AGUAS POTAVEIS

CURSO SUPERIOR DE PHARMACIA

VALOR HYGIENICO

E

PROCESSOS ACTUAES DE ANALYSE

DAS

AGUAS POTAVEIS

DISSERTAÇÃO PELO CANDIDATO AO PROFESSORADO

Joaquim de Jesus Cardoso e Sousa

Pharmaceutico de 1.ª classe
pela Universidade de Coimbra

COIMBRA
Imprensa da Universidade
1904

VALOR HYGIENICO

E

PROCESSOS ACTUAES DE ANALYSE

DAS

AGUAS POTAVEIS

CURSO SUPERIOR DE PHARMACIA

VALOR HYGIENICO

E

PROCESSOS ACTUAES DE ANALYSE

DAS

AGUAS POTAVEIS

DISSERTAÇÃO PELO CANDIDATO AO PROFESSORADO

Joaquim de Jesus Cardoso e Sousa

Pharmaceutico de 1.ª classe
pela Universidade de Coimbra

COIMBRA
Imprensa da Universidade
1903

Á MEMORIA

DE

MEU QUERIDO PAE

E DE

MINHA QUERIDA MÃE

HOMENAGEM FILIAL

AO MEU PROFESSOR

ILL.^MO E EX.^MO SR.

Dr. Lucio Martins da Rocha

Lente de Materia Medica e Pharmacia na Faculdade de Medicina

Como testemunho de verdadeira
sympathia e reconhecimento

Offereço e dedico este modesto trabalho.

AO MEU PARTICULAR E PRESTIMOSO AMIGO

ILL.^MO E EX.^MO SR.

Joaquim dos Santos e Silva

Lente da Escola de Pharmacia de Coimbra

Dedico este humilde trabalho como testemunho de indelevel gratidão por tantos obsequios recebidos; esqueça sua Ex.ª a mesquinhez da offerta pois é grande e muito grande a intenção do offerente.

Aos Ill^mos. e Ex.^mos Srs.

Dr. Julio Henriques

Lente de Botanica

Dr. Sousa Gomes

Lente de chimica

Charles Lepierre

Professor de chimica na Escola Industrial Brotero
e Chefe dos trabalhos no Gabinete de Microbiologia
da Universidade de Coimbra

Consagro este pequeno monumento
de immortal reconhecimento

AGUAS POTAVEIS

INTRODUCÇÃO

A importancia hygienica da agua *potavel* tem de ha muito merecido a attenção dos estudiosos que, com os subsidios fornecidos pelas recentes descobertas *bacteriologicas,* a fizeram assentar sobre bases positivas.

Com effeito, o papel que ella desempenha na alimentação e na etiologia d'algumas doenças, é d'uma importancia capital.

Não o attesta uma vaidade juvenil como a nossa, aliás perdoavel quando um impulso suggestivo nos acaricia, abalançando-nos a fazer obra que mereça ao chimico e ao hygienista a sua attenção, mas sim os importantes trabalhos apresentados por uma legião de sabios que, apesar de muito terem feito, muito mais resta, para conhecerem as transformações que se operam n'um meio tão complexo onde a concorrencia vital desempenha um alto papel.

Quando raiar o dia feliz, em que se conheçam perfeitamente essas transformações, poder-se-ha então dizer, que a hygiene fez progressos indiscutiveis e de valor.

As qualidades d'uma boa agua potavel mereceram já especial menção a HIPPOCRATES, ORIBASO, GALENO e tantos outros medicos do seu tempo, que conheciam os effeitos perniciosos que podia produzir uma agua de má qualidade, quando ingerida.

HIPPOCRATES foi o que com mais fervor se dedicou ao estudo da *hydrologia,* não lhe faltando, para isso, persistencia no desejo de saber; e, se a elle se não deve um estudo completo, deve-se-lhe pelo menos a louvavel intenção, de tornar mais interessante o estudo d'aquella sciencia (1).

Transcrevemos para aqui o que JUSSIEU dizia já em 1733, relativamente ás aguas potaveis, aproveitando o que nos seus traços geraes melhor nos parece corresponder ao fim principal. Dizia elle: «La bonne qualité des eaux étant une des choses qui contribuent le plus à la santé des citoyens d'une ville, il n'y a rien que les magistrats aient plus d'intérêt à entretenir que la salubrité de celles qui servent à la boisson, et à remédier aux accidents par lesquels ces eaux pourraient être altérées».

Ninguem duvidará que aos romanos se devem trabalhos gigantescos, por elles emprehendidos, para abastecerem de boa agua potavel as cidades que, contra as praxes, fossem construidas em logares onde a carencia d'essa agua se fizesse sentir.

---

(1) HIPPOCRATE, *Des airs, des eaux et des lieux. Oeuvres complètes,* traduction de Littré, 1840, t. II.

Elles deduziam o grau de pureza d'uma agua, dos caracteres organolepticos: cheiro, sabor nullo ou agradavel e limpidez ou grau crystallino. Esta ultima parte, para elles uma das condições essenciaes, é hoje a que mais preoccupa e obriga a um estudo satisfatorio, o hygienista.

Associaram-se mais tarde os caracteres chimicos. A agua devia ser doce, leve, cozer bem os legumes, lavar bem a roupa e fazer com o sabão espuma e não grumos. Estes requisitos, só por si, não satisfizeram a CHEVREUL que, vendo a necessidade de ampliar o estudo das *aguas potaveis* d'uma maneira rigorosa, teve de recorrer á chimica. Assim, nos primeiros ensaios, demonstrou que a agua tratada por algumas gottas d'uma solução de nitrato de prata, em presença do acido azotico, daria precipitado, caracteristico dos *chloretos*. D'ahi nasceu o desejo de estudar profundamente a chimica e sua applicação ás aguas.

Como se deprehende, a analyse das aguas feita pelos antigos, e até mesmo por aquelles que viveram no seculo passado era muito simples, mas nada havia de mais imperfeito.

Para elles tambem o residuo da evaporação da agua tinha importancia para julgarem do valor d'essa mesma agua.

Conforme na evaporação de grandes massas liquidas, o residuo da evaporação fosse maior ou menor, amorpho ou crystallino, assim elles condemnavam ou não essa agua submettida á experiencia.

A escassez dos conhecimentos chimicos não lhes per-

mittia ir mais além. O estudo da chimica, ao tempo cahotico e deficiente, floresceu de futuro fazendo progressos admiraveis, até hoje em que se chega a determinar com rigor todos os corpos solidos ou gazosos, que entram na sua composição, ou a podem inquinar.

Após os conhecimentos da chimica, outro ramo de sciencia, não menos importante, era necessario tornar-se conhecido do chimico — a *bacteriologia* —. Ao chimico de hoje não basta sómente ser chimico, é preciso e indispensavel que seja tambem *biologista* ou *bacteriologista,* para poder remover situações embaraçosas em que tantas vezes se encontra e que não póde resolver doutrinalmente ou por hypotheses.

Só por excentricidade se póde admittir que os resultados fornecidos pela analyse chimica, preencham litteralmente as lacunas da sciencia actual. Não é bem assim. Seria uma verdadeira calamidade semelhante supposição.

A chimica e a bacteriologia devem ser co-irmãs para que se auxiliem reciprocamente quando se deseje conhecer d'um modo completo as qualidades d'uma agua.

No decurso d'este trabalho, que penna melhor aparada poderia concluir por forma mais completa, faremos por demonstrar que não é tão importante o conhecimento da quantidade das materias mineraes (muitas são as pessôas que bebem, annos e annos, aguas mineraes sem inconveniente para a saude) e mesmo organicas, que uma agua possa conter, como o conhecimento da natureza d'essas differentes materias;

por exemplo, uma agua pode estar carregada de materias organicas provenientes de terrenos *turfosos* e ser menos insalubre do que outra contendo menos, porém, encerrando *ptomainas,* toxinas segregadas por microbios pathogenicos, etc.

Debaixo d'este ponto de vista, a analyse chimica, coordenando os resultados obtidos, tem feito grandes progressos, mas ainda assim bastante deficientes, consoante as exigencias do progresso scientifico, que tanto a recommenda, como se impõe na sua marcha triumphal atravez dos tempos.

É logico que a analyse chimica deve em todos os casos completar a analyse bacteriologica, ou inversamente, esta deve completar aquella; ambas são a consequencia uma da outra.

Se Bergmann em 1780 achou a analyse das aguas difficil, podemos dizer que actualmente ella é ainda bastante complexa e exige grande pericia, conhecimentos chimicos, larga pratica e technica bacteriologica.

Ora, tudo isto se consegue, havendo energia e bôa vontade da parte dos estudiosos; e que lhes não falte a protecção dos que dispõem de recursos necessarios para o desejado progredimento d'este estudo tão importante, cujo fim unico consiste em desembaraçar os povos das temiveis epidemias de origem hydrica, e restringir o numero de casos fataes que dia a dia para ahi se registram.

Não alongaremos mais os dominios da introducção. Compete-nos agora agradecer particularmente ao Ex.mo professor Dr. Sousa Gomes, director do Laboratorio

chimico da Universidade, a extrema gentileza que teve de nol-o franquear, e ao distincto chimico-biologico, Sr. Charles Lepierre, não sómente o valioso auxilio que nos prestou na parte experimental d'este modesto trabalho, mas ainda as indicações preciosas que nos forneceu e que muitas foram as que nos serviram para a orientação do nosso estudo.

A proposito devemos accrescentar que a parte chimica e a bacteriologica (experimentaes) foram feitas respectivamente no Laboratorio da Escola Industrial, a primeira; e no Laboratorio de Microbiologia e chimica biologica da Universidade, a segunda; por isso, tambem ao restante pessoal respectivo, os nossos agradecimentos.

Isto posto, dividiremos o estudo que fizemos sobre as aguas potaveis em quatro partes, que subdividiremos em capitulos.

Primeira parte — *Composição chimica da agua.*
Segunda parte — *Analyse chimica.*
Terceira parte — *Exame microscopico.*
Quarta parte — *Analyse bacteriologica.*

Maiorca, outubro de 1903.

PRIMEIRA PARTE

CAPITULO I

Composição chimica da agua

A composição chimica da agua foi uma das descobertas mais fecundas em resultados.

A França e a Inglaterra disputam ainda a gloria d'esta grande descoberta.

Antes de 1781 os philosophos, seguindo geralmente a opinião dos antigos, consideravam a agua como sendo um corpo indecomponivel, ainda que, nos ultimos tempos, alguns d'entre elles a tivessem considerado como susceptivel de se transformar em terra pela ebullição prolongada; tendo, todavia, LAVOISIER demonstrado então que os vasos de vidro, onde se fazia ferver a agua, davam origem a uma producção de silica e de outros corpos contidos no vidro, e assim evidenciou d'um modo geral e satisfatorio a causa d'erro.

Pela combustão do oxygenio, CAVENDISH, JAMES WATT e PRIESTLEY em 1781 demonstraram a formação da agua, já evidenciada, diz-se, por WARLTIZE e MACQUER, em 1777, na combustão do hydrogenio ao contacto do ar atmospherico, effectuada com o fim de resolver experimentalmente o problema em questão, e saber se o calor era ou não ponderavel.

CAVENDISH foi o primeiro chimico que mostrou qual era a composição da agua e a relação dos seus elementos, pela união directa do oxygenio que retirou do oxydo mercurico, com o hydrogenio puro, assim

como pela combinação do hydrogenio com o oxygenio do ar atmospherico.

Demonstrou mais, que para dois volumes do primeiro gaz, eram precisos cinco volumes de ar, que é composto de quatro volumes de azote e quasi um de oxygenio.

LAVOISIER foi tambem o primeiro que, em 1783, separou os dois elementos da agua, decompondo-a pelo ferro a uma temperatura elevada e, em seguida, estabeleceu a verdadeira constituição chimica, fazendo ver que a agua é um corpo composto de oxygenio e hydrogenio.

Posteriormente, LAVOISIER, LAPLACE e MEUSNIER, obtiveram 160 grammas de agua pelo meio synthetico. Finalmente, alguns annos mais tarde, FOURCROY e VAUQUELIN prepararam 300 grammas pela união directa dos dois elementos, que ainda se conservam no Museu de historia natural de Paris.

Em 1805, GAY-LUSSAC e HUMBOLDT, provaram por meio de algumas experiencias eudiometricas feitas com o maior cuidado, que as quantidades volumetricas de oxygenio e hydrogenio, estavam entre si na razão de 1 : 2.

BERZELIUS e DULONG, tendo determinado os pesos relativos do hydrogenio e do oxygenio, viram que a relação era de 1 : 8 ou 11,1 : 89,9 em 100 partes.

A determinação rigorosa das proporções do oxygenio e do hydrogenio, que entra na composição da agua, isto é, a verdadeira composição quantitativa, foi estabelecida d'um modo muito exacto em 1843, por DUMAS.

A agua é um oxydo de hydrogenio notavel pela sua *indifferença chimica*. A combinação dos seus elementos não se effectua senão debaixo de certas condições.

Pondo-se em contacto o oxygenio e o hydrogenio, estes dois gazes misturam-se, mas não se combinam.

Fazendo-se passar uma faísca electrica atravez d'uma mistura de dois volumes de hydrogenio e um volume de oxygenio, puro, reunidos em apparelho proprio, no eudiometro, por exemplo, os dois gazes desapparecem e em seu logar fica um peso de agua egual ao da mistura empregada.

Decompondo a agua pela electrolyse, *dois volumes* de hydrogenio desenvolvem-se no polo negativo e *um volume* de oxygenio no polo positivo. O primeiro polo negativo toma tambem a denominação de cathodo e o positivo, de ánodo.

Podemos, pois, por meio da electricidade, provar por synthese e por analyse que a agua é composta de dois volumes de hydrogenio e um de oxygenio. A relação d'estes dois gazes é de 1 : 16. Representam estes algarismos o peso comparativo de volumes iguaes dos dois gazes á mesma temperatura e debaixo da mesma pressão; mas sendo a agua composta de um volume de hydrogenio e de meio de oxygenio, é claro que o peso relativo dos seus elementos é de 1 : 8, de sorte que a composição da agua será:

		Atomos.	Volumes.	Peso H = 1.	Peso O = 100.	Para cem (Berz.).	Para cem (Dumas[1].
Hydrogenio .	H	2	2	1	12,5	11,09	11,112
Oxygenio . . .	O	1	1	8	100,0	88,91	88,888
Agua.	HO	1	1	9	112,5	100,00	100,000

Podemos tambem deduzir a composição da agua das densidades dos seus elementos. Com effeito, a densidade do hydrogenio em relação ao ar é de 0,06926 e a do oxygenio é de 1,10563; ora, multiplicando a primeira por 2, teremos:

$$0{,}06926 \times 2 = 0{,}13852 + 1{,}10563 = 1{,}24415$$

d'onde $1{,}24415 : 1{,}10563 :: 100 : 88{,}888$.

Os resultados d'estes calculos correspondem, pouco mais ou menos, aos pesos dos dois elementos da agua deduzidos das experiencias.

Representando a densidade do ar por 1,000, a do vapor d'agua é de 0,622 (REGNAULT), e corresponde a um volume de H e a meio de O para cada volume de vapor; assim:

Densidade de um volume de H.....	0,0692
» de meio volume de O.....	0,5528
» de um volume de vapor de agua ..	0,6220

Na combinação dos elementos da agua, o volume do vapor aquoso formado, é sempre igual ao do hydrogenio empregado.

2 vol. de H e 1 vol. de O, combinando-se, formam 2 vol. de vapor de agua.

A formula da agua é por conseguinte H_2O.

O seu peso molecular $Pm = 0,622 \times 28,8 = 17,91$.

A molecula da agua é formada, finalmente, de dois atomos de $H(H_2 = 2)$ e de um atomo de $O(O = 16)$.

Haja em vista que os resultados fornecidos pelo eudiometro d'agua, nunca podem ser rigorosamente exactos, porque, á medida que o vapor d'agua formado se condensa, o vacuo tende a produzir-se e os gazes dissolvidos na agua, em virtude da sua elasticidade, precipitam-se no tubo, espalhando-se uniformemente em todo o espaço que lhe é offerecido e falseiam d'este modo esses resultados.

Reconhecendo-se a inexactidão d'este eudiometro, foi proposto e aconselhado o eudiometro de mercurio que não apresenta aquelle inconveniente.

O apparelho é bem conhecido, e de simples que é, demasiada se torna a sua descripção.

CAPITULO II

Aguas potaveis naturaes

Valor e composição da agua segundo a sua origem

> Quand on songe au poids infime que présente le corps humain, quand on l'a réduit par la dessiccation à ses seuls éléments solides, on comprend toute l'importance du rôle alimentaire de l'eau potable et l'influence qu'elle exerce sur la bonne construction et l'entretien de l'édifice organique.
>
> (Fonssagrives, Hygiène morale.)

As aguas naturaes ou artificiaes, que se empregam na economia, e principalmente em bebida ordinaria, tomam o nome de *aguas economicas, potaveis ou doces.*

Como vimos, a agua é formada de dois elementos, hydrogenio e oxygenio, que se encontram na relação de dois volumes do *primeiro* para *um* do segundo; n'estas condições, a agua chimicamente pura, não se encontra em a natureza, mas sim mais ou menos carregada de gazes, materias solidas em suspensão ou em dissolução, e de substancias organicas ou organizadas.

É preciso exceptuar, todavia, a agua distillada, a mais pura das aguas potaveis.

Nas aguas destinadas aos usos ordinarios da vida,

não se encontram geralmente, em quantidade apreciavel, senão as substancias seguintes:

1.° Corpos gazosos

Acido carbonico.
Azote ou nitrogenio.
Oxygenio.

2.° Materias fixas

Acido silicico.
Azotato de magnesia.
— de sodio.
— de calcio.
— de ammonio.
— de potassio.
Bicarbonato de calcio.
— de magnesia.
Chloreto de calcio.
Chloreto de magnesia.
— de sodio.
— de ammonio.
Materias organicas, diversas.
Phosphato de calcio.
Sulfato de calcio.
— de magnesia.
— de potassio.
— de sodio.
Silicato de potassio.
Vestigios d'oxydo de ferro.
— de aluminio.
— de iodetos.
— de brometos.
— de fluoretos, etc.

As materias organicas das aguas encontram-se dissolvidas ou em suspensão. Estas são corpos mais ou menos definidos, taes como a ulmina, acido ulmico, acido crenico e apocrenico, etc.

Nas aguas encontram-se tambem algas, cogumelos, microbios ou bacterias de origem vegetal, e protozoarios, vermes e crustaceos de origem animal.

A agua de alimentação serve de vehiculo as mais das vezes a certos agentes pathogenicos que, podem occasionar doenças infectuosas graves; esses agentes pathogenicos podem entrar no organismo quer no estado adulto (*microbios*) quer no estado de *sporos;* neste caso, encontrando terreno favoravel para o seu desenvolvimento, *como o sangue,* ahi se desenvolvem, formando colonias de microbios que segregam *toxinas* e envenenam o organismo produzindo a morte.

As differentes aguas potaveis resultam todas da agua da chuva que, vem dos oceanos e cae sobre a

Terra por onde se infiltra até encontrar uma camada impermeavel, subterranea, para depois seguir o seu trajecto e rebentar á superficie da Terra dando logar ás fontes, rios e ribeiros.

Pondo de parte a agua distillada por nos parecer mais acertado não tratarmos d'ella agora, vamos dividir assim as aguas potaveis (1):

1.º Aguas meteoricas ou atmosphericas:	Chuva Neve Gêlo
2.º Aguas telluricas ou terrestres:	Ribeiros e rios Fontes potaveis Poços ordinarios Poços artesianos Lagos Cisternas Pantanos e tanques

As primeiras, que até certo ponto se approximam da agua distillada artificialmente, comprehendem o vapor d'agua atmospherico e todos os seus graus successivos de condensação até á sua saída definitiva da atmosphera.

*
* *

Visto que temos de falar n'este logar a proposito das aguas das chuvas ou pluviaes, não nos parece improficuo fazer um estudo rapido relativamente á formação das nuvens na atmosphera:

Todas as massas de agua superficiaes, mares, lagos, rios, etc. são a séde d'uma evaporação contínua, invisivel, de cuja condensação resultam as nuvens, nevoeiros, chuva, neve e outros meteoros aquosos.

As nuvens, são verdadeiros cumulos de vapor

(1) Alves Pereira, *Hydrologie générale*, 1867, pag. 107.

condensado debaixo da forma de gottas tenuissimas. Differem do nevoeiro, pela sua maior elevação na atmosphera. Ellas encontram-se a diversas alturas, e ou são completamente immoveis ou arrastadas pelas correntes d'ar; no estio e nos tropicos conservam-se mais elevadas do que no inverno e nos países temperados.

Para explicar a existencia das nuvens suspensas na atmosphera, HALLEY, SAUSSURE e muitos outros physicos admittiram a hypothese, tornada quasi universal, d'um estado de agua intermediaria entre o estado liquido e o estado gazoso, chamado *vapor vesicular*.

N'esta hypothese, as nuvens seriam formadas de vesiculas de agua tenuissimas, cheias de ar mais quente do que o exterior e, por conseguinte, mais leve. JAMIN demonstrou que as nuvens são constituidas por globulos ou gottinhas cheias, suspensas na atmosphera por correntes ascendentes de ar quente. Esta opinião é hoje geralmente admittida para explicar a suspensão das nuvens na atmosphera ou dos nevoeiros, quando se encontram a uma pequena distancia da terra.

HOWARD, meteorologista inglês, dividiu as nuvens em 4 typos principaes: Os *cirros*, denominados *rabos de gato* pelos marinheiros, são nuvens brancas em filamentos irregulares, com apparencia de flocos de lã ou barbas de pennas; andam muito afastadas do solo, sendo a sua altitude de 9 a 10 kilometros. Nas nossas regiões, os cirros annunciam ventos do sudueste e presagiam chuva.

Os *cumulos* são grossas e caprichosas nuvens brancas com os contornos arredondados, encastelladas umas sobre as outras com o aspecto de montanhas cobertas de neve; a sua altura varia de 400 a 6000 metros. Presagiam um tempo incerto: chuvas ou tempestades imminentes. Os *estratos* são nuvens com a forma de faixas horizontaes que se observam frequentemente ao pôr do sol. Não constituem propriamente um typo distincto: são geralmente cumulos que a prespectiva nos

mostra em faixas horizontaes. Os estratos vermelhos da tarde presagiam em geral bom tempo. Os *nimbos* ou nuvens da chuva, são nuvens grossas e pardacentas que occupam muitas vezes uma extensão consideravel interceptando a luz do sol; andam muito baixas e frequentemente rasam o solo.

Os estados intermediarios dos 4 grupos acima indicados receberam os nomes de: *cirro-cumulos, cirro-estratos, cumulo-estratos* ou *estrato-cumulos.*

Dissemos já que a chuva resulta da evaporação das aguas á superficie da terra e principalmente do Oceano. Vimos tambem que essa agua reduzida a vapor, n'um estado vesicular, forma as nuvens, e estas encontrando-se sufficientemente accumuladas, dão logar á chuva.

É uma verdadeira distillação, em que o Oceano representa a cucurbita onde se encontra o liquido a distillar; a atmosphera, o refrigerante onde se condensam os vapores produzidos pelo calor solar, a Terra o recipiente aonde vae reunir-se o producto d'essa condensação; pois á semelhança do que succede nos alambiques ordinarios, a agua é ao mesmo tempo depurada por esta especie de distillação, e é ainda n'um estado de pureza relativa que chega a attingir a superficie da Terra, já no estado liquido (aguas pluviaes), já no estado solido, crystallino ou compacto (neve e graniso); mas, achando-se aqui em contacto mais ou menos intimo e prolongado com uma immensidade de substancias de todas as categorias possiveis, a sua composição chimica modifica-se pela dissolução d'essas substancias, e com ella se modificam ao mesmo tempo as suas differentes propriedades.

Fica assim justificada a divisão das aguas terrestres em dois grupos fundamentaes como mostra o quadro anterior.

Ha ainda a distinguir nas aguas pluviaes uma acção physico-chimica e uma acção mechanica.

Na acção physico-chimica sobresae em primeiro logar o seu poder dissolvente. É sabido que a agua da chuva se corrompe com maior facilidade do que a agua dos rios, das nascentes ou dos poços, o que é devido ás materias organicas e principalmente aos micro-organismos arrastados mechanicamente da atmosphera; mas, além d'estes corpos, as aguas pluviaes trazem em dissolução pequenas quantidades de varias substancias, entre as quaes figuram o oxygenio, azote, anhydrido carbonico, chloreto de sodio, carbonato e nitrato de ammonio, etc. Estas substancias augmentam a solubilidade da agua para os differentes corpos, com que ella vae encontrar-se na superficie e na espessura do solo, e modificam-lhe notavelmente as propriedades physico-chimicas.

O carbonato de calcio que na agua pura se dissolve apenas na proporção ponderal de 0.02 p. c. á pressão e temperatura ordinarias, pode dissolver-se na de 0.1 p. c. em agua carregada de CO_2. Augmentando a pressão, as quantidades de CO_2 e de carbonato de calcio augmentam proporcionalmente. É por isso que nos pontos onde as aguas calcareas sáem dos intersticios capillares dos terrenos para as cavidades interiores, grutas, grandes fendas, ou para a superficie livre da Terra, a diminuição da pressão dá logar ao deposito d'uma quantidade de $CaCO_3$ correspondente ao CO_2 que se põe em liberdade.

Quando consideramos a acção que as aguas pluviaes são capazes de exercer sobre os elementos constitutivos do solo, é necessario modificar um pouco a idéa que as simples descripções da chimica experimental nos levam naturalmente a formar ácerca da solubilidade de cada corpo; devemos sobretudo notar que as condições naturaes dos phenomenos são normalmente muito mais complexas do que as artificiaes, e que a Natureza nas suas operações dispõe do elemento — tempo como o homem nunca pode dispôr nas suas experiencias.

É por isso que habitualmente consideramos como insoluveis muitas substancias que se encontram dissolvidas nas aguas naturaes, como a silica e a quasi a totalidade dos silicatos. Não ha substancia nenhuma que possa reputar-se insoluvel d'uma maneira absoluta. G. Bischof poude por exemplo, verificar que pela acção prolongada da agua pura sobre os feldspathos, micas, pyroxenas, amphibolas e muitos outros mineraes reduzidos a pó fino, se dissolvem em pouco tempo vestigios de compostos alcalinos, alcalino-terrosos e terrosos, cuja presença é accusada pelos reagentes chimicos. A acção é ainda mais prompta em aguas, contendo já certas substancias dissolvidas.

A acção mechanica das aguas pluviaes é relativamente pouco importante, emquanto as rochas não têm sido desaggregadas ou modificadas pelas acções physico-chimicas.

Então as gottas liquidas apoderam-se das particulas terrosas com que se encontram e transportam-nas comsigo para os desaguadouros onde affluem. É claro que a intensidade da acção deve variar muito com a frequencia e abundancia das chuvas, com a accidentação do terreno, com a sua natureza petrologica e com o seu estado de cohesão. Nas localidades em que as condições forem mais favoraveis, a devastação operada por este meio pode attingir em poucos annos proporções verdadeiramente extraordinarias, mas quer ella seja rapida, quer seja lenta, os phenomenos realizam-se essencialmente da mesma maneira, e a superficie da Terra tende assim a mudar continuamente o scenario.

Pode em geral admittir-se que a configuração e accidentação da superficie do solo dependem menos dos movimentos orogenicos propriamente ditos, do que da cohesão das particulas materiaes e da maior ou menor resistencía que os differentes terrenos oppõem á acção physico-chimica dos elementos atmosphericos. As ro-

chas mais duras e resistentes, porisso que a sua desintegração é mais lenta do que a das rochas visinhas, apparecem as mais das vezes occupando posições salientes ou relativamente elevadas; ao passo que as de pequena dureza e menos resistentes, desgastando-se pelo contrario mais rapidamente, ficam formando depressões ou reintrancias na superficie livre do terreno (1).

Sem pretensões a desenvolver mais este assumpto geologico, voltamos a referir-nos ainda ás impurezas das chuvas, que variam muito segundo as localidades onde caem. Nas visinhanças do mar, ellas encerram mais chloretos do que noutra parte, e sobretudo quando o vento sopra de lá.

Cavendish, em 1785, verificou a existencia do acido azotico nas chuvas da tempestade.

É principalmente n'estas aguas que mais se evidenciam os saes ammoniacaes, o azotato e o carbonato. Liebig tambem demonstrou que a agua proveniente d'estas chuvas, continham azotato de ammonio, cuja formação explicava d'este modo:

A faísca electrica decompõe o vapor de agua, o hydrogenio forma o ammoniaco com o azote do ar, emquanto que o oxygenio nascente se combina tambem com o azote e origina o acido azotico, que, por sua vez, se combina com o ammoniaco e com um equivalente de agua, e se transforma em azotato de ammonio (NH_3, $HO . NO_3$).

Estes resultados foram confirmados pelos magnificos trabalhos de Boussingault, Barral e Bineau.

O quadro seguinte indica, segundo differentes auctores, a composição chimica da agua da chuva:

---

(1) Dr. Gonçalves Guimarães, *Elementos de Geologia*, Coimbra, 1895.

Composição da agua da chuva

(Por litro)

	Beaumert	Péligote	Bineau em Lião				Marchand com Fécamp, março e abril 1852
Oxygenio	8,42	7,75	–	–	–	–	–
Azote	16,4	16,8	–	–	–	–	–
Acido carbonico	0,45	0,60	–	–	–	–	–
Ammoniaco	–	–	0,0163	0,0121	0,0031	0,0040	–
Acido azotico	–	–	0,0003	0,0010	0,0020	0,0010	–
Carbonato de ammonio	–	–	–	–	–	–	0,0174
Azotato de ammonio	–	–	–	–	–	–	0,00189
Chloreto de sodio	–	–	–	–	–	–	?
Sulfato de sodio	–	–	–	–	–	–	0,0107
Sulfato de calcio	–	–	–	–	–	–	0,00087
Materias organicas	–	–	–	–	–	–	0,02486

Segundo ISIDORO PIERRE, a chuva fornece em média, para cada hectare de terra, 59 kilogrammas de chloretos, dos quaes 44 de sal marinho, 23 kilogrammas de sulfatos e 26 de calcio.

O ammoniaco augmenta nas cidades emquanto que o acido nítrico diminue.

O professor ARMAND GAUTIER verificou que o azote da agua da chuva existe no estado de acido nitrico ou nitroso ou ainda debaixo da forma de ammoniaco. Este ultimo elemento augmenta quando se approxima do solo.

Eis os algarismos dados por ARMAND GAUTIER:

Azote ammoniacal e nitrico das aguas da chuva

(Expresso em milligrammas e por litro)

	Azote Ammoniacal	Azote nitrico	Datas	Auctores
Liebfrauenberg, média de 75 poços....	0,4	–	1853	Boussingault
Fort la Motte, Lião..	0,9	1,3	–	Bineau
Observatorio, Lião..	3,6	0,8	–	–
Tolosa (campo).....	0,5	0,5	1855	Filhol
Tolosa (cidade).....	3,8	–	–	–
Montsouris (média em 8 annos).....	1,8	0,7	1876-84	A. Lévy

Agua no estado solido, geleiras. — A agua que provém da fusão do gêlo ou da neve, sobretudo se esta cai a distancia das povoações, differe pouco da agua da chuva, quanto ao seu grau de puresa.

Como é sabido, a neve forma-se nas altas regiões

da atmosphera, e, por conseguinte, arrasta comsigo todos os elementos que encontra na sua passagem, á semelhança do que acontece com a chuva; por isso, não repugna admittir a analogia entre uma e outra.

A agua da fusão da neve é utilizada em muitos países, embora alguns auctores se pronunciem energicamente contra o seu uso na alimentação, attribuindo-lhe certas doenças pela ausencia d'alguns saes proprios para a economia.

Esta accusação, diz FRECHI, não está bem demonstrada, porquanto essa ausencia de saes, que se encontram nas aguas doces, nunca poderão occasionar inconvenientes tão graves como lhe attribuem (1).

Convém, todavia, a filtração prévia antes de serem utilizadas na alimentação para separar algumas impurezas de que se possam ter carregado em contacto com o solo; quando a filtração não seja exequivel, o que

---

(1) Parece-nos justa esta conclusão, e tanto mais se nos afigura justa, quanto é certo que no gêlo se tem já encontrado bacterias nocivas e d'entre ellas algumas que resistem a temperatura inferior a 0.

BEYWID encontrou nas aguas da fusão do granizo em Varsovia, em 1887, 21:000 bacterias por centimetro cubico. FONTIN, analysando outra amostra, encontrou tambem, por centimetro cubico, 729 germens; e finalmente ABEL, em 1894, 300 bacterias, n'uma terceira.

JANNOWSKI descobriu nas camadas recentes que formam as partes superficiaes d'um montão de neve, 139 colonias, e nas mais antigas situadas a meio centimetro de profundidade, 145 *.

Analysando-se os resultados d'estas differentes experiencias, podemos, talvez afoutamente sustentar que a maioria das doenças são devidas ao gêlo impuro, e não á falta d'alguns saes na agua, como querem que seja.

* F. MALMEJAC — *L'eau dans l'alimentation*, 1902, pag. 18.

muitas vezes acontece, poder-se-ha substituir pelo repouso ou ebullição.

Aguas do rio, ribeiro e regato. — As aguas das fontes augmentadas com as da chuva e das que resultam da fusão da neve, formam torrentes mais ou menos impetuosas, que depois d'um trajecto maior ou menor, sobre um terreno de constituição diversa e sufficientemente inclinado, vão finalmente formar os ribeiros e rios que as conduzem ao mar, o receptaculo de todas as aguas.

Estas aguas, passando juncto das cidades e aldeias, contaminam-se as mais das vezes por tal modo, com os dejectos e residuos industriaes, que o seu uso se torna perigoso na vida domestica ou industrial.

A composição e por consequencia as qualidades d'estas aguas variam muito com a natureza do solo que ellas banham na sua extensão; com a qualidade das materias que recebem no seu trajecto e da vegetação que se desenvolve no fundo dos differentes cursos de agua. A presença de animaes diversos que n'ella vivem e se reproduzem, e outras causas, taes como as enchentes e as estações, influem bastante para se modificarem profundamente.

Os saes mineraes que em maior quantidade se encontram n'estas aguas são: nitratos, nitritos, chloretos (em grande proporção) phosphatos, etc. Os saes alcalinos augmentam geralmente, emquanto que os saes terrosos diminuem, donde resulta um enfraquecimento do grau hydrotimetrico.

A fauna e a flora d'estas aguas mudam egualmente de caracter. Os peixes e os molluscos são substituidos pelos infusorios, emquanto que os vegetaes superiores (agrião, canna, etc.), são substituidos pelas algas e bacterias.

Estas bacterias, entre as quaes se encontram algu-

mas pathogenicas, seriam a causa de numerosas epidemias se as aguas dos rios e ribeiros se utilizassem, na alimentação sem as precauções que a bôa hygiene recommenda (1).

Numerosas e interessantes experiencias de MEDLOCK, confirmadas posteriormente por MUSPRATT, ácerca de algumas aguas, pozeram em evidencia que o ferro tem a propriedade de converter o ammoniaco ou as materias organicas azotadas, capazes de o fornecerem, em acido azotoso que possue propriedades oxydantes muito energicas.

Foi assim que MEDLOCK explicou o desapparecimento das materias organicas em presença do ferro.

Se os factos assignalados por estes dois chimicos, se confirmam para todas as aguas contendo materias organicas azotadas, o ferro, metal inoffensivo, será o purificador por excellencia das aguas e prestará á hygiene serviços de primeira ordem.

Poderemos dividir as substancias organicas das aguas em substancias azotadas e não azotadas. As primeiras provém sobretudo de origem animal e compõem-se de hydrogenio, oxygenio, azote, carbone e algumas

---

(1) As aguas dos rios, cujo leito é rochoso ou de areias siliciosas, são as melhores, e mais se a esta qualidade se accrescentar a grande velocidade da corrente e o volume da massa d'agua; já não podem ter a mesma garantia as aguas dos ribeiros ou pequenos rios, de corrente pouco rapida, e onde nascem vivem, morrem e se decompõem milhares de milhões de corpos organisados. Todavia a diluição operada nos grandes rios, se deminue o perigo, não o afasta inteiramente, pois ha sempre mais ou menos germens, que resistem a essa diluição e oxydação, e a analyse demonstra nas aguas mais puras, bacterias, ovos de parasitas, algas, etc. que são a causa de numerosas doenças.

Nunca fiar pois n'essa purificação espontanea das aguas correntes, e usar de filtro, quando se tenha de utilisar, é o conselho da prudencia.

vezes enxofre e phosphoro. As ultimas são compostas quasi exclusivamente de oxygenio, carbone e hydrogenio, que se pode representar pela formula n[CHO], e as primeiras pela formula n[CHONSPh].

Os productos da alteração das materias não azotadas são: acido carbonico e agua; e os das materias azotadas são complexos e em geral muito venenosos.

Aguas subterraneas ou fontes naturaes. — As aguas que se precipitam da atmosphera no estado liquido e as que resultam da fusão da neve e do gêlo dividem-se naturalmente em duas partes, que seguem destinos diversos: uma que se conserva na superficie externa do globo, e outra que se infiltra pelos póros e fendas das rochas. A maior parte das vezes, depois d'um percurso subterraneo pequeno em profundidade, embora longo no seu desinvolvimento linear, as aguas tornam a apparecer na superficie terrestre, abrindo passagem pelos intersticios das fendas ou das folhas, ou por entre a superficie de separação de dois estratos de natureza differente. É assim que se origina a quasi a totalidade das nascentes.

A temperatura da agua e a qualidade e quantidade das substancias dissolvidas dependem da maior ou menor profundidade a que chegou a infiltração, e da natureza das rochas com que a agua esteve em contacto.

Se a uma certa profundidade existir um leito impermeavel, de argilla por exemplo, formando bacia, e a parte superior do terreno for constituido por estratos permeaveis, as aguas, encontrando na argilla um obstaculo á sua infiltração, accumulam-se na parte inferior dos estratos permeaveis, saturam-nos e vão-se approximando cada vez mais da superficie livre. Ás vezes debaixo d'um solo arido existem depositos aquiferos abundantissimos, formados d'esta maneira.

As aguas, que derivam dos terrenos graniticos, deixam um residuo extremamente fraco, formado de silicatos, vestigios de chloretos alcalinos, e de carbonatos alcalinos, de substancias calcareas, magnesianas, ferruginosas, e ás vezes chegam a faltar-lhe completamente as materias organicas. D'aqui o concluir-se que as aguas d'esta preveniencia são de excellente qualidade.

HIPPOCRATES, a proposito das aguas potaveis dizia: «as melhores aguas são as quentes no inverno e frias no estio».

A composição d'uma agua potavel, que sae dos terrenos graniticos, é approximadamente a seguinte, segundo OGIER (1):

Grau hydrotimetrico	0,5
Residuo a 100° (por litro)	0,1152
Residuo ao rubro	0,0931
Differença (perdida ao rubro)	0,0221
Cal (CaO)	0,004
Magnesia (MgO)	0,001
Acido sulfurico (SO_3)	0,0054
Cloro (Cl)	0,0275
Acido nitrico (N_2O_5)	0,012
Ammoniaco (NH_3)	0,00006
Materias organicas (sol. alcalina)	0,00080
» » (sol. acida)	0,00080
Oxygenio (em peso)	0,006
» (dissolvido em volume)	$4^{cc},2$
Silica	0,0111
Potassa (K_2O)	0,0015
Soda (Na_2O)	0,0299

Com esta ordem de factores podemos classificar de

(1) F. COREIL — *L'eau potable*, Paris, 1895, pag. 37.

«agua excellente» toda e qualquer que n'estas condições se nos depare.

Agua dos poços. — Em certos logares onde não existem fontes nem agua corrente, os habitantes, para se abastecerem d'ella, têm necessidade de abrir poços, quer para armazenar as aguas da chuva, quer para extrair do seio da terra as que são encontradas, como já dissemos, em maior ou menor profundidade.

Ha differentes variedades de poços:

1.º Poços ordinarios.
2.º » instantaneos ou tubulares.
3.º » artesianos.

Poços ordinarios. — Estes poços permittem tirar a agua á primeira camada subterranea, cuja profundidade varia segundo a natureza geologica e podem ter a forma d'um cylindro de diametro variavel, revestidos de parede d'alvenaria. A proximidade dos logares habitados faz adquirir ás aguas dos poços caracteres tão particulares, que só excepcionalmente se pode encontrar uma agua d'essas em bôas condições de pureza. De facto o terreno atravessado pelas aguas pluviaes está sempre mais ou menos impregnado de materias organicas em decomposição, como as immundicies, os restos da cozinha, os escrementos, as aguas dos vasadouros publicos, as dejecções de animaes, etc. e não admira por isso que a agua pluvial com este contacto impuro vá inquinar as aguas subterraneas, e que se tenham encontrado nas aguas de certos poços materias azotadas ainda em maior quantidade do que nas aguas dos esgotos.

Comprehende-se tambem, que a profundidade do poço deve influir sobre a qualidade da agua, razão porque se costumam avaliar em separado as aguas dos *poços superficiaes* e as dos *poços profundos* (entram

n'esta classe os poços artesianos), sendo estas consideradas bastante puras e apenas rejeitadas pelo motivo economico do maior dispendio, e sendo aquellas consideradas na sua maior parte perigosas, e muito inquinadas, apesar da sua frescura, limpidez e gosto agradavel, signaes que o publico considera como de pureza. São mais ricas em acido carbonico que as aguas de fonte, circumstancia que contribue juntamente com os nitratos e chloretos para o gosto agradavel que as faz preferir pelo publico, mas que deve pôr logo de sobre aviso toda a pessoa medianamente culta, tanto mais que a analyse chimica determinando apenas a quantidade das materias organicas, que essa agua pode conter, não revela os perigos que ella encerra, os quaes só por um exame microscopico e bacteriologico se podem hoje descobrir; de resto a presença do ammoniaco, dos nitritos, do chloro, sendo uma prova das decomposições que se dão no sólo, deve fazer considerar a agua suspeita, embora taes compostos sejam por si perfeitamente inoffensivos. Para serem construidos em bôas condições hygienicas, é necessario e indispensavel que estejam afastadas das habitações, nitreiras, canos de esgôto e cemiterios.

O fundo do poço deve estar ao nivel da mais baixa camada subterranea e as paredes devem ser cimentadas, e impermeaveis para evitar as infiltrações.

O logar onde se tiver de abrir o buraco do poço deve ser alteado para não dar margem a que as aguas da chuva, como tambem a agua que se entorna ao redor, possam polluir a agua contida no referido poço.

Estas aguas são, na sua totalidade, pouco arejadas, prestam-se mal á decocção dos legumes, não dissolvem o sabão, são pesadas ao estomago e indigestas. Empregam-se, todavia, em bebida e para outros usos domesticos, á falta d'outras de melhor grau de pureza, n'algumas localidades.

Nos poços d'agua selenitosa, as substancias organicas podem reagir sobre o sulfato de calcio e darem origem a sulfureto e gaz sulphydrico, que é delecterio, como tambem a outros principios.

Relativamente aos *poços tubulares,* cuja invenção se deve a DOMNEL, o Ex.mo professor DR. LOPES VIEIRA, ao descrevel-os diz: «A hygiene encontra, porém, nos poços tubulares, um meio economico e mais seguro de aproveitar a agua de qualquer das camadas do interior da terra. Taes poços, que julgamos pouco usados em o nosso paiz, são constituidos por uma serie de tubos de ferro de 30 a 60 millimetros de diametro, dos quaes o inferior termina em ponta de aço, que pode ter uma *rosca,* e é munido de orificios e destinado a cravar-se no solo até á profundidade conveniente.

Este systema de poços tem pelo menos a grande vantagem de fornecer agua ao abrigo da inquinação das infiltrações do solo; e é tambem de uma rapida installação, que se torna de particular vantagem para acampamentos militares. Ha modelos de poços tubulares a que se adapta uma pequena bomba» (1).

Concordamos com a opinião do abalisado Professor, pois a unica desvantagem que vemos em semelhantes poços, é a de não serem possiveis as escavações senão em terrenos faceis de perfurar.

Quanto á qualidade da agua d'estes poços, diz tambem COREIL: «Ces appareils fournissent de l'eau qui peut être de bonne qualité puisqu'on va la chercher à une certaine profondeur et que les infiltrations de liquides infects sont peu à craindre à cette profondeur».

Poços artesianos. — Quando um estrato permeavel

(1) *Lições de Hygiene Publica,* 1896, pag. 98.

se acha intercalado entre dois estratos impermeaveis, ambos deprimidos em fórma de bacia e de modo que os seus bordos fiquem mais elevados do que a parte central do terreno, a perfuração d'esta dará logar a uma fonte de repuxo, cuja altura de jacto depende do nivel mais baixo a que emerge o estrato permeavel. Os francêses deram a estas fontes o nome de *fontaines artésiennes* ou *puits artésiens*, da antiga provincia d'Artois, onde são conhecidas ha alguns seculos.

Estes poços, que variam entre 20 e 600 metros de profundidade, dão agua abundante e de fina qualidade, a qual varia com a natureza dos terrenos atravessados. Estas aguas acham-se quasi destituidas de substancias organicas.

A agua d'estes poços, ao contrario do que acontece com a dos poços ordinarios, attinge quasi sempre a temperatura de 28 a 40°.

As materias mineraes variam entre 0gr.,13 e 6 grammas por litro.

Aguas dos lagos, tanques e pantanos. — Estas aguas resultam quer da chuva, que não pode deslisar por cima do solo ou infiltrar-se n'elle, quer das fontes, que diffundindo-se nas depressões do terreno, formam uma bacia maior ou menor. Quando o lago ou o tanque é atravessado por uma corrente de agua, as qualidades d'uma são as da outra.

Estas aguas devem ser consideradas de qualidade mediocre, e, portanto, não devem ser consumidas senão com muita prudencia, embora, como demonstraram Fol e Dunant, Plagge e Proskauer, Karlinski, Cramer e Percy Frankland, soffram uma depuração natural, pelo repouso, nos grandes lagos.

Tambem no mesmo lago o grau de pureza da agua pode ser muito variavel: assim, a agua, que se encontra sempre em contacto intimo com a terra marginal, é

menos pura do que a do centro da superficie da grande massa liquida. FOL e DUNANT encontraram 150:000 bacterias por centimetro cubico na agua que banhava a Terra no lago de Génebra, em quanto que este numero foi diminuindo consideravelmente para o interior, chegando a encontrar sómente 38, no meio do lago.

KARLINSKI fez a analyse microbiana da agua do lago Bark, em sentido opposto á superficie, e verificou que o numero de bacterias decrescia á medida que se afastava da superficie para o centro, augmentando rapidamente ao approximar-se do fundo.

Os pantanos nunca fornecem agua em bôas condições de se utilizar como bebida ordinaria ou para uso interno. As materias organicas em dissolução ou em suspensão encontram-se n'estas aguas, em grande abundancia e servem de repasto a colonias de infusorios e de bacterias, donde se pode concluir o quanto se torna perigosa a sua ingestão.

Agua de cisternas. — A agua da chuva é geralmente utilizada depois de ter sido recolhida nas cisternas, para onde se encaminha por uma ou mais gotteiras destinadas a aproveitar toda a agua dos beiraes do telhado.

N'algumas cidades em que ha necessidade de recolher a agua da chuva para o uso ordinario, tem-se o cuidado de construir estes reservatorios de modo a poder ser desprezada a primeira porção que se precipita da atmosphera, e aproveitar a restante que, como se sabe, é a mais pura, passados 5 a 10 minutos.

Se repararmos na grande quantidade de germens que viciam o ar, e nas innumeras materias organicas que, além d'isso, se encontram sobre os telhados e que podem ser arrastadas diante da primeira chuva, operando esta como se fôra uma verdadeira vassoura da

Natureza, veremos que este meio preventivo é de alta importancia para a conservação das aguas pluviaes.

Ora, as cisternas nem sempre podem ser construidas d'aquelle modo; mas, para remediar esse inconveniente, convém que os telhados sejam varridos, pelo menos duas vezes em cada anno antes e depois do tempo invernoso, o que não dispensa o uso de uma pia, que dê livre passagem á agua antes de dar entrada na cisterna, podendo ali depurar-se, mais ou menos, por decantação, ou então o uso de camadas de substancias porosas pelas quaes se faz atravessar previamente, para depois se armazenar.

O reservatorio deve ser bem estanque, o que reclama bôa alvenaria e cimento; deve tambem estar privado da acção da luz que occasiona o desenvolvimento das algas e protege o desenvolvimento das bacterias, e deve evitar-se que nelle cáiam pequenos animaes e penetre o pó.

As oscillações do globo, resultantes dos tremores de terra e outras causas, dão muitas vezes logar que se produziram fendas, por onde a agua da cisterna venha a ser inquinada das impurezas do sub-solo, e por isso torna-se necessario vigiar amiudadas vezes o deposito.

«Para tirar agua de qualquer cisterna, não deve empregar-se balde, porque se tem de destapar aquella e se agita e turva a agua; mas sim usar de uma bomba aspiradora cujo tubo de captação não toque no fundo para não aspirar o sedimento que sempre existe» (1).

Quando estas precauções são observadas, a agua da chuva desembaraça-se das materias organicas, dos fragmentos de vegetaes e animaes e ainda parcialmente das bacterias que contém.

Se os materiaes, que servem para a confecção das

---

1) Dr. Lopes Vieira, obra citada, pag. 97.

paredes das cisternas, são calcareos, as aguas em contacto intimo com elles, roubam-lhe parte da substancia calcarea e tornam-se *duras* e desde então de inferior qualidade.

Na construcção das citernas e dos poços, prefere-se o emprego da pedra siliciosa á calcarea.

Agua distillada. — Obtem-se submettendo qualquer agua á distillação, que consiste em separar corpos volateis dos fixos. A operação foi conhecida de ARISTOTELES que dizia que a agua do mar se tornava potavel pela evaporação; que o vinho e, finalmente, todos os liquidos podiam ser submettidos ao mesmo processo, porque, tendo passado pelo estado de vapor, voltariam ao estado liquido (1).

A invenção julga-se, porém, propriedade de GEBERT, chimico arabe que viveu no seculo VIII.

O apparelho ou alambique ordinario onde se executa esta operação é universalmente conhecido, e por isso dispensa-nos tambem o trabalho da sua descripção; nos laboratorios empregam-se apparelhos distillatorios muito simples: por exemplo, um balão de vidro constitue a caldeira, o vapor alli formado passa por um tubo de vidro que atravessa a rolha do balão e se dirige para um frasco destinado a receber o liquido condensado; no seu trajecto é envolvido n'uma manga tambem de vidro convenientemente inclinado, na qual se faz circular uma corrente de agua fria, desempenhando d'este modo o papel de refrigerante de LIEBIG.

Para obter a agua distillada no seu maior grau de pureza, é preciso:

1.º — Distillar a agua o menos carregada, possivel, de materias salinas;

---

(1) ARISTOTELES, *Metéorologique*, II, 2.

2.º — Rejeitar as primeiras porções condensadas, que contêm: oxygenio, azote, acido carbonico, e muitas vezes ammoniaco e saes ammoniacaes, que, além de serem nocivos, arrastam tambem as impurezas das paredes do apparelho distillatorio;

3.º — Dar por ultimada a operação quando reste apenas na cucurbita *um quarto* do liquido primitivamente empregado; ultrapassando este limite, e se a agua empregada fôr muito rica em corpos salinos, póde conter *materias fixas* arrastadas mechanicamente pelo vapor d'agua, e *productos volateis,* resultantes da decomposição das materias organicas;

4.º — Distillar a agua lentamente e a destillação nunca deverá ser feita em vasos de chumbo ou que contenham este metal: além d'isto deve junctar-se á agua que se pretende distillar, algum leite de cal para fixar não só o acido carbonico mas tambem o chlorhydrico (1) que, póde formar-se pela dissociação dos chloretos (GUÉRANGER).

Ensaio. — A agua distillada sendo pura não deixa

---

(1) O leite de cal tem a vantagem de reter o acido carbonico e chlorhydrico, mas põe em liberdade o ammoniaco dos saes ammoniacaes.

PELLETIER aconselha o emprego do phosphato acido de calcio, ás aguas que contenham productos azotados, afim de prevenir a volatilização do ammoniaco, que acompanha a decomposição d'estes productos *.

O CODEX tambem aconselha a addição de 0gr.,10 de sulfato de alumen por cada litro, e manda rejeitar os *ultimos condensados.*

* ANDOUARD, *Nouveaux éléments de Pharmacie,* 1898, pag. 88.

residuo quando se evaporam algumas gottas sobre a a lamina de platina.

Mais; não dá precipitado com os reagentes seguintes:

Agua de cal, acetato basico de chumbo: — reagente do acido carbonico.

Chloreto de baryo: — reagente dos sulfatos.

Azotato de prata: — reagente do acido chlorhydrico e chloretos.

Chloreto mercurico. Reagente de NESSLER: — reagente do ammoniaco.

Permanganato de potassio, acidulado: — reagente das substancias organicas.

A bordo dos navios, distilla-se a agua do mar, com o fim de a tornar potavel. Os apparelhos de NORMANDY ou de PERROY são os mais usados. N'este apparelho o vapor d'agua produzido na caldeira do navio, passa a um outro apparelho especial, onde se condensa; uma corrente de ar que se estabelece com o auxilio de uma bomba, faz circular a agua condensada e arrasta-a para uma caixa onde é filtrada.

As partes de que se compõe o apparelho são as que seguem:

1.º — Um gerador do vapor (caldeira da machina).

2.º — Um condensador ou distillador onde se opera a condensação (é a agua do mar que se emprega para resfriar e condensar os vapores).

3.º — Um ventilador que tem por fim elevar a agua á proporção que se fôr condensando.

4.º — Um filtro com carvão animal triturado e areia, destinado a privar a agua de principios empyreumaticos e cheirosos que muitas vezes contém (1).

Estes apparelhos, que podem ser convenientemente

---

(1) FONSAGRIVES, *Traité d'hygiéne navale*, 2.ª ed., 1877.

installados sem occupar grande espaço de forma a não serem maltratados pelos balanços do navio, têm a par da economia a dupla vantagem de consumir pouco carvão e poder utilisar-se o calor fornecido pelo vapor da agua ao condensar-se, para a decocção dos alimentos.

As primeiras e ultimas porções que se distillam, posto que não sirvam para beber, têm comtudo applicação na lavagem das roupas, etc.

O producto intermedio é o que se aproveita para bebida depois de ser convenientemente arejada e de se lhe junctar, por cada metro cubico, um litro de agua carregada de carbonato de calcio, dissolvido por um excesso de gaz carbonico, o que faz com que se approxime muito da agua potavel natural.

Assim, a agua distillada transformada em agua potavel, artificialmente, não deveria ter cabimento n'este logar, visto só termos tratado até aqui das aguas potaveis naturaes; mas, para não irmos de encontro á opinião de COREIL (1), que nos arrastaria a uma discussão da qual nenhum partido util se poderia tirar, commungaremos nas suas ideias.

---

(1) F. COREIL, obra cit., pag. 29.

CAPITULO III

Caracteres de uma agua potavel

Entre nós admitte-se hoje sem discussão, que a agua potavel é muitas vezes portadora de germens pathogenicos e por conseguinte a causa mais ou menos directa de certas doenças. A este modo de ver oppõe-se a theoria de Max Pettenkofer, e sua escola, que admittem qualquer outra causa regeitando porém ser a origem hydrica, a principal fonte donde possam provir as doenças infectuosas e infecto-contagiosas.

Esta theoria é inacceitavel em presença de factos bem averiguados, como demonstrou Robert Koch, seu compatriota, que a fez perder muitos adeptos depois da formidavel campanha que lhe levantou com a sua voz autorizada, e da qual sahiu triumphante lançando por terra concepção de Max Pettenkofer, tão sómeste propria de espiritos scepticos e superficiaes e acrescentaremos, netrogrados.

A principio julgou-se que a questão não passaria de um jogo de palavras com o que a analyse biologica das aguas nada adiantaria, mas não aconteceu, porém assim, porquanto, em breve se viu o inverso d'esta supposição. Essa campanha rigorosa e bem conduzida, mereceu os applausos dos partidarios de Robert Koch,

e até mesmo dos que descriam da sua theoria, o que fez com que alguns se unificassem e pouco tempo depois de commum acôrdo viessem dizer que á etiologia hydrica se devem 95 por 100 das epidemias da febre typhoïde (Brouardel).

O assumpto presta-se ainda a outras considerações, como veremos, mas porque não seja este o logar mais adequado para o tratar, vamos concluir e como remate seja-nos permittido accrescentar agora a nossa opinião: *a theoria de Max Pettenkofer, só póde utilisar áquelles a quem os annos amadureceram o talento e nada mais.*

Definindo os caracteres que uma agua deve reunir para bem merecer o nome de *potavel* diz o *Annuario das aguas da França:*

Uma boa agua potavel deve ser *limpida, incolor, inodora, fresca, arejada, agradavel ao paladar* e *imputrescivel.*

Não deve encerrar:

1.º — *ammoniaco* ou *saes ammoniacaes;*

2.º — *hydrogenio sulfurado* ou *sulfuretos;*

3.º — *azotatos* ou *azotitos.*

Não deve ter em dissolução quantidade notavel de *saes calcareos e magnesianos,* que não dissolveriam o sabão, e difficultariam a decocção dos legumes.

Deve conter a menor quantidade possivel de microbios, d'entre os quaes, nenhum pathogenico, ovos ou embryões de animaes (1).

---

(1) Vem a proposito transcrever n'este logar uma annotação á pagina 94 das Lições de Hygiene Publica do Sr. Dr. Lopes Vieira, que diz: «Com quanto passe por assente que toda a agua que contiver o *Bacillus coli communis* deve ser regeitada do uso interno, apparece agora Moroni a concluir de suas analyses sobre as aguas de Parma que tal bacillo deve ser considerado como micro-organismo aquatico, que

Demonstram os differentes caracteres enumerados que para se julgar da bôa qualidade d'uma agua é indispensavel proceder ao exame physico, á analyse chimica e ao estudo microscopico e bacteriologico.

O exame microscopico nem sempre é necessario; o que não acontece com a analyse chimica e bacteriologica, que é sempre parte obrigada quando se trata de estudar uma agua debaixo do ponto de vista hygienico.

Tem-se discutido freneticamente qual das duas analyses é a mais importante, se a analyse chimica, se a biologica. Praticamente póde demonstrar-se que a analyse bacteriologica nos conduz muitas vezes a conclusões que differem essencialmente das que se tirariam, tendo-se procedido, antes, á analyse chimica.

Todavia, estas analyses são por tal modo reciprocas, que se pode dizer afoutamente que *nenhuma d'ellas póde supprir a outra.*

---

existe quasi constantemente em toda a agua, e cuja presença n'esta não deve bastar para a fazer julgar impropria para bebida.

E sendo assim os requesitos da bôa agua potavel reduzir-se-iam ao seguinte:

a) Bôa composição chimica.

b) Pequeno numero de germens e nenhum dos mais importantes, como o bacillo d'Eberth, bacillo virgula, bacillo pyogenio, etc.

c) Temperatura de 10 a 13°, ausencia de fibras musculares, de protozoarios, d'ovos de parasitas, de substancias organicas e finalmente, incolor, inodora e insipida.»

SEGUNDA PARTE

CAPITULO I

Analyse da agua

A analyse da agua consiste em determinar a qualidade e a quantidade de todas as substancias e germens que a podem polluir.

D'esta definição deduz-se que na analyse completa da agua, se torna indispensavel a intervenção d'um chimico, e d'um bacteriologista quando ao primeiro falte a technica experimental d'esta ultima sciencia.

N'estas condições, sendo differente o campo em que ambos luctam para estudar o alicerce aonde ha de assentar a primeira pedra para a construcção da grande muralha que pode servir de fortificação á vida humana, a nenhum compete tirar conclusões formaes á cerca do valor da agua sujeita á analyse.

D'este modo, ficando um e outro, como dissemos, na impossibilidade material de fornecerem conclusões definitivas, por falta de elementos indispensaveis para esse fim, assiste-lhes todavia o direito de sustentar a parte do estudo que fizeram em materia tão delicada e complexa, como é a analyse applicada ás aguas de alimentação.

Este facto justifica que não ha motivos para estranhar quando as duas analyses — chimica e bacteriologica — nos fornecem resultados differentes; pois

as duas sciencias diversificam tambem essencialmente entre si.

A pratica demonstra que não devem haver idéas preconcebidas em qualquer analyse, porquanto, isso daria margem a collocarem-se em evidencia uns elementos e perderem-se outros de maior ou menor importancia na teia phantastica da preconcepção.

Dividiremos do modo seguinte a

Analyse da agua

I. ANALYSE CHIMICA	1.º Ensaios preliminares. 2.º Analyse ponderal. A. Hydrotimetria. B. Dosagem dos gazes. C. Dosagem dos elementos mineraes. D. Dosagem das materias organicas e de seus productos no solo.
II. EXAME MICROSCOPICO	1.º Materias mineraes. 2.º Materias vegetaes. 3.º Materias animaes.
III. EXAME BACTERIOLOGICO	1.º Numeração dos germens. 2.º Pesquisas dos germens pathogenicos.

Iamos esquecendo o facto de termos tractado ha pouco das qualidades que uma agua deve possuir para ser potavel e pura, sem todavia alludirmos á sua classificação em quanto á riqueza microbiana. Ora, parece-nos ainda opportuno, antes de entrarmos n'um estudo minucioso relativamente á analyse chimica, exhibir aqui os differentes algarismos admittidos por Miquel, Macé, na França, e Roger Chavane, na Suissa, na classificação das aguas portadoras de micro-organismos.

Miquel classifica as aguas d'este modo:

Agua excessivamente pura de	0 a	10	germens	por c. c.
» muito pura de.....	10 a	100	»	»
» pura de.....	100 a	1.000	»	»
» mediocre.....	1.000 a	10.000	»	»
» impura.....	10.000 a	100.000	»	»
» muito impura acima de		100.000	»	»

E Macé propõe a seguinte classificação:

Agua muito pura de.....	0 a	20	germens	por c. c.
» muito bôa de.....	20 a	100	»	»
» bôa de.....	100 a	200	»	»
» mediocre.....	200 a	500	»	»
» má de.....	500 a	1000	»	»
» muito má de.....	1000 a	10000	»	»

Pela simples inspecção vê-se já o quanto Macé se afastou da classificação de Miquel; porém Roger Chavane é ainda mais escrupuloso e menos tolerante na sua classificação. Eil-a:

Agua muito pura	15	germens	por c. c.
» bôa.....	50	»	»
» mediocre	80	»	»
» má além de.....	80	»	»

Se compararmos as tres escalas de apreciação da pureza d'uma agua, é forçoso admittir a impossibilidade de chegarmos a uma conclusão concreta e decisiva, attenta a auctoridade dos tres sabios que as firmam.

Entretanto, parece-nos que esse *desideratum* deve resultar d'um acto méramente experimental cuja realização pertence ao futuro.

Depois d'estas breves considerações, pareceu-nos conveniente recordar a instrucção que deve presidir á colheita de qualquer agua que se destina, quer á analyse chimica ou microscopica, quer á analyse micro-

biologica, embora esta nos fique de remissa para ser tratada na ultima parte da dissertação.

Vamos, pois, traçar n'um rapido esboço essa instrucção, começando primeiro, pelas regras que presidem á colheita da agua para a analyse chimica e microscopica, e depois iremos ás que dizem respeito ao exame bacteriologico.

Na colheita da agua para analyse chimica e microscopica despresam-se as garrafas de grés, que além, de poderem modificar a sua dureza, têm a desvantagem de se lavarem muito difficilmente.

Pela esmagadora eloquencia de factos bem averiguados, demonstrou-se a necessidade do emprego exclusivo de garrafas de vidro branco perfeitamente limpas, rolha esmerilhada ou de cortiça nova e paraffinada.

Antes de proceder á colheita da agua, lavam-se as garrafas ou balões com acido sulfurico puro e concentrado; rejeita-se o acido e continua-se a lavagem com agua distillada até que se não manifeste reacção acida.

Isto posto, e junto do local aonde se vae colher a amostra, passam-se os frascos e as rolhas pela propria agua, rejeita-se de cada vez que servir, enchem-se completamente, por immersão sendo possivel, e de modo a não se aproveitar a agua superficial que terá em suspensão grande quantidade de poeira, ou a do lastro por causa do lodo.

Se a captação se faz á torneira d'uma fonte ou com auxilio d'uma bomba aspirante, é preciso e indispensavel deixar correr a agua durante dez minutos para que se despreze a que esteve em contacto com a canalização.

É conveniente não deixar escurecer a vantagem que existe em fazer a colheita da agua directamente, isto é, sem intervenção de qualquer vasilha, de contrario, teremos de proceder para com ella, como procedemos para com as garrafas.

Terminada a colheita, fecham-se as garrafas hermeticamente e cobrem-se as rolhas com cera fundida ou paraffina; põe-se-lhe o sinete e ultima-se a operação etiquetando-as cuidadosamente.

A quantidade de agua para fazer uma analyse completa varia entre 5 e 8 litros, que se podem conservar n'uma só vasilha ou então em garrafas de litro, o que é preferivel.

Até aqui o que a sciencia tem aconselhado na parte concernente á analyse chimica da agua; agora vamos ver as precauções que ella recommenda para a *analyse microbiologica.*

Para este genero de pesquizas as amostras devem ser colhidas em frascos de vidro branco de 100 centimetros cubicos, de rolha esmerilhada, e perfeitamente esterilisados.

A esterilisação pode ser feita pelos antisepticos, calor humido e calor secco.

Para proceder á esterilisação pelos antisepticos verte-se nos frascos a esterilisar a solução desinfectante, sublimado corrosivo a 2 ‰, por exemplo, e diligencia-se para que todos os pontos da superficie interna dos frascos sejam atacados durante alguns minutos para que a destruição dos germens e materias organicas fixas nas suas paredes seja completa.

Lavam-se em seguida com alcool, ether e finalmente fazem-se ferver com a agua distillada durante 30 minutos, esgotam-se rapidamente e rolham-se muito bem (1).

O calor humido ou vapor d'agua sob pressão,

---

(1) É tambem pratica vulgar empregar em vez de sublimado corrosivo, o acido sulfurico ou azotico chimicamente puros, porém, a pratica vae acabando com estes processos porque os resultados da analyse, podem muitas vezes ser falseados por vestigios antisepticos que escapariam á ultima lavagem (J. Gasser — Analyse des eaus potables — 1900).

fornecido por qualquer estufa de desinfecção ou pela autoclave, satisfaz perfeitamente ao fim: as garrafas, fechadas por um rolha de algodão em rama, são collocadas no apparelho e mantidas durante quinze minutos a uma temperatura de 115 a 120°.

O processo de esterilisação pelo calor secco, consiste em submetter os frascos, depois da competente lavagem e bem seccos, a uma temperatura de 150 a 180° durante meia hora, n'uma estufa de gaz ou na autoclave. É o processo geralmente seguido.

Os frascos esterilisados por qualquer dos methodos acima descriptos são guardados em caixas de folha de Flandres convenientemente vedadas.

Para colher a agua para esta ordem de pesquizas, enchem-se, completamente os frascos com todas as precauções necessarias, obturam-se convenientemente para impedir a entrada dos germens exteriores e collocam-se immediatamente em caixas de paredes duplas, entre as quaes se lança uma mistura de gêlo triturado com serradura de madeira, farelos, e outras substancias inertes, pulverulentas e humidas.

Uma emballagem rigorosamente executada n'estas condições, permitte enviar a grandes distancias as amostras da agua que podem então ser submettidas á analyse bacteriologica, sem que os resultados deversifiquem sensivelmente dos que se poderiam obter quando as sementeiras fossem realisaveis logo a seguir á colheita (1).

---

(1) Desde que se demonstrou que a temperatura, immobilidade da agua e outras causas desconhecidas entram em acção para favorecer o desenvolvimento das bacterias, o ideal seria, sem duvida, praticar as sementeiras juncto da propria fonte para impedir o desenvolvimento e multiplicação d'essas mesmas bacterias, nas amostras d'agua distinadas ao exame bacteriologico, que tantas vezes podem ser causa do erro e prejudicar os resultados da analyse micrographica.

MIQUEL, depois de varias e successivas experiencias, chegou

Emquanto á colheita da agua das fontes, dos lagos, dos rios, bombas dos poços, torneiras da canalisação, etc., deverão observar-se aqui as precauções indicadas para o exame chimico.

Para se fazer o estudo chimico ou microbiologico das differentes camadas de agua d'um rio profundo, d'um lago, etc., imaginou-se uma multiplicidade de apparelhos, d'entre os quaes vamos descrever o mais simples, que se compõe d'um balão de vidro espesso involto n'uma armadura de latão e dois tubos em forma de collo de cisne da mesma liga, continuando-se um d'elles até ao fundo do balão por um tubo de vidro.

Estes tubos são munidos de torneiras que se podem manobrar por meio de fios.

Para proceder á colheita da agua com este apparelho, mergulha-se até á profundidade desejada, deixa-se que a agua volte ao repouso, abrem-se as torneiras, a agua penetra pelo tubo que vae até ao fundo do balão emquanto que o ar se escapa pelo outro.

Quando o balão está cheio, fecham-se as torneiras e tira-se da agua.

Malmejac tambem propõe um apparelho do seu invento, que pela sua simplicidade e economia nos incita á descripção.

O apparelho, na sua maior simplicidade, consta d'uma vara de pau em que se fazem incisões de 20

á conclusão de que a temperatura comprehendida entre 0 e 4.° é a que mais convém para conservar á agua as qualidades, debaixo do ponto de vista bacteriologico, que ella possue no momento da colheita.

A temperatura de 0° parece, segundo Miquel, operar sobre as bacterias, como se fôra um verdadeiro anesthesico, não as deixando progredir no terrivel desenvolvimento, matando-as até; outros affirmam tambem que esta destruição pode ser occasionada pela accumulação das diastases ou toxinas que ellas segregam pelo decorrer do tempo.

em 20 centimetros e que sustenta solidamente na sua extremidade um frasco de 500 ou 1000 c. c.

Este frasco é fechado com uma rolha de cortiça que tem no centro um pequeno gancho preso ao gargalo por duas tiras de cautchú collocadas em cruz.

Ao longo da vara escorrega um fio que vae ligar-se ao gancho da rolha que servirá de desobturador quando se pretenda.

Para colher a agua com este apparelho, mergulha-se até á profundidade desejada, distende-se o fio e quando o frasco estiver cheio afrouxa-se para que as tiras de cautchú façam voltar a rolha ao logar primitivo.

Para que o apparelho funccione bem, é necessario que a rolha entre no collo do frasco sem attrito, isto é, livremente e a parte inferior tenha um diametro menor do que o gargalo.

N'estas condições, quando se fecha o frasco escapa-se para o exterior uma quantidade d'agua igual ao volume do corpo que a desloca e a obturação é completa (1).

A par d'estes conhecimentos uteis, ha ainda outros que o analysta deve ter em consideração, como por exemplo:

A natureza geologica d'onde brota a nascente e por onde desliza.

Temperatura do meio ambiente e da agua no momento da colheita.

Condições meteorologicas que a precedem.

Distancia que vae da nascente até ao ponto em que se faz a colheita, etc.

São estes outros tantos elementos de que o chimico deve tirar partido n'uma analyse rigorosa.

---

(1) MALMÉJAC, obra cit.

CAPITULO II

Analyse chimica

1.º Ensaios preliminares

Ha duas maneiras de examinar as aguas: pelos reagentes e pela evaporação ..... Dispondo-se do tempo necessario deve proceder-se aos dois methodos, porque os dados que d'elles se tiram fortificam-se reciprocamente e os reagentes indicam como a evaporação deve ser conduzida.

Devem observar-se tambem as qualidades physicas...

Os sentidos distinguem muitas d'estas qualidades (limpidez, côr, cheiro, sabor)....

Vamos descrever o valor de cada uma d'essas qualidades:

Aspecto. — Limpidez. — Toda a agua que se nos apresenta turva ou d'uma transparencia duvidosa, é suspeita e muitas vezes nociva, devido ás substancias mineraes e organicas que lhe dão essa apparencia.

A agua limpida é, quando observada em grande massa, incolor ou então *azul-esverdeada;* a agua verde, amarella ou mesmo parda, *é má* e tem sempre materias organicas em suspensão.

Para reconhecer sem intervenção chimica o volume ou peso das substancias que uma agua pode ter em suspensão, toma-se um vaso cylindrico graduado, introduz-se-lhe um volume determinado de agua, agita-se fortemente durante algum tempo e abandona-se ao repouso durante um ou dois dias, findos os quaes se pode notar o volume occupado pelo deposito.

Pretendendo-se conhecer o peso, nada mais simples: tara-se um filtro de papel, se o seu peso não fôr conhecido, lança-se sobre elle o liquido e residuo, sub-mette-se em seguida ao calor da estufa para subtrahir ao filtro o liquido absorvido no acto da filtração e pesa-se depois: a differença accusará o peso residual.

Alguns auctores empregam para o mesmo fim um tubo de vidro terminado em ponta n'uma das extremidades na qual introduzem a agua a examinar.

Baseados n'este principio, pretendem sustentar que a agua, embora por vezes contenha elementos nocivos, quando bem agitada e posta em quietação por tempo sufficientemente prolongado, pode ser utilisada, sem receio, na alimentação, pois, accrescentam: *quasi sempre o repouso vale tanto ou mais, que a filtração, desde que o deposito formado seja inodoro.*

Haja vista que a limpidez de qualquer agua nem sempre corresponde ao perfeito grau de pureza, acontecendo frequentemente uma agua ser muito limpida e, todavia, estar saturada de germens, destacando-se d'entre elles alguns pathogenicos que a tornam impropria para bebida.

Cheiro. — As infiltrações de esgoto, das latrinas, e de alguns liquidos da industria manufactureira, etc., communicam á agua certo cheiro que lhe não é peculiar.

Além d'estas fontes exhalantes de mau cheiro,

temos a acrescentar ainda outras de não menos importancia como é, por exemplo, a que resulta da decomposição de pequenos animaes que invadem algumas aguas.

O cheiro ao sulfhydrico de certas aguas, provém, quer da decomposição, das materias organicas, quer da sua acção sobre os sulfatos existentes na agua.

Estes saes são reduzidos e transformados em sulfuretos que, ao contacto do ar, libertam o acido sulfhydrico que se pode reconhecer muito bem pondo em pratica as seguintes experiencias: N'um vaso de argilla ou de porcellana, lança-se a agua a examinar, rolha-se e agita-se bruscamente durante algum tempo; destapando o frasco e aproximando-o do nariz, nota-se o cheiro a ovos podres que lhe é caracteristico. Outra experiencia, consiste em aquecer a agua até 40 ou 50°, ou então resfrial-a a 0°. O cheiro ao sulfhydrico denuncia-se immediatamente.

Sabor. — Diz-se que uma agua é insipida, quando contém poucos saes em dissolução, como a agua pura; salôbra ou salgada, se n'ella predomina o chloreto de sodio; amarga, se contém excesso de saes magnesianos, etc.

O sabor ligeiramente acidulo d'algumas aguas, não é motivo sufficiente para a excluir do grupo das aguas potaveis. Estas aguas não são insipidas e o sabor agradavel, é devido ao ar e ás materias mineraes que têm em dissolução.

Qualidades de conservação. — Imputrescibilidade. — Alguns auctores ligam grande importancia ás qualidades de conservação d'uma agua. Dumas dizia que uma agua seria tanto melhor quanto mais tempo se conservasse.

Quando a agua é de bôa qualidade, em vasos

cheios quer esteja exposta á acção da luz ou na obscuridade, não soffre decomposição apreciavel, durante muitos dias.

Para observar a sua imputrescibilidade tomam-se dois balões de vidro que se enchem de agua, collocando-se um d'elles na obscuridade e expondo o outro á acção directa da luz e á temperatura do meio em que se realiza a experiencia; nota-se durante 8 ou 15 dias successivos o aspecto, côr e cheiro da massa liquida.

As aguas suspeitas, e geralmente as de pessima qualidade, passam pelas seguintes phases: turvam-se a principio, córam-se depois e terminam por desenvolver cheiro corrupto no fim d'alguns dias.

Temperatura. — A temperatura da agua potavel pode variar entre os limites 8 e 10° centigrados, o que não está em harmonia com a opinião do notavel hygienista, Sr. Dr. Lopes Vieira (1).

A temperatura inferior a 8° pode fatigar o estomago, acima de 15°, deixa de ser agradavel. Sendo, como é sabido, inconstante a temperatura da agua, é forçoso admittir que haja factores d'essa inconstancia, visto não haver effeito sem causa; ora, esses factores são: a construcção e situação dos reservatorios, a profundidade do solo, a canalização e distancia precorrida, etc.

Chega a ser tão elevada a temperatura da agua n'algumas cidades que, a titulo de curiosidade, não deixaremos de registar que em Marselha, por exemplo, ella oscilla entre 23 e 24° em pleno estio.

Conhecidos assim os pormenores, relativamente ao exame physico, vamos ver a que se subordinam os *ensaios preliminares,* propriamente ditos.

Estes ensaios limitam-se ás pesquizas dos bicar-

---

(1) Vid. nota á pag. 54 d'esta dissertação

bonatos terrosos, sulfatos, sulfuretos, phosphatos, chloretos, calcio, materias organicas, nitritos e nitratos, ammoniaco e magnesia.

Carbonatos terrosos. — Estes carbonatos dissolvidos na agua pelo auxilio do acido carbonico que ella contém, são revelados por uma turvação que termina pelo apparecimento d'um precipitado, ás vezes abundante, quando se ferve durante dez minutos a agua submettida á experiencia.

Determina-se a *acidez* pelo papel de tornesol sensivel, ou então pela Phenolphtaleina ligeiramente avermelhada por uma *base*. Sendo a agua acida, a phtaleina descóra-se.

Para mais garantia de sensibilidade do papel de tornesol, o analysta tem que o preparar a maior parte das vezes (1).

O ponto de partida é, sem duvida, a *tintura de tornesol,* cujo processo de preparação é relativamente simples, como vamos vêr:

Tornesol em pó fino — seis grammas.
Agua destillada — trinta e seis grammas.

Digira por 24 horas o tornesol na agua, agitando repetidas vezes; filtre. Com o fim de sensibilizar esta tinctura costuma-se dividir em duas partes iguaes; a uma d'ellas ajunta-se acido sulfurico sufficientemente diluido até que tenha mudado de côr, isto é, até que tenha passado do azul ao vermelho; reunem-se agora as duas partes separadas, vermelha e azul; divide-se

(1) O tornesol commercial encerra sempre um excesso de corbonato alcalino que diminue a sensibilidade da reacção dos acidos. Denigès — Précis de chimie analytique — 1898, pag. 283.

ainda o liquido n'outras duas partes, e repete-se o processo anterior; e assim por deante até se obter um licôr violaceo muito sensivel aos acidos que o avermelham e aos alcalis que o azulam. Ajuntando a esta tinctura, assim preparada, uma pequena quantidade de potassa ou acido sulfurico, obtem-se respectivamente dois *licôres azul* ou *vermelho,* nos quaes se embebem tiras de papel sem cólla até tomarem uma côr não muito carregada mas uniforme.

Estas tiras a que se dá o nome de *papel de tornesol,* seccam-se, suspensas em fios, e guardam-se em frascos bem rolhados e privados da acção da luz.

Phenolphtaleina. — Soluto de uma parte de phenolphtaleina em trinta partes de alcool a 90°.

Emprega-se como indicador da alcalinidade dos liquidos: uma ou duas gottas produzem em 100 c. c. de um liquido ligeiramente alcalino coloração vermelho-purpura intensa.

A presença de saes ammoniacaes estorva a reacção. A coloração produzida pela phenol-phtaleina desapparece pela addição d'uma gotta de acido e tambem pela presença de acido carbonico.

Uma bôa agua potavel deve ser neutra, não só para com este reagente mas tambem para com papel de tornesol, ou quando muito, ligeiramente acida.

A acidez é devida ordinariamente á presença do acido carbonico, como a alcalinidade á grande proporção de bicarbonato de calcio que n'ella se encontra em dissolução.

Dureza.—O grau de *dureza* de uma agua avalia-se pela quantidade de saes calcareos ou magnesianos que entram na sua composição.

O principio do methodo baseia-se no seguinte: — quando se ajuntam algumas gottas d'uma solução al-

coolica de sabão á agua distillada, produz-se immediatamente espuma persistente e abundante; nas mesmas condições, a agua potavel que tenha em dissolução saes calcares, só produz espuma no fim d'algum tempo, depois da precipitação d'aquelles saes.

Este precipitado é formado de *estearo-oleo-margarato* de calcio e d'outras bases contidas na agua; é uma especie de sabão insoluvel.

A menor quantidade da solução alcoolica de sabão necessario para provocar n'uma agua o apparecimento da espuma presistente, é geralmente proporcional á quantidade das bases terrosas que ella comporta. Uma proporção moderada de materias mineraes é indispensavel, e pode oscillar entre 500 a 800 milligrammas por litro. A dureza da agua avalia-se pelo methodo hydrotimetrico, do qual nos occuparemos mais detidadamente quando estudarmos a *analyse quantitativa.*

Não é possivel formular estas exigencias de um modo geral, attendendo á variedade que resulta da constituição geologica dos terrenos. Assim, emquanto n'um terreno granitico as aguas não contêm, as mais das vezes $0^{gr},020$ por litro, de residuo, nos terrenos calcareos nunca o residuo é inferior a $0^{gr},200$.

As aguas *duras* são pouco proprias para os usos domesticos; cozem mal a carne e os legumes, porque as substancias albuminoïdes se combinam com os saes; e quando empregadas na lavagem da roupa ou na limpeza do corpo exigem uma perda consideravel de sabão que, como vimos, é decomposto pelos saes de calcio e magnesia. Para utilisar pois as aguas duras é preciso addicionar-lhes, antes de fazer uso d'ellas, uma certa quantidade de potassa ou de soda, agitando primeiro a mistura e deixado-a repousar em seguida, e aproveitando depois o liquido claro, não envolto com os depositos formados.

Ordinariamente 500 grammas de sal de soda bastam

para purificar 100 litros de agua dura; entretanto esta agua assim tratada tem um gosto desagradavel, quando se emprega na decocção dos legumes, sendo para tal fim preferivel o emprego do bicarbonato de sodio na dose de 10 grammas para 500 grammas de legumes.

Sulfatos. — Para reconhecer os sulfatos na agua, lançam-se algumas gottas d'acido chlorhydrico em 30 c. c., pouco mais ou menos, da agua a analysar, em seguida trata-se pelo chloreto de baryo, que dá precipitado branco de sulfato de baryo, insoluvel nos acidos mineraes, mesmo a quente.

Reacção:

$$SO_4 Na_2 + BaCl_2 = SO_4 Ba + 2NaCl.$$

Explica-se a formação do acido sulfurico na agua, pelo tempo maior ou menor, que ella está em contacto com os sulfatos.

As aguas quando ricas d'estes saes, tomam o nome de *selinitosas* e sobre tudo quando predomina o sulfato de calcio.

Acido sulfhydrico livre ou combinado — Reacção especifica. — Uma gotta de plombito de soda levada n'uma vareta de vidro a uma atmosphera de *hydrogenio sulfurado,* dá rapidamente precipitado negro, formando-se *sulfureto de chumbo.*

Nas mesmas condições uma solução de sulfato de cadmio dá precipitado amarello; de sulfato de zinco ammoniacal, precipitado branco.

Podem-se ainda reconhecer pequenas quantidades de acido sulfhydrico do modo seguinte:

Aquece-se um tubo com agua a analysar, introduz-se uma vareta sodica, perpendicularmente ao diametro

do tubo, sem tocar no liquido; decorrido algum tempo, retira-se a vareta e mergulha-se n'alguns centimetros cubicos de nitro-prussiato de sodio a 1:20, que lhe transmitte uma bella côr de carmim.

Phosphatos.—O acido phosphorico de muitas aguas póde resultar, quer dos phosphatos terrosos que a agua dissolve na sua passagem, quer da inquinação pelas materias fecaes ou urinarias. O acido phosphorico combinado é tido como elemento normal das aguas.

É facil reconhecer se o acido phosphorico d'uma agua é natural, ou de origem fecal ou urinaria.

As aguas contaminadas pela materia fecal ou urinaria, contêm sempre ammoniaco, azotatos e azotitos. A agua que se encontra carregada de um ou muitos d'estes elementos deve ser regeitada.

O reagente especifico do acido phosphorico ou phosphatos, é o *molybdato de ammonio* que se prepara dissolvendo 25 grammas d'acido molybdico em 100 c. c. de ammoniaco (densidade 0,97): filtra-se e verte-se em 400 c. c. de acido nitrico (densidade 1,20).

Para proceder a este ensaio acidulam-se com acido nitrico 50 ou 60 c. c. de agua; evapora-se até que o volume fique reduzido a um terço; filtra-se sendo preciso e envestiga-se o acido phosphorico assim:

N'um tubo de ensaio lançam-se alguns centimetros cubicos da solução de molybdato de ammonio; junta-se á superficie do reagente 1 a 2 c. c. d'agua concentrada; aquece-se ligeiramente á temperatura de 35 a 40° centigrados. Se se forma um precipitado pulverulento amarellado de phospho-molybdato de ammonio, insoluvel nos açidos deluidos, é porque a agua estudada encerra phosphatos.

A sensilibidade extrema d'esta reacção é devida ao elevado peso molecular do phospho-molybdato, 1589.

Chloretos. — Quasi todas as aguas potaveis, para não dizer em geral, contêm maior ou menor quantidade de chloretos que se podem reconhecer pelo azotato de prata que produz precipitado branco de *chloreto de prata,* insoluvel no acido azotico diluido e soluvel no ammoniaco.

Calcio. — Geralmente todas as aguas potaveis naturaes contêm calcio combinado, quer com o acido carbonico, quer com o acido sulfurico. Alguns auctores pretendem que a cal das aguas potaveis esteja combinada com os acidos nitrico, phosphorico, chlorhydrico, silicico, etc. É possivel; mas um facto incontestavel é que o sulfato e o bicarbonato de calcio são dois saes que predominam nas agnas potaveis.

Não repugna a admittir a existencia da cal em todas as aguas, ainda mesmo nas da chuva, sabendo-se que esta base forma a maior parte da crôsta terrestre. As aguas potaveis que encerram, como vimos, sulfato ou bicarbonato de calcio, podem, segundo Lefort (1), ser classificadas em aguas *sulfatadas e carbonatadas calcicas* conforme predumina o sulfato ou o carbonato. As concreções que se notam nos tubos que servem de conducção a algumas aguas, são formadas de bicarbonato de calcio que se deposita, por camadas successivas.

Os saes de calcio não precipitam pelo dichromato de potassio, acido hydrofluosilicico, nem *à fortiori* pelo sulfato de estroncio.

O seu melhor reagente é o oxalato de ammonio que precipita a cal no estado de oxalato de calcio, insoluvel no acido acetico e soluvel no acido chlorhydrico e azotico.

---

(1) J. Lefort, traité de chimie hydrologique.

Materias organicas. — Quando se evapora uma certa quantidade de agua, 150 a 200 c. c. o residuo obtido ennegrece ou não conforme a sua riqueza em materias organicas.

Além d'este processo de investigação temos ainda outro, que consiste em elevar à ebullição 100 c. c. de agua alcalinisada pela soda ou potassa a $^1/_{10}$ e ajuntar a pouco e pouco uma solução de 3,95 p. 1000 de permanganato de potassio até apparecer o tom côr de rosa: quanto maior fôr a quantidade de permanganato empregado, tanto maior será a quantidade de materias organicas existentes.

Azotitos e azotatos. — Os acidos nitroso e nitrico combinados com as bases, dão respectivamente *nitritos* e *nitratos*. A theoria da nitrificação explicou, até á descoberta das bacterias nitrificantes, a formação do acido nitrico.

Cavendish, demonstrou que os principaes elementos do ar, «azote e oxygenio», se combinam lentamente em pequenas proporções, pela acção da faísca electrica: absorvendo-se os acidos produzidos por uma solução alcalina, todo o azote é transformado a pouco e pouco em *azotitos* ou *azotatos*.

É o que explica a presença d'estes ultimos saes na agua da chuva colhida antes ou depois da tempestade.

O oxygenio do ar pela sua acção sobre o ammoniaco, em contacto com corpos porosos, taes como, a pedra de construcção das casas, produz acido azotico, em quantidade tanto maior quanto mais calcarea for a pedra.

As aguas da chuva, e tambem as da neve, contêm acido nitroso que muitas vezes precede o acido nitrico no decurso da nitrificação.

Desde as descobertas de SCHLŒSING e MÜNTZ, admitte-se que a formação do acido nitrico é devida a di-

versas bacterias descobertas em meios apropriados á sua existencia e multiplicidade.

Estas bacterias transformam o ammoniaco, quer em acido nitrico, quer em acido nitroso, segundo as condições de idade, temperatura, etc.

GAYON e DUPETIT, a quem se deve a descoberta da *bacterium denitrificans,* affirmam que ella decompõe os nitratos, transformando-os em nitritos e até mesmo em protoxydo de azote.

Se o acido nitrico se forma antes ou depois do acido nitroso; se as fermentações nitricas ou nitrosas têm logar no seio da massa liquida ou terrosa, é o que ainda não está sufficientemente demonstrado e nem importa a veracidade do facto; porém, não esqueça que a presença dos nitritos ou nitratos caracterizam qualquer agua.

As materias organicas azotadas em via de transformação activa dão tambem nitritos; estes saes podem reconhecer-se na agua, ainda mesmo em quantidade infinitamente pequena, pelo reagente Trommsdorf. Para o obter dissolvem-se em 100 c. c. d'agua distillada, 20 grammas de chloreto de zinco e ajunta-se a esta solução 5 grammas de amido; faz-se ferver durante uma hora ou até que o amido esteja completamente dissolvido, havendo o cuidado de substituir a agua que se for evaporando de modo a ser constante o volume.

Isto posto, dissolvem-se mais 2 grammas de iodeto de zinco e dilue-se com agua até perfazer 1 litro; filtra-se.

A sensibilidade do reagente evidencia-se com uma solução excessivamente diluida de nitrito de sodio.

Modo operatorio:

Toma-se um copo em que se lançam 100 c. c. de agua a analysar addicionada de 2 c. c. de acido sulfurico diluido, ajunta-se em seguida 5 c. c. do rea-

gente; se a agua contiver nitritos, produz no fim de 2 minutos côr azul mais ou menos intensa; se a côr leva muito tempo a formar-se, não tem valor, porque todas as aguas tomam côr azul n'estas condições.

Poderá ainda fazer-se uso do reagente de Denigès: Anilina pura 2 c. c., acido acetico crystallisavel 40 c. c., agua quantidade sufficiente para completar 100 c. c.

A agua tratada por este reagente dá uma colloração amarella que passa ao vermelho pela addição do acido chlorhydrico, se contiver azotitos.

Nitratos.—Estes saes indicam, como diz MALMÉJAC, quasi sempre o termo ultimo da oxydação das materias organicas no solo, e podem frequentemente ser o indicio d'uma polluição antiga da agua.

Procuram-se os nitratos evaporando n'uma capsula de porcellana ou de platina 10 c. c. de agua a analysar. Ao residuo da evaporação, depois de resfriado, addiciona-se 1 c. c. do reagente sulfo-phenico, que se faz deslisar pelas paredes da capsula; ajuntam-se então alguns centimetros cubicos d'agua distillada e ammonia em excesso. No caso de existirem nitratos, apparece immediatamente uma bella côr amarella que os caracteriza.

Reacção:

$$SO_4\overset{H}{/}—C_6H_5OH+3HNO_2=C_6H_2(NO_2)_3OH+3H_2+H_2SO_4:$$
$$C_6H_2(NO_2)_3OH+AmOH=\underbrace{C_6H_2(NO_2)_3OHAm}_{\text{Nitro-phenato de ammonio}}+H_2O.$$

O reagente sulfo-phenico prepara-se misturando 75 grammas de acido phenico puro com 925 grammas de acido sulfurico.

Ammoniaco-azote ammoniacal. — Uma das fórmas sob a qual póde apparecer o azote nas aguas, é a de azote dos saes ammoniacaes. É tambem provavel que os saes de ammonio sejam o resultado da vida de certas bacterias analogas ao *microccus urêa* e *bacterium urêa* de VAN THIEGEM e MIQUEL, que transformam, por via de hydratação, a urêa (carbamido) em carbonato de ammonio. (1)

O reagente especifico d'este ensaio é o de NESSLER, (iodeto duplo de potassio e de mercurio) que se prepara dissolvendo 50 grammas de iodeto de potassio e 25 grammas de bichloreto de mercurio em 50 c. c. d'agua, auxiliando a dissolução com o aquecimento a banho-maria. Quando o precipitado formado se não dissolve, lançam-se alguns crystaes de iodeto de potassio; deixa-se repousar e filtra-se o soluto ajuntando, depois de resfriado, 300 c. c. de lixivia de potassa pura a 40° Baumé e prefaz-se 1 litro com agua.

Decanta-se ou filtra-se novamente sendo preciso, e conserva-se ao abrigo da luz em frasco córado e rolha de borracha ou de esmeril.

Para usarmos d'este reagente como meio indicador do ammoniaco nas aguas, tomam-se 100 c. c. de agua a analysar e 2 c. c. do reagente; quando a agua encerra ammoniaco, produz-se uma coloração amarella, mais ou menos intensa conforme a sua riqueza em NH_3.

É sempre prudente que este ensaio se verifique ao abrigo dos vapores ammoniacaes, que frequentemente se encontram na atmosphera dos laboratorios.

Em vez do reagente de NESSLER, póde empregar-se tambem a tinctura de tornesol e phenol-phtaleina, sobre tudo no caso da agua conter muito ammoniaco.

---

(1) CHARLES LEPIERRE e VICENTE DE SEIÇA — Analyse chimica das aguas de Coimbra, pag. 31 — 1898

Com o fim de evitar todos os erros de interpretação, é costume fazer-se a contra-prova com agua distillada; o processo é sempre o mesmo.

Magnesia. — Em quasi todas as aguas potaveis se encontram vestigios de magnesia combinada com acido chlorhydrico, azotico e carbonico.

Para reconhecer a sua existencia concentra-se a agua e faz-se ferver depois, por alguns instantes com o ammoniaco; ajunta-se um excesso de oxalato de ammonio e deixa-se repousar durante algumas horas; filtra-se. Ao liquido filtrado juntam-se tambem algumas gottas de ammonia e soluto a 10 % de phosphato de sodio, ou melhor, de phosphato de ammonio.

Pela viva agitação, n'um tubo d'ensaio, tendo o cuidado de friccionar as paredes do tubo, produz-se um precipitado crystallino de phosphato ammoniaco-magnesiano, que observado ao microscopio se apresenta sob uma fórma especial absolutamente caracteristica.

Saes metallicos

Não é raro encontrar-se nas aguas potaveis vestigios de certos metaes, como o ferro, manganez, alumen, chumbo, cobre e zinco. Os tres primeiros podem julgar-se como elementos normaes da agua, porque a sua acção na economia não produz effeitos nocivos. Outro tanto não acontece com o chumbo que tantas vezes tem occasionado intoxicações de maior ou menor importancia.

Vamos expôr o methodo seguido na investigação d'estes metaes:

Caracteres dos saes de chumbo

1.º *O hydrogenio sulfurado* fórma precipitado negro

insoluvel no sulfhydrato de ammonio, soluvel no acido azotico fervente.

2.° *O sulfhydrato de ammonio* actua do mesmo modo que o hydrogenio sulfurado.

3.° *O acido chlorhydrico* dá precipitado branco crystallino, inalteravel á luz, pouco soluvel na agua. Nas soluções muito diluidas não se fórma precipitado.

4.° *A potassa* produz precipitado branco soluvel no excesso do reagente.

5.° *A ammonia* fórma precipitado branco ordinariamente composto de sal basico de chumbo, insoluvel no excesso do reagente.

6.° *O acido sulfurico* ou os *sulfatos* dão precipitado branco de sulfato de chumbo, quasi insoluvel na agua, mas soluvel na potassa ou no tartrato de ammonio.

7.° *O iodeto de potassio* dá precipitado amarello de iodeto de chumbo, soluvel no excesso do reagente ou na potassa.

8.° *O chromato de potassio* forma precipitado amarello de chromato de chumbo insoluvel no acido azotico diluido e soluvel na potassa.

9.° *O zinco metallico* precipita o chumbo das suas soluções salinas em laminas brilhantes.

Caracteres dos saes de cobre

1.° *O hydrogenio sulfurado* fórma precipitado negro um pouco soluvel no sulfureto de ammonio.

2.° *O sulphydrato de ammonio* comporta-se do mesmo modo como a reacção anterior.

3.° *A potassa* fórma precipitado azul.

4.° *A ammonia* dá precipitado azul-esverdeado de sal basico, que se dissolve facilmente n'um excesso de precipitante, produzindo liquido azul intenso.

5.º *O ferrocyaneto de potassio* fórma precipitado castanho escuro insoluvel nos acidos diluidos.

Se a solução do cobre é muito diluida, produz-se uma coloração acastanhada.

6.º *Uma lamina de ferro* mergulhada n'uma solução de sal de cobre, precipita o cobre, quando a solução é acidulada levemente pelo acido chlorhydrico.

Caracteres dos saes de zinco

1.º *O hydrogenio sulfurado* fórma precipitado branco de sulfureto de zinco insoluvel no excesso do precipitante, nos alcalis e no acido acetico; facilmente soluvel nos acidos chlorhydrico, azotico e sulfurico diluidos.

2.º *O sulfhydrato de ammonio* dá precipitado branco de sulfureto de zinco, soluvel no acido chlorhydrico e insoluvel no acido acetico.

3.º *A potassa* ou *ammonia* formam precipitado branco muito soluvel no excesso do reagente e saes ammoniacaes.

4.º *O ferrocyaneto de potassio* dá precipitado branco gelatinoso insoluvel no acido chlorhydrico.

5.º *O ferricyaneto de potassio* fórma precipitado amarello-avermelhado, soluvel no acido chlorhydrico e ammonia.

Sempre que haja necessidade de procurar estes saes na agua potavel, a pratica demonstra a vantagem que existe em concentrar alguns litros d'agua, á qual se junctam previamente algumas gottas de acido chlorhydrico para seguidamente se proceder á sua analyse.

Materias fecaes ou urinarias

A contaminação das aguas pelas materias fecaes ou urinarias é tanto mais frequente quanto mais vi-

sinhas das povoações estiverem as nascentes ou os poços.

Por esta razão superior a todas, é que os hygienistas, na sua maior parte, proscrevem o uso da agua dos poços, que estejam construidos dentro das cidades.

O processo mais geralmente seguido n'esta analyse é o de BAUDRIMONT e o de ZUNE.

Descrevemos o primeiro processo por nos parecer o mais simples e ainda o menos defeituoso.

A 100 c. c. de agua suspeita reune-se metade do seu volume de ether ordinario; agita-se moderadamente durante alguns minutos, rolha-se o frasco em que se faz a experiencia e deixa-se repousar.

Decanta-se depois o ether, que sobrenada, ou tira-se com uma pipeta para uma capsula de porcellana onde se deixa evaporar á temperatura ordinaria.

As aguas contaminadas pelas materias fecaes deixam depois da evaporação do ether um residuo imperceptivel que impregna a capsula d'um cheiro caracteristico de materias fecaes.

Convem que o ether seja evaporado á temperatura do meio porque, se ella se elevasse, o cheiro seria com elle arrastado.

Gazes. — Para medir a quantidade de gazes existentes n'uma agua, toma-se um balão que se enche de agua e faz-se communicar com um tubo abductor, tambem cheio de agua que termina n'uma tina de mercurio. Aquecendo o balão á temperatura de 70 a 80° centigrados vêm-se desenvolver bolhas gazosas que se recolhem n'uma campanula cheia de mercurio invertida na tina. Pesando o liquido contido no balão e no tubo, antes e depois da experiencia, a differença mostra a quantidade de gaz desenvolvido.

Além dos componentes do ar (oxygenio, azote,

anhydrido carbonico, etc.), o gaz que mais frequentemente se encontra nas aguas é o da *illuminação*, que se pode reconhecer pelo cheiro, e pelo processo *Himly*, que consiste em ajuntar agua chlorada á agua a ensaiar e expôr a mistura á luz solar durante uma hora.

Elimina-se o excesso do chloro pelo oxydo de mercurio a fim de evidenciar bem o *cheiro de carboneto de hydrogenio* que a agua exhala no caso de conter aquelle gaz.

CAPITULO III

Analyse ponderal

Hydrotimetria

Dissemos que a dureza das aguas depende principalmente da presença de saes calcareos e magnesianos que têm a propriedade de decompôr o sabão alcalino, formando sabões terrosos insoluveis. Como é sabido, o sabão é uma mistura de palmitato, margarato, estearato, e oleato de sodio; ora, sendo assim, quando se encontra em presença dos saes alcalino-terrosos, forma um precipitado constituido pelos correspodentes saes de calcio e magnesio:

$$\underbrace{2(C_{16}H_{31}O_2Na)}_{\text{Palmitato de sodio}} + \underbrace{CaSO_4}_{\text{Sulfato de calcio}} = \underbrace{Na_2So_4}_{\text{Sulfato de sodio}} + \underbrace{(C_{16}H_{31}O_2)^2Ca}_{\text{Palmitato de calcio, insoluvel}}$$

A mesma reacção se observa com o margarato $C_{17}H_{33}O_2Na$, com o estearato $C_{18}H_{35}O_2Na$, e finalmente com o oleato de sodio $C_{18}H_{33}O_2Na$. (1)

---

(1) O gaz carbonico livre, dissolvido na agua comporta-se do mesmo modo apresentando reacções similares ás dos saes alcalino terrosos.

$$\underbrace{2(C_{16}H_{31}O_2Na)}_{\text{Palmitato de sodio}} + CO_2 + H_2O = \underbrace{2C_{16}H_{32}O_2}_{\text{Acido palmitico}} + CO_3Na_2$$

Quando os saes contidos na agua são bicarbonatos, a *dureza* é *temporaria* e desapparece pela ebullição da agua que os precipita decompondo-os; se porém, são sulfatos ou chloretos a dureza é permanente e persiste mesmo depois d'uma ebullição prolongada.

O methodo hydrotimetrico, serve-nos para determinar approximadamente estas duas especies de *dureza,* ensaiando antes e depois d'uma ebullição de quatro ou cinco horas.

O grau obtido depois da ebullição é devido aos sulfatos e chloretos calcareos ou magnesianos e a differença de dureza obtida antes e depois da ebullição indica a quantidade de carbonatos das mesmas bases.

Marcando a agua, por exemplo, 30 graus hydrotimetricos antes da ebullição e 10 graus depois, a sua *dureza temporaria* será de 20 graus e a *dureza permanente* de 10.

Este methodo devido a CLARKE, foi aperfeiçoado e generalisado na França por BOUTRON e BOUDET, que lhe introduziram melhoramentos de valor, porém, faltava agora que o SR. CHARLES LEPIERRE, lhe desse o ultimo golpe decisivo acabando com elle, por lhe ter reconhecido alguns defeitos, e substituil-o pelo seu novo methodo, que é simplicissimo.

Entre outros defeitos, verificou o distincto chimico que um grau hydrotimetrico de BOUTRON e BOUDET não corresponde a uma parte de carbonato de calcio dissolvido em 100:000 partes d'agua, como muitos tem escripto, mas a uma parte em 97:100. N'este caso, o grau francês não é igual a 0°,56 allemão e 0°,70 inglês, como indica MALMEJAC e outros, mas sim:

1.° francez = 0°,58 allemão = 0°,72 inglez.

Mais: sob o ponto de vista technico a galheta de BOUTRON e BOUDET é um apparelho incommodo e subjeito a numerosos erros: augmento do volume do soluto devido ao aquecimento produzido pelo calor da mão; o desperdicio de gottas que escorregam ao longo da galheta; etc., erros importantes com relação ao pequeno volume (0,^{cc}104) de licor de sabão correspondente ao 1.º grau, BOUTRON e BOUDET.

O methodo LEPIERRE, além de não ter estes defeitos, dispensa ainda os apparelhos especiaes, para esta ordem de analyses, que reputamos inconvenientes sempre que para cada especie de analyse haja material particular.

Sem attendermos ás largas descripções apresentadas por diversos livros a proposito do methodo hydrotimetrico que julgamos sem valor, desde que foi criado e posto em pratica o de LEPIERRE, vamos descrever este, por ter sido o que nos serviu no estudo das nossas aguas, dispensando a rhetorica d'aquelles que reputamos superflua.

O novo methodo é o seguinte:

1.º Tomam-se 0^{gr},25 *chloreto de calcio* fundido, e dissolvem-se n'um litro d'agua distillada, como no processo de BOUTRON, excluindo os saes de baryo, cujo precipitado, n'este caso, nenhuma semelhança tem com o precipitado dos saes de calcio ou de magnesio.

2.º Faz-se uma *solução de sabão*. Para isso pesam-se 10 ou 11 grammas de sabão amygdalino, secco á temperatura ordinaria e dissolvem-se n'um litro de alcool a 65°–70° G. LUSSAC. Esta solução neutralisa quasi exactamente os 100 c. c. da solução de $CaCl_2$.

Titula-se o soluto de sabão, por meio do chloreto de calcio, empregando 100 c. c. d'este ultimo, de modo a obter a espuma persistente com 25 c. c. de sabão, a que se devem accrescentar 2 c. c., necessarios

para a producção da espuma persistente na agua distillada.

O modo operatorio é simples: Por meio d'um balão graduado medem-se 100 c. c. de soluto de chloreto de calcio, que correspondem a $0^{gr},25$ de sal e lançam-se n'um copo; faz-se cair dentro d'elle pouco e pouco o soluto de sabão por intermedio da galheta de Mohr.

Para que os solutos se correspondam é necessario que 25 c. c. de sabão neutralisem 100 c. c. de chloreto de calcio.

Ora, isto nem sempre se verifica, mas admittindo essa hypothese, uma simples proporção mostraria a quantidade de alcool a addicionar para que o limite não ultrapasse, isto é, que se não gastem mais de 25 c. c.

A determinação do *grau hydrotimetrico* por este processo, faz-se d'este modo:

Tomam-se 100 c. c. de agua a analysar, vertem-se, dentro d'um frasco munido d'uma rolha; deixa-se cair o soluto de sabão a pouco e pouco, agitando frequentes vezes, até que o sabão produza espuma persistente; lendo-se o numero de centimetros cubicos empregados teremos o *grau hydrotimetrico*.

Cada centimetro cubico ou grau é igual a um centigramma de saes alcalino-terrosos calculados em chloreto de calcio por litro.

Quando o grau hydrotimetrico excede a 30, formam-se grumos de sabão no seio do liquido e o methodo torna-se pouco exacto; n'este caso dilue-se a agua até se obter sómente opalescencia.

Sob o ponto de vista do grau hydrotimetrico os hygienistas classificam as aguas do seguinte modo:

	Grau hydrotimetrico
Agua pura	menos de 15°
» potavel	de 15° a 30°
» suspeita	mais de 30°
» má	mais de 100°.

Dosagem do oxygenio dissolvido na agua

As aguas superficiaes que estão em contacto com o ar atmospherico, dissolvem os diversos gazes que entram na sua composição, mas com o seu coefficiente de solubilidade proprio.

D'este modo admitte-se nas aguas a existencia do oxygenio, azote, anhydrido carbonico, argon, metargon, neon, crypton, e helium.

De todos estes gazes o que mais importa dosear é o oxygenio, do qual sómente nos occuparemos, por nos parecerem de somenos importancia, os restantes.

Como adiante veremos as aguas muito ricas em materias organicas, podem fazer variar immenso a proporção do oxygenio, mas não sómente estas: as bacterias aerobias e outros seres vivos, concorrem tambem bastante para esse fim.

Verifica-se que n'aquellas aguas, o volume de oxygenio dissolvido, vae diminuindo progressivamente, até que desapparece por completo, ou fica reduzido a um pequeno volume. Demonstra a experiencia que isto tem toda analogia com o que se passa dentro de frascos hermeticamente fechados.

O oxygenio da agua alli dissolvido vae diminuindo não só á medida que o trabalho de oxydação das materias organicas se fôr dando, mas ainda segundo o que aproveita ás necessidades da vida dos microbios aerobios e outros.

Isto mostra a necessidade de dosear o oxygenio em acto continuo á colheita da agua.

São varios os processos que têm sido propostos para esta dosagem, comtudo, os mais usados são o de Mohr *modificado por* Lévy, ainda muito usado n'alguns laboratorios, e o processo aconselhado por Roberto Duarte Silva que tem por base a oxydação do hy-

drato ferroso, em presença da potassa ou soda, pelo oxygenio dissolvido na agua.

Damos preferencia a este por ser mais nosso conhecido, e usado na Escola Industrial Brotero.

O processo consiste em introduzir 500 c. c. da agua a analysar n'um frasco em que uma corrente de gaz carbonico expulsa todo o ar que existe á superficie da mesma agua. Por meio d'um funil com torneira lança-se um soluto titulado de sulfato ammoniaco-ferroso, e, em seguida, pelo mesmo funil, um soluto de hydrato de potassio impedindo n'estas addições a entrada do ar atmospherico; forma-se um precipitado de hydrato ferroso que a pouco e pouco se vae combinando com o oxygenio dissolvido na agua; meia hora depois introduz-se no frasco acido sulfurico diluido, de modo a dissolver o precipitado e tornar o liquido acido; acto continuo avalia-se o excesso de sal ferroso, por meio d'um soluto titulado de permanganato de potassio.

As equações que seguem mostram as reacções produzidas pelo oxygenio dissolvido:

1.º) $\underbrace{(SO_4)^2Fe.(NH_4)^2}_{\text{Sulfato ammoniaco ferroso}} + 2KOH = SO_4(NH_4)^2 + SO_4K_2$ (1) $+ \underbrace{Fe(OH)^2}_{\text{Hydrato ferroso}}$

2.º) $2Fe(OH)^2 + \underbrace{O}_{\text{Oxygenio dissolvido na agua}} + H_2O = \underbrace{Fe_2(OH)_6}_{\text{Hydrato ferrico}}.$

É facil saber pelo calculo o volume e o peso de oxygenio (medido a 0° e 760^{mm} de pressão) que corresponde a uma molecula de sulfato ammoniaco-ferroso oxydado.

---

(1) Parte d'este sal passa ao estado de sulfato de potassio, ficando a ammonia livre.

Para estudar a alterabilidade d'uma agua, ALBERT LÉVY, determina consecutivamente á sua colheita, a quantidade de oxygenio dissolvido, depois conserva-a em frascos completamente cheios e rolhados a uma temperatura de 33°, durante 48 horas; no fim d'este tempo, repete a dosagem.

A differença existente entre a primeira dosagem e esta ultima, constitue o que elle chamou *coefficiente de alterabilidade da agua.*

Os hygienistas, debaixo do ponto de vista do oxygenio, classificam as aguas do seguinte modo:

Agua pura.....	mais de 7,^{cc}5	de oxygenio	por litro
» potavel.....	mais de 5,^{cc}	»	»
» suspeita....	menos de 5,^{cc}	»	»
» má.....	menos de 5,^{cc}	»	»

Dosagem dos elementos mineraes

Os elementos mineraes que se pódem encontrar normalmente na agua, em dissolução ou em suspensão, são da mesma especie dos que constituem os diversos terrenos que ella atravessa.

N'uma analyse d'agua destinada á alimentação deve dosear-se:

1.° Residuo secco.	6.° Calcio.
2.° Residuo fixo depois da calcinação.	7.° Magnesia.
	8.° Alcalinidade.
3.° Perda ao rubro.	9.° Chloretos.
4.° Silica.	10.° Sulfatos.
5.° Ferro e alumina.	11.° Phosphatos.

Residuo secco. — Residuo fixo depois da calcinação. — Perda ao rubro. — Evapora-se a B. M. um litro de agua n'uma capsula de platina, previamente tarada, tendo o

cuidado de evitar as projecções ou perda do liquido e manter sempre á mesma altura o nivel na capsula, com novas addições de agua, á medida que se fôr evaporando.

Finda a evaporação, secca-se a capsula n'uma estufa regulada a 110° durante quatro horas, e pesa-se: tem-se assim o residuo secco (1).

Leva-se em seguida progressivamente ao rubro-cereja. Terminada a incineração, recupera-se, depois do arrefecimento, o residuo por alguns centimetros cubicos d'uma solução saturada de carbonato de ammonio de modo a recarbonatar as bases alcalino-terrosas.

Secca-se a B. M. e aquece-se de novo a fogo nú para volatilizar o excesso de carbonato de ammonio, mas sem levar a calcinação tão longe como no primeiro caso.

Uma nova pesagem fará conhecer a *perda* ao rubro que representa as materias organicas, os saes ammoniacaes e uma parte dos nitratos e chloretos volatilizados directamente ou pela reacção reciproca, na primeira parte da operação, assim como a agua de constituição de certos saes.

---

(1) Duas causas d'erro podem influir neste resultado:

1.° Quando nos encontramos em presença d'uma agua magnesiana, durante a evaporação, o chloreto de magnesio perde, por volatilisação o acido chlorhydrico.

Este inconveniente póde remediar-se ajuntando á agua 0,1 ou 0,2 de carbonato de sodio puro e secco, que depois se subtráe do peso residual.

Esta causa d'erro é geralmente insignificante para as aguas potaveis.

2.° O carbonato de ferro que encerram certas aguas perde o acido carbonico e fica no estado de sesquioxydo; este erro é ainda menor que o primeiro e póde até passar despercebido.

Analyse quantitativa do residuo fixo depois da calcinação. — Redissolve-se o residuo fixo (1) por alguns centimetros cubicos de agua distillada e quente, na qual se deixam caír algumas gottas de acido chlorhydrico até á dissolução. Evapora-se novamente até á seccura a M. B., depois ajunta-se, para insolubilizar a silica, 2 c. c. de acido chlorhydrico e finalmente 50 c. c. de agua distillada e quente.

A.—**Dosagem da silica.**—Filtra-se e lava-se a capsula e o precipitado com agua distillada e quente com o fim de assegurar a dissolução do sulfato de calcio. A silica insoluvel adhere, algumas vezes, fortemente ás paredes da capsula, tornando-se necessario destacal-a com um pequeno fragmento de papel que se lança sobre o filtro ao mesmo tempo que as aguas de lavagem. Embora com isso a capsula pareça estar completamente limpa, convém sempre laval-a ainda mais uma vez bem como o proprio filtro.

O liquido filtrado, como o que serviu ás lavagens, aproveita-se para um balão de vidro que nos servirá para ulteriores ensaios.

Para ter o peso da silica d'um litro de agua, é preciso, depois do filtro secco, incineral-o e pesar o residuo. O resultado é expresso em milligrammas de SiO_2.

B. — **Dosagem da alumina e do oxydo de ferro.** — Ao liquido que resultou da operação precedente juntam-se

---

(1) Os limites adoptados pelos chimicos para avaliar uma agua pelo seu residuo fixo é o seguinte:

Agua pura.....	menos de 100	milligr.	por litro.
» potavel.....	menos de 500	»	»
» suspeita.....	de 500 a 700	»	»
» má.....	mais de 700	»	»

algumas gottas de ammoniaco. Mantem-se a B. M. durante duas horas ou o tempo necessario para expulsar o ammoniaco em excesso.

Procede-se á filtração, se ella tiver logar, para separar o oxydo de ferro e alumina, que se avalia gerelmente *por junto* depois da incineração e pesagem do residuo.

O ferro é avaliado em milligrammas de Fe_2O_3; a alumina em Al_2O_3.

N'estes casos especiaes, procede-se á separação do ferro e da alumina pelos methodos conhecidos e correntes.

Geralmente costuma-se dosear sómente o ferro, d'uma quantidade conhecida de agua e leva-se ao minimo por intermedio do zinco puro e acido sulfurico, e, calcula-se a quantidade de permanganato necessario para se per'oxydar. Conhecido o peso de Fe_2O_3 contido n'um litro de agua, tem-se por differença o peso da alumina.

Foram determinados os limites seguintes para a quantidade de silica, alumina e oxydo de ferro que podem existir na agua:

Agua pura.....	menos de	10	milligr.	por litro.
» potavel	de	20	»	»
» suspeita.....	mais de	20	»	»

C. — **Dosagem da cal.** — O liquido filtrado e aguas de lavagem (tendo logar a separação do precipitado do oxydo de ferro e alumina) são ligeiramente aciduladas pelo acido acetico, tendo antes ou depois tambem que se addicionar um excesso d'uma solução de oxalato de ammonio. A cal precipita-se no estado de oxalato de calcio. Favorece-se a precipitação mantendo-se o liquido durante algumas horas a B. M.; filtra-se em seguida e lava-se o precipitado com agua distillada e

quente. Incinera-se e, depois da calcinação, retoma-se o residuo pela solução de carbonato de ammonio, expulsado o excesso pelo calor. Deixa-se resfriar no exsiccador e pesa-se. Obtem-se assim o peso da cal no estado de carbonato que se póde transformar em CaO, multiplicado o peso achado por 0,56 (1).

Este methodo poderá ainda ser substituido vantajosamente por outro que permitte dosar directamente a cal no estado anhydro. Para isso, concentra-se, sendo preciso, todo o liquido separado da dosagem B, e trata-se pelo oxalato de ammonio, aquecendo-se ligeiramente: fórma-se um precipitado branco de oxalato de calcio. Filtra-se; lava-se o precipitado com agua quente, conservando-se todo o liquido filtrado; secca-se, calcina-se ao rubro vivo. e pesa-se a cal anhydra proveniente da decomposição do oxalato de calcio.

Reacções:

1.º) $\underbrace{CaCl_2}_{\text{Chloreto de calcio}} + \underbrace{C_2O_4(NH_4)^2}_{\text{Oxalato de ammonio}} = 2NH_4Cl + \underbrace{C_2O_4Ca}_{\text{Oxalato de calcio}}$.

2.º) $C_2O_4Ca = CO + CO_2 + \underbrace{CaO}_{\text{Cal anhydra}}$.

Fôram fixados os limites seguintes para a quantidade de cal nas aguas:

Agua pura	menos de	30	milligr.	por litro.
» potavel	menos de	100	»	»
» suspeita	de	100 a 180	»	»
» má	mais	de 180	»	»

(1) Para simplicidade dos calculos em qualquer analyse «ponderal, vide — *Factorem Tabellem zur ausführung chemischer rechnungen von* JOAQUIM DOS SANTOS E SILVA» *Braunschweig*, 187.

É um dos trabalhos mais completos que conhecemos, por isso não podemos deixar de lhe fazer referencia, quando elle mereceu os applausos de todos os chimicos allemães.

D. — **Dosagem da magnesia.** — Evaporado o liquido que ficou da filtração do oxalato de calcio, e precipitando-o pelo phosphato de ammonio ou pelo de sodio em presença da ammonia, obtem-se um precipitado de phosphato ammoniaco-magnesiano, que se deixa repousar por 12 a 24 horas.

Filtra-se; lava-se com agua ammoniacal, secca-se e calcina-se ao rubro e pesa-se a magnesia no estado de pyro-phosphato de magnesio, $Mg_2P_2O_7$.

O peso encontrado, multiplicado por 0,36, dá o peso da magnesia MgO.

As reacções seguintes explicam esta ordem de phenomenos:

$$\underbrace{MgCl_2}_{\text{Chloreto de magnesia}} + \underbrace{PO_4Na_2H}_{\text{Phosphato de odio}} + \underbrace{NH_4OH}_{\text{Ammonia}} = 2NaCl + \underbrace{PO_4NH_4Mg}_{\text{Phosphato de ammonio e magnesia}} + H_2O$$

$$2(PO_4NH_4Mg) = P_2O_7Mg2 + 2NH_3 + H_2O.$$

Os hygienistas fixaram estes limites:

Agua pura.....	menos de	10	milligr. por litro.
» potavel.....	menos de	20	» »
» suspeita	de	30 a 100	» »
» má.....	mais	de 100	» »

Alcalinidade

Dosagem dos alcalis; potassa e soda. — É pouco importante esta dosagem, e só tem valor em casos muito excepcionaes, visto a sua quantidade n'algumas aguas ser infinitamente pequena.

Para se proceder a esta dosagem, evapora-se até 500 c. c., um ou mais litros de agua; ajunta-se ao producto da evaporação um excesso de agua de baryta e ferve-se.

N'estas condições precipitam-se as bases das quatro primeiras classes; filtra-se e lava-se o precipitado com

agua distillada e fervida. Isto posto, precipita-se o excesso de baryta pelo carbonato de ammonio e uma corrente de gaz carbonico, no liquido separado; aquece-se até á ebullição para decompôr o carbonato de baryta que se tenha formado e filtra-se novamente.

O liquido filtrado, acidulado pelo acido chlorhydrico puro, é evaporado n'uma capsula de platina, cuja tara se conhece; calcina-se ao de leve o residuo e pesa-se.

Obtem-se assim o peso dos chloretos de potassio e sodio correspondente á potassa e soda existentes na agua submettida á experiencia.

Redissolve-se o residuo dos chloretos, pela agua distillada e quente, verte-se n'esta solução um soluto concentrado de chloreto de platina até que se obtenha uma leve coloração amarella do liquido, e concentra-se. Obtem-se a precipitação completa da potassa ajuntando-lhe o alcool; faz-se a exsiccação do precipitado, depois de ter sido tractado pelo alcool a 80° e pesa-se.

Podem-se ainda evaporar a B. M. as soluções dos chloretos addicionadas de chloreto de platina, retomando o residuo pela mistura de volumes iguaes de alcool e ether, filtra-se então por um filtro secco a 100°, afim de tornar o peso constante, e tarado. Lava-se o precipitado com uma mistura de ether e alcool, tantas vezes quantas as necessarias para que o liquido filtrado não apresente côr amarellada.

Procede-se de novo á exsiccação do filtro e conteúdo até que o peso seja constante.

Subtrahindo do peso assim obtido, o peso do filtro, teremos por differença o peso do chloro-platinato de potassio, que multiplicado por 0,30507 dá o chloreto de potassio correspondente.

Conhecendo-se o peso da somma dos chloretos de potassio e de sodio e o do chloreto de potassio, determinar se-ha por differença o peso do chloreto de sodio.

O peso do chloreto de potassio achado, multiplicado por 0,5245, dá o peso do potassio; e multiplicado por 0,6318, o da potassa anhydra.

O peso do chloreto de sodio encontrado, mutiplicado por 0,3931, dá o peso do sodio; e por 0,5302, o da soda anhydra.

Este methodo, clarissimo, tem, todavia, o inconveniente de ser muito trabalhoso. Pode simplificar-se avaliando a alcalinidade da agua em carbonato de calcio. Esta determinação consiste em neutralizar os saes da agua, sobretudo os carbonatos, pelo *acido sulfurico decinormal,* cujo excesso se avalia pela mudança de côr d'um soluto alaranjado de methylo (materia córante derivada da methylanilina). Sabendo-se que cada centimetro cubico de acido neutraliza 5 milligrammas de *carbonato de calcio,* facil nos será chegar, pelo calculo, a avaliar a alcalinidade da agua em carbonato de calcio.

Os limites para as differentes classes de agua acham-se estabelecidos do modo seguinte:

Agua pura.....	menos de	50	milligr.	de carbonato de calcio.
» potavel...	menos de	200	»	»
» suspeita..	de	200 a 350	»	»
» má.....	mais	de 350	»	»

Dosagem do chloro. — Os chloretos podem dosear-se *por peso* eu *por volume.*

No primeiro caso (que aproveita á analyse das aguas mineraes) evaporam-se até metade do seu volume 500 c. c. de agua acidulada pelo acido azotico puro. Ajunta-se depois um ligeiro excesso d'uma solução de nitrato de prata. Encerrando a agua chloretos, forma-se acto continuo um precipitado de chloreto de prata, que se deixa depositar durante algumas horas, e filtra-se por um filtro tarado e secco a 100°.

Lava-se o precipitado com agua distillada, repeti-

das vezes, e secca-se conjunctamente com o filtro a uma temperatura de 100° até tornar o peso constante.

A differença entre o peso assim encontrado e a tara do filtro, dá o peso do precipitado de chloreto de prata. Este peso, multiplicado por 0,24724, dá o peso do chloreto; e por 0,25435, o do acido chlorhydrico equivalente.

O *methodo volumetrico* é utilizado invariavelmente na dosagem do chloro existente nas aguas de alimentação. O methodo baseia-se no seguinte:

Se a um soluto de chloretos addicionarmos um soluto centesinormal de nitrato de prata ($1^{gr.},7$ por lito), contido na galheta de MOHR, obteremos um precipitado branco, insoluvel, de chloreto de prata.

Tendo lançado, antes, no copo em que se realiza a experiencia III ou IV gottas d'um soluto de chromato neutro de potassio, sem chloro, a 10 %, o liquido passa do amarello-esverdeado ao amarello côr de laranja, indicio da formação d'uma pequena quantidade de chromato de prata, que sempre tem logar desde que todo chloro esteja precipitado.

Deixando cair o nitrato de prata na agua contendo o chromato, obtem-se simultaneamente um precipitado branco de chloreto de prata e outro vermelho de chromato de prata; este ultimo, reagindo sobre os chloretos ainda existentes no liquido, transforma-se — por ser essa reacção mais exothermica — em chloreto de prata, regenerando-se o chromato alcalino.

É o que indicam as equações que seguem:

a) $NaCl + AgNO_3 = AgCl + NO_3Na$

b) $K_2CrO_4 + 2AgNO_3 = \underbrace{Ag_2CrO_4}_{\text{Chromato de prata (vermelho)}} + 2KNO_3$

c) $Ag_2CrO_4 + 2NaCl = 2AgCl + Na_2CrO_4.$

Este cyclo repete-se até que não haja mais chloretos a precipitar. N'este momento, o chromato de prata não encontrando já o chloreto soluvel para fazer a dupla decomposição, mantem-se livre no liquido e córa a massa em alaranjado, em virtude da reacção *b*.

Quando a um volume conhecido de agua, tivermos juncto o chromato de potassio e o soluto de nitrato de prata centesinormal, lê-se sobre a galheta o numero de centimetros cubicos de nitrato de prata que se gastaram; este numero multiplicado por $0^{milligr.},354$ dá a quantidade de chloro que existia no volume da agua submettida á dosagem.

Se a agua é muito rica em chloretos, emprega-se para a dosagem um soluto de nitrato de prata decinormal. Se a agua é alcalina (coloração pela phtaleina), é preciso satural-a antes de tudo com um pouco de acido acetico.

Debaixo do ponto de vista dos chloretos, os hygienistas classificam as aguas do seguinte modo:

Agua pura.....	menos de	15	milligr. de chloro	por litro.
» potavel.....	menos de	40	»	»
» suspeita....	de 50 a	100	»	»
» má.....	mais de	1000	»	»

Dosagem do acido sulfurico. — Em 500 c. c. d'agua concentrada e acidulada por 2 $^1/_2$ c. c. de acido chlorhydrico puro, vertem-se 10 c. c. d'uma solução saturada de chloreto de baryo. Mantem-se a B. M. durante algumas horas para facilitar o precipitado de sulfato de baryo. Filtra-se; calcina-se e pesa-se o residuo.

O resultado é avaliado em SO_3 (anhydrido sulfurico), multiplicando o peso do sulfato de baryo obtido pelo coefficiente 0,3433.

O quadro seguinte mostra os limites em que deve variar o acido sulfurico (SO_3) nas aguas:

Agua pura	menos de	5	milligr.	por litro.
» potavel	de	25 a 30	»	»
» suspeita	mais de	30	»	»
» má	mais de	50	»	»

Dosagem do acido phosphorico. — No Congresso de Bruxellas assentou-se, que o acido phosphorico é um elemento normal da agua potavel; é por isso que, esta dosagem raramente se pratica: mas se é verdadeiro que certas aguas excellentes encerram phosphatos, não é menos verdadeiro tambem, que, as materias fecaes e urinarias são portadoras de grandes proporções, e que a presença do acido phosphorico pode n'este caso indicar uma contaminação por estas materias.

Ainda no mesmo Congresso se acordou, que fosse condemnada a agua que pela dosagem revelasse mais de *cinco milligrammas* de acido phosphorico por litro.

A este proposito, os limites fixos d'este corpo, irão consignados mais adiante.

A pratica geralmente seguida n'esta dosagem consiste em precipitar todo o acido phosphorico existente na agua, em presença do acido azotico, pelo reagente *molybdico:* Aquecendo-se a mistura, facilita-se a formação do precipitado amarello de phosphomolybdato de ammonio, que pode ser maior ou menor segundo a riqueza da agua em phosphatos. A reacção que se opera é a seguinte:

$$\underbrace{10[Mo_7O_{24}(NH_4)^6]}_{\text{Molybdato de ammonio}} + \underbrace{7PO_4H_3}_{\text{Acido phosphorico}} + \underbrace{39HNO_3}_{\text{Acido azotico}}$$
$$= \underbrace{7[(MoO_3)^{10}PO_4(NH_4)^3]}_{\text{Phosphomolybdato de ammonio}} + \underbrace{39NH_4NO_3}_{\text{Azotato de ammonio}} + \underbrace{30H_2O}_{\text{Agua}}.$$

O precipitado do phosphomolybdato de ammonio, pesado depois de secco, mostra a quantidade do acido

phosphorico. Sabendo-se que este precepitado não é completamente insoluvel, o que explica tambem a precipitação incompleta do acido phosphorico, a conclusão a deduzir-se é que o processo só pode fornecer resultados meramente aproximados e portanto, de nenhum valor n'uma analyse rigorosa.

Para remediar estas causas d'erro, foi proposto o *methodo colorimetrico de* LEPIERRE, que consiste em dissolver em 1000 c. c. de agua distillada 75 milligrammas de phosphato de sodio puro. Introduzem-se, em pequenos frascos de 50 c. c., quantidades determinadas successivamente crescentes d'esta solução começando por 0,2 c. c. até se obter uma escala typica, que se pode elevar até 20 ou 30 c. c. Ajunta-se a cada frasco 2 c. c. do reagente molybdico e perfazem-se 50 c. c. com agua distillada. Fecham-se hermeticamente os frascos assim preparados, agitam-se e guardam-se.

Obtemos assim uma escala de tons, córada.

Pretendendo-se dosear por esta escala o acido phosphorico das aguas, evaporam-se 100 ou 50 c. c. de agua conforme a quantidade presumida de acido phosphorico, redissolve-se o residuo pelo acido azotico puro, evapora-se novamente, para insolubilisar a silica que se separa, visto que a sua presença pode ser uma causa de erro, dissolve-se ainda outra vez o reziduo no acido azotico e verte-se n'um frasco semelhante aos da escala colorimetrica, tendo o cuidado de lavar bem a capsula em que se fez a evaporação, com agua distillada que se vae reunindo cuidadosamente de modo a perfazer só 48 c. c. ou então que não passe alem do ponto de referencia que usa acompanhar estes frascos.

Os 50 c. c. serão completos com 2 c. c. do reagente molybdico. Comparando a coloração obtida com a da escala typica, teremos por semelhança a quantidade de acido phosphorico.

Os limites d'este corpo acham-se comprehendidos assim:

Agua pura..... vestigios tenuissimos
» potavel.... menos de $0^{milligr.},5$ de P_2O_5 por litro
» suspeita... 0, 5 a 1 milligr. »
» má..... mais de 1 milligr. »

Dosagem das materias organicas

N'esta dosagem o processo mais geralmente seguido, consiste em determinar a quantidade de oxygenio fornecido pelo permanganato de potassio ás materias organicas para se oxydarem.

É costume operar simultaneamente em meio acido e em meio alcalino por se admittir, um pouco empiricamente, que as materias organicas de origem vegetal se oxydam mais facilmente em solução acida, emquanto que as de origem animal se oxydam melhor em meio alcalino. Reservamos para mais tarde algumas considerações sobre este assumpto.

A quantidade de permanganato de potassio gasto na oxydação das substancias organicas é proporcional á riqueza d'essas mesmas substancias existentes em qualquer agua.

Os reagentes empregados n'esta dosagem são:

1.º Uma solução de permanganato de potassio contendo $0^{gr},316$ de sal por litro de agua distillada.

2.º Uma solução centinormal $\left(\frac{N}{100}\right)$ de acido oxalico, contendo $0^{gr.},63$ de acido por litro.

Cada $0^{gr.},63$ de acido oxalico reduz $0^{gr.},316$ de permanganato.

3.º Uma solução de acido sulfurico, que se obtem misturando tres volumes d'agua distillada com um volume de acido sulfurico concentrado e puro.

Na dosagem das materias organicas das aguas que analysámos, empregamos a technica seguida hoje na Escola Brotero para o mesmo fim, despresando o processo até ha pouco usado, que, sendo muito mais trabalhoso, é tambem menos exacto.

Entraremos pois na sua descripção.

Dosagem em meio alcalino. — Introduz-se n'um balão 200 c. c. de agua a analysar, ajunta-se 1 c. c. de lixivia de soda e 20 c. c. de soluto titulado de permanganato de potassio; ferve-se durante 10 minutos, deixa-se resfriar até 50°, verte-se no liquido 10 c. c. de acido sulfurico e 20 de soluto $\frac{N}{100}$ de acido oxalico; agita-se; quando o liquido estiver incolor, deixa-se caír gotta a gotta o soluto de permanganato de potassio contido na galheta de Mohr até á coloração rosea persistente.

As soluções do permanganato de potassio e do acido oxalico são equivalentes.

Os resultados podem ser expressos, quer em acido oxalico, quer em permanganato, quer ainda em oxygenio.

Cada centimetro cubico de soluto de permanganato de potassio contém $0^{gr.},0003163$ equivalente a $0^{millig.},08$ de oxygenio disponivel.

Dosagem em meio acido. — N'um balão introduzem-se 200 c. c. de agua a analysar, 20 c. c. de permanganato de potassio e 10 c. c. de acido sulfurico. Leva-se á ebullição durante 10 minutos, deixa-se resfriar e ajunta-se 20 c. c. de acido oxalico.

O liquido é descórado immediatamente em virtude da reducção do permanganato de potassio.

Esta reducção é feita á custa das materias organicas existentes na agua que reduzem uma parte do permanganato de potassio; ora, sabendo-se que 20

c. c. de acido oxalico necessitam de 20 c. c. de permanganato para se neutralizarem, é evidente que, a parte utilizada pelas substancias organicas na sua oxydação deve ser avaliada agora em excesso de acido, pelo soluto titulado de permanganato de potassio. Isto quer dizer, que a quantidade de permanganato de potassio gasto para adquirir a côr rosea é precisamente igual ao excesso de acido oxalico ou então á quantidade de permanganato consumido pelas materias organicas. Exemplificando:

Supponhamos que n'uma analyse de agua se gastaram $8^{cc},3$ de permanganato de potassio para o liquido tomar a côr rosea. Despresando os $0^{cc},3$ que entram em correcção para dar o tom, veremos que 1 c. c. de permanganato de potassio põe em liberdade 0,00008 de oxygenio; ora, $8 \times 0,0008 = 0,00064$ de oxygenio necessario para oxydar as materias organicas contidas em 200 c. c. de agua. Multiplicando agora por 5, temos, $0,00064 \times 5 = 0,00320$ de oxygenio necessario para oxydar as materias organicas de 1000 c. c. de agua.

Os chimicos fixaram os seguintes limites para a quantidade de materias organicas das aguas (expressa em oxygenio consumido):

Agua pura.....	1 milligrama de oxygenio
» potavel.....	menos de 2 milligrammas
» suspeita.....	3 a 4 milligrammas
» má	mais de 4 milligrammas.

Ammoniaco. — Azote albuminoide

Os reagentes a preparar para esta dosagem são:

A. — Reagente de Nessler.

B. — Acido sulfurico centinormal, $0^{gr.},98$ por litro. Cada centimetro cubico corresponde a $0^{millig.},00034.NH_3$.

C. — Soluto de soda duplo centinormal, $0^{gr.},80$

por litro. Cada centimetro cubico corresponde a $0^{millig.},0098.SO_4H_2$.

Dosagem. — N'um balão de vidro, com uma rolha atravessada por um tubo que se liga a um refrigerante, introduz-se 1500 c. c. de agua a analysar e 10 grammas de magnesia calcinada, eleva-se á ebullição moderada durante duas ou tres horas e distilla-se muito lentamente.

Ao terminar a operação, corre-se com a chamma da lampada de Bunsen o refrigerante para arrastar quaesquer particulas ammoniacaes que pode conter ainda.

O liquido condensado é recolhido sobre 20 c. c. de acido sulfurico centinormal addicionado de algumas gottas de phenolphtaleina.

Prepara-se um tubo *testemunha* com a mesma quantidade de agua distillada e fervida, acido e phtaleina.

Doseia-se em seguida com a solução de soda, começando pelo liquido *testemunha*. Tem-se assim, por differença das duas leituras, a quantidade de ammoniaco contido em 1500 c. c. de agua.

Para se dosear o *azote albuminoide,* ajunta-se ao residuo da distillação precedente 10 a 15 grammas de lixivia de soda previamente fervida, e por consequencia isempta de ammoniaco, 10 grammas de permanganato de potassio dissolvido em quantidade sufficiente de agua distillada fervente.

Distilla-se. O liquido condensado é recolhido em 20 c. c. de acido sulfurico centinormal e volta-se a dosear o ammoniaco.

É ao ammoniaco albuminoide que se dá o nome de *azote albuminoide.*

Servimo-nos aqui, como no caso acima, d'um liquido *testemunha* para dosear o *azote albuminoide.*

Cada milligramma de ammoniaco encontrado corresponde a $0^{millig.},823$ de N.

Praticamente admitte-se que o peso de ammoniaco albuminoide multiplicado por 10 representa a quantidade de materia organica azotada.

Os hygienistas fixaram os limites seguintes para a quantidade de azote ammoniacal nas aguas:

Agua potavel....	menos de $0^{millig.},8$ de azote ammoniacal por litro.
» suspeita....	mais de 0,8 de azote ammoniacal por litro.
» má.....	

Dosagem dos nitratos.—O processo de GRANDVAL e LAJOUX é pela sua simplicidade e sufficiente exactidão o mais preconizado hoje, d'entre aquelles que têm sido proposto para a dosagem dos azotatos.

O processo classico consiste na transformação do phenol em *trinitrophenol,* por intermedio do acido nitrico livre, e na intensidade córante dos solutos de trinitrophenato de ammonio, que até certo ponto se póde julgar proporcional á riqueza do acido nitrico.

Isto consegue-se fazendo actuar o acido *phenilsulfonico* sobre o residuo sêcco da evaporação da agua.

É o que se traduz das seguintes reacções:

1) $$\underbrace{C_6H_5O|H}_{\text{Phenol}} + H_2SO_4 = \underbrace{C_6H_4 < \begin{matrix} OH \\ HSO_3 \end{matrix} + H_2O}_{\text{Acido phenilsulfonico}}.$$

2) $$C_6H_4 < \begin{matrix} OH \\ HSO_3 \end{matrix} + 3HNO_3 = \underbrace{C_6H_2 < \begin{matrix} OH \\ (NO_2)^3 \end{matrix}}_{\text{Trinitro-phenol}} + 2H_2O + H_2SO_4$$

3) $$C_6H_2 < \begin{matrix} OH \\ (NO_2)^3 \end{matrix} (2.4.6 + NH_4.OH = C_6H_2 < \begin{matrix} ONH_4\,(1) \\ (NO_2)^3 \end{matrix} (2.4.6) + H_2O.$$

(1) Analyse das aguas de Coimbra (loc. cit.).

O reagente sulfophenico prepara-se dissolvendo a pouco e pouco 75 decigrammas de phenol crystallizado em 925 decigrammas de acido sulfurico puro.

A dosagem dos nitratos por este processo consiste em evaporar n'uma capsula de porcellana, a B. M., 10 c. c. de agua a analysar; lança-se, depois, do residuo estar completamente resfriado, 1 c. c. do reagente sulfophenico sobre as paredes da capsula que se vae maneando entre os dedos para que todos os pontos da sua superficie interna se ponham em contacto com o reagente. Feito isto, lançam-se 5 c. c. de agua distillada e 10 c. c. de ammonia; havendo nitratos, apparece, acto continuo, uma coloração amarella que se avalia por meio d'uma escala typica de picrato de ammonio, que se constroe assim:

N'um balão de 1000 c. c., dissolvem-se em agua distillada 5 decigrammas de nitrato de potassio puro e sêcco. Evaporam-se a B. M. e n'uma capsula de porcellana 10 c. c. d'esta solução, que contem 0,^{gr}005 de nitrato de potassio. Quando o residuo estiver secco e resfriado, lança-se 1 c. c. do reagente sulfophenico, alguns centimetros cubicos de agua distillada e um excesso de ammonia. Temos, portanto, assim preparada a solução typica que nos ha de servir na confecção da escala. Para isso tomamos uma serie de frascos pequenos com rolha de vidro e lança-se dentro de cada um 50 c. c. de agua distillada e marca-se o ponto de *afloramento:* despresa-se a agua que nos serviu para os graduar e introduz-se em cada frasco a solução typica n'esta ordem decrescente: 40^{cc}, 30^{cc}, 25^{cc}, 20^{cc}, 15^{cc}, 10^{cc}, 8^{cc}, 6^{cc}, 4^{cc}, 2^{cc}, 1^{cc}, e, finalmente, ultima-se, enchendo um frasco com agua distillada e pura que tambem ha-de fazer parte da escala. Aos frascos que comportam agora a solução typica ajunta-se agua distillada até ao traço de referencia ou seja até perfazer 50 c. c.

No fim de tudo isto, rolham-se, paraffinam-se e em cada rolha registra-se o numero de centimetros cubicos que contem da solução typica, o que representa em milligrammas de nitrato de potassio por litro que uma agua pode conter quando convenientemente tratada e introduzida n'um frasco em tudo semelhante aos da escala agora preparada e apresente um tom igual ou approximado a qualquer d'elles.

Quando o tom do frasco da agua submettida á experiencia se achar comprehendido entre dois tons da escala, é costume tomar-se a media.

Os hygienistas e chimicos fixaram a quantidade maxima que se podia tolerar nas aguas potaveis do modo seguinte:

Agua pura.....	menos de $0^{milligr.},15$	de azote nitrico	(N).
» potaval..	menos de 1,2	»	»
» suspeita..	$1^{milligr.},2$ a 2,5	»	»
» má.....	mais de $2^{milligr.},5$	»	»

Dosagem dos nitritos. — Raramente é necessario determinar os *nitritos* nas aguas, não só por se encontrarem, salvo raras excepções, em quantidade infinitamente pequena, mas ainda por se ter já demonstrado que a sua existencia nas aguas não tem valor algum. Todavia quando haja necessidade de se proceder á sua dosagem, opera-se do mesmo modo como para os nitratos, só com a differença de substituir a solução typica do nitrato de potassio pelo nitrito de sodio e o reagente sulfophenico pelo acetophenico que não reage sobre os nitratos.

O reagente acetophenico prepara-se dissolvendo 8 grammas de phenol em 100 grammas de acido acetico crystallizavel.

Os factos anteriores confirmam que, exceptuando o azote gazoso de pequeno interesse, as aguas podem

fornecer azote debaixo de tres estados: *ammoniacal, albuminoïde, nitroso e nitrico.* N'algumas aguas, de preferencia as da fonte, estes ensaios são por vezes negativos, mas posto isso, não se deve concluir *a priori,* que ella seja de boa qualidade, emquanto se não proceder ao exame *bacteriologico.*

Acontece tambem, que, n'esta ou n'aquella analyse, se confirma a não existencia de saes ammoniacaes, azote albuminoïde e nitritos emquanto que a sua riqueza em nitratos é bastante importante. Registre-se que as aguas das ribeiras contêm geralmente poucos nitratos, facto que se poderá talvez explicar, por serem utilizados pelos vegetaes aquaticos, ou ainda por ser forte a queda d'estas aguas e, por conseguinte, impossivel a infiltração lenta atravez do solo, condição indispensavel para a formação dos nitratos.

Em compensação as aguas das ribeiras contêm quasi sempre um excesso enorme de materias organicas em dissolução ou em suspensão e quantidade notavel de *azote ammoniacal e albuminoïde.*

A existencia do azote albuminoïde em qualquer agua confirma a sua polluição pela urêa ou seus derivados e outras substancias que acompanham a urina ou os residuos fecaes.

Pode resultar tambem da fermentação putrida das materias albuminoïdes e da reducção dos nitratos, quando o oxygenio falta, sob a influencia das *bacterias denitrificantes.*

Pelo contrario, o azote nitrico parece dar a medida da actividade do filtro tellurico.

As phases por que passa o ammoniaco para se transformar em nitrato, no solo, dispensam presentemente e de futuro a critica dos debates por ser já facto corrente e verificado.

O azote albuminoïde corresponde, quer ás amidas complexas que a ebullição com a magnesia não con-

segue desdobrar em acidos não azotados e ammoniaco, quer ainda ás substancias proteicas (micro-organismos vivos), que podem existir nas aguas.

Todas as vezes que a dosagem das materias organicas representa um algarismo elevado, importa proceder á dosagem do azote albuminoide, sobretudo se ao lado do azote nitrico se evidencia a presença do azote ammoniacal, indicio, d'uma filtração rapida ou incompleta atravez do solo, ou ainda de infiltrações directas.

As materias animaes azotadas, especialmente as que contêm azote no estado albuminoide, são bastante perigosas.

Ultimando esta parte de analyse chimica, que suppomos sufficiente para uma analyse hygienica, vamos ver no quadro que segue os resultados que obtivemos das nossas analyses, tendo-lhe applicado os processos até aqui descriptos.

QUADRO I

Analyse das aguas de Maiorca, sob o ponto de vista hygienico

(Resultados expressos em grammas e por litro)

Constituição da agua	Agua da Fonte da Matinha	Agua da Fonte dos Passaes	Agua do Poço do Cantharinhal	Data da colheita 6 de julho de 1903
Aspecto	limpida	limpida	ligeiramente turva	
Côr	incolor	incolor	incolor	
Cheiro	nullo	nullo	repugnante	
Sabôr	fresco	fresco	fresco	
Grau hydrotimetrico	24°,5	25°	25°	
Residuo fixo a 180°	0,490	0,500	0,638	
Chloretos (NaCl)	vestigios	vestigios	vestigios	
Sulfatos (expressos em SO_3)	0,041	0,012	0,072	
Phosphatos	0,0004	0,001	vestigios	
Nitratos (NO_3H)	0,0400	0,0500	0,064	
Ammoniaco	ausencia	ausencia	ausencia	
Calcio	0,250	0,320	0,187	
Magnesia	vestigios	vestigios	ausencia	
Materia org. solução acida	ausencia	ausencia	ausencia	
Materia org. sol. alcalina	ausencia	ausencia	ausencia	
Ferro	ausencia	vestigios	vestigios	

Não doseamos os nitritos, alumina, silica e oxygenio, por nos parecerem factores de somenos importancia n'uma analyse, que, como a nossa, se reputa puramente hygienica.

Reparando nos resultados fornecidos pela nossa analyse, devemos concluir que estas aguas, debaixo do ponto de vista chimico, se podem classificar de *potaveis,* á excepção da agua do Poço do Cantharinhal, pela quantidade de residuo fixo e a da Fonte dos Passaes pela quantidade de phosphatos, elementos que até certo ponto as podem tornar *suspeitas.*

TERCEIRA PARTE

CAPITULO I

Exame microscopico propriamente dito

Posto que não desconheçamos que a alta importancia dada outr'ora ao estudo micrographico applicado ás aguas de alimentação tenha sido aniquillada pelos recentes e extraordinarios progressos da sciencia bacteriologica, que tem criado um campo immenso aonde a microscopia se confunde, não devemos esquecel-a completamente, embóra as conclusões a tirarem-se d'ella, sejam méramente scientificas e nenhum valor apresentem debaixo do ponto de vista hygienico.

Assentes, pois, n'este principio, abstrahindo-nos da idêa do que fôra essa sciencia nos tempos em que CERTES e GERARDIN a estudavam d'um modo mais completo para poderem fornecer ao hygienista elementos pelos quaes podessem concluir a potabilidade ou não de qualquer agua, vamos expôr succintamente os processos adoptados para determinar as materias em suspensão nas aguas.

Primeiro processo. — Enche-se de agua a examinar um tubo afilado que se agita fortemente e se deixa repousar durante algumas horas; decanta-se cuidadosamente o liquido ou esgota-se com o auxilio d'um

syphão até que o residuo fique com a menor quantidade de agua possivel. Depois d'isto examina-se directamente o residuo ao microscopio e fazem-se as preparações com o liquido restante ao qual se ajunta um volume igual de glycerina ou então algumas gottas de acido osmico a $^1/_{100}$ (1).

Segundo processo. — Como o caso precedente utilisa só aos elementos mais densos do que a agua e que se precipitam no fundo do vidro ou do tubo, ha necessidade d'um processo accommodado aos corpos que fluctuem no seio da massa liquida ou que pela sua menor densidade sobrenadem á superficie.

Para satisfazer a esta necessidade, foi proposto o seguinte: No tubo d'um funil de vidro colloca-se um pedaço de algodão bem apertado de modo a embaraçar a filtração rapida de meio ou 1 litro d'agua a analysar; quando da filtração restam apenas alguns centimetros cubicos de liquido no funil, passam-se para um pequeno copo com pé, e assim se obtêm n'um pequeno volume quasi todas as materias mineraes ou organicas, organismos vivos ou mortos, inteiros ou partidos que existem em suspensão na agua.

Aqui, como no caso anterior, emprega-se tambem a glycerina ou o acido osmico.

Os differentes productos que se encontram em suspensão na agua podem pertencer aos tres reinos da natureza.

1.° **Materias mineraes.** — As materias mineraes que se encontram na agua são a silica (fragmentos de

---

(1) Este acido tem a propriedade de não só endurecer o protoplasma dos micro-organismos vivos, mas tambem de os córar e arrastar para o fundo do liquido.

quartzo), argila, carbonato de calcio, oxydo de ferro, carvão, etc. O carbonato de calcio é a substancia que se encontra mais frequentemente.

Estes elementos são extremamente difficeis de determinar n'estes differentes estados.

2.° **Materias vegetaes.** — As materias vegetaes que se encontram nas diversas aguas são constituidas, quer de vegetaes inteiros, quer de fragmentos mais ou menos importantes.

Nas aguas doces ao lado dos cogumelos, fragmentos dos vegetaes, diversos grãos de pollen e de amido, algodão, fibras lenhosas, etc., encontram-se quasi todos os typos d'algas. Umas, são no dizer d'alguns auctores, consideradas como elementos uteis, e estas são as verdes e as cinzentas: a funcção chlorophyllina que ellas possuem decompõe o acido carbonico dissolvido na agua, fixam o carbone e emittem o oxygenio que se vae apoderar das materias organicas e as destroe; outras, finalmente, ao contrario do que acontece com as precedentes, desprendem o acido carbonico e absorvem o oxygenio; estas são as brancas.

Deverão dar-se como suspeitas as aguas que encerram estas algas, principalmente quando se façam acompanhar do *cladotrix dichotoma, crenotrix kichniana, beggiatoa alva* e todas as conhecidas com o nome de sulfurareas. Estes vegetaes vivendo na agua desprendem o hydrogenio sulfurado e decompõem este gaz ou os sulfuretos, para fixarem no seu protoplasma o enxofre.

Os *beggiatoa* apparecem ordinariamente na agua carregada de materias organicas ou de substancias em putrefacção, e indicam como o *penicilium glaucum, aspergillus glaucus, saprolignia ferox, zygochitrium aurantiacum* e o *coprinus stercorarius*, etc., uma contaminação da agua.

As granulações de enxofre que sempre se observam no *beggiatoa,* fazem com que este vegetal se difference do *crenotrix.*

É muito variavel a origem das materias vegetaes na agua; citam-se como fontes principaes as aguas do esgoto, dejecções humanas, estrumes e outras, mas seja qual fôr a origem, convem não esquecer que as aguas polluidas com estas materias são sempre más.

O unico inconveniente que póde resultar da existencia das algas vermelhas e das cinzentas em qualquer agua, é a facilidade com que ellas apodrecem, desde que a superficie do liquido se não mantenha sempre á mesma altura.

3.º **Materias animaes.** — Estas materias podem ser vivas ou mortas, representando sempre um animal inteiro ou restos de animaes.

O animaes vivos que se encontram mais vulgarmente nas aguas são os protozoarios amebianos, foraminiferos, infusorios flagellados e ciliados; e helminthos.

Alguns d'estes animaes, como por exemplo, o *paramecium aurelia,* precisam para a sua existencia grandes quantidades de materias organicas em decomposição; n'este meio apropriado á sua existencia, crescem e multiplicam-se d'uma maneira assombrosa; finalmente outras, como o *trichomonas vaginalis, lamblia intestinalis,* diversas *tenias, oxyuros, ankylostomo duodenal,* etc., vivendo na agua, occasionam graves doenças, quando introduzidos no organismo pela via ordinaria.

Por esta razão, toda a agua assim polluida, deverá ser proscripta da alimentação, a não ser que se depure pela ebullição ou rigorosa filtragem.

Emquanto aos restos de animaes, que, devido á sua levesa, são transportados pelo vento e pelas aves,

para a agua, alguma importancia tambem têm, visto serem tão numerosos e variados.

Os pellos, pennas, e finalmente os fragmentos de insectos, são o que em maior quantidade se encontra na agua, porém de somenos importancia, comparativamente com os tecidos de animaes que tambem alli podem existir e que indicam senão sempre, pelo menos a maior parte das vezes, a sua proveniencia de montureiras e de esgotos.

GERARDIN divide as aguas conforme as plantas e animaes que n'ellas vivem, em 4 classes. (1)

1.º Aguas excellentes

Não se encontram n'ellas senão:

Animaes. — Peixes, camarões, sanguesugas, larvas de libellulas, etc.

Plantas. — *Ranonculus sceleratus,* etc.

2.º Aguas bôas

Animaes. — Larvas de ephemeras (vermes vermelhos) *dyticos, volvata piscinalis,* etc.

Plantas. — Veronicas, *phragmites communis,* espiga de agua.

3.º Aguas mediocres

Animaes. — *Lymnea ovata e stagnalis, planorbis submarginatus,* sanguesugas negras, etc.

---

(1) MALMÉJAC. Comp. cit. pag. 102.

Plantas. — Canas, paciencias, cicutas, hortelãs, salicarias, juncos, nenuphares.

4.º Aguas más

A vida animal é excluida d'ellas; só se encontram algumas plantas, como as phragmites.

QUARTA PARTE

CAPITULO I

Analyse bacteriologica

A analyse bacteriologica da agua adquiriu uma importancia capital depois das experiencias feitas n'este sentido por PASTEUR, JOUBERT, CHANTEMESSE, WIDAL e tantas outras summidades scientificas que se dedicaram ao estudo em questão com o maior fervor.

Em 1875, GÉRARDIN, demonstrou que a analyse chimica e as propriedades organolepticas, eram deficientes para apreciar o valor da agua de alimentação e propunha tomar sobretudo em consideração a flora e a fauna aquaticas. (1)

As aguas que encerram menos microbios são as das fontes; as dos rios e ribeiros são ao contrario mais povoadas.

Em 1878, consignaram, PASTEUR e JOUBERT, que as aguas das fontes se encontravam geralmente privadas de germens vivos tendo o cuidado de as recolher pelo seu ponto de emergencia com todas as precauções necessarias para evitar a contaminação pelas poeiras que se encontram na atmosphera.

---

(1) GÉRARDIN. Annales d'hyg. publ. 1875. Rapport sur l'altération, la corruption et l'assainissement des rivières.

Theoricamente, admitte-se isto; praticamente não, devido ás causas varias que podem occasionar essa contaminação, como por exemplo, a visinhança das habitações, esgotos, residuos das materias fecaes, etc.

As aguas potaveis encerram sempre um numero mais ou menos consideravel de micro-organismos, entre os quaes uns, são inoffensivos, outros, dotados de propriedades nocivas, são *pathogenicos*.

Os microbios não pathogenicos, são designados pelo nome de *saprophytas* (de σαπρὸς, putrida; φυτον, folha), quer dizer, que vivem á custa das materias organicas mortas e que provocam fermentações e putrefacções.

Importa, pois, distinguir as diversas especies de microbios o que é extremamente difficil.

Sem embargo, os immensos progressos realisados no emprehendimento do estudo bacteriologico, sciencia nascida hontem para assim dizer, não são de molde a tornar conhecidas todas as propriedades que podem possuir as differentes bacterias.

Todavia, conhecem-se algumas nitidamente pathogenicas que se podem isolar e caracterisar: a isto se propõe a analyse bacteriologica ou biologica que destingue em qualquer agua as bacterias pathogenicas das que o não são.

Ao director do serviço micrographico do Observatorio de Montsouris, MIQUEL, cabe a honra de ter sido o primeiro em França e talvez em todo o mundo, que introduziu o methodo bacteriologico nas analyses d'agua.

Com effeito, em 1879, publicou as primeiras estatisticas relativas á riqueza microbiana das aguas do Senna. Mais tarde o distincto micrographo, publicou differentes methodos de analyse microbiologica das aguas e finalmente em 1892, fez sahir dos prélos o *Manuel de analyse bactériologique des eaux*, o pri-

meiro trabalho d'este genero publicado na França. Seguidamente G. Roux, deu publicidade a um trabalho intitulado: *Précis de analyse microbiologique des eaux.*

Depois d'estas notas biographicas, vamos ver que a analyse bacteriologica póde ser *quantitativa* ou *qualitativa.*

Estes termos não têm aqui a mesma significação que têm em analyse chimica. N'este campo, proceder a analyse qualitativa d'uma substancia, significa procurar os elementos que d'ella fazem parte; fazer uma analyse *quantitativa,* é determidar a quantidade dos mesmos elementos pelo methodo da dosagem.

Em bacteriologia, quando se faz a analyse *qualitativa* d'uma agua, procura-se saber se n'ella existe uma ou mais bacterias perfeitamente definidas; emquanto que, procedendo-se á analyse *quantitativa,* determina-se o numero de bacterias *aerobias* que póde conter a agua, sem *se occupar da especie a que pertencem.*

O principio da analyse bacteriologica das aguas é o seguinte: quando se reune uma ou mais gottas d'uma agua qualquer a um meio nutritivo, previamente esterilizado, produz-se no fim de certo tempo, uma alteração d'esse meio que se manifesta por uma turvação, se o meio é liquido, e pelo apparecimento de pequenas manchas, se é solido.

A turvação é formada pelo desenvolvimento das becterias; os pontos ou manchas são *colonias,* isto é, agglomerações de bacterias.

A importancia da analyse qualitativa, é sem duvida, muito maior do que a da analyse quantitativa; mas as difficuldades a vencer são igualmente mais numerosas. Estas difficuldades resultam tanto da falta d'um methodo seguro de analyse, como do grande numero de especies de bacterias conhecidas e do nu-

mero maior ainda, d'aquellas que o não são, senão d'um modo imperfeito.

Na analyse biologica qualitativa, emprega-se: 1.º o methodo das sementeiras e das culturas, (como para o caso da analyse quantitativa); 2.º a acção dos agentes physicos e reagentes chimicos; 3.º o exame microscopico das bacterias; 4.º a inoculação d'estas bacterias nos animaes. N'esta ultima parta é indispensavel apreciar a reacção physiologica, assim como as lesões produzidas consecutivamente á inoculação.

Como se vê, a analyse qualitativa exige da parte do operador conhecimentos que só podem possuir as pessoas familiarisadas com a micrographia, chimica e medicina.

No estudo que vamos fazer ácerca da analyse bacteriologica, seguiremos a ordem seguinte:

1.º — Preparação dos meios de cultura e nemeração dos germens:

2.º — Processos geraes de investigação do bacillo typhico e do colibacillo:

3.º — Exame das culturas em meio d'Elsner. Pesquiza especial do bacillo typhico e do colibacillo.

CAPITULO II

Preparação dos meios de cultura

O meio liquido usual é o caldo de carne. — Prepara-se cortando em pequenos bocados 500 grammas de carne fresca de vacca ou de cavallo, desembaraçada das aponevroses, tecido cellular, e gordura; faz-se macerar a frio durante duas horas n'um litro d'agua distillada. Seguidamente, sujeita-se á ebullição que se mantem a fogo brando durante hora e meia, havendo o cuidado de mexer constantemente para impedir a adherencia da carne ao fundo da caçarola, que deve ser de grés. Filtra-se grosseiramente por uma toalha e submette-se a carne á acção d'uma prensa manual para lhe excipiar todo o liquido, que se reune ao que resultou da filtração. Feito isto, addicionam-se 10 grammas de peptona secca (1), 5 grammas de chloreto de sodio e uma pequena quantidade de phosphato de potassio: dissolve-se. Verifica-se depois a reacção mergulhando no liquido uma tira de papel de tornesol, previamente embebida em agua distillada perfeitamente

---

(1) Para evitar a formação de grumos, é corrente humedecer a peptona com um pouco d'alcool. Não ha n'isso inconveniente porque o alcool elimina-se durante a esterilização.

neutra. Se a reacção é acida, ajunta-se, gotta a gotta, uma solução a 10 % de carbonato de sodio ou de potassio até á completa neutralisação. Se, pelo contrario, a reacção é alcalina, neutralisa-se por uma solução diluida de acido tartrico.

Filtra-se por papel molhado para embaraçar a passagem da gordura e submette-se á autoclave aonde se mantem o caldo á temperatura de 120° durante dez minutos. Findo este tempo, ensaia-se novamente a reacção, corrige-se sendo preciso, e filtra-se. Quando o liquido estiver completamente resfriado, procede-se a uma nova filtração e divide-se o caldo pelos balões e tubos d'ensaio que hão de servir ás sementeiras. Finalmente, os recipientes cheios são esterilizados na autoclave, a uma temperatura inferior á precedentemente applicada, a 115°, por exemplo, para não provocar precipitado que turvaria o caldo.

O meio nutritivo solido a empregar, de preferencia, é o *caldo de carne gelatinisado* ou, como se diz abreviadamente, a *gelatina*. Para se proceder a este terreno de cultura, incorpora-se, a fogo brando, ao caldo de carne, a gelatina branca de boa qualidade na proporção de 8 ou 10 %, quer dizer, 80 ou 100 grammas de gelatina para um litro de caldo. Esta quantidade varia conforme a estação, podendo elevar-se a 140 e 150 grammas em pleno estio. A gelatina póde incorporar-se depois de preparado o caldo, ou ao mesmo tempo que a peptona e chloreto de sodio. N'este ultimo caso as operações são as mesmas que se observam para com o caldo. No primeiro, é preciso ter cuidado de verificar a reacção do meio liquido depois da addição da gelatina.

A filtração da gelatina faz-se a quente e por papel Chardin. Para facilitar a clarificação, é costume misturar a albumina do ovo, batida com uma pequena quantidade de agua, á massa gelatinosa que depois se coagula na autoclave a 120°.

Outro meio solido muito usado é o caldo de carne addicionado de 1,5 % de *gelose* ou *agar-agar* (1). O processo seguido para a confecção d'este meio de cultura é o mesmo que fica descripto para a gelatina. Ha porém, uma pequena differença que importa ponderar: a filtração da gelose faz-se difficilmente. É preciso operar a quente com auxilio d'um funil de paredes duplas, aonde se faz circular uma corrente de agua quente. Na sua falta, podemo-nos servir do expediente seguinte: elevar, na primeira passagem pela autoclave, o balão que contem a gelose á temperatura de 125 a 130° pelo menos, mantida por vinte minutos.

A gelose a esta temperatura filtra tão facilmente como o caldo. Para a tornar transparente procede-se como para a gelatina, empregando a albumina do ovo.

Tem-se aconselhado o emprego de maior quantidade de gelatina no estio, mas esse facto não obsta sempre á liquefacção do meio, que succede á temperatura pouco mais ou menos de 24°. Tambem se tem proposto, para este caso particular, addicionar á gelatina certa quantidade de gelose. O processo não é dos mais recommendados, porquanto, semelhante pratica não permitte quasi a differenciação das colonias que liquefazem a gelatina pelo seu desenvolvimento, facto de maior ou menor importancia e que se não póde menosprezar.

Estes caldos servem para a sementeira directa da agua.

Material d'analyse. — Para proceder á analyse bacteriologica das aguas, sob o ponto de vista hygienico,

---

(1) Alga que se cultiva no archipelago indico.

*

é necessario dispôr do material seguinte: tubos de ensaio para o caldo, gelatina e gelose, tubos de Roux para as batatas, matrazes de volumes diversos, copos com pé cuja capacidade seja de 60 a 120 grammas, pipetas afiladas e graduadas em centimetros cubicos, caixas ou crystallizadores de Petri, garrafas de Gayon, «frascos d'Erlenmayer», vasos conicos, balões, etc. Todo este material deve ser esterilizado antes de servir.

Tambem se não dispensam trez estufas de temperatura constante: duas de modelo d'Arsonval, ou antes de Roux, para as temperaturas superiores a 35° e uma terceira para as placas de gelatina, cuja temperatura não exceda a 22°. Esta estufa póde ser um simples armario ligeiramente ventilado que se aquece com uma ou muitas lampadas.

Sementeiras sobre placas de gelatina. — Logo que as amostras d'agua tenham dado entrada no laboratorio, procede-se á sua analyse no mais curto espaço de tempo possivel. Para isso os laboratorios dispõem sempre de material esterilizado, mas quando o não haja, a primeira cousa a fazer é esterilizal-o, assim que o laboratorio seja prevenido de que as amostras d'agua chegam tal ou tal dia.

A serie de operações a praticar para fazer a numeração dos germens contidos nas amostras é a que segue:

Toma-se o frasco da agua a analysar, agita-se vivamente para repartir uniformemente os germens na massa liquida, chamusca-se para fundir a cera e destruir os germens do ar que podem estar depositados á superficie e destapa-se com todas as precauções.

Com o auxilio d'uma pipeta graduada e esterilizada aspira-se 1 c. c. rigorosamente medido e mistura-se com um volume conhecido de agua esterilizada diligenciando que a mistura se faça o melhor possivel.

D'esta mistura toma-se 1 c. c. e deixa-se caír n'um dos tubos de gelatina previamente liquefeita a 37° e a B. M. Tapa-se com algodão chamuscado e faz-se rolar entre as mãos afim de se obter uma mistura intima. A seguir destapa-se, queima-se a abertura do tubo e verte-se o conteúdo n'um dos crystallizadores de Petri, tendo o cuidado de levantar por um dos lados a tampa e sómente o indispensavel para evitar tanto quanto seja possivel a entrada dos germens exteriores que falseariam os resultados.

É conveniente sempre preparar trez ou quatro placas para cada diluição, admittida a hypothese que para a mesma agua se praticam diluições diversas. O processo é sempre o mesmo.

Não esqueça a conveniencia de etiquetar os crystallizadores, registrando a proveniencia da agua, numero de centimetros cubicos empregados e diluição.

Os crystallizadores assim preparados são postos a solidificar sobre um supporte perfeitamente horizontal que póde ser concavo e de metal que ás vezes se enche de gelo para accelerar a solidificação.

Depois do arrefecimento abandona-se á temperatura ordinaria entre 15 e 20° (1).

---

(1) Alguns bacteriologistas reprovam a pratica das culturas sobre placas pelas razões que vão seguir: 1.° por se não poderem conservar perfeitamente ao abrigo da contaminação pelos germens do ar; 2.° porque no tubo que contem a gelatina nutritiva aonde se faz a cultura, por maior que seja o cuidado que presida á sua mudança para as placas, ha de ficar sempre uma quantidade maior ou menor de gelatina e agua, que á mistura possa conter um certo numero de germens que engrossariam o numero de colonias se tivessem passado ás placas, falseando assim a numeração.

A este modo de ver em favor do qual milita a boa razão não podemos deixar de attestar que o methodo não é dos

Numeração dos germens. — Consecutivamente á dispersão dos germens da agua sobre as placas, apparecem colonias que se desenvolvem isoladamente e d'um modo mais ou menos rapido segundo as faculdades electivas. É certo que a temperatura á qual se opera (15 a 20°), para evitar a liquefação da gelatina, um grande numero de colonias pode não apparecer. Por outro lado, as bacterias, que necessitam um tempo mais longo para se desenvolverem, não têm tempo de apparecer, porque são destruidas pelas que crescem mais rapidamente. Todavia, é permittido affirmar que a intensidade das culturas é absolutamente proporcional á riqueza da agua, em germens.

No fim de 24 a 48 horas, as colonias apparecem debaixo de forma pontuada, desdobrando-se e tomando muitas vezes um aspecto caracteristico, á primeira vista, para um observador já experimentado.

Quando se suppõe que as colonias novas cessaram o seu desenvolvimento, depois de se ter tomado nota do numero de dias de incubação, procede-se á contagem que se póde fazer á vista desarmada ou com o auxilio d'uma lupa.

Para obter o numero real de microbios contidos em 1 c. c. d'agua, multiplica-se o total das colonias apparecidas sobre uma placa pelo denominador da fracção de diluição. Operou-se, por exemplo, com uma diluição a $\frac{1}{100}$, e a leitura da placa fez conhecer que

---

mais seguros e talvez até esteja longe de se poder nivelar com a pratica que começa a ser já bem conhecida das culturas em garrafas de Gayon ou em frascos d'Erlenmayer, aos quaes se não attribue senão a difficuldade da leitura das colonias desenvolvidas. Não quer isto dizer que se condemnem peremptoriamente aquellas, basta que os seus defeitos se tornem conhecidos.

trinta colonias se tinham desenvolvido depois da cultura de 1 c. c. d'esta diluição; conclue-se que 1 c. c. de agua contém 3:000 microbios.

Os algarismos obtidos pela numeração d'outras placas, quando se tenham empregado para a mesma agua e diluição, serão addicionados a esta ultima e o numero das colonias achadas, dividido pelo numero de placas, dará a media, tanto mais exacta quanto maior for o numero de placas cultivadas.

A presença das colonias liquescentes impede muitas vezes a numeração das bacterias por forma a tornal-a impossivel bem como a especificação. Nota-se tambem que, uma ou outra vez, essas colonias se amontoam umas sobre outras, tornando o exame microscopico difficil e delicado.

Como a liquefação da gelatina póde apparecer d'um momento para outro, é preciso que o operador, vigie amiudadas vezes as placas cultivadas, para proceder á numeração quando seja impossivel conserval-as por mais tempo.

Sementeiras em meios liquidos. — As desvantagens d'este methodo, consistem em não poder ser empregado facilmente, por quanto o operador precisa de dispôr de uma grande quantidade de material e de muito tempo.

De resto, quanto a resultado não se affasta muito, dos demais. Todos elles nos fornecem apenas dados approximados, que ficam muito longe do rigor mathematico que seria para desejar e que, talvez, só um futuro longiquo nos fornecerá.

No emtanto vamos expôl-o, advertindo que a sua applicação deve ser precedida d'uma rapida dosagem preliminar, capaz de n'um curto prazo de tempo exibir approximadamente a riqueza da agua.

Eis como se opera para conseguil-o: Apenas chegada ao laboratorio distribue-se a agua a analysar por

4 ou 5 tubos de caldo esterilizado depois de diluida a $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{10000}$, $\frac{1}{100000}$, se o julgarmos necessario.

D'estas differentes diluições introduz-se uma gotta em series de doze tubos de caldo que se expõem, durante 24 horas, a uma temperatura que medeie entre 30 e 35°.

Bastára no fim de 24 horas um simples golpe de vista, para nos indicar a que grau de diluição se deve sugeitar a agua.

Vejamos porquê.

Em media, no fim de 24 horas, um quarto das bacterias a evidenciar no caldo manifesta a sua presença ou turvando-o ou por depositos que se podem distinguir perfeitamente.

Supponhamos agora, por exemplo, que dois dos tubos da serie que recebem a agua a $\frac{1}{1000}$ apresentam alteração; concluimos que a agua encerra pelos menos 4 bacterias $\times$ 4 ou sejam 16 bacterias por gramma. Ora como a agua está diluida a $\frac{1}{1000}$ segue-se que um gramma de agua a analysar encerrará 1000 vezes mais ou sejam 16000 bacterias por gramma.

Passemos agora á dosagem propriamente dita.

Aproveitando os dados do exemplo precedente temos que uma agua accusou 16000 bacterias por centimetro cubico, operando-se com uma diluição de $\frac{1}{1000}$, ora devendo ella n'este grau de diluição encerrar cerca de 16 bacterias por centimetro cubico deverão os tubos receber uma agua a $\frac{3}{1000}$ para se alterarem na proporção de 20 %.

Até aqui a analyse bacteriologica da agua não tem offerecido o menor embaraço. As diversas operações

da numeração dos germens reclamam um pouco de cuidado e attenção, mas na realidade são tudo o que ha de mais facil para o analysta.

Toda a difficuldade se encontra no reconhecimento das especies microbianas, desenvolvidas sobre as placas de gelatina.

Não são como as plantas que, tendo raiz, caule, folhas e flores, no estudo das quaes o botanico, guiado por um ou todos os caracteres do vegetal, chega a determinar-lhe o nome.

No estado actual das coisas, é absolutamente impossivel estudar a fundo cada colonia desenvolvida sobre as placas e fazer um trabalho para cada amostra d'agua.

Vamos pois estudar os methodos mais apropriados para a descoberta dos principaes germens pathogenicos que habitualmente existem na agua.

CAPITULO III

a) **Bacillo typhico.** — Seja este o primeiro a estudar. Este bacillo distingue-se d'outros microbios por não se córar pelo processo de GRAM.

O facto põe-se em evidencia córando uma preparação do bacillo typhico por immersão durante dois ou trez minutos n'uma mistura de um terço de solução alcoolica a 1:10 de violeta de genciana e dois terços d'agua d'anilina cuidadosamente filtrada por um filtro molhado; lavando a preparação com agua e mergulhando-a por dois ou trez minutos, ou antes, até se obter uma côr escura accentuada no liquido de LUGOL (1), veremos a preparação descórar-se pela acção do alcool absoluto.

Meios de cultura liquidos. — Semeando n'um caldo de carne o bacillo typhico e collocando a sementeira na estufa a uma temperatura comprehendida entre 25 a 45° obtem-se passadas algumas horas uma cul-

---

(1) Formula:

Agua.....	300	grammas
Iodeto de potassio.....	2	»
Iodo metallico.....	1	»

Dissolva

tura abundante e vigorosa que, pela agitação dá ao ao liquido um aspecto ondeado. Emquanto isto se observa, forma-se no fundo do tubo um deposito bastante expesso, e a superficie cobre-se frequentemente d'uma delgada pellicula azulada que se póde desassociar facilmente.

No leite, o bacillo typhico desenvolve-se consideravelmente, sem o coagular.

Finalmente, as culturas do bacillo de EBERTH, feitas em caldo e em condições de impedir o desenvolvimento d'outras bacterias, continuam a desenvolver-se, chegando a fornecer ainda culturas á temperatura de 42°, se se addicionar ao caldo uma solução de acido phenico a 5 %, na razão d'uma gotta para 10 c. c. d'agua.

Meios de cultura solidos. — Sobre a gelose e sôro sanguinio solidificado, o bacillo typhico dá uma cultura esbranquiçada, espessa, cremosa, sem caracter particular.

Sobre a batata cortada em talhadas (1) recentemente esterilizadas desenvolve-se em camada delgada, brilhante, invernisada, visivel sobre tudo em dia claro,

---

(1) A preparação é a seguinte:

Escolhem-se algumas variedades de batata de tuberculo são; lavam-se com agua para arrastar quaesquer particulas terrosas que possam vir adherentes; privam-se da pelle, cortam-se em talhadas de 4 centimetros de comprimento por 1 centimetro de largura e ½ centimetro de espessura e collocam-se em *godets* NICATI e RIETSCH.

Póde-se tambem talhar a batata em fórma de prisma e introduzir-se nos tubos de ROUX.

Lavam-se os pedaços da batata com a agua distillada e mettem-se nos recipientes que lhe são destinados.

A esterilização dos tubos e dos *godets* é feita na autoclave a 120° durante 25 minutos.

e que ás vezes toma maior consistencia e coloração escura transparente. Estas variações de aspecto podem-se tambem attribuir á qualidade da batata, grau de velhice e preparação do meio.

O aspecto gelado e lustroso da cultura é um facto que quasi não deixa duvidas sobre a existencia do bacillo typhico. Este bacillo não liquefaz a gelatina.

Sobre as placas o aspecto da colonia typhica é variavel: umas vezes quando são muito numerosas ficam pontiformes, assemelhando-se a gottas de oleo que se sobrepõem umas nas outras. Na sua maior parte apresentam-se córadas de amarello escuro e com a configuração de lentes biconvexas. Quando a transparencia é grande, transmittem luz irisada.

O bacillo typhico desenvolve-se sobre a gelatina de Elsner, em trez ou quatro dias, dando origem a pequenas colonias transparentes analogas a gottas de agua; augmentam por vezes de dimensões apresentando-se opacas e granulosas.

O meio de Elsner é um precioso reagente para a differenciação do bacillo typhico.

Vamos preparar o meio de cultura que carece de algum cuidado.

Ralam-se debaixo d'agua para evitar a acção do ar 500 grammas de batata sem pelle e deixam-se macerar, durante trez ou quatro horas ao abrigo da luz, n'um litro d'agua, e abandona-se tudo ao respouso durante uma noite. Feito isto decanta-se o liquido e a fogo brando, dissolvem-se a B. M. 150 grammas de gelatina. Durante esta operação o liquido clarifica pela coagulação da albumina vegetal.

A reacção d'este producto é francamente acida devendo ser neutralisada pela solução normal de soda, mas nunca por forma a ser completa essa neutralisação. Feito isto, filtra-se, reparte-se e esteriliza-se em balões de 100 grammas.

Para nos servirmos d'este meio de cultura temos que juntar previamente a cada balão um gramma de iodeto de potassio, que se dissolve lentamente na gelatina liquefeita.

Aproveita-se esta gelatina para a confeção das placas e para as inoculações em *estria*.

Culturas em meios córados. — É sabido que o bacillo typhico cultivado nos caldos ligeiramente tintos pela fuchsina, azul de methylena, etc., fixa a materia córante, á medida que se fôr desenvolvendo, descórando o caldo.

Baseadas n'este principio foram criadas reacções córantes para differenciar o bacillo de EBERTH das especies visinhas.

A que melhor parece satisfazer é a de WURTZ: A gelose ou gelatina são addicionadas de lactose na proporção de 2 % e córadas com algumas gottas de tinctura azul de tornesol. O bacillo typhico cultivado n'este meio desenvolve-se sem alterar a coloração. O colibacillo, ao contrario produz, n'estas condições, acido lactico, avermelhando rapidamente a tinctura de tornesol.

a) **Colibacillo.** — Nenhum microbio toma melhor as cores basicas de anilina do que o colibacillo, posto que seja refractario ao processo de GRAM.

Meios de cultura. — Nos caldos de carne desenvolve-se tão facilmente como o bacillo de EBERTH.

Sobre as placas de gelatina as colonias do colibacillo são umas vezes transparentes com o aspecto de montanhas de gelo, outras vezes opacas com o centro mais expesso, amarellado e levantado.

As culturas sobre gelose inclinada, apresentam tambem este duplo aspecto, umas vezes opacas, outras transparentes.

O colibacillo não liquefaz a gelatina.

Nas sementeiras por picadas nos tubos de gelatina, o colibacillo desenvolve muitas vezes bolhas gazosas ao longo do traço da inoculação, e forma á superficie uma camada esbranquiçada, opaca ou transparente, geralmente mais larga do que a fornecida pelo bacillo de EBERTH.

Sobre a batata, a cultura do colibacillo é abundante, espessa, lustrosa, pardacenta ou amarellada e forma algumas vezes bolhas gazosas.

O aspecto invernisado das culturas sobre batata que se observam para o bacillo typhico, podem ter logar tambem para o coli, sobre tudo empregando batata nova, variedade Hollandeza.

Productos de cultura. — O colibacillo fermenta os assucares.

Fazendo-se a sua sementeira em leite, precipita a caseina pela sua acção sobre a lactose que elle desdobra em acido lactico e carbonico.

Em caldos de carne addicionados de 2 % de glucose, o colibacillo produz gaz abundante (formação do acido carbonico, formico, acetico, paralactico). Se addicionarmos ao caldo 2 % de lactose e um pouco de cré o desenvolvimento de gaz é muito mais abundante.

Este phenomeno de fermentação é posto ainda mais em evidencia junctando ao meio precedente algumas gottas de tinctura azul de tornesol: a cultura avermelha no fim d'algumas horas.

A saccharose, maltose, malto-dextrina, glycerina, são igualmente atacadas pelo colibacillo.

Cultivado n'uma solução de peptona produz, passadas 24 ou 36 horas, ammoniaco que se póde evidenciar pela tinctura sensivel de tornesol que vae azulando á medida do seu desenvolvimento.

Culturas em meio phenico. — Este processo baseado nas observações de CHANTEMESSE e WIDAL, tem por fim, operando sobre uma grande quantidade d'agua, impedir o desenvolvimento d'uma parte das bacterias, facultando o campo ao colibacillo, bacillo typico e outras bacterias assaz vizinhas ou assaz resistentes (bacillus subtilis, moesentericus, vulgatus, etc.).

Estes caldos servem tambem para o que se chama *passagem*.

N'esta ordem de culturas adopta-se de preferencia o processo de PÉRÈ, que vamos citar textualmente: N'um balão de litro introduzem-se 100 c. c. de caldo esterilizado, 50 c. c. d'uma solução de peptona pura a 10 % (peptona pancreatica 10 gr.; agua 100 gr.), neutralizada e esterilizada, e depois 600 ou 700 c. c. d'agua a analysar.

Em seguida juntam-se 20 c. c. rigorosamente medidos de soluto de acido phenico puro. Este liquido assim preparado é repartido por dez vasos esterilizados, tapados com algodão tornado aseptico por meio da chamuscação (flambage), e submette-se á estufa á temperatura de 34°.

As culturas turvam tanto mais depressa, quanto maior for a quantidade do colibacillo ou bacillo de EBERTH. Geralmente a turvação começa a apparecer no fim do dose horas de estufa.

Desde o primeiro assomo de turvação, semeia-se uma gotta de cultura em caldo ordinario ao mesmo tempo que se faz uma serie de *passagens* em caldo phenico assim preparado: 1 gramma de acido phenico; 5 grammas de peptona; 100 c. c. de caldo ordinario e perfaz-se 1 litro coma gua distillada.

Divide-se pelos tubos d'ensaio e esterilizam-se. Depois de duas ou trez *passagens* encontramo-nos em presença d'uma cultura pura de colibacillo, bacillo de

EBERTH ou d'uma mistura dos dois microbios, que se podem isolar sobre as placas de gelatina (GASSER).

Os caracteres morphologicos colhidos como acabamos de dizer, aos quaes podemos accrescentar ainda a mobilidade d'algumas bacterias, permittem muitas vezes, limitar as pesquizas d'este ou d'aquelle grupo.

Quando o exame microscopico da colonia, a apreciação do seu poder liquescente ou não, da sua côr, forma e da producção á superficie ou no interior da gelatina, não permitte uma conclusão, convem praticar as culturas sobre differentes meios: batata, gelose, etc., para chegar a differenciar, quer uma mistura de bacterias, quer uma unica especie que se comporta d'uma forma caracteristica n'um meio particular. É assim que o *micrococcus prodigiosus* produz em primeiro logar sobre as placas de gelatina, colonias d'um cinzento claro transparente, emquanto que sobre a batata a sua cultura é dum bello vermelho-vivo.

O cheiro da cultura, a sua reacção, de alcalina tornada acida, a coloração e aspecto geral são indicios preciosos para a sua especificação.

A coloração do caldo em *verde amarellado florescente* indica a presença das especies florescentes (bacillus fluorescens, liquefaciens, putridus, fluorescens não liquef.); *em azul, azul esverdeada,* muitas vezes por agitação (oxydação do pigmento) indica o b. pyocyaneus. A presença d'uma pellicula espessa á superficie do caldo indica o C. subtilis. O cheiro, o desenvolvimento do gaz fetido são caracteristicos *das bacterias putridas.*

Os nossos mesquinhos conhecimentos ácerca da bacteriologia, adquiridos em pouco tempo, não nos permittem desdobrar mais este assumpto, como era nosso desejo, por isso que, elle reclama uma longa pratica persistente e além de tudo uma educação particular, que não se consegue facilmente.

Vamos no entanto reproduzir aqui um quadro muito abreviado das principaes variedades de bacterias existentes na agua. O trabalho synthetico d'esse quadro é de BONJEAN.

I. — **Mucedineas** (pouco ou nada liquescentes)

Aspergillus niger. Penicillum glaucum.
Mucor mucedo. Mucor racemosus.

II. — **Sacoharomycetos** (não liquescentes).

Levedura hexagonal rosa. Levedura branca.

III. — **Bactereaceas chromogenas. Liquescentes**

Micrococcus prodigiosus (cultura vermelha).
» luteus (cultura amarella).
» fuscus (cultura avermelhada).
Staphylococcus aureus.
Bacillus ochraceus (cultura amarella intensa).
» flavus liquescentes (cultura amarella).
» aerophilus (cultura verde).
» fluorescens liquefaciens (zona verde florescente).
» violaceus liquefaciens (cultura violeta).
» pyocyaneus (cultura em caldo caracteristica.

IV. — **Bactereaceas chromogeneas. Não liquescentes**

Micrococcus cinnabareus (cultura vermelha).
» ruber (cultura vermelha).
» aurantiacus (cultura rosa alaranjada).
» luteus (cultura amarella).

Micrococcus citreus (cultura amarella).
» versicolor (cultura verde irisada).
» violaceus.
Bacillus cinnabareus (cultura vermelha).
» luteus (cultura amarella).
» aureus (cultura côr de chromio).
» erythrosporus (cultura esverdeada sobre a gelatina, pellicula rosada sobre o caldo.
» fluorescens putridus (zona margin. verde).
» violaceus.

V. — Bactereaceas não chromogenas. Não liquescentes

Micrococcus aquatilis.
» candicans.
» ureae (gotta de vela).
Bacillus albus.
» fluorescens longus.
» obiquitus.
» coli.
» typhicus.

VI. — Bactereaceas não chromogenas. Liquescentes

Micrococcus aerogenes.
» radiatus.
Staphylococcus albus.
Bacillus aquatilis.
» liquefaciens.
» mensentericus vulgatus, fuscus, ruber.
» mycoïdes.
» putrificus coli.
» subtilis.
» termo.
» proteus vulgaris et mirabilis.

*

CAPITULO V

Exame das culturas no meio d'Elsner. Pesquiza especial do colibacillo e do bacillo typhico

Methodo d'Elsner. — Conjunctamente com a sementeira em meio phenico, deve-se fazer o ensaio da agua suspeita pelo methodo d'ELSNER. Já descrevêmos em que consiste esse meio nutritivo especial.

O seu criterio está em atrazar o desenvolvimento de certas bacterias em razão da sua acidez e a sua parte pratica consiste em lançar n'um crystallizador de PETRI, algumas gottas d'agua suspeita e verter por cima uma certa quantidade de gelatina. Em virtude da pequena quantidade d'agua semeada, é sempre bom fazer oito ou dez preparações.

Segundo ELSNER, os bacillos d'EBERTH e d'ESCHERICH são os unicos que colonisam sobre o seu meio. Passadas 24 horas de exposição á temperatura de 20°, as colonias do colibacillo apparecem nitidamente, arredondadas e granulosas de côr amorenada. As colonias do bacillo typhico, desenvolvem-se mais lentamente. No fim de 48 horas apresentam-se ainda pontiformes,

apenas granulosas, transparentes, assemelhando-se a gottas de agua (1).

Quando sobre a placa d'ELSNER existem colonias liquescentes, podemos excluir a existencia do colibacillo e bacillo typhico. O que lá se poderá encontrar, quando muito é o bacillo d'EBERTHIFORME, pseudo typhico,

O exame microscopico permitte reconhecer certas especies, taes como: coccus ureæ, candicans plumosus; os bacillus acidi lactici, albus, fluorescens longus, ureæ, que pelas suas dimensões não podem ser confundidos com os bacillos d'ESCHERICH ou d'EBERTH.

A sua grande mobilidade, o facto de não serem liquescentes o aspecto branco das suas culturas com reflexos nacarados, tudo isto emfim, constitue prova segura para a sua differenciação.

Indol. — É o producto mais importante da fermentação das peptonas, sobre a influencia do colibacillo.

Para procurar o *indol,* toma-se um tubo de vidro aonde se lançam 10 c. c. de cultura peptonada e junta-se 1 c. c. d'uma solução de nitrito de potassio na proporção de $\frac{1}{5000}$, deixam-se caír no tubo cinco a seis gottas d'acido sulfurico puro e concentrado, e eleva-se á ebullição. Obtem-se uma coloração rosea ou vermelha, caracteristica da presença do *indol.* Convem sempre confrontar a côr produzida com a da propria cultura. Em caso de duvida é necessario ajuntar ao tubo da

(1) Não se nos affigura de grande importancia a transparencia ou opacidade das colonias, por nos parecer que esses caracteres podem variar segundo a intensidade e duração da cultura, e ainda a sua situação superficial ou profunda do meio em que vivem.

reacção, depois de resfriado 1 c. c. d'alcool amylico: existindo o *indol,* o alcool toma tambem a côr rosea mais ou menos intensa, voltando o caldo da cultura á côr primitiva.

Nada mais simples. Porém, esta reacção tem o grande inconveniente de não merecer toda a confiança, porque todas as bacterias de putrefacção fabricam maior ou menor quantidade de *indol* á custa das peptonas (RAYMOND BRÉVILLE).

Reacção sôro-agglutinativa de Widal

Um soluto de peptona semeado com uma colonia subtrahida ao meio d'ELSNER, colonia que se suppõe approximar do bacillo typhico ou do colibacillo, é posta na estufa durante 24 horas a 36°.

Introduz-se na cultura trez gôttas de sôro d'um animal immunisado contra a febre typhoide, ou ainda trez gôttas de sôro dum typhoso. Agita-se até á completa mistura e abandona-se ao repouso durante uma ou duas horas.

Quando a bacteria duvidosa, é o bacillo typhico, o caldo da cultura soffre como que uma especie de collogem, clarificando-se pela precipitação dos bacillos, em massa granulosa, para o fundo do vaso.

O colibacillo e outras especies visinhas, nada tem de semelhante.

Esta reacção é, de todas as que se tem apresentado, a mais caracteristica do bacillo d'Eberth, posto que, não satisfaça ainda ás necessidades da sciencia, mas apesar d'isso, é bem melhor do que o do *indol* para o colibacillo que lhe não é absolutamente particular.

Resumo, d'algumas reacções differenciaes, tornadas classicas para o colibacillo e bacillo typhico:

Colibacillo	Bacillo typico
Colonias sobre a batata: Espessas amarelladas, ou delgadas e envernisadas quasi invisiveis.	Colonias sobre a batata: Delgadas envernisadas, quasi invisiveis.
Vegetação *muito intensa* sobre a gelatina.	Vegetação *pouco intensa* sobre a gelatina.
Cultura feita em caldo com lactose addicionado de tornesol *passa rapidamente ao vermelho* e desenvolve bolhas gazosas.	Cultura feita em caldo com lactose addicionado de tornesol *fica azul* e raramente desenvolve gaz.
Dá a reacção do *indol* quando cultivado n'uma solução de peptona.	Não dá a reacção do *indol* cultivado na solução da peptona.
Coagula o leite.	Não coagula o leite.

N'um simples quadro vamos expôr resumidamente os resultados obtidos pela analyse bacteriologica, applicada ás aguas que analysamos:

QUADRO II

Data da colheita	Sitio	Temperatura	N.º de bact. por c. c.	Classes de Miquel	Colibacillos	Tempo decorr. da colh. analy.
24 de agosto de 1903	Matinha	12º	700	potavel	poucos	7 horas
—	Passaes	14	2200	suspeita	muitos	7 ½ horas
—	Poço do Cantharinhal	16	3000	suspeita	muitos	6 horas

Como methodo a seguir para a determinação do colibacillo foi aconselhado pelo Sr. Charles Lepierre — o de Péré, que, como vimos, consiste em fazer proliferar os germens contidos na agua, tornada nutritiva pela addição de caldos de carne e de peptonas, em presença de $\frac{1}{1000}$ de acido phenico á temperatura de 35 a 36°.

Os resultados a que chegamos, empregando este processo, foram os seguintes:

Agua da Fonte da Matinha, turvou passadas 24 horas.

Agua da Fonte dos Passaes, turvou passadas 12 horas.

Agua do Poço do Cantarinhal, turvou passadas 12 horas.

Conclusões. — A agua do Cantharinhal e a dos Passaes, que pela analyse chimica eram já tidas como *suspeitas,* a primeira, pela quantidade de residuo fixo e a segunda, pelos phosphatos que contém, devem ser consideradas agora como *muito suepeitas* pelo elevado numero de colibacillos n'ellas existentes.

Com respeito á agua da fonte da Matinha a analyse biologica, confirma os resultados consignados no quadro I, relativamente á sua *potabilidade.*

Não foi possivel fazer-se a contagem das colonias microbianas existentes nos crystallizadores de vidro, além de 5 dias, porque a gelatina nutritiva ao fim d'este tempo começou a liquifazer-se.

Tambem não procurámos isolar o *bacillo typhico,* devido não só a que esse reconhecimento é assás difficil senão impossivel (por talvez se não ter ainda estudado um meio nutritivo apropriado ao seu desenvolvimento, quando associado a outros germens), mas ainda porque o elevado numero de *colibacillos* que encontrámos na agua da Fonte dos Passaes e do Poço do

Cantharinhal, era para nós já mais do que sufficiente para as inutilisar.

A agua da Fonte da Matinha, está, como vimos, incluida no grupo das *aguas potaveis*, todavia, achamos vantajoso fervel-a antes de ser utilisada na alimentação como meio de defeza sanitaria da Villa de Maiorca.

ADDITAMENTO

Materias organicas

Contentar-nos-hiamos talvez com o que nos forneceu a observação no tocante á dosagem das materias organicas das aguas que analysámos, se não obedecessemos ao impulso irresistivel do interesse palpitante d'este assumpto.

Era-nos por isso impossivel deixar de ponderar as memorias sobre elle publicadas até hoje.

Vamos pois, apresentar, compendiadas em breves palavras, algumas opiniões mais recentes.

Convencidos de que os trabalhos de laboratorio são exclusivismos, embora possa accidentalmente succeder que uma grande descoberta seja fructo da collaboração de laboratorios diversos, e mais de que, muitas vezes, de uma obra para outra apenas o que differe é o estylo, não consultámos muitos expositores, tendo porém o cuidado de uma selecção cuidadosa na leitura das obras referentes a materias organicas.

A escudar o que acabamos de affirmar e que póde peccar como modo de ver pessoal, avulta o facto de que os homens que manejam o instrumento da observação, são infelizmente muito poucos.

Posto isto, e como a discussão d'este assumpto pouco interessa, passemos ao que importa.

O estudo das materias organicas da agua não se limita apenas a pesquizas sobre a sua origem, transformação e dosagem; tem tambem de attender á sua separação e differenciação, tornando-se por isso longo e delicado.

Sabe-se, que a agua póde encerrar todas as materias organicas que se encontram no ar e no solo, quer intactas, quer em via de transformação, quer finalmente nos periodos ultimos de decomposição.

A relação intima entre a chimica da agua e a chimica organica é um facto a que se não póde ser indifferente, e que nos leva a poder admittir que, o progresso no estudo das materias organicas será tanto maior, quanto melhor esta puder separar os diversos corpos dispondo-os em series bem definidas, e caracterisando depois cada corpo em sua serie.

A mesma intimidade se observa entre os phenomenos chimicos que se passam na agua e os biologicos. A sua traducção é sempre uma acção physico-chimica.

Por não haver outro processo que cabalmente satisfaça, é a dosagem das materias organicas feita em massa.

Chega-se por esse motivo apenas a medias, ou resultados approximados, que portanto, só com extrema prudencia podem ser generalisados.

D'entre as materias organicas da agua, algumas são muito prejudiciaes á vida humana, emquanto outras, mesmo quando ingeridas em doses grandes, apenas occasionam passageiros incommodos.

A sciencia procura distinguil-as, mas até hoje, apesar dos grandes esforços feitos n'esse sentido, ainda o não conseguiu em absoluto; póde mesmo affirmar-se, que está ainda longe d'esse *desideratum*.

Dissemos opportunamente que a agua das chuvas

ao desprender-se das nuvens, começa desde logo a ser polluida por materias organicas, poeiras, germens, etc., e que, desde que estabelece contacto com a Terra, essa polluição irá tanto mais longe quanto maior fôr a extensão a percorrer.

O que aconteceria pois nos depositos d'agua subterraneos, se não fossem as diversas camadas geologicas que ella atravessa?

A resposta é evidentemente esta: «esses depositos accumulariam por uma especie de electividade, todas as substancias organicas ou inorganisadas, e as aguas dos rios, fontes ou ribeiros que d'elles tivessem a origem, não poderiam ser utilisadas na alimentação.

Mas o Creador, previdente sempre, formou a Terra de tal modo que a composição e espessura de que a dotou, constituem um verdadeiro obice á contaminação total da agua.

As transformações que soffrem as materias organicas da agua são extremamente complexas, e tanto assim que ainda hoje pouco se sabe a tal respeito; o que parece averiguado é que todas as substancias que a agua póde encerrar, tem acção mais ou menos directa sobre as materias organicas; sendo assim, os germens e o oxygenio influirão incontestavelmente, e bastante, sobre essas materias.

Este estado de duvida em que a sciencia actualmente se encontra resulta, da impossibilidade de se caracterisar, n'um meio tão complexo todos os termos de degradação, visto que até hoje apenas se conhecem os termos ultimos, sendo desconhecidos os diversos estados intermediarios.

Hypotheticamente admitte-se que as materias organicas ternarias desapparecem no estado de acido carbonico e agua, e que as materias organicas azotadas, dão como termo ultimo da sua degradação, nitratos.

Tem-se pretendido explicar estes factos pelas dias-

tases que segregam certos fermentos, em presença de uma multiplicidade de germens; comtudo, os resultados d'esses trabalhos não primam pela sua importancia. Foi esta a conclusão a que chegou o grande WINOGRADSKI, submettendo-os a um processo de observação, muito mais complexo, de uma agudeza superior, mais minudente e subtil do que empregaria em geral quem se entregasse á mesma missão.

O empirismo predomina sempre na dosagem das materias organicas da agua, devido á imperfeição dos methodos adoptados; mas, apesar d'isso, alguma coisa se tem feito, chegando-se já a algumas conclusões geraes deduzidas das experiencias, a saber:

1.° A dose das materias organicas não é constante em todas as aguas.

2.° As materias organicas podem augmentar ou diminuir em qualquer agua e geralmente o terço inferior é mais saturado de materias organicas do que os dois terços superiores da massa liquida (1).

3.° O desapparecimento das materias organicas manifesta-se sempre por um augmento de azotatos ou azote albuminoide, sem que todavia se possa estabelecer uma relação entre as variações da materia organica e as do azote mineral ou organico.

Os azotitos não são revelados senão nas aguas em via de transformação activa, por isso, devem ter-se como muito suspeitas aquellas, aonde elles forem encontrados.

Repetidas experiencias têm confirmado que as aguas superficiaes das cisternas são muito mais ricas em azotatos que as profundas. *(Journal de pharmacie et de chimie*, 1.° de fevereiro de 1902).

---

(1) Este facto é importante e utiliza á hygiene na instalação das bombas destinadas á captação da agua das cisternas.

O ammoniaco livre e azote albuminoide augmentam consideravelmente á medida que se approximam do interior da massa liquida. O azote n'estes dois estados, ao contrario do que acontece com o azote nitrico, é mais abundante nas aguas superficiaes.

O oxygenio dissolvido diminue da superficie para o centro, mas esta diminuição não é proporcional á quantidade de azote nitrico formado; é verdade que semelhante determinação é dificillima, porque á medida que o oxygenio dissolvido se vae consumindo nas oxydações, as aguas da superficie vão roubando-o ao ar e estabelecendo o equilibrio.

As trocas gazosas operam-se muito lentamente entre 4 e 6 metros abaixo da superficie liquida, e as oxydações a esta profundidade são menos vigorosas do que á superficie. É o que explica o desapparecimento rapido das materias organicas das aguas superficiaes, e o augmento consideravel de nitratos.

As materias organicas transformam-se tambem a uma certa profundidade, mas não dão geralmente azote nitrico e quando o dêm é em quantidade inapreciavel; succede o contrario com o azote ammoniacal e o albuminoide que se encontram alli em maior quantidade do que á superficie.

A differença entre a quantidade das materias organicas contidas nas aguas profundas e da superficie, varia de uma cisterna para a outra, e é tanto mais consideravel quanto maior fôr a espessura da camada liquida.

Uma conclusão pratica póde a hygiene tirar do que fica exposto, que é: «dar a maior amplitude e a menor profundidade ás cisternas, que hajam de se construir. A nitrificação a uma profundidade de 2 ou 3 metros é muito lenta e a transformação das materias organicas, dificil.

A dosagem das materias organicas póde fazer-se por *dois* processos.

O primeiro, consiste em evaporar completamente uma quantidade de agua, conhecida; pesa-se o residuo e calcina-se em seguida: fazendo uma nova pesagem; a differença de peso representa a materia organica.

Este processo parece, que permittiria conhecer o peso real das materias organicas da agua; mas quando se calcina o residuo, a perda de peso representa não sómente as materias organicas, mas ainda os saes ammoniacaes e chloretos, sem contar com as decomposições que podem effectuar-se conforme o grau de aquecimento.

Por aqui se vê quanto é defeituoso este processo.

O segundo processo consiste em fazer a dosagem pelo permanganato de potassio e avaliar a quantidade das materias organicas pelo peso de oxygenio cedido por este sal para as oxydar. É ainda um methodo duvidoso, porém, á falta de melhor, foi o que nos serviu para a dosagem das materias organicas das aguas que analysámos.

Se as materias organicas absorvessem todas, para peso igual, a mesma quantidade de oxygenio, o processo poder-se-hia chamar rigoroso, mas, não só os pesos de oxygenio são differentes, como tambem estas differenças variam com o tempo que sobre ellas actua o permanganato, temperatura e acidez ou alcalinidade do meio.

A grande causa de erro d'este methodo de dosagem está em que as diversas substancias podem subtrahir ao permanganato differentes fracções de oxygenio que seriam necessarias para as carbonisar inteiramente.

Exemplificando: o acido oxalico absorve todo o oxygenio necessario para a sua combustão, o tartrico não absorve senão $^3/_4$, o benzoico, 22 por 100, o phenico, 41 por 100, a leucina, 10 por 100, a allantoina, 3 por 100, o assucar, 54 por 100 (Malmejac).

Agora, facil nos é concluir o quanto são precarios os resultados fornecidos na oxydação das materias

organicas pelo permanganato de potassio. Se a doutrina pecca, pois, no seu principio fundamental, a sua realização pratica, isto é, o *modus operandi* vem completar-lhe a ruina.

Pouchet et Boujean affirmam que os productos de origem vegetal absorvem mais oxygenio em meio acido do que em meio alcalino, e que o inverso tem logar com as materias organicas de origem animal: productos de putrefacção das materias albuminoides, agua dos estrumes ou dejecções alvinas, etc.

Na opinião d'estes grandes sabios a agua que absorve mais oxygenio em meio alcalino que em meio acido, deve ser considerada como muito suspeita, porque póde encerrar materias organicas de origem animal e por conseguinte perigosas para a saude publica. Assim pensa Lévy e mais alguns chimicos hydrologos.

Outros, ao contrario, pensam que se deve dar maior importancia ás materias organicas que absorvem maior quantidade de oxygenio em meio acido; porque ellas — acrescentam —, são mais complexas, mais nutritivas para os microbios mais affastados do estado ao qual os conduz a vida microbiana, e que, por conseguinte, é a esta dosagem que se deve ligar a maior importancia (Tiemann et Preusse).

Em verdade aqui ha uma clara contradicção o que prova que os homens superiores, — e os citados inquestionavelmente o são — tambem tem as suas aberrações. Ha sobre o assumpto chimicos hydrologos intransigentes que condemnam, *in limine,* a primeira pratica acceitando esta ultima.

Não vemos que para isso haja razão fundamental, e até somos refractarios a essa escola, que visa a proclamar leis absolutas em chimica hydrologica, onde a nosso ver sómente ha opportunismos e não exclusivismos.

Vamos agora fazer algumas considerações ácerca

dos resultados obtidos na investigação das materias organicas das aguas que analysámos.

Tomamos para base d'essas considerações o Poço do Cantharinhal, que fica situado juncto da estrada publica e na vertente de duas encostas, brotando d'uma d'ellas a nascente. Os detrictos d'essa via publica e dos animaes encurralados, latrinas, etc. todos alli vão desaguar quer por infiltração quer deslisando pela superficie da Terra. O terreno poder-se-ha chamar *liasico* ou talvez lhe caiba melhor a classificação geologica de «*lias oolithico*», podendo abranger os terrenos da Fonte da Matinha e Passaes.

As condições hygienicas d'este Poço não podem ser mais deploraveis, facto que nos levou a preferir as suas aguas a quaesquer outras para o presente trabalho, parecendo-nos que ellas estariam polluidas de tudo quanto podesse existir de mau. Pura illusão.

Estas aguas não nos revelaram sequer vestigios de materias organicas empregando o methodo de LÉVY.

A que se poderá attribuir este facto? Á nossa impericia? Não, porque fizemos a contra-prova com a agua da Fonte da Cadeia de Coimbra, confirmando a nossa dosagem os resultados a que chegaram CHARLES LEPIERRE e VICENTE DE SEIÇA, quando procederam á analyse da agua da cidade. Adiante veremos a que se poderá attribuir, no campo problematico.

A analyse chimica d'esta agua não nos revelou coisa que nos surprehendesse a não ser a percentagem grande em *phosphatos;* mas a analyse bacteriologica aniquilou a potabilidade chimica com 3.000 germens por centimetro cubico. É o que se verifica consultando o quadro II.

Aos que argumentam (MALMEJAC) dizendo que a quantidade de materias organicas é proporcional á riqueza microbiana de qualquer agua, responde-se que semelhante theoria é inacceitavel e se contesta no

campo experimental; mas dando de barato que tenha alguns foros de verdade, nunca essa proporção póde ser absoluta e póde até faltar, porquanto os microbios vivem, e desenvolvem-se muitas vezes na agua á custa de compostos azotados, differentes das materias organicas; nitratos, nitritos e saes ammoniacaes, além dos saes vulgares das aguas indispensaveis tambem á sua nutrição.

Ainda mais. Podem tambem viver á sua custa, isto é, uns servirem de alimento aos outros na luta pela existencia.

Isto não quer dizer que as aguas que analysámos fossem distituidas de materias organicas; não nos abalançamos a essa affirmação cathegorica:

1.º Porque, como já foi dito, os processos de dosagem são por emquanto bem defeituosos.

2.º Porque não nos foi possivel proceder immediatamente á dosagem ao chegar ao laboratorio com as amostras, e esta demora póde muito bem ter dado margem a que umas doses infinitesimaes de ferro que existem na agua as oxydassem e portanto occasionassem o seu desapparecimento.

3.º Póde ainda ter acontecido que as materias organicas existissem a principio nas aguas em quantidade pequena, embora sufficiente para a vida microbiana, e que as materias organicas desapparecessem tambem sob a influencia d'essa mesma vida microbiana, servindo de alimento aos microbios, cujo numero poderia elevar-se emquanto que ellas poderiam diminuir até ao desapparecimento completo.

Seja como fôr, n'um curto espaço de tempo (2 dias depois da colheita) não se poderia ter consumido tão grande quantidade de materias organicas, se avaliarmos essa quantidade pelo numero de germens que a analyse bacteriologica nos revelou. É o que se nos offerece dizer.

*

*
* *

Algumas palavras sobre a interpretação dos resultados da analyse bacteriologica e da purificação das aguas de alimentação

Comparando-se a massa verdadeiramente prodigiosa de estudos apparecidos ha 25 annos a esta parte sobre bacteriologia, encontramos numerosas contradicções nos diversos tratados.

Não nos surprehendeu o facto por se tratar de um estudo delicado, difficil e pouco conhecido ainda, para remover todas as causas de erro resultantes do *modus operandi* seguido por cada analysta, porque até hoje nenhum processo se julga isento de defeitos, e alguns mesmo não podem dar uma ideia exacta da riqueza em germens d'um certo ponto de um solo determinado; pela mais forte razão, pois, não se póde nem deve generalisar. Tanto mais que se desconhece ainda um meio de cultura adequado ao desenvolvimento de todos os germens, além de se não poder precisar, se o numero de bacterias contadas é bem aquelle que encerra o solo analysado.

Quer isto dizer que, é impossivel fazer-se uma ideia justa da flora bacteriana d'um terreno. Mas quando mesmo seja nitidamente estabelecida essa flora, poder-se-ha concluir a composição bacteriologica da agua, correspondente a qualquer camada de qualquer terreno? De modo nenhum, porquanto, a passagem dos germens na agua está inquestionavelmente ligada a uma serie de propriedades physicas e chimicas dos terrenos atravessados, propriedades que variam sob a influencia dos agentes exteriores. Não é, pois, para

estranhar que os bacteriologistas que se têm occupado da questão, empregando methodos differentes, tenham chegado a resultados tambem differentes.

Por muito tempo se julgou que as materias organicas eram indispensaveis á vida dos germens, que as aproveitariam como repasto, e admittia-se ainda que o numero de germens, era proporcional á quantidade das materias organicas.

Esta theoria não logrou convencer a maioria, e os poucos defensores, convictos por factos experimentaes, que a principio julgaram decisivos, retractaram-se com toda a lealdade deante de novas e mais bem dirigidas experiencias, mormente quando Meade Bolton demonstrou que os germens podiam viver no meio mais pobre de materias organicas, inclusivamente na agua distillada e pura.

No tocante ás contradicções que se encontram entre os diversos bacteriologistas, poderemos dizer que ellas não são mais do que a justificação de um aperfeiçoamento a que mais tarde ha de chegar a bacteriologia; é provavel que quando tenhamos chegado a este ultimo termo, os methodos hoje acceites por todos os sabios se unifiquem, e as contradicções observadas hoje, desappareçam completamente.

Vimos que para fazer um estudo ácerca da biologia da agua, é necessario proceder á numeração dos germens, o que reclama algumas precauções, já indicadas.

Essas precauções derivam dos trabalhos de Percy-Frankland, Léone, Meade Bolton e Heraeus.

O primeiro d'estes sabios verificou que na agua polluida pelas urinas, augmentava rapidamente o numero de germens; outros chegaram á mesma conclusão com aguas perfeitamente puras.

Foi assim que Léone encontrou cinco germens por centimetros cubicos n'uma agua, no momento

da colheita, ao passo que, decorridos cinco dias, a mesma agua submettida á mesma experiencia apresentava já 500.000.

Cramer, vendo crescer a principio o numero de germens n'uma amostra d'agua, verificou no fim de certo tempo uma diminuição rapida.

Do mesmo modo Miquel tendo feito a analyse microbiana das aguas do Senne, achou no acto da colheita 4.800 bacterias por centimetro cubico; conservando estas aguas por muito tempo e procedendo depois a uma nova analyse verificou existirem sómente 229.

Aconteceu melhor ainda com outras aguas que analysou, porque tendo-lhe apresentado a principio a analyse 66 germens por centimetro cubico, no fim de 10 annos, em frascos hermeticamente fechados, a agua tinha-se tornado esteril.

A experiencia demonstra que as aguas muito povoadas de germens se purificam a pouco e pouco, emquanto que, nas menos povoadas a principio, o numero d'elles augmenta sensivelmente durante certo tempo, variavel para cada agua, para decrescer em seguida.

Estes augmentos ou diminuições essencialmente variaveis, são funcções d'uma multiplicidade de factores, taes como a temperatura, riqueza em materias nutritivas e em germens da agua estudada, e são a resultante de todas as reacções chimicas e biologicas que se passam n'este meio, e por isso, factores ainda incompletamente conhecidos.

Como dissemos, d'um modo empirico póde admittir-se que, emquanto existir n'uma dada agua um certo numero de materias nutritivas, os germens multiplicar-se-hão, mas desde que ellas faltem, o numero ver-se-ha decrescer rapidamente devido á luta pela existencia, dado como certo que n'essa luta as bacterias destroem bacterias, servindo as mortas de repasto ás vivas.

Certos germens podem ceder á agua substancias toxicas que, por seu turno poderão impedir o desenvolvimento d'outras especies microbianas, e mesmo sustar n'um momento dado o desenvolvimento da especie que os segregou.

O oxygenio contido na agua favorece a multiplicação dos germens; o contrario tem logar com o acido carbonico.

O chloreto, nitrito, nitrato e carbonato de sodio protejem immenso o desenvolvimento dos germens (TRENCKMANN); estes saes mineraes que nas experiencias d'este sabio serviram para augmentar o numero de bacillos cholericos, fazendo a sementeira em meio esteril, provam irrefutavelmente a sua acção benefica sobre alguns germens.

Os saes empregados são os que se encontram mais frequentemente na agua, e o germen é um d'aquelles a que se tem, não sem razão, attribuido certas epidemias cholericas de origem hydrica; o auctor não podia fazer melhor escolha.

Do que fica exposto conclue-se que podem existir aguas toxicas para germens determinados; vejamos agora como se comportam os germens pathogenicos na agua e qual a acção d'esta sobre elles.

Os germens lançados n'uma agua, não encontram n'ella tão favoraveis condições de vida, e consequentemente, não se desenvolvem tão bem, como n'um meio preprarado para elles.

A razão d'isso está em que, além de lhes poder ser desfavoravel a composição mineral da agua, e poder ter um effeito nocivo sobre o seu desenvolvimento a quantidade maior ou menor de acido carbonico n'ella existente, terão ainda de lutar com as especies microbianas que ella contenha e por esse motivo já adequadas ao meio.

Sabe-se dos trabalhos de RAULIN, que os saes ge-

ralmente contidos na agua exercem uma acção importante sobre o desenvolvimento dos germens.

As condições de tempo, meio e temperatura exercem tambem uma influencia que se não póde despresar.

Vamos indicar, para os dois germens pathogenicos que têm dado logar ás mais terriveis epidemias de origem hydrica, os resultados dos mais importantes trabalhos ácerca da sua resistencia na agua.

Bacillo typhico. — DAGENOFF concluiu dos seus trabalhos em 1885, que este bacillo póde viver na agua, isolado.

WOLFÜGEL diz tembem que elle se comporta na agua de differentes modos: Póde viver n'ella sem se multiplicar; uma temperatura acima de 16° póde occasionar o seu desenvolvimento em certas aguas.

Póde viver na agua distillada oito dias, e sete na esterilizada, acrescenta HOCHSTETTER.

O facto importante é que o bacillo typhico póde viver mais de 3 mezes em determinadas aguas, da mesma forma que o bacillo virgula ou o bacillo cholerico podem viver mais de um anno.

Se na agua existissem apenas especies banaes, a sua importancia hygienica seria quasi nulla e o seu estudo biologico perderia muito do seu interesse; mas a par dos germens sem a acção conhecida sobre o organismo, como os saprophytas, ou de acção ainda duvidosa como o colibacillo, encontram-se outros, pathogenicos, que são a causa irrefutavel de doenças temiveis.

Entre a multidão dos germens chamados saprophytas, isto é, — sem acção directa sobre o organismo — póde haver alguns que, entrando n'uma associação microbiana augmentem ou attenuem, segundo os casos, a virulencia dos germens pathogenicos; outros, tambem indeterminados como os primeiros, podem ter uma

acção irritante sobre o intestino, e como se diz: preparar, predispôr o organismo para uma receptividade maior de germens pathogenicos. Esta pretendida preparação do organismo pelos germens saprophytas, não disfarça a nossa ignorancia ácerca da sua verdadeira acção.

Dizer-se, que milhares de germens de especies muito differentes, predispõem o organismo para a actividade dos pathogenicos, é pouco. A sciencia actual que nada mais nos ensina, confia porém em que aquellas acções ainda muito obscuras hoje, serão um dia nitidamente formuladas pelos bacteriologistas, sobretudo quando melhor se conheçam as associações microbianas.

Poder-se-ha concluir, mesmo com os progressos dos methodos de pesquiza adoptados hoje, que uma agua que encerra muitos germens chamados saprophytas, não contém tambem pathogenicos? Evidentemente que não; e os trabalhos de GRIMBERT provam-no superabundantemente.

Devemos ter sempre como suspeita debaixo do ponto de vista hygienico, uma agua que encerra muitos germens, qualquer que seja o valor que permitta attribuir-lhe o estado actual dos nossos conhecimentos.

Aponta-se o colibacillo como sendo capaz da representar, umas vezes o papel de germen saprophyta, outras, o de germen pathogenico. Estes factos estabelecidos por numerosos trabalhos, vêm reforçar o que dissemos a proposito das associações microbianas. Sem ellas, como explicar-se que um germen, o colibacillo por exemplo, possa provocar virulencias muito variaveis e dar logar a reacções micro-chimicas differentes?

Não nos é desconhecido o facto de que um germen cultivado n'este ou n'aquelle meio póde modificar quasi toda ou toda a sua morphologia e physiologia, mas

é bom lembrar que para um meio como a agua, sempre povoada de maior ou menor quantidade de germens, a associação microbiana deve desempenhar um papel importante.

No Annuario de Montsouris de 1900 (pag. 405) MIQUEL diz :

«La découverte du bacille-coli dans une eau permet, assure-t-on, d'affirmer qu'une eau a été en contact direct avec des substances excrémentielles, d'où la conclusion que toutes les eaux qui le montrent doivent être considérées comme suspectes; nous ne partageons pas tout à fait cette opinion, car cette bactérie se rencontre aisément dans toutes les eaux de sources et trés souvent pendant les sécheresses, au moment où les eaux de surface ne peuvent être accusées de contaminer les sources naturelles. Nous estimons que le bacillus-coli communis et ses variétés sont aussi répandus autour de nous que les bacilles subtils; qu'on aura autant de peine à en débarrasser les eaux captées que de priver ces dernières des bacilles vulgaires, alors même qu'on prendrait les précautions de l'asepsie la plus minutieuse pour en purger les galeries de captation, les réservoirs et la canalisation. Ce bacillus-coli communis, nous le trouvons en toute saison dans les eaux distribuées à Paris, et nous ajouterons dans toutes les eaux de la province qui paraissent être des plus pures.»

Sem embargo da opinião de MIQUEL, confirmada por MORONI, devemos considerar sempre como suspeita a agua que contenha o colibacillo, mesmo porque se tem confundido com o de EBERTH, e um excesso de prudencia nunca ficou mal a ninguem.

A descoberta dos germens pathogenicos na agua veio levantar importantes discussões e dar um novo desenvolvimento á epidemiologia. Esta importancia da agua, bem como o facto de ser o principal vehiculo

dos germens pathogenicos, tem sido bem posta em foco por certas epidemias; assim o aponta MIQUEL que cita além d'outros factos, um bem caracteristico, que se deu na cidade de Chaumont; «abastecia-se a cidade d'uma agua, que brotava do monte sobre que Chaumont assenta, e durante mais de meio seculo foi a sua população dizimada pela febre typhoide. Abandonado o uso d'essa agua e substituido por uma outra mais pura, os typhos desappareceram como por encanto.» Mas nem assim estes fatos satisfazem a todos os sabios porque alguns ainda discordam de semelhante theoria. Por exemplo, como já foi dito, na Allemanha, MAX PETTENKOFER e sua escola não admittem que a agua seja a causa de certas doenças resultantes dos germens que ella possa conter; emquanto que por outra parte ROBERT KOCH, seu compatriota, se mostra grande partidario d'essa theoria e sustenta que a agua é, com effeito, o vehiculo dos germens pathogenicos.

É de summo interesse a leitura dos trabalhos dos dois partidarios que se defendem habilmente. Com effeito, se consultarmos os trabalhos de ROBERT KOCH, encontraremos n'elles exemplos indiscutiveis, apontando a agua como o manancial de certas doenças contagiosas; por outro lado se consultarmos os trabalhos de PETTENKOFER, acharemos numerosos exemplos a apoiar a sua these.

O que se conclue d'aqui é que as theorias são discordantes, e sendo assim, não deveriam ter valor, nem affirmativo nem negativo.

As experiencias, porém, confirmam a theoria de ROBERT KOCH, e nós vamos reforçal-a dizendo com GRISOLLE: «une théorie si universellement acceptée doit avoir quelque raison d'être.»

*
* *

Os innumeraveis casos de epidemias, desenvolvidas em seguida á contaminação das aguas, têm atrahido a attenção dos hygienistas para o estudo do abastecimento das cidades com aguas potaveis, fazendo-os estabelecer para estas, selecções severas. Quando seja impossivel encontrar as aguas ao abrigo de toda a suspeita, a sua depuração impõe-se. Os methodos usados para a purificação das aguas são: *mechanicos, physicos e chimicos.*

Para mais simplicidade e clareza vamos dividir o estudo da purificação da agua, em classes que em seguida estudaremos successivamente pela ordem numerica:

1.º Depuração natural
2.º » pelo frio
3.º » pelo calor
4.º » pela filtração
5.º » chimica.

Depuração natural. — Vimos que as aguas das cisternas se depuram pelo repouso; devido talvez, em grande parte, ás simples leis da gravidade, tratando-se de materias em suspensão, ás reacções chimicas que variam de intensidade da superficie para o fundo, tratando-se das materias em dissolução.

Mas não só as aguas em repouso se depuram naturalmente; diremos o mesmo das aguas correntes. N'estas, a depuração é devida a uma serie de attra-

ções moleculares, precipitações, reacções chimicas e tambem á concorrencia vital.

A luz solar directa ou reflectida é um agente esterilizador de primeira ordem, que póde esterilizar em pouco tempo a agua isolada. Ella actua simultaneamente de dois modos differentes: *pelo calor* e *pelos raios chimicos.*

A esterilização da agua pela luz solar, suppõe-se sensivel a 3 metros de profundidade, podendo variar com a temperatura e limpidez.

O ar, pela quantidade de oxygenio que contem, gosa das mesmas propriedades esterilizantes, para as aguas que se conservam á superficie da Terra. A causa d'isso está na acção que o oxygenio exerce sobre as materias organicas ha pouco estudadas.

Depuração por congelação. — Importantes estudos sobre o gêlo levam-nos á conclusão de ser muito duvidoso este processo, quando posto em pratica. É verdade que talvez ninguem se lembre de congelar a agua para a purificar.

É sabido que quando se congela a agua, esta abandona parte das substancias mineraes dissolvidas; mas não acontece o mesmo com as materias organicas e germens.

Os recentes estudos sobre o gêlo mostram que a temperatura de 0°, é insufficiente para destruir os germens da agua, mesmo quando se mantenha durante certo tempo.

Uma temperatura inferior áquella, é ainda inefficaz contra a maioria dos germens. A este proposito dizia o saudoso e genial Pasteur: «Les microbes inoffensifs ou pathogènes résistent presque tous à des températures même très basses.»

Os effeitos do frio prolongado são, todavia, sensiveis para as bacterias da agua que, segundo FRAEN-

KEL, perde em dois dias 4/5, em cinco dias 9/10 de seus germens. Mas isto acontece com as especies banaes; os germens pathogenicos são muito mais resistentes.

As mais recentes experiencias demonstram que o frio é um mau depurador, tanto das materias organicas como dos germens, porque, se impede o seu desenvolvimento, não as destroe totalmente, e, por conseguinte, não apresenta vantagens que o recommendem.

Depuração pelo calor. — Acabamos de ver que os microbios resistem muito ao frio, vejamos agora o que acontece elevando a temperatura successivamente até á ebullição. A partir de 60° a maior parte dos microbios não resiste, e a 100° podem-se julgar totalmente destruidos, pois, como demonstrou MIQUEL, a esta temperatura só poderão resistir os esporos.

Para se obter uma esterilização absoluta, é preciso, segundo PASTEUR, aquecer a agua até 110 ou 120°; mas uma temperatura inferior a esta é já sufficiente para fazer perecer todos os germens pathogenicos conhecidos e particularmente o bacillo typhico e cholerico, cuja temperatura mortal é 56° para o primeiro, e 52° para o segundo (STERNBERG).

Vê-se que, levando a agua á ebullição e mantendo-a durante 10 minutos a esta temperatura se póde julgar bem esterilizada, podendo ser sem receio, empregada na alimentação,

Resumindo: qual é o effeito da ebullição sobre a agua? A ebullição, faz desapparecer os productos volateis que a agua póde encerrar; precipita uma bôa parte dos saes calcareos ou magnesianos que se encontram no estado de bicarbonato; destroe, como acima dissemos, todas as bacterias pathogenicas e saprophytas que n'ella vivam.

Apontam á agua fervida o inconveniente de ser

pezada, indigesta, insipida, pouco arejada e de ter perdido os seus principios nutritivos seguidamente á precipitação dos saes.

As experiencias de GUINARD (1) demonstram que esta accusação é mal fundada, porque a diminuição dos gazes e saes não é tão grande que obrigue a proscrever da alimentação a agua fervida. É verdade que os gazes desapparecem pela ebullição, mas o tempo que a agua leva a resfriar é sufficiente para n'ella se dissolverem novas quantidades de azote e oxygenio, e são esses, os que mais interessam á alimentação. Emquanto aos saes mineraes que em parte se perdem não podem diminuir muito o valor nutritivo da agua, por quanto se encontram em quantidade sufficientemente grande nos alimentos, como por exemplo, no pão carne, vinho, etc.

Quanto a nós, o unico inconveniente que se póde apontar á agua fervida é o gosto inteiramente especial que ella toma. Porém esse inconveniente é facil de remediar, misturando-lhe algumas colheres de vinho que lhe modifica o gosto particular.

Vivendo n'um meio sezonatico e pantanoso, temos tido occasião de beber por muito tempo a agua fervida addicionada de vinho, e nem por isso alguma vez nos pareceu que a mistura fosse mais desagradavel ao paladar, do que se tivesse sido feita com a agua não fervida.

Em summa, vemos na agua fervida grande vantagem, e por isso continuaremos, com todos os hygienistas, a aconselhar o seu uso durante as epidemias, e todas as vezes que a agua potavel seja suspeita.

Precauções a observar. — *A ebullição deve fazer-se*

---

(1) Gazette hebdomadaire de medicine, septembre 1892.

em recipientes apropriados e munidos de tampa. Deve ser mantida durante dez ou quinze minutos pelo menos, e não durante quatro ou cinco como habitualmente se faz. Depois d'isto deve ser collocado o recipiente em logar fresco e ao abrigo das poeiras do ar.

A par d'este processo de esterilização pelo calor temos a acrescentar ainda o da esterilização sob pressão, (hoje já muito em voga), e o da distillação. De forma que, resumindo: pode-se esterilizar a agua com o auxilio do calor por trez processos:

1.º Ebullição simples
2.º » sob pressão
3.º Distillação.

Depuração pela filtração. — A filtração da agua tem por fim fazel-a passar atravez dos corpos porosos que retêm as impurezas insoluveis que n'ella se encontram.

A materia porosa toma o nome de *filtro*.

As materias empregadas para a filtração das aguas são muito numerosas. A areia, terra, pedra porosa, porcellana commum não envernisada, esponjas, lã, feltro, carvão, coke, etc., tem sido alternadamente preconisados para a filtração das aguas. Entre estas materias, umas são de acção puramente mechanica, e outros têm propriedades chimicas.

Um filtro tem tanto mais valor quanto melhor retiver os germens, mas como dizem os inglezes: *the best filter is no substitute for bad water:* o melhor dos filtros não dá garantias absolutas perante uma agua má. Todos sabem que o filtro de CHAMBERLAND, comquanto seja o mais perfeito, passados quatro dias sem ser lavado e esterilizado, deixa-se atravessar pelos germens, e ao setimo dia a agua filtrada encerra maior numero de germens que antes de o ser (LACOUR).

A esterilização das vellas faz-se com o soluto de alumen, permanganato de potassio a $\frac{1}{1000}$, ou com o alcool.

Ha quem dê preferencia a este ultimo agente por se achar sempre prompto além de poder servir indefinidamente.

Depuração chimica. — Os reagentes chimicos empregados na depuração da agua são de duas ordens: uns actuam determinando reacções chimicas que precipitam as impurezas mineraes ou organicas das aguas, como, por exemplo, o alumen, cal, carbonato de sodio, etc.; outros, como os permanganatos, oxydam as materias organicas, destruindo-as.

Quaesquer productos chimicos empregados destroem as bacterias ou diminuem o seu numero; taes são os acidos, alumen, permanganato de potassio, etc.

A purificação da agua pelos meios chimicos é pouco usada apesar dos processos para esse fim serem innumeros. O mais recommendado para as pequenas collectividades é o do pharmaceutico LAPEYRÈRE, que se baseia na acção oxydante do permanganato de potassio e na acção esterilizante do alumen associado ao carbonato de sodio e cal.

A formula é a seguinte:

Permanganato de potassio.....	3 gr.
Alumen de sodio crystallizado, secco e pulverizado.....	10 gr.
Carbonato de sodio.....	9 »
Marmore calcinado e extincto.....	3 »
(misture) Total....	25 gr.

Esta quantidade de 25 gr. é a dose media para 100 litros d'agua, ou seja 0gr,25 por litro.

Quando a dose da mistura excede a 0gr,50 por litro, a agua accusa um gosto ligeiramente terroso.

*

* *

Vamos terminar.

O assumpto que escolhemos para a nossa dissertação é interessante e fertil.

Tem n'elle cabida as mais ousadas concepções, abre margem ás mais arrojadas hypotheses que a experiencia e a observação converterão um dia em dogmas scientificos, e, já hoje, pejam-no trabalhos de tão grande merito, de tão incontestavel alcance que bem póde dizer-se que nenhum ramo de sciencia poude ainda no berço descortinar mais vastos e proficuos horizontes.

Foram estas considerações que nos attrahiram irresistivelmente a estudál-o, embóra nos sentissemos pequenos para tal emprehendimento.

Previmos tambem no decorrer do nosso trabalho que se poderia formular a observação «de nos termos alheado do campo pharmaceutico e que, portanto, de pouco interesse seria o nosso humilde esforço para a nossa vida profissional.»

Vamos de encontro a essa observação convictos de que o medico e o pharmaceutico se completam reciprocamente e que convém a este auxiliar aquelle quanto em suas forças caiba, além de que, na parte puramente pratica não vemos desvantagem em que o pharmaceutico realize segura e gradualmente progressos na senda da Sciencia.

Cremos antes, que esse facto apenas virá com-

pletar a sua educação scientifica, radicando-lhe noções uteis, desenvolvendo-lhe aptidões de um bom pratico.

Um estimulo frisante nos é apresentado pela propria historia contemporanea quando ella regista que o primeiro «conselho de hygiene realizado em Paris em 1802» o foi por instigação dos pharmaceuticos CADET-GASSICOURT, HUZARD, DEYEUX, sendo presidido pelo grande PARMENTIER.

Deixamos no nosso trabalho expendida doutrina que nos parece, de direito compete ao pharmaceutico saber, e outra que liga intimamente entre si n'uma necessidade de collaboração mutua o medico e o pharmaceutico.

De resto visámos a fazer um estudo consciencioso, não obstante as difficuldades que previamos e sacrificios a que fomos obrigados, por quanto o assumpto nos era em grande parte desconhecido.

Ahi fica pois o nosso trabalho, embora apenas superficialmente completo, attendendo ao vasto dominio que abrangem os seus differentes ramos.

Que elle atteste a nossa bôa vontade e o trabalho arduo que nos impusémos voluntariamente, áquelles que nos derem a honra de o ler.

PROPOSIÇÕES

1.ª Cadeira — O filtro de CHAMBERLAND, systema PASTEUR, utilizado na filtração da agua, não satisfaz cabalmente aos preceitos da hygiene.

2.ª Cadeira — No estado actual da sciencia, quaesquer que sejam os resultados fornecidos pela analyse chimica da agua, nunca d'elles se poderão tirar conclusões positivas sem a previa analyse bacteriologica.

3.ª Cadeira — A esterilização da agua pelo calor é superior a qualquer outro processo.

4.ª Cadeira — A depuração da agua pelos meios chimicos não convém aos usos pharmaceuticos.

INDICE

TERCEIRA PARTE

QUARTA PARTE

CORRIGENDAS

Pag.	*Linhas*	*Erros*	*Emendas*
24	28	que entra na composição	que entram na composição
25	9	o primeiro polo negativo	o polo negativo
26	20	Haja em vista	Haja vista
27	9	Hygiène morale	Hygiène navale
39	21	provêm sobretudo	são sobretudo
47	21	produziram	produzam
53	16	netrogrados	retrogados
55	21	requesitos	requisitos
60	24	tractado	tratado
63	35	que escapariam	que escapem
64	35, 36	do erro	de erro
67	2	evaporação... Dispondo-se	evaporação. Dispondo-se
68	11	sub-mette-se	submette-se
71	27	tintura	tinctura
72	20	phenol-phtaleina	phenolphtaleina
75	20	de ammoniaco (densidade 0,97) :	de ammonia (densidade 0,97) :
76	14	agnas potaveis	aguas potaveis
76	21	conforme predumina	conforme predomina
78	28	dissolvem-se mais 2 grammas	dissolvem-se 2 grammas

Pag.	*Linhas*	*Erros*	*Emendas*
79	8	colloração	coloração
80	1	Ammoniaco — azote	Ammoniaco. — Azote
80	6	Van Thiegen	Van Tieghem
80	31	phenol-phtaleina	phenolphtaleina
81	23	Os tres primeiros	Os trez primeiros
87	13	$=Na_2So_4+C_{16}H_{31}O_2)^2Ca$	$=Na_2SO_4+(C_{16}H_{31}O)^2Ca$
88	31	o grau francês	o grau francez
»	32	e 0°,70 inglês	e 0°,70 inglez
89	17	vamos descrever este	vamos descrevêl-o
97	6	multiplicado	multiplicando
»	27	«ponderal vide —Facto-ren	ponderal vide—«Facto-ren
»	29	187	1887
100	26	peso eu por volume	peso ou por volume
101	12	por lito	por litro
103	1	em que deve	entre os quaes deve
107	13	os 0,cc3	as 0cc,3
109	15	proposto para a dosagem	propostos para a dosagem
109	23	É o que se traduz das seguintes reacções :	É o que se traduz das seguintes reacções: (1)
135	25	quanto a resultado	quanto a resultados
140	1, 2	dá ao ao liquido	dá ao liquido
140	4	expesso	espesso
142	30	expesso	espesso
144	27	no fim de dose horas	no fim do doze horas
144	33	1 litro coma gua	1 litro com agua
145	28	indica o C. subtilis.	indica o b. subtilis.
150	7	typhico,	typhico.
150	18	sobre a influencia	sob a influencia
152	3	Bacillo typico	Bacillo typhico.
152	Quadro II	Tempo decorr. da colh. analy.	Tempo decorr. da colh. á analy.
153	20	muito suepeitas	muito suspeitas
165	9	convencer a maioria	convencer a muitos

1903

G. E. SOUSA - DISSERTAÇÃO DE CONCURSO

PHARMACIA