

Algumas notas sobre os tunneis da adductora do Rio Claro

Carlos Charnaux

Eng. Chefe da Secção do Rio Claro

1) O projecto organizado pela Comissão de Obras Novas previu dois tipos de tunneis:

a) tunneis em rocha sem escoramento;

b) tunneis em rocha decomposta e em terra com escoramento de aduellas de ferro fundido.

2) Para os tunneis perfurados na rocha viva, foi previsto um revestimento de concreto com uma espessura de 10 cms, com o intuito principal de regularisar a secção de vazão e evitar possiveis fugas de material do terreno.

3) No caso dos tunneis escorados com aduellas de ferro fundido, com o fim de proteger o material metallico contra a corrosão e, ao mesmo tempo regularisar a secção de vazão, foi previsto uma injeccão de argamassa no extradorso das aduellas e igualmente um revestimento com argamassa de 6,5 de espessura no intradorso das mesmas.

4) As dosagens prescriptas foram respectivamente de 320 kgs, de cimento p/m³. de concreto para o revestimento dos tunneis em rocha, e de 600 kgs. de cimento p/m³. de argamassa para os tunneis escorados com aduellas.

Para o caso de tunneis com agua, infelizmente a Comissão de Obras Novas, não previu a necessidade de uma drenagem confôrme se deprehe de dos projectos acima citados.

5) Em Outubro de 1927, epoca em que os trabalhos do Rio Claro foram entregues á Comissão de Saneamento da Capital, todos os tunneis da 4.^a Secção da adductora, isto é do km. 0 ao 37, já se encontravam com os serviços de perfuração, de escoramento e de revestimento iniciados e em alguns tunneis quasi terminados.

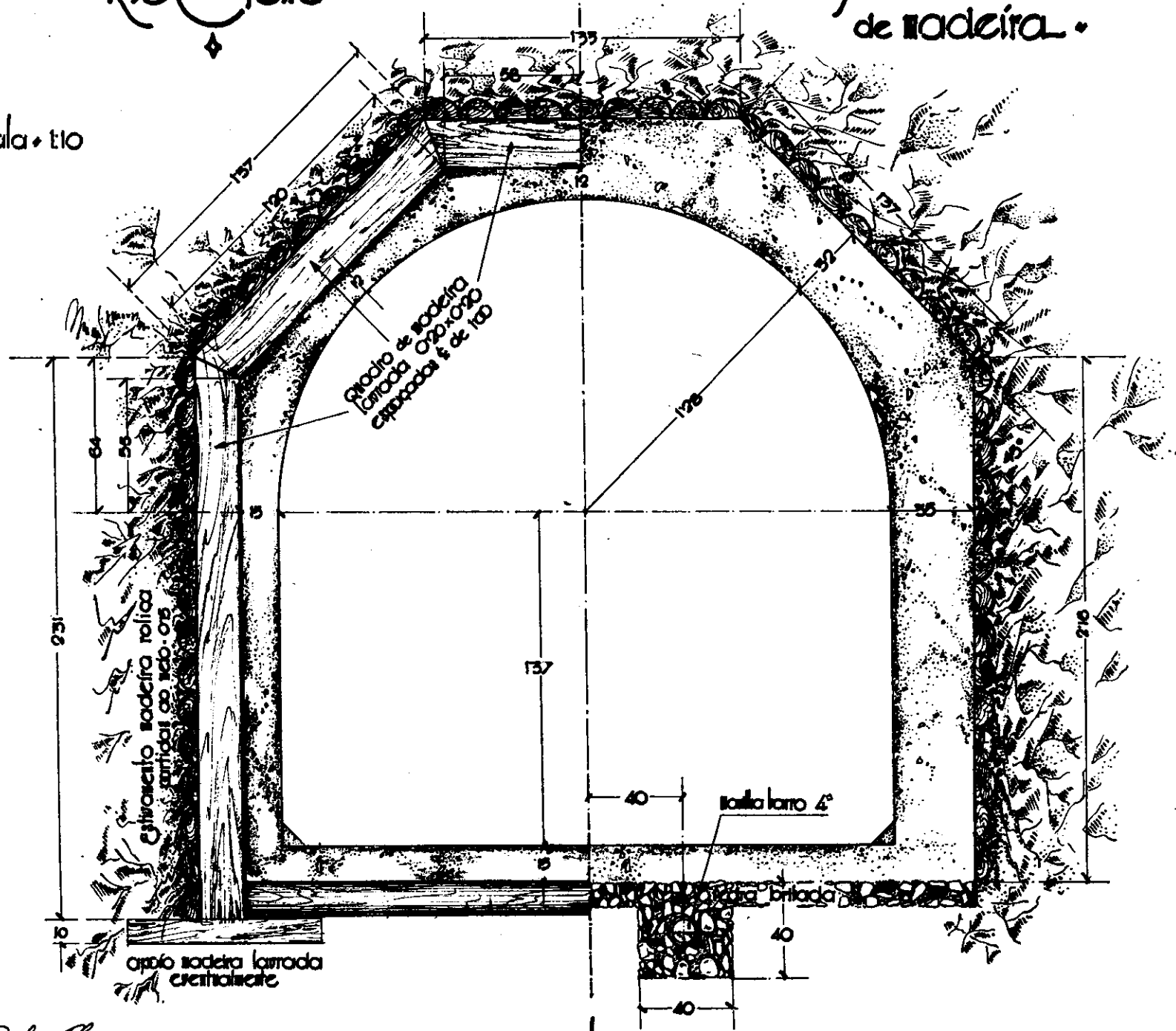
6) Com o prosequimento dos trabalhos iniciados, immediatamente surgiu o problema do escoramento dos tunneis em lama; com effeito as aduellas projectadas pela Comissão de Obras Novas não supportaram o empuxo das terras, rompendo-se. A Comissão de Saneamento da Capital estudou um novo typo de aduellas reforçadas, que foram fundidas aqui em São Paulo, empregando-se parte do material das aduellas não reforçadas importadas pela Comissão de Obras

Adductora
Río Claro

R.C.E.

Túnel
de escoramento
de madeira.

Escala • 1:10



Proj. Eng. Chefe. Rio Claro.
Director. *[Signature]*

Seções • transversais

1931 4-10-35 D-400
Rio Claro
Túnel de escoramento de madeira
Oficina

Novas. Com o emprego daquellas primeiras ficou plenamente solucionado o escoramento dos tunneis em lama.

7) Parallelamente aos trabalhos de perfuração a Commissão de Obras Novas executou o revestimento dos trechos já perfurados, sendo este ultimo trabalho continuado pela Commissão de Saneamento da Capital. Em face das condições locais e dos projectos executados pela Commissão de Obras Novas, a Commissão de Saneamento da Capital verificou, immediatamente, a impossibilidade de se executar um revestimento impermeavel sem uma prévia drenagem das aguas de infiltração, bastante volumosas, principalmente nos tunneis em lama.

Na occasião da perfuração e do escoramento dos tunneis, dever-se-hia ter construido uma ou duas linhas de drenagem capazes de dirigir para a bocca de jusante dos mesmos todas as aguas de infiltração. Infelizmete a Commissão de Obras Novas disse não cogitou, conforme se depreheende dos projectos já citados e das obras encontradas em andamento. A Commissão de Saneamento da Capital não poude solucionar o problema decorrente da falta de drenagem, como já tivemos occasião de dizer; todos os tunneis já se encontravam com grandes extensões executadas a partir das boccas de jusante e de montante, tornando-se de todo impossivel a execução de uma drenagem conveniente, sem a destruição de parte do trabalho já feito.

8) Não tendo sido possivel á Commissão de Saneamento da Capital modificar e corrigir os projectos da Commissão de Obras Novas, os trabalhos de revestimento proseguiram de accordo com os mesmos.

9) Dissolvida a Commissão de Saneamento da Capital, em Setembro de 1930 e entregues as obras da adductora do Rio Claro á Repartição de Aguas e Esgotos da Capital, o revestimento dos tunneis proseguiu de conformidade com o projecto da Commissão de Obras Novas. Si não foi possivel á Commissão de Saneamento da Capital rectificar o projecto, muito menos possivel ainda foi á Repartição de Aguas e Esgotos, em vista do grande adeantamentô das obras.

10) Procurando diminuir o quanto possivel os inconvenientes decorrentes da falta de drenagem, a fiscalisação da Secção do Rio Claro mandou tomar as seguintes providencias:

a) antes de se iniciar o revestimento interno com concreto ou argamassa, todas as aguas de infiltração foram convenientemente drenadas para dentro dos tunneis por meio de tubos com comprimento sufficiente para atravessar a camada do revestimento;

b) as aguas drenadas foram encaminhadas para os trechos já revestidos e consolidados por meio de canaletas de madeira ou de zinco.

11) Terminado o revestimento de concreto, a solução do problema relativo ás aguas de infiltração apresentou as seguintes alternativas:

a) permittir a entrada franca das aguas de infiltração para dentro dos tunneis, conservando aberto os tubos collocados antes da concretagem ou

b) impedir a entrada de agua dentro dos tunneis, obturando os tubos com cimento de pega rapida ou com Sika.

No caso dos tunneis em rocha viva nenhum inconveniente encontramos em adoptar a primeira soluçã, que sem resolver o problema de uma maneira completa teve por funcção principal evitar a deterioraçã do concreto pelas aguas de infiltraçã, no caso das infiltrações generalizadas e não canalizadas. Infelizmente o mesmo não se deu com relação aos tunneis escorados com aduellas de ferro fundido e perfurados em terrenos quasi fluidos. Atravez de grande parte dos tubos collocados antes da concretagem as aguas de infiltração passaram a carrear o material terroso do extradorso do tunnel.

A segunda soluçã (b) se impoz portanto.

Obturados os tubos, em virtude da falta de uma drenagem ao longo do tunnel no extradorso do mesmo, o lençol das aguas de infiltração subiu e attingiu uma pressã tal, capaz de fazel-as atravessar o concreto de revestimento em uma infinidade de pontos.

Cahimos entã no seguinte dilemma: deixar as aguas de infiltração entrar livremente para dentro do tunnel, havendo portanto o perigo de formaçã de futuras cavernas no extradorso do mesmo, capaz de provocar o rompimento das aduellas e seu consequente desmoronamento, ou deixar as aguas filtrarem-se atravez do concreto de revestimento, filtração essa que, com o decorrer dos annos provocará a destruição do concreto.

Nunca pensãmos que o concreto do revestimento dos tunneis executados de accõrdo com o projecto da Commissão de Obras Novas (320 kgs. de cimento p/ m³. de concreto) fõsse impermeavel a pressões iguaes a que attingiu o lençol d'agua do tunnel "L", por exemplo. A experiencia de obturaçã dos tubos foi levada a effeito contando-se com a possibilidade das aguas de infiltração abrirem um caminho ao longo do extradorso do tunnel até as boccas do mesmo. Infelizmente o phenomeno tão desejado não se deu.

Procurãmos entã, impedir a elevaçã do nivel do lençol e as consequentes infiltrações atravez do concreto, com a collocação de tubos de drenagem encapsulados com uma camada filtrante.

Obtivemos resultados bastante satisfactorios; conseguimos suprimir as infiltrações esparsas e a decorrente deterioraçã do concreto, sem incorrer no grave inconveniente de transportar material terroso para dentro do tunnel, graças ás capsulas collocadas nos drenos.

Os tunneis comprehendidos entre os klms. 37 e 87 da adductora, foram e estã sendo executados com a indispensavel drenagem e de accõrdo com o projecto abaixo.

Com a pratica adquirida e as precauções tomadas, temos conseguido obter revestimentos completamente isentos de infiltrações.

Novo metodo de concentração para exames hydrobiologicos

Herm. Kleerekoper

Hydrobiologista da R. A. E. de São Paulo

Os metodos actualmente mais em uso, para a concentração ou filtração de amostras de agua para exames biologicos, são os de "Sedgwick-Rafter" de "Kofoid", da "rede para plankton" e da "centrifuga".

No primeiro metodo, descripto no "Standards Methods of Water Analysis", o meio filtrante é areia de uma determinada composição, quanto ao volume das particulas que a compõem. Esta areia é geralmente uma mistura de quatro granulações obtidas em peneiras com numero differente de malhas por centimetro quadrado. Conforme a proporção das quatro partes, na mistura, e o tamanho das peneiras usadas, obtem-se composições que, durante a filtração, retêm maior ou menor parte do plankton que se acha na agua.

Costumam-se ter varias composições de areia, que são utilizadas de accordo com o tamanho dos organismos a serem retidos

Tratando-se de contagem do plankton, i. é, havendo necessidade de se conhecer o numero de seres ou unidades adoptadas, numa determinada quantidade de agua, o systema Sedgwick-Rafter apresenta varios inconvenientes, não só quanto á parte pratica da filtração, como tambem quanto á exactidão dos resultados.

Processo de Sedgwick-Rafter

Sobre um pedacinho de panno de seda, fixo numa rolha de bor-racha perfurada, collocada na extremidade de um tubo cylindrico, de 500 cc de volume, afunilado na parte inferior, é depositada uma quantidade de areia, com uma altura de, pelo menos, 13 mm. (V. a figura). A melhor qualidade de areia é a de quartzo. (Whipple 1927).

Depois de collocado o aparelho numa estante propria, filtra-se uma quantidade de agua conhecida, convindo, por esse motivo, o funil ser graduado.

Esta quantidade depende da qualidade da agua em exame, tendo-se em vista o numero de organismos em suspensão. O primeiro cuidado a tomar, consiste em evitar que a areia seja agitada no acto de se encher o funil. Isto poderia causar a penetração de organismos nella e tornar dificiente a acção do filtro.

Às vezes é preciso fazer-se um vacuo parcial, para accelerar a filtração, visto esta ser difficil, quando ha muitos organismos microscopicos na agua a ser examinada.

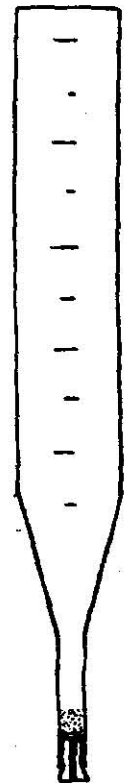
Depois de feita a filtração, tira-se a rolha de borrachá e lava-se a areia num copo, com quantidade conhecida de agua destillada.

Quanto menor a quantidade de agua utilizada na lavagem da areia, tanto maior será o chamado gráo de concentração da amostra, o qual costuma oscillar, em geral, entre 50 e 100.

Depois de lavada a areia no copo, agita-se este, afim de deslocar os organismos que tiverem adherido a ella. Faz-se, a seguir, uma decantação, num segundo copo, para o qual deve-se evitar, tanto quanto possivel, a passagem da areia. Para maior precisão, repete-se a lavagem com nova quantidade de agua, no primeiro copo, decanta-se e junta-se a agua desta segunda lavagem á da primeira. Esta segunda lavagem diminue o gráo de concentração.

Da concentração obtida, examina-se uma determinada quantidade (geralmente 1 cc) numa cellula propria, em combinação com uma ocular para contagem; e procede-se á determinação e contagem dos organismos, por meio do microscopio.

Além do processo acima descripto ser trabalhoso, o pesquisador está sujeito a cahir em erros de maior ou menor proporção, peculiares ao metodo. Esses erros são:



1.º *Erro de filtração*, causado pela penetração dos organismos na areia. Este erro poderia ser evitado, theoreticamente, usando-se areia de granulação finissima, se não existisse o inconveniente de tal areia ficar em

suspensão na agua, e exigir um tempo muito longo para a sua decantação. O erro é geralmente de 5%, tratando-se de amostras normaes. Havendo muitos organismos pequenos, na agua, poderá esta porcentagem ir até 50%.

2.º *Erro de decantação*. No acto da decantação do primeiro recipiente para o segundo, ficará não sómente certo numero de organismos no primeiro, mas tambem certa quantidade de agua. Estas quantidades perdidas, não sendo proporcionaes, modificarão o resultado final da contagem, resultando num maior ou menor gráo de concentração. Com muito cuidado, chega-se a reduzir a 5%, o erro em questão.

Nesse metodo, pode, ainda, haver outras causas de erro, as quaes, porém, são communs a todos os metodos conhecidos, e tambem ao que passaremos a descrever.

O metodo Sedgwick-Rafter pode dar uma precisão de 10 %, conforme o caso, diminuindo esta precisão de accordo com o character da agua em exame.

Processo Kofoid

Kofoid (1903) procurou eliminar os inconvenientes praticos e scientificos assignalados acima, com relação á filtração, applicando papel de filtro em vez de areia. O papel, depois da filtração, é lavado com uma determinada quantidade de agua, para deslocar os organismos. Devido á adherencia destes ao papel, o autor do processo não conseguiu augmentar o gráo de precisão, em comparação com o do metodo Sedgwick-Rafter.

De todos os metodos, o da *rede para plankton*, é o que dá resultados menos precisos, e é usado exclusivamente para estudos que não incluem o plankton microscopico (nannoplankton). As malhas da rede deixam passar a maior parte dos pequenos organismos, não sendo, por isso, possivel a sua applicação para o fim a que se destinam os metodos acima descriptos.

O metodo que melhores resultados tem dado é o da *centrifugação*.

Varias modalidades existem na applicação do principio da centrifugação aos estudos quantitativos do plankton. Todas ellas, porém, são trabalhosas e nem sempre praticaveis, quando se trata de exames rapidos.

Procurando reduzir, o mais possivel, os inconvenientes praticos do metodo Sedgwick-Rafter, que é o metodo adoptado nos serviços officiaes dos E. U., recorreu, o autor deste, ao uso de cadinhos filtrantes, "Jena", tão bem conhecidos nos laboratorios chimicos.

As vantagens resultantes do uso destes cadinhos, como meio filtrante, nos exames hydrobiologicos, são as seguintes:

1º A parte filtrante dos cadinhos é de composição uniforme e de porosidade determinada pelo fabricante. Existem varios numeros de cadinhos, correspondendo a determinados gráos de porosidade, de sorte que, em vez de se preparar varias misturas de areia, de accordo com Sedgwick-Rafter, usam-se filtros já promptos, para os diversos fins dos exames.

2º A concentração é mais rapida que no metodo S-R, dispensando-se os cuidados para evitar a agitação da areia, na passagem do liquido do primeiro recipiente para o segundo.

Neste metodo ha, apénas, um recipiente, o que não sómente simplifica, como tambem elimina uma das causas de erro.

3º A adherencia dos organismos ao fundo filtrante do cadinho é minima, muito especialmente quando se dispõe de cadinhos de fundo lapidado, que são fabricados mediante encomenda especial. (*)

A filtração é feita, fazendo-se passar pelo cadinho, uma determinada quantidade da agua em estudo. Caso seja preciso, poderá ser applicada uma sucção moderada, usando-se, para este fim, um frasco de Woulff.

(*) Este processo differe do de Kolkwitz, que utiliza membranas filtrantes, removiveis, em cadinhos e aparelhos especiaes.