

\*

O verdadeiro caminho a seguir para chegar a boas conclusões, com respeito á influencia da passagem por fossa septica sobre o estado physico das materias que constituem a impureza das aguas de esgoto, parece-me ser o que deixo indicado.

a') **Influencia do tratamento septico sobre a composição chimica da agua de esgoto**

Para apreciar o valor das transformações que soffre a materia organica, carbonada e azotada, nas fossas septicas, torna-se necessario comparar as analyses chimicas do liquido residual antes e depois do tratamento anærobio.

Lembremos, uma vez mais, que cada porção de liquido que atravessa a fossa abandona ahí uma certa quantidade de substancia solida que mais tarde será dissolvida, e pelo contrario traz consigo, em suspensão ou dissolvida, uma parte das materias que porções anteriores de liquido tinham deixado depositar na fossa no estado solido, e que os gazes põem em suspensão ou as acções biologicas dissolvem no liquido que agora passa.

Portanto, a analyse de uma certa quantidade de agua de residual effluente da fossa não dá a nota exacta e rigorosa das transformações materiaes realisadas n'uma mesma quantidade de liquido bruto affluente cuja composição é conhecida.

O erro que d'aqui nasce é, porém, susceptivel de grande atenuação desde que se tome como representante da composição chimica do affluente e do effluente a media das medias dos resultados de analyses diarias muito numerosas repetidas durante muitos dias; porque, procedendo-se assim, toma-se um volume consideravel de liquido, em relação ao qual será quasi desprezivel a differença que possa haver entre a quantidade de materia que esse liquido deixa retardada na fossa, para sahir em massa liquida ulterior, e a quantidade da materia

que o mesmo liquido arrasta de entre a que já na fossa se encontrava abandonada por uma massa liquida anterior: pôde suppôr-se que essas duas quantidades se compensam.

\*

Eis os resultados, em mgr. por litro, de analyses feitas por varios autores e em diferentes logares.

Resultados de analyses de DIBDIN

	Materia organica			Oxygeneo consumido em 4 horas	NH <sub>3</sub> albuminoide
	total	suspensa	dissolvida		
Agua bruta .....	434,8	207,4	227,4	29	3
Effluente da fossa septica	313,1	104,3	208,8	20,2	2,4

Resultados medios das analyses feitas durante o anno de 1899 na installação experimental de Massachussets

	NH <sub>3</sub> albuminoide			Ammoniac livre	Azote nitroso	Azote nitrico	Oxygeneo consumido	Chloro
	total	dissolvido	suspensa					
Agua bruta.....	7,9	4,7	3,2	44,4	0	0	40	92,1
Effluente da fossa septica.....	4,1	3,2	0,9	48,6	0	0	22,9	101,1

Resultados medios annuaes das analyses feitas na installação de Madeleine

	Ammoniac			Oxygeneo consumido em 4 horas		
	em 1906-1907	em 1907-1908	em 1908-1909	em 1906-1907	em 1907-1908	em 1908-1909
Agua bruta.....	12,6	20,2	20,95	29,3	48,6	40,2
Effluente da fossa septica	13,1	20,6	20,1	26,5	43	41,9

## Resultados apresentados pela Commissão Real Ingleza

Logares	Natureza da agua residual	Analyse do liquido bruto			Analyse do effluente das fossas		
		N amoniacal	N albuminoide	Oxigeno consumido em 4 horas	N amoniacal	N albuminoide	Oxigeno consumido em 4 horas
Accrington.....	domestica, concentrada....	51,8	6,8	99,3	50,3	3,4	86,7
Andover.....	domestica, com residuos de cervejaria...	73,7	11,8	100,2	74,4	9,8	75,3
Caterham.....	domestica, muitissimo concentrada....	134,1	17,5	179,9	184,8	10,6	101,5
Exeter (S. <sup>t</sup> Leonards)	domestica, pouco concentrada.....	28,6	—	43,5	41,2	—	36,4
Exeter (Installação principal).....	domestica, com liquidos industriaes....	46,6	13,7	198,6	54	9,1	102
Guildford.....	domestica, com liquidos de cervejaria...	73,9	19,1	219,6	91,1	10	114,2
Harthley Wintney..	domestica, com liquidos de cervejaria...	24,3	6,8	146,1	31,3	7,3	131,6
Prestolee.....	domestica, muito diluida, sem materias feccas.....	4,2	1,5	35,7	5,2	1,7	28,4
Salisbury.....	domestica, com liquidos residuaes de industria de lã	41,6	12,9	265,5	37,4	6,7	109,2
Shaithwaite.....	domestica, diluida.....	16,6	4	46	17,9	3,7	38,8
York.....	domestica, com liquidos industriaes....	25,8	8,2	138,3	28,6	4,9	65,1
<b>Medias.....</b>		<b>43,75</b>	<b>10,23</b>	<b>133,88</b>	<b>56</b>	<b>6,72</b>	<b>80,8</b>

A agua de esgoto pelo facto da passagem por fossa septica perde grande quantidade da sua materia organica, como se vê da diminuição da sua oxydabilidade em 4 horas e da baixa que soffrem os seus carbonos e azotes organicos.

A baixa na oxydabilidade é de 43 % nas experiencias de Massachussets, de 33 % em Hamburgo, de 29 % nas analyses de RIDEAL. Achando a media dos resultados do quadro das analyses apresentadas, para varias cidades inglezas, pela *Royal Commission*, vemos que a redução na oxydabilidade é de 40 %.

O carbono organico total desce de 46 % em Madeleine (CALMETTE), de 40 % em Hamburgo (DUNBAR).

O azote organico total desce de 36 % em Madeleine, de 37 % em Hamburgo.

O azote albuminoide total desce tambem bastante: de 48 % em Massachussets, de 23 % em Hamburgo (DUNBAR), de 46 % nas analyses de RIDEAL; a media dos resultados das 11 cidades inglezas do quadro acima dado mostra uma redução de 34,3 %.

Como consequencia da destruição da materia organica, nota-se geralmente um augmento do ammoniaco e de outras substancias, muitas das quaes contribuem com aquelle composto para augmentar a alcalinidade do liquido.

O ammoniaco dissolvido augmenta de 10 % em Massachussets, de 13,5 % em Hamburgo, de 33 % nas analyses de RIDEAL. A media dos resultados das 11 cidades inglezas já citadas indica 28 % de augmento no ammoniaco.

A quantidade de ammoniaco formada não apresenta todo o azote da substancia organica azotada destruida. Com effeito, uma certa quantidade de azote liberta-se como gaz.

O acido sulphydrico dissolvido augmenta sensivelmente, segundo DUNBAR, que encontra 15 mgr. por litro no effluente das fossas septicas de Hamburgo. A litteratura sobre este ponto falta quasi por completo.

As gorduras são, como sabemos, das substancias mais resistentes á decomposição anaerobia, mas quando fluctuando no *chapeu* são facilmente decompostas (DUNRAR). RIDEAL achava redução de 78 % na sua quantidade, n'um liquido depois de o sujeitar ao tratamento na fossa; com effeito, as materias gordas que no affluente estavam em proporção de 3,08 % passavam a estar no effluente na proporção de 0,68 %. As observações feitas em Columbus mostram uma redução de 50 % na quantidade das gorduras de liquidos residuaes passados por fossa septica.

Muitos autores affirmam que as transformações chimicas, que por acção biologica se realisam na fossa e que levam ás modificações de composição do liquido que acima se deixam indicadas, incidem exclusivamente sobre as substancias que na fossa entram no estado solido e ahi se depositam ou sobre aquellas que, entrando em solução colloidal ou verdadeira, ahi coagulam e precipitam, substancias das quaes, como vimos, uma parte fica, definitivamente no estado solido, outra parte perde-se como gaz e outra ainda sai dissolvida em futuras porções de liquido. As bacterias que existem no seio do liquido não teriam acção apreciavel sobre as substancias já n'este dissolvidas (nem mesmo sobre as substancias solidas não depositadas). É notadamente a opinião dada por TRAVIS e por DEZIERZGOWSKY e a que em Columbus se ficou tendo depois de numerosas observações.

Mas isso não é exacto; se se póde concordar em que realmente para a materia depositada são mais intensas as acções biologicas, não se póde negar que sobre as substancias propriamente do liquido estas acções sejam tambem de effeitos apreciaveis. É o que é demonstrado pelas experiencias de laboratorio em que o liquido filtrado se decompõe formando gazes, e é o que se póde concluir tambem do exame das analyses dadas acima para a agua bruta e o effluente das fossas.

Nas analyses de DIBDIN, por exemplo, vemos a substancia organica dissolvida descer de 227<sup>mgr.</sup>,4 na agua de esgoto a 208<sup>mgr.</sup>,8 no effluente da fossa, por litro. Nas analyses de Massachusetts vemos o ammoniaco albuminoide dissolvido, de 4<sup>mgr.</sup>,7 na agua bruta, passar a 3<sup>mgr.</sup>,2 no effluente da fossa.

Ora, é claro que, se não houvesse decomposição activa e rapida da materia organica e do ammoniaco albuminoide dissolvidos no liquido, deveriam as quantidades respectivas, em vez de diminuir, ir augmentando, por um enriquecimento n'essas substancias, resultante da continua solubilisação dos solidos. A comparação da oxydabilidade do liquido antes e depois da passagem por fossa leva á mesma conclusão, porque, pelo menos em França e na Allemanha, essa determinação faz-se para o liquido filtrado.

DUNBAR affirma que  $\frac{1}{3}$  a  $\frac{1}{2}$  das materias dissolvidas organicas da agua bruta é gazeificado ou mineralisado; o abai-xamento da materia organica dissolvida do affluente bruto, pela passagem nas fossas é pelo menos tão grande como o que se consegue pela precipitação chimica.

A passagem por fossa, pelo facto de tirar ao liquido uma certa quantidade das materias organicas ou mineraes com que este entra na fossa, dá um effluente quantitativamente menos rico do que o affluente em substancias vehiculadas pela agua.

Se representarmos por A e por E os pêsos totaes das substancias que, dissolvidas, no estado colloidal, ou em suspensão, se encontram respectivamente no affluente e no effluente, é claro que

$$A = s^a + c^a + d^a \quad \text{e} \quad E = s^e + c^e + d^e$$

substituindo  $s^a$ ,  $c^a$ ,  $d^a$ ,  $s^e$ ,  $c^e$ ,  $d^e$  pelos seus valores, teremos

$$A = (\alpha + \beta + \gamma' + \gamma'' + \delta) s^a + (\varepsilon + \zeta + \eta + \theta + \iota) c^a \\ + (\kappa + \lambda + \mu + \nu + \xi) d^a$$

e

$$E = \delta s^a + \theta c^a + \nu d^a + \iota c^a + \gamma' s^a + \mu d^a + \xi d^a + \gamma' s^a + \gamma c^a \\ = (\delta + \gamma' + \gamma'') s^a + (\gamma + \iota + \theta) c^a + (\nu + \mu + \xi) d^a$$

e a differença

$$A - E = (\alpha + \beta) s^a + (\varepsilon + \zeta) c^a + (\chi + \lambda) d^a$$

dá-nos o pêso de substancias do affluente que no effluente deixam de apparecer.

Mas, apesar de algum tanto empobrecido em materia organica, é evidente que o effluente da fossa septica está longe de ser um liquido chimicamente depurado e exige uma oxydação futura no solo ou em leitos bacterianos.

#### b) Chapeu ou camada fluctuante nas fossas septicas

Como dissemos, á superficie do liquido contido nas fossas septicas fórma-se uma cobertura ou *chapeu* de materias leves.

O *chapeu* é constituido por um tecido de vegetaes inferiores, entre os quaes preponderam o *Pilobolus adipus*, facil de reconhecer pelos seus productos de côr castanha, e um cogumello vermelho, o *Peziza omphalodes*, ambos habitantes das fezes, e por restos de plantas, papeis, palhas, pellos, gorduras, vermes (oligochetes, ascaris lombricoides), larvas de insectos, taes como moscas, etc. Em Madeleine, CALMETTE acha a camada fluctuante composta de 48 % de materias organicas e 52 % de materias mineraes.

A espessura que o *chapeu* attinge varia muito, bem como a sua consistencia.

Quanto mais materias fluctuantes houver na agua residual, tanto maior será a espessura do *chapeu*, principalmente quando falem grades que detenham as mais volumosas d'aquellas materias á entrada nas fossas. Quanto menor fôr, para um dado volume de liquido, a superficie da fossa, tanto maior será tambem, naturalmente, a espessura do *chapeu*. N'umas cida-

des, o *chapeu* atingirá 50<sup>cm</sup>, n'outras faltará quasi por completo. Nas fossas cobertas, a vegetação não se desenvolve tão bem como nas abertas; n'estas, o *chapeu* adquire por vezes grande consistencia, tomando na parte superior um character terroso e permittindo o crescimento de hervas e outras plantas que chegam a formar verdadeiras ilhas fluctuantes. Comtudo, mesmo nas fossas fechadas, a consistencia e a espessura podem ser grandes em certos casos.

Quando a espessura e consistencia do *chapeu* passem de certos limites, pôde isso trazer más consequencias para o funcionamento da fossa, impedindo a passagem aos gazes, que, accumulando-se entre o liquido e o *chapeu*, podem levantar este a uma certa altura e intoxicar o liquido, impedindo a continuação das acções biologicas de destruição da materia organica.

BEZAULT, diz que quando o *chapeu* attinge 25<sup>cm</sup>. o poder solubilizante da fossa é muito limitado, acabando por deter-se se a espessura augmenta. Ora, se notarmos que as materias organicas — gorduras, etc. — que constituem o *chapeu*, formão, naturalmente, como acima dissemos, uma camada tanto mais espessa quanto menor fôr a superficie que apresenta a fossa cheia de liquido, vemos logo que é necessario que a uma dada capacidade corresponda uma certa superficie minima.

A verdade, porém, é que este augmento consideravel de espessura e consistencia do *chapeu* dá-se muito menos frequentemente nas grandes fossas urbanas do que nas fossas septicas domesticas, para as quaes a superficie exigida (0<sup>m2</sup>,1 por pessoa, pouco mais ou menos) é muito maior do que a superficie necessaria para aquellas (0<sup>m2</sup>,0335 por pessoa, pouco mais ou menos).

Em certas occasiões, o tecido vegetal morre, e o *chapeu* desaggrega-se, cahindo em pequenas particulas para o fundo da fossa. Nas fossas descobertas, a chuva e o vento podem tambem fender e destruir a camada fluctuante. N'esses casos, augmenta geralmente a quantidade de materia suspensa no effluente da fossa, e tornam-se mais fortes os maus cheiros que sahem do reservatorio.

## c) Lamas depositadas

Na fossa de areias ou de detricos, que em geral precede a fossa septica, deposita-se, como já sabemos, uma grande parte dos solidos mineraes pesados e uma muito menor quantidade de solidos organicos.

Na instalação de Madeleine, as lamas retiradas durante um anno das duas fossas de decantação annexas ás duas fossas septicas, nas quaes se tratava um total diario de 500<sup>m</sup>3 de agua de esgoto, pesavam, no total, 3851 kilos no estado humido, e 1528 kilos no estado sêcco. Analysando a substancia solida d'essas lamas, CALMETTE encontra 66,4 % de substancia mineral e 33,6 % de substancia organica.

Estas lamas são pouco putresciveis e faceis de seccar. A dragagem das fossas de decantação far-se-á sempre que isso se torne conveniente; em Barrhead a limpeza tem logar apenas duas ou tres vezes por anno, em Madeleine semanalmente. É claro que os intervallos a deixar entre as evacuações das lamas da fossa de detricos variam com a capacidade d'esta e com a riqueza da agua residual em materias pesadas no estado solido. CALMETTE, para evitar dragagens muito repetidas, aconselha que se dê á fossa de detricos uma capacidade igual a metade da capacidade da fossa septica.

\*

Esperou-se durante certo tempo, como dissemos, que as fossas septicas dissolvessem ou gazeificassem toda a materia organica solida que a agua d' esgoto deixa depositar no seu interior, realisando assim a grande aspiração «no sludge» (nenhuma lama) dos autores inglezes. Mas já vimos que isso é impossivel: nas fossas septicas entram varias substancias solidas, mineraes e organicas, que ahi ficam inalteraveis,

das materias solubilizaveis nem todas se dissolvem com bastante rapidez para compensar a vinda de novas quantidades, e além d'isso ha formação de lama suplementar, já no interior da fossa, á custa de materias que affluem no estado de solução colloidal ou verdadeira (1). Haverá, pois, um augmento progressivo do deposito.

A verdade, porém, é que nas fossas septicas bem construidas e regulares no seu funcionamento, quando em plena actividade, a diminuição da capacidade util pela accumulção das lamas só se dá muito lentamente, principalmente se o liquido affluente foi empobrecido em materias mineraes suspensas, por uma previa decantação.

Em Barrhead ao fim de seis annos a fossa trabalhava ainda sem que tivesse havido necessidade de se fazer uma unica evacuação das lamas.

---

(1) A lama suplementar originada pela coagulação dos colloides não é geralmente em grande quantidade nas fossas septicas, principalmente quando estas não teem diaphragmas transversaes; mas a lama que resulta da precipitação chimica de certas substancias pelos sulfuretos e outros compostos da fermentação é por vezes em quantidade muito apreciavel.

Como STODDART faz notar, no caso de fossas septicas divididas em compartimentos por muros transversaes partindo do fundo, se a lama só fosse originada pelos residuos solidos originaes, ella accumular-se-ia, naturalmente, em muito maior quantidade nos primeiros compartimentos e desceria progressivamente chegando quasi a faltar nos ultimos, junto á sahida. Ora, verifica-se, pelo contrario, que n'uma fossa septica em que se estabeleceu a actividade das fermentações, e em que o liquido se demora muito, os ultimos compartimentos teem pelo menos tanta lama como os compartimentos medios, por virtude da precipitação chimica das substancias primitivamente dissolvidas.

A lama dos ultimos compartimentos é muito diferente da dos primeiros; n'estes é uma massa mais ou menos decomposta dos solidos suspensos affluentes, n'aquelles é um lodo negro, unctuososo, com grande quantidade de sulfureto ferroso, avido de oxygeno, resistindo muito mais do que a outra lama á acção bacteriana, e libertando  $H_2S$  quando exposto ao ar.

Vimos já quão pequena era a acumulação de lamas na fossa de Exeter ao fim de tres annos.

A fossa septica de Clichy depois de cinco annos de funcionamento não tinha, em 1907, senão 45<sup>cm</sup>. de altura de lama depositada e assim continuou em actividade.

O volume occupado pelas lamas é sempre menor na fossa septica do que nas fossas de precipitação ou de sedimentação.

Em 1901, verificou-se em Birmingham que o volume das lamas humidas abandonadas nas fossas septicas, ao fim d'um anno, por uma onda diaria de tempo sêcco de 97685<sup>m<sup>3</sup></sup> de agua de esgoto, era de 97857<sup>m<sup>3</sup></sup>; ao passo que a precipitação pela cal, praticada em 1896 para uma onda diaria de tempo sêcco sensivelmente menor (90870<sup>m<sup>3</sup></sup>), dava um volume annual de lamas muito mais consideravel (214828<sup>m<sup>3</sup></sup>).

Em Manchester, em 1904-1905, as lamas humidas obtidas pelo tratamento, em fossa septica, de 1000<sup>m<sup>3</sup></sup> de agua residual pesavam 1956 kilos; a precipitação chimica praticada até ahí dava, para egual quantidade de agua residual tratada, 4025 kilos de lamas humidas.

Em 1905, em Columbus, foram comparados os effeitos da sedimentação e da passagem por fossa septica; notou-se que para volumes eguaes de liquidos tratados, o volume do deposito da fossa septica era de 60 % menor do que o de deposito da fossa de sedimentação.

Mais atraz já fizemos notar que a materia solida que se deposita nas fossas septicas é em muito menor quantidade do que a que se deposita nas fossas de precipitação chimica e mesmo nas de sedimentação (pag. 87). Mas o menor volume das lamas no caso das fossas septicas não deve ser apenas attribuido a uma menor deposição de materias solidas e á digestão de uma parte mais ou menos notavel d'estas; se se fazem as comparações entre volumes de lamas humidas, deve-se tambem (e mesmo principalmente, segundo a *Royal Commission*), como vamos vêr, levar em conta o facto de que a lama das fossas

septicas se torna mais compacta e se condensa, apresentando-se mais pobre em agua do que as lamas das fossas de sedimentação e de precipitação chimica.

RIDEAL, em 1898, examinando a lama da fossa septica de Exeter verificava a existencia de pequenas particulas de areias, fragmentos de tecidos vegetaes e de materias fecaes, cabellos, fibras musculares e outros elementos de tecidos animaes, grandes amibas, *cladotrix*, micrococos, bacillos, anguillulas, etc. A materia organica e a mineral entravam respectivamente como 32,35 % e 67,65 % na massa total da substancia solida.

Nas fossas de Madeleine, CALMETTE, em 1905, aponta composição semelhante para a parte solida das lamas — 33,8 % de materia organica, 66,2 % de substancia mineral.

As lamas das fossas septicas são, pois, relativamente pobres em substancia organica; isto resulta de que n'um dado volume de lama sedimentada as acções biolyticas fazem desaparecer uma quantidade importante dos constituintes de natureza organica. Para apreciar o valor d'estas acções, CALMETTE, faz as seguintes experiencias.

Tendo colhido diariamente, de 8 de janeiro a 30 de junho de 1908, por decantação da agua de esgoto bruta, uma amostra media das respectivas lamas, sécca todas as amostras a 110° e conserva-as em frascos fechados. No dia 1 de julho faz dragar as fossas septicas que durante aquelle periodo de tempo serviram para o tratamento da agua de esgoto, e retira methodicamente em toda a superficie do fundo dos reservatorios 24 amostras de lamas, que egualmente sécca a 110° e colloca em frascos bem fechados. Para todas estas amostras faz a dosagem das materias volateis ao rubro, das materias fixas ao rubro, do azote, do carbono e das materias gordas. O seguinte quadro resume as medias, minimos e maximos dos resultados.

Composição centesimal da materia solida das lamaz frescas  
da instalação de Madeleine

	Materias volateis ao rubro, 0/0	Materias fixas ao rubro, 0/0	Azote 0/0	Carbono 0/0	Materias gordas 0/0
Media.....	45,80	54,20	2,04	27,94	15,82
Minimo .....	40,55	48,45	1,51	19,40	9,08
Maximo .....	51,55	59,45	2,54	36,62	20,30
Proporção 0/0 nas materias volateis, ao rubro			4,45	61,0	

Composição da materia solida das lamaz da fossa septica

	Materias volateis ao rubro, 0/0	Materias fixas ao rubro, 0/0	Azote 0/0	Carbono 0/0	Materias gordas 0/0
Media.....	32,56	67,44	1,34	19,50	7,96
Minimo .....	28,43	64,94	1,23	15,25	7,12
Maximo .....	35,06	71,57	1,56	21,30	8,80
Proporção 0/0 nas materias volateis, ao rubro			4,79	59,92.	

A perda ao rubro, já o dissemos (vol. 1, pag. 101), não indica exactamente a quantidade de materia organica; mas esqueçamos por momentos o erro, por excesso, que resulta da volatilisação da parte da materia mineral.

Póde admittir-se que a substancia mineral (fixa ao rubro) deposta na fossa septica não soffre decomposição; portanto, desde que 100 grammas de materia solida da lama da agua bruta contem, em media, 54,2 0/0 de substancias fixas ao rubro e que 100 grammas de materia solida das lamaz fermentadas contem 67,44 0/0 d'essas substancias, temos que os 100 grammas de materia solida das lamaz fermentadas proveem de  $\frac{67,44 \times 100}{54,20} = 124^{gr},4$  de materia solida das lamaz da agua bruta. D'aqui se conclue que 124 grammas de materia solida de lamaz frescas perderam pela fermentação 24<sup>gr</sup>,4, isto é 19,61 0/0, do seu pêsso total ou 42,81 0/0 da sua materia organica.

Vejamos agora a influencia que póde ter sobre estes cal-

culos o erro cometido quando considerámos como materia organica toda a substancia volatilizada. A volatilização de compostos mineraes, taes como os carbonatos, é mais importante para as lamas das fossas septicas, que conteem mais materias mineraes, do que para as lamas frescas; portanto, a quantidade que se conta indevidamente a mais, como sendo materia organica, é maior no caso das lamas fermentadas. Isto mostra que os numeros acima dados para a digestão da materia organica são menores do que deviam ser.

A estada das lamas na fossa septica faz cabir a proporção do azote de 34,32 % e a do carbono de 30,21 %. Mas como nas materias volateis ao rubro a percentagem do azote e do carbono, antes e depois de estada na fossa, fica quasi constante, parece poder concluir-se que a materia organica que escapa á fermentação é de composição analoga á desaparecida, e suppôr-se que o tempo faria baixar ainda a riqueza das lamas em substancia organica.

As gorduras, apesar da sua conhecida resistencia á decomposição, descem de 42,4 %.

A lama da fossa de Exeter examinada por RIDEAL tinha percentagens de agua de 88,8, 83,5 e 80 segundo se examinavam as porções provenientes, respectivamente, da parte superior, da parte media e da parte inferior do deposito.

CLOWES acha, como media de analyses feitas para lamas de fossas septicas de varias cidades, uma riqueza de 86 % em agua.

Em Manchester, em 1904-1905, os 1956 kilos de lamas fornecidas por milhar de metros cubicos, continham 85 % de agua; ao passo que nos 4025 kilos de lamas que até ahi se obtinham pela precipitação chimica de egual volume de agua residual se achavam 88 % de agua.

Mas nas lamas obtidas por precipitação chimica ou por sedimentação a percentagem de agua é quasi sempre ainda mais elevada, attingindo e muitas vezes excedendo 90; portanto, mesmo quando não houvesse a dissolução e gazeificação

de uma grande parte da materia organica na fossa septica, bastaria, para tornar recommendavel o emprego d'esta, a maior concentração do deposito ali formado, apresentando, para uma dada porção de materia solida, um volume menor do que o do deposito das fossas de sedimentação e de precipitação chimica (1).

\*

Quanto maior fôr o tempo durante o qual as lamas se deixam permanecer na fossa septica, tanto maiores serão a digestão da sua materia organica e a concentração que soffrem, e portanto menor será o volume de deposito correspondente a uma dada quantidade de liquido residual. Além d'isso a lama que se demora na fossa septica é muito menos nociva, putrescivel e mal cheirosa do que a que só pouco tempo ali permanece.

Parece, pois, á primeira vista, que convém fazer as evacuações da lama sómente quando a fossa esteja quasi cheia. Mas não é assim; porque só se obtem a digestão e a condensação da lama á custa de um augmento, que com o tempo se vae dando, nas materias suspensas (pag. 73) e colloides (pag. 91) do effluente da fossa. Em virtude d'isto, e tambem porque pôde ser mais difficil dispôr de grandes quantidades de lama, de longe a longe, do que de pequenas quantidades, mais frequentemente, convém, por vezes, que se façam limpezas com intervallos não muito grandes. Estes intervallos variam, para cada caso, com a quantidade de materias suspensas que se pôde tolerar no effluente das fossas que se dirige ao solo ou aos leitos bacterianos: isto depende da permeabilidade e grandeza dos elementos do material filtrante.

---

(1) Já fizemos notar a grande influencia que a percentagem de agua das lamas tem sobre o volume sob que estas se apresentam (vol. 1, pag. 238). Lembremos que um volume de lama que tem 90% de agua é duplo do que seria se essa percentagem descesse a 80.

BAUCHER propõe que se faça a evacuação das lamas logo que ellas attingam 60<sup>cm</sup>. de altura no interior da fossa.

A *Royal Commission on Sewage* entende que, como regra geral, nas pequenas installações para povoações de menos de 10.000 habitantes, não se deve fazer a limpeza enquanto os leitos bacterianos ou o solo se não resintam, na sua permeabilidade, do augmento da riqueza do liquido em materias suspensas e colloides, com tanto que a lama não ocupe mais de um terço da capacidade da fossa; e que nas povoações de mais de 10.000 habitantes a evacuação das lamas deve ter logar com intervallos mais approximados. Mas as evacuações serão feitas de modo a extrahir-se, de cada vez, sómente a porção de lama da camada inferior, porque assim se deixa a que ainda se encontra pouco condensada, e que poderá reduzir-se ulteriormente em volume; além d'isso, a presença d'esta lama impedirá que cesse o funcionamento activo da fossa, como aconteceria se a evacuação fosse completa; n'este caso, com effeito, teriamos que esperar que passasse de novo um periodo de incubação.

As lamas evacuadas das fossas septicas, de sua natureza pouco putresciveis e muito menos mal cheirosas do que as dos tanques de simples sedimentação, são facéis de seccar em espaços relativamente limitados. Segundo CALMETTE, uma cidade que evacuasse 10.000<sup>m<sup>3</sup></sup> diarios de agua de esgoto, do systema unitario, como as de Madeleine, ricas em materias suspensas de toda a espécie, daria 1370 toneladas annualmente; para seccal-as bastariam 750<sup>m<sup>2</sup></sup> de terreno nos quaes a lama seria disposta em bacias de 1 metro de fundo.

Notemos que, se quizessemos enterrar as lamas no solo, seria necessario que esta operação se fizesse em tempo sêcco (1).

---

(1) Para o modo de dispôr das lamas vêr vol. 1, pag. 230.

d) Gases produzidos nas fossas septicas e sua utilização

É muito facil verificar que as fossas septicas em actividade são séde de producção de gases, em maior ou menor quantidade. A materia organica, desintegrando-se e decompondo-se, dá origem a azote gazoso, a ammoniaco, a acido carbonico, a hydrogeneo, a hydrogeneo carbonado e a hydrogeneo sulfurado.

D'estes gases, alguns dissolvem-se na quasi totalidade no liquido da fossa e sahem com elle: taes são o acido carbonico e, principalmente, o ammoniaco e o hydrogeneo sulfurado, aos quaes já me referi quando estudei a composição chimica de effluente. Pequena parte de  $\text{CO}_2$ , de  $\text{NH}_3$  e de  $\text{H}_2\text{S}$ , que escapa á dissolução, liberta-se, juntamente com a muito maior quantidade dos gases mais leves — hydrogeneo, methana, azote —, á superficie do liquido, onde accodem formando bolhas facilmente visiveis.

É muito difficil calcular o total dos gases libertados por uma grande massa de liquido.

Com effeito, a libertação de gaz á superficie da agua de esgoto produz-se, em geral, de um modo intermittente, e d'ahi resulta que os volumes diarios de gaz colhidos n'um mesmo ponto da fossa variam muito. CALMETTE pensa que a explicação d'estas intermittencias e variações está em que os gases se accumulam sob as lamas, formando bolsas que só cedem quando a força expansiva no seu interior é capaz de vencer a pressão exterior do liquido. Em apoio d'esta explicação, traz o facto de que quanto maior é o volume do liquido que atravessa a fossa tanto mais abundante é a libertação gazosa: a maior agitação do liquido permittiria que mais facilmente os gases se escapassem de entre as lamas, sobretudo em fossas, como as de Madeleine, em que, por virtude da disposição de dia-

phragmas transversaes, a corrente deve alternadamente passar junto ao fundo e á superficie (1).

As chuvas, a pressão barometrica não parecem ter influencia sensível sobre a quantidade de gazes libertados. No verão os gazes são um pouco mais abundantes, em resultado da maior intensidade das fermentações.

Mas, as variações não se produzem apenas para as quantidades de gazes que accodem á superficie do liquido n'um mesmo ponto da fossa, em diferentes occasiões; porque também são muito accentuadas para as quantidades que n'uma mesma occasião se libertam em pontos diferentes de uma mesma fossa: nas fossas de Madeleine, o volume de gaz, libertado em 24 horas, diminue da entrada (210 litros de gaz por m<sup>2</sup> de superficie) para a sahida (40 litros de gaz por m<sup>2</sup>), da fossa, á medida que se percorrem os varios compartimentos determinados por aquelles dos diaphragmas transversaes que, dividindo incompletamente a massa liquida, emergem á superficie (o que é devido principalmente a que a acção bacteriana se pôde exercer melhor nos primeiros compartimentos, ao abrigo de um chapeu mais espesso, sobre lamas mais abundantes, mais ricas em materia organica e menos resistentes á decomposição do que as lamas dos ultimos compartimentos).

#### A média diaria dos gazes libertados em toda a extensão

---

(1) Aos domingos, dias em que a onda que atravessa a fossa é muito menor que nos dias de semana, em Madeleine, a libertação de gazes é muito mais reduzida.

Quer-me parecer que a menor libertação de gazes ao domingo, em Madeleine, pôde depender não só da diminuição do volume da onda, mas também, e talvez principalmente, da menor riqueza do liquido em substancias fermentisciveis, pela falta de affluxos industriaes diversos que aos dias de semana se produzem; com effeito, não é só para as materias das lamas, mas também para as dissolvidas no liquido que a gaeificação se dá.

de uma fossa da Madeleine de  $100\text{m}^2$  de superficie e de  $260\text{m}^3$  de capacidade é de  $11\text{m}^3,137$ , segundo CALMETTE.

Em Manchester produzem-se diariamente 92,6 litros de gazes por  $\text{m}^2$  de superficie do liquido das fossas.

Os gazes libertados seriam, segundo CLARCK, na proporção de  $0\text{m}^3,0311$  por  $\text{m}^3$  de liquido tratado.

Em Columbus, quando o total do liquido sai da fossa ao fim de 8 horas, o volume de gaz recolhido equivale a 4,5-7% do volume d'aquelle.

Na installação de Clichy recolhem-se  $10\text{m}^3$  de gaz por cada  $100\text{m}^3$  de agua de esgoto, o que daria por dia para os 775:000 $\text{m}^3$  de agua de esgoto de Paris um total de 77:500 $\text{m}^3$  de gaz.

Nos paizes quentes, os gazes são em maior quantidade, por virtude da maior intensidade das fermentações: Na India, segundo JAMES, com utilização de 136 litros de agua por cabeça e dia, a agua de esgoto demorada 8 horas em fossa septica pôde dar de 81 a 108 litros de gaz por pessoa.

Em Exeter, segundo RIDEAL, recolhe-se na fossa septica:

	em pêso	em volume
CO <sub>2</sub>	0,3	0,6
CH <sub>4</sub>	20,3	24,4
H	18,2	36,4
N	61,2	38,6
	<u>100</u>	<u>100</u>

Mas d'umas para outras aguas de esgoto as percentagens dos varios gazes no volume total variam muito: a methana vái de pouco mais de 20% a 80%, o hydrogeneo de 0 a 36%, o CO<sub>2</sub> de 1/2% a 60% (Dunbar).

É possivel encontrar, ainda, variação de composição dos gazes libertados em diferentes occasiões, n'uma dada fossa, como mostra o seguinte quadro de CALMETTE, em que estão

resumidas as analyses feitas na installação de Madeleine desde 8 de janeiro a 30 de junho de 1908:

	Acido carb.	Methana	Hydrogeneo	Azote
Media...	4,5 %	47,8 %	22,9 %	24,8 %
Minimo .	3 %	16,2 %	16,2 %	10,5 %
Maximo.	6,6 %	32,8 %	32,8 %	32,5 %

E, alem d'isso, n'uma dada occasião, em pontos diversos da mesma fossa, os gazes libertados não se misturam nas mesmas proporções; é o que CALMETTE verificou nas fossas de Madeleine, examinando os gazes recolhidos á superficie dos varios compartimentos limitados pelos diaphragmas transversaes. As diferenças tornam-se mais notaveis comparando as analyses dos gazes recolhidos em compartimentos afastados:

	Acido carb.	Methana	Hydrogeneo	Azote
2.º compartimento...	3,9	51,1	24,3	20,6
3.º       "       ...	5,2	43,5	24,6	26,7
8.º       "       ...	6,3	38	27	28,6

A maior libertação de CO<sub>2</sub> junto á sahida da fossa comprehende-se bem; com effeito, como o liquido já chega ahi rico em acido carbonico dissolvido, a quantidade d'este gaz que então se fôrma só se dissolverá muito difficilmente e terá maior tendencia a libertar-se do que nos pontos da fossa mais visinhos da entrada.

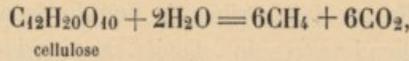
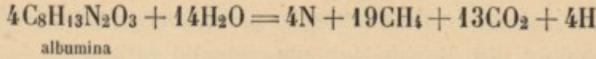
CALMETTE lembra, ainda, que é provavel que as lamas depositas á entrada da fossa septica sejam de natureza differente das que se depositam mais tarde na extremidade opposta e que, d'esta forma, as fermentações produzam gazes differentes; já vimos (pag. 104, nota 1) que na realidade assim é.

CALMETTE aponta vestigios de H<sub>2</sub>S (maximo = 4 ‰) de mercaptan e de outros gazes mal cheirosos, entre os gazes libertados; quanto ao ammoniaco só deixaria de se dissolver,

escapando-se do liquido, em quantidade muito pequena (1 mgr. por 1:200 litros de gaz).

É possível fazer uma idéa approximada da quantidade de materia organica decomposta que deu origem a um dado volume de gaz cuja composição média se conhece.

Durante o 1.º semestre de 1908 o volume total de gazes libertados em Madeleine na fossa que serviu para as observações acima apresentadas foi de 2:000<sup>m3</sup>, numero redondo. Partindo das formulas hypotheticas



vê-se facilmente que 1 litro de methana póde ser produzido por 18<sup>gr.</sup>,7 de albumina ou por 2<sup>gr.</sup>,44 de cellulose. Ora, se os gazes da fossa da instalação da Madeleine continham, em media, durante o periodo em questão, 47,8% de CH<sub>4</sub>, os 2:000<sup>m3</sup> do volume gazoso total correspondiam a 956<sup>m3</sup> de CH<sub>4</sub> e provinham de

$$956 \times 1,7 = 1625^k,2 \text{ de albumina}$$

ou de

$$956 \times 2,44 = 2352^k,6 \text{ de cellulose.}$$

Estes calculos, apresentados por CALMETTE, mostram claramente a importancia grande que tem a gazeificação na destruição da materia organica. E notemos que estes numeros são muito baixos, não só porque ha fermentações que, dando CO<sub>2</sub> e H, não produzem CH<sub>4</sub>, mas tambem porque, aqui, não entram em consideração os gazes que não são recolhidos e se perdem na atmospheria e aquelles que sahem em dissolução no liquido effluente das fossas.

\*

Esta gazeificação faz naturalmente que na analyse do effluente o augmento dos solidos dissolvidos seja, muitas vezes, pouco apreciavel ou falte, e em todo o caso seja sempre menor do que se poderia esperar da intensidade da acção hydrolytica.

Graças ao  $\text{CH}_4$  e ao  $\text{H}_2$ , os gazes libertados nas fossas são inflamaveis e podem ser utilizados como agente illuminante, com mangas de incandescencia, ou de aquecimento. Em Exeter um candieiro semelhante aos da illumination publica é alimentado na installação de depuração pelos gazes provenientes da fossa septica. Em Manchester, um pequeno gazometro de 1<sup>m</sup>,22 de diametro fluctua á superficie do liquido de uma das fossas abertas, recolhendo gazes que depois são levados a ponto onde se utiliza o calor produzido pela sua combustão.

Para determinar o grau de combustibilidade dos gazes formados, RIDEAL aconselha que se ache a differença entre a quantidade de oxygeneo absorvido pela agua de esgoto antes e depois da passagem por fossa septica; essa differença dá uma idéa da substancia organica passada ao estado de gaz combustivel, visto que na fossa septica a maior parte da materia organica não soffre oxydação.

No caso das fossas cobertas, é necessario facultar, por valvulas apropriadas, a sahida d'estes gazes não só para evitar explosões que podem resultar da sua accumulção, mas tambem para manter o bom funcionamento das fossas.

Com effeito, os gazes, colleccionando-se sob a abobada da fossa, quando não encontram sahida facil, comprimem o liquido e podem, vencendo a resistencia d'este, obrigar-o a evacuar a fossa até ao nivel da abertura interna do canal de escoamento (que se encontra submersa a profundidade variavel),

expulsando assim a camada superficial fluctuante rica em germens e dando logar a um atrazo na boa marcha das transformações. Alem d'isso, os gazes sob pressão são mais facilmente dissolvidos pelo liquido, que, d'esta fórma, se torna mais toxico para os microbios anærobios que actuam na fossa e para os oxydantes que mais tarde terão de intervir.

Nas fossas descobertas, os gazes passam geralmente com facilidade para a atmospherá, atravessando a camada de materias fluctuantes.

Mas, tanto nas fossas cobertas providas de valvulas convenientemente dispostas, como nas proprias fossas descobertas, póde acontecer, como dissemos (pag. 102), que a camada fluctuante não se deixe atravessar pelos gazes e que, então, estes, accumulando-se sob ella, a levantem a maior ou menor altura e fiquem prejudicando o funcionamento da fossa, pela sua acção toxica sobre os germens. Isto, porém, só excepcionalmente se nota, quando a camada fluctuante attinge uma insolita espessura e uma grande consistencia.

e) Resultados comparados da utilização de fossas descobertas  
e de fossas fechadas por abobada

Tendo-se verificado que a camada fluctuante adquire nas fossas uma espessura sufficiente para preservar o liquido do contacto do ar e tendo-se reconhecido que não é, de resto, necessario que haja uma anærobiose completa, porque os germens que actuam não são, pela maior parte, anærobios obrigatorios, mas sim anærobios facultativos, tratou-se em muitos logares, como dissemos, de substituir ás primitivas fossas fechadas as fossas descobertas (1), com o fim de, ao tempo que

---

(1) BEZAULT faz notar que, contra o que vulgarmente se pensa, CAMERON nunca disse que era essencial manter os liquidos ao abrigo do ar, por abobadas cimentadas, e mesmo, em 1897, affirmou que as fossas podem ser abertas.

se evitam o perigo de explosões e outros inconvenientes já apontados, poupar as despezas, geralmente elevadas, exigidas pela construção de abobadas cimentadas.

Mas desde logo se começou dizendo que as fossas septicas descobertas deveriam permittir um grande arrefecimento do liquido durante o inverno, levando assim a atrazo nas fermentações: com effeito, quando pensamos que, no inverno de 1903, a camada superficial de liquido da fossa de Saratoga gelou n'uma espessura de 0<sup>m</sup>,1, apesar da cobertura da fossa por abobada e por 0<sup>m</sup>,457 de terra, somos levados a recear que muito mais notaveis fossem as consequencias se a fossa fosse descoberta.

A verdade, porém, é que a differença de temperatura entre o liquido das fossas fechadas e o liquido das fossas descobertas é muito pouco sensivel: em Leeds não chega a ser de 0°,80 F a favor do primeiro. E nas fossas descobertas o liquido conserva uma temperatura (em média 57° F, em Manchester) sempre superior (de 10° F, em média, em Manchester) á do ar.

As experiencias feitas em Columbus mostram que as fossas abertas podem usar-se, mesmo no inverno, nas frias regiões do norte do Ohio.

Com os frios mais rigorosos, CALMETTE, em Madeleine, nunca viu cessarem as fermentações nas fossas sem cobertura; o thermometer mergulhado a 2 metros de profundidade nunca marcou menos de 12,4° C, com temperaturas exteriores de - 5° C e mesmo de - 7° C.

Estes factos explicam-se, em parte, por as aguas caseiras e industriaes serem geralmente tépidas e por as fermentações anaerobias productoras de calor (pag. 32) impedirem que o arrefecimento do liquido na fossa se dê rapidamente.

As analyses comparativas dos effluentes das duas especies de fossas septicas veem cortar a questão mostrando que os resultados obtidos são identicos nos dois casos, como se vê do seguinte quadro:

## Analyses feitas na installação de Leeds

resultados em mgr. por litro

	Materias dissolvidas — Totaes	Materias suspensas — Totaes	NH <sub>3</sub> livre	NH <sub>3</sub> albumi- noide	Oxygeneo absorvido em 4 horas a 80° F
Effluente da fossa aberta.....	77,6	13,1	1,83	0,455	4,18
Effluente da fossa fechada.....	77,9	12,8	1,80	0,437	4,82

Em Birmingham, Burnley, Madeleine, etc., chegou-se igualmente á conclusão de que as fossas descobertas dão sensivelmente os mesmos effeitos que as fechadas, com respeito a qualidade do liquido effluente e das lamas obtidas. Contudo em Yeovil parece ter ficado estabelecido, em 1900, que, no caso de aguas residuaes muito concentradas, as fossas septicas fechadas dão resultados ligeiramente melhores.

Vê-se apontar, frequentemente, como um defeito das fossas descobertas, o ellas não permittirem o recolhimento dos gazes para utilização futura; ora isso não é absolutamente exacto, visto que é possível, mesmo n'estas fossas, aproveitar os gazes, pelo menos parcialmente, como vimos que se faz em Manchester, por meio de um gazometro fluctuante. Alem d'isso, a verdade é que, dando em média, segundo CALMETTE, cada m<sup>3</sup> de liquido apenas 10 litros de CH<sub>4</sub> e H, o valor economico dos gazes combustiveis é, afinal, praticamente desprezivel.

Uma inferioridade, e essa indiscutivel, das fossas septicas descobertas perante as fechadas reside no facto de que, ao passo que estas ultimas não dão logar a cheiros sensiveis (é o caso das fossas fechadas de Exeter, Yeovil, Andover, Hartley-Wintney, Prestolee, etc.), as primeiras podem permittir a producção de cheiros que, se em geral não se diffundem a distancia e não são fecaloides, mas sim semelhantes aos que

se sentem na vizinhança das fabricas de gaz, nem por isso muitas vezes deixam de ser altamente incommodos para os empregados das installações de depuração, para os habitantes de casas proximas, e para os transeuntes de caminhos pouco afastados.

Em Accrington, Leeds, Rochdale e Burnley, por exemplo, as fossas descobertas dão, em regra, um cheiro local pronunciado, e em Sheffield o incommodo resultante das emanações da fossa descoberta foi tal que os empregados reclamaram energicamente. Serios inconvenientes semelhantes levaram em Gosport, Guildford e Carshalton á comprehensão da necessidade de cobrir as fossas até ahí descobertas; os cheiros desapareceram, então, quasi por completo (1).

Mas notemos que, quando as installações de depuração não estejam situadas na immediata vizinhança de casas ou caminhos muito frequentados, podemos obter uma certa diminuição, sufficiente, do cheiro, sem que tenhamos necessidade de recorrer ás dispendiosas coberturas cimentadas e sem nos sujeitarmos ao perigo de explosões d'ahi resultante. Adoptaremos, então, como meio termo economico, uma ligeira cobertura — de pranchas (2), ou de outro material —; esta cobertura, que não impedirá a sahida dos gazes, não só limitará muito a diffusão dos cheiros, mas tambem protegerá o conteúdo da

---

(1) Em algumas installações as fossas descobertas dão um cheiro insignificante; é o que acontece na de Birmingham onde, apesar de uma superficie de 22.000<sup>m</sup>2 de fossa septica, não se produzem cheiros que incomodem os habitantes de uma povoação situada a 1/2 milha e da qual partem casas até 1/4 de milha da installação; cousa semelhante acontece na installação de Manchester.

Isto é devido a que a agua de esgoto é em parte composta de certas substancias residuaes industriaes — saes de ferro no caso de Birmingham, saes de ferro e alcatrão no caso de Manchester. Os saes de ferro são desodorisantes; veremos, mesmo, adeante, que o sulfato de ferro é um dos agentes preconisados para combater o mau cheiro do effluente da fossa septica.

(2) As pranchas podem ser mesmo collocadas lado a lado sobre o liquido, fluctuando n'elle.

fossa da acção do ar, da luz e, sobretudo, do vento, que sem essa protecção poderia deslocar, abrir e desfazer a camada fluctuante ou *chapeu* e agitar o liquido, fazendo diminuir a intensidade das fermentações e augmentar a quantidade de materias suspensas no effluente.

E, da mesma fórmula, ou tambem pelo uso de rédes finas ou do lançamento de petroleo á superficie do liquido, se pôde fazer desaparecer o inconveniente que apresentam as fossas descobertas, de permittirem o accesso a mosquitos e outros insectos capazes de propagarem doenças infecciosas.

- 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

Se n'uma fossa septica fizermos passar um determinado volume  $Q$  de agua residual debitado pelos esgotos durante um certo tempo  $T$ , a demora media  $t(1)$  do liquido no interior do reservatorio variará com a capacidade  $q$  d'este.

$$\text{Com effeito teremos } Q = \frac{T}{t} q \text{ e } t = \frac{T}{Q} q.$$

Se a fossa em questão não tem internamente diaphragmas transversaes, e se suppôzermos que as moleculas de agua teem

---

(1) Por  $t$  representamos a demora media do liquido, porque nem todas as porções d'este ficam na fossa durante o mesmo tempo. N'uma fossa septica, DZERGOWSKI nota que, ao passo que certas porções de liquido sahem da fossa ao fim de 3 horas e meia, outras ha que se demoram mais de 100.

Tão grandes variações podem dar-se nas fossas septicas em que não ha diaphragmas transversaes dividindo a corrente do liquido e em que, portanto, este se pôde sobrepôr, em camadas, pela ordem da sua densidade; nas fossas em que existem diaphragmas, as varias porções do liquido demoram-se no interior da fossa espaços de tempo menos variaveis, mas ainda então não se poderá dizer que para todas as porções do liquido a demora seja rigorosamente a mesma.

um simples movimento de translação da entrada para a saída, podemos dividir o comprimento ( $l$ ) da fossa pelo tempo ( $t$ ) que no seu interior o liquido se demora, para obtermos a velocidade ( $v$ ) com que este ahi se desloca; teremos o valor  $v = \frac{l}{t}$  (1) menor do que o real, mas sufficientemente approximado (2).

Substituindo  $t$  pelo seu valor em  $Q = \frac{T}{t}q$ , e tirando o valor de  $v$ , temos  $v = \frac{Ql}{Tq}$ ; isto é  $v$  varia na razão inversa da capacidade ( $q$ ) da fossa ou na razão directa do seu comprimento ( $l$ ), suppondo constantes no segundo termo da egualdade, em cada caso e respectivamente, todos os valores que não  $q$  ou  $l$ .

Sob o ponto de vista do rendimento quantitativo, do augmento do valor de  $Q$ , ha interesse em reduzir  $t$  o mais possivel.

Mas  $t$  é um dos factores que influem no rendimento qualitativo, dependente das acções de sedimentação e de desintegração na fossa septica, e é contido no outro factor  $v$ : quanto menor fôr  $t$  e maior fôr  $v$ , tanto maior será a riqueza do effluente da fossa septica em materias suspensas e menor será a desintegração da substancia solida.

Os valores de  $t$  e  $v$  mais vantajosos serão aquelles que, sem darem logar a cheiros muito intensos (os cheiros crescem com o augmento de  $t$  e diminuem com o augmento de  $v$ ), permittam a maxima sedimentação e a maxima digestão das substancias.

Não se póde *a priori* indicar quaes elles devam ser, para

(1)  $v$  é dado, usualmente, em millimetros por minuto.

(2) Se, porém, a fossa tivesse diaphragmas transversaes formando divisões incompletas na massa liquida, o caminho a percorrer augmentaria muito, e portanto o valor de  $v$  seria maior do que  $\frac{l}{t}$ .

uma agua de esgoto de que se não conhece a composição, d'uma cidade cujos esgotos não são descriptos, cujo clima não é dado e em que o effluente da fossa ha de ter um destino não apontado. E isto porque:

1.º Com os logares, varia a composição quantitativa e qualitativa das aguas de esgoto em materias suspensas. Quanto mais ricas de materias em suspensão forem as aguas tanto maior deverá ser a demora na fossa septica. Mas, ainda, para liquidos com egual pêso de materias suspensas, estas differem qualitativamente com respeito á sua facilidade de sedimentação e á sua fermentiscibilidade; assim é que uma agua de esgoto d'uma povoação que rejeita as materias fecaes para fossas, e não para as canalisações, deixa depôr mais facilmente e fermentar mais difficilmente as suas materias suspensas do que uma agua de esgoto com o mesmo pêso de materias suspensas, mas d'uma povoação que pratica o *tudo ao esgoto*.

2.º Quanto mais lenta fôr a marcha e maior a demora dos liquidos residuaes nas canalisações, tanto melhor se poderão exercer sobre elles as acções physicas de sedimentação e biologicas de desintegração dos solidos, que sempre, mais ou menos, se realisam nos esgotos. Se, portanto, estes são longos, tortuosos, pouco inclinados e mal arejados, terão em grande parte desempenhado o papel da fossa septica, e o tempo de demora do liquido n'esta deve ser muito menor do que nos casos em que os esgotos sejam de uma pequena extensão, bem arejados, e permittam um escoamento rapido e facil ao liquido residual.

3.º O clima tem influencia sobre a intensidade das acções anærobias; nos paizes quentes as fermentações são mais activas, e a demora em fossa poderá ser menor.

4.º As qualidades a exigir no effluente variarão tambem de local para local. Em certos casos haverá, por exemplo, de fazer-se o lançamento do liquido septico sobre leitos bacterianos de material grosseiro, em outros casos o liquido será dirigido a leitos de material fino; nos primeiros casos, o effluente da fossa poderá ser mais rico em substancias solidas (e portanto *v* maior e *t* menor) do que nos segundos, sem que

os leitos se resintam na sua permeabilidade. Quando a impermeabilização dos leitos não importe muito, por ser facil de fazer a limpeza ou a renovação do material filtrante, e mais isso convenha do que obter muita lama para a qual se não acharia modo de disposição commodo, será evidentemente permittida uma velocidade maior ao liquido e uma menor demora d'elle na fossa, do que no caso contrario, em que seja preferivel obter muita lama a ter os leitos rapidamente impermeabilizados.

Portanto, para cada logar, determinar-se-ão os valores de  $t$  e  $v$  que dêem rendimentos quantitativos e qualitativos do effluente que mais convenham para a boa realisação do tratamento ulterior.

Habitualmente,  $v$  estará entre  $\frac{1}{2}$  mm e 1 mm por segundo e  $t$  entre 8 e 24 horas.

Em Leeds, Harding e Harrisson fizeram experiencias em que comparavam os resultados colhidos fazendo variar o volume ( $Q$  durante  $T$ ) da corrente liquida affluente á fossa, de modo que esta podesse ser cheia por aquella em 12, 24, 48 e 72 horas (valores de  $t$ ). Verificaram que a onda capaz de encher a fossa em 24 horas era a mais conveniente, se se attendia não só á qualidade do effluente, mas tambem á economia; uma affluencia menos importante só dava resultados muito ligeiramente melhores com relação á baixa na materia suspensa, e uma affluencia maior levava a mais solidos em suspensão no effluente do que era permittido para que os leitos bacterianos se conservassem em bom funcionamento; quando a affluencia do liquido era tal que o enchimento da fossa se fazia em 12 horas, a deposição dava-se ainda, mas a acção hydrolytica cessava por completo.

FOWLER, em 1905, calculava que uma agua de esgoto de concentração correspondente a 182 litros de agua utilizada por habitante deve affluir á fossa n'uma quantidade tal que a encha em 24 horas; a affluencia com aguas de esgoto mais diluidas seria maior, com aguas mais concentradas seria menor. N'este ultimo caso, portanto, o tempo que o liquido

levaria a encher a fossa excederia 24 horas; mas ulteriormente o mesmo autor declara que a agua de esgoto não deve permittir-se uma demora superior a 24 horas.

\*

É claro que, se o liquido affluente ( $Q$ ) é o total da onda debitada pelos collectores durante um dia ( $T=24$  horas), para que a demora media ( $t$ ) do liquido na fossa seja de 24 horas, torna-se necessario que a capacidade d'esta seja igual ao volume da onda diaria; com effeito, sendo  $Q = \frac{T}{t}q$ , temos  $q = Q \frac{t}{T}$  e, como  $t = T$ ,  $\frac{t}{T} = 1$  e  $q = Q$ .

Se quizermos que a demora media do liquido na fossa seja de 12 horas, havendo de se tratar a onda diaria, é claro que, sendo  $\frac{t}{T} = \frac{1}{2}$ , teremos  $q = \frac{1}{2} Q$ . E assim por diante.

De um modo muito geral pôde dizer-se que, quando as aguas que chegam ás installações de depuração são muito diluidas, pouco ricas em materias organicas e solidos suspensos, ou, sendo mais concentradas, percorreram um longo trajecto de esgotos que lhes permittiu a fermentação e a dissolução apreciavel das materias solidas, o tempo de demora do liquido na fossa deverá ser pequeno e, portanto, a capacidade d'esta será relativamente reduzida, por vezes muito menor do que a correspondente á onda diaria total de tempo sêcco do effluxo urbano. É o que acontece na America do Norte, e notadamente em Champaign, onde a grande quantidade de agua distribuida e utilizada pelos 3.500 habitantes permite que a fossa septica seja de dimensões taes que o debito diario dos esgotos em tempo sêcco (1.363<sup>m3</sup>) a encha treze vezes, o que dá para o liquido uma demora media de menos de duas horas na fossa septica.

Nas condições habituaes na Europa, em que as aguas de esgoto são mais concentradas, a capacidade da fossa será geral-

mente a correspondente á onda diaria de tempo sêcco, o que, como acabamos de vêr, dará para o liquido uma demora media de 24 horas na fossa.

Só muito raramente a capacidade d'esta será maior do que a correspondente ao effluxo diario; comtudo, isso poderá acontecer no caso de esgotos pequenos em extensão, atravez dos quaes o liquido passe rapidamente, attingindo a fossa septica pouco tempo após a sua rejeição, relativamente fresco. Então approximamo-nos, com effeito, do caso das fossas domesticas, onde as materias solidas, fecaes e outras, teem que soffrer a desintegração não facilitada pelas acções mecanicas e biologicas que nos esgotos em geral se realisam, e para as quaes é necessaria uma capacidade de, pelo menos, dez vezes a onda suja rejeitada diariamente.

Aqui temo-nos referido á onda diaria em tempo sêcco. No tempo de chuva, se o systema de esgotos é o separador o volume da onda a tratar não augmentará sensivelmente. Mas se os esgotos forem combinados, a massa liquida pôde augmentar muito e, então, haverá fossas septicas de sobrecellente ou toda a onda passará pelas fossas habituaes; n'este ultimo caso, o tempo de demora do liquido na fossa será menor, evidentemente, do que o calculado para a onda de tempo sêcco, mas, como o liquido augmenta em diluição proporcionalmente ao augmento de volume, o inconveniente não será grande.

\*

Já vimos a importancia que tem a determinação da capacidade que a fossa deve ter, e mesmo que, para uma dada capacidade, não é indifferente o comprimento, isto é, uma das tres dimensões de que essa capacidade depende. Ora a altura e a largura devem tambem manter entre si e com o comprimento umas certas proporções, para que a superficie sob que o liquido se apresenta seja conveniente em relação ao seu volume. Com effeito já fiz notar o mau resultado que pôde

dar uma superficie relativamente pequena que permita a formação de uma camada fluctuante espessa em excesso, capaz de impedir a fuga dos gazes e de prejudicar o funcionamento da fossa.

Para as aguas de esgoto de composição média pôde calcular-se uma superficie de fossa septica de  $0^{\text{m}^2},0335$  por habitante, approximadamente.

Como indicações muito geraes, direi que para uma cidade de 10.000 habitantes, com um effluxo diario em tempo sêcco de  $1.000^{\text{m}^3}$  de uma agua de esgoto de composição media, as dimensões da fossa septica poderão ser

$3^{\text{m}}$  de altura  $\times 7^{\text{m}}$  de largura  $\times 50^{\text{m}}$  de comprimento.

N'esta hypothese, a capacidade total da fossa seria  $1.050^{\text{m}^3}$ , o que corresponderia pouco mais ou menos a uma capacidade util capaz de conter a onda diaria de tempo sêcco;  $t$  seria, pois, igual a 24 horas e  $v = \frac{l}{t} = \frac{50.000^{\text{mm}}}{86.400}$  teria o valor de  $0^{\text{mm}},57$  por segundo; a superficie que o liquido apresentaria na fossa corresponderia a  $0^{\text{m}^2},035$  por habitante.

Note-se que, quando a demora do liquido na fossa deve ser muito grande ou o volume diario a tratar é muito consideravel, ha conveniencia em empregar, em vez de uma só fossa, duas ou mais, quer dispostas em série, communicando, quer independentes entre si.

No primeiro caso, a agua de esgoto percorre um caminho igual á somma dos comprimentos das fossas, somma que deve ser igual ao que seria o comprimento de uma fossa unica sufficiente para tratar, nas mesmas condições de demora e velocidade do liquido, a onda total; a largura e a altura de cada uma das fossas, comtudo, ficarão eguaes ás que esta fossa unica teria; a capacidade e a superficie d'esta corresponderia á somma das capacidades e das superficies das fossas erriadas.

No segundo caso, o comprimento de cada fossa usada será o mesmo que seria o de uma só fossa capaz de tratar toda a onda diaria; mas a largura d'esta teria que ser a somma das larguras d'aquellas, para que em ambos os casos a capacidade e a superficie totaes fossem as mesmas; isto, é claro, suppondo que não só o comprimento das fossas, mas tambem as suas alturas ficam constantes.

- g) A fermentação da agua de esgoto na fossa septica e a facilidade de oxydção futura. Super-septicisação; seus inconvenientes e meios de os evitar

Suppõe-se geralmente, ainda hoje, que a fossa septica é util não só por dar um effluente em que as materias suspensas apresentam uma certa baixa e por levar a uma importante concentração e reduccção de volume das lamas obtidas, mas tambem por conseguir um liquido mais facil de oxydar, em virtude da fermentação soffrida; a passagem do azote organico a azote ammoniacal, que nas fossas se produz, é olhada senão como absolutamente necessaria, pelo menos como muito conveniente para a futura nitrificação, que se julga ser exclusivamente devida aos germens de WINOGRADWISKY.

Quanto mais tempo se demora o liquido na fossa, mais completos são os effeitos das acções anærobas que convertem a materia organica azotada dissolvida em ammoniaco, e maior é tambem a quantidade d'este que, proveniente da desintegração das materias solidas, igualmente se dissolve no liquido. Com effeito o ammoniaco, mesmo quando existindo já no meio em grande quantidade, não se oppõe pela sua alcalinidade á continuacção das acções que lhe motivam a produccção: RIDEAL encontra effluentes de fossas septicas contendo 300-400 mgr. de  $\text{NH}_3$  por litro, e o *B. mycoides*, que vulgarmente concorre para a transformacção do azote organico em azote ammoniacal, actua mesmo n'um meio contendo 2‰ de potassa caustica, de uma alcalinidade equivalente a 6<sup>gr.</sup>,6 de

$\text{NH}_3$  por litro, que difficilmente se encontrará nas mais concentradas aguas residuaes.

Portanto poderia concluir-se que quanto maior fosse o tempo de demora do liquido na fossa, e consequentemente a capacidade d'esta, tanto melhor seria o effluente obtido, com respeito á realisação da oxydação futura, e que, se no paragrapho anterior limitámos a demora e a capacidade em questão, foi isso devido exclusivamente a considerações de economia de espaço e de dinheiro.

Esta conclusão seria um erro que convém evitar.

Ha alguns annos já, DUNBAR, entre outros autores, affirmava que, para a oxydação ulterior, a formação de ammoniaco não tem a importancia que primitivamente se lhe dava; a nitrificação não constitue todo o processo biologico de oxydação, mas, quando mesmo o constituisse, seria de notar que não são os germens de WINOGRADWISKY os unicos agentes nitrificadores; se esses germens só nitrificam o ammoniaco, ha outros que só nitrificam o azote organico, e realisam a oxydação muito mais rapidamente do que aquelles. Além d'isso, accrescenta DUNBAR, a mineralisação do enxofre organico que se produz nas fossas está longe de ser vantajosa; o enxofre saí, geralmente, ou como gaz  $\text{H}_2\text{S}$  dissolvido no liquido do qual se liberta facilmente quando este passa exposto ao ar em camadas pouco altas, dando maus cheiros, ou como sulfureto de ferro, em pequenos flócos, que vái prejudicar os materiaes filtrantes e que é mais difficil de oxydar do que o enxofre organico. E DUNBAR affirma ainda que a passagem por fossa septica faz baixar o poder de fixação das substancias da agua residual ao material filtrante.

A fermentação não facilita, antes difficulta, pois, a ulterior oxydação das substancias do liquido, conclue DUNBAR.

Os autores inglezes conservaram-se durante algum tempo ainda na primitiva opinião, opposta á de DUNBAR, fundando-se nos resultados da pratica: deitando sobre leitos bacterianos semelhantes uma agua de esgoto bruta e a mesma agua depois

de passagem por fossa septica, notavam que os leitos suportavam n'este segundo caso doses de liquido muito mais consideraveis do que no primeiro, sem que o seu funcionamento fosse prejudicado.

Mas não é assim que se deve resolver o problema. A estada em fossa faz desaparecer do liquido a maior parte da substancia suspensa e uma parte não desprezivel da materia dissolvida; portanto empobrece-o em substancia oxydavel, diminuindo muito o trabalho que o leito tem que desempenhar, e notadamente impede que a impermeabilisação n'este appareça com a rapidez com que apparecerá n'um leito a que se lance um liquido bruto, rico em materias suspensas. Mas isto não prova que a materia do liquido fresco seja *qualitativamente* mais difficilmente oxydavel do que a materia fermentada.

E estas considerações levaram DUNBAR a fazer as experiencias com aguas de esgoto de character domestico, comparando o effluente da fossa septica não já com a agua de esgoto bruta, mas sim com agua de esgoto não fermentada liberta da maior parte das suas materias suspensas; e, em Hamburgo, verifica que, com liquido n'estas ultimas condições, pôde encher diariamente seis vezes os leitos bacterianos, conseguindo bons resultados para os effluentes d'estes, ao passo que os effluentes dos leitos deixam a desejar logo que se vái além de dois enchimentos por dia com liquido sahido da fossa septica.

Em Inglaterra, as experiencias foram finalmente orientadas n'este sentido e, depois de um anno de observações e analyses em Dorking, Richards, chimico da *Royal Commission*, chega á conclusão de que, para o caso de uma agua de esgoto domestica, o effluente das fossas septicas não é mais facilmente oxydavel do que os effluentes das fossas de sedimentação ou de precipitação chimica.

Os resultados das experiencias de Dorking concordam com os anteriormente obtidos por PLATT em Rochdale, por HARRINSON em Leeds, por CAMPBELL em Huddersfield, e por WIKE e

HARWORTTE em Sheffield, para aguas de esgoto contendo quantidades mais ou menos notaveis de liquidos residuaes de industrias (1).

Chegamos, pois, á conclusão de que o facto de um liquido residual se apresentar fermentado não favorece a futura oxidação e talvez mesmo a prejudica.

A fossa septica convém apesar de tudo, dir-se-á, porque consegue uma redução notavel de volume das lamas (redução que se não obtém com a sedimentação ou a precipitação chimica) e dá um effluente que, senão pela sua composição qualitativa, ao menos pela sua composição quantitativa, é mais facil de tratar do que a agua residual bruta, mais concentrada e rica de materias suspensas.

Ora isto é verdade, mas só dentro de certos limites, emquanto o liquido não excede um certo grau de fermentação; com effeito, além d'este, já não ha a discutir se o liquido fermentado é mais ou menos conveniente do que o fresco para soffrer a oxidação, porque esta se torna impossivel ou muito difficil por virtude da acção toxica que o liquido, assim *super-septicisado*, exerce sobre os germens oxydantes; então torna-se, naturalmente, mais facil de tratar o proprio liquido residual bruto.

MONCRIEFF, em Caterham, com uma agua de esgoto contendo 180 mgr. de chloro por litro, procurava achar qual o ponto a que devia ser levada a producção do ammoniaco para maior conveniencia da futura transformação em nitratos. Para isso, fazia subir o liquido n'um tanque de 6<sup>m</sup>,10 de comprido  $\times$  3<sup>m</sup>,05 de largo  $\times$  1<sup>m</sup>,52 de altura, no qual empilhára pre-

---

(1) Certos liquidos residuaes, como os produzidos por fabricas de cerveja, de assucares, etc., ricos em hydratos de carbono, pela estada em fossa não se enriquecem em ammoniaco, mas pelo contrario tornam-se acidos; e essa acidez, como DUNBAR já ha muitos annos faz notar, torna o liquido fermentado mais difficil de oxydar nos leitos bacterianos do que o liquido fresco.

viamente 400 potes de barro, com a bocca para baixo, fixos por pêsos collocados em cima; as condições anærobias eram excellentes, os germens multiplicados activamente estavam bem em contacto com o liquido, e as fermentações eram intensas. O effluente obtido ao fim de um dado tempo, contendo, em mgr. por litro, 1.260 de solidos dissolvidos, 53 de azote organico, e 350 de ammoniaco, não soffria já, porém, de modo algum, a nitrificação, e era altamente toxico para os germens oxydantes. A sua diluição por alguns volumes de agua commum tornava possivel, comtudo, uma futura nitrificação efficaz e activa.

O *Massachusets Board of Health* affirma tambem que se verificou em Andover (E. U. A.) que o tratamento septico quando levado muito longe torna o liquido residual muito difficilmente nitrificavel.

No seu relatorio de 1908, a *Royal Commission* perfilha esta opinião, que lhe foi apresentada por varios autores, e faz notar que não é unicamente o augmento exaggerado de ammoniaco que prejudica as futuras acções oxydantes, mas tambem a accumulção de outras substancias, taes como o hydrogeneo sulfurado, cuja quantidade sóbe consideravelmente no liquido conservado em fossa septica durante um tempo muito prolongado (1).

Tudo o que fica dito mostra-nos que, se o tratamento

---

(1) Já vimos que o hydrogeneo sulfurado, combinando-se com o ferro e outros corpos no interior da fossa, leva á formação de lama supplementar difficilmente decomponivel.

E é ainda precisamente o hydrogeneo sulfurado a causa de uma espessa camada escura formada pelo desenvolvimento de certos organismos á superficie dos leitos bacterianos que recebem effluentes septicos superfermentados. Estes organismos são *sulfo-bacterias* de varias especies que para prosperarem exigem simultaneamente ar e  $H_2S$ ; ora a superficie dos leitos a que afflue o liquido fermentado é altamente conveniente sob esse ponto de vista e, por isso, essas bacterias tomam por vezes um desenvolvimento tão notavel que pôde prejudicar o funcionamento dos leitos.

anærobio é realizado como phase preparatoria do tratamento biologico ærobio, o effluente das fossas septicas não deverã ter soffrido um grau illimitado de hydrolyse, para que não exceda uma certa riqueza em ammoniaco (1) e em outros corpos, a menos que se queira fazer a sua neutralisação parcial por acidos ou a sua diluição sufficiente pela addição de agua. (A diluição pela massa de agua de rios muito caudalosos ou de favoraveis correntes maritimas, quando a uns ou a outras possam ser lançados directamente os effluentes das fossas septicas, faz com que n'estes casos a hydrolyse possa ser levada muito longe sem inconveniente para as acções oxydantes que n'esses meios naturalmente se realisam).

Mas a neutralisação por acidos, como a diluição por grandes massas de agua, é um processo pouco pratico; melhor será impedir, quando possivel, que cheguem a produzir-se esses liquidos residuaes excessivamente alcalinos e ricos em ammoniaco, acido sulfhydrico e outras substancias nocivas para os germens.

Portanto concluimos que:

1.º A fossa septica não será utilizada quando á terminação dos esgotos chega um liquido que contém já ammoniaco ou hydrogeneo sulfurado além do limite compativel com as acções nitrificadoras. Isto poderá acontecer não só para as aguas de esgoto algum tanto concentradas que tenham feito um muito longo trajecto nos esgotos e em que a hydrolyse se tenha já realizado sobre a maior parte das substancias do liquidó, mas tambem, em casos de não muito grande extensão de esgotos, para as aguas residuaes concentradas em excesso, de cidades pouco providas de agua (2).

2.º Nos casos em que a agua residual ao chegar á terminação dos esgotos não tem attingido (como é a regra), pelo

---

(1) Veremos quanto tratamos das acções nitrificantes qual a quantidade de ammoniaco quo não deverã ser ultrapassada.

(2) Principalmente se no esgoto se lançam liquidos industriaes alcalinos ricos de  $H_2S$  ou ammoniaco (é o caso de Coimbra).

ammoniac, acido sulphydrico, etc., o limite permittido, a capacidade da fossa septica nunca deverá ser por tal fórma grande que o tempo que n'ella se demora o liquido residual leve este a uma *supersepticisação*.

g) Diaphragmas transversaes no interior das fossas septicas e sua influencia sobre os resultados do tratamento

Ao passo que alguns autores recommendam o uso de diaphragmas transversaes que incompletamente dividam a fossa septica em varios compartimentos communicantes, outros autores são em absoluto contrarios ao seu emprego.

Os primeiros teem em vista, com estes diaphragmas, amortecer a corrente e favorecer a deposição das materias suspensas; além d'isso, diz CALMETTE, sem estas separações a agua de esgoto dispõe-se segundo a densidade e riqueza em substancias suspensas, por camadas horizontaes sobrepostas, das quaes as mais superficiaes e as profundas se renovam muito mais lentamente do que a que fica á altura das secções interiores dos canaes de entrada e de sahida, porque entre estas se estabelece de preferencia a corrente.

Mas, quanto ao affirmar o amortecimento da corrente, nota BEZAULT, pôde dizer-se que isso é uma heresia; com effeito, os diaphragmas, reminiscencia das antigas fossas de sedimentação e précipitação chimica, dão, pelo contrario, uma maior impetuosidade á corrente do liquido, visto que este, em vez de ter para passagem toda a secção da fossa, apenas tem  $\frac{1}{3}$  ou  $\frac{1}{4}$  d'ella e é obrigado a percorrer no mesmo tempo um muito maior caminho, porque, em logar de atravessar a fossa em linha recta ou quasi, a atravessa formando grandes curvas. Ora, sendo as camadas liquidas mais movimentadas, a fermentação é menos activa e a deposição das materias não pôde ser favorecida.

Os diaphragmas reteem, sim, mecanicamente as materias

suspensas e principalmente as fluctuantes; mas, por isso, impedem que estas se espalhem uniformemente por toda a fossa: Nos primeiros compartimentos fica retida a maior parte d'estas materias leves, formando um *chapeu* espesso, por vezes talvez em excesso; nos ultimos, pelo contrario, a camada fluctuante forma-se mal, ou falta mesmo por completo, o liquido deixa de ser protegido, e a acção bacteriana é fraca (e isso explica, em parte pelo menos, que CALMETTE recolha menos gazes nos ultimos compartimentos da fossa do que nos primeiros).

E, acrescenta ainda BEZAULT, não se deve evitar no liquido a formação de camadas sobrepostas segundo a densidade. Se a camada que fica á altura da sahida é a que mais rapidamente se renova, tanto melhor, porque a altura escolhida para a sahida do liquido é já propositadamente aquella que corresponde á camada de densidade e de condições mais convenientes para a realização da depuração futura.

É um contra senso obrigar as diferentes porções de liquido, as que contem poucas materias suspensas e as que contem muitas, a percorrer no mesmo lapso de tempo a mesma distancia.

E não é razoavel fazer com que o liquido de uma zona de densidade media, pouco rica em materias suspensas, passe aternativamente junto á superficie e ao fundo, misturando-se com o liquido das outras zonas de densidade diferente; evidentemente, ao passar nas zonas inferiores mais concentradas, o liquido não póde deixar de se conspurcar, e poderá acontecer que á sahida dos ultimos compartimentos venha peor do que era nos primeiros.

O melhor, pois, será deixar os phenomenos de solubilisação por fermentação operar livremente e regular espontaneamente a disposição do liquido na fossa segundo a sua densidade.

A maior parte dos autores tende a pôr de lado os diaphragmas. Não se póde negar que CALMETTE tenha obtido com elles

effluentes muito pobres em materia suspensa. Mas é fóra de duvida que esses diaphragmas terão, então, mais concorrido para favorecer acções physicas de decantação do que as acções bacterianas, que terão sido antes prejudicadas.

#### h) As acções de desnitrificação nas fossas septicas

Por vezes faz-se voltar ás fossas septicas parte do seu effluente depois de nitrificado por estada em leitos bacterianos, misturando-o com o liquido existente na fossa. Os nitratos são reduzidos a nitritos e estes destruidos com perda de azote: mas, em resultado d'esta *desnitrificação*, produz-se oxygeneo que vae servir para a combustão de parte das substancias organicas da mistura, a qual nos leitos bacterianos soffrerá uma oxydação muito mais intensa do que a que soffrera o previo effluente da fossa, não adicionado de liquido nitrado.

Estas acções desnitrificadoras, se bem que realisadas facilmente nas condições anærobias, serão estudadas com maior desenvolvimento mais tarde, depois de serem conhecidas as acções aerobias de nitrificação, que necessariamente as precedem. Veremos como a desnitrificação se póde produzir no solo e nos leitos bacterianos, umas vezes contra, outras vezes de accordo com a nossa vontade, prejudicando ou favorecendo a realisação da depuração provocada.

#### 3'') Critica de algumas opiniões de detractores das fossas septicas habituaes. Effeitos obtidos pelo uso de fossas propostas para as substituir. Ames Tank, Hydrolytic tank

Em presença do que fica exposto, parece amplamente demonstrado que, se as fossas septicas não dão um liquido qualitativamente mais oxydavel do que a agua de esgoto fresca

e se não destroem completamente as materias depositadas, como CAMERON pensava, dão comtudo um effluente de composição media e mais facil de tratar do que a agua de esgoto bruta, pela menor abundancia em materias suspensas e em materia organica, e trazem ás lamas uma redução notavel de volume, não só por effeitos de condensação, mas tambem por effeitos de digestão biologica.

Se é certo, pois, ter-se durante algum tempo exaggerado muito a obra que as bacterias são capazes de realizar em condições praticas e n'um tempo relativamente curto, é certo tambem que não se póde licitamente sustentar que as fossas septicas actuem apenas como fossas de sedimentação. A realidade de activas acções biologicas foi posta em relevo em tantas installações, pela formação tão apreciavel de gazes e pelas analyses comparadas do affluente e do effluente da fossa, mostrando a destruição do azote organico com a concomitante formação de ammoniaco, etc., que não devemos de modo algum enfileirar ao lado dos autores que teimam em negar a existencia da biolyse. E, se não nos é permittido duvidar da boa fé e da sinceridade dos dizeres d'estes autores, podemos, comtudo, procurar saber se não se achará a explicação da sua opinião contraria á nossa no vicioso das condições em que elles tenham feito as suas observações ou experiencias.

a) **Conclusões erroneas por virtude de colheita defeituosa das amostras para analyse**

Em primeiro logar, notemos que na apreciação dos resultados da digestão e sedimentação dos solidos póde haver erro importante, dependente do modo defeituoso de colher ás amostras. Com effeito, á fossa chegam corpos volumosos fluctuantes — papeis, palhas, escrementos — que não são em geral recolhidos para analyse do affluente; entram na fossa e ahí se desintegram em parcellas, das quaes uma parte se dissolve,

gazeifica ou deposita, e outra se conserva em suspensão, sendo á sahida do liquido recolhida com elle e contada na analyse. D'esta fórma, se no affluente as materias fluctuantes volumosas são em relativa abundancia, não entrando com ellas no calculo das materias solidas a desintegrar, póde acontecer que se chegue ao resultado absurdo de, apesar das acções realisadas na fossa septica, encontrar no effluente mais materias suspensas do que as que no affluente se contavam.

Para evitar este erro tão grosseiro, é conveniente produzir mecanicamente a divisão das substancias volumosas do affluente á fossa quando se queiram colher amostras para analyse.

b) **Adaptação das fossas de sedimentação ou de precipitação a fossas septicas**

Ha toda a conveniencia em não esquecer que muitas fossas septicas são apenas a adaptação, mais ou menos imperfeita, de antigas bacias de sedimentação ou de precipitação chimica (é o que acontece em Manchester, Birmingham, Accrington, Salisbury, na Inglaterra, e em Wilmesdorf e na maior parte das installações allemãs), nas quaes frequentemente se não vêem realisadas nem as condições de capacidade e superficie convenientes, nem a boa disposição e marcha do liquido a tratar.

c) **Experiencias e opinião de DZERGOWSKI**

Outras vezes as fossas, ainda que construidas propositadamente, tem pormenores de construcção que tornam defeituoso o seu funcionamento.

É o caso da fossa septica de Tsarkœ-Sélo, onde são recebidas, quasi apoz a sua rejeição, as aguas residuaes provenientes do palacio imperial e da casa dos guardas, em que

habitam 300 pessoas, e os liquidos sujos de uma lavandaria annexa.

Esta fossa fechada, de  $40^m3,243$  de capacidade, com  $8^m,464$  de comprimento  $\times 2^m,406$  de largura  $\times 1^m,98$  de altura, e tendo dois diaphragmas transversaes partindo da superficie e não tocando o fundo, serviu a DZERGOWSKI para fazer duas séries de experiencias, a primeira de dezembro de 1902 a outubro de 1903 (308 dias) e a segunda de outubro de 1903 a agosto de 1905 (662 dias); nos resultados obtidos, funda se o autor citado para negar ás fossas septicas valor apreciavel com respeito á hydrolyse das substancias. Mas vamos vêr que estas experiencias não podem ser razoavelmente apresentadas para combater as fossas septicas.

Quando da primeira série de experiencias, a demora do liquido na fossa era de trinta horas, quando da segunda série apenas de vinte e quatro; ora, para um liquido levando materias quasi no estado fresco, este tempo é evidentemente muito pequeno para que uma boa desintegração se possa realizar. DZERGOWSKI usava, ultimamente, um tambor dotado de movimento rotatorio rapido para fragmentar as substancias — materias fecaes, papeis, etc. — e leval-as a um estado de emulsão homogenea; mas, ainda assim, o meio não deixaria de ser concentrado em substancias organicas mais do que o conveniente para a actividade dos germens.

Durante as primeiras experiencias a fossa tinha acima do liquido um espaço livre onde os gazes se podiam accumular, mas para estes faltava uma sahida; quando das segundas experiencias, o proprio espaço livre foi supprimido, a cobertura da fossa passou a estar rente ao liquido e, portanto, os gazes não podiam mesmo libertar-se d'este. Em qualquer dos casos, a dissolução dos gazes no liquido não podia deixar de concorrer para intoxicar as bacterias e diminuir-lhes a acção.

A affluencia dos liquidos da lavandaria, alcalinos em excesso, fazia-se irregularmente, e por vezes de modo muito brusco; ora um facto d'estes, no caso de uma fossa de tão pe-

quenas dimensões, por certo havia de prejudicar-lhe muito o funcionamento, perturbando a fermentação anærobia.

Finalmente, os dois diaphragmas transversaes, pela fórma porque estavam dispostos, sem qualquer outro que partisse do fundo, faziam com que junto a este se estabelecesse uma corrente que levantava as substancias que tendiam a precipitar, e assim as materias putresciveis, sabindo da fossa, escapavam á fermentação que d'outro modo soffreriam.

Mas deve dizer-se que, apesar de todas as condições defeituosas da fossa de Tsarkœ-Sélo, os resultados das analyses, se testemunham um mau funcionamento, não justificam completamente as conclusões de DZERGOWSKI, de «que a fossa septica não faz soffrer senão modificações pouco notaveis ás materias que polluem as aguas de esgoto e que o seu principal papel é o de separar as particulas organicas em suspensão».

As analyses, com effeito, mostram que cada litro de agua de esgoto ao atravessar a fossa perde 28<sup>mgr.</sup>,87 de materia organica e 4<sup>mgr.</sup>,95 de azote e ganha 4<sup>mgr.</sup>,30 de ammoniaco.

#### d) Experiencias e opiniões de ROUCHY

Em seguida a experiencias de tratamento de agua de esgoto levadas a effeito no Jardim Modelo da cidade de Paris, em Asnières, tendo notado que as acções de fermentação eram pouco intensas na fossa septica ahi construida, ROUCHY afirma que o *septic-tank*, se póde por vezes ter alguma utilidade, está comtudo longe de realisar as condições mais convenientes para a destruição das lamas depositadas e para a obtenção de um liquido facilmente depuravel em leitos bacterianos ou no solo.

Segundo ROUCHY, o facto das lamas estarem nas fossas septicas cobertas de liquido e completamente ao abrigo do ar não favorece, antes difficulta muito, as acções de putrefacção, impedindo a intervenção auxiliar importante de ærobios fa-

cultativos. E, em apoio d'este modo de vêr, o mesmó autor lembra que:

1.º Nas fossas fixas ventiladas e no ar, a putrefacção é mais intensa do que nas fossas fixas não ventiladas e na agua.

2.º Nas experiencias de MOURAS, a *vidangeuse automatique* não produzia gazes quando hermeticamente fechada, mas estes libertavam-se abundantemente se se deixava o reservatorio aberto.

3.º Nas experiencias de laboratorio, a producção de gazes é muito menor e a putrefacção muito menos rapida nos frascos cheios d'um liquido putrescivel e fechados do que nos frascos meios de egual liquido e desrolhados.

4.º Os cadaveres decompõem-se tanto mais depressa quanto menos hermeticamente fechados se encontram no caixão, quanto menos longe da superficie este fica enterrado e quanto mais poroso é o solo: No cemiterio de S. Nazare, em terreno impermeavel e compacto, os corpos conservavam-se indefinidamente; mas, agora, desde que foram abertos canaes para a circulação do ar, os cadaveres consomem-se normalmente.

O repouso em que as lamas se encontram na fossa não favorece tambem a desintegração, diz ainda ROUCHY. As acções solubilizantes e gazeificantes seriam muito mais activas se, pelo movimento do conteúdo da fossa, puzessemos os corpos a dissolver em mais intimo e renovado contacto com os fermentos e germens microbianos. E o movimento não prejudicaria estes, visto como para o microbio que pesa uma millio-nesima de milligramma a agitação da massa liquida em que se encontra deve ser tão indifferente como para esta é o movimento da terra (DUCLAUX). Ora, no caso das fossas, «se remexermos os depositos para renovar as superficies de contacto, se augmentarmos a velocidade da corrente, apressaremos a gazeificação, mas a agua de esgoto não ficará sufficientemente decantada».

Além d'isso, diz ROUCHY, nas fossas septicas a fermentação que chegue apesar de tudo a realisar-se não é em pura vantagem; porque, se consegue a destruição de uma pequena

parte de substancia organica, faz passar ao liquido, e dissolve n'este, productos toxicos de decomposição, que tornarão, pela sua presença, a futura oxydação mais difficil do que seria a do liquido simplesmente decantado.

Por tudo isto, ROUCHY desejaria que, para as aguas de esgoto de systema unitario como as de Paris, em vez da fossa septica, se usasse uma série de bacias de decantação nas quaes a agua de esgoto, pelo facto de ter pouca demora, não se carregaria de productos toxicos. Quanto ás lamas depositadas seriam evacuadas com intervallos variaveis, segundo o seu volume, e lançadas n'uma bacia á qual se dirigiria agua já depurada, nitrificada e rica em oxygeno; far-se-ia uma agitação grande da massa, deixar-se-iam depositar as materias não dissolvidas e decantar-se-ia a agua, agora conspurcada de novo, mas em todo o caso muito menos impura do que a agua de esgoto; repetir-se-ia varias vezes esta mistura e agitação com liquido já depurado, até que, como lamas ficassem quasi exclusivamente as materias mineraes, faceis de transportar e inoffensivas. Quanto ao liquido decantado da bacia das lamas, seria lançado em grandes quantidades a leitos de oxydação.

«Realisar-se-iam, assim, estas duas condições — arejamento e renovação das superficies de contacto — indispensaveis para uma dissolução rapida das materias organicas, que não é permittida pelo funcionamento do *Septic-tank*, tal qual hoje se concebe».

ROUCHY tem razão quando affirma que a dissolução das substancias resultantes da decomposição das lamas prejudica o liquido, tornando-o toxico; já por varias vezes nos temos referido a esse ponto, e vimos que o effluente de bacias de sedimentação parece ser, pelo menos, tão facilmente depuravel como o das fossas septicas; mas estas ficam superiores áquellas com respeito á redução do volume das lamas depositadas, redução que se faz não só por condensação, mas tambem por digestão biologica, digestão notavel apesar do que ROUCHY

affirma. Se na fossa de Asnières esta digestão não se manifestava de modo apreciavel e a accumulacão de lamas se fazia rapidamente, como n'uma simples fossa de sedimentacão, isso seria, por certo, mais devido a defeitos da construcção (a fossa de superficie quadrada,  $8^m,40 \times 8^m,05$ , não era precedida por fossa de detricos) e do modo de regular-lhe o funcionamento do que á necessidade de arejamento do deposito.

Com effeito, não só a pratica nos mostrou que a digestão se produz anærobianamente nas fossas em boas condições, como tambem os factos de observacão e experimentaes apresentados por ROUCHY não mostram a necessidade da intervençãõ de germens aerobios.

É natural pensar que se no conteúdo das fossas fixas não ventiladas e da fossa septica de MOURAS bem fechada, nos liquidos contidos em vasos cheios e rolhados, e nos cadaveres do cemiterio de S. Nazare antes da permeabilisacão do solo, a putrefacção era pouco intensa, não se deve ver a causa d'isso na ausencia completa de ar, mas de preferencia na impossibilidade de sahida dos gazes que n'essa putrefacção se formavam. Estes gazes, accumulando-se, exerceriam a sua acção toxica sobre os germens a que deviam a existencia, oppondo-se á continuacão da sua actividade e á manifestacão de mais pronunciados effeitos. É o que sabemos que acontece nas fossas septicas em más condições, nas abobadadas quando não ha valvulas convenientemente dispostas para a sahida dos gazes, e tanto nas abobadadas como nas descobertas quando a camada fluctuante, demasiado espessa e compacta, impede a fuga dos gazes que se dissolvem no liquido, augmentando-lhe notavelmente a toxidez. Pelo contrario, quando os gazes encontram sahida á medida da sua producção, as acções de desintegração anærobia são muito apreciaveis nos seus effeitos. Isto não quer dizer que os germens aerobios não possam actuar, e com vantagem, á superficie do liquido, sobre as materias fluctuantes (notadamente sobre as gorduras que são mais rapidamente decompostas por elles do que pelos germens anærobios), mas mostra que, para que activamente se dê a putre-

facção das substancias depositas, basta perfeitamente a acção anærobia dos germens que se encontram no fundo das fossas.

Com respeito á pretendida utilidade do movimento a dar ao liquido que contém as substancias a desintegrar, direi que, se a agitação pôde facilitar uma fragmentação, divisão e dissolução por acção puramente physica, não parece que deva favorecer as acções solubilizantes e gazeificantes de natureza biologica. Com effeito, mesmo quando não se queiram admitir as conclusões de WERNICH, que vê na agitação uma causa de morte para os germens, a pratica mostra-nos que a fermentação é mais activa quando o repouso existe: é o que se verificou em Columbus, em cujas fossas em começo de funcionamento a actividade biologica se manifestava tanto mais depressa quanto mais completo era o socego em que o liquido se encontrava; é o que se conclue tambem das experiencias de FAVRE, em Hamburgo, e de CALMETTE, em Madeleine, que mostram que substancias volumosas se desintegram mais rapidamente na fossa do que em agua de esgoto corrente com maior rapidez; é, ainda finalmente, o que mostram os maus resultados adeante apresentados obtidos pelo uso do AMES TANK, no qual o movimento e arejamento do conteúdo se fazem com curtos intervallos.

É muito discutivel que o arejamento e a movimentação das lamas, tal como os quer ROUCHY, deem resultados aproveitaveis. A agua depurada, pelo oxygeno que contém dissolvido e pelo oxygeno que os nitratos libertariam por desnitrificação, poderia dar logar até certo ponto a acções oxydantes das substancias. Mas só com a occupação de muito espaço e com gasto de muito tempo se poderia fazer desaparecer a maior parte da substancia organica das lamas por um processo tão pouco pratico como o que ROUCHY propõe. E, depois, seria necessario ainda seccar e enterrar, ou fazer desaparecer de outro modo, a lama restante rica em substancias mineraes; o que se faria com relativa facilidade, mas que exigiria, comtudo, ainda, algum espaço e tempo.

e) Resultados do emprego do Ames Tank.  
Antiga opinião de Dunbar

No AMES-TANK — a que me referi a pag. 65 — em que ha evacuação intermitente do liquido, com introdução de ar a cada descarga, existem condições de semi-anærobiose que, a terem fundamento as opiniões de ROUCHY, deveriam permittir melhores resultados do que os obtidos. A digestão dos solidos deixa muito a desejar; para os 182<sup>m3</sup> tratados diariamente, obteem-se, ao fim d'um mez, lamas que enchem 6 a 8 carros de mão. O effluente da fossa é rico em materias suspensas e impermeabilisa rapidamente os leitos bacterianos a que é lançado.

A evacuação rapida do liquido tratado era tambem feita rapidamente nas primitivas experiencias de THUMM e DUNBAR, em Hamburgo.

DUNBAR a esse tempo não reconhecera utilidade á passagem pela fossa septica como tratamento biologico. Hoje, porém, pelo contrario, concorda já em que pelo emprego da fossa septica se consegue fazer desaparecer uma importante quantidade de lamas e que as que restam são pouco ricas em agua e pouco putresciveis.

f) Opiniões de TRAVIS; resultados obtidos pela utilização do seu *Hydrolytic-tank*, em Hampton

Para a escola de Hampton, a depuração das aguas de esgoto é, antes de mais nada, o resultado de acções physicas, tanto nas fossas como nos leitos bacterianos ou no sólo.

Eis o resumo da sua theoria:

A depuração das aguas de esgoto depende da realisação de

um phenomeno inverso d'aquelle que se produz na parte inicial das canalisações, quando as substancias impuras são addicionadas de agua com o fim de facilitar a sua remoção: Nas installações de depuração essas substancias são physicamente separadas do liquido, o qual passa clarificado.

As bacterias existem no liquido, mas ahi teem um papel tão pouco importante como o dos ratos dos esgotos, absorvendo e transformando em tecidos organicos proprios ou em excreta uma proporção insignificante de substancia. A acção dos germens microbianos só se manifesta de modo apreciavel sobre as materias já separadas do liquido por acções physicas, de sedimentação e de attracções moleculares resultantes de contactos com superficies.

Estas acções hyoliticas, ainda que lentas e demoradas e só conseguindo effeitos de destruição de uma pequena parte de substancia, teem por resultado modificar o character do liquido que vae passando; este, com effeito, leva consigo não só as materias que trazia e que d'elle não foram separadas, mas tambem uma quantidade variavel de productos da destruição biologica das materias abandonadas por outras porções de liquido que anteriormente passaram.

No caso do tratamento preparatorio em fossas, não se deve esquecer, diz TRAVIS, que a acção physica constitue o principio fundamental do processo.

Nas fossas de sedimentação vulgares, a acção physica da queda dos solidos suspensos constitue toda a operação util.

Nas fossas de precipitação chimica, essa acção é coadjuvada pela coagulação de uma certa proporção de substancias no estado colloidal, coagulação que é provocada pelos reagentes empregados e que leva á obtenção de lama suplementar (*ultra-sludge*).

Mas, tanto n'umas como n'outras d'estas fossas, se pratica

a evacuação periodica e regular do deposito para manter em bom estado os respectivos effluentes.

Pelo contrario, na fossa septica a lama accumula-se por muito tempo e fermenta, indo não só enriquecer o liquido em ammoniaco, gazes e varios productos soluveis, mas projectar no seu seio, pela acção da força de libertação dos gazes, uma quantidade, variavel mas geralmente grande, de particulas solidas anteriormente depositas. D'esta maneira, a fossa septica é uma fossa de sedimentação em que se contraria a acção physica da queda das substancias; e este esquecimento do objecto essencial da estada em fossa (*tankage*) leva á obtenção de effluentes excessivamente ricos em materias suspensas, e tanto mais quanto maior fôr a quantidade de lama que se deixe accumular.

Por isto é que TRAVIS usa de preferencia o seu *Hydrolytic-Tank* descripto a pag. 65.

Na fossa hydrolytica produz-se a queda dos solidos por gravidade, como nas fossas de sedimentação, e além d'isso a coagulação de materias colloidaes, não por meio de agentes chimicos como nas fossas de precipitação, mas por contacto com superficies de numerosas placas de vidro (1). Tanto a lama propriamente dita, resultante da deposição das materias suspensas, como a lama suplementar, resultante da coagulação dos colloides, são, como vimos, evacuadas frequentemente, e emquanto se demoram na fossa estão separadas da maior parte da massa liquida por planos que impedem até certo ponto que a fermentação, quando começada, leve á projecção ascendente de particulas solidas.

---

(1) Esta coagulação de colloides é tambem produzida pelas superficies de contacto que o liquido encontra nas fossas de sedimentação e de precipitação chimica; mas estas superficies são tão reduzidas que a coagulação a que dão origem é desprezivel praticamente, em comparação da que se produz nas fossas hydrolyticas.

A theoria não biologica de TRAVIS não se distingue tanto da theoria biologica quanto á primeira vista pôde parecer. Com effeito, os partidarios d'esta ultima theoria, se bem que affirmando que as proprias substancias dissolvidas soffrem de modo apreciavel a acção das bacterias (o que é exacto como vimos a pag. 99), concordam geralmente em que é sobre as materias separadas do liquido que o poder biologico mais intensamente se manifesta — nas fossas, sobre as lamas, levando como sabemos, á redução na sua quantidade; nos leitos bacterianos e no sólo, como veremos, sobre as materias fixadas pelos elementos filtrantes, cujo poder fixador regenera.

Mas dar na depuração das aguas de esgoto a maior importancia á acção não biologica de retenção das substancias solidas suspensas ou dissolvidas, esquecendo quasi por completo a acção biologica, pelo menos como acção aproveitavel, não é razoavel.

A agua de esgoto é uma somma de duas parcellas — agua e substancias residuaes suspensas ou dissolvidas. Depurar a agua de esgoto não consiste apenas, como TRAVIS pretende, em separar as duas parcellas — a agua d'um lado, as substancias residuaes do outro; mas consiste tambem, é principalmente, na destruição d'estas substancias.

Além d'isso, os germens não interveem só regenerando o poder fixador das superficies de contacto, pela destruição das materias fixadas. O proprio facto da fixação depende em grande parte da acção biologica; com effeito, é muito menos notavel quando se faz a esterilisação das superficies.

Na fossa hydrolytica é fóra de duvida que se estabelecem condições favoraveis ao consegimento de um effluente pobre em materias suspensas e em substancias no estado colloidal, impedindo por um lado a real projecção de particulas solidas no seio do liquido, e favorecendo por outro a coagulação dos colloides; e por isso o effluente obtido é sob esse ponto de vista muito superior ao effluente das fossas septicar.

Mas não se pôde substituir a fossa hydrolytica á fossa

septica. Em primeiro lugar, porque o *hydrolytic-tank* tal como TRAVIS o apresenta é um aparelho complicado e muito mais dispendioso na construção e no funcionamento do que o *septic-tank*. Em segundo lugar, porque aquelle, em virtude das frequentes evacuações do deposito, não obtém a real redução na quantidade de lamas que este ultimo consegue.

O que se poderia talvez fazer com vantagem e sem grande despeza seria adoptar para as fossas sépticas planos separadores como os que na fossa de TRAVIS existem entre as lamas e a maior massa de liquido.

Mas, tal como é, a fossa septica continuará a ser usada com bons resultados em muitos casos. Quaes estes sejam ver-se-á adeante, quando estabelecermos comparadamente as indicações dos varios processos de tratamento preliminar — sedimentação, precipitação chimica e passagem por fossa septica.

#### 4) Papel das fossas septicas na depuração bacteriologica das aguas de esgoto

O effluente das fossas septicas não é, em geral, menos rico de germens do que era o affluente; pelo contrario, nota-se quasi sempre que a passagem pela fossa traz ao liquido um augmento notavel no numero das suas bacterias.

Nótemos, porém, que, segundo a opinião corrente, a haver multiplicação de germens, esta só incide sobre os vulgares saprophytas, uteis não só para a depuração chimica, mas tambem para a depuração bacteriologica, visto que concorrem na fossa para a destruição das bacterias pathogenicas, as unicas verdadeiramente a temer.

Qual seja o grau que esta destruição attinge para cada especie de germens pathogenicos é que ainda não está bem estabelecido; em todo o caso deve dizer-se que é muito menor do que o supposto por CAMERON, que acreditava que a passagem

por fossa septica levava ao desaparecimento completo de agentes perigosos.

O *bacillo da cholera* não resiste, segundo CALMETTE, a uma estada de mais de 12 horas na fossa. Comtudo, DUNBAR affirma que este germen pôde ahi conservar-se vivo durante 33 dias.

O *bacillo typhico*, que n'algumas experiencias de CALMETTE parecia ser destruido nas mesmas condições que o choleric, aparece a este autor, ulteriormente, como podendo resistir, por vezes, por mais de 24 horas em fossa septica.

As observações feitas em Exeter levaram LAWES e ANDREWS a affirmar que o bacillo typhico soffre por passagem na fossa uma acção tão intensamente destruidora (de que seriam agentes principaes certos germens liquefacientes), que as probabilidades de sobrevivencia lhe ficam muito reduzidas. PICARD, tendo lançado no liquido de uma fossa septica uma emulsão de bacillos typhicos, encontra estes, ao fim de 14 dias, reduzidos a 1% do numero primitivo.

Ora nós sabemos que os bacillos typhicos são pouco abundantes, e que até geralmente faltam, na agua de esgoto bruta (vol. 1, pag. 55), Evidentemente, podem chegar a esta, originarios, por exemplo, dos excreta dos typhosos, mas não se desenvolvem, porque as condições realisadas na agua residual não os favorecem na sua vitalidade: HORBACKS verifica que, ao passo que em agua de esgoto previamente esterilizada o bacillo typhico se pôde manter por mais de 60 dias, na agua de esgôto commum, em concorrência com outros germens, morre ao fim de 14 dias.

N'estas condições, comprehende-se que a passagem do liquido residual por fossa septica seja sufficiente para o expurgar dos poucos germens typhicos que n'elle porventura se encontrem. Suppondo, porém, que, por qualquer acaso, o bacillo typhico subia em quantidade e apparecia na agua de esgoto affluente á fossa nas elevadas proporções que o coli

atinge, é natural pensar que, então, a sua destruição não seria completa e que, como o coli, elle se encontraria ainda no effluente da fossa. Mas é claro que, em todo o caso, sempre como o coli, o typhico não seria multiplicado, mas sim reduzido em numero, pela passagem por fossa septica.

O *bacillo coli*, se bem que bastante abundante no effluente da fossa, (vinte mil por c. c. na instalação de Madeleine), encontra no interior d'esta condições que lhe são prejudiciaes.

BOYCE, n'uma serie de observações, via a media de coli por c. c., que era na agua de esgoto bruta de 5.011, descer a 2.130 e a 2.099, respectivamente no effluente da fossa septica aberta e no da fossa septica fechada. Outra série de observações mostrava-lhe uma baixa de 45.600 coli por c. c. da agua residual bruta para 3.433 coli por c. c. do effluente da fossa; e, se fazia o liquido demorar-se 2 dias no reservatorio, o numero de coli descia para 2.025 por c. c.

Em Guildford, RIDEAL vê o numero de coli descer de entre 1 e 10 milhões por c. c. (na agua de esgoto bruta) para 100.000 a 1.000.000 por c. c. (no effluente da fossa septica).

DUNBAR affirma que uma baixa de 40 a 50 % no coli é devida á sedimentação que este germen, como os outros, soffre na fossa.

O *bacillus enteritidis sporogenes*, ao contrario do coli, permanece na fossa sem baixa sensivel, variando no effluente d'esta, como no effluente bruto, entre 100 e 1000 por c. c. (RIDEAL).

O *bacillo da tuberculose*, segundo CALMETTE, resiste muito bem á estada em fossa, por virtude da camada cerosa e gordurosa que o rodeia e lhe forma uma protecção efficaz. Comtudo, BEZAULT affiança que este bacillo não resiste mais de um mez á concentração ammoniacal da fossa.

Em resumo, pois, vemos que os germens pathogenicos,

quando não sejam destruidos na fossa de um modo eficaz e completo, não encontram condições que os animem na sua proliferação.

Da persistencia, no effluente da fossa, de grande quantidade de germens e entre elles de alguns pathogenicos, não virá grande mal se estes forem destruidos em ulterior tratamento.

Uma vez mais convém lembrar que geralmente a passagem por fossa septica é apenas uma parte do tratamento biologico, e que na depuração só representa uma phase preliminar e preparatoria, a que se deverá seguir uma phase de oxydação por passagem atravez de solo preparado ou de leitos artificiaes bem arejados. Quando estudarmós esta phase, veremos qual o grau final da exterminação dos germens que se consegue por estes processos biologicos.

Se, por qualquer motivo, nas installações de depuração se não procura a realisação da phase oxydante, e a passagem pela fossa septica constitue todo o tratamento biologico que voluntariamente se provoca, e se se quer obter a inoffensividade bacteriologica do liquido que tem de ser lançado em rios, parques de ostras ou portos de mar, a esterilisação d'elle, ou pelo menos a sua desinfeccção sufficiente, póde ser feita pelo emprego de compósitos antisepticos; e isto, agora, em condições muito mais favoraveis do que se se tratasse do liquido residual bruto.

Em alguns casos, mesmo quando se deseja praticar a depuração biologica pelos leitos bacterianos de oxydação, procura-se conseguir a desinfeccção do effluente das fossas septicas com o fim de poupar os leitos, ainda que mais geralmente as acções desinfectantes e esterilisantes sejam dirigidas de preferencia contra os germens do liquido effluente dos leitos em questão.

A desinfeccção dos effluentes septicos será estudada algumas paginas adeante.

5) Custo comparado da passagem por fossa septica, da sedimentação e da precipitação chimica das aguas de esgoto

A importancia do assumpto leva-me a procurar estabelecer em numeros as relações que, sob o ponto de vista do dispendio pecuniario, mantem entre si os processos que podem ser empregados para o tratamento preparatorio da agua de esgoto com o fim de lhe fazer baixar a riqueza em materias suspensas.

Para isso, servir-me-ei dos elementos fornecidos pela *Royal Commission on Sewage*, no seu relatorio de 1908.

Supporei que se trata uma agua de esgoto de character domestico e de uma concentração media que representarei por 1000; isto é, uma agua de esgoto sem liquidos residuaes de industria em quantidade apreciavel, que exige, por litro, 1000 mgr. de oxygeno dissolvido para a oxydação completa da sua materia oxydavel (1).

Seja 350 mgr. por litro a quantidade de materias suspensas que esta agua de esgoto contém, e seja  $1000^{\text{m}^3}$  o volume medio diario da onda de tempo secco debitada pelos collectores (2);

---

(1) Este numero—1000—que indica mgr. por litro, corresponde ao numero—100—do relatorio inglez, que indica partes por cem mil.

(2) A *Royal Commission* suppõe a onda diaria do tempo secco igual a um milhão de gallões ( $4543^{\text{m}^3,5}$ ). Para maior facilidade de comparação, eu faço os calculos, proporcionalmente, para mil metros cubicos. Note-se que isto pôde trazer um certo erro, porque as despezas com os tratamentos de massas diferentes de liquidos residuaes não se mantem rigorosamente proporcionaes a estas, mas são, na realidade, relativamente mais elevadas quando a quantidade do liquido é pequena do que quando a onda é de volume consideravel. O leitor fica prevenido d'este erro e poderá quasi annullal-o, fazendo o calculo, por facil multiplicação, para cinco mil ou melhor para quatro mil e quinhentos metros cubicos; então, estará muito mais perto do milhão de gallões ( $4543^{\text{m}^3,5}$ ) da hypothese da Commissão Real Ingleza e já poderá sem inconveniente notavel

é claro que as materias em suspensão na onda diaria pesam 350 kilos.

No caso de tratamento chimico, supponhamos que se emprega, de entre os varios precipitantes, o mais frequentemente usado para as aguas de esgoto domesticas — a mistura aluminoferrica, na dose media de 142<sup>mgr.</sup>,6 por litro. Os 1000<sup>m<sup>3</sup></sup> diarios exigirão 142k,6 de reagente, que custarão 1\$420 réis (suppondo que o custo da mistura precipitante é de 9\$965 réis por tonelada); o gasto annual será de 518\$665 réis.

O seguinte quadro indica o numero de horas de demora do liquido nas fossas, a capacidade e o preço de construcção d'estas nos varios casos (1).

Processos preliminares de depuração	Demora do liquido nas fossas, em horas	Capacidade total exigida para as fossas, em m <sup>3</sup> (2)	Preços de construcção das fossas, em réis
Sedimentação quiescente	2	1041,660	6.589\$965
Sedimentação em onda corrente.....	15	833,333	5.063\$055
Precipitação chimica quiescente.....	2	1041,660	6.589\$965
Precipitação chimica em onda corrente.....	8	444,44	3.760\$600
Passagem por fossa septica.....	24	1200	6.823\$265

admittir a proporcionalidade. De resto, desde que nós temos aqui em vista, principalmente, estabelecer o custo relativo dos varios processos e que sobre todos estes por igual recái o erro que possamos cometter quando calculamos para uma onda diaria de 1000<sup>m<sup>3</sup></sup> numeros proporcionaes aos dados pela *Royal Commission* para 4543<sup>m<sup>3</sup></sup>, comprehende-se que este erro vem a ser praticamente indifferente.

(1) Todas as fossas são, na hypothese, de fórmula rectangular e de construcção simples; as fossas septicas são descobertas.

(2) As fossas tem capacidade sufficiente para tratar 3000<sup>m<sup>3</sup></sup> de

No caso do tratamento preparatorio ser o de sedimentação, para calcular qual o peso da substancia solida retida na fossa basta subtrahir dos 350 mgr. por litro (350 kilos por  $1000\text{m}^3$ ) de materia suspensa que o affluente contém o pêsso da materia em suspensão n'um litro do effluente.

Ora este pêsso, é em media, 70 mgr. por litro (70 kilos por  $1000\text{m}^3$ ) ou 100 mgr. por litro (100 kilos por  $1000\text{m}^3$ ), segundo ha quiescencia do liquido ou este passa em onda corrente atravez da fossa. Portanto a lama depositada *pesada no estado secco* será:

com sedimentação quiescente.....	$350 - 70 = 280$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{mgr. por litro} \\ \text{kilos por } 1000\text{m}^3 \end{array} \right.$
com sedimentação em onda corrente	$350 - 100 = 250$	

No caso do tratamento preparatorio ser o de precipitação chimica, é preciso entrar em linha de conta com os pêsos da parte do reagente que precipita e da pequena quantidade de materia organica dissolvida ou no estado colloidal que é arrastada pelo composto chimico (vol. 1, pag. 223); a somma d'estes pêsos pôde estabelecer-se em 50 mgr. por litro (50 kilos por  $1000\text{m}^3$ ) no caso supposto do emprego da mistura alumino ferrica (1).

Portanto, pôde suppor-se que ao entrar nas bacias de precipitação a agua de esgoto hypothetica, com o seu precipitante, contém  $350 + 50 = 400$  mgr. por litro (400 kilos por mil  $\text{m}^3$ ) de materias solidas aptas a depositar. Para calcular a sub-

liquido em tempo de chuva com resultados que podem ser reputados accetaveis.

(1) Esta mistura contém, pouco mais ou menos, 50 % de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . Se toda a alumina fosse precipitada pela agua de esgoto, os 142,6 mgr. da mistura precipitante ajuntados por litro (142,6 kilos por  $1000\text{m}^3$ ) dariam approximadamente 20 mgr. por litro (20 kilos por  $1000\text{m}^3$ ) de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  no estado secco.

Para a materia colloidal coagulada e arrastada pelo precipitante calcula-se 30 mgr. por litro (30 kilos por  $1000\text{m}^3$ ): é a lama supplementar.

stancia deixada na fossa temos que subtrahir d'este numero aquelle que representa o pêsso das materias suspensas no effluente: ora, nas condições da nossa hypothese, a *Royal Commission* verifica, depois de muitas experiencias, que a precipitação chimica por 142 mgr.,6 de mistura alumino-ferrica por litro dá um effluente que contém de materias suspensas cerca de 25 mgr. por litro (25 kilos por 1000<sup>m3</sup>) ou de 45 mgr. por litro (45 kilos por 1000<sup>m3</sup>), segundo se recorre, respectivamente, á precipitação quiescente ou á precipitação com onda corrente.

Por isso temos que a lama abandonada *pesada no estado secco* será:

No caso da precipitação chimica quiescente. . . . .	$350 + 50 - 25 = 375$	} mgr. por litro kilos por 1000 <sup>m3</sup>
No caso da precipitação chimica com onda corrente. . .	$350 + 50 - 45 = 355$	} mgr. por litro kilos por 1000 <sup>m3</sup>

No caso de ser adoptada a passagem na fossa septica como tratamento preliminar, é necessario para determinar a quantidade de substancia solida que fica na fossa subtrahir do total das materias suspensas do liquido affluente (350 mgr. por litro ou kilos por milhar de metros cubicos) não só o total das materias suspensas no effluente, mas tambem a quantidade de substancia que soffre destruição no interior da fossa. O effluente contém em media 100 mgr. por litro (100 kilos por 1000<sup>m3</sup>) de materias suspensas. A digestão hydrolytica exerce-se em media sobre 30 % do total das materias suspensas do affluente; no caso supposto, sobre 30 % de 350, isto é, 105 (mgr. por litro ou kilos por 1000<sup>m3</sup>).

Portanto a materia solida da lama que fica na fossa septica pesará no estado secco  $350 - 100 - 105 = 145$  mgr. por litro (145 kilos por 1000<sup>m3</sup>).

Partindo dos numeros dados, e calculando, com a *Royal Commission*, uma riqueza de 90 % de agua para a lama humida, construiremos o seguinte quadro:

Processos preliminares	Deposito nas fossas					
	No estado secco			Com 90 0/0 de agua (1)		
	por litro de liquido, em mgr.	por 1000 <sup>m3</sup> (onda diaria de tempo secco), em kilos	annualmente, em toneladas	por litro de liquido, em mgr.	por 1000 <sup>m3</sup> (onda diaria de tempo secco), em kilos	annualmente, em toneladas
Sedimentação quiescente .....	280	280	102,2	2800	2800	1022
Sedimentação em agua corrente.....	250	250	91,25	2500	2500	912,5
Precipitação chimica quiescente.....	375	375	136,875	3750	3750	1368,75
Precipitação chimica em agua corrente	355	355	129,575	3550	3550	1295,75
Passagem por fossa septica .....	145	145	52,925	1450	1450	529,25

Nem todos os methodos de dispôr das lamaz conveem a todas as especies d'estas; assim é que sabemos que as lamaz das fossas septicas não se prestam á prensagem (vol. I, pag. 235, nota 1). Para os effeitos de comparação escolhâmos,

(1) Para commodidade do calculo, suppõe-se que volumes eguaes de substancia secca e de agua teem pêsos eguaes.

No primeiro volume d'esta obra, para pêso das lamaz humidas com 90 0/0 de agua, obtidas pelo tratamento de 1000<sup>m3</sup> de agua de esgoto contendo 350 mgr. de materias suspensas por litro, dei numeros um pouco differentes dos que aqui apresento: 2683 kilos, 2459 kilos, 3809 kilos, 3577 kilos e 1453 kilos, respectivamente para os casos de sedimentação quiescente, de sedimentação em agua corrente, de precipitação chimica quiescente, de precipitação chimica em agua corrente e de passagem por fossa septica (vol. I, pag. 226, nota 3). Isto foi devido a que, dando a Real Commissão Inglesa no seu quinto relatorio os pêsos das lamaz humidas em toneladas por milhão de gallões, arredondando os numeros, eu parti d'esses pêsos para calcular, proporcionalmente em kilos, o pêso das lamaz humidas por 1000<sup>m3</sup> de liquido.

Aqui, porém, vão os calculos mais exactos, feitos a partir do pêso de substancia solida secca que em cada caso fica na fossa.

pois, um methodo que se applique com egual resultado a todos os casos: por exemplo, o enterramento no solo.

Para enterrar annualmente 1000 toneladas de lama humida com 90 % de agua, vimos (vol. I, pag. 232, nota 1) que são necessarios pelo menos 40 ares de solo sufficientemente permeavel, que suppremos valer 1.111\$935 réis por hectare. Teremos o seguinte quadro:

Processos prelliminares	Superficie necessaria para enterrar as lamas humidas (com 90 % de agua) de um anno, em m <sup>2</sup>	Custo total do terreno, em réis
Sedimentação quiescente.....	4:088	454\$560
Sedimentação em agua corrente....	3:650	405\$855
Precipitação chimica quiescente....	5:475	608\$785
Precipitação chimica em agua corrente.....	5:183	576\$315
Passagem por fossa septica.....	2:117 (1)	235\$395

É facil, agora, construir o quadro das despesas de primeira installação, em cada caso:

Processos prelliminares	Custo da construção das fossas, em réis	Custo do terreno necessario, em réis	Custo total da installação para o tratamento preliminar, em réis
Sedimentação quiescente....	6.589\$965	454\$560	7.044\$525
Sedimentação em onda corrente.....	5.063\$055	405\$855	5.468\$910
Precipitação chimica quiescente.....	6.589\$965	608\$785	7.198\$750
Precipitação chimica em onda corrente.....	3.760\$600	576\$315	4.336\$915
Passagem por fossa septica..	6.823\$265	235\$395	7.058\$660

(1) Seria talvez mais razoavel calcular para as lamas de fossa septica uma riqueza de agua menor do que a das outras lamas; com

Se supozermos que o emprestimo levantado para a construcção das fossas e compra de terreno necessario para estas e para o enterramento das lamas vence um juro de  $3\frac{1}{2}$  por cento e é pagavel em trinta annidades eguaes, o encargo annual a satisfazer será, segundo a *Royal Commission*:

Processos preliminares	Encargos do emprestimo, em réis	
	per mil m <sup>3</sup>	per anno
Sedimentação quiescente.....	1\$000	364\$635
Sedimentação em agua corrente.....	855	311\$710
Precipitação chimica quiescente.....	1\$010	369\$015
Precipitação chimica em agua corrente.....	680	248\$930
Passagem por fossa septica.....	1\$095	400\$040

Calculando as despesas feitas com os salarios dos empregados no enterramento das lamas, no regulamento do funcionamento das fossas e sua limpeza, e com um vigilante da installação (1), obteremos o seguinte quadro:

effeito sabemos que aquellas lamas são, geralmente, mais concentradas. Teriamos, assim, um volume menor para ellas e, portanto, uma menor superficie de terreno necessaria para o seu enterramento do que a apontada. Isto redundaria em abaixar algum tanto o preço do tratamento total em fossa septica.

(1) No caso do tratamento de 1 milhão de gallões (4:543<sup>m3</sup>,5), a Commissão Real Ingleza calcula que a limpeza das fossas e o regulamento do seu funcionamento requer todo o anno tres homens para os processos de precipitação e o de sedimentação quiescente e dois homens para o processo de sedimentação em agua corrente e o da fossa septica.

Para abrir as vallas no sólo e enterrar as lamas seriam necessarios durante todo o anno dois homens para os processos de precipitação e o de sedimentação quiescente e um homem para a sedimentação em agua corrente; com a fossa septica, evacuada apenas duas vezes no anno,

Processos preliminares	Custo da mão d'obra e vigilância, em réis					
	Por mil m <sup>3</sup>			Por anno		
	enterra- mento das lamas	limpeza e funciona- mento das fossas	Total	enterramento das lamas	limpeza e funcionamento das fossas	Total
Sedimentação quiescente.....	410	565	975	150\$380	206\$225	356\$605
Sedimentação em agua corrente....	265	410	675	97\$090	150\$380	247\$470
Precipitação chimica quiescente.....	410	565	975	150\$380	206\$225	356\$605
Precipitação chimica em agua corrente..	410	565	975	150\$380	206\$225	356\$605
Passagem por fossa septica.....	200	410	610	72\$270	150\$380	222\$650

Reunindo os elementos até agora colhidos para facilitar o calculo da despeza total a fazer com cada um dos varios processos preparatorios, vemos que os processos de sedimentação e da fossa septica são vizinhos em custo e cerca de metade mais baratos do que os processos de precipitação chimica:

bastariam os serviços de seis homens de cada vez durante uma quinzena. O salario d'estes empregados é de 4\$750 réis semanaes.

585\$000 réis annuaes é o salario do vigilante de toda a installação, comprehendendo o tratamento preparatorio em fossas e o final no sólo ou em leitos bacterianos. Na vigilância d'este ultimo gasta o vigilante um terço do seu tempo; os outros dois terços dividem-se por igual entre a vigilância da limpeza e funcionamento das fossas e a do enterramento das lamas. Portanto só se contarão dois terços do ordenado como sendo despeza feita com o tratamento preparatorio.

É facil de vêr que no nosso caso, calculando proporcionalmente, desde que não é possivel quasi nunca baixar o numero dos empregados, baixam os salarios d'estes a quantias inaceitaveis praticamente. É aqui que mais se faz sentir a causa d'erro apontada a pag. 153, nota 2.

Processos preliminares	Despeza total, em réis							
	Por mil m <sup>3</sup> (onda diaria de tempo secco)			Por anno				
	reagente	juros e amortisação do emprestimo	mão d'obra e vigilancia	Total	reagente	amortisação do emprestimo	mão d'obra e vigilancia	Total
Sedimentação quiescente..	—	1\$000	975	1\$975	—	364\$635	356\$605	721\$240
Sedimentação em agua cor- rente.....	—	855	675	1\$530	—	311\$710	247\$470	559\$180
Precipitação chimica qui- escente.....	1420	1\$010	975	3\$405	518\$665	369\$015	556\$605	1.244\$285
Precipitação chimica em agua corren- te.....	1420	680	975	3\$075	518\$665	248\$930	356\$605	1.124\$200
Passagem por fossa septica	—	1\$095	610	1\$705	—	400\$040	222\$620	622\$690

Mas é justo attender á qualidade do effluente obtido; então, vemos que a *Royal Commission* dá o seguinte quadro para mostrar a baixa na concentração e na riqueza em materias suspensas, em cada caso:

Processos preliminares	Concentração da agua de esgoto bruta	Concentração do effluente obtido	Quantidade de materias suspensas no effluente, em mgr. por litro ou kilos por 1000 m <sup>3</sup>
Sedimentação quiescente... ..	1000	700	50 a 80
Sedimentação em agua corrente	1000	800	100 a 150
Precipitação chimica quiescente	1000	500	10 a 40
Precipitação chimica em agua corrente.....	1000	600	30 a 60
Passagem por fossa septica....	1000	800	100 a 150

Veremos mais tarde que a quantidade de agua de esgoto que póde ser tratada por unidade de superficie e de volume de material filtrante de solo ou de leito bacteriano depende da concentração do liquido e da sua riqueza em materia suspensa, e que umas variedades de leitos são, mais do que outras, appropriadas a certas especies de liquidos (quanto mais abundantes forem estes em substancias suspensas, tanto maiores deverão ser os elementos do material do leito).

Escolhámos, para os effeitos de comparação, leitos não submersiveis de material relativamente grosseiro (elementos de 25<sup>mm</sup> a 76<sup>mm</sup> de diametro).

As quantidades de liquido que um leito d'esta natureza poderá receber, segundo os varios tratamentos preparatorios, são dados no seguinte quadro:

Processos preliminares	Concentração do effluente aos leitos	Materia suspensa no effluente ao leito, em mgr. por litro ou kilos por 1000 <sup>3</sup>	Metros <sup>3</sup> de liquido diario (tempo secco) effluente por m <sup>3</sup> de material do leito	Metros <sup>3</sup> de material necessario para tratar a onda de tempo secco (1000 m <sup>3</sup> )
Sedimentação quiescente.....	700	50 a 80	0 <sup>m3</sup> ,590-0 <sup>m3</sup> ,742	1500
Sedimentação em agua corrente....	800	100 a 150	0 <sup>m3</sup> ,442-0 <sup>m3</sup> ,592	1934
Precipitação chimica quiescente....	500	10 a 40	1 <sup>m3</sup> ,040	961,5
Precipitação chimica em agua corrente.....	600	30 a 60	0 <sup>m3</sup> ,891	1122
Passagem por fossa septica.....	800	100 a 150	0 <sup>m3</sup> ,442-0 <sup>m3</sup> ,592	1934

D'aqui se vê que a quantidade de material necessario para a construcção dos leitos é muito maior no caso de tratamento de effluentes de fossas septicas do que no de tratamento de effluentes de precipitação.

Ora o preço do tratamento nos leitos bacterianos é na-

turalmente mais elevado para os casos em que é necessario mais material. Veremos mais tarde que se pôde formar o seguinte quadro de despesas approximadas:

Processos preliminares	Custo total da filtração, incluindo amortização de empréstimos, vigilância, etc., em réis	
	por 1000 <sup>3</sup> , onda diaria de tempo secco	por anno
Sedimentação quiescente.....	2\$075	757\$375
Sedimentação em agua corrente.....	2\$605	950\$825
Precipitação chimica quiescente.....	1\$555	567\$575
Precipitação chimica em agua corrente....	1\$795	655\$175
Passagem por fossa septica.....	2\$605	950\$825

Formando agora um quadro unico com os preços do tratamento preparatorio e final, para obter o custo total do tratamento completo, teremos:

Processos preliminares	Despesa total do tratamento completo (fossas e leitos), em réis					
	Por 1000 <sup>3</sup> (onda diaria de tempo secco)			Por anno		
	custo total do tratamento preliminar	custo total do tratamento em leito bacteriano	custo total do tratamento completo	custo total do tratamento preliminar	custo total do tratamento em leito bacteriano	custo total do tratamento completo
Sedimentação quiescente.....	1\$975	2\$075	4\$050	721\$240	757\$375	1.478\$615
Sedimentação em onda corrente....	1\$530	2\$605	4\$135	559\$180	950\$825	1.510\$005
Precipitação chimica quiescente.....	3\$405	1\$555	4\$960	1.244\$285	567\$575	1.811\$860
Precipitação chimica em onda corrente..	3\$075	1\$795	4\$870	1.124\$200	655\$175	1.779\$375
Passagem por fossa septica.....	1\$705	2\$605	4\$310	622\$690	950\$825	1.573\$315

Dispondo os processos pela ordem do custo, temos:

Tratamento nos leitos não submersíveis de material grosseiro, precedido por	Custo total do tratamento completo, em réis	
	Por 1000 <sup>m</sup> ³ de agua de esgoto (onda diaria de tempo secco)	Annualmente
Sedimentação quiescente.....	4\$050	1.478\$615
Sedimentação em onda corrente.....	4\$135	1.510\$005
Passagem por fossa septica.....	4\$310	1.573\$515
Precipitação chimica em onda corrente	4\$870	1.779\$375
Precipitação chimica quiescente.....	4\$960	1.811\$860

\*

Do que fica dito, conclue-se que, se ha uma differença importante de custo entre alguns dos processos preliminares de depuração (o custo da passagem por fossa septica e o da precipitação chimica estão entre si como  $\frac{1}{2}$  pouco mais ou menos), a differença é muito menor quando se comparam as sommas dos preços dos processos preparatorios e finaes em cada caso.

Se os processos de sedimentação (quiescente ou em onda corrente) e o processo de passagem por fossa septica são empregados em conjunção com o tratamento por leitos não submersíveis de material grosseiro, a differença maxima, com relação ao custo total do tratamento completo, é apenas de pouco mais de 6 %.

Quando, no processo de tratamento completo, o tratamento preliminar é o da precipitação (quiescente ou em onda corrente), o custo total é de 20 a 25 % mais elevado do que quando é adoptado, preparatoriamente, o mais barato dos processos de sedimentação (quiescente). É preciso, comtudo, fazer notar que a agua de esgoto que soffreu precipitação chimica, por isso que contém menos materia suspensa e colloidal

do que a que passou atravez de fossa septica ou da que foi simplesmente sujeitada á sedimentação, póde ser tratada em um leito de material muito mais fino, e que, n'essa hypothese, bastaria para a sua purificação um menor numero de m<sup>3</sup> de material do que o supposto para as comparações feitas.

Em resumo, póde dizer se que «na falta de circumstancias especiaes que favoreçam um determinado plano, notar-se-á que ha muito pequena differença de custo annual entre os varios methodos de tratamento em fossas (de sedimentação, de precipitação ou septicas) seguidos por passagem pelos leitos não submersiveis, desde que a grandeza dos elementos do leito adoptada em cada caso seja a mais adaptavel e conveniente ao tratamento preliminar» (*Royal Commission*).

Se os leitos são submersiveis, é frequente dar-se o caso de sahir mais economico o tratamento completo em que o processo preliminar é o da precipitação, e o de ser o mais dispendioso aquelle em que o processo preliminar é a passagem por fossa septica. Um exemplo d'isso será dado quando forem estudados os leitos de contacto.

6) **Indicações respectivas da passagem por fossa septica, da sedimentação e da precipitação chimica, como processos preparatorios, de empobrecimento dos liquidos residuaes em materias suspensas**

A escolha do processo preliminar a adoptar para as aguas de esgoto de um determinado local deve depender, em grande parte, dos meios a que se possa lançar mão para fazer desaparecer as lamas, da especie de solo ou leitos bacterianos em que se ha-de passar o subsequente tratamento, e da situação das installações de depuração.

Com effeito, se as circumstancias permitem que quantidades consideraveis de lamas possam ser facilmente transpor-

tadas para o mar, enterradas no solo, ou prensadas para adubos, será geralmente mais economicô adoptar um tratamento preliminar que dê uma grande eliminação das materias suspensas, isto é, a precipitação chimica; pelo contrario se é indispensavel obter o minimo possivel de lamas e só fazer raras dragagens, a passagem por fossas de sedimentação ou por fossas septicas é preferivel. Como quanto mais finos forem os elementos do material filtrante, tanto maior deve ser a redução prévia na quantidade de materias suspensas e colloidaes, a precipitação chimica convém para o material filtrante de elementos finos, em quanto que a sedimentação e a passagem por fossa septica só conveem para material de elementos grosseiros. Se as installações de depuração ficam muito proximas de logares habitados onde possam chegar facilmente os cheiros, convém, sob esse ponto de vista, um processo que dê menos cheiros (as fossas septicas produzem mais cheiros do que as fossas de sedimentação ou de precipitação chimica).

Mas é preciso attender ainda ás condições dos esgotos e á composição da agua residual.

Vêmos pois que não é tão simples quanto poderia parecer á primeira vista resolver ácerca do emprego d'este ou d'aquelle processo, porque isso de muitas cousas depende.

Mas, de um modo geral, para aguas de esgoto de caracter domestico, pôde-se dizer que:

1.º Nas cidades em que os esgotos, pela sua grande extensão e condições de mau arejamento, actuam notavelmente como fossa septica, esta deverá faltar ou, existindo, ser muito reduzida na sua capacidade. Com effeito, se o liquido é muito diluido, a desintegração terá attingido já a maior parte das substancias e a estada demorada em fossa septica apparece como inutil; e, por outro lado, a pequena riqueza do liquido em materias suspensas e colloides dispensa tambem n'este caso a precipitação chimica; uma simples fossa de deposição de detricos poderá bastar. Se, pelo contrario, a agua residual é muito concentrada, então, quando chega ás installações de

depuração ou *a*) vem já rica de mais em ammoniaco e outras substancias nocivas e a estada em fossa septica augmentaria um inconveniente já existente [e que tem de ser remediado pela neutralisação parcial (1) ou pela diluição], ou *b*) está perto de attingir a percentagem perigosa de substancias nocivas, e a fossa septica originaria aquelle inconveniente; tanto no caso *a*), como no caso *b*), se imporá a precipitação chimica não só porque, apesar da hydrolyse intensa nos esgotos, a riqueza em materias suspensas será ainda notavel, mas tambem porque as materias no estado colloidal devem ser então muito abundantes (principalmente se a povoação pratica o *tudo ao esgoto*).

2.º Nas cidades em cujos esgotos as acções hydrolyticas não chegam a realisar-se de modo notavel, usar-se-ão, para obter a diminuição da quantidade de materias suspensas, bacias de sedimentação ou fossas septicas (2) de tanto maiores dimensões quanto maior fôr a riqueza em materias suspensas das aguas de esgoto, mas isto emquanto a concentração d'estas não attingir certos limites; porque as aguas concentradas em excesso deixarão de ser tratadas em fossas septicas ou de sedi-

---

(1) Esta neutralisação parcial mais necessaria se tornará no caso de liquidos alcalinos industriaes virem juntar a sua acção á das substancias alcalinas nascidas da decomposição da materia dos liquidos residuaes domesticos.

Quando sejam lançados aos esgotos liquidos industriaes acidos em quantidade por tal fórma consideravel que não só neutralise a alcalinidade propria da agua residual de origem domestica, mas chegue a tornar-a acida, impõe-se tambem um tratamento chimico, mas, então, por uma substancia alcalina. Em Burnton-on-Trent, onde a agua de esgoto contém liquidos residuaes de cervejaria em abundancia, a neutralisação faz-se pela cal. Em Yeovil usa-se o ammoniaco para a neutralisação. Mas não são estes casos aquelles que nós aqui consideramos — os de effluentes urbanos de origem pronunciadamente domestica.

(2) A fossa septica está indicada quando haja terra para enterrar as lamas (que n'este caso são difficeis de prensar); a fossa de sedimentação quando, não havendo terrenos para enterramento de lamas, é preciso prensal-as.

mentação, para serem sujeitadas á precipitação chimica, não nos arriscando assim a obter um liquido *super-septicisado* e conseguindo um effluente muito mais pobre de substancias suspensas e no estado colloidal do que o que se conseguiria por aquelles processos.

Aqui, pois, repetiremos o que já foi dito no vol. 1 (pag. 226): A precipitação chimica não póde, como alguns autores pretendem, ser por completo posta de lado, nem a passagem por fossa septica deve ser considerada em todos os casos como o melhor processo de tratamento preliminar.

Cada processo tem as suas indicações. O que é necessario, em cada caso, é estudar as condições locais e entrar em linha de conta com todos os factores de que depende a maior conveniencia de um determinado processo em relação aos outros.

De resto notemos que os varios processos de tratamento preparatorio, com o fim de empobrecer o liquido em substancias suspensas, podem combinar-se, dando por vezes resultados lisongeiros.

É o que veremos mais adeante, quando estudarmos os tratamentos complementares não biologicos a que póde sujeitar-se o effluente septico antes de lançado ao solo ou aos leitos bacterianos.

### C) **Tratamentos não biologicos do effluente da fossa septica**

Quer deva vir a ser, quer não, sujeitado a um futuro tratamento biologico de oxydação, o effluente das fossas septicas soffre por vezes, antes de mais nada, a acção de agentes physico-chimicos, pelos quaes se procura obter ou um maior empobrecimento em materias suspensas, ou a desodorisação, ou ainda uma util redução da riqueza microbiana do liquido.

Os processos usados com este fim já foram descriptos na sua applicação á agua de esgoto bruta; por isso, serei muito breve apresentando os resultados que conseguem para o caso presente.

### 1) Reducção da quantidade de materias suspensas do effluente septico

Já fizemos notar que o effluente das fossas septicas, sempre mais rico em materias suspensas do que o effluente de precipitação chimica, póde por vezes conter estas materias em quantidade tal que depressa impermeabilise o solo ou os leitos bacterianos a que seja dirigido.

Para obstar a esse inconveniente, varios meios tem sido propostos.

Em Leeds experimentou-se fazer passar o liquido atravez de uma pequena espessura de material filtrante fino de um taboleiro suspenso no interior e junto á sahida da fossa septica. Mas a lama que subia do fundo da fossa á superficie, arrastada pelos gazes, depressa impermeabilisava a parte inferior do filtro, que, assim, se tornava pelo menos inutil.

Em Chester empregaram-se pequenos filtros semelhantes ao de Leeds. O resultado foi igualmente mau: Os espaços entre os elementos do material filtrante depressa se obstruiam com as substancias solidas levantadas do fundo da fossa; e o liquido forçava passagem para a superficie, abrindo pequenos canaes por entre o material e levando comsigo grande quantidade de substancias suspensas (1).

Em Ilford e Guildford experimentou-se collocar material

---

(1) Note-se que na fossa figurada a pag. 58, nos antecedentes da fossa septica, já se usava um taboleiro filtrante no interior e junto á sahida da fossa, como aquelles que aqui descrevemos.

filtrante grosseiro no interior do canal de escoamento de saída da fossa; os resultados não foram eficazes.

Filtros de materiaes grosseiros, construidos fóra das fossas, como aquelles a que já me referi a pag. 189 do vol. 1 (*Roughing Filters*) teem sido usados para libertar de materias em suspensão o effluente das fossas septicas. A redução na quantidade d'estas materias é geralmente, então, muito sensivel, mas os filtros impermeabilizam-se muito depressa.

Em Salford usam-se filtros de cascalho (elementos de 12 a 36<sup>mm</sup> de diametro) de uma altura de 1<sup>m</sup> pouco mais ou menos, e de uma superficie total de 1700<sup>m</sup><sup>2</sup>, para a filtração descendente diaria de 36:344<sup>m</sup><sup>3</sup> de effluente de precipitação chimica, o que dá, pouco mais ou menos, uma media de 21<sup>m</sup><sup>3</sup>,73 de liquido por m<sup>2</sup> (ou por m<sup>3</sup>) de material filtrante. O liquido, pela passagem pelo filtro, perde 75 % das suas materias suspensas, que descem a 29 mgr. por litro, em media. Mas ao fim de cinco dias de trabalho é necessario um de descanso, com uma lavagem por corrente de agua ascendente; e uma vez por anno o cascalho é retirado do tanque em que está contido e lavado cuidadosamente. Para effluentes septicos, geralmente mais ricos em materias suspensas do que os effluentes de precipitação (contudo o effluente de precipitação de Salford contém muitas materias em suspensão), as lavagens do filtro teriam naturalmente que ser mais frequentes, a não ser que se abaixasse a quantidade de liquido filtrado por m<sup>3</sup> de material.

O effluente da fossa septica póde fazer-se passar em sentido ascencional por tanques cheios de material filtrante.

Em Wimbledon este occupa uma altura de 1 metro, pouco mais ou menos, e assenta sobre um fundo falso, formado por uma grade que fica a alguma distancia acima do fundo do tanque. O liquido residual entra pela parte inferior e sobe lentamente atravez do material filtrante, sahindo, na parte superior, muito empobrecido em materias suspensas; estas,

em grande parte, cahem e accumulam-se no espaço subjacente á grade.

Estes tanques estudal os-emos adeante, sob o nome de *filtros anærobios ou fossas de cultura* de Scott Moncrieff; n'elles, as acções biologicas de hydrolyse associam-se ás acções de retenção mecanica, de um modo muito notavel; por isso, são usados não só como complemento da fossa septica, mas mesmo tambem para a substituir.

Na «fossa hydrolytica» de TRAVIS a parte do aparelho em que o liquido entra em ultimo logar foi, durante certo tempo, um d'estes filtros de filtração ascendente (hoje as pedras que formavam o material filtrante são substituidas por placas de vidro).

Em Birmingham, WATSON utiliza uma modificação da fossa DORTMUND para decantar o effluente da fossa septica, antes de o dirigir para os leitos bacterianos. A observação feita durante quasi um anno permite affirmar que ha, assim, uma redução de 75 % nas materias suspensas do liquido da fossa septica. Notemos, porém, que este liquido é, no caso em questão, muito rico em taes materias (195 mgr. por litro, em media, em 1904); se os tanques DORTMUND fossem utilizados para a decantação de liquidos mais pobres em materias suspensas, é possivel, e mesmo provavel, que não se conseguisse uma percentagem de redução tão elevada como a que fornece a passagem pelos filtros de Salford e semelhantes (vol. 1, pag. 171 nota 1).

Sabemos que uma das maiores difficuldades da precipitação chimica das aguas de esgoto brutas se encontra na resolução do problema de ajuntar ao liquido o reagente em proporções convenientes; e isto não só porque o volume do liquido varia, mas tambem, e principalmente, porque a composição d'este póde egualmente variar a cada instante. Ora a passagem por

fossa septica tem a vantagem de dar ao liquido uma composição diaria media, mais ou menos constante, o que facilita muito a pratica do tratamento chimico ulterior. E isso é importante bastante para que, em certos casos, indique a associação dos dois processos septico e antiseptico, para a obtenção de uma boa redução na quantidade de materia suspensa da agua de esgoto.

A *Royal Commission*, apesar de ter limitada pratica sobre o assumpto, pensa poder afirmar que, frequentemente, a associação do tratamento pela fossa septica e da precipitação pela cal dá bons resultados. As experiencias de DORKING mostram-lhe que a passagem do effluente septico atravez de tanques de capacidade capaz de conter  $\frac{1}{4}$  da onda diaria, com a addição de 28<sup>gr.</sup>,52 a 42<sup>gr.</sup>,78 de cal por m<sup>3</sup>, reduz as materias suspensas de 80 a 50 mgr., por litro. A neutralisação de H<sub>2</sub>S e a ligeira alcalinidade suplementar que a cal traz ao liquido parecem concorrer para permitir que este possa ulteriormente ser tratado em muito maior quantidade por m<sup>3</sup> do leite oxydante; com effeito, o augmento de volume de liquido susceptivel de ser tratado por unidade de volume de material do leite é maior do que o que resultaria da simples baixa nas materias suspensas pelas acções precipitantes.

Durante alguns annos, em Blackburn, com o fim de obter uma mais facil nitrificação para o effluente da fossa, juntou-se a este uma pequena dose de cal (14<sup>gr.</sup>,26 por m<sup>3</sup>).

A precipitação pelos saes de ferro tambem tem sido proposta.

## 2) Desodorisação dos effluentes das fossas septicas

Os effluentes das fossas septicas são, em geral, muito mal cheirosos.

Os cheiros são notadamente intensos em caso de existencia,

na agua de esgoto, de certas substancias residuaes de industrias — de cervejaria, etc.; pelo contrario, outros residuos industriaes, taes como saes de ferro ou derivados de alcatrão, tornam o liquido menos mal cheiroso.

Para desodorisar o liquido septico teem-se proposto varios reagentes, tambem usados como precipitantes ou como desinfectantes e esterilisantes:

A cal, usada em Dorking ( $0^{gr}.,043$  por  $m^3$ );

Os saes de ferro, preconisados por DUNBAR;

O chloreto de cal;

Os solutos electrolysados de compostos de chloro — como o soluto de hypochlorito alcalino (*oxychloreto*) fornecido pela companhia «*Oxychlorides, Limited*», usado em Stone (1) (Staffordshire).

DUNBAR propõe ainda que o liquido á sahida das fossas se faça passar atravez de limalha de ferro, que retém o  $H_2S$ .

D'um modo geral, os compostos capazes de fornecerem chloro são os agentes que dão melhores resultados na desodorisação do effluente septico. Notemos, porém, que se o chloreto de cal faz desaparecer o cheiro a  $H_2S$ , ha quem não ache o cheiro do reagente menos desagradavel.

### 3) Desinfecção e esterilisação dos effluentes das fossas septicas

Quando nos occupámos da applicação dos agentes antisepticos e oxydantes á agua de esgoto bruta, vimos a quasi im-

---

(1) Segundo a *Oxychloride Company*, o custo da desodorisação de mil  $m^3$  de agua de esgoto, pela addição de soluto concentrado de oxychloreto, nas doses de 0,6, 0,84 e 1,2 por 10  $m^3$  saí, respectivamente, a 460, 605 e 920 réis.

O capital necessario para as despezas de primeira installação é o mesmo em qualquer dos casos.

Os hypochloritos, na dose sufficiente para tirar todo o cheiro de  $H_2S$ , não prejudicam a nitrificação futura (CARTER).

possibilidade de conseguir a esterilisação d'esta, e mesmo a difficuldade pratica de obter, para um volume consideravel, uma desinfectação sufficiente ou uma destruição notavel da sua materia organica. Os germens pathogenicos que se albergam no interior de massas solidas volumosas podemahi não ser attingidos pelos agentes desinfectantes; e a morte de grande numero de saprophytas só traz em resultado, afinal, tórnar mais difficil a desaggregação d'aquellas massas.

Pelo contrario, se na fossa septica essa desaggregação se produziu, a acção dos agentes exterminadores sobre os germens desprotegidos é de muito maior efficacia, mesmo com doses muito mais reduzidas.

RIDEAL, em Guildford, usando o soluto de *oxychloreto* na dose capaz de fornecer 25 a 44 mgr. de chloro util por litro de liquido effluente da fossa septica, contendo por c. c. 2.500:000 a 4.500:000 germens dos quaes 100.000 a 1.000:000 *coli* e 10 a 1000 esporos de *b. enteritides sporogenes*, obtém, ao fim de contactos de uma a quatro horas, a desappareição do *coli* e dos esporos do *b. enteritides sporogenes* nas amostras de 1 e mesmo de 5 c. c. O numero total dos germens no liquido tratado não foi contado regularmente, por pouco importante; mas quatro analyses deram como resultados, respectivamente, 30, 110, 140 e 600 germens por c. c., e RIDEAL faz notar que este ultimo numero é mais baixo do que o dos germens que se encontram vulgarmente nas aguas dos rios. Os organismos anaerobios passavam, em media, de 2.500:000 a 200 e a 150 por c. c., respectivamente depois de contactos de 1 1/2 e de 3 horas. Uma porção de effluente da fossa septica, diluida em tres partes de agua do rio e incubada em vaso fechado, dava cheiro que progressivamente augmentava, com total desappareição do oxygeneo dissolvido, ao fim de 49 horas; com a diluição, nas mesmas proporções, do effluente septico tratado pelo *oxychloreto*, a quantidade de oxygeneo dissolvido não abaixava sensivelmente em 24 horas e não descia abaixo de 3 c. c. por litro em 3 ou 4 dias em vaso fechado. Com

exposição ao ar, via-se que a mistura do effluente da fossa com a agua do rio (1:3) perdia em 19 horas todo o seu oxygeneo dissolvido, ao passo que na mistura do effluente tratado pelo *oxychloreto* com a agua do rio (1:3), depois de uma queda inicial, a quantidade de oxygeneo dissolvido subia, sendo ao fim de 3 dias mais elevada do que primitivamente e quasi tão grande como a da agua do rio. Este resultado seria devido, segundo RIDEAL, á destruição dos organismos da putrefacção com conservação da vitalidade dos oxydantes. Fôsse como fôsse, o oxygeneo existente n'esta ultima mistura era mais do que o necessario para permittir a vida dos peixes; ora a diluição nas aguas do rio é sempre maior do que a que n'esta experiencia se realisava.

Mas pôde utilizar-se antes o chloro fornecido chimicamente, pelo chloreto de cal, por exemplo.

Segundo KANTACK, 3<sup>mgr.</sup>,565 de chloro activo por litro de effluente da fossa septica fazem passar o numero das bacterias de muitos milhões para 10-50 por c. c., matando todos os pathogenicos.

Quanto maior fôr a quantidade de H<sub>2</sub>S que o effluente da fossa contenha, tanto maior deverá ser a quantidade de reagente a juntar; mas, em todo o caso, esta será sempre muito menor do que a que seria necessaria para a agua bruta.

Segundo DUNBAR, usando para o effluente da fossa septica  $\frac{1}{5}$  da quantidade de chloreto de cal que se use para a agua de esgoto bruta, a desinfecção é mais notavel para o primeiro liquido.  $\frac{1}{10000}$  de chloreto de cal destroe o *coli* em 100% de amostras de 100 c. c. de effluente septico examinadas por DUNBAR. O liquido chega mesmo a ser esteril. A lama que se vai depositando e se accumula durante algumas semanas na fossa onde a desinfecção se faz contém, porém, ainda o *coli*; mas  $\frac{1}{5000}$  de chloreto de cal lançado sobre esta lama extermina este germen em 2 horas de contacto.

Para effectuar a desinfecção do effluente septico, pôde uti-

lisar-se uma fossa (coberta se os cheiros são intensos), dividida em dois compartimentos. No primeiro, com capacidade correspondente ao debito dos esgotos de 24 horas, em tempo sêcco, dar-se-á a fermentação anærobia, no segundo, mais pequeno, com capacidade correspondente ao debito de 4 horas, ajuntar-se-á o reagente exterminador dos germens (RIDEAL).

Quando se olha mais á exterminação dos pathogenicos do que á destruição da matéria organica (que por vezes convém mesmo, para servir de alimento em parques de ostras, etc., onde o liquido seja lançado), o tratamento por fossa septica seguido de desinfecção pôde ser sufficiente. E a mesma associação de processos pôde concorrer notavelmente para garantir o bom estado sanitario das povoações da foz de rios e da beira-mar, impedindo que ás praias refluem materias volumosas, nocivas e desagradaveis de aspecto.

Mas é necessario obstar a que o reagente (chloro ou outro) vá em excesso no liquido tratado, o que prejudicaria os peixes. (O chloro desapparecerá depois de uma maior demora do liquido tratado nas installações de depuração ou pela addição de monossulfito de sodio).

Muitas vezes, mesmo quando se pratica a futura depuração nos leitos bacterianos, esterilisa-se ou desinfecta-se o effluente das fossas septicas para que os germens pathogenicos que elle contenha não venham a infectar aquelles leitos. O chloreto de cal é de bom emprego, porque não obsta de modo algum á boa depuração ærobia e o seu hypochlorito oxyda-se muito facilmente, como já dissemos (vol. I, pag. 264, nota 3), á superficie dos leitos. Geralmente, porém, não se receia tanto dos germens que sahem da fossa que se pense em d'elles garantir os leitos e, então, espera-se o effluxo d'estes se se quer a desinfecção do liquido residual.

## II

### Filtros anærobios de filtração ascendente

SCOTT MONCRIEFF, em 1890, dirigia a sua atenção para a rapida liquefação parcial que as materias organicas volumosas soffrem durante a sua passagem nos esgotos, por acção dos germens.

A resolução do problema das lamas era então, como hoje ainda é, um dos maiores cuidados dos que se dedicavam ao estudo da depuração das aguas de esgoto. E a SCOTT MONCRIEFF pareceu possivel obtel-a, pela sujeição do liquido residual a acções semelhantes ás que se realisam nos esgotos, mas em pequenas areas e em condições mais regulares que lhes permittissem maior intensidade, porque assim continuaria a liquefação a produzir-se para as materias suspensas mais finas, como no esgoto se tinha produzido já para as mais volumosas (1).

Ora, já de ha muito se sabia que, quando da filtração lenta da agua de esgoto, muito particularmente quando a filtração

---

(1) O leitor notará que as considerações que levaram SCOTT MONCRIEFF á criação do aparelho que vamos descrever foram, fundamentalmente, as mesmas que não só já tinham levado MOURAS á invenção da «*Vidangeuse automatique*», mas que tambem, pouco depois, haviam de orientar CAMERON para a apresentação do *Septic tank*. Todos os tres autores procuraram favotecer nos seus effeitos acções naturaes realisadas nos esgotos.

é ascendente de tal modo que pouco ou nenhum ar se mistura com o liquido, a materia organica soffre certas transformações muito differentes das que podem ser attribuidas a uma oxydação. Assim FRANKLAND, em 1870, fazendo passar agua de esgoto de Londres atravez de uma camada de areia, de baixo para cima, «de modo a excluir o arejamento», obtinha para as analyses do liquido bruto e do filtrado, respectivamente, os seguintes resultados em milligrammas por litro:

Materias solidas em solução.....	645 e 805
Carbono organico.....	439 e 323
Azote organico.....	25 e 14
Ammoniaco.....	55 e 46
Azote nitroso.....	0 e 3,28
Azote total combinado.....	70 e 55

Estes factos e outros semelhantes, cuja significação ao tempo não foi bem comprehendida, serviram mais tarde de base a SCOTT MONCRIEFF para estabelecer o plano da disposição material a empregar. Com effeito, vê-se dos numeros dados que no liquido filtrado, ao mesmo tempo que algum ammoniaco passa a nitritos e 116<sup>mgr.</sup> (25 %) do carbono e 11<sup>mgr.</sup> (44 %) do azote desaparecem como gazes não ammoniacaes (methana, azote, oxydos de azote e talvez tambem acido carbonico), ha passagem de 645 a 805 milligrammas nas materias solidas em solução, isto é, um augmento n'estas de 160<sup>mgr.</sup> por litro á custa da dissolução da lama.

SCOTT MONCRIEFF fazia construir em 1891, em Hashtead, em sua propria casa, um tanque filtrante bacteriano em que a areia era substituida por pedras assentes sobre uma grade (*fig. 14, E*); por baixo d'esta ficava um espaço de 0<sup>m3</sup>,140 de capacidade (*D*). A agua de esgoto, depois de passar por uma camara (*B*) onde se lhe retirava uma certa quantidade de gordura, penetrava pela parte inferior do filtro e subia lentamente; a lama abandonada accumulava se sob a grade, mas as acções liquefacientes não deixavam que o espaço subjacente a esta (*D*), apesar da sua pequena capacidade, se enchesse senão

muito lentamente. Os resultados foram tão lisongeiros, sob este ponto de vista, que ao fim de 7 annos a lama proveniente

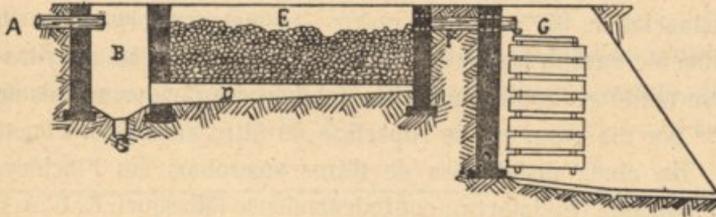


Fig. 14 — Filtro anaeróbico de filtração ascendente, de SCOTT MONCRIEFF

do tratamento de líquidos residuaes da casa habitada por dez pessoas pôde ser absorvida por um espaço de terreno de  $7^{\text{m}^2},525$ .

Reconhecidas as vantagens do *filtro anaeróbico* ou *fossa de cultura* de SCOTT MONCRIEFF, para a redução da quantidade das lamas, foi este filtro empregado em varios pontos, não só em pequenas installações caseiras, mas também em installações destinadas ao tratamento de effluxos residuaes de grandes aglomerações.

Em 1898, o *War Office* mandou applicar o systema de SCOTT MONCRIEFF nas casernas de Caterham ao tratamento de  $75^{\text{m}^3}$  diarios de aguas residuaes muito concentradas de uma agglomeração de 1.200 homens.

Em 1901, em Matham, a precipitação chimica e sedimentação que precediam até ahí a filtração descencional por coque e a final rejeição do liquido para o solo, fôram substituidas, após um inquerito feito pelo *Local Government Board*, pela passagem por tres fossas de detricos de  $13^{\text{m}}$  de comprimento  $\times 1^{\text{m}},67$  de largura  $\times 1^{\text{m}},2$  de altura (capazes de conter a onda de 4 horas) seguida de filtração ascencional por igual numero de fossas de cultura anaerobia de SCOTT MONCRIEFF. Cada uma d'estas, de  $13^{\text{m}}$  de comprimento  $\times 13^{\text{m}}$  de largura  $\times 1^{\text{m}},2$  de altura, continha pedras, escolhidas por passagem por fortes rédes de malhas de 5 a  $12^{\text{mm}}$  de diametro, e dis-

postas sobre uma grade que formava o limite superior d'um espaço por onde a agua de esgoto penetrava. O liquido era recebido na parte superior em canos perfurados, dispostos a distancias de 90<sup>cm</sup>. uns dos outros; as materias organicas do effluente encontravam-se n'um estado de liquefação e hydrolyse muito avançada, apesar do debito corresponder a mais de 4<sup>m</sup>³ por dia e por m² de superficie do filtro anærobio.

Ha ainda installações de filtros anærobios em Finchley, Wimbledon (Inglaterra), em Independence (Missouri, E. U. A.), em varios pontos da Africa do Sul, etc.

WOODHEAD demonstrou que nas partes mais profundas dos filtros anærobios de coke predominam os germens anærobios formadores de ammoniaco, ao passo que á superficie apparecem ærobios que podem levar em certos casos á formação de alguns nitratos (1).

HOUSTON, WOODHEAD, RIDEAL e GLOVER, estudaram o funcionamento do filtro anærobio de SCOTT MONCRIEFF. Todos concordam em afirmar que o effluente retém o ammoniaco formado na hydrolyse e contém em solução uma grande quan-

---

(1) Julgou-se durante algum tempo que seria possivel no mesmo filtro em que se realisam as transformações hydrolyticas provocar as oxydações que constituem a phase mais importante da depuração biologica, forçando em certas occasiões uma corrente de ar atravez do liquido. Os resultados, porém, foram maus e concorreram para demonstrar que as duas especies de acções, hydrolysantes e oxydantes, devem ser realisadas, tanto quanto possivel, em areas separadas, as primeiras ao abrigo do ar, as segundas com boas condições de arejamento. Como mais tarde veremos, uma inferioridade grande dos leitos submersiveis, chamados *de contacto*, em relação aos leitos não submersiveis, reside em que nos primeiros as phases anærobias e ærobias se succedem mutuamente.

Em consequencia d'isto, SCOTT MONCRIEFF, n'um mesmo aparelho, faz seguir o seu filtro anærobio de uma série de taboleiros de cultura microbiana ærobia (*Fig. 14, G*), em que a oxydação final se faz em condições de arejamento muito intenso.

tidade de materia azotada organica muito facil de decompôr. Esta grande instabilidade dos compostos organicos do effluente da fossa de cultura é uma das principaes caracteristicas do processo, segundo RIDEAL.

Os resultados obtidos para as analyses do liquido bruto e do effluente, em Caterham, são dados no quadro seguinte, em mgr. por litro.

	Chloro	Oxygeneo consumido	N amoniacal	N nitroso	N nitrico	N organico	N total	Depuração	
								Baixa no 0 consumido	N organico desaparecido
Agua de esgoto bruta.....	151	149,7	132	vesti- gios	0	40	172	40 %	82,5 %
Effluente do filtro anærobio	148	92,5	149	»	0	27	176	»	»

Sob o ponto de vista da composição bacteriologica do effluente, os filtros anærobios dão tambem resultados bastante lisongeiros. O numero total dos germens não desce sensivelmente e por vezes sobe até; mas o augmento é devido á multiplicação de vulgares saprophytas não só inoffensivos, mas que vão mesmo, como sabemos, concorrer para a destruição dos pathogenicos.

A filtração parece dar logar a uma retenção mecanica de germens, principalmente electiva para os germens nocivos. PICKARD, em Exeter, lançava uma emulsão de bacillos typhicos na agua residual antes de a fazer ascender no filtro; no effluente d'este só encontrava 10 % dos germens primitivos. A pouca demora do liquido no interior do filtro faz pensar que os 90 % ficavam retidos por simples adherencia aos materiaes filtrantes; mas ahí não se multiplicavam nem accumulavam de modo a poderem infectar o liquido que ulteriormente passasse, antes parece que certos liquefacientes os des-

truíam rapidamente (ANDREWS e LAWES); com effeito, fazendo passar em seguida, pelo mesmo filtro, uma agua de esgoto livre de bacillos typhicos, á sahida só se encontrava n'ella 1 % dos germens que o filtro retivêra anteriormente.

\*

Tem-se discutido sobre quaes sejam de mais recommendavel emprego, se os filtros de SCOTT MONCRIEFF, se as fossas de CAMERON, que fundamentalmente actuam da mesma fórma.

Os filtros são preferidos por KENWOOD e BUTLER, não só por reterem muito bem as materias suspensas, mas tambem por fornecerem numerosas superficies onde os germens microbianas activos se podem estabelecer e fixar. Realmente parece bem estabelecido que a baixa na riqueza em materias suspensas é maior com a filtração do que com a utilização das fossas, e é natural tambem pensar que, por virtude do contacto com as superficies do material filtrante, o effluente do filtro será muito mais pobre em materias colloides do que o effluente da fossa septica. Além d'isso a filtração anærobia facilita, mais do que a passagem por fossa septica, a decomposição completa da gordura, em virtude da tendencia que esta tem para adherir á superficie das pedras ou do coke, onde fica soffrendo a acção do ammoniaco do liquido que vái passando e que pouco a pouco a dissolve (VENABLE). Sob o ponto de vista das qualidades bacteriologicas do liquido tratado, as experiencias de PICKARD parecem dar tambem notavel vantagem aos filtros sobre as fossas.

RIDEAL, pelo contrario, é de opinião que as bacterias, distribuindo-se mais por igual no interior da fossa de CAMERON, podem assim actuar em melhores condições; e, com razão, faz notar que, ficando nas fossas septicas toda a capacidade disponivel, as suas dimensões serão, para o tratamento de uma dada onda do liquido, muito menores do que as necessarias a um

filtro de filtração ascendente, cheio de pedras ou de coke, a não ser que n'este a velocidade do liquido seja muito maior e, portanto, muito mais reduzido o tempo durante o qual se effectuam as transformações hydrolyticas.

Estas ultimas considerações teem muita importancia e não terão concorrido, por certo, pouco para o grande incremento que tomou a utilização da fossa septica, com prejuizo do emprego dos filtros anærobios de MONCRIEFF.

A comparação das analyses dadas nos seguintes quadros é de certo interesse. A composição da agua de esgoto bruta tratada no filtro anærobio em 1901 era praticamente a mesma da da agua de esgoto tratada em 1898 na fossa septica. (VENABLE).

**Resultados, em mgr. por litro, das analyses da agua bruta e do effluente da fossa septica em Sowell, Mass., em 1898**

	affluente á fossa septica	effluente da fossa
Ammoniaco livre.....	44,4	48,6
Ammoniaco albuminoide.....	7,9	4,1
Chloro.....	92,1	101,1
Oxygeneo consumido.....	40	22,9
Bacterias por c. c. ....	2.000:000	324:500

**Resultados, em mgr. por litro, das analyses do effluente de um filtro anærobio (1) de Lawrence, Mass., em 1901**

	effluente do filtro
Ammoniaco livre.....	49,8
Ammoniaco albuminoide.....	2,28
Chloro.....	11,2
Nitratos.....	0,2
Nitritos.....	0
Oxygeneo consumido.....	19,8
Bacterias por c.c.....	270:300

(1) Este filtro ao fim de dois annos tinha perdido 69% da sua primitiva capacidade livre para o liquido.

\*

Note-se que as fossas septicas e os filtros anærobios podem ser associados. É o que até certo ponto acontecia na primitiva fossa hydrolytica de TRAVIS, e é o que por vezes se faz para conseguir que o effluente da fossa septica, por filtração ascendente, se empobreça em materias suspensas e coloides. Já me referi a estes pontos a pag. 171.

---

## SECÇÃO II

**Destruição da materia organica das aguas de esgoto por acções oxydantes de germens aerobios. Impurescibilisação e inoffensivação do liquido residual**

### SUB-SECÇÃO I

#### **Theoria da depuração no solo e nos leitos bacterianos**

Nos fins do seculo XVIII, o pharmaceutico BRUNNER notava que um liquido putrido se desodorisava e descórava pelo contacto com terra de jardim contida n'uma garrafa; mais tarde, fazendo atravessar ao liquido sujo uma camada de solo bastante espessa e permeavel, obtinha um filtrado limpido e de uma pureza comparavel á das melhores aguas dos rios.

Ha cerca de um seculo, HUMPHREY DAVY, e, um pouco depois (1819), GAZZERI obtinham resultados semelhantes; mas não poderam dar uma explicação satisfactoria dos phenomenos, nem pensaram em tirar partido d'elles, para applicações practicas.

Em 1849, HUXTABLE, filtrando tambem agua conspurcada e putrida por terra vegetal contida n'um funil, obtinha egualmente a descórção e a desodorisação do liquido. THOMSON e WAY conseguiam os mesmos effeitos agitando o liquido sujo com a terra. Mas, ao passo que a descórção e a desodorisação para HUXTABLE erão devidas a que a terra absorvia e retinha as materias, mesmo dissolvidas, que córavam o liquido, e os productos ammoniacaes, causa dos cheiros, para THOMSON e

WAY uma e outra erão motivadas por reacções chimicas: dar-se-ia, segundo estes autores, uma decomposição dos saes ammoniacaes; o ammoniaco combinar-se-ia ao acido carbonico e carbonatos do solo, e o acido do sal primitivo formaria com a cal do sólo um novo composto.

As experiencias de BRUSTLEIN, e mais tarde as de SCHLOESING, vieram dar razão a HUXTABLE: BRUSTLEIN mostrou que a desaparição do ammoniaco se dava quando á terra se substituiam outras substancias, entre ellas o negro animal lavado com acido e calcinado, em condições de não permittirem facilmente a producção de acções chimicas; SCHLOESING verificou tambem que o ammoniaco não é transformado nem insolubilizado, mas simplesmente fixado pelas particulas do corpo poroso, d'onde póde ser retirado por lavagem.

Na verdade, porém, demonstrou-se ulteriormente que não são estas acções de natureza physica as unicas a produzirem-se, e que se podem pôr tambem em evidencia não só acções chimicas, mas mesmo acções biologicas.

## I

### Acções physicas

#### A) Solo

Nas condições naturaes, as materias solidas relativamente volumosas não conseguem penetrar no solo, á superficie do qual são retidas mecanicamente; mas o mesmo não acontece ás substancias que na agua se encontram em solução verdadeira, em pseudo solução colloidal, ou mesmo suspensas quando notavelmente divididas e fraccionadas. Estas são levadas pela agua mais ou menos longe na profundidade do solo, até que as superficies dos elementos filtrantes as retenham, separando-as do seu vehiculo liquido, por phenomenos physicos especiaes que vamos descrever e que *Duclaux* comparava aos de tintura, em virtude dos quaes as materias córantes se fixam nas malhas dos tecidos (1).

A agua conspurcada, entrando nos intersticios do solo, irá, por um phenomeno de adhesão molecular, molhar os seus elementos, formando-lhes uma camada liquida em torno; se esses

---

(1) Uma gotta de vinho cahida sobre uma toalha dá dois circulos concentricos, notavelmente distinctos, cujos diâmetros estão sempre entre si na mesma relação quando apenas varia o volume da gotta. O circulo interior, o unico córado, testemunha de que a materia do corpo absorvente retém mais activamente a materia córante do que a agua.

elementos são de natureza humica ou colloidal, entumescerão mais ou menos notavelmente. A consequencia d'estes dois factos é que diminuirão os espaços livres para a passagem da porção de agua seguinte.

Os espaços deixados livres, por pequenos que sejam, serão geralmente bastante grandes para parecer que não deveriam obstar á progressão de finissimas particulas, bem mais reduzidas do que elles em dimensões, e muito menos á das substancias dissolvidas no liquido.

Acontece, porém, que a retenção d'estas materias depende principalmente de acções de simples contacto que não se produzem só quando se filtra a agua suja por uma certa quantidade de terra, mas tambem quando com esta, n'um recipiente, se agita o liquido conspurcado.

As substancias que se encontram em solução colloidal soffrem coagulação por virtude de acções de superficie de que TRAVIS mostrou a importancia (pag. 20, nota 2), adherindo aos elementos filtrantes a que formam um tenue revestimento, e levando consigo parte das materias primitivamente em solução verdadeira e em suspensão no liquido. A isto se resume, segundo a escola de HAMPTON, que pouco mais faz do que renovar a doutrina anteriormente defendida por BRETSCHNEIDER, o processo, exclusivamente physico, que, no caso encarado, liberta das materias conspurcantes um liquido conspurcado (pag. 145). Mas a verdade é que as materias suspensas e dissolvidas podem tambem, como a theoria mais antiga affirma, ser retidas independentemente da intervenção das substancias colloides.

Com effeito, para as materias suspensas como mesmo para as substancias em solução verdadeira (JOHNSTON, SONST) o contacto com as superficies póde conseguir a sua separação do liquido.

E além d'isso as proprias materias colloides podem tambem ser fixadas sem que previamente tenham soffrido coagulação, á semelhança das materias em solução verdadeira. (LÜBBERT e DUNBAR). Uma agua que contém materias em solução colloidal ou verdadeira, passando aavez do solo e achando-se em con-

tacto com a camada liquida que adhire e molha os elementos d'este, tende a estabelecer um equilibrio com essa porção de liquido, abandonando-lhe ou tomando-lhe determinadas substancias, segundo é mais rica ou mais pobre do que ella em taes materias. Isto explica porque, quando uma agua de esgoto atravessa um terreno, ao passo que se vê livre de grande parte da sua materia organica e de certos compostos, como acido phosphorico, potassa, ammoniaco, etc., pôde adquirir maior riqueza de outros corpos — chloretos, cal, magnesia, soda, etc. — variaveis segundo a natureza do terreno atravessado.

Este poder de fixação que o solo manifesta varia de intensidade, um pouco com a temperatura e humidade, e muito com a velocidade da passagem do liquido atravez do solo fixador, a espessura e os caracteres d'este e a natureza das substancias a fixar.

Quanto mais lenta fôr a progressão do liquido e mais espessa a camada de solo atravessada tanto maior será a fixação, porque mais prolongados serão, respectivamente no tempô e no espaço, os contactos do liquido com as superficies fixadoras.

E estas serão, para uma mesma espessura, tanto mais vastas quanto menores de dimensões fôrem os elementos do solo e os espaços que estes deixam entre si; portanto as substancias a fixar penetrarão tanto mais em profundidade n'um solo quanto mais largos póros este solo tiver e, em egualdade de circumstancias, uma dada camada de solo atravessada por liquido sujo conspurcar-se-á tanto mais quanto mais finos fôrem os seus póros.

Independentemente da grandeza dos elementos, a natureza d'estes tem grande importancia: O solo de natureza humica é o que parece ter uma mais energica acção fixadora; em seguida veem os marnes e depois, mas já em grau muito menor, o calcario, e finalmente a areia.

Com respeito á natureza das substancias, nota-se que estas são tanto mais facil e rapidamente fixadas quanto mais complexas e visinhas são das substancias que entram na composição dos tecidos vivos e, portanto, quanto mais difficilmente soluveis são e mais manifestas tendencias tem para o estado colloidal.

As peptonas resultantes das materias albuminoides e as gommas e dextrinas provenientes das substancias hydrocarbonadas deteem-se nas camadas superficiaes do solo, o ammoniaco só a maior profundidade, ao passo que os nitritos e nitratos, muito soluveis e muito difficeis de fixar, são arrastados pelo liquido e podem passar mesmo á agua das camadas subterraneas.

Comprehende-se pois bem que, caminhando da superficie para a profundidade, se verifique que o solo rapidamente se empobrece em materia organica; é o que mostram os seguintes resultados obtidos por SCHLOESING nas analyses do solo dos campos de irrigação de Genevilliers:

	carbono organico	azote organico
á superficie.....	22	2,8
a 0 <sup>m</sup> ,50 de profundidade.....	8,3	1,1
a 1 <sup>m</sup> de profundidade. ....	6,1	1

Identicamente, de um modo mecanico, os microbios existentes n'uma agua conspurcada ir-se-ão depondo nas particulas do solo á medida que o liquido penetra n'este. As attracções moleculares e acções de contacto que motivam a fixação da materia organica favorecem tambem a fixação dos germens, e de tal fórma que, se a espessura da terra atravessada attinge um certo grau, a agua ficará muito empobrecida em germens.

E esta fixação, pelo solo, dos germens habituaes das aguas conspurcadas fará com que esses germens vão escasseando,

como a materia organica, á medida que se analysam successivamente as camadas de terreno caminhando da superficie para a profundidade. A 3<sup>m</sup>,5-4<sup>m</sup> os germens poderiam faltar por completo, segundo FRAENKEL. DUCLAUX é antes de opinião de que, se faltam ahi os germens habituaes nos meios ricos em substancias organicas, outros deverão existir, capazes de viver em meios ammoniacaes e nitritados, porque nas varias camadas do solo não variam os germens só em quantidade, mas em qualidade tambem; e mais tarde veremos a importancia que este facto tem para a depuração.

### B) Materiaes diversos

Não é só o solo natural que consegue fixar as materias arrastadas, em suspensão, no estado colloidal ou dissolvidas n'um liquido conspurcado; elementos differentes d'aquelles que o solo geralmente contém manifestam propriedades semelhantes. É o que se verifica para o coke, as escorias, a turfa e outros materiaes usados na construcção dos leitos bacterianos.

É difficil estabelecer bem, nos varios casos, a importancia da fixação, porque esta é influenciada por muitas circumstancias, insignificantes na apparencia; comtudo varias experiencias de laboratorio teem sido feitas, com resultados que merecem ser conhecidos.

#### 1) Influencia da natureza das substancias a fixar e dos materiaes fixadores sobre a fixação

CALMETTE experimenta com escorias calcinadas esterilizadas e com soluções esterilizadas de materias azotadas a 1% — albumina, peptona, asparagina e ammoniaco — e verifica que a fixação é mais intensa para as materias mais complexas. Assim, depois de 2 horas de contacto entre as escorias e as

soluções, vê que o azote é fixado nas proporções de 17,68 % com a solução de albumina, de 13,38 % com a de peptona, de 2,26 com a de asparagina, e de 2,09 % com a de ammoniaco. O facto da calcinação das escorias augmenta o poder fixador no caso da albumina e da peptona e diminue-o no caso da asparagina e do ammoniaco; com effeito, com escorias esterilizadas não calcinadas a fixação do azote era de 4,26 % para a albumina, de 9,47 % para a peptona, de 2,59 % para a asparagina e de 2,59 % para o ammoniaco.

Para as materias hydrocarbonadas a fixação parece ser muito mais fraca; ao fim de 2 horas de contacto, para a glycose é apenas de 1 % com escorias calcinadas esterilizadas ou simplesmente esterilizadas; para o amido é muito reduzida, de 0,55 % no caso das escorias esterilizadas não calcinadas (a calcinação das escorias eleva a fixação a 4,2 %).

DZIERZGOWSKY, em 1907, estudou o poder fixador da terra de infusorios, do coke e das escorias sobre a albumina, peptona, leucina, glycose, massa de amido, urêa e ammoniaco; verificou que, a não ser a glycose, o amido e a urêa, todas as substancias apontadas são fixadas, e tanto mais notavelmente quanto mais complexa é a sua molecula.

Os saes ammoniacas, o chloreto de sodio, e as materias corantes não são em geral retidos por materiaes como escorias, areia, etc. A turfa parece porém reter uns e outros muito poderosamente (CALMETTE, GHYSEN) e decerto reterá, portanto, as materias organicas complexas tambem muito mais poderosamente do que os outros materiaes o fazem.

## 2) Influencia da concentração das soluções sobre a fixação das substancias dissolvidas

CALMETTE verifica que, por um contacto de 2 horas com escorias calcinadas esterilizadas, soluções esterilizadas de peptona deixam fixar uma percentagem de azote que vái de

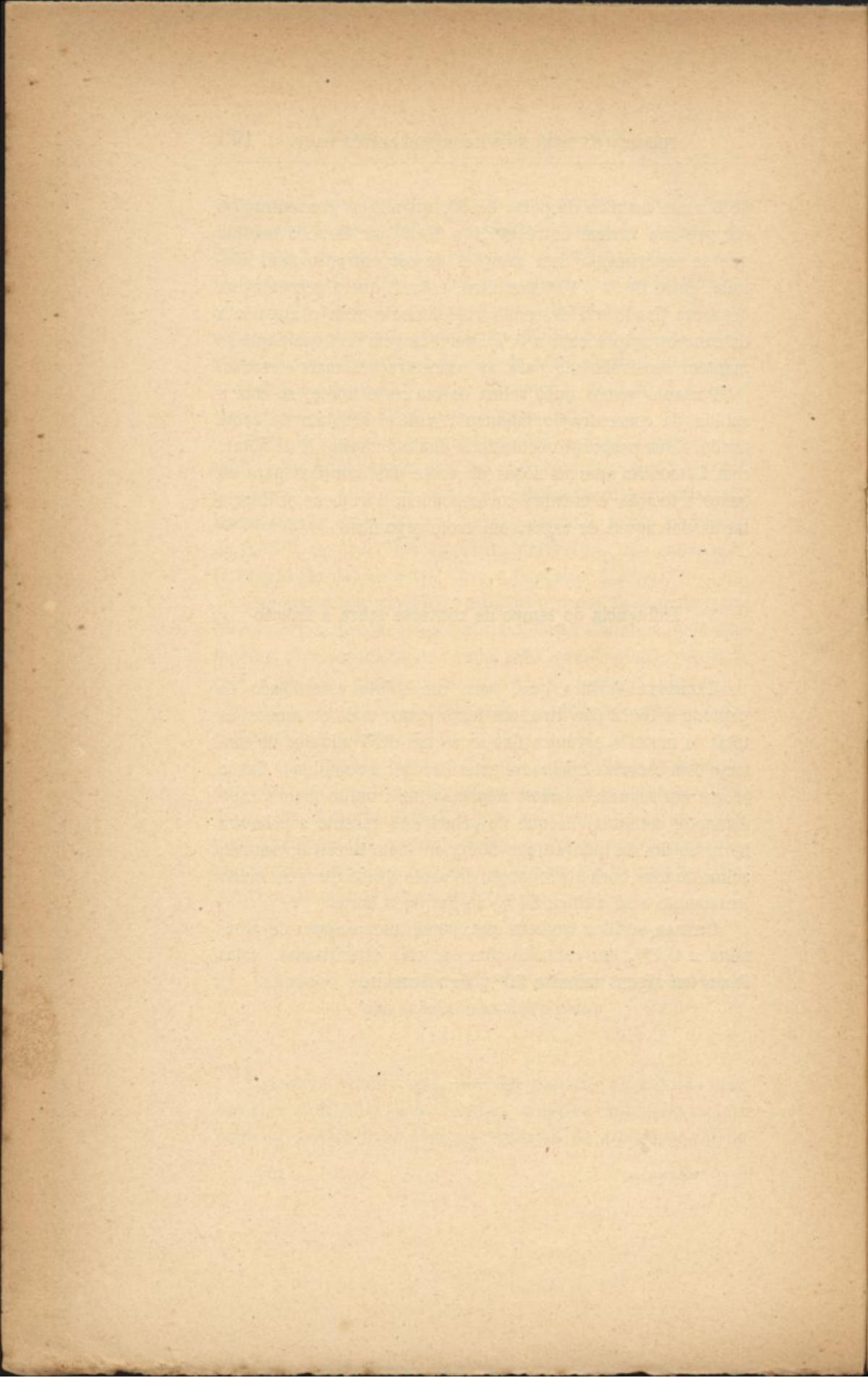
48,6 a um maximo de perto de 60, quando as concentrações em peptona variam entre 0<sup>gr.</sup>,1 e 0<sup>gr.</sup>,2 por litro; á medida que se experimenta com soluções de concentração mais elevada, entre 0<sup>gr.</sup>,2 e 10<sup>gr.</sup> por litro, nota-se que a percentagem de azote fixado vái descendo rapidamente com o augmento da concentração e cahe a 5 0/0, percentagem de fixação que se mantem sensivelmente para as concentrações mais elevadas.

Portanto vemos que, acima de um certo limite, se com a subida da concentração augmenta a dóse absoluta de azote fixado, a sua proporção centesimal diminue muito. É de notar, com CALMETTE, que as doses de azote das soluções para as quaes a fixação é maxima correspondem á riqueza ordinaria média das aguas de esgoto em azote organico.

### 3) Influencia do tempo de contacto sobre a fixação

CALMETTE verifica que, para um soluto esterilizado de peptona a 0<sup>gr.</sup>,2 por litro, um terço pouco mais ou menos do total da materia organica fixa-se ao fim de 5 minutos de contacto com escorias calcinadas esterilizadas; a quantidade fixada cresce em seguida bastante depressa (mas muito menos rapidamente, comtudo, do que no principio), durante a primeira hora, ao fim da qual attinge 60 0/0 do azote inicial do soluto; acima de uma hora a proporção do azote fixado eleva-se muito lentamente e só attinge 85 0/0 ao fim de 8 horas.

DUNBAR verifica tambem que, pondo uma solução de albumina a 0,1 0/0 em contacto com escorias esterilizadas, estas fixam em alguns minutos 50 0/0 da albumina.



## II

### Acções químicas

A retenção de algumas substancias contidas n'um liquido que entra em contacto com os elementos de um solo natural ou de um leito artificial depende até certo ponto de phenomenos chimicos.

Os saes de cal teem para a materia organica uma grande afinidade, formando com ella compostos insolueis que o solo fixa facilmente.

A fixação do acido phosphorico é devida, em parte, á formação de phosphato monocalcico que as materias humicas reteem.

Em 1907, DZIERZGOWSKY mostrou que os oxydos de ferro, de manganéz, de cobre, possuem um poder fixador energico para muitas substancias mineraes e organicas e que os materiaes privados de oxydo de ferro, pelo acido sulfurico, fixam muito menos do que antes de tratados pelo acido.

O ferro e o manganéz n'um solo calcinado conferem-lhe um poder excepcionalmente fixador para algumas substancias organicas, pela formação de certos compostos, e teem além d'isso um verdadeiro poder oxydante chimico (CALMETTE, RIDÉAL); FENTON e JONES affirmam tambem que a rapida oxydação dos acidos organicos em presença de vestigios de saes ferrosos, que sempre existem na agua de esgoto, não depende da intervenção das bacterias.

O ferro sempre mais ou menos abundante nas escorias com que se constroem muitos leitos de depuração exerce acções importantes sobre certos compostos, como o ammoniaco e o hydrogeneo sulfurado (DUNBAR).

Appendix

The first part of the appendix contains a list of the names of the persons who have been admitted to the office of the Secretary of the Board of Education since the year 1850. The names are arranged in alphabetical order, and each name is followed by the date of admission and the name of the person who recommended him.

The second part of the appendix contains a list of the names of the persons who have been admitted to the office of the Secretary of the Board of Education since the year 1850. The names are arranged in alphabetical order, and each name is followed by the date of admission and the name of the person who recommended him.

The third part of the appendix contains a list of the names of the persons who have been admitted to the office of the Secretary of the Board of Education since the year 1850. The names are arranged in alphabetical order, and each name is followed by the date of admission and the name of the person who recommended him.

The fourth part of the appendix contains a list of the names of the persons who have been admitted to the office of the Secretary of the Board of Education since the year 1850. The names are arranged in alphabetical order, and each name is followed by the date of admission and the name of the person who recommended him.

The fifth part of the appendix contains a list of the names of the persons who have been admitted to the office of the Secretary of the Board of Education since the year 1850. The names are arranged in alphabetical order, and each name is followed by the date of admission and the name of the person who recommended him.

### III

#### Acções biológicas

Para alguns autores (BRETSCHNEIDER, TRAVIS) os phenomenos de depuração dos liquidos sujos no solo e leitões bacterianos são quasi exclusivamente dependentes de acções physicas de deposição de colloides. Mas para a maior parte as acções biológicas teem um papel importantissimo que vamos indicar.

\*

O poder fixador dos elementos do solo e dos varios materiaes não depende apenas de phenomenos physicos e chemicos, mas tambem até certo ponto de phenomenos biologicos.

O solo fixa habitualmente 75 % de glycose d'uma solução que com elle entre em contacto; mas, se é sujeitado previamente á acção esterilisante do calor elevado ou do chloroformio, a fixação da glycose deixa de produzir-se.

A uréa e o ammoniaco, que se fixam muito pouco em escorias esterilizadas, são bem fixadas pelas escorias povoadas de germens.

A albumina, que se fixa na proporção de 11 % em escorias sujeitadas á acção do chloroformio, fixa-se na proporção de 36 % em escorias sobre as quaes o chloroformio não intervem (DIZERGOWSKY).

Assim fica demonstrado que, nas condições naturaes, o

o poder fixador total dos elementos do solo e dos materiaes de construcção de leitos artificiaes é a resultante de acções physicas, chemicas e biologicas.

Comtudo onde as ultimas se tornam mais apparentes não é na fixação das substancias, mas sim, como vamos ver, na destruição d'estas depois de fixadas.

\*

Se as materias separadas de um liquido residual pelo contacto com superficies solidas n'estas ficassem indefinidamente, a saturação do solo ou dos materiaes artificiaes rapidamente viria a oppôr-se á continuação das acções de retenção.

Mas as materias fixadas de natureza organica, azotadas ou não, transformam-se e destroem-se, pelo menos em grande parte, produzindo gazes e corpos relativamente simples que ou se perdem na atmosphaera ou se dissolvem e são arrastados no liquido.

As transformações dos hydrocarbonados e das gorduras teem sido até hoje pouco estudadas.

É a materia azotada, a mais complexa, a que tem sido seguida mais cuidadosamente na sua marcha transformadora, principalmente nas phases finaes d'esta, em que, a par de residuos de character humico, se formam compostos ammoniacaes que, juntamente com compostos semelhantes já previamente existentes no liquido, veem a desaparecer, substituidos, quando haja condições de bom arejamento, por corpos novos completamente oxydados, como são a agua, o gaz carbonico e os nitratos, que os elementos solidos que retinham a materia organica já não conseguem reter.

Já em 1868, FRANKLAND verificava que uma agua de esgoto contendo por litro 24<sup>mgr.</sup>,8 de azote organico, 55<sup>mgr.</sup>,8 de ammoniaco e 0<sup>mgr.</sup> de azote nitrico apresentava depois de fil-

trada por areia 1<sup>mgr.</sup>,1 a 3<sup>mgr.</sup>,3 de azote organico, 4<sup>mgr.</sup>,1 a 6<sup>mgr.</sup>,2 de ammoniaco e 30<sup>mgr.</sup> a 40<sup>mgr.</sup> de azote nitrico.

A materia organica da agua conspurcada passa assim ao estado mineral. A esta mineralisação dá-se o nome de *nitri-ficação*, nome menos proprio, talvez, porque os nitratos não são os unicos productos finaes: além da combustão do azote ha a combustão do carbono e portanto caberia antes empregar, ainda aqui, o termo mais geral de *oxydação*.

Mas, além de transformações oxydantes, as materias organicas fixadas podem soffrer acções putrefactivas, em certas condições de mau arejamento. E acções de redução, de *des-nitri-ficação*, podem exercer-se tambem sobre os nitratos e nitritos, productos resultantes de uma previa oxydação, libertando oxygeneo capaz de produzir uma oxydação de substancias organicas.

Estas acções destruidoras são de natureza biologica e devidas não só ás bacterias, mas tambem a organismos vegetaes e animaes que se encontram á superficie dos elementos do material com que as substancias organicas entram em contacto.

O papel dos seres vivos relativamente elevados, como os infusorios e os vermes, foi recentemente posto em relevo por LORRAIN SMITH.

No cyclo dos seres vivos, diz LORRAIN SMITH, as bacterias teem o primeiro logar, em virtude, decerto, da sua reproducção rapida, mas tambem são as primeiras a desaparecer, indo servir para a nutrição dos infusorios que, por seu turno, servirão de alimento aos vermes. Estes poderão ainda, sendo arrastados pelo liquido, ir nas correntes naturaes ser destruidos pelos peixes.

Portanto não é só a redução na quantidade dos elementos disponiveis para as bacterias, mas tambem as necessidades biologicas de seres mais elevados o que explica a grande exterminação das bacterias separadas do liquido pelo solo ou pelos materiaes filtrantes artificiaes, os quaes sem essa exterminação teriam uma crescente riqueza microbiana.

O estudo d'aquelles organismos relativamente elevados e do seu modo de acção está por ora pouco desenvolvido; além d'isso, são as bacterias que mais directa e primeiramente interveem sobre a maior parte da substancia fixada. Por isso será ás bacterias que principalmente me vou referir, procurando pôr em relevo o mecanismo da sua intervenção e os resultados d'esta na destruição de certas fórmãs de materia, no solo ou em meios artificiaes.

No que respeita aos hydrocarbonados, ás gorduras e ás materias azotadas complexas, reenvio o leitor ao que já ficou dito a pag. 24 e seguintes sobre as suas transformações em condições anærobias e ærobias no solo e meios artificiaes. Apesar d'isso ser pouco, não haveria aqui muito mais a accrescentar. Agora occupo-me simplesmente da formação do ammoniaco, da nitrificação e da desnitrificação, que se podem realizar no solo e nos leitões bacterianos.

#### A) A formação do ammoniaco

A producção do ammoniaco no solo á custa da materia organica azotada, da urêa, etc., realisa-se pela intervenção de varios organismos, bolores, micrococos e bacillos, alguns dos quaes já apontados como tambem intervindo nas condições das fossas septicas; entre estes destaca-se pela sua actividade o *bacillus mycoides* que, actuando sobre as substancias azotadas, transforma o carbono em acido carbonico e deixa como residuo o ammoniaco, a par de leucina, tyrosina, acidos gordos e agua. As condições que, segundo MARCHAL, mais favorecem a acção do *mycoides* são uma concentração fraca dos liquidos, uma temperatura visinha de 30° e um arejamento abundante.

Mas, mesmo sem este arejamento intenso, o ammoniaco se produzirá, por combinação entre o hydrogeneo e o azote, como

acontece em terrenos pouco arejados, como os das turfeiras, florestas, etc., á custa das materias vegetaes mais ou menos enterradas no solo, que podem mesmo transmittir a fermentação ammoniacal ás materias azotadas do humus, que do ar tira azote em abundancia, em virtude ainda de acções microbianas (BERTHELOT). Os cogumelos e vegetaes inferiores, que n'estas condições de mau arejamento se dão bem, levam á desappareição do ammoniaco, que absorvem para a formação dos seus tecidos proprios, creando assim de novo a materia organica.

DEHERAIN e DEMOUSSY affirmam a existencia de uma oxydção chimica pura, que a frio seria muito lenta e que a elevação da temperatura algum tanto favoreceria. O que parece porém certo na maioria dos casos é a preponderancia das acções de natureza microbiana na formação do ammoniaco (MUNTZ e COUDON). A oxydção do carbono não se produz nos solos esterilizados pelo calor; WOLNY n'estas circumstancias verificou que nenhum ou muito pouco  $\text{CO}_2$  era libertado mesmo com as melhores condições de arejamento.

Mas a verdade é que estas acções biologicas que levam á formação do ammoniaco são ainda hoje muito mal conhecidas na sua natureza intima. O mesmo não contece já para as transformações seguintes, de que, portanto, mais demoradamente me occuparei.

## B) A nitrificação

### 1) As antigas idéas sobre a nitritificação.

#### Experiencias de Bossingault e de Schloesing e Muntz

Durante muito tempo, julgou-se que o salitre dos murós das caves, dos estabulos, etc., era devido á condensação e oxydção do ammoniaco do ar, sob a influencia da porosidade dos corpos em que apparecia.

O solo para dar logar á formação de nitratos actuaria

identicamente, como corpo poroso, sobre o ammoniaco proveniente de decomposição das materias azotadas das aguas conspurcadas. Passar-se-ia o mesmo que na chamada experiencia de KUHLMANN se observa: quando sobre espuma de platina se recebe uma corrente de ammoniaco misturado com ar, a platina oxyda-se e formam-se substancias nitrosas. A terra e os corpos porosos em geral apresentariam, pois, esta propriedade da espuma de platina.

Mas BOSSINGAULT demonstrou que assim não era, visto que a rapida transformação de materias nitrificaveis deixava de realisar-se quando á terra aravel substituiu a areia ou a grêda. Não bastava, pois, a porosidade; alguma cousa mais intervinha, cousa que BOSSINGAULT não affirmava o que fôsse, mas que PASTEUR, aprioristicamente, lembrava já que poderia muito bem ser uma acção vital.

O facto porém de que não se conseguiam isolar germens nitrificantes deixou suppor a muitos, ainda durante longo tempo, que a acção depuradora do solo era devida apenas a acções mecanicas de filtração e a acções chimicas de oxydação. Comtudo, já em 1872, a Commissão de Berlim affirmava que a materia organica das aguas de esgoto passa ao estado de nitratos não por um processo simplesmente molecular, mas por um processo em que agentes vivos do solo e da propria agua de esgoto tomam grande parte. E, pouco depois, se não se conseguia ainda evidenciar esses agentes, isolando-os e cultivando-os, investigações cuidadosas, pondo em relevo as condições especiaes em que a nitrificação se realisa, não permitiam já duvidar da natureza biologica das acções que a originam.

Entre estas investigações teem as de SCHLOESING e MUNTZ (1877) logar preponderante:

Uma mistura de areia e grêda esterilizada e contida n'um vaso não produzia, nas melhores condições de arejamento, mesmo ao fim de varias semanas, qualquer destruição ou transformação em nitratos do ammoniaco de uma solução

diluida esteril que no vaso fôsse lançada. A uma terra capaz de produzir uma nitrificação activa da solução em questão, a acção do calor a 110° retirava essa propriedade. Mas estes meios assim improprios para a oxydação do ammoniaco podiam, pela adjuncção de uma porção de terra de jardim que não tivesse soffrido a acção do calor, ver apparecer ou recuperar o poder oxydante.

Em areia, mesmo calcinada ao rubro, notava-se a transformação do ammoniaco se, em vez de uma simples solução ammoniacal pura, se lhe lançava uma agua de esgoto; havia, n'este caso, apparecimento de nitratos, acompanhando a diminuição do ammoniaco e do azote organico. Se porém este liquido residual era esterilizado pelo calor antes de lançado sobre a areia calcinada, os phenomenos de transformação deixavam de dar-se.

E os citados autores verificaram ainda que não só a esterilisação mas tambem os antisepticos se oppõem á nitrificação. O chloroformio diminue-a muito, e acaba por detel-a por completo, mas, evaporando-se, permite de novo a sua producção.

Factos semelhantes se observam se a atmosphaera do meio se torna pobre em oxygeneo; em condições de mau arejamento a nitrificação diminue e a falta de oxygeneo torna a terra inactiva para esse fim. É o que acontece quando a affluencia da agua residual ao solo se faz de um modo continuo e em quantidade exaggerada; então, como no caso da esterilisação do solo e do liquido a filtrar, a transformação em nitratos não se dá, e o solo, carregado em excesso de materia que não soffre destruição, perde, a par do poder oxydante, o seu poder fixador (1)

---

(1) Lembremos que n'um solo esterilizado o poder fixador não diminue só pelo facto de que a materia fixada deixa de soffrer destruição; o facto da esterilisação faz, como vimos, que certas substancias sejam muito menos intensamente fixadas, ou por completo deixem de o ser, mesmo quando não haja ainda nenhuma porção de materia retida pelo material filtrante que explique essa diminuição, pela saturação d'este.

é a agua que o atravessa continua impura, rica em substancias organicas.

Em vista das experiencias expostas, podia afirmar-se que aquillo que dá ao solo normal o poder de desagregar e mineralisar as materias organicas, que para actuar necessita boas condições de arejamento, que o chloroformio inibe e a esterilisação destroe é um agente de natureza biologica.

## 2) Os agentes da nitrificação do ammoniaco

Em 1890, WINOGRADWSKY vinha, com o bom exito das suas investigações, confirmar as conclusões tiradas das experiencias e observações dos seus antecessores; com effeito, o emprego de meios especiaes, muito differentes dos vulgarmente usados em bacteriologia, permittiu a este autor isolar e descrever não um, mas dois agentes de nitrificação ammoniacal, — o *nitrosomas* e o *nitrobacter* — que se encontram no solo e nas proprias aguas de esgoto.

Cada um d'estes germens tem acções distinctas; o primeiro, ou *fermento nitroso*, produz nitritos por oxydação dos saes ammoniacaes, mas não consegue levar a oxydação mais longe; pelo contrario, o segundo, ou *fermento nitrico*, incapaz de oxydar o ammoniaco, leva os nitritos a nitratos, n'uma segunda phase do processo oxydante.

### a) Morphologia dos germens nitrificadores

O *nitrosomas* apresenta-se sob a fôrma de bacterias ovaes, ciliadas, notavelmente maiores do que as bacterias muito pequenas e mais agglomeradas no campo do microscopio, que WINOGRADWSKY descreve como sendo o *nitrobacter*.

É de notar que de cada um dos dois fermentos existem

variedades, que se podem por vezes distinguir por algumas ligeiras diferenças, segundo a sua proveniencia dos leitões bacterianos ou do solo dos varios pontos do globo. Em todo o caso, porém, os caracteres morphologicos não mudam essencialmente.

#### b) Cultura e isolamento dos germens nitrificadores

Para isolar os organismos nitroso e nitrico, WINOGRADWSKY serviu-se de meios mineraes carbonatados, pondo assim em relevo a propriedade que estes germens teem de, tirando aos carbonatos o carbono necessario á formação da sua substancia, viverem em meios pobres em materias organicas, as quaes não só lhe não são uteis, mas até, pela maior parte, os prejudicam. É esta, a par, para o fermento nitrico, da necessidade de grande quantidade de oxygeneo, uma das propriedades mais importantes e manifestas d'estes germens.

Eis como, sob as indicações fornecidas pelos estudos de WINOGRADWSKY, de OMELIANSKY e de BOULANGER e MASSOL, se póde fazer o isolamento do *nitrosomas* e do *nitrobacter*, partindo de meios em que se tem provocado uma nitrificação energica, pelo estabelecimento de condições apropriadas, evitando, assim, a lentidão com que o processo se declara nos meios naturaes:

#### b') Cultura e isolamento do nitrosomas

Para isolar este germen, provoquemos primeiramente a respectiva fermentação, lançando alguns pedaços de escorias de leitões bacterianos em actividade n'um vaso conico de 250 c.c. contendo até meio escorias em pequenos pedaços, esterilizadas, e parcialmente banhadas por cincoenta centi

metros cubicos do liquido cultural esterilizado preconizado por OMELIANSKY

Sulfato de ammoniaco.....	2gr.
Chloreto de sodio.....	2gr.
Phosphato de potassio.....	1gr.
Sulfato de magnesia.....	0gr.,50
Sulfato ferroso.....	0gr.,40
Agua distillada.....	1 litro

e por 0,50 de carbonato de magnesia sob a fórma de um leite esteril. Agita-se o vaso duas ou tres vezes por dia para molhar as escorias não submersas.

N'estas condições, a fermentação desenvolve-se rapidamente; o liquido cultural, pela sua pobreza em materia organica, não se presta ao desenvolvimento dos germens vulgares que serão, por passagens successivas para eguaes meios, eliminados o mais possível. Das culturas resultantes, isolaremos então o fermento nitroso, pela utilização da silica gelatinosa.

Para preparar a silica gelatinosa, lançam-se lentamente 125c. c. d'uma solução a 8° BAUMÉ de silicato de potassio ou de sodio puro e transparente em egual volume de acido chlorhydrico a 13° BAUMÉ. Colloca-se a mistura n'um dialysador munido de pergaminho em bom estado e dialysa-se na agua. E em seguida esterilisa-se a 120°.

Estas operações teem que ser feitas em certas condições, com cuidado e precauções que evitem a coagulação da silica de gelatina, a qual não só se póde produzir no momento da esterilisação, mas mesmo já durante a estada no dialysador.

BOULLANGER e MASSOL apontam como factores de que depende a producção d'este phenomeno — a qualidade do pergaminho, a qualidade da agua usada na dialyse, a rapidez maior ou menor com que esta dialyse se faz, e finalmente o momento escolhido para a esterilisação. O pergaminho deverá ser bem continuo e sem rupturas; quando de origem animal, depois de collocado no dialysador será mergulhado em acido chlorhydrico diluido e lavado muitas vezes em agua distillada, de modo

a ser expurgado dos saes de cal, que n'um pergaminho d'esta natureza podem existir e dar logar á coagulação intempestiva. Por egual razão, se a agua ordinaria tem saes calcareos, utilizar-se-á para a dialyse agua distillada. O acido chlorhydrico em excesso impede no principio a acção nociva da grande quantidade de chloreto de potassio existente no liquido; mas o acido tem tendencia para dialysar mais rapidamente do que o chloreto e por isso é necessario retardar-lhe a dialyse, submettendo o dialysador durante as primeiras vinte horas a uma corrente de agua muito fraca; depois, quando já a quantidade de chloreto está muito reduzida, augmentar-se-á a velocidade da corrente para não deixar que a operação se prolongue excessivamente, o que, além de fazer perder tempo, apresenta outro inconveniente: com effeito, se uma pequena quantidade de saes ainda presentes provocam, quando da esterilisação, a coagulação da gelatina, uma dialyse excessivamente demorada leva á obtenção de um producto bastante prejudicado.

Para determinar praticamente qual o momento em que se deve fazer cessar a dialyse e praticar a esterilisação, BOULANGER e MASSOL aconselham que se proceda da seguinte fórmula: Depois de 48 horas de dialyse, começar de 3 em 3 horas a esterilisar amostras de 5<sup>c. c.</sup> durante 10<sup>m</sup> a 120°. As primeiras amostras não supportam geralmente a esterilisação e coagulam-se; depois de 52-56 horas a coagulação deixa porém de produzir-se. Obtida que seja uma amostra n'estas condições, todo o liquido é repartido em tubos e esterilizado então pela mesma fórmula.

N'um tubo contendo 10c. c. d'esta solução perfeitamente limpida e esteril, lança-se uma gotta da cultura purificada de fermento nitroso e, seguidamente, por meio de pipetas graduadas e esterilizadas, as seguintes soluções salinas esterilizadas: 0<sup>c. c.</sup>,5 de sulfato de ammonio a 4 %; 0<sup>c. c.</sup>,5 d'um soluto contendo 4 gr. de chloreto de sodio, 2 gr. de phosphato de potassio e 1 gr. de sulfato de magnesio por 100<sup>c. c.</sup> de agua distillada; 0<sup>c. c.</sup>,5 de sulfato ferroso a 8 %; e, finalmente, 4<sup>c. c.</sup>

d'um leite a 10% de carbonato de magnesia muito bem tamizado.

Depois de agitação energica do tubo, lança-se o seu conteúdo em placas de Petri esterilizadas, nas quaes após 30<sup>m</sup> se vê produzir-se a coagulação em virtude dos saes ajuntados.

As placas, de aspecto leitoso, collocam-se sobre um banco de vidro n'um crystallizador contendo um pouco de agua esterilizada, para obstar á dessiccação da silica, e o todo deixa-se na estufa a 30°. A reacção nitrosa manifesta-se ao fim de 3-5 dias, e ao fim de 8-10 dias o ammoniaco tem desaparecido. O acido nitroso formado, decompondo o carbonato de magnesia, dá origem á transparencia da placa que este composto tornára leitosa; as colonias apparecem, pois, como pontos incolores.

Estes pontos são por vezes bastante volumosos para que se possa mergulhar n'elles um fio de vidro esterilizado, cuja ponta depois se parte dentro d'um recipiente contendo o meio mineral de cultura já descripto.

Caso as colonias sejam muito pequenas, é preciso recorrer ao microscopio para fazer a reinoculação.

O microscopio será além d'isso utilizado desde que appareça a reacção nitrosa no meio semeado com a colonia, para verificar a homogeneidade da cultura; far-se-á tambem desde logo a sementeira em caldos de carne esterilizados, que collocados na estufa devem permanecer estereis, caso apenas exista o fermento nitroso, incapaz de se desenvolver n'esse meio. Apesar de todos os cuidados, póde acontecer que, antes de obter culturas puras, seja necessario fazer um grande numero de reinoculações.

#### b'') Cultura e isolamento do nitrobacter

Para a sementeira do fermento nitrico procede-se exactamente como para a do fermento nitroso, apenas com a diffe-

rença de que o liquido de cultura empregado é o soluto nitrificado de OMELIANSKY :

Nitrito de sodio.....	1 gr.
Carbonato de sodio calcinado (1) ....	1 gr.
Phosphato de potassio.....	0gr.,50
Chloreto de sodio.....	0gr.,50
Sulfato ferroso.....	0gr.,40
Sulfato de magnésio.....	0gr.,30
Agua distillada ....	1000 gr.

Este soluto e as escorias são, tambem n'este caso, esterilizados, antes da adjuncção dos fragmentos de escorias de leitos bacterianos em actividade. O frasco é agitado 2 a 3 vezes por dia, para que o liquido possa molhar as escorias que não ficam submersas, e depois de o liquido estar em plena nitrificação fazem-se sementeiras e passagens successivas para meios semelhantes, de modo a eliminar, na medida do possivel, os germens vulgares.

Para isolar o germen nitrico, partindo das culturas assim formadas e mais ou menos puras, emprega-se a gelose nitrificada :

Nitrito de sodio.....	2 gr.
Phosphato de potassio.....	vestigios
Carbonato de sodio calcinado.....	1 gr.
Gelose.....	15 gr.
Agua commum.....	1000 gr.

Depois da liquefacção d'este meio, por aquecimento a 45°, semeia-se n'elle uma gotta de cultura purificada de fermento nitrico e, depois de agitação, lança-se o liquido em placas de Petri, onde se dá a coagulação. Ao fim de alguns dias, nas placas, a reacção nitrica substitue a reacção nitrosa.

Como as colonias são sempre muito pequenas, o microscopio será necessario para mergulhar n'ellas um delgado fio de vidro

(1) A presença de carbonato de sodio é, segundo OMELIANSKY e WINOGRADWSKY, uma condição necessaria para o desenvolvimento do fermento nitrico.

esterilizado cuja ponta se parte depois no interior de um balão contendo o meio nitritado já indicado. Ao microscopio verificar-se-á também a homogeneidade da cultura, logo que no meio semeado a reacção nitrosa desapareça.

Fazem-se, finalmente, sementeiras em caldos de carne, que deverão ficar estereis se as culturas forem puras.

### 3) Os phenomenos de nitrificação no laboratorio

Os germens nitrificadores são bastante sensiveis, e isso tórna o estudo das suas propriedades physiologicas bastante difficil.

Quando se semeia nos meios mineraes respectivos o fermento nitroso ou o fermento nitrico, ha um periodo, que WINOGRADWSKY chamou—*de incubação*—, durante o qual nenhuma oxydação se torna apparente.

A duração d'este periodo e o tempo que a oxydação depois de começada leva a completar-se no meio variam para o fermento nitroso e para o nitrico conforme as variedades de fermento usado e conforme também a sua origem; com effeito, se a proveniencia dos germens não influe essencialmente nas suas propriedades vitaes, influe comtudo na intensidade dos effeitos d'estas. Para a rapidez das oxydações tem ainda notavel importancia o haver ou não certos supportes solidos nos meios em que os phenomenos se realisam.

Os fermentos nitrificadores soffrem, como todos os germens vivos, modificações na sua actividade, quando se fazem variar as condições do meio, a sua composição e a quantidade, n'elle existente, de substancias transformaveis (ammoniacaes e nitritos, n'este caso) pelos germens ou resultantes da actividade d'estes (n'este caso nitritos e nitratos).

Estudemos successivamente a fermentação nitrosa e a fermentação nitrica realisadas em meios em que só se semeia o respectivo germen, e em seguida estudaremos os phenomenos que se passam n'um meio cultural em que se introduzem os os dois fermentos nitroso e nitrico.