

# BOLETIM

## DA

# REPARTIÇÃO DE AGUAS E ESGOTOS

de S. Paulo

Diretor: Eng.º Oswaldo B. Thompson

NUMERO 8	Publicação Periodica S. Paulo — Dezembro de 1939	ANO IV
----------	---	--------

## Drenagem de Aeroportos

O BOLETIM da R. A. E. inclui, com grande satisfação nas páginas que seguem, o presente trabalho do prof. Mauricio Joppert da Silva, que, embora em forma de carta, para atender um pedido do eng.º Hildebrando de Araujo Góes, tem seus fundamentos, expostos com tal clareza, que julgamos ser imprescindível sua maior divulgação visto que resolve completamente o assunto, sanando assim uma falta que de a muito vimos sentindo nos livros e publicações de caráter técnico.

Ilm.º Snr. Dr. Hildebrando de Araujo Góes.

M. D. Diretor de Saneamento da Baixada Fluminense.

Tendo recebido a sua carta de 29 de Junho p.p., na qual o illustre colega mostra o desejo de conhecer a minha opinião sobre a conveniencia da sugestão apresentada a S. Excia. o Snr. Ministro da Viação, de se encherem com pedra britada as valetas dos drenos que estão sendo colocados no campo dos Afonsos, não tenho a menor duvida em oferecer-lhe o meu julgamento sobre o assunto, aliás desnecessario para quem, como o digno amigo, tem perfeito conhecimento de causa dos trabalhos que executa e dirige um corpo técnico estudioso e eficiente.

De inicio penso que não devo demorar a declaração de que, tendo tomado conhecimento do officio 439 de 16 de Junho de 1938, enviado por essa Diretoria ao Exmo. Snr. Ministro da Viação e do qual me foi remetida uma copia, não vejo como melhor possa ser exposta a questão, nem mais bem justificado o projeto em execução no Campo dos Afonsos, do que nos termos do referido officio.

A sugestão apresentada ao Snr. Ministro da Viação, talvez tenha tido a sua origem na observação ligeira dos trabalhos em andamento

no Aeroporto de Santos Dumont, os quais, sendo de finalidade diversa dos que o presado amigo projetou e está realizando no Campo dos Afonsos, exigem uma técnica especial que não pôde ser estendida aos casos de outra natureza. Para bem explicá-lo peço permissão para descer a detalhes que, segundo me parece, deixarão perfeitamente esclarecidas as duvidas suscitadas.

A água contida no sólo pôde ser dividida em tres partes a saber:

- 1.<sup>a</sup> — *água de adesão*, retida em torno das particulas de terra, nas mesmas condições daquela que recobre um corpo que é mergulhado n'agua e depois retirado, ficando por esse fato *molhado*;
- 2.<sup>a</sup> — *água de capilaridade* que se eleva na terra em virtude da ação de capilaridade nos canais intersticiais e que, pela lei de Jurin, sóbe tanto mais alto quanto mais estreitos forem os mesmos canais;
- 3.<sup>a</sup> — *água de encharcamento* que se encontra na terra sob a forma de lençól subterraneo, por motivos varios, lençól que pôde estar parado ou em movimento. A expressão *água de encharcamento* foi a que adotamos para traduzir a franceza — *eau hydrostatique* e a ingleza *gravitational water* que trasladada ao pé da letra não parecem caracterisar bem o estado da água que querem definir.

O exemplo do cilindro cheio de terra, em cuja extremidade inferior ha uma tela fina, o qual se mergulha n'agua até uma certa altura e em seguida despeja-se água na parte superior, é bem caracteristico

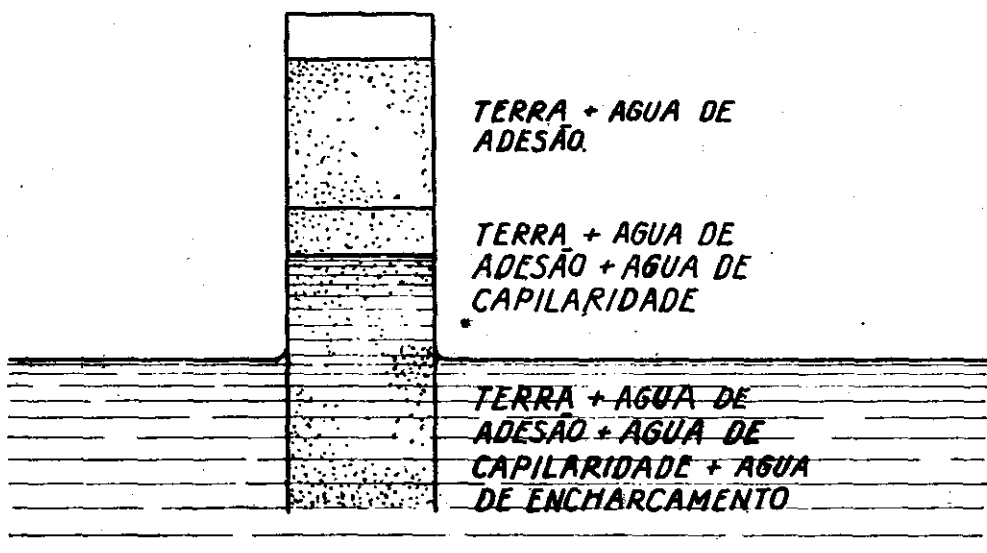


Fig. 1

para representar o que acabamos de definir. Com efeito, depois de escoada a água derramada por cima, nota-se que a porção superior da terra está apenas molhada, isto é, só contem *água de adesão*; a zona logo abaixo possui além da água de adesão, aquela que ficou retida ou subiu pela ação da capilaridade, ao passo que a seção mergulhada do cilindro encerra ainda a *água de encharcamento*.

A seção intermediária será tanto mais alta quanto mais pequenos forem os canais intersticiais.

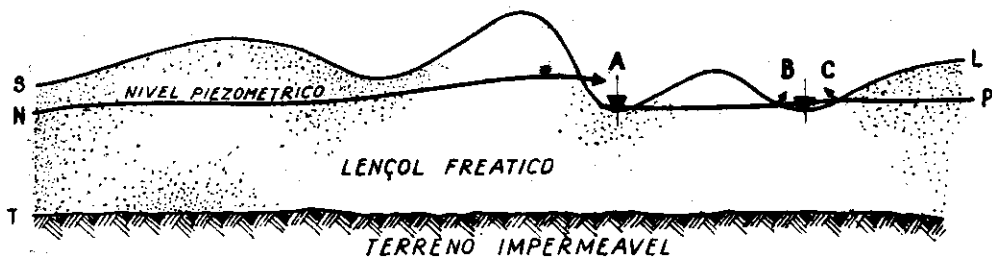
Se em seguida tomarmos o cilindro nas condições anteriores cheio de terra seca e o mergulharmos apenas n'água sem a derramarmos por cima, a porção imersa conterá: terra + água de adesão + água de capilaridade + água de encharcamento. Pela ação da capilaridade a água subiria no interior do cilindro, acima da zona mergulhada, até uma altura que será tanto maior quanto menores forem os canais dos interstícios das partículas de terra. Tal seja a altura do cilindro a água de capilaridade poderá atingir até a superfície livre da terra ou ficar em um nível mais baixo, havendo então, entre a superfície livre e o nível superior da zona de capilaridade uma faixa de terra seca.

O primeiro caso figurado no cilindro corresponde na pratica ao de um terreno que é atravessado pela água depois de um periodo de chuvas, água que caminha solicitada pela gravidade até encontrar uma camada impermeavel. Passa ella então a constituir um lençol subterraneo, o primeiro que se encontra logo abaixo da superfície do solo e que alimenta em geral os poços de pequena profundidade, excavados para alimentação das populações nos logares onde não há distribuição a domicilio de água canalizada. Por esse motivo é denominado *lençol freático* ou *lençol dos poços φρεας, πόζο*.

Além dos lençóis freáticos há outras formas de occorrecia da água subterranea mas que não nos interessam.

O segundo exemplo referido no cilindro corresponde ao caso em que um lençol freático inunda um terreno depois de um periodo de estiagem.

É sabido que a superfície livre dos lençóis freáticos acompanha as ondulações da superfície do solo, mas atenuadamente de modo que em um declive forte do terreno a água pode jorrar a meia encosta formando como em A (fig. 2) uma fonte, denominada *fonte de aflora-*



A - FONTE DE AFLORAMENTO

B e C - FONTES DE TALVEGUE

Fig. 2

mento; alem disso em uma depressão, a superficie livre do terreno, SL, pode tocar a superficie piezometrica NP do lençól, dando logar a fontes B e C, chamadas *fontes de talvegue*.

Em um terreno plano ou pouco acidentado, a água pode aparecer na superficie livre por tres causas :

- 1.<sup>a</sup> — por impedimento de se escoar;
- 2.<sup>a</sup> — por afloramento do lençól freatico ;
- 3.<sup>a</sup> — por ação da capilaridade, em vista de se achar proxima da superficie do terreno a superficie piezometrica do lençól freático.

Em tais casos o aproveitamento agricola dos terrenos exige a retirada da água em excesso. Os trabalhos que combatem a primeira causa apontada são denominados de *saneamento agricola*, ao passo que as duas ultimas são removidas pelo *desseccamento a céu aberto*, por meio de valas, ou pelo *desseccamento subterraneo*, por meio de drenos enterrados.

No estudo da capacidade das terras para água, distingue-se:

- a) — a *capacidade total*, medida pela quantidade total de água que a terra póde absorver, sendo portanto, para um dado cubo de terras, igual ao volume dos espaços intersticiais ;
- b) — a *capacidade absoluta*, medida pela quantidade de água de adesão que possa recobrir as particulas, sendo pois, proporcional á superficie total das particulas em um certo cubo de terra.

Demonstra-se facilmente que a capacidade absoluta será tanto maior quanto menores forem as particulas que compõem a terra e a experiencia mostra que uma areia grossa retem cerca de 20%, em peso, de *água de adesão*, ao passo que certas argilas podem reter até 50%.

Se os grãos fossem esfericos e de dimensões iguais, a capacidade total seria independente da grandeza das particulas.

Na pratica tal não se dá, porem, porque as terras são compostas de elementos de tamanho variaveis e os menores enchem os vasio dos maiores, alterando a simplicidade da conclusão citada.

E' graças á água de adesão que as terras podem conter grandes quantidades de água, conservando vasio os espaços intersticiais e permitindo portanto, o arejamento do solo. Assim se explica a fertilidade de certos terrenos argilosos, constituídos de grãos muito finos e de grande *capacidade absoluta*.

*Permeabilidade* é a propriedade que têm os corpos e em particular as terras, de se deixarem atravessar pela água; pelo exposto conclue-se que uma terra será tanto mais permeavel quantos maiores forem os canais intersticiais.

A argila, apesar da grande quantidade de agua que pode conter por *adesão*, figura como exemplo característico de terreno impermeavel. O oposto da permeabilidade, denomina-se *compacidade*.

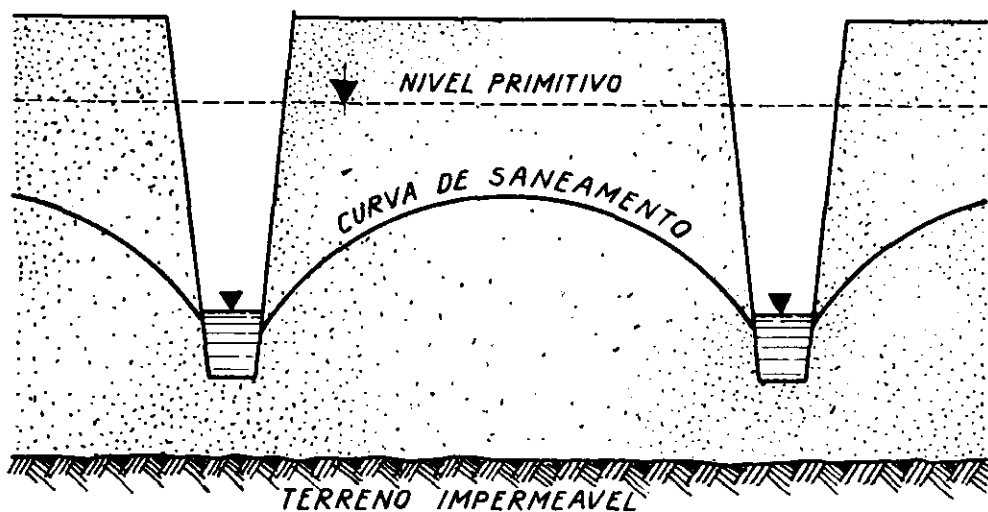


Fig. 3

A *drenagem* propriamente dita tem por fim a retirada do excesso de água que o solo contem por meio de condutos subterraneos, chamados *drenos*. Ao esgotamento dos terrenos por meio de valas abertas, em mais apropriada terminologia, reserva-se o nome de *saneamento* ou *dessecação*, segundo o caso, conforme já vimos.

Convem chamar a atenção, porem, para a terminologia corrente entre os autores inglezes e americanos que a todo serviço de esgotamento de terrenos, por um ou outro processo, chamam *drainage*.

As figuras 3 e 4 mostram o efeito da abertura de valetas ou da colocação de drenos em um terreno onde existe um lençol freático e

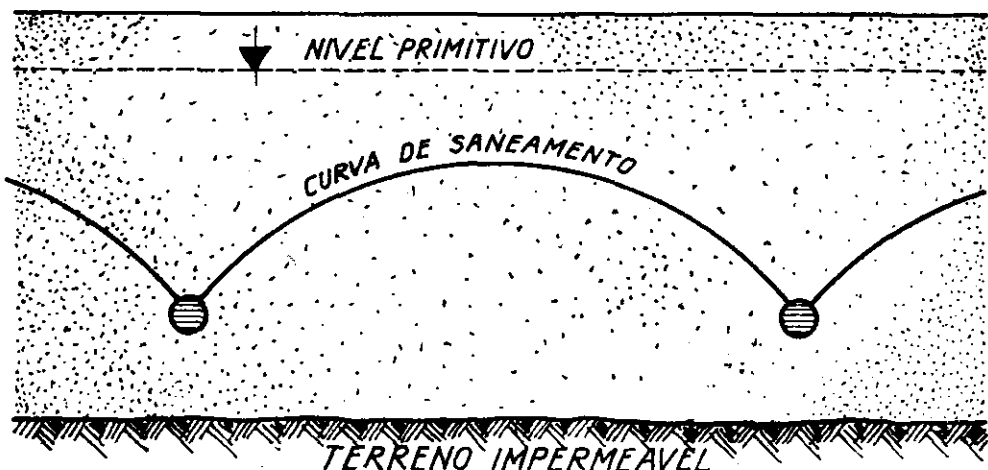


Fig. 4

cujo nivel se deseja abaixar em vista da sua proximidade da superficie que o torna improprio para agricultura ou outro fim qualquer, como a construção de um aeroporto, por exemplo.

A forma da superficie livre do lençól freático em um terreno drenado foi constatada experimentalmente pelo engenheiro francez Delacroix, em uma experiencia simples de reproduzir. A curva entre dois drenos consecutivos (imaginando a seção feita por um plano normal ao eixo dos drenos), em um terreno de constituição homogenea, denominada por alguns autores *curva de Delacroix*, é convexa para cima e parece admitir um eixo de simetria, podendo ser assimilada a uma parabola do segundo gráo.

A forma da curva de Delacroix é função da permeabilidade do terreno. Com efeito, para um mesmo sistema de drenos a curva será tanto mais alta quanto menor for a permeabilidade do terreno e por consequencia a drenagem é mais eficiente nos terrenos permeaveis do do que nos terrenos impermeaveis.

Para um mesmo terreno a figura 6 mostra o efeito do espaçamento dos drenos: conseguir-se-á um abaixamento tanto maior do lençól freático quanto menos espaçados forem os drenos.

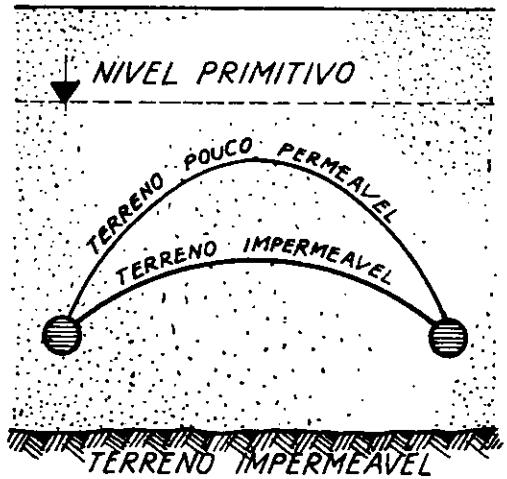


Fig. 5

É evidente que, para a drenagem de um terreno ser possível, é preciso que exista nas proximidades um plano d'agua em nivel inferior ao do lençól freático, e onde os coletores do sistema de drenos possam ir despejar as aguas que conduzem.

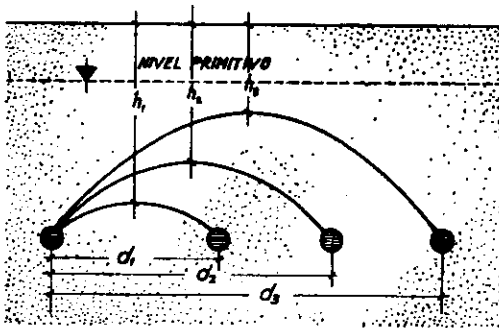


Fig. 6

Quando a capacidade dos drenos é insuficiente, a curva de Delacroix não desce até eles como foi representado nas figuras 4, 5 e 6; o lençól freático sofre apenas um abaixamento em relação ao nivel primitivo, com depressões maiores sobre os drenos.

A primeira forma de drenagem subterranea consistiu em uma valeta em cuja parte inferior se colocava pedra quebrada ou seixos rolados, sendo a parte superior cheia de terra. A pratica mostrou que

a eficiencia dessa especie de drenos era precaria, porque aos poucos a terra obstruia os intersticios das pedras e os drenos deixavam de funcionar. Recorreu-se então aos drenos tubulares, constituídos por um conduto de pedras superpostas e mais tarde aos tubos enterados, com juntas cobertas por pedras ou por uma luva folgada, ou simplesmente abertas pela colocação dos tubos topo a topo.

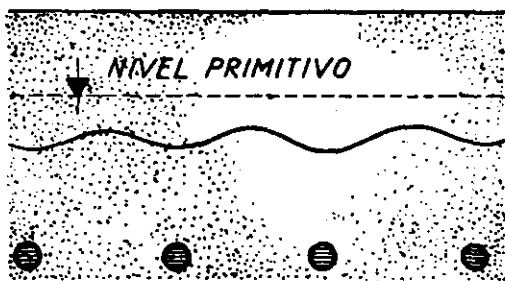


Fig. 7

O material variou conforme o lugar, tendo-se empregado o barro cozido, o ferro, o concreto, a madeira, etc., sendo hoje mais correntes os tubos de barro para os pequenos drenos, o concreto e o ferro para os coletores.

A pratica mostrou ainda a desnecessidade de se recobrirem os drenos, uma vez assentados no fundo das valetas, com uma camada de pedras pequenas, porque tais pedras *não têm nenhum efeito de acelerar a chegada da água nos drenos, nem os resguarda de obstruções causadas por entrada de areia no interior ou de raízes de plantas, facilitando antes as obstruções por esses dois motivos.*

O problema que se apresentou no Campo dos Afonsos foi drenar um terreno plano entre elevações que o circundam, tendo ele um caimento geral num determinado sentido. Tratava-se, pois, de abaixar o lençol freático, conduzindo as aguas por meio de drenos e coletores para os emissarios da região. O projeto elaborado pela Diretoria de Saneamento da Baixada Fluminense e em execução no momento, está perfeitamente enquadrado dentro da técnica moderna e outra coisa não se tinha a fazer: *os drenos, uma vez assentados nos fundos das valas, deverão ser cobertos com a terra local e não com pedra britada.*

O officio n.º 439, de 16 de Junho de 1938 da Diretoria de Saneamento da Baixada Fluminense, cita um exemplo de plano de drenagem executado no Brasil, com bom resultado, na propriedade do Dr. Guilherme Weinschenck, em Queimados, no Estado do Rio de Janeiro. Peço permissão para lembrar mais um, anterior e talvez mais extenso, construído em Santa Cruz de 1928 a 1930, pela Diretoria do Saneamento Rural, sob a direção do Dr. Lafayette Freitas, assistido sucessivamente pelos engenheiros A. Egydio de Almeida, Hillernon Ferreira da Costa e L. Costa Leite, tendo sido assentados mais de 30 kms. de drenos, com excelentes resultados.

Alem dos trabalhos citados e cujo objetivo é dar saída ás águas superficiaes represadas ou abaixar o nivel do lençol subterraneo, a engenharia executa outros trabalhos de natureza diferente mas denominados correntemente de *drenagem*, como sejam os desvios de águas da plataforma das estradas de ferro ou de rodagem, a captação e o encaminhamento das águas que tendem a erodir os taludes dos cortes e aterros, a coleta e saída das águas que podem produzir sub-pressões

em certas obras, a intercepção de um lençól subterraneo que possa provocar danos em construções determinadas, etc.

Tratarei apenas da drenagem de aeroportos para me referir em particular aos trabalhos que vêm sendo excecutado no Aeroporto Santos Dumont.

Os campos de pouso e partida dos aviões, nos aeroportos, devem apresentar sempre uma superficie enxuta e resistente, sob pena de graves riscos para os aparelhos. Portanto, se existe um lençól freático tão proximo da superficie livre que a água possa chegar a ela por ação de capilaridade ou por afloramento do proprio lençól, o primeiro problema a resolver é abaixar o nivel desse lençól.

E' o que se está fazendo atualmente no Campo dos Afonsos, por meio de trabalhos que entram na classe geral da drenagem agricola.

O segundo problema a encarar nos aeroportos é o escoamento superficial das aguas de chuvas que se tem de fazer em uma superficie extensa, de fraco declive.

As aguas não se podem avolumar sobre a superficie do campo: devem ser captadas em pequenos intervalos e levadas por condutos subterraneos aos emissarios locais.

Peço permissão para transcrever a seguinte passagem do livro "Land Drainage", de W. L. Powers e T. A. H. Teeter, edição de 1932, pags. 302 e 303:

*\*Airport drainage. — Landing fields should be firm and free from excess water at all times. The land surfaced runways will require drains for intercepting surface water with capacity approaching that provided for city pavements.....*  
*\*The ordinary airport field, outside runways should be provided at least first class field prainage capacity. Drain pipe of material that will meet standard tests may be placed in pervious backfilled trenches (o grifo é nosso) along both edges of the runway on a good working grade, with a minimum depth of 30 inches to the top of the pipe.....*  
*\*The backfill must be permeable and firm, and the use of crushed rock or gravel would insure this (o grifo é nosso).*  
*\*Inlets should not be permitted on airports as they are dangerous. All surface water should be admitted to the drains through gravel or rock-filled trenches (o grifo é nosso). It may also be advisable to backfill some of the subdrain trenches with gravel\*.*

Ve-se pelo trecho transcrito que os seus autores aconselham o enchimento da valeta, sobre o dreno, com um material permeavel, pedra britrada ou seixo, para o efeito da captação da água superficial, isto é, para fazer com que esta água possa chegar rapidamente aos drenos sem estacionar sobre a superficie e sem precisar de infiltrar no terreno. Trata-se, pois, de um objetivo completamente diverso do da



drenagem de um lençól freatico em que a água provindo do proprio terreno, está sujeita ás leis do escoamento atravez um material permavel e a pedra sobre o dreno não teria nenhum efeito.

O aeroporto Santos Dumont, como muitos aeroportos modernos, não tem pistas calçadas em determinadas direções, podendo ser todo ele aproveitado em qualquer rumo: a sua superficie, depois de convenientemente comprimida, foi gramada e está sendo drenada contra as águas superficiaes apenas.

Na mesma ordem de ideias que os autores citados, isto é, na necessidade de fazer a drenagem das águas do sub-solo e na remoção rapida das águas superficiaes, insistem os tratadistas de aeroportos.

De incontestavel autoridade é o relatório elaborado pela "Committee on Airport Drainage and Surfacing", constituída de representantes do ramo de aeronautica do departamento de comercio, do Conselho Americano de Engenharia e da Associação dos Construtores Americanos de Estradas de Rodagem, nos Estados Unidos, relatório onde são traçadas normas para o preparo das superficies dos campos dos aeroportos e para a sua drenagem. Tratando desta ultima diz a Comissão referida.

«... While a drainage system can not be seen and admired like a beautiful administration building, its absence may lead to serious results. Artificial-drainage systems are proposed to remove surface water, intercept seepage, and stabilize the ground through the lowering of the ground water level, and, where low temperature prevail, reduce the extent of heaving due to frost action (inconveniente que não existe nos campos brasileiros). Some airports require both surface drainage, some only intercepting drains along runways, and some do not require any form of artificial drainage».

A transcrição deixa bem claro como se apresenta o problema da drenagem dos campos nos aeroportos. Quanto ao modo de fazer a captação e a remoção das aguas superficiaes acrescenta o relatório:

«Many of the committees prepared drawings indicating the use of stone-filled trenches in wich the stone fill was brought up to the surface so that water flowing across the surface would pass through the voids in the fill and down to a pipe with open joints in the botton of the trench.

«The stone-filled trench whith pipe which has been given the name of "surface intercepting drain" serves a threefold purpose, acting as a collector or inlet for surface water, a storm drain, and a subdrain. In order that water may be collected from a uniform plane surface, some form of continuous inlet must be used. Thus the conventional type of subdrain has been modified and adopted for the removal of storm water, and, being a subdrain, it also removes ground water».

Observa o relatorio em seguida que o tipo de captação contínua das águas superficiais por meio de valetas cheias de pedras é dispendioso, o que é facil compreender; justamente por essa razão é que ele só se aplica nos casos especiais onde for absolutamente necessario.

O relatorio acrescenta a respeito das criticas feitas aos drenos que acabam de ser descritos:

"There are several disadvantages in the use of this kind of drain, but until a better method is devised this type will no doubt continue in use. By careful design and construction some of the principal disadvantages can be reduced to such an extent as to permit satisfactory results".

As principais objeções contra o sistema são:

- "1 — Difficulty of keeping back-fill material level with surface of ground.
- "2 — Displacement of granular material by wheels, tail skids, and propellers.
- "3 — Clogging of drains due to silting.
- "4 — Weakening of side walls of trench due to erosion with consequent clogging of drains and caving in of sides of trenches.
- "5 — Possibility of water freezing in the pervious backfill material of the drains".

Este ultimo inconveniente não existe no Brasil. Os meios de responder ás objeções, segundo o relatorio são:

"Untread stone from 1 1/2 inches to 2 inches in size if used for the top 6 inches of back-fill will decrease displacement by wheels and propellers.

"The difficulty of keeping the back-fill material and the surface of the adjacent ground level is largely one of maintenance. Lack of proper maintenance may result in accidents to planes by ground looping (capotagem).

"The displacement of the stone can be largely prevented by binding the upper layer with bituminous cement, stone of uniforme size (to provide the greatest percentage of voids) being given a thin coating of bituminous cement by mixing prior to placing. If just sufficient bituminous cement is used to act as a binder to cement the particles together, this mixture should provide the stability without destroying the effectiveness of the drain. A good stand of grass adjacent to such a drain should be produced as soon as possible to hold keep the ground adjacent to the drain firm and smooth, and in order to prevent silting.

"In order to prevent the clogging of drains by silting, the pervious material should be crushed rock, gravel, or crushed slag ranging in size from 1/4 inch to 1/2 inch. By the use of the small-size material, erosion of the sides of the trenches will be reduced and less silting will occur".

Encerrando o assunto das águas superficiais diz o relatorio:

"The capacity of "surface intercepting drains" has not been exhaustively studied and it is hoped that research on "this subject can be organized".

O "Handbook of Culvert and Drainage Practice", organizado pela "The Armcó International Corporation" é sem duvida um livro que se destina a fazer propaganda dos produtos dessa grande corporação, mas a parte geral que ele encerra, referente a boeiros e drenagem em suas diversas modalidades, foi elaborada com criterio técnico de indiscutível honestidade. Basta dizer que a sua confecção, entregue a engenheiros especialistas, foi assistida pelo illustre professor Q. C. Ayres, do Iowa State College, cujo livro "Land Drainage and Reclamation", escrito de colaboração com o professor Scoates, ultimamente publicado, goza de merecido renome. O que se encontra na pag. 366 do manual da Armcó, sobre os característicos da drenagem de aeroportos, coincide perfeitamente com as passagens citadas do livro dos engenheiros Powers e Teeter e do relatorio da Committee on Airport Drenaige and Surfacing :

"It is generally recognized that airport drainage is distinctly different from other kinds of drainage.

"Comparing, for example, airport drainage with city storm drainage, it is necessary in both cases to carry the storm water away underground, but on an airport surface ditches and gutters are objectionable from a safety standpoint. Concentration at catchbasins or inlets is undesirable, so that some method of uniform interception must be used.

"Again, unlike farm or land drainage, the water on a landing field mest be removed quickly before it can soften the surface of the field. Level fields and fields with "good natural drainage" are no exception to this need for quick removal of surface water."

*Farm drains are usually carry only ground water, whereas airport drains are frequently designed to carry both surface water and ground water (o grifo é nosso).*

"Furthrmore, airport drains are subject to the impact of heavy planes landing on or passing over them, and therefore the type of drain pipe that may be suited to farm drainage is in many cases unsuited for indiscriminate use in airport drainage."

Assim, a humidade superficial do solo, proveniente do contacto mais prolongado com as águas de escoamento superficial, que não tem importancia na drenagem agricola, para os aeroportos não calçados, constitue um problema capital que deve ser prontamente resolvido.

O enchimento de uma valeta com pedra britada, no campo ou ao lado das pistas de um aeroporto, tem o inconveniente de fornecer um material que pode se tornar em uma fonte de projetis deante das correntes de ar, provocadas pelas helices e arrancado pelas rodas e bequilhas dos aviões. Para remediar esse inconveniente, derrama-se um pouco de asfalto quente na parte superficial das pedras, ou faz-se uma mistura previa antes de coloca-las nas valetas, de modo que elas fiquem ligadas entre si, conservando, porem, os canais intersticiais. A proposito, diz ainda o manual da "Armco", pag. 370:

"The use of crushed rock graded between the narrow limite of 1 ½ in. to 2 in (3.75 a 5 cms.) gives "a maximum of large voids, and when this material is premixed with a small amount of bituminous material to bind it together, it will become stable and provide free passage of water down to the drain pipe".

Vejamos agora a situação particular do aeroporto Santos Dumont. Uma parte do campo é constituida pelo lançamento no mar do material argiloso, proveniente do desmonte do morro do Castello; a outra, mais recente, foi obtida com um aterro de areia limpa, recoberto acima da cota + 3m,60 com uma capa de terra areno-argilosa e de materiais oriundos das demolições da cidade.

Não existe no caso de um lençól freático mas sim o plano da água do mar inundado todo o campo, oscilando entre as cotas + 0m,00 e + 2m,40; os pontos mais baixos do campo estão na cota + 3m,60, porem, em geral na parte aproveitada pelos aviões, ficam acima da cota + 4m,20. Não ha, pois, o perigo do afloramento do lençól subterraneo, que aliás não se poderia abaixar mais, porque ele já coincide com o nivel do mar.

Na zona aterrada com material do morro do Castelo, as águas superficiais provenientes das chuvas, dada a dificuldade de escoamento pelo fraco declive e pelas pequenas irregularidades da superficie do campo que não pode ter uma perfeição matematica, eram absorvidas pela argila sob forma de água de adesão e formavam um lamaçal, cuja inconveniencia é facil perceber. A simples compressão do campo e o gramado em seguida, não resolviam o problema.

Estudado melhor o assunto, foi verificado que duas condições deveriam ser atendidas:

- a) — impedir o escoamento superficial coletando as aguas das chuvas em pequenos intervalos.
- b) — desviar para o mar rapidamente as aguas captadas.

Diversas soluções foram então ensaiadas. As valetas de pequena profundidade (cerca de 0m,80), cheias de pedra britada e cobertas com uma camada de terra, não deram resultado, porque *não captavam rapidamente as águas superficiais*. As valetas cheias de pedra até em cima, coletavam a água na parte inferior, mas o escoamento era retardado devido á fraca declividade e á perda de carga provocada pelas pedras; foram abandonadas. Pensou-se então na valeta com um dreno na parte inferior cheia de pedra, regularmente comprimida e aglomerada, com asfalto derramado a quente na parte superior. Todas as condições foram assim satisfeitas: captação perfeita das aguas superficiais, remoção rapida das aguas captadas e aglomeração das pedras contra os deslocamentos de ar causados pelas hélices e contra a ação das rodas e bequilhas dos aviões. O desenvolvimento da grama cobre as valetas e ajuda a segurar as pedras. Trata-se como se vê, de um sistema destinado a desviar do campo as aguas superficiais, que só funciona por ocasião das chuvas; o seu efeito benefico pode ser facilmente constatado.

Posso agora resumir nos itens seguintes, a minha opinião sobre bre o assunto:

1. — Os dois problemas do Campo dos Afonsos e do aeroporto Santos Dumont são de natureza diferente.
2. — No Campo dos Afonsos existe um lençól dagua subterraneo a pequena distancia da superficie do solo, lençól cujo nivel é preciso abaixar, o que se consegue por uma drenagem profunda, com drenos que devem ser recobertos de terra e não de pedras.
3. — No aeroporto Santos Dumont o lençol subterraneo que existe é o mar, cujo nivel não pode ser abaixado e que não causa mal ao terreno. A drenagem a fazer é apenas contra as aguas superficiais, o que exige uma técnica especial e de criação recente, já descrita anteriormente. As valetas com os drenos no fundo, devem ser cheias de pedras e estas ligadas por uma substancia aglutinante, para evitar que se transformem em projetís com os deslocamentos de ar provocados pela hélices ou arrancadas pelas rodas dos aviões.
4. — Os dois serviços executados, no Campo dos Afonsos, pela Diretoria do Saneamento da Baixada Fluminense e no aeroporto Santos Dumont, pelo Departamento de Aeronautica Civil, estão ambos certos, não devem ser confundidos e devem prosseguir na orientação em que foram iniciados.
5. — Possivelmente, mais tarde, ter-se-á que considerar a drenagem superficial do Campo dos Afonsos, se a drenagem profunda que se está fazendo não resolver o problema de modo definitivo.

6. — A unica differença entre a técnica aconselhada por autoridades na materia e a que se está adotando no aeroporto Santos Dumont para os drenos de captação das águas superficiais, consiste em derramar o asfalto quente depois das pedras colocadas e comprimidas, em vez de se fazer antes uma mistura do macadam com o ligante betuminoso.

Entretanto, os resultados têm sancionado a pratica adotada.

Esperando assim ter respondido á sua consulta, cumprimento e abraço cordealmente o presado amigo e distinto colega.

a) *Mauricio Joppert da Silva*

Professor de Portos, Rios e Canais da Escola Nacional de Engenharia.