma distancia da superficie correspondente á que attinge, no outro compartimento, o tubo evacuador (2). O plano da abertura inferior do tubo de queda ligado aos *water-closets* (*A*) é quasi vertical; para isso, este tubo é recurvado ligeiramente na sua parte terminal. Esta disposição tem por fim lançar as materias no sentido horizontal, facilitando-lhes a dispersão no liquido e, além d'isso, dificultar a passagem aos gazes que, apesar do obstaculo liquido, procurassem ascender pelo tubo.

A comunicação entre os dois compartimentos faz-se por pequenas aberturas de 25^{mm} de altura, dispostas longitudinalmente no diaphragma separador. Assim, evitam-se correntes directas entre os tubos de chegada e de evacuação, ao mesmo tempo que a passagem á segunda camara das materias ainda volumosas. D'esta ultima camara, os liquidos sahem, com os gazes dissolvidos, pelo tubo recurvado, o qual, na sua parte convexa é munido de um pequeno ramo (*G*) que permite a fuga de um excesso de gaz não dissolvido.

Os principios em que assenta a fossa BEZAULT são os da fossa MOURAS. Como por cada porção de materias entradas sahe um volume correspondente de liquido, o nivel d'este conserva-se constante.

A capacidade util da fossa é calculada de fórma que lhe permita conter as materias rejeitadas durante oito ou dez

(1) Geralmente, além do tubo que estabelece a comunicação com os *water-closets*, ha outro para a recepção das aguas pluviaes e caseiras; nas fossas BEZAULT mais recentemente construidas, o tubo de queda das aguas pluviaes abre-se no segundo compartimento, junto ao tubo evacuador.

(2) PARISÉ entende que os tubos de queda devem mergulhar menos (só 0^m,25-0^m,30) do que o de evacuação (0^m,60-0^m,70).

dias (1); tal será, por consequencia, o tempo que cada porção de liquido se demorará, em media, no interior da fossa.

No primeiro compartimento existem bacterias anærobas em grande quantidade, que solubilizam e transformam as materias organicas que vão chegando, pelo tubo mergulhado no liquido e, portanto, não acompanhadas de ar. As substancias mineraes, residuos metallicos ou outros objectos insolueis que por engano sejam introduzidos na fossa depõem-se no fundo e ahi, em virtude da sua minima quantidade, podem deixar-se accumular durante muitos annos sem que tragam perturbação á boa marcha dos phenomenos de solubilisação; de resto, o primeiro compartimento é, já propositadamente, quasi sempre um pouco mais fundo de que o segundo. Quando a limpeza d'aquelle se torna, por fim, necessaria, pôde ser feita por uma abertura (*F*) existente na parte superior, normalmente fechada de uma maneira hermetica.

Na segunda divisão, actuam bacterias que preferem um liquido que contenha materias adeantadas na desintegração; esta, comtudo, ahi se continúa, n'um sentido favoravel para a purificação do liquido. Com este, sae da fossa uma certa quantidade de bacterias; mas a maior parte d'ellas ficam englobadas n'uma zooglea, á superficie ou no fundo do liquido.

Em 8 de março de 1907, uma commissão nomeada pelo «*Conseil d'Hygiène Publique et de la Salubrité du departement de la Seine*», para o fim de julgar da utilidade e valor hygienico das fossas septicas, visitava o hospicio de Cayla, em Bécon-les-Bruyères, onde funcionava uma fossa BEZAULT.

O cheiro proveniente da fossa, quando aberta, era muito intenso. Fizeram-se colheitas do conteúdo do reservatorio em 8 de março e 18 de abril; o liquido recolhido no segundo compartimento, a 60^{cm} abaixo da superficie, era negro, muito

(1) PARISÉ entende que quando as aguas gordas de cosinha são lançadas á fossa é conveniente que esta tenha pelo menos a capacidade correspondente a 15 vezes o volume diario das materias solidas e liquidas rejeitadas.

turvo e exhalava cheiro sulfydrico. Os resultados das analyses chimicas e bacteriologicas são resumidos no quadro seguinte, por LAVERAN:

	8 de março	18 de abril	
Azote total.....	171,4	143,4	} em mgr. por litro
» ammoniacal.....	153,0	139,0	
» nitrico.....		1,1	
Materia organica (em oxygeneo consumido á custa do $KMnO_4$ em meio alcalino).....	57,0	61,0	
Chloro.....	93,0	103,0	
Residuo secco a 180°	602,0	551,0	
Residuo fixo depois de calcinação ao rubro sombrio.....	420,0	386,0	
Bacterias por cc.	9.100.000	27.900.000	
Bac. coli por cc.	1.000	1.000	

c) Fossa Simplex

Esta fossa, de GAULTIER, ultimamente divulgada, tem funcionamento identico ao da fossa BEZAULT.

Ha fossas *Simplex* rectangulares em superficie, para habi-

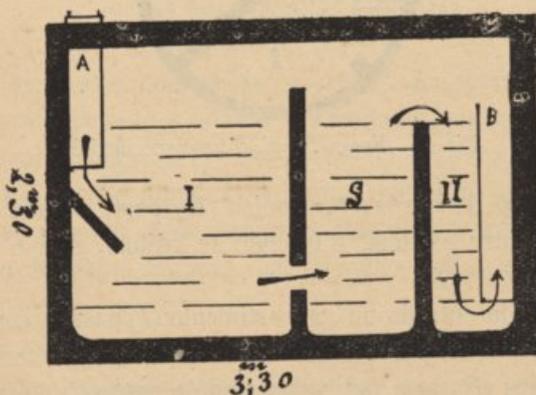


Fig. 5 — Fossa *Simplex*, grande modelo

tações de 100 (fig. 5) e mais pessoas, e fossas cylindricas para habitações de 5, 10, 20, 30 pessoas (fig. 6).

Umás e outras são, essencialmente, reservatórios divididos por diaphragmas em tres compartimentos. Um d'elles (*I*) re-

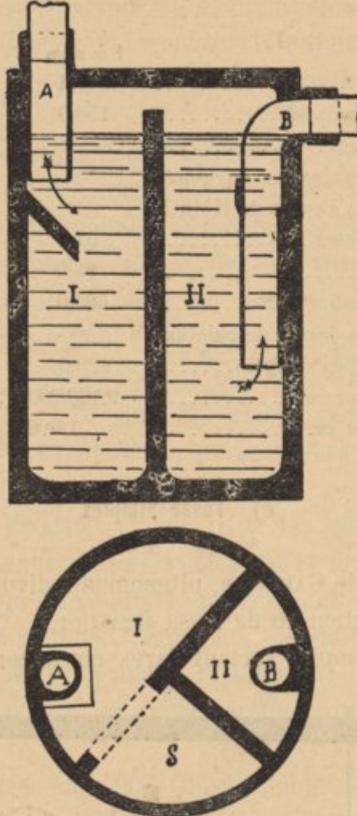


Fig. 6 — Fossa Simplex, pequeno modelo

cebe o tubo de queda (*A*), d'outro (*II*) parte o tubo evacuator (*B*); entre os dois, e fazendo de syphão, está o terceiro compartimento (*S*).

O liquido entrado no compartimento (*I*) passa para (*S*) por uma abertura da parte inferior do diaphragma intermedio e de (*S*) para (*II*) pela parte superior da respectiva separação.

A comissão a que acima me referi visitou em 13 de dezembro de 1906 o hospital de Saint Germain-en-Layes, onde funciona uma fossa Simplex de $4,4^{\text{m}^3}$, que recebe as substan-

cias rejeitadas por uma media de 16 pessoas e as aguas pluvias cahidas sobre o telhado, de 400^m² de superficie; o effluente da fossa é lançado ao esgoto. No quadro seguinte, LAVERAN apresenta os resultados das analyses chimicas e bacteriologicas de amostras, colhidas nos dias 13 e 27 de dezembro, do effluente da fossa, liquido turvo, amarellado, de cheiro feccaloido muito intenso.

	13 de dezembro	27 de dezembro	
Azote total.....	226,1	288,6	} em mgt. por litro
» ammoniacal.....	223,0	222,3	
» organico (KJELDAHL).....	2,3	7,0	
» nitrico.....	—	0,5	
Materia organica (em oxygeneo consumido á custa do KMnO ₄ , em meio alcalino.....	22,0	58,0	
Chloro.....	176	183	
Residuo sêcco a 180°.....	852,0	928,0	
Residuo fixo depois de calcinação ao rubro sombrio.....	454,0	627,0	
Bacterias por cc.....	—	500.000	
Bac. coli por cc.....	100	1.000	

d) Outras fossas septicas domesticas

Além das fossas domesticas descriptas, ha varias outras; mas o funcionamento d'estas e os resultados que conseguem, não differem essencialmente dos já apontados para as fossas MOURAS, BEZAULT e *Simplex*. Adeante referir-me-ei ainda a apparatus como o *Transformador Integral*, formados pela associação de fossas septicas com pequenos leitos oxydantes.

2) Papel das pequenas fossas septicas na depuração das substancias rejeitadas. Indicações e contra indicações do emprego das fossas septicas domesticas

É frequente vêr estabelecer uma confusão lamentavel, attribuindo-se ás fossas septicas um papel que ellas não po-

dem desempenhar; ha, com effeito, quem queira vêr n'ellas aparelhos que só por si bastam para conseguir uma depuração sufficiente das aguas de esgoto, levando estas ao estado de liquido inoffensivo.

Ora, se theoreticamente é admissivel que por hydrolyse as materias organicas possam transformar-se completamente em substancias simples já insusceptiveis de oxydação e absolutamente inoffensivas, na pratica muitos dos corpos originados pelas acções anærobias, mesmo em muito boas condições, são sempre complexos bastante e sufficientemente prejudiciaes para que se tornem não só possiveis, mas até hygienicamente necessarias, futuras acções oxydantes. E isto mesmo se verifica pelas analyses dos liquidos tratados n'algumas das fossas que acabamos de descrever. Tanto o effluente da fossa BEZAULT como o da fossa *Simplex* são liquidos turvos, de côr amarella ou negra, muito mal cheirosos, muito ricos em germens (1) e materia organica, e nos quaes, se é verdade que a quantidade de azote organico é relativamente pequena, isso é devido á transformação em ammoniaco (sob cuja fórmula se encontra a maior parte de azote) e não ao apparecimento de azote nitrico, que falta por completo ou é insignificante.

Não me parece razoavel chegar ao extremo de afirmar sem mais reserva, com LAVERAN, VINCEY, etc., que o liquido resultante da fermentação em fossa é mais nocivo do que a agua que contém as materias fecaes no estado fresco. Porque, se é admissivel que as substancias toxicas produzidas pelos germens, como secreções proprias ou pela decomposição das materias organicas, venham a augmentar a nocividade ao liquido sob o ponto de vista chimico, é impossivel tambem ir contra a opinião de BEZAULT, PARISOT, BONJEAN, para os quaes, sob o ponto de vista bacteriologico e da propagação das

(1) Segundo WINSLOW, o numero total das bacterias d'uma porção de agua de esgoto collocada ao abrigo do ar, eleva-se primeiro rapidamente, attinge em 24 horas o maximo (10 vezes mais bacterias do que primitivamente) e depois começa a diminuir lentamente.

doenças epidemicas — cholera, febre typhoide, dysenteria, etc. — os effluentes de fossas septicas (nas quaes a multiplicação dos germens, se se realisa, não é para os pathogenicos, que antes se reduzem em numero) são geralmente menos e, em todo o caso, nunca mais perigosos do que os effluentes não fermentados.

Por outro lado, se póde ser discutivel (como veremos, mais tarde, a proposito das grandes fossas urbanas) a utilidade de uma prévia fermentação anærobia de um liquido, como meio de lhe tornar as substancias dissolvidas *qualitativamente* mais oxydaveis, é, comtudo, indiscutivel que o facto da desaggregação, com liquefação e gazeificação, das substancias organicas de uma agua de esgoto, obtida nas fossas septicas, tem valor não despresivel, não só porque leva ao empobrecimento em corpos volumosos, mas tambem porque consegue uma destruição parcial da substancia organica, o que implica, naturalmente, uma diminuição da *quantidade* das materias destinadas a soffrerem a oxydação futura.

Em todo o caso, porém, o effluente das fossas septicas é ainda, tanto química como bacteriologicamente, um liquido muito impuro. Importa, pois, não esquecer que, para que este liquido deixe de ser perigoso, terá de soffrer acções oxydantes, n'uma phase ulterior que é a que, sob o ponto de vista da depuração, tem a maior importancia.

*

As pequenas fossas septicas podem ser realmente de grande utilidade em casas de campo, ou em estabelecimentos collectivos — escolas, casernas, prisões, hospitaes — isolados e situados longe de qualquer rêde de esgotos. E n'uma cidade onde esta rêde falte as fossas septicas caseiras ainda poderão, em certos casos, apresentar vantagem sobre as antigas fossas fixas.

Na hypothese d'essas habitações, ruraes ou urbanas, não

ligadas a uma rêde de esgotos, quando haja, disponiveis, espaços de terreno apropriado sufficientemente vastos, a irrigação cultural, permittindo a depuração pelo solo, poderá ser convenientemente utilizada para tratamento final do effluente das fossas septicas domesticas; quando, pelo contrario, o espaço escasseie, ou o terreno seja improprio, recorrer-se-á á construcção de supportes artificiaes (leitos bacterianos) em que germens biologicos provoquem a oxydação da materia organica primitivamente desintegrada na fossa septica (1).

(1) Pretende satisfazer a esta necessidade o chamado *Transformador Integral*, aparelho no qual os seus inventores procuram obter uma depuração completa dos liquidos residuaes. Estes, depois de passagem, mais ou menos demorada e successiva, por varios compartimentos communicantes (*camaras de depuração*) de um reservatorio bem fechado, vão, com as materias já dissolvidas, cair, formando cascata, em uma camara oxydante abundantemente arejada e que contém fragmentos de pedra calcarea. Á sahida do aparelho, a agua residual, inodora e imputrescivel, teria, segundo os inventores, a materia organica azotada quasi toda transformada em nitratos (as analyses do effluente feitas por LAVERAN mostram, porém, que os resultados obtidos pelo uso do Transformador Integral estão longe de ser tão lisongeiros).

Como este, ha muitos outros aparelhos (de LUCAS, de GIRERD, etc.) em que a uma pequena fossa septica se seguem recintos em que se procura favorecer a producção de acções oxydantes intensas. Mas o seu estudo não cabe aqui. Com effeito, n'uma obra em que se trata de assumptos de hygiene urbana, de cidades que se suppõem drenadas por um regular systema de esgotos, não vem a proposito entrar em mais largas considerações sobre os modos de proceder para obter a inoffensividade das substancias residuaes das habitações isoladas, ruraes ou urbanas, *não em relação com os esgotos*. A resolução d'este problema, que mais directamente interessa os particulares e as pequenas agglomerações do que as grandes collectividades sociaes, fará objecto de uma obra, em preparação.

Se, tratando das fossas septicas das habitações, entrei, comtudo, já aqui, em considerações um pouco longas, foi isso não só porque a proposito das grandes fossas septicas destinadas aos effluxos urbanos (*septic-tank* de CAMERON e congeneres) se falla muito da fossa MOURAS, que chronologicamente as antecedeu, como tambem, e principalmente, porque, mesmo nas casas ligadas aos esgotos, em cidades conveniente-

Mas para o caso que aqui nos interessa — o de uma cidade provida de um systema regular de canalisações, para drenagem dos liquidos sujos — sem que se deixe de reconhecer a utilidade d'uma phase hydrolysante, o emprego das fossas septicas domesticas apparece como inutil, senão nocivo.

O interesse hygienico que o particular tira da fossa caseira é, n'este caso, praticamente nullo; e, pelo contrario, a possibilidade de mau funcionamento da fossa mostrar-lhe-á, por ventura, na pratica, o bem fundado da desconfiança que, *a priori*, lhe deve merecer um processo que faz estacionar, sob a sua habitação ou na proximidade d'ella, substancias que d'outra fórma seriam immediatamente afastadas.

Portanto, não é de esperar que, de boa vontade, o dono de uma habitação vá dispender o necessario para a construcção d'uma fossa septica, só pelo prazer altruista de lançar aos esgotos um liquido hygienicamente um pouco melhorado; prazer, aliás, sem bases reaes, pois que, a menos que o exemplo venha a ser seguido em larga escala, desprezivel será o proveito colhido pela collectividade do facto da hydrolyse soffrida por uma pequena parcella dos liquidos residuaes urbanos.

Mas suppondo que se tornava obrigatorio o uso das fossas septicas em todas as habitações ligadas ao esgoto, para assim se tornarem efficazes os effeitos hydrolysantes no effluxo total, e a todos fazer egualitariamente participar nas despezas neces-

mente drenadas, ha quem recommende a utilização de pequenas fossas septicas; para estas, então, o esgoto substitue, como dissemos, o reservatorio accessorio no caso da fossa MOURAS (é o que se fez durante muito tempo em Paris e Bordeus) ou recebe o liquido effluente do segundo compartimento das fossas BEZAULT, *Simplex*, etc.

sarias para o conseguimento do fim desejado, ainda então, esta volta disfarçada aos sistemas conservadores, seria injustificada e condemnável; e isto mesmo quando se não quizesse ver na accumulação de fossas septicas, n'uma cidade, uma causa de viciação importante da atmosphera, e de producção de maus cheiros, pelos gazes libertados (1).

Com effeito, já sabemos que, a não se fazer seguir a estada na fossa septica de uma phase de acções oxydantes, o liquido rejeitado para o esgoto irá longe de ser depurado e inoffensivo e o seu lançamento nas correntes naturaes será quasi sempre hygienicamente inconveniente e perigoso. Suppondo mesmo que as habitações urbanas podiam dispôr do espaço sufficiente para installações em que as necessarias acções de oxydação se desenvolvessem, não seria mais conveniente e menos dispendioso que esses processos oxydantes, que requerem vigilancia de pessoal competente, se realisassem para o liquido total, conjuncto dos effluentes caseiros, no local onde os collectores terminam, fóra da cidade? Evidentemente, a resposta é affirmativa.

(1) A viciação atmospherica, diz BEZAULT, não seria, então, maior do que a das cidades que utilisam fossas fixas, onde as materias estacionam, fermentando, por muito mais tempo. As fossas fixas são, em media, 5 ou 6 vezes maiores do que as fossas septicas e, portanto, suppondo-as, em media, meio cheias, temos que occasionam 3 vezes mais fermentações do que estas ultimas.

Poderá dizer-se que as fossas fixas constituem um meio pouco favoravel para o desenvolvimento dos germens da putrefacção; e que os cadaveres de recém-nascidos ahi se conservam tempo sufficiente para que, n'um caso de TARDIEU, tenha sido possivel verificar ao fim de uma immersão de 10 mezes a existencia de ecchymoses sub pleuraes.

Mas isso só é verdade para as fossas fixas não ventiladas, em que o sulphhydrato de ammonio formado e accumulado parece actuar como microbida. Pelo contrario, nas fossas fixas bem arejadas a putrefacção dos cadaveres de recém-nascidos faz-se com grande rapidez: «ao fim de alguns dias só se encontram ossos desnudados». (BALTHAZARD).

E é o caso de fossas fixas bem ventiladas, como é mister, aquelle que aqui supomos.

Mas, na pratica, essa questão não chegaria a levantar-se; o espaço escasseia bastante nas cidades para que tivesse de ser necessariamente deixada para mais tarde a oxydação final do liquido que cada casa lançasse no esgoto, depois de hydrolyzado na sua fossa (1).

Ora onde ha-de ter logar o tratamento ærobio, faça-se passar o anærobio; mais razoavel — por menos dispendioso, por mais commodo, por mais facil de regular, e tambem por hygienicamente preferivel — é que no proprio local onde se terminam os collectores, antes de ser enviado ao solo ou aos supports artificiaes de germens oxydantes, o liquido seja hydrolyzado, em grandes reservatorios de dimensões proporcionadas á massa total do effluxo residual urbano.

Para acabar, consideremos ainda os casos, de resto excepcionaes, de cidades que podem contentar-se com o tratamento anærobio para os seus liquidos residuaes, visando apenas a facilitar os effeitos das acções espontaneas de oxydação em correntes naturaes de debito abundante a que o liquido hydrolyzado afflua (2); mesmo então, ás multiplas installações de pequenas fossas caseiras, é muito preferivel uma só installação, occupando uma superficie e com uma capacidade muito menores do que as sommas das superficies e das capacidades das installações domesticas parcellares (3), e na qual um ser-

(1) Em Champagne-sur-Seine, a *Société Générale d'Épuration et d'Assainissement* installou numerosas fossas septicas caseiras cujos effluentes são conduzidos, por um collector, a uma installação de depuração por bacterias oxydantes. Os liquidos provenientes das fossas são assim completamente depurados antes de serem lançados ao Sena. (LAVERAN).

(2) Em rigor, póde, segundo CALMETTE, lançar-se sem mais tratamento o effluente de fossa septica a um rio, quando este tenha um volume de aguas pelo menos cincoenta vezes maior do que o volume dos liquidos sujos affluentes.

(3) Com effeito, ao passo que n'uma fossa domestica a superficie é, pouco mais ou menos, de 0^m2,1 por pessoa e a capacidade igual, em

viço de vigilância e regulador do funcionamento (1) permita obter o maximo de resultados uteis com um minimo de despesa (2).

media, a dez vezes o volume da onda diaria, nas grandes fossas, como veremos, a superficie, por pessoa, é muito menor ($0^m2,033$ em Exter) e a capacidade é, em geral, a correspondente á onda diaria do liquido residual.

(1) Para que a depuração biologica das aguas de esgoto dê bons resultados, é preciso que as operações sejam bem reguladas e que as materias estejam um certo numero de horas soffrendo as acções convenientes. Ora ao passo que nas fossas urbanas o affluxo é gradual, lento e contínuo, nas fossas domesticas os liquidos affluem intermitentemente e em grandes doses, principalmente quando além do tubo de queda dos *water-closets* haja outros para as aguas de banho, de lavagem e das chuvas. N'este ultimo caso, as perturbações podem ser grandes e o aparelho funcionar umas vezes como fossa septica, outras vezes como simples diluidor; é justo, porém, dizer que nas fossas mais recentes de BEZAULT, nas quaes o tubo de queda das aguas pluviaes desemboca no segundo compartimento, junto ao tubo de evacuação, já estas aguas não occasionam a perturbação do liquido do primeiro compartimento onde as materias solidas são desagregadas.

(2) Em rigor, na hypothese de cidades drenadas por esgotos, que se possam contentar com um tratamento anærobio para os seus liquidos residuaes destinados a serem lançados em correntes naturaes, é possivel encontrar, theoreticamente, uma indicação para o emprego das pequenas fossas septicas, obrigatoriamente construidas em todas as habitações. Essa indicação appareceria quando não se conseguisse obter o espaço sufficiente, em *logar apropriado*, para a installação de grandes fossas urbanas; o que, a dar-se, seria por certo menos raro no caso de cidades situadas na immediata visinhança da foz dos rios ou á beira mar.

Mas na prática, se pensarmos que os liquidos residuaes destinados a serem lançados ao mar devem ser accumulados em grandes bacias só despejadas a certas horas, dependentes das marés, vemos que sempre haverá necessidade de encontrar espaço sufficiente para estas bacias. E não é ousado pensar que onde ellas acham logar será quasi sempre possivel installar egualmente fossas septicas. Por outro lado, convem lembrar que, onde de todo falta a superficie de solo disponivel, se pôde muitas vezes aproveitar o sub-solo para construeção de installações de-

Nas grandes fossas do terminus dos esgotos as acções realisadas são fundamentalmente as mesmas que se passam nas pequenas fossas caseiras.

É d'aquellas fossas que agora me vou occupar, e mais largamente do que d'estas ultimas o fiz, pelas razões expostas.

B) Fossas septicas para os effluxos urbanos

1) Os antecedentes da fossa septica urbana vulgar ou «Septic-Tank» de Cameron. Questões de prioridade

Em 1852, HENRY AUSTIN, para conseguir a separação parcial das materias solidas de agua de esgoto destinada a ulterior tratamento por adjuncção de cal e filtração, propunha a passagem do liquido pelas fossas de sedimentação representadas na (fig. 7).

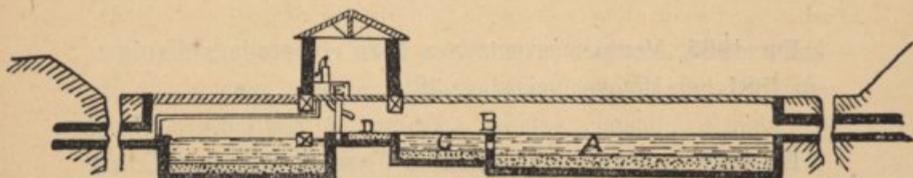


Fig. 7. — Fossas de HENRY AUSTIN (1852)

«A grande massa de materia solida, dizia AUSTIN, quando a agua de esgôto se encontra n'um relativo repouso no reser-vatorio, divide-se em duas partes; as particulas mais pesadas depositam-se no fundo, e as mais ligeiras collectam-se, em

puradoras, mesmo de certa importancia, como acontece em algumas cidades da America.

De tudo isto resulta que as fossas septicas domesticas deverão ser quasi absolutamente contra-indicadas nas cidades drenadas por um systema conveniente de esgotos.

uma massa sólida fluctuante, á superficie. Quer-me parecer que, no primeiro tanque (A), póde ser interceptada a passagem á maior parte d'estas materias tanto da superficie como do fundo, sem necessidade de recorrer a filtros, por meio de um simples diaphragma (B) munido de abertura que apenas permita a passagem do liquido a uma certa profundidade».

A limpeza do tanque (A) faz-se por dragagem. (C) é outro tanque «que não precisa ser tão fundo nem tão largo como o primeiro. (D) é um filtro que deve ser antes pouco profundo e largo do que muito profundo e estreito, e cuja limpeza póde ser feita, de longe em longe, por jórros de agua do reservatorio (E)».

A agua, ao escoar-se, finalmente, passava sobre um dique, acima do qual só attingia uma pequena altura.

Em 1858, no Derbyshire, construia-se a fossa cimentada descripta a pag. 35, destinada a receber a agua residual de uma escola de 250 a 300 pessoas e o producto da drenagem d'uma quinta.

Em 1865, MOURAS inventava a fossa começada a divulgar em 1881 por MOIGNO (veja pag. 36).

Em 1876, no hospital de doidos de Worcester (Mass; E. U. A.) utilisava-se uma fossa de sedimentação (fig. 8), com capacidade

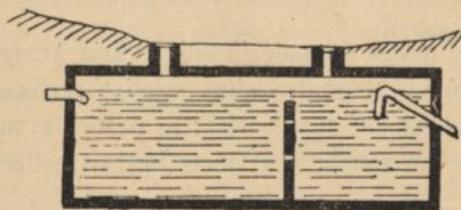


Fig. 8. — Fossa de WORCESTER (1876)

suficiente para os liquidos rejeitados por 600 pessoas, e na qual a entrada e a sahida do liquido se achavam collocadas a

uma altura inferior ao da superficie da agua residual no reservatorio. Este era coberto por abobada de alvenaria e dividido interiormente por diaphragma transversal com aberturas.

Em 1882, JAMES CROES, em Lawrenceville (New Jersey. E. U. A.), fazia, para uma escola, os planos de uma dupla fossa de sedimentação, dividida longitudinalmente em camaras communicantes, em um dos seus extremos ou nos dois, com a camara ou as camaras visinhas (*fig. 9*).

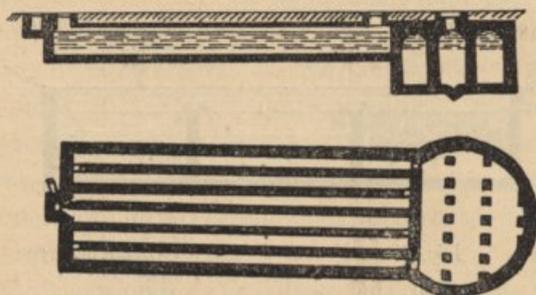


Fig. 9. — Fossa de JAMES CROES (1882)

A agua de esgôto entrava nas camaras centraes, percorria-as até ao extremo opposto, passava ás camaras immediatas onde caminhava em sentido contrario, até que, chegada ás mais exteriores, d'ahi, por sobre diques, cahia em delgada espessura, no tanque representado á direita da *fig. 9*; este tanque era evacuado por bomba quando necessario fôsse. A passagem do liquido de umas para as outras camaras fazia-se por pontos submersos. As camaras eram ventiladas por meio de um cano que levava ao fogo os gazes produzidos.

Em 1883, PHILBRIK, de Boston, construia em varios logares da America do Norte fossas circulares impermeabilizadas, nas quaes o liquido, antes de distribuido a canaes de irrigação, soffria uma maceração e divisão das suas substancias solidas por acções fermentativas. A entrada do liquido nas fossas fazia-se por pontos submersos. Á superficie do liquido formava-se

uma camada de materias fluctuantes e no fundo do reservatorio um deposito de materias mais pesadas; tanto a camada fluctuante como o deposito augmentavam rapidamente no principio, mas depressa uma e outro permaneciam constantes, e de tal forma que, n'um caso, quatro annos depois do começo do funcionamento, a espessura da camada fluctuante era inferior a 0^m,305 e a do deposito menor ainda.

Em 1886, ELLIOT CLARK desenhava as fossas de sedimentação e filtração representadas na *fig. 10*.

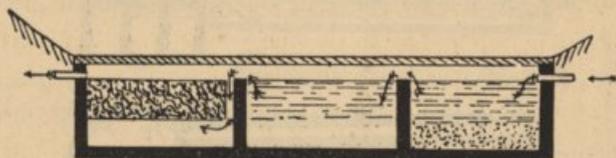


Fig. 10. — Fossas de ELLIOT CLARK

Em 1894, TALBOT construia em Urbana uma fossa com escoadouro submerso para o liquido e coberta de pranchas e terra. A inspiração para esta construcção veio-lhe «do estudo de várias fossas de sedimentação destinadas á agua de esgoto, da acção das grandes fossas fixas e do apparatus de M. MOURAS».

A observação mostrou que, na fossa de Urbana, «se fazia uma purificação material da agua de esgôto, e a efficacia da fossa foi sempre completamente satisfactoria».

Como aperfeiçoamento da fossa de Urbana, o autor desenhou em 1895 os planos de outra fossa que começou a funcionar em Champaign Ill. em 1897.

TALBOT faz notar que, apesar de ideadas e levadas a effeito ao mesmo tempo, por fôrma e com resultados semelhantes, as suas construcções de Urbana e Champaign são inteiramente independentes das que, em Exeter, eram devidas a CAMERON e que este registrava sob o nome de *Septic-tank*. Mas contra este registro se insurgia TALBOT, dizendo que «os principios

de falta de luz, não arejamento, escoamento de liquido a nivel inferior ao que attinge no interior da fossa, e outros aspectos de *Septic-tank* teem estado em uso desde ha tanto tempo que, certamente, não são já susceptiveis de ser registrados».

Na verdade, os estudos dos ultimos quinze annos teem-nos levado a uma melhor interpretação dos resultados colhidos pela realisação artificial de condições que facilitam as acções naturaes de depuração. E porque, agora, voluntariamente organizamos as cousas de modo a activar a producção de certos effeitos que conscientemente esperamos, somos levados a ver disposições materiaes novas no que, afinal, não é, por vezes, senão a reproducção de disposições antigas, das quaes só a nossa ignorancia nos não deixava ver os resultados iguaes ou semelhantes aos que actualmente colhemos e que se produziam juntamente com outros já conhecidos, cujo conseguimento era, então, o unico fim em vista.

Todos os exemplos de installações que acabei de citar mostram, com effeito, que de ha muito se procurava realisar a sedimentação em reservatorios nos quaes:

1.º a agua de esgoto, passando lentamente, soffria frequentemente uma redução na quantidade de solidos suspensos, por acção bacteriana anaerobia, hydrolyse, fermentação, maceração, etc. (antigas fossas fixas, fossas MOURAS, de PHILBRICK, de TALBOT, etc.).

2.º a decantação do liquido era feita, muitas vezes, sem prejudicar a quietação do deposito de lama ou da camada solida fluctuante, por escoadouro submerso (fossas de AUSTIN, de MOURAS, de PHILBRICK, de CROES, etc.).

3.º a obturação hydraulica das entradas e sahidas, capaz de se oppôr á fuga dos gazes, já existia portanto (varios exemplos dados em 2).

4.º uma abobada ou cobertura não era rara (numerosos exemplos dados).

5.º a ventilação era por vezes artificialmente provocada (fossa de CROES).

6.º não deixava de se observar a exclusão do ar e da luz (fossas de MOURAS, de TALBOT, etc.).

7.º o escoamento e arejamento do effluente por passagem sobre um dique tambem se encontrava (fossas de AUSTIN, de CROES).

Isto, para não mencionar outros principios de menor importancia, como o da remoção da lama sem evacuação do liquido das fossas, etc., que applicados mais recentemente na fossa CAMERON, que vou descrever, não merecem fóros de novidade, por isso que de ha muito, por outros, vinham sendo preconisados.

2) O Septic-Tank de Cameron e suas modificações.

O Ames-Tank. O Hydrolytic-Tank de Travis

Em 1895, CAMERON, para evitar a impermeabilisação rapida do sólo e dos filtros biologicos que, havia pouco, DIBDIN propuzera para a depuração das aguas de esgôto, lembrou-se de fazer preceder a phase de oxydação, que no solo e n'esses filtros em boas condições se realisa, por uma primeira phase anaerobia em fossa fechada, destinada a libertar o liquido das suas materias solidas não dissolvidas.

E, assim, em Belle Isle applicava o que chamou o *septic-tank process* ao tratamento de uma onda diaria, em tempo secco, de 240^m3 de liquidos residuaes, correspondendo a 1500-2000 pessoas do bairro de S. Laurent, de Exeter.

Deixando para mais tarde o estudo da phase aerobia, vejamos o que se passava durante a phase anterior na fossa septica de CAMERON (*fig. 11*)(1), e quaes os detalhes de construcção d'esta fossa.

(1) A *fig. 11*, apesar de representar a fossa septica de CAMERON do modelo de 1898, póde servir para auxiliar a descripção da fossa primitiva; as differenças d'uma para outra só existem em pontos secundarios.

A agua de esgoto bruta atravessava uma camara de decantação de detrictos (*B*) de 2^m,13 de comprimento, \times 5^m,49 de largo

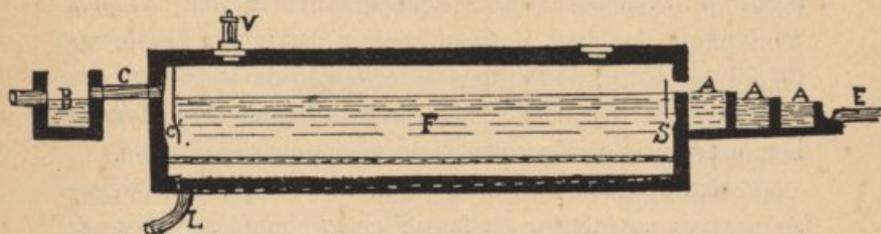


Fig. 11. — Fossa septica de CAMERON (modelo de 1898)

e \times 3^m de fundo, e entrava depois n'uma grande fossa (*F*) subterranea, de 17^m,32 de comprimento \times 5^m,49 de largo \times 2^m,29 de fundo, cimentada e impermeavel, coberta por abobada de cimento e depois por terra semeada de relva, de modo a evitar não só a entrada da luz e do ar, mas tambem as variações de temperatura no seu interior. A capacidade util total era de 244^m,41, um pouco maior, portanto, do que a necessaria para conter a onda diaria media dos liquidos a tratar.

O liquido sahia da camara de detrictos por uma larga abertura rectangular transversal, secção inicial de um conducto (*C*) que, caminhando primeiro horizontalmente a 0^m,30 sob a superficie do solo, descia depois, para ir terminar no interior da fossa, occupando a maior largura d'esta, a 1^m,5 abaixo do nivel que o liquido n'ella attingia (*C*). Á medida que a agua residual passava da camara de detrictos para a fossa propriamente dita, esta deixava sahir porção equivalente do seu conteúdo, no extremo opposto, por um canal cuja origem (*S*) se achava submersa a 0^m,30 de profundidade, occupando tambem quasi toda a largura do tanque. D'esta forma, não só a superficie da agua residual, onde as bacterias se accumulavam, permanecia em socego e a nivel constante, como tambem o ar exterior não penetrava na fossa, nem os gazes livres da fermentação n'esta produzida se escapavam pelos canaes de passagem do liquido; a sahida dos gazes era comtudo assegurada por valvulas especiaes (*V*) convenientemente dispostas.

Sendo, como dissemos, a capacidade correspondente, pouco mais ou menos, ao debito diario, pode suppôr-se que cada porção de agua de esgôto se demorava, em media, 24 horas no interior da fossa, deslocando-se n'ella muito lentamente ($0^m,75$ por hora), permittindo a realisação da hydrolyse sem agitação sensivel, e dando tempo a que o liquido se misturasse bem e adquirisse uma composição media quasi constante.

CAMERON examinava, d'uma camara de observação, o que se passava no interior da fossa: notava que á superficie do liquido se ia constituindo uma camada de escuma e materias fluctuantes, principalmente gorduras, de $0^m,05$ a $0^m,15$ de espessura, ao passo que no fundo se depositavam materias escuras, mas em tão pequena quantidade que ao fim de 3 annos sem limpeza alguma (1) não attingiam ainda uma altura de $1^m,2$. Entre a camada superficial fluctuante e o deposito, havia uma porção de liquido mais ou menos claro, em que a existencia de fermentações era testemunhada pelas bolhas de gazes que se deslocavam para a superficie. Estas bolhas conservavam em suspensão parte das materias inorganicas e permittiam que ellas sahisses da fossa, ao passo que as substancias organicas se decompunham e dissolviam; estes dois factos explicavam a lentidão do augmento de espessura do deposito.

Á sahida da fossa fazia-se passar a agua residual por um systema de cascatas (A) de $25-30^m$ de altura; CAMERON tinha em vista, com isto, facilitar a libertação dos gazes da fermentação e a mistura do liquido com o oxygeneo do ar, para que se tornassem mais efficazes, nos seus effeitos, as futuras acções oxydantes.

Com effeito, é preciso não esquecer que CAMERON apenas via na phase anærobia uma conveniente preparação para uma ulterior phase ærobia.

(1) No modelo de fossa registrado por CAMERON em 1898 (*fig. 11*), ha, cavado no fundo, um canal (L) por onde a lama accumulada pôde ser retirada sem necessidade de evacuar o liquido.

O uso do *Septic-tank* de CAMERON foi, em Exeter, em breve generalizado ao tratamento da onda diaria total, de 4836m^3 , para o que se construíram 6 fossas de 55m de comprimento $\times 10\text{m},5$ de largura $\times 2\text{m},13$ de fundo.

E, desde então, na Inglaterra e na America, na Allemanha e em França mesmo, a applicação das fossas septicas ao tratamento preliminar da agua de esgoto a depurar pelo sólo ou pelos leitos bacterianos tem sido feita em larga escala.

Acontece porém que as fossas, ainda que conservando, geralmente, a fórma rectangular, apresentam nos detalhes modificações várias, nos diferentes locais onde tem sido construídas.

A capacidade das fossas varia naturalmente muito com os locais; mas é de notar, ainda, que não fica em toda a parte a correspondente á onda diaria de tempo secco, como em Exeter, pois que ha casos em que é maior (1) (raras vezes) e outros em que é menor (frequentemente). É na America do Norte, onde as aguas de esgoto são muito diluidas, que a capacidade das fossas em relação ao debito dos esgotos é mais reduzida; a consequencia natural é que a estada do liquido em fossa será menor: assim por exemplo em Champaign, Ill. a onda diaria dos liquidos residuaes rejeitados em tempo secco por 3500 pessoas (1363m^3) enche 13 vezes a respectiva fossa durante as 24 horas, o que equivale a dizer que cada porção de liquido se demora, em media, menos de 2 horas no interior do reservatorio (2).

(1) Em Inglaterra, o *Local Governement Board* recommendou durante algum tempo uma capacidade correspondente a $1\frac{1}{2}$ vezes a onda diaria; mais tarde, reduziu esse numero a $1\frac{3}{4}$.

(2) É de notar que aqui nos referimos á massa liquida residual em tempo secco. Nos dias de chuva, se o systema dos esgotos é o separador, a onda diaria não augmentará sensivelmente, mas, se, pelo contrario, os

E para fossas de uma dada capacidade varia a relação que entre si mantêm as dimensões de comprimento, largura e altura.

O arejador e até mesmo a camara de detricos, que fazem parte integrante do *septic tank*, tal como CAMERON o ideou, faltam muitas vezes nas fossas septicas de outros autores.

O facto do liquido adquirir á sua superficie uma espessa camada de espuma e materias fluctuantes, que impede o contacto da agua residual com o ar e permite que a fermentação se realise, fez nascer a idéa da construcção de fossas descobertas, naturalmente mais economicas do que as fossas abobadadas.

No interior das fossas, cobertas ou não, é frequente a existencia de diaphragmas transversaes, quer partindo do fundo do reservatorio e não attingindo a superficie do liquido, quer, pelo contrario, descendo de um pouco acima d'esta mas sem alcançar o fundo (*fig. 12*); assim fica dividida incompletamente



Fig. 12. — Fossa septica com diaphragmas transversaes

a massa liquida, augmentando-se-lhe os contactos e o caminho a percorrer, como acontece nas fossas de sedimentação em que ha diaphragmas semelhantes (vol. I, pag. 197)

Mas, apesar das modificações apontadas, todas estas fossas

esgotos são combinados, poderá acontecer que o liquido que n'elles entra seja consideravelmente mais abundante do que nos dias seccos. N'este ultimo caso, já se deixa ver que, a não haver fossas de sobrecellente, o liquido demorar-se-á nos reservatorios muito menos do que se demoraria se pertencesse á onda do tempo secco.

Recommenda-se que haja, em qualquer installação, pelo menos duas fossas, e de tal capacidade que uma só possa chegar para a onda habitual.

conservam na essencia o typo primitivo e o funcionamento do *septic tank* de CAMERON. Todas permanecem cheias de liquido ao abrigo do ar, sem que a evacuaçao das lamas se faça durante longos periodos de tempo, e, em todas, as aberturas externas dos canaes de entrada e de sahida do liquido estao à mesma altura, permittindo que, de um modo lento e continuo, saia uma quantidade de liquido igual à que ao mesmo tempo vai entrando.

Ha, porém, um certo numero de fossas que, podendo ainda ter o nome de septicas, se afastam, comtudo, bastante do *septic-tank* de CAMERON e que estabelecem a transiçao para as fossas de sedimentaçao, em que a evacuaçao das lamas se faz muito repetidas vezes.

Mencionaremos, entre ellas, a fossa usada em Ames (*Ames-tank*), para o tratamento de 182^{m^3} diarios de agua de esgoto. A lama é evacuada mensalmente, e o liquido residual é retirado da fossa não lenta e continuamente, mas com intervalos de 6-7 horas, e rapidamente em cada occasiao, introduzindo-se ar quando das descargas, para facilitar a libertaçao dos gazes da fermentaçao e as açoes nitrificadoras futuras.

A evacuaçao rapida do liquido era tambem recommendada primitivamente por THUM e DUNBAR.

Merece particular referencia o *Hydrolytic Tank* de TRAVIS (*fig. 12*), usado em Hampton, aparelho todo em cimento e inteiramente coberto, com uma capacidade total de 1362^{m^3} , no qual se associam, até certo ponto, a fossa septica de CAMERON e o filtro anærobio de filtraçao ascendente de SCOTT-MONCRIEFF (adeante descripto), mas em que a evacuaçao das lamas é relativamente frequente.

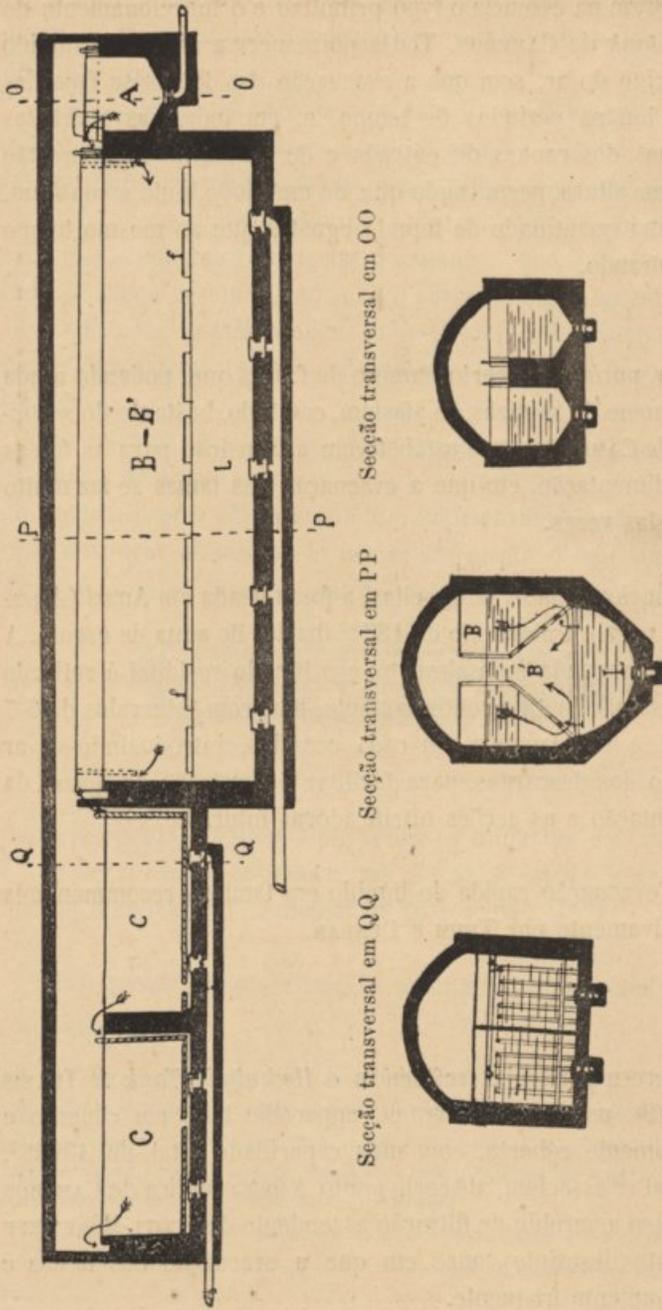


Fig. 42. — Fossa hydrolytica de TRAVIS

Em Hampton, cidade ingleza de 7:500 habitantes, a agua de esgoto (4000^m3 diarios), recalçada por ejectores, é, depois de passada por fossas de detricos (A), dirigida para o interior de um reservatorio (B-B'-L) dividido longitudinalmente em 3 compartimentos. É nos dois compartimentos lateraes (B) (*camaras de sedimentação*) que o liquido entra em primeiro logar, deixando ahí depositar grande quantidade de lama, que vai passando com elle, por fendas abertas (f) na parte inferior das paredes internas, para o compartimento medio (B') (*camara de liquefacção*); aquí, realisa-se a fermentação, intensamente, com dissolução de parte da lama e producção de gazes, que se escapam por placas perfuradas; a parte de lama que se não dissolve accumula-se no espaço sub-jacente (L), d'onde é quinzenalmente (ou mais raramente) (1) evacuada por valvulas.

O effluente da camara de liquefacção passa, por um escoadouro, a um canal que a leva á parte inferior de um de dois filtros anærobios ascencionaes (C) (*camaras hydrolysantes*), que funcionam alternadamente por periodos de 15 dias, primitivamente constituídos por grandes pedras partidas, que mais recentemente foram substituidas por placas de vidro parallelas (v). Estas placas de vidro teem por fim favorecer aquellas acções de superficie a que já me referi (pag. 20), capazes de determinar a coagulação dos colloides, retendo-os e impedindo que elles vão mais tarde perturbar os leitos no seu funcionamento, impermeabilizando-os. As materias colloides coaguladas em contacto com o vidro vão-se desprendendo e cahindo no fundo, onde formam a *lama supplementar* (*ultra-sludge* de TRAVIS) e d'onde podem ser retiradas por valvulas como a lama propriamente dita.

Calcula-se que o liquido residual se demora 5 horas nas camaras de sedimentação, 15 horas na de liquefacção e 3 horas nos filtros anærobios; á sahida d'estes, é lançado a leitos oxydantes submersiveis (de contacto).

(1) A capacidade do espaço reservado para as lamas é o sufficiente para conter as lamas produzidas durante 2 mezes.

Para o conhecimento dos resultados que se obteem pelo uso das fossas septicas, segundo as modalidades da sua construção, conforme as condições do seu funcionamento, e segundo a natureza das aguas residuaes, foram feitos estudos em installações experimentaes como as de Columbus (America), de Manchester (Inglaterra), de Hamburgo (Allemanha), de Madeleine (França), etc.

Os ensinamentos que ahi a experiencia fornece, e os que nas installações de depuração urbana a observação sempre dá tambem, serão apresentados nas paginas que se seguem.

3) Papel das fossas septicas na depuração das aguas de esgoto sob o ponto de vista dos seus caracteres physicos e da sua composição chimica

CAMERON attribuia á sua fossa, entre outras, as seguintes vantagens:

1.º Resolução do problema das lamas, em virtude da digestão praticamente total da materia organica solida.

2.º Obtenção de um effluente mais facilmente oxydavel do que o effluente dos tanques de sedimentação e de precipitação chimica.

Veio a reconhecer-se, mais tarde, que os effeitos conseguidos não são tão completamente lisongeiros como CAMERON pensava, e começou mesmo a haver quem nas fossas septicas, longe de encontrar a realisação de acções biologicas apreciaveis que a theoria promette e que foram expostas na sub-seccão anterior, apenas visse a producção de acções physicas de sedimentação.

Os resultados que VINCEY, DZERSGOWSKI, etc., colhem levam-os a esta ultima conclusão, como resultados muito differentes conduzem, pelo contrario, outros observadores e experi-

mentadores a affirmar a existencia de acções hydrolysantes importantes, se bem que não em tão alto grau como o apontado por CAMERON (FOWLER, WATSON, DUNBAR, THUM, FAVRE, CALMETTE, etc.).

Finalmente, alguns autores ainda, sem negarem que as fossas septicas permittam a hydrolyse da materia organica, entendem que, taes quaes são geralmente utilizadas (typo *septic tank* de CAMERON mais ou menos modificado), não são recommendaveis e exigem alterações importantes: porque não reúnem os requisitos necessarios para conseguirem o maximo de effeitos uteis pela producção do maximo possivel de acções hydrolysantes, dizem uns (ROUCHY); porque estas acções hydrolysantes, nas circumstancias em que se effectuam, são antes nocivas do que uteis, dizem outros (TRAVIS).

Aqui, a proposito das fossas septicas, como, mais tarde, a proposito dos leitos bacterianos, encontramos em terrenos oppostos os *physico-chimicos* e os *bacteriologistas*, estes attribuindo ás bacterias o principal papel nas modificações uteis da composição da agua de esgoto, aquelles dizendo que as attracções moleculares, as acções capillares, as adherencias de superficie, a simples gravidade, as reacções chimicas assumem importancia preponderante para a realisação da depuração.

Até certo ponto, a differença nas opiniões provém, sem duvida, de questão de palavras, nasce de preocupações de escola. Mas esta explicação não é sufficiente para o desaccordo entre resultados materiaes colhidos por varios autores; de certo as condições em que estes autores se collocam são bem diversas umas das outras, para que tal diversidade de effeitos se possa notar.

Estudemos cuidadosamente este importante assumpto, para descobrir as razões de divergencia das opiniões alheias e para formar imparcialmente a nossa.

3') **Efeitos conseguidos pela utilização das fossas septicas vulgares (typo septic-tank de Cameron)**

- a) **Acções de sedimentação, liquefação e gazeificação e sua influencia respectiva nas modificações da composição da agua de esgoto passada pela fossa septica**

O effluente das fossas apresenta um aspecto physico e uma composição chimica nitidamente differentes dos da agua de esgoto bruta que afflue a estes reservatorios; isto resulta de um conjuncto de acções que se exercem sobre as substancias que constituem a impureza do liquido.

Estas substancias podem encontrar-se em suspensão, em solução verdadeira, ou em solução colloidal. Sob a ultima fórma encontra-se, como já dissemos (vol. I, pag. 40), uma grande parte da materia organica. Esta parte não é geralmente posta n'um grupo autonomo. Com effeito, as substancias no estado colloidal foram até ha pouco tempo incorporadas no grupo dos corpos dissolvidos, porque se attendia á apparente homogeneidade das soluções colloidaes e á propriedade que ellas têm de atravessar os filtros de papel; ultimamente, pelo contrario, TRAVIS, MICHEL e outros autores incorporam as substancias que se encontram no estado colloidal de preferencia no grupo das materias suspensas, porque se verificou que ellas facilmente formam flocos que adherem ás superficies de contacto, e contribuem poderosamente para impermeabilisar as superficies filtrantes.

Mas o melhor será, ainda, deixar as substancias em questão n'um grupo á parte, intermedio aos outros.

Portanto, estudarei separadamente a influencia que a passagem pelas fossas septicas tem sobre o destino das materias impuras contidas na agua de esgoto, classificadas, segundo o seu estado physico, em substancias suspensas, substancias em pseudo solução colloidal e substancias em solução verdadeira.

Mas, como isso não basta, indicarei, em seguida, quaes as modificações de composição chimica qualitativa e quantitativa que a agua de esgoto soffre, pelo facto do seu tratamento na fossa septica.

a') **Influencia do tratamento septico sobre o estado physico das impurezas da agua de esgoto**

α) **Materias suspensas**

A grande maioria das fossas septicas, imitações mais ou menos modificadas do *septic tank* de CAMERON, têm, como este, annexa, uma bacia de deposição de detritos, onde a agua de esgoto soffre uma grosseira decantação previa.

Das substancias mineraes, uma grande proporção deposita-se n'esta bacia, e apenas uma pequena parte, principalmente composta de argilla e areias finas, de reduzidos volume e peso, acompanha o liquido para o interior da fossa septica, juntamente com a totalidade das materias fluctuantes não retidas previamente por grades (1), e com a maior parte das materias suspensas de natureza organica, sobre a qual as acções de sedimentação não se podem exercer efficazmente durante a rapida passagem da agua de esgoto pela fossa de areias.

Tenha já soffrido ou não esta decantação preliminar, o liquido residual que entra na fossa septica propriamente dita apresenta á sahida uma baixa apreciavel nos seus solidos suspensos, como se vê no quadro seguinte, do 5.º Relatorio da *Royal Commission*.

(1) Quando, antes das fossas septicas, o liquido residual encontre grades, estas serão de espaços largos (de 0^m,06 na installação de Madeleine) e apenas destinadas a deter corpos fluctuantes de volume exagerado.

Nome do lugar	Qualidade da agua de esgoto	Sólidos suspensos na agua de esgoto bruta, em mg. por litro	Média	Observações	Demora media do líquido nas fossas
Accrington.....	domestica, concentrada.....	389,3	194	143, pouco depois da limpeza da fossa.....	42 horas.
Andover.....	domestica, com pequena quantidade de residuos de cervejaria.....	158	111	8 mezes depois da limpeza incompleta da fossa..	19 ^h , 18 ^m (onda de tempo secco). 13 ^h , 6 ^m onda maxima.
Caterham.....	domestica, excepcionalmente concentrada.....	421	222	1 mez depois da limpeza.....	12 horas.
Exeter (installação principal). Exeter (S ^t Leonards).....	domestica, concentrada..... domestica, fraca.....	372 261	125 84	18 mezes depois da limpeza..... 12 mezes depois da limpeza.....	11 ^h , 30 ^m (onda de tempo secco). 17 ^h , 36 ^m (onda maxima). 8 ^h , 36 ^m (onda maxima).
Hartley Wintney	domestica, com grande proporção de liquidos de cervejaria.....	201 (agua de esgoto diluida, do inverno) 327 (agua de esgoto de verão, tempo secco)	151	depois de 13 1/2 anos sem limpeza	31 ^h , 42 ^m (onda de tempo secco).
Guildford.....	domestica concentrada, com grande proporção de liquidos de cervejaria.....	421	159	fossa cheia de lama	36 ^h , 42 ^m .
Knole.....	domestica.....	194	84,2	15 ^h , 12 ^m (onda de tempo secco). 3 ^h , 12 ^m (onda maxima).
Prestolee.....	domestica, diluida e sem matérias feccas.....	54,2	31,7	depois de 4 1/2 anos sem limpeza	22 ^h (onda de tempo secco).
Slaithwaite.....	»	107	71	depois de 5 1/2 anos sem limpeza	13 ^h , 36 ^m (onda de tempo secco).
York.....	domestica e diluida.....	212	53	2 fossas, uma usada durante 18 mezes, outra durante 6 mezes..	26 horas.

A quantidade de materias suspensas no effluente das fossas depende não só da riqueza do liquido bruto em taes materias, mas tambem de outros factores: assim, por exemplo, sóbe com o augmento da velocidade e a diminuição da demora do liquido no interior da fossa, e com o augmento do tempo de funcionamento d'esta depois da ultima limpeza (isto é com a quantidade de lama accumulada) (1), e varia com as estações, sendo maior durante o inverno (2).

Comprehende-se, pois, muito bem que, depois da passagem pela fossa, a percentagem de redução achada para a quantidade de solidos suspensos na agua de esgoto bruta varie muito nos differentes casos. É o que se vê no seguinte quadro:

Logares	Proporção de materias suspensas no effluente septico por cento de materias suspensas da agua bruta affluente (3).	Percentagem de redução na riqueza em materia suspenso de uma agua de esgoto pela passagem na fossa septica.
York	25	75
Exeter (S. ^t Leonards)	32,1	67,9
" (installação principal)	33,6	66,4
Guildford	37,7	62,3
Knole	43,4	56,6
Accrington	49,8	50,2
Caterham	52,7	47,3
Prestolee	58,4	41,6
Slaithwaite	66,3	33,7
Andover	70	30

(1) Em Burnley, o effluente da fossa, que no principio continha 150^{mg} de materias suspensas, passava a ter 350^{mg}, por litro, ao fim de 6 mezes. Em Huddersfield, as materias suspensas passavam de 66^{mg} a 233^{mg} por litro, ao fim de 11 mezes de funcionamento, e em Leeds de 122^{mg} (janeiro-julho de 1903) a 241^{mg} por litro (julho-dezembro, 1904).

(2) As materias suspensas por litro do effluente das fossas de Leeds eram 127^{mg} na primavera, 156^{mg} no verão e 213^{mg} no inverno. Em Huddersfield verificou-se igualmente que no inverno o effluente é mais rico em materias suspensas do que no verão.

(3) Em rigor, não se póde dizer que os numeros aqui apresentados sejam percentagens das materias suspensas do liquido bruto. Com effeito

A baixa da materia suspensa em Massachussets seria de 61 0/0, em Hamburgo de 71,3 (DUNBAR).

Podemos admittir, com a *Royal Commission on Sewage*, que uma agua de esgoto de character domestico e de concentração media, contendo em tempo sêcco 350 mgr. de materias suspensas por litro, pela passagem n'uma fossa septica funcionando em boas condições e de uma capacidade capaz de conter a onda diaria de tempo secco, leva a um effluente em que as materias suspensas se encontram na quantidade de 100 mgr. por litro; n'esta hypothese, o effluente da fossa contem 28,6 partes de materias suspensas por 100 partes de materias suspensas da agua bruta e a baixa na riqueza d'estas substancias, pela passagem na fossa, é de 61,4 0/0.

Mas, para conseguir esta baixa mais ou menos notavel na materia em suspensão, actuará a fossa septica apenas mecanicamente, e as substancias solidas que faltam no effluente serão encontradas na sua totalidade no interior do reservatorio, retidas por simples sedimentação?

É preciso confessar que assim acontece, mas isso só durante os primeiros tempos do funcionamento.

Das materias não dissolvidas das aguas de esgôto, as mais leves sobrenadam, formando uma camada de lamas fluctuantes ou *chapeu*, ao passo que as materias mais pesadas precipitam pela ordem da sua densidade, indo constituir um depósito.

Tanto a camada fluctuante como o deposito augmentam rapidamente no principio. Mas, depois de um certo periodo de tempo (que em Columbus seria de 8 a 17 dias) maior no

a materia suspensa no effluente é não só parte da materia suspensa do affluente, mas ainda parte da resultante, no interior da fossa, da coagulação dos colloides e da precipitação, por acções chemicas, de substancias dissolvidas. Portanto, eu digo proporção de materias suspensas do effluente por cem das suspensas no affluente; a percentagem de solidos suspensos do affluente que sahe com o effluente é um pouco menor.

inverno do que no verão, tanto mais curto quanto menor for a agitação do liquido, e que mais rapidamente se termina se se inocula a agua residual contida na fossa com espuma de uma fossa antiga em actividade, o *chapeu* fica estacionario e o deposito deixa de augmentar sensivelmente; ao mesmo tempo nota-se que ao cheiro fecaloide, que da fossa sahia, se succede o cheiro dos gazes das fermentações. É que começam, agora, a intervir as acções de hydrolyse, de digestão da materia solida, que ao fim de um mez, segundo CALMETTE, terão attingido a sua plena actividade e cuja existencia é facil demonstrar.

As experiencias de FAVRE, feitas em Hamburgo, e as de CALMETTE, feitas em Madeleine, mostram claramente que, n'uma fossa septica bem construida e regulada no seu funcionamento, as materias organicas são desintegradas, mais ou menos rapidamente segundo a sua natureza.

Estas experiencias consistem em immergir no conteudo da fossa septica [e em agua de esgoto estagnante e corrente (1), para comparação] recipientes metallicos em cujo interior e separadamente se collocam varias substancias (albumina d'ovo, carne, peixe, cartilagens, gordura, pequenos animaes esfolados ou não, legumes, batatas, cellulose sob varias fórmas, etc.) e em calcular a perda de peso soffrida por estas substancias, em tempos variaveis e à mesma temperatura (16-17.º).

Verificam os citados autores que, em 6 semanas, 100 gr. de albumina de ovo cosida só deixam 1 gr. de residuo (2), na fossa septica, ao passo que deixam respectivamente, 76 ou 83 gr., quando mergulhados na agua de esgoto estagnante ou na agua de esgoto corrente.

A carne crua e, mais ainda, a carne cosida, no principio,

(1) A agua de esgoto no interior da fossa septica tambem é corrente, mas com uma insignificante velocidade; por agua de esgoto corrente entende-se aqui o liquido residual fóra da fossa e com uma velocidade de deslocamento bastante apreciavel.

(2) Ao fim de 3 semanas já tinha desaparecido 75% de albumina.

augmentam de pêso, pela absorpção de agua; mas, depois, corroem-se e dissolvem-se: A carne crua perde em 3 semanas de estada em fossa septica 49 0/0 do seu peso e em 6 semanas 96 0/0 (em agua de esgoto estagnante a perda era só de 15 0/0 em 6 semanas; na agua de esgoto corrente a des-agregação só começava 15 dias depois para a carne crua, e tres semanas depois para a carne cosida).

A carne de peixe, mais alteravel, desapparece totalmente em duas semanas na fossa septica.

Substancias que se poderiam julgar muito resistentes, como são as cartilagens e os tendões, perdem em cinco semanas respectivamente 99 0/0 e 65 0/0 do seu peso.

No mesmo tempo, a lã e as penas perdem 50 0/0 do seu pêso.

As gorduras são muito resistentes, mas acabam tambem por se decompor (1).

É graças ao revestimento cutaneo adiposo que os cadaveres dos pequenos animaes resistem por muito tempo (2).

Pelo contrario, os corpos dos mesmos animaes depois de esfolados são energeticamente atacados nos seus componentes albuminoides (3), e decompõem-se rapidamente; de um porquinho da India esfolado introduzido na fossa de Hamburgo só restavam os ossos ao fim de 3 semanas.

Os hydratos de carbono ou os corpos ricos d'estes compostos (couves, batatas, etc.) decompõem-se muito facilmente na fossa septica. Metade de uma couve crúa, pesando 675 gr.,

(1) Note-se que esta decomposição é principalmente lenta para as gorduras immersas no liquido; porque se ellas sobrenadam interveem germens oxydantes que mais rapidamente as destroem.

(2) As affirmações de CALMETTE, no 1.º volume das *Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout*, de que os ratos e os passaros que cahiam nas fossas abertas de Madeleine eram dissolvidos em alguns dias, nasciam, por certo, de um equivoco.

(3) D'um modo geral, os albuminoides, principalmente os collage-neos e a keratina, dissolvem-se com grande rapidez.

e outra metade cosida, pesando 835 gr., dissolvem-se quasi inteiramente (99 e 99,5 %) em 6 semanas.

A cellulose (pannos de linho, corda, papel) é igualmente desintegrada: Uma corda de canhamo depois de 5 semanas de estada em fossa septica já não resistia sem rebentar a uma tracção de 15 gr. (pedaços da mesma corda deixados durante o mesmo tempo em agua de esgoto estagnada ou em agua de esgoto corrente supportavam ainda pesos de 12 kilos). O papel de jornal começa a dissolver-se depois de 3 semanas, libertando bolhas de gaz, na fossa septica [na agua de esgoto estagnada (1) ou na agua de esgoto corrente amollece, mas sem soffrer nenhuma alteração apreciavel].

A rapidez da desintegração era quasi a mesma para os objectos enterrados na lama que para os objectos suspensos no liquido.

No interior dos corpos em decomposição encontravam-se em cada caso as enzymas convenientes para a sua dissolução; essas enzymas ajudam poderosamente a acção directa dos germens (2).

(1) Um pedaço de papel de jornal foi, em 30 de julho de 1908, deixado em vaso fechado cheio de agua de esgoto de Coimbra, juntamente com um pedaço de rolha e outros de carne crua e cosida, peixe, pão, um grão de bico, um feijão, e pequenos insectos; todos estes objectos, a não ser o papel e a cortiça, se desintegraram, mas muito mais lentamente do que o fariam n'uma fossa septica (o feijão só ao fim de tres mezes e meio). Mas o papel de jornal, em 15 de outubro de 1910, encontra-se perfeitamente intacto, sendo possivel a leitura das palavras impressas, atravez do vidro; o pedaço de cortiça conserva as dimensões e fórma primitivas.

(2) A difficuldade de alteração das substancias organicas na agua de esgoto estagnante é a confirmação pratica do que já tinhamos previsto, quando estudámos as acções de hydrolyse, na sub-secção ultima: a accumulção excessiva de excreções microbianas e dos productos resultantes da actividade dos germens prejudica rapidamente estes na sua vitalidade e oppõe-se aos effeitos das acções diastasicas.

O atrazo das transformações na agua de esgoto corrente justifica-se, pelo contrario, pelo facto de que os microbios e as enzymas que não

Das experiencias de FAVRE e CALMETTE não se deve concluir que a totalidade das materias organicas solidas entradas na fossa septica pôde desaparecer, dissolvida ou gazeificada. Muitas substancias escapam quasi por completo á acção dissolvente: taes são as folhas de chá, as pelles de fructos cosidos, as borras de café, a madeira, que como KAMMAHN, GRAF e KORN demonstráram, ficam, mesmo ao fim de 2 mezes, quasi inalteradas. As rolhas ficam constantemente intactas, mesmo ao fim de 6 mezes (contra o que CALMETTE, primitivamente, affirmava).

Na verdade, muito antes das recentes experiencias de CALMETTE e de FAVRE, a realidade da digestão da materia solida nas fossas septicas foi estabelecida indubitavelmente. Bastou para isso calcular a differença entre a quantidade de materia suspensa desaparecida do liquido por passagem na fossa e a quantidade de materia solida encontrada nas lamas depositas e na camada fluctuante, ao fim de um certo tempo.

Esta differença que representa a quantidade de materia solida liquefeita ou gazeificada (1), durante o tempo em ques-

estejam protegidos nas anfractuosidades são constantemente arrastados pelo liquido e não teem tempo de actuar sobre as substancias de que são afastados pela corrente.

Notaremos que na agua limpa os objectos ficam inteiramente na mesma, depois de tempo que permittiria a sua dissolução completa na agua de esgoto.

(1) Isto não é rigorosamente exacto; o pêso da materia suspensa do affluente que foi gazeificada ou solubilizada é maior do que esta differença indica, porque o pêso de substancia solida da lama que se subtrahê do pêso de materia suspensa affluente desaparecida do liquido é não só a formada por sedimentação de materia suspensa do affluente, mas tambem a que resulta da sedimentação de parte dos colloides coagulados e de parte das substancias dissolvidas precipitadas na fossa [*ultra-sludge* (*) ou lama supplementar] Além d'isso,

(*) TRAVIS dá o nome de *ultra-sludge* apenas á lama que resulta da coagulação dos colloides no interior da fossa; mas parece-me justo abranger tambem, sob essa designação ou sob a de lama supplementar, a que resulta, igualmente na fossa, da precipitação chimica de substancias dissolvidas no affluente.

tão, apreseñou-se sempre bastante apreciavel nas fossas septicas em regular funcionamento, se bem que variando de local para local. Em EXETER, DIBDIN e THUDICUM comparando o liquido afluente á fossa septica com o effluente d'esta, encontram a menos no ultimo 200 mgr. de materias suspensas por litro; ao fim d'um anno, a quantidade de substancias suspensas assim desaparecidas do liquido, por passagem na fossa, era de mais de 24.993 kilos, mas no interior d'esta apenas se encontravam 5.080 kilos; gazeificara-se ou liquefizera-se, pois, a differença de mais de 19.913 kilos, isto é 79% dos solidos desaparecidos do liquido (1).

Em geral, porem, as percentagens apresentadas de digestão de solidos suspensos não se referem á quantidade de materia suspensa desaparecida do liquido pela passagem por fossa septica, mas antes á quantidade total da materia suspensa na agua de esgoto que afflue a este reservatorio; os numeros achados n'este ultimo caso são, naturalmente, mais baixos do que seriam os obtidos da primeira fórma (2).

como nós tomamos para o valor do peso de substancia suspensa affluente desaparecida pela passagem por fossa a differença dos pesos de materia suspensa no affluente e no effluente, obtemos um numero menor do que o real, visto que as materias suspensas no effluente não são só parte das que já existiam no affluente, mas tambem mais algumas que na fossa passaram ao estado solido; este erro vai actuar no mesmo sentido que o comettido com o facto de não entrarmos em linha de conta com a *ultra-sludge*, isto é concorre tambem para que a destruição dos solidos suspensos do affluente seja mais intensa do que á primeira vista parece.

Adeante desenvolveremos mais demoradamente este assumpto.

(1) Esta percentagem é mais elevada do que as que geralmente se obteem.

(2) Com effeito, a materia suspensa desaparecida do liquido é apenas uma parte da materia suspensa com que o liquido entra no interior d'este reservatorio.

O leitor desculpará que eu insista sobre cousa que lhe parecerá muito clara, porque o é, mas é necessario fazer notar o erro importante tantas vezes comettido, que resulta de confundir as percentagens em questão.

Durante os primeiros tempos, apresentavam-se numeros muito elevados — 70, 80 e mesmo 90 — como percentagens de digestão da substancia suspensa affluente.

Mais exactas observaões levaram a numeros menores.

Eis (sem correção para a *ultra-sludge*), segundo o quinto relatorio da *Royal Commission*, para varias installaões, as percentagens da materia suspensa entrada nas fossas septicas que, no interior d'estas, soffrem gazeificação ou liquefação :

38 % em Huddersfield (Campbell)

32 % em Sheffield (Harworth)

30 % em Leeds (Harrinson)

25 % em Manchester (Fowler)

10 % em Birmingham (Watson e O'shaughnessy)

Em Hampton a percentagem seria de 58 %, em Glasgow de 50 % e em Accrington de 35 %.

As variaões nas percentagens dos solidos digeridos explicam-se porque n'ellas influem varios factores: a natureza das aguas de esgoto mais ou menos ricas em materias indecomponiveis — areias, etc. —, a presença ou a falta de fossas de detricτος, de grades, crivos, etc., precedendo a fossa septica, o tempo que n'esta se demora o liquido, a frequencia da limpeza das lamas, o clima (1), etc.

É pois necessario que estes factores sejam indicados para cada caso.

As cuidadosas observaões feitas durante mais de dois annos em Exeter e Ilford, pela *Royal Commission*, levaram aos seguintes resultados (sem correccão para a *ultra-sludge*):

(1) JAMES conseguiu na India (*Seper's Asylum*, de Matunga) uma dissolução ou gazeificação de 75 % das materias suspensas d'uma agua de esgoto muito diluida (91^{m3} diarios correspondendo a 400 pessoas), pela estada do liquido em fossa septica aberta durante 8 horas.

Logar	Natureza da agua de esgoto	Capacidade das fossas	Limpeza das fossas	Percentagem de solidos suspensos na agua bruta que é digerida.
Ilford.	domestica, de concentração média.	capaz de conter a onda diaria de tempo secco	nenhuma, durante o tempo de observação.....	30
Exeter.	domestica, de concentração igual a dois terços da concentração da agua de esgoto de Ilford.....	idem.....	idem.....	25

Admittiremos com a *Royal Commission* que a percentagem de digestão dos solidos suspensos de uma agua de esgoto de caracter domestico e de concentração media, contendo 350 mg., de materias suspensas por litro, com demora de 24 horas na fossa, é, em media, de 30.

*

Do que fica dito podemos partir para fazer algumas considerações uteis.

Representemos por Q o volume de agua de esgoto que, durante um certo tempo T , entra n'uma fossa septica de capacidade q , e por s^a o pêso de substancias suspensas que esse volume de liquido affluente contém.

Por virtude de acções physico-chimicas e biologicas realisadas na fossa, s^a divide-se em 4 parcellas :

1.^a as^a — que fica na fossa no estado solido, sem ser digerida; esta parcella é composta de materias mineraes (mais abundantes quando não haja uma bacia de detritos a preceder a fossa septica) e de materias organicas que resistem ás fermentações anærobias; contribue para a formação de lama que terá de ser retirada em tempo opportuno.

2.^a βs^a — que se liberta do liquido como gaz.

3.^a $\gamma s^a = \gamma' s^a + \gamma'' s^a$ — que se solubilisa e sai no effluente como materia em solução verdadeira ($\gamma' s^a$) ou em pseudo-solução colloidal ($\gamma'' s^a$).

4.^a δs^a — que é arrastada em suspensão no effluente da fossa (1).

Notemos desde já que:

1.^o — αs^a não é senão o pêso de uma parte (na verdade a mais importante) da substancia solida da lama que ficará na fossa septica pelo tratamento do volume Q; porque para a formação da lama contribuirão ainda os pesos ϵc^a e κd^a , das materias que no affluente vinham respectivamente no estado colloidal e em solução verdadeira e que na fossa passaram ao estado solido, ficando depositadas no seu interior, sem serem destruidas por acções bacterianas nem arrastadas em suspensão pelo liquido effluente. Portanto, o verdadeiro pêso da materia solida total da lama é $L = \alpha s^a + \epsilon c^a + \kappa d^a$.

2.^o — βs^a não representa todo o pêso de materia do volume Q que como gaz se liberta do liquido, na fossa; com

(1) Estas quatro operações — sedimentação, gaseificação, solubilisação e arrastamento pelo effluente da fossa — que começam a dar-se, para a materia suspensa de Q, desde que as primeiras porções d'este volume entram na fossa, continuam-se ainda muito depois de todo o volume Q ter acabado de passar. Assim, por exemplo, o volume Q arrasta apenas uma parte de δs^a (a parte restante será arrastada mais tarde por futuro volume liquido) e leva consigo uma parte das materias suspensas abandonadas por agua de esgoto que antes de Q atravessára a fossa; e, identicamente, o volume Q leva, apenas, uma parte de γs^a (porque a outra parte só mais tarde se dissolve), e conduz uma parte das materias solidas solubilizadas durante a passagem de Q na fossa, mas entradas n'esta em suspensão no liquido anterior a Q. Mas, quando $\frac{Q}{q}$ seja muito consideravel e o tempo durante o qual se fazem os calculos muito grande, póde suppor-se que o pêso das substancias que ficam na fossa abandonadas por Q para sahir mais tarde corresponde praticamente ao pêso das que Q arrasta consigo de entre as que foram abandonadas pelo volume liquido anterior.

effeito ao estado de gaz livre passam, tambem na fossa, o pêsso ζc^a de materia colloide e o pêsso λd^a de materia dissolvida no Q affluente; isto é, o pêsso total de materia do volume affluente que se liberta como gaz, na fossa, é $G = \beta s^a + \zeta c^a + \lambda d^a$.

3.º — $\gamma s^a = \gamma' s^a + \gamma'' s^a$ não indica rigorosamente o pêsso das substancias suspensas do affluente que por dissolução na fossa vão deixar de ser nocivos como agentes impermeabilisadores do solo ou dos leitos bacterianos. Com effeito, o pêsso $\gamma'' s^a$ é de substancias que acompanharão o effluente sob fórma colloidal e que terão sobre o sólo e leitos praticamente o mesmo poder de impermeabilisação que teem as materias suspensas de pêsso δs^a .

Mais adeante voltarei a referir-me a $\gamma'' s^a$; n'este paragrapho não farei distincção entre as materias suspensas que passam a solução verdadeira e as que passam ao estado colloidal.

4.º — δs^a não representa senão uma parte do pêsso das materias suspensas do effluente; porque este levará em suspensão, ainda, os pêsso θc^a e νd^a , de materias que no affluente vinham respectivamente no estado colloidal e em solução verdadeira e que na fossa passaram ao estado solido, sendo depois arrastadas pelo liquido para o exterior; portanto, o pêsso das materias do volume Q que sahirão suspensas no effluente da fossa será $s^e = \delta s^a + \theta c^a + \nu d^a$.

Mas, como $\theta c^a + \nu d^a$ é relativamente pequeno, muito menor do que $\alpha s^a + \beta s^a + \gamma s^a$, acontece que s^e é sempre consideravelmente menor do que s^a , como se póde concluir dos numeros dados a pag. 72.

Se α , β , γ , δ são coefficients de percentagem, temos $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 100$.

$\beta + \gamma$ — méde a utilidade da fossa septica como meio de realisação das acções biológicas de digestão das materias suspensas do affluente.

α — dá idéa da efficacia da fossa septica como simples fossa de sedimentação das materias suspensas do affluente.

δ — representa a imperfeição da fossa com respeito á sup-

pressão no effluente da fossa das materias suspensas existentes no affluente.

Ha discordancia entre os varios autores com respeito aos valores medios a dar a α , $\beta + \gamma$ e δ , que dependem uns dos outros; isto explica-se porque:

1.º — as experiencias feitas em boas condições para o liquido das fossas septicas datam de ha pouco mais de dez annos;

2.º — de uma cidade para outra, variam o clima, a natureza das aguas de esgoto, o methodo da sua analyse, os pormenores de construcção das fossas e o modo de dirigir o funcionamento d'estas;

3.º — ha preoccupações de escola: os partidarios das fossas septicas exaggeram $\beta + \gamma$; os seus detractores diminuem o valor d'esta somma.

Para calcular approximadamente o valor d'estes coefficients, comettamos momentaneamente os erros de suppôr que as materias suspensas do effluente da fossa são apenas representadas pela parte das materias suspensas do affluente que sai arrastada pelo liquido para o exterior da fossa (1) e que a substancia solida da lama abandonada no interior d'esta é apenas tambem uma parte das materias solidas suspensas do affluente (2).

Indo, n'esta hypothese, tomar os numeros da primeira columna do quadro de pag. 73, obtemos para δ valores variaveis com as differentes installações de depuração. Mas para o caso de uma agua de esgoto de concentração média, contendo 350 mgr. de materias suspensas por litro, e passando n'uma fossa de capacidade igual á onda de tempo secco de 24 horas teremos para δ um valor de 28,6 (pag. 74).

A esta agua residual é que se refere o primeiro quadro apresentado abaixo, construido com elementos fornecidos pela *Royal Commission* depois de muitas experiencias e observações. O valor de δ é muito vizinho (30,9) no segundo quadro

(1) Isto é, para o volume Q , supponhamos $s^e = \delta s^a$ e $\theta c^a + v d^a = 0$.

(2) Isto é, para o volume Q , supponhamos $L = \alpha s^a$ e $z c^a + x d^a = 0$.

apresentado, do coronel HARDING, *Chairman of the Sewage Committee of Leeds (1897-1904)*, que dá a media de resultados de analyses muito cuidadas feitas durante muito tempo.

Resultados de varios tratamentos de uma agua de esgoto de caracter domestico, de concentração média, contendo 350 mgr. de materia suspensa por litro.

Processos	Demora nas fossas	Materias suspensas em mgr. por litro		
		levadas pelo effluente	gazeificadas ou liquefeitas	depositadas
Sedimentação em agua quiesscente...	8 horas	70 ($\delta=20$)	0 ($\beta+\gamma=0$)	280 ($\alpha=80$)
Sedimentação em agua corrente....	15 horas	100 ($\delta=28,6$)	0 ($\beta+\gamma=0$)	250 ($\alpha=71,4$)
Precipitação chimica quiesscente.....	2 horas	25 ($\delta=7,1$)	0 ($\beta+\gamma=0$)	325 ($\alpha=92,9$)
Precipitação chimica em agua corrente..	2 horas	45 ($\delta=12,9$)	0 ($\beta+\gamma=0$)	305 ($\alpha=87,1$)
Passagem por fossa septica.....	24 horas	100 ($\delta=28,6$)	105 ($\beta+\gamma=30$)	145 ($\alpha=41,4$)

(1)

Resultados de varios tratamentos de uma mesma agua de esgoto contendo 599 mgr. de materias suspensas por litro.

Processos	Demora nas fossas	Materias suspensas em mgr. por litro		
		levadas pelo effluente	gazeificadas ou liquefeitas	depositadas
Sedimentação em agua quiesscente...	algumas horas	85,5 ($\delta=14,2$)	0 ($\beta+\gamma=0$)	513,5 ($\alpha=85,8$)
Sedimentação em agua corrente....		143 ($\delta=23,8$)	0 ($\beta+\gamma=0$)	456 ($\alpha=76,2$)
Passagem por fossa septica.....	24 horas	185 ($\delta=30,9$)	185 ($\beta+\gamma=30,9$)	229 ($\alpha=38,2$)

(1) No calculo das materias depositadas pela precipitação chimica ficaram de lado o reagente precipitante e as materias colloidaes que pela acção d'este coagulam e depositam.

Vemos n'estes dois quadros que, sob o ponto de vista da obtenção de um effluente pobre em materias suspensas, o tratamento septico, sendo notavelmente inferior á precipitação chimica, está ainda muito abaixo da sedimentação quiescente. E, se no primeiro quadro δ é o mesmo para a sedimentação em agua corrente e para a passagem por fossa septica, no segundo quadro vemos δ ser apreciavelmente menor para o primeiro d'estes dois processos.

Este maior valor de δ nos effluentes das fossas septicas é motivado pelo facto de que os gazes que se desenvolvem na camada de lama depositada libertam-se, por vezes violentamente, occasionando projecções ascendentes de numerosas particulas solidas para o seio do liquido, que depois as arrasta para o exterior.

Se, pois, só olhassemos á riqueza do effluente em substancias suspensas, as fossas septicas deveriam desaparecer e ser substituidas por fossas de sedimentação. Mas é necessario attender a que a materia solida que fica em deposito é em muito menor quantidade n'aquellas do que n'estas ultimas, e a que esta vantajosa diminuição no valor de α nas fossas septicas está longe de ser unicamente devida ao augmento do valor de δ .

Com effeito, como $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 100$ e $\alpha = 100 - (\delta + \beta + \gamma)$ temos que α descera, evidentemente, não só com o augmento de δ , mas tambem com o augmento de $\beta + \gamma$.

Ora $\beta + \gamma$, que é, praticamente, egual a zero no caso das fossas de sedimentação e de precipitação, tem um valor importante no caso das fossas septicas; este valor foi apontado já, a pag. 81, como sendo de 30, em media, para a agua de esgoto a que se refere o quadro 1.º da pag. 85; o quadro do coronel HARDING apresenta resultados proximamente eguaes para $\beta + \gamma$ (1).

(1) Geralmente, admite-se que β tem um valor muito inferior a γ . O valor maximo provavel de β seria 5, segundo MICHEL; n'essa hypothese, na somma $\beta + \gamma = 30$, de materia solida digerida, β entraria na proporção de 16,6 %.

Ora, pelo contrario, algumas recentes observações levam a dar a β

Nas fossas septicas, portanto, o valor de $\beta + \gamma$ concorre poderosamente para que o valor de α seja então pouco mais ou menos metade do que é no caso das fossas de sedimentação quiescente: nos dois quadros, α tem os valores de 41,4 e 38,2 para as fossas septicas e de 80 e 85,8 para as de sedimentação quiescente.

Mas ainda é de notar que as fossas septicas não teem só a vantagem de, por digestão, diminuir a quantidade de materia solida depositada; porque, como mais tarde veremos, as lamas formadas com essa materia solida, alem de serem relativamente inodoras e pobres em materia organica, são muito condensadas e muito menos ricas em agua do que as lamas das fossas de sedimentação, o que faz que occupem um volume muito menor do que estas ultimas, para um dado pêsso de substancia solida.

Tendo, pois, as fossas sépticas qualidades vantajosas que as outras fossas não podem ter, convém conserva-las diminuindo-lhe os defeitos. Deve, por isso, ter-se em vista a diminuição do coefficiente δ ; para esse fim, tem-se trabalhado muito em Hampton, Leeds, Manchester, Columbus, etc., procurando pela suppressão do contacto entre o liquido e a materia deposita impedir as projecções de particulas d'esta para aquelle, por acção dos gazes formados na fermentação, ou procurando reter as materias suspensas por filtros collocados á sahida das fossas, no interior ou no exterior d'estas. D'isso nos occuparemos nos logares competentes.

Resumindo o que fica dito, podemos dizer que, em média, das materias suspensas de uma agua de esgoto de character domestico, passada por fossa septica vulgar,

30 % sahem com o effluente liquido,

e $\bar{\gamma}$ valores taes que representam respectivamente 90 a 70% e 10 a 30% do total $\beta + \bar{\gamma}$; sendo isto verdade, teriamos que, na somma $\beta + \bar{\gamma} = 30$, os valores de β variariam de 27 a 21 e os de $\bar{\gamma}$, parallelamente, de 3 e 9.

30 % gazeificam-se ou solubilizam-se,
40 % depositam-se e vão contribuir para a formação da lama.

Para chegar a estes resultados esquecemos voluntariamente que o effluente da fossa contém em suspensão não só parte das primitivas materias suspensas do affluente, mas ainda uma pequena quantidade de substancias no estado colloidal ou dissolvidas no affluente, que, depois de coaguladas ou precipitadas na fossa, sahem arrastadas pelo liquido; isto quer dizer que os valores de δ apresentados são ligeiramente em excesso.

Os valores dados para α são tambem um pouco elevados, porque correspondem não só a parte das materias suspensas do affluente, mas tambem a uma pequena quantidade de materia que no affluente vinha no estado colloidal ou no de solução verdadeira e que na fossa coagulou ou precipitou, ficando depositada e irreductivel.

Os valores da somma $\beta + \gamma$ são geralmente obtidos effectuando-se a differença $100 - (\delta + \alpha)$; ora, se a δ e α são dados valores exaggerados, é claro que $\beta + \gamma$ apparecerá com um valor menor do que o real; foi o que nos aconteceu.

Os erros comettidos são, porém, relativamente pequenos e, portanto, podemos aceitar os valores médios dados acima como correspondendo, muito approximadamente, á realidade.

O tempo que as materias suspensas do volume Q de liquido affluente se demoram na fossa está, naturalmente, longe de ser o mesmo para todas. Uma parte (as^a) sai com o liquido que a trouxe e demora-se, pois, o mesmo tempo (t) que elle e que as materias dissolvidas; a parte restante (bs^a) demora-se por mais tempo na fossa, seja para ahi ficar definitivamente no estado solido, seja para se solubilisar ou gazeificar, seja ainda para sahir no effluente em suspensão, mas, em todo o

caso, já depois das moléculas d'agua com que tinha entrado na fossa.

Note-se que as^a é differente e menor do que δs^a ; com effeito δs^a representa a quantidade das materias suspensas d'um volume Q affluente que acabam por sahir com o effluente, mais cedo ou mais tarde, e, portanto, com demoras na fossa muito variaveis.

β) Materia em estado colloidal

O estudo das substancias que, nas aguas de esgoto, se encontram sob a forma colloidal está ainda muito atrazado. Mas o grande interesse que, sob varios pontos de vista, apresentam estas substancias leva-me a dizer aqui algumas palavras a respeito d'ellas, como já anteriormente fiz e ulteriormente farei ainda.

A agua de esgoto no começo do seu trajecto nas canalizações é rica em materias solidas, volumosas e fluctuantes ou fragmentadas e suspensas, mas contém relativamente pequena quantidade de materias em pseudo solução colloidal; estas vão augmentando pela desaggregação das primeiras, durante o percurso nos esgotos, até á entrada na fossa, mas ainda não attingem, então, grande proporção relativamente ás materias suspensas. No interior da fossa septica, porém, a passagem de substancias do estado sólido para o estado colloidal continua a dar-se, e de modo mais notavel do que nos esgotos.

Supponhamos que o volume Q de agua de esgoto tem, quando affluente a uma fossa septica de capacidade q , o peso c^a de substancias em solução colloidal.

Por virtude das acções physico-chimicas e biologicas realisadas na fossa septica, o peso c^a divide-se em 5 parcellas:

1.^a εc^a — que depois de, principalmente por acções de contacto com superficies, coagular, fica na fossa, irreductivel, sem soffrer a desaggregação; dá origem á *ultra-sludge* dos inglezes ou «lama supplementar», assim chamada porque durante muito tempo não se notou que ella vinha juntar-se á

lama resultante da deposição das materias suspensas do affluente (1).

2.^a ζc^a — que se gazeifica e liberta na fossa, em resultado de acções bacterianas, que intervêm mais facilmente (unicamente, segundo TRAVIS) depois da floculação ou coagulação, determinada especialmente por contacto com superficies.

3.^a ηc^a — que sai no effluente em solução verdadeira.

4.^a θc^a — que, tendo coagulado, não soffre liquefação ou gazeificação nem fica depositada, mas é impellida para o seio do liquido pelos gazes da fermentação e sai como materia suspensa no effluente.

5.^a ιc^a — que sai no effluente em solução colloidal.

Mas notemos que ιc^a não corresponde a toda a materia do volume Q que sai no effluente da fossa septica no estado colloidal; com effeito, se representarmos por c^e o pêsso total d'esta materia, teremos $c^e = \iota c^a + \gamma'' s^a + \mu d^a$, sendo $\gamma'' s^a$ a parte das materias suspensas e μd^a a parte das materias dissolvidas do affluente que no effluente sahem no estado de solução colloidal.

$$\text{Como } c^a = \varepsilon c^a + \zeta c^a + \eta c^a + \theta c^a + \iota c^a$$

teremos: $c^e > c^a$ quando $\gamma'' s^a + \mu d^a > \varepsilon c^a + \zeta c^a + \eta c^a + \theta c^a$

$c^e = c^a$ quando $\gamma'' s^a + \mu d^a = \varepsilon c^a + \zeta c^a + \eta c^a + \theta c^a$

$c^e < c^a$ quando $\gamma'' s^a + \mu d^a < \varepsilon c^a + \zeta c^a + \eta c^a + \theta c^a$

Os valores das quatro parcelas εc^a , ζc^a , ηc^a , θc^a dependem muito notavelmente, como foi dito, da existencia de superficies

(1) O contacto com superficies não é o unico factor de que depende a coagulação dos colloides, se bem que, n'este caso, seja o mais importante; outros factores são a concentração e composição chimica do liquido, o grau de estabilidade dos colloides, etc.

No tratamento da agua de esgoto pela precipitação chimica, o reagente coagula uma certa quantidade dos colloides que vae dar assim origem a *ultra sludge*.

de contacto que levem á coagulação dos colloides. Estas superficies nas fossas septicas habituaes são, por vezes, apenas as faces lateraes do reservatorio, ainda reduzidas pela accumulção da lama (1); outras vezes, ha tambem as superficies de diaphragmas transversaes que formam divisões incompletas á corrente liquida (fig. 12). Mas, mesmo n'este ultimo caso, os contactos serão, geralmente, muito limitados para que a coagulação se torne notavel, e o valor da somma $\varepsilon c^a + \zeta c^a + \eta c^a + \theta c^a$ ficará pouco elevado e quasi sempre inferior ao da somma $\gamma''s^a + \mu d^a$, (na qual $\gamma''s^a$ tem valor muito mais importante do que μd^a). Como consequencia d'isto, na grande maioria dos casos, teremos $c^e > c^a$.

Com effeito segundo as analyses da *Royal Commission on Sewage*, e de FOWLER, ARDERN, O'SHAUGHNESSY, KINNERSBY e CALMETTE (2) a quantidade de substancias em solução colloidal é maior no effluente do que no affluente.

Apenas ROLANTS tem a opinião contraria, e affirma que $c^a > c^e$, fundando-se nas suas analyses que lhe mostram que:

1.º procurando avaliar a materia organica pelo methodo da oxydabilidade, encontra-se, realmente, depois da passagem por fossa um augmento da quantidade de substancias colloides por cento das materias oxydaveis.

2.º calculando, porém, a materia organica pelo processo muito mais preciso da dosagem do carbono e do azote orga-

(1) Com o tempo, as lamas vão-se accumulando e fazendo diminuir cada vez mais as superficies de contacto, o que traz uma baixa na somma $\varepsilon c^a + \zeta c^a + \eta c^a + \theta c^a$ e, portanto, um augmento de c^e ; com effeito, as materias no estado colloidal augmentam no effluente com o tempo de funcionamento depois da ultima evacuação das lamas.

(2) CALMETTE encontra no effluente da fossa septica substancias no estado colloidal em maior quantidade no verão do que no inverno, apesar de n'aquella estação o liquido se apresentar mais diluido; seria mesmo esta maior diluição, e não a maior intensidade das fermentações, que daria origem ao augmento nas materias em questão, segundo o mesmo autor.

nicos totaes, os resultados são contrarios; porque, então, em cada 100 partes de azote ou carbono organicos ha uma diminuição na proporção do azote ou carbono das materias colloides, depois da passagem por fossa.

A verdade porém é que quando c^a seja maior do que c^e , ao contrario do que geralmente se tem affirmado, a differença entre os dois valores não poderá ser grande, pelas razões atraz expostas.

É claro que, desde que no effluente as materias suspensas (s^e) são em muito menor quantidade do que eram as do affluente (s^a) e que as materias colloides sobem ou não descem sensivelmente em quantidade pela passagem do liquido pela fossa, a relação $\frac{c^a}{s^e}$ é muito maior do que era a relação $\frac{c^a}{s^a}$, e poderá acontecer que, graças á grande proporção de materias em solução colloidal, um dado effluente septico tenha sobre o solo ou sobre os leitos bacterianos um effeito impermeabilizante (correspondente a $s^e + c^e$) muito maior do que seria a esperar se só se attendesse á sua riqueza em materias suspensas.

Ha, pois, toda a vantagem em reduzir o valor de c^e , procurando diminuir c^a pelo augmento de $\varepsilon c^a + \zeta c^a + \eta c^a$, mas sem fazer augmentar θc , e antes procurando, tambem, faze-lo baixar; é o que TRAVIS realisa no seu *Hydrolytic Tank*, já descripto, pelo emprego das placas numerosas de vidro que fornecem superficies de contacto para a coagulação dos colloides, e pela separação entre as lamas e a maior parte do volume do liquido, impedindo que este receba e leve para o exterior pequenas particulas já depositas e que os gazes da fermentação projectam ascencionalmente.

γ) Materias dissolvidas

Supponhamos que o volume Q de agua de esgoto affluente á fossa de capacidade q traz em solução verdadeira um pêso d^a de substancia.

Certos autores affirmam que todo este pêso d^a passará sem

modificação atravez da fossa, sahindo completamente no effluente sempre no mesmo estado de dissolução.

Mas isso não é exacto porque: 1.^o) contra o que esses autores pretendem, e como adeante veremos, as acções bacterianas modificadoras não se exercem apenas sobre as materias solidas depostas ou fluctuantes, mas tambem, ainda que menos intensamente, sobre as materias dissolvidas no liquido, gazeificando-as em parte; 2.^o) uma parte das substancias dissolvidas poderá passar ao estado colloidal; 3.^o) certas substancias dissolvidas podem precipitar na fossa, pela acção chimica de outras substancias ahi formadas (é o que acontece a varios saes de ferro sob a influencia do hydrogeneo sulfurado) (1).

D'isto resulta, pois, que, por virtude das acções physico-chimicas e biologicas soffridas na fossa septica, o pêsso d^a se dividirá em 5 parcelas:

1.^a) αd^a — que, depois de passar ao estado solido, quer por precipitação chimica quer por passagem a solução colloidal e consecutiva coagulação, fica na fossa, irreductivel, contribuindo para a formação da lama suplementar.

2.^a) λd^a — que se gazeifica e liberta na fossa.

3.^a) μd^a — que sai da fossa em solução colloidal.

4.^a) νd^a — que sai como materia suspensa no effluente, no qual é projectada peios gazes da fermentação, depois de precipitação chimica directa ou de passagem por estado colloidal seguida de coagulação.

5.^a) ξd — que sai no effluente da fossa, no estado de solução verdadeira.

Mas ξd^a não é a unica quantidade de substancias do affluente

(1) A precipitação chimica directa resultante da acção de carbonatos e sulfuretos soluveis, produzidos durante a fermentação, sobre o ferro e outras substancias sempre presentes na agua de esgoto, pôde dar origem a quantidades importantes de lama suplementar. É o que se verifica tanto mais facilmente, quanto mais demorada é a estada do liquido na fossa e, portanto, mais prolongada é a fermentação que esse liquido soffre.

que apparece no effluente em verdadeira solução; porque os pêsos $\gamma' s^a$ e ηc^a de materias que no affluente existiam, respectivamente, no estado de materia solida suspensa e no estado colloidal, passam no interior da fossa ao estado de dissolução verdadeira no liquido, sahindo com elle; portanto o pêso das materias do volume Q que sahem com o liquido effluente da fossa em verdadeira solução, será

$$d^e = \xi d^a + \gamma' s^a + \eta c^a.$$

Como

$$d^a = \kappa d^a + \lambda d^a + \mu d^a + \nu d^a + \xi d^a$$

temos

$$d^e > d^a \text{ quando } \gamma' s^a + \eta c^a > \kappa d^a + \lambda d^a + \mu d^a + \nu d^a$$

$$d^e = d^a \text{ quando } \gamma' s^a + \eta c^a = \kappa d^a + \lambda d^a + \mu d^a + \nu d^a$$

$$d^e < d^a \text{ quando } \gamma' s^a + \eta c^a < \kappa d^a + \lambda d^a + \mu d^a + \nu d^a.$$

Na maioria dos casos, a quantidade de substancia no estado solido ou colloide no affluente que passa ao estado de solução verdadeira e assim sai da fossa, é maior de que a quantidade de substancia que affluindo á fossa n'este ultimo estado o abandona; por isso, quasi sempre, a quantidade das materias em solução verdadeira n'uma agua de esgoto augmenta pela passagem por fossa.

Mas quaes sejam os valores a dar ás varias quantidades que aqui entram em consideração para o calculo das materias dissolvidas é difficil dizel-o com sufficiente exactidão, emquanto não se tenha desenvolvido mais largamente o estudo, agora simplesmente esboçado, dos colloides das aguas de esgoto. Com effeito, os numeros apresentados até hoje pelos autores como referindo-se a substancias dissolvidas são viciados, porque não se faz a distincção entre as materias que se encontram em solução verdadeira e as que estão em pseudo solução colloidal.