

POR

W. D. COSTA\*

RESUMO -- O aquífero aluvial apresenta como características principais, a heterogeneidade granulométrica e a extrema variação de suas três dimensões, em que o comprimento é muitas vezes superior a largura e esta por sua vez, supera em muito a espessura. Apesar dessas características, possui uma vasta utilização, sendo bastante explorado na região nordeste do Brasil, principalmente para dessedentação do homem e do gado, e, secundariamente, para irrigação de localizadas áreas de baixios. A sua exploração é feita de várias maneiras, desde de os poços e cacimbas mais singelas, até intervenções mais técnicas, como galerias filtrantes, drenos radiais barragens subterrâneas, barragens de assoreamento, etc.

### INTRODUÇÃO

A região nordeste do Brasil é representada em sua maior extensão (cerca de 1.000.000 km<sup>2</sup>) por um clima semi-árido, com precipitações pluviométricas reduzidas e/ou mal distribuídas, acarretando os regimes torrenciais dos rios, com 2 a 3 meses de escoamento e o restante do ano completamente seco.

A solução que se vem adotando secularmente, visando amenizar os efeitos das constantes estiagens, é o de acumular a água na superfície, sob as mais variadas formas, desde os pequenos implúvios, até as grandes barragens, com milhões de metros cúbicos acumulados.

Na prática todavia, essas obras têm se revelado em grande parte inoperantes, em primeiro por não atenderem aos pequenos proprietários que não possuem recursos financeiros para construção de grandes açudes, e em segundo, pela má gestão que se faz dessas águas através dos serviços públicos. A não ser os serviços de abastecimento d'água de comunidades de grande porte, quase nenhum proveito se tira desses açudes, como o Orós (Ceará), o Armando Gonçalves (R.G. do Norte), dentre outros, que servem apenas para aumentarem a salinidade dos cursos d'água, face a elevada evaporação do "espelho d'água", com progressiva concentração de sais nas bacias hidráulicas desses reservatórios.

Além disso, esses reservatórios provocam a inundação de vasta área aproveitável, representada pelos "baixios" onde se poderia implantar uma agricultura durante 9 ou 10 meses de estiagem, caso se dispusesse de um outro meio de suprimento d'água para es

\* Professor Titular do Departamento de Geologia da UFPE

sa demanda agrícola

Esses "baixios" são em geral representados por depósitos de detritos fluviais - aluviões, que podem acumular consideráveis volumes de água e cuja perda por evaporação é muito menor do que aqueles expostos diretamente a insolação, na superfície.

O presente trabalho é fruto da experiência do autor em estudos integrados para irrigação, em vales fluviais de quase toda a região nordestina.

#### CARACTERIZAÇÃO DO AQUÍFERO ALUVIAL

O depósito aluvial pode ser constituído de detritos das mais variadas frações granulométricas, desde seixos até argilas, com predomínio, na maioria das vezes, da fração arenosa. O tipo de fração dominante irá depender fundamentalmente da competência do rio (ou riacho) e do material rochoso sobre o qual o rio percorre. No baixo curso do rio, onde os gradientes são muito suaves, acarretando baixas velocidades de fluxo, a tendência é para depositar material de granulometria pelítica (silte e argila); o mesmo ocorre nos obstáculos barráveis ao longo do curso do rio (barragem, açude, etc) onde a força viva do rio é amortecida e até mesmo paralizada. Quanto a litologia do embasamento rochoso, em áreas com predominância de minerais granulares (quartzo, feldspato, etc) a tendência de formação de aluviões mais grosseiros é maior do que em regiões onde predominem rochas filitosas (filito, ardósia, etc), que produzirão em geral, sedimentos mais finos.

A geometria do "aquífero aluvial" é bem distinta daquela de um aquífero regional, como uma bacia sedimentar, pois a sua característica principal é a desproporção entre as suas dimensões, apresentando-se com comprimento largura espessura. Com efeito, esse aquífero apresenta extensões às vezes superiores a 100 km, com larguras que raramente atingem a 3 km (em geral são inferiores a 500m) e espessuras que dificilmente atingem a 20m (geralmente são inferiores a 10m).

Uma outra característica do aquífero é a grande variação ao longo do seu eixo maior (comprimento), das outras duas dimensões (largura e espessura); é comum encontrar-se zonas de extrema largura (são conhecidos terraços aluviais com cerca de 3 km de largura), entremeadas com estrangulamentos laterais do leito, formando no conjunto, uma autêntica "salsicha", com nós e ventres alternados. Quanto a espessura, também varia muito, tanto no sentido longitudinal quanto no transversal. Essa intensa variação de dimensões, dificulta a avaliação das reservas hídricas acumuladas e disponíveis para exploração, em estudos de planejamento do uso de recursos hídricos subterrâneos.

Os volumes passíveis de serem armazenados nesses depósitos são consideráveis. Assim, por exemplo, um rio que possua 100 km de extensão, com depósito aluvial (incluindo os terraços) de largura média de 100m e espessura média de 2m, constituição predomi-

nantemente arenosa, poderia acumular cerca de 5 milhões de metros cúbicos de água.

#### CONSTITUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DO DEPÓSITO ALUVIAL

De um modo geral, a granulometria do material que compõe o depósito aluvial, diminui do alto para o baixo curso do rio, na medida em que diminui a sua competência em função da diminuição da velocidade de fluxo.

Simultaneamente com essa tendência, ocorrem sempre, em maior ou menor intensidade, outros agentes ou fatores que interferem na atuação da velocidade do rio, propiciando mudanças bem acentuadas nessa sistemática de distribuição granulométrica.

A própria distribuição de velocidades segundo uma seção perpendicular ao eixo do rio (considerando um trecho retilíneo), se faz de maneira diferenciada, com diminuição do centro para as margens, o que irá influir na distribuição dos tamanhos dos grãos segundo essa direção. Por outro lado, nos trechos curvos do rio, o seu eixo (onde a velocidade é maior) desloca-se para o lado externo da curva, acarretando ali uma maior erosão nas margens, diminuindo sensivelmente a velocidade no lado interno, onde passa a ocorrer maior sedimentação.

Nos barramentos naturais (afloramentos rochosos pela ondulação do embasamento) ou artificiais, para acumulação d'água (barragens, barreiros, açudes, etc), o fluxo da água será interrompido abruptamente enquanto o reservatório não enche e transborda. O material detrítico trazido em suspensão, rolamento, saltitamento, arrastamento ou outra forma de transporte, tenderá a precipitar, obedecendo uma certa escala de seleção em função da distância do obstáculo. Assim, a medida que a amortização da força viva de transporte vai se fazendo sentir, isso já a quilômetros de distância do barramento (a montante), os depósitos mais grosseiros começarão a depositar; vão se seguindo na ordem granulométrica os depósitos de gran média arenosos, depois os finos siltico-argilosos.

Outros agentes atuam de maneira a propiciar variações granulométricas, como os obstáculos descontínuos no leito (afloramento rochoso, vegetação, etc); captura de cursos d'água por outros; rejuvenescimento parcial ou total do rio; mudanças laterais do curso, sobretudo no baixo curso, através de meandragem divagante; variações sazonais ou anuais do regime do rio, dentre outras causas menos frequentes.

Essas variações acarretam muitas vezes, feições granulométricas muito irregulares, como estratificação cruzada, formações lentilares, terminações em cunha, interdigitações, mudanças progressivas de fácies, etc, dificultando o estudo da avaliação de reservas e recursos exploráveis, pois a porosidade total, porosidade eficaz, permeabilidade e demais coeficientes, são variáveis em função da constituição granulométrica do depósito aluvial.

## TIPIFICAÇÃO DOS DEPÓSITOS ALUVIAIS

Os depósitos aluviais devem ser analisados de forma íntegra da com os níveis de drenagem superficial e subterrâneo ("under-flow") a fim de se poder estabelecer padrões distintos de intervenções e aproveitamento dos recursos hídricos neles acumulados.

Na Figura 1, são apresentados quatro tipos de depósito aluvial, não tendo sido incluído, por motivos óbvios, a situação em que inexistente qualquer tipo de depósito. A discussão sobre a gênese de cada um desses tipos será omitida por fugir ao objetivo do trabalho.

O primeiro tipo, classificado como "Terrapços sucessivos" e integrados ao nível de drenagem do rio, é, evidentemente, o que melhor se apresenta para efeito de aproveitamento, tendo em vista a maior disponibilidade de armazenamento de água. Mesmo durante o período de estiagem, esse depósito se mantém parcialmente saturado de água, com nível representado no desenho pela linha tracejada mais inferior, passando abaixo do talvegue da calha menor. Ao se iniciar o período chuvoso, o nível do rio se eleva, passando a alimentar o aquífero aluvial (drenagem influente); no pico da enchente do período chuvoso, que pode se repetir várias vezes em cada ano, o nível de drenagem superficial cobre toda a calha maior, ou terrapço inferior, fazendo elevar-se o nível de saturação dos terrapços superiores (ver desenho). Eventualmente, a determinados intervalos de anos, ocorrem as grandes enchentes que fazem elevar o nível de escoamento superficial até cobrir os terrapços superiores, que ficam completamente saturados. Entretanto, como essas enchentes duram poucos dias, logo a água de saturação desses terrapços superiores é restituída ao leito da calha maior e depois ao leito da calha menor, voltando a ocupar, ao final do período seco, o nível mais inferior possível.

O segundo tipo, com "Calha aluvial encaixada" e sem terrapços suspensos, apresenta o mesmo comportamento do anteriormente descrito, com exceção da fase de grandes enchentes, onde não existem depósitos mais superiores a serem saturados. Em termos dimensionais todavia, esse tipo apresenta muito menor disponibilidade de acumulação de reservas hídricas subterrâneas do que o primeiro analisado.

O terceiro tipo, de "Terrapços suspensos com depósito na calha fluvial", se bem que apresente a mesma sistemática de evolução de níveis de drenagem e de saturação descrita para o primeiro, difere fundamentalmente daquele, por não possuir capacidade de acumulação d'água nos terrapços superiores. Com efeito, os terrapços suspensos são permanentemente secos, pois as águas que neles se infiltram diretamente pela precipitação ou pelo escoamento superficial nas vertentes do vale, tendem naturalmente a percolarem para a calha (drenagem efluente) devido aos gradientes existentes. Em casos particulares, em depressões dessa superfície de embasamento elevada, podem ocorrer algumas zonas de saturação, que se constituem em aquíferos aluviais suspensos (ver desenho). Devido a precária circulação, essas águas são de má qualidade.

Finalmente o quarto tipo, de "Terrapços suspensos sem depósito na calha", representa a pior situação aluvial, equiparando-se praticamente àquela do vale fluvial sem nenhum depósito aluvial. Eventualmente esses terrapços podem possuir um nível de saturação quando os gradientes são muito baixos, permitindo a acumulação de água numa delgada faixa de aluviões, como mostra a Figura 1. A calha fluvial é totalmente rochosa, sem qualquer depósito, ficando absolutamente seca, poucos meses ou mesmo dias, após o encerramento do período chuvoso. Muitos rios do nordeste apresentam extensos trechos com essas características.

## INTERVENÇÕES PARA EXPLORAÇÃO DO AQUIFERO ALUVIAL

### Poços, galerias e drenos

A mais elementar forma de captação das águas do aquífero aluvial é a mera escavação do depósito, em forma aproximadamente circular, até ultrapassar o nível de saturação ou freático ("under-flow"). Nessas escavações, denominadas vulgarmente de "poços", a água é retirada pelo homem, em baldes, latas ou potes e nelas são também servidos os animais para dessedentação.

Como resultado do uso desprovido de qualquer proteção sanitária, inclusive com introdução de poluentes orgânicos, como a uréia (o animal em geral urina enquanto bebe a água), a água fica em pouco tempo, completamente impréstável para uso humano, sendo do regeitada até mesmo pelo gado. O homem então abandona aquele "poço" e abre um outro mais adiante, que logo irá ficar igualmente impréstável. Dessa forma, com pouco tempo fica todo o aquífero aluvial impréstável até sua renovação no próximo período chuvoso.

Uma outra intervenção que já pode ser considerada como uma "obra de captação" é a cacimba ou cacimbão, que pode ser construída de várias maneiras e variados tipos de materiais. O processo mais comumente utilizado é o da parede de tijolo ou pedra com argamassa de cimento, cal e areia, tendo o poço a forma cilíndrica, com diâmetro variável desde 1 até 5m (conhece-se casos com até 10m). Também são frequentes os cacimbões de tubos de concreto prefabricados, com diâmetro de 0,8m a 1,5m, que vão sendo colocados um anel sobre o outro até atingirem a profundidade desejada.

O tipo mais sofisticado de cacimba, que recebe o nome de poço amazonas, é construído com um pre-filtro em torno da parede que atua como filtro, sendo o fundo tamponado ou utilizado também como filtro.

Tanto a cacimba como o poço amazonas podem ser abertos ou tamponados na parte de cima (superfície). Quando possuem uma tampa, de concreto ou madeira, a obra fica mais preservada da poluição, pois evita a caída no poço, de animais mortos ou dejetos poluidores.

A captação de água nessas cacimbas ou poços amazonas pode

ser efetuada de maneira manual, com um balde preso a uma corda, puxada diretamente à mão, ou com um sarilho, ou ainda com uma pequena bomba manual, denominada de "chaleira"; são também utilizados motores, movidos a catavento, a óleo diesel ou eletricidade, que recalcam a água para caixas elevadas.

Um outro tipo de poço é o poço tubular, revestido em canos de ferro ou de plástico PVC rígido. Esses tubos são perfurados ou frestados na área de captação (zona de saturação), possuindo ainda um pre-filtro, representado por um cascalho fino, depositado no espaço anelar entre a parede do poço e o revestimento. A perfuração do poço tubular pode ser feita com máquina perfuratriz do mesmo modo que se perfuram os poços profundos, mas também pode ser executado por equipamento mais simples, até um mero trado, desde que a espessura do depósito aluvial não exceda os 15m. No caso de utilização do trado, deve ser empregada uma metodologia apropriada, com trados especiais de 8 a 10" de diâmetro, revestimento de boca e uso de argila (bentonita) para perfuração abaixo do nível de saturação da água.

As galerias, são escavações na horizontal, abaixo do nível de saturação, onde são colocados tubos perfurados envolvidos por um pre-filtro selecionado e direcionados para um poço coletor. Dependendo da permeabilidade do aquífero e sua extensão, consideráveis volumes de água podem ser obtidos desse tipo de captação.

Os drenos, são tubos filtrantes injetados sob pressão, do interior de um poço amazonas ou de um simples poço coletor. Esses tubos são dispostos radialmente em torno do poço, em número de quatro a seis, alcançando extensões na horizontal de cerca de 20 a 50m, a depender do equipamento utilizado para execução da obra.

Igualmente às galerias, esses drenos podem fornecer volumes consideráveis de água, que chegam a casa dos 100 m<sup>3</sup>/h; todavia o custo de construção é muito elevado com relação aos demais métodos convencionais, não justificando o seu emprego, salvo para o abastecimento de comunidades; quando se dispõe de recarga induzida de um curso d'água superficial.

#### Barragens subterrâneas

O barramento subterrâneo é uma obra que, como o diz o próprio nome, fica restrito unicamente ao depósito aluvial, a partir da base do pacote (sobre o embasamento rochoso), sem chegar a aflorar na superfície. A sua construção é bastante simples, podendo ser edificada no interior de uma vala escavada na aluvião, transversalmente ao eixo do rio, uma parede de alvenaria de pedra com argamassa, ou simplesmente, uma cortina de argila, como utilizada no núcleo das barragens de terra.

Embora a sua construção seja simples, não pode prescindir de estudos que viabilizem a sua execução e proporcionem melhores resultados com menores gastos. Assim, devem ser observadas as seguintes condições básicas:

1º) a condição essencial é que exista um depósito de boa espessura e permeabilidade aceitável; nesse sentido, deverão ser procedidas algumas sondagens longitudinais e transversais ao longo do trecho escolhido numa prévia foto-interpretção. Nessas sondagens deve ser verificada a espessura do depósito aluvial e a granulometria das suas partículas. Nos casos em que se constate pequenas espessuras (inferiores a 1,0m) e/ou predominância de material pelítico (siltico-argiloso), o local deve ser condenado, pois além de não serem compensados os gastos, não proporcionará resultados favoráveis;

2º) escolha do melhor local barrável; do mesmo modo que a barragem superficial exige um "boqueirão" para edificação das barragens da barragem, na barragem subterrânea deverão ser pesquisados por foto-interpretção, os locais onde o depósito aluvial apresenta menor largura, sobretudo naqueles depósitos descritos atrás, tipo "salsicha", com nós e ventres. A escolha desses pontos de estrangulamento é meramente de ordem econômica, tendo em vista os gastos de material e mão de obra por metro de escavação e construção da parede. Uma vez escolhidas várias opções de estrangulamentos laterais do depósito aluvial, devem ser procedidas sondagens a trado ao longo de cada eixo, a fim de verificar qual a melhor opção em função da profundidade. Deve-se ter o cuidado com a presença das soleiras rochosas, pois esses barramentos naturais do embasamento podem ter acarretado, como visto atrás, a deposição de material pelítico a sua montante, durante uma grande extensão.

3º) risco de salinização; em princípio, devem ser evitadas as construções dessas obras em aluviões onde já ocorra processo de salinização por águas superficiais, pois o fenômeno tenderá a se acentuar a partir do barramento subterrâneo. Se não houver ainda incidência do processo de salinização, devem ser tomadas medidas que impeçam o surgimento do problema. Dentre as medidas cautelares, poderão ser utilizadas três como as mais eficazes: a) construção de poços a montante da parede para bombeamento da água armazenada, evitando-se assim a acumulação sem renovação das águas em profundidade; b) construção de comportas na parede, que permitam, quando do início de cada período chuvoso, a saída das águas acumuladas, e sua renovação pelas novas águas infiltradas; c) construção da base da parede da barragem com material filtrante, de forma a permitir uma certa descarga de base, sendo o nível da água elevado no início da recarga, e decrescente gradativamente até nova recarga no período chuvoso seguinte (nesse caso a barragem é semi-permeável).

Quanto ao uso da barragem subterrânea, a principal demanda seria a irrigação, secundada pelo consumo humano e animal.

Convém analisar as diversas condições de barramento e aproveitamento da água, em função do tipo de depósito aluvial. Dentre os quatro tipos de depósitos aluviais classificados atrás, apenas o último não permite a construção de tal tipo de obra.

Para o primeiro tipo, de terraços sucessivos, depois de se escolher um trecho de menor largura e profundidade possível, cons

troi-se a barragem até o nível da base da calha menor (talvegue do riacho) sem chegar a aflorar na superfície, como mostra a Figura 2-A. O nível de saturação permanente ficará pois bem próximo da superfície do terraço inferior, porém relativamente distante da superfície do terraço superior.

Dois tipos de irrigação poderão ser então desenvolvidos: 1º) por bombeamento em poços perfurados no terraço superior e distribuídos em sulcos (por gravidade) na superfície do respectivo terraço; 2º) por sub-irrigação da plantação efetuada no terraço inferior, ou seja, as raízes dessas plantas buscarão a água no "under-flow", não necessitando pois receberem água a partir da superfície. As culturas nos dois terraços podem ser diversificadas, ficando no terraço superior aquelas de mais longo período, pois não se acham sujeitas a inundações sazonais (salvo as inundações esporádicas de pequena recorrência) enquanto que no terraço inferior (calha maior do rio) seriam plantadas culturas que durassem apenas o período de estiagem (8 a 10 meses), pois a inundação anual iria danificá-las ou mesmo destruí-las.

Para o segundo tipo de depósito aluvial, em "calha encaixada", somente a sub-irrigação poderia ser empregada, com culturas de uma única safra anual (ver Figura 2-B).

O terceiro tipo, com "terraços suspensos", poderia igualmente contemplar os dois tipos de irrigação, com modificação na localização dos poços de bombeamento, que seriam perfurados dentro da calha aluvial, como mostra a Figura 2-C. Evidentemente que devem ser calculados os volumes da demanda da irrigação do terraço suspenso a fim de que a retirada de água não venha a rebaixar de mais o nível da água do "under-flow" sacrificando a sub-irrigação. Em geral, esse processo de dupla irrigação, tanto no primeiro como no terceiro casos descritos, são mais eficazmente desenvolvidos quando existe uma "barragem mãe" na superfície, que permita a "regularização dos estoques" de água subterrânea.

Em todos os casos de irrigação, devem ser tomados cuidados especiais visando não apenas evitar a salinização do aquífero aluvial, como também a sua poluição por pesticidas ou fertilizantes químicos utilizados no tratamento agrícola.

#### Barragens de assoreamento

A barragem de assoreamento pode ser considerada como uma barragem mista, pois sua construção acarreta a acumulação de água superficial durante um certo espaço de tempo, servindo prioritariamente à acumulação de depósitos detríticos grosseiros, a montante do barramento.

A finalidade da construção desse tipo de barragem é a de propiciar a deposição de detritos no leito fluvial, aumentando a espessura do depósito aluvial, para uso posterior.

A sua edificação deve ser processada segundo requisitos técnicos a fim de evitar que a sedimentação nas suas imediações seja representada apenas por sedimentos finos.

As principais medidas que deverão ser tomadas são as seguintes:

a) construção da parede por etapas. Inicialmente levanta-se uma parede com cerca de 1m de altura e quando a barragem estiver totalmente assoreada, aumenta-se de mais 1m e assim sucessivamente, tomando-se o cuidado de iniciar com uma base mais larga para ir diminuindo nas etapas seguintes, na forma de um tronco de pirâmide (seção da parede), como mostra a Figura 3.

b) a parede não pode ser totalmente vedada, mas possuir septos como mostra a Figura 3. Esses septos permitirão a circulação da água e impedirão a sedimentação restrita de finos, conforme já explicado atrás. Na medida que o assoreamento for evoluindo, os septos vão sendo vedados, de baixo para cima, até chegar ao cimo da parede, encerrando-se assim aquela etapa de construção.

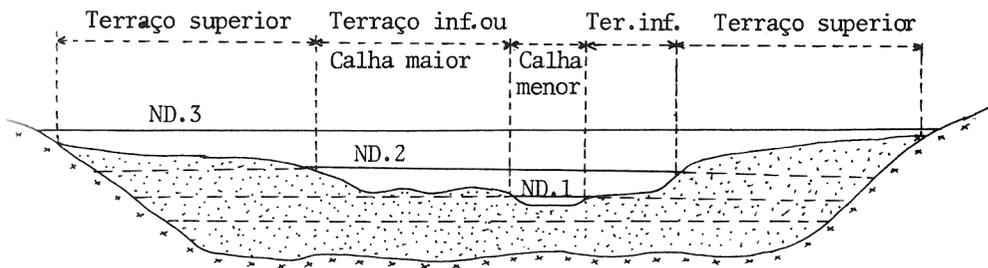
c) medidas de proteção à salinização devem ser tomadas simultaneamente com o processo construtivo da barragem. Se forem construídas comportas, estas devem acompanhar toda a subida da parede e se forem construídos poços amazons (nesse caso são preferenciais com relação aos tubulares) a montante da barragem, também devem ser edificados a medida que o depósito aluvial vá sendo aumentado.

#### Integração água superficial - água subterrânea

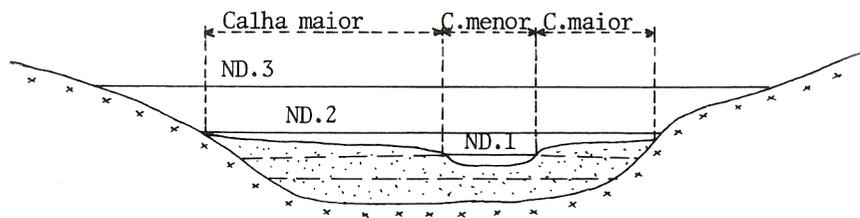
Mesmo com a adoção de barramentos subterrâneos, as reservas hídricas acumuladas em depósitos aluviais não são suficientes para a manutenção de um projeto de irrigação com dezenas ou centenas de hectares, face as características da geometria do aquífero, já comentadas atrás.

Para garantir a recarga do manancial hídrico subterrâneo de pequena espessura como o aquífero aluvial, necessário se faz uma integração entre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

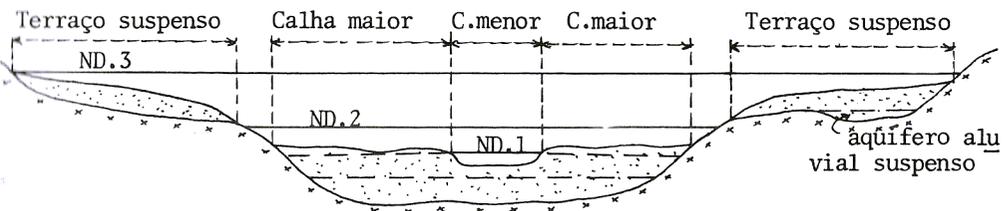
A forma mais racional de preservação da recarga do aquífero aluvial é o represamento da água superficial em barragem a montante do curso, que atuará como uma "barragem-mãe". A água estocada nessa barragem será liberada gradativamente pela calha aluvial, a medida que os recursos hídricos subterrâneos forem sendo reduzidos pela exploração contínua da irrigação. O sistema atuará assim, como uma reserva superficial com adução subterrânea o que implicará em grande economia, pois se evitará a construção de adutoras, diminuirá a evaporação e otimizará a captação que se fará em qualquer ponto do depósito aluvial.



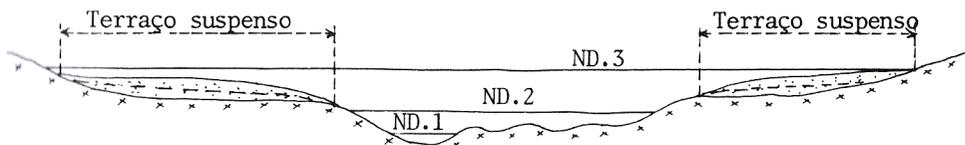
1º tipo: TERRAÇOS SUCESSIVOS, integrados ao nível de drenagem do rio  
 ND.1-Nível de drenagem no início do período chuvoso; ND.2-Nível de drenagem mais intenso do ano; ND.3-Nível de drenagem das grandes enchentes.



2º tipo: CALHA ALUVIAL ENCAIXADA, com terraço reduzido e integrado ao nível de drenagem do rio. Ausência de planície de inundação nas grandes enchentes.

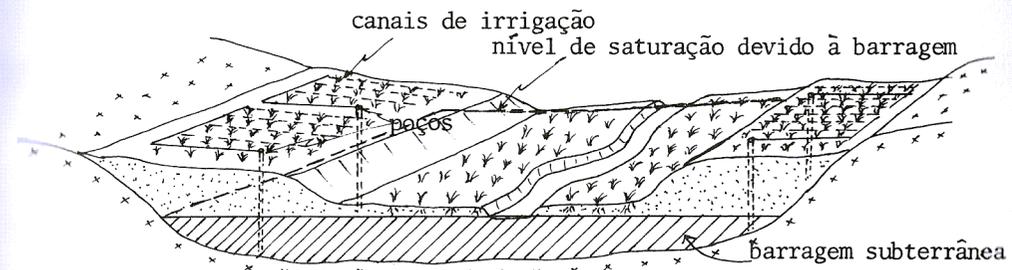


3º tipo: TERRAÇOS SUSPENSOS, em geral secos, com depósito na calha maior integrado ao nível de drenagem do rio

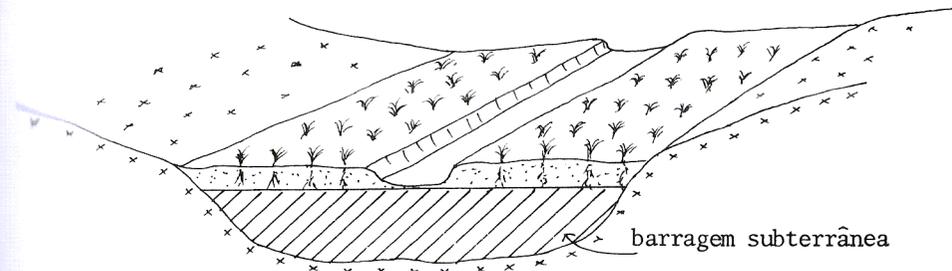


4º tipo: TERRAÇOS SUSPENSOS sem depósito na calha fluvial

FIGURA 1 - CLASSIFICAÇÃO DOS DEPÓSITOS ALUVIAIS



A) TERRAÇOS SUCESSIVOS

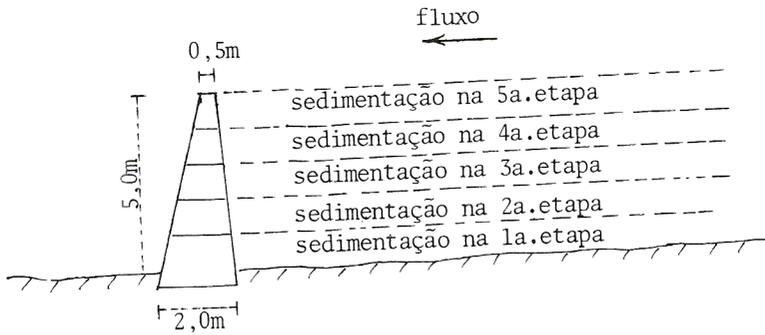


B) CALHA ALUVIAL ENCAIXADA

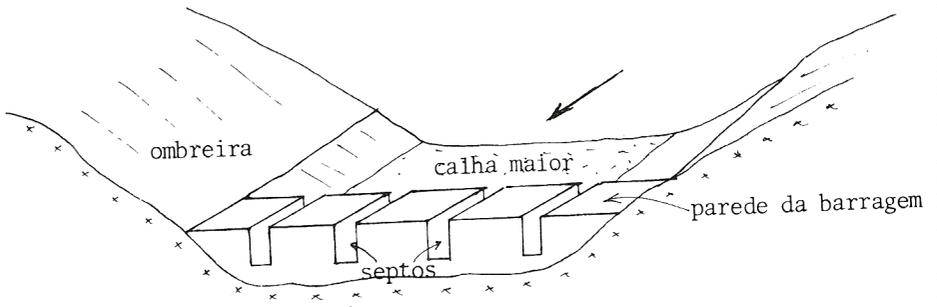


C) TERRAÇOS SUSPENSOS

FIGURA 2 - TIPOS DE IRRIGAÇÃO EM FUNÇÃO DO TIPO DE DEPÓSITO ALUVIAL



A) Vista de um perfil longitudinal ao eixo do rio



B) Vista de uma seção transversal ao eixo do rio, com levantamento da parede na primeira etapa de construção.

FIGURA 3 - ESQUEMA DE CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM DE ASSOREAMENTO