a California, região sob alguns aspectos semelhante ao Ceará, pronuncia-se formalmente a favor dos açudes, mostrando como em annos seccos os seus beneficios pagam sobejamente as suas despezas de construcção; comparando-as com os canaes salienta as vantagens dos açudes, isto é, a superioridade delles sobre outros quaesquer modos de irrigação.

Diz elle:

«Em certas circumstancias, em annos seccos, é evidente que não haverá agoa sufficiente para salvar a lavoura só dependente do seu supprimento. Em tão deploravel emergencia o prejuizo para o districto em um anno de grande secca será maior do que o custo total do reservatorio. (*In such a deplorable state of affairs the loss to the district in a year of great drought would be more than the total cost of the reservoir*).

«O açude é destinado a assegurar o supprimento d'agoa durante a vasante do rio, e a prevenir a fome d'agoa nas terras irrigaveis do Tulore (*and to prevent a water famine on the irrigable lands of the Tulore Irrig. District*).

The canal alone no doubt will bring a supply during years of average or more than average rainfall, but it is *sure to fail* when most required in seasons of great drought, for the sufficient reason that will be no water supply.

During this years there is an abundance of water available, but it is well to remember that we are after having a most unusual wet winter, and it is of still more importance to remember that extraordinary seasons of drought happen periodically, and that in only one such season the use of the storage water from the reservoir will more than repay the expenditure incurred on the dam. Without a reservoir in such a year the canal will be a dry channel unable to supply the perishing crops with water».

A estas razões de importancia pratica, e cuja applicação ao Ceará têm a mais perfeita opportuni-

dade por se tratar de estações estivaes prolongadas, de chuvas escassas e incertas, devem se adduzir as que eu chamarei theoricas ou de importancia geral, por demonstrarem a superioridade do açude, dada a concorrencia com outros systemas irrigatorios.

Raphael Pareto (1) as synthetisa nas seguintes palavras:

«De todos os meios de haver agoa para irrigação, prefiro o açude, pelas seguintes vantagens que offerecem...

«Os canaes derivados dos rios não podem geralmente irrigar grande faixa de terreno senão em pontos muito afastados da captação d'agoa, e com a divisão das propriedades que existe em França, segue-se que cada proprietario não pode quasi irrigar por este meio senão poucos prados, collocados em logares baixos e muito humidos. A's terras altas que, cultivadas em prados, dão as melhores forragens, e não aproveitam essas irrigações, etc....

«As agoas recolhidas a um açude melhoram e se aquecem ao sol; depositam nelle as materias nocivas que estão em suspensão.

«Os açudes permittem irrigar terrenos altos e por esta forma transformar em prados as landes e charnecas completamente improductivas. Sendo o tamanho da represa, que se constroe, proporcional ao terreno que se quer ou se pode irrigar, segue-se que não é mister gastar muito para colher resultado insignificante. As agoas de açude, construido segundo o meu modelo, ficam menos caras do que as de outra qualquer procedencia».

Alem destas vantagens, já de si importantes, accrescenta o mesmo autor:

«A agoa pluvial armazenada nos açudes para ser depois espalhada em irrigações apresenta ao cultivador grandes vantagens. Fica perfeito senhor de sua agoa e pode empregal-a como lhe pareça melhor.

---

(1) R. Pareto—*Irrigation*—pag. 361.

Estando armazenada na totalidade, pode, querendo, augmentar a sua quantidade na rega em tempo secco e diminuil-a quando humido, sem perdel-a, porque a agoa não empregada fica no açude para ser gasta mais tarde».

O primeiro destino dos grandes açudes foi o da irrigação, especialmente nos logares em que a agoa escasseava, diz Crugnola (1). Elles permittiam o seu armazenamento na epoca em que abundava, quando as chuvas erão frequentes ou operava-se o degelo, o conserval-as em represas para depois servirem nas quadras seccas, quando os terrenos têm necessidade de ser irrigados.

Uma outra autoridade, C. Cossigny (2), capitulando as vantagens do açude, exprime-se nestes termos:

«Quer se procure a agua por um ou outro methodo (aguas pluviaes ou subterraneas), quer se queira aproveitar um simples riacho ou mesmo algum desses cursos d'agua torrencial que frequentemente permanece secco parte do anno (como no Ceará)—o estabelecimento de um açude será sempre uma operação util que melhorará as condições de um sitio a irrigar:

1.º—Quando se tratar de fracos escoamentos, embora perennes, a irrigação só é materialmente possivel quando a agua tiver sido anteriormente represada. Esvasia-se esta em tempo mais breve do que levou a juntar-se, e é por este artificio que se obtem corrente assaz consideravel para fazer-se chegar a agua até os pontos extremos dos terrenos a regar;

2.º—Todas as vezes que o meio empregado para haver agua está sujeito as vicissitudes das estações e das circumstancias meteorologicas, o irrigador não

---

(1) Caetano Crugnola—*Serbatoi d'acqua e laghi artificiali – Turin—1890—pag. 2.*

(2) J. C. de Cossigny—*Hydraulique agricole*—Paris, 1889—pag. 37.

pode ser completamente senhor das suas operações senão quando as aguas estiverem armazenadas num açude, do qual as possa retirar a vontade, no tempo preciso;

3.º—Nas regiões afastadas dos rios, os reservatorios permittem recolher agoa das grandes chuvas e temporaes, prevenindo ao mesmo tempo os estragos que possam causar as chuvas torrenciaes;

4.º—Independentemente do objecto especial em vista do qual os diversos reservatorios são construidos, poderião se fossem mui vastos ou multiplos em uma região, exercer influencia salutar sobre o regimen dos rios dessa região».

Seria um meio de minorar a desnudação das montanhas, a escavação de ravinas, o levantamento do leito das correntes nas planicies, e talvez mesmo as inundações.

«Em certas regiões, cujos rios são torrenciaes, como na Algeria e Espanha, diz Durand-Claye, os açudes constituem o mais poderoso e por assim dizer o unico meio de propagação da pratica das regas (1).

O testemunho dos mais distinctos profissionaes, que acabo de invocar, dispensa-me de insistir na demonstração da superioridade do açude sobre outros quaesquer meios irrigatorios, dadas as condições climatericas do Ceará.

Em relação ao typo a adoptar-se, como meio de amparar a população nas quadras climatericas, e de preparar a transformação da cultura extensiva e exgotante, para a rotatoria ou de afolhamentos compativeis com a natureza do solo, cumpre estudar-se

---

(1) Durand-Claye—*Hydraul. agric.*, Vol. II, pag 315. Na região franceza limitada a L e N. pelo Garonna, a O. pelos departamentos de Landes e Adour, e ao S. pelo planalto de Lannemezan, o Neste e o Garonna seccam no verão, os moinhos param, e falta agua para os usos ordinarios da vida.

Para alliviar a esta falta o governo francez mandou construir o açude d'Orédon, cuja capacidade é de 7.269.000 m. cub., tendo a parede 30 metros de altura por 26 m. na base.

desde logo qual o mais efficaz e economico nos seus resultados, na hypothese de um ou mais annos de chuvas escassas ou completamente seccos, na accepção habitual deste termo.

Neste assumpto, o essencial é, segundo as expressões textuaes de Lord Salisbury em referencia a secca de 1876 na India, «*to ascertain how for irrigation works are practicable which shall be capable of giving protection against famine in the degree at all corresponding to their cost*» fazer que as obras de irrigação se tornem aptas a proteger a população contra a fome em escala correspondente a seu custo (1).

Impõe-se desde logo a cogitação dos que têm a responsabilidade na applicação dos dinheiros publicos o investigar qual deva ser preferido, se o pequeno ou grande açude; se as multiplas barragens disseminadas a formar depositos dagua, se uma ou poucas represas, em forma de lago, a dominar as regiões que lhe fiquem a jusante.

As controversias a este respeito têm sido estereis ou sem valor pratico, por não consultarem aos verdadeiros termos do problema.

Em primeiro lugar é difficil demarcar os limites que circumscrevem o reservatorio grande, de um pequeno, não havendo criterio certo para differencial-os. Se tomar-se como classificador a capacidade dagua armazenada, pode acontecer que uma parede relativamente pequena e pouco dispendiosa, dada a topographia da bacia hydrographica, represe dez vezes mais metros cubicos dagua do que uma maior, e mais custosa. Não será, portanto, o custo da obra o principio differenciador.

Em geral deve-se ter como grande o reservatorio, cuja capacidade exceda de alguns milhões de metros cubicos dagua empoçada, 5, 10, 15 ou o que se convencionar.

---

(1) Lord Salisbury—*Mensagem ao Governo da India* em 10 de Janeiro de 1877.

O Dr. Accioly, na sua mensagem ao congresso estadual em 1905, occupou-se extensamente deste assumpto, demonstrando com argumentos claros e factos conhecidos a vantagem dos grandes açudes sobre os pequenos.

Se attendermos somente a lição da experiencia ella nos dirá que nunca o Ceará teve tão grande numero de pequenos açudes como nesses ultimos annos, cerca de 3 a 4 mil, espalhados pelo seu territorio, sem que um só tenha prestado os serviços que os advogados deste typo de obras irrigatorias esperam delle nas phases criticas das ultimas seccas.

Multipliquem-se por dezenas ou centenas de milhar esses pequenos depositos e os resultados serão os mesmos.

Se o inverno for escasso e o verão prolongado, raro resistirá a evaporação, activada pelos ventos geraes na quadra do anno em que a necessidade de agua mais se faz sentir. Já em Outubro a mór parte delles estará reduzida a pantano lodacento e em Novembro completamente secca.

O problema, portanto, do melhoramento cultural nenhuma solução terá recebido, porque a lavoura e a creação continuarão a definhar e a soffrer as consequencias da secca, embora os gastos não pequenos com a construcção e conservação destes açudes.

Avaliados um por outros em 10 contos de réis cada um, os 10.000 açudes construidos com dous a tres metros de barragem, empoçando 200 a 300.000 metros cubicos dagua, custariam 100.000 contos e conteriam, dispersadamente, 2 a 3 bilhões de metros cubicos, sem que um só delles se preste a um serviço regular e systematico de irrigação, já por lhes faltar o apparelhamento necessario, como—portas dagua e de derivação, canaes, etc., já pela minguada quantidade dagua represada.

Na hypothese de um anno secco, depois da estação estival, poucos seriam os açudes que conserva-

riam alguma agua; pois, como já ficou dito, sendo a evaporação equivalente a uma camada liquida de 2 1/2 metros annualmente, e os pequenos açudes tendo 2 a 3 ou mesmo 4 metros de barragem, precisariam só para estas perdas, independente dos gastos com a irrigação, ter paredes de 2 1/2 metros para o primeiro anno, 5 m. para o segundo e assim por diante. A menor distracção das suas aguas bastaria para reduzir-lhes a capacidade de resistencia á evaporação a coefficiente insignificante.

Bem se vê que não pode ser pensamento dos poderes publicos distribuir por milhares de proprietarios territoriaes obras desta natureza, cujo custo ascenderia a alguns mil contos, somente para os presentear com aguadas mais abundantes do que actualmente possuem, sem a possibilidade de ver amparada da fome uma parte da população.

Dir-se-ha que entre o grande e o pequeno açude ha typos intermedios aproveitaveis, de onus menos gravosos aos cofres publicos.

Ainda em contrario, militam razões economicas e technicas de grande valor; não sendo de somenos importancia as derivadas do custo dagua para irrigação e a dos sitios raros e excepcionaes onde os açudes devam ser construidos.

Em lugar competente farei a respectiva demonstração.

Antes, porem, de minuciar as razões que militam em favor da adopção do grande açude, como o unico consentaneo com um regimen irrigatorio proveitoso, capaz de incrementar a producção agricola e por ella a riqueza do Estado, bem como de alliviar de futuro os encargos exigidos pelas crises climatericas, espero mostrar, amparado no parecer dos mais illustres mestres da hydraulica contemporanea, a inferioridade das pequenas barragens em confronto com as grandes para os fins agricolas.

E' questão capital, que deve ser resolvida antes do governo tomar definitivamente, não por expe-

riencias e ensaios, mas por base da acção administrativa, o proseguimento das obras contra as seccas.

Os GRANDES AÇUDES:—1.ª Ocupan en general ménos terreno para un mismo volúmen de agua; y en igualdad de circunstancias suelen experimentar menos pérdidas por evaporacion y filtracion en el embalse que las correspondientes al conjunto de varios depósitos parciales.

2.ª El coste de una presa de fábrica de gran altura es generalmente menor que el de varias, de cuyo conjunto ofresca la misma capacidad. En efecto, en un mismo embalse las cabidas de agua desde el fondo hasta las distintas superficies de nivel pueden considerarse como sensiblemente proporcionales à los cubos de las alturas correspondientes (1).

«Em igualdade de condições, accrescenta Llaurado, experimentam menos perdas pela evaporação e filtração na base do que os que correspondem ao conjuncto de muitos depositos parciaes, sendo o custo de uma repreza de grande altura geralmente menor que a de varios, cujo total offereça a mesma capacidade» (2).

O Sr. J. J. Revy, empenhado em comparar as vantagens reciprocas dos dous typos (grandes e pequenos açudes) chegou as seguintes conclusões:

«Os pequenos açudes de typo commum, nesta provincia (Ceará) não só são mais dispendiosos relativamente á pequena porção d'agua contida—o que é a medida de seu valor—como se tornam inuteis durante as seccas excepcionaes, pela perda d'agua evaporada.

«Julgam alguns erradamente que esses grandes reservatorios (refere-se ao de Itacolomy), dos quaes a provincia não poderia possuir muitos, iriam prestar serviço a mui poucas localidades; entretanto, com-

---

(1) A. Llaurado—*Aguas y riegos*, Madrid. 1884, vol. II, pag. 184.

(2) A. Llaurado—*Aguas y riegos*—Madrid. 1884. vol. II.

prehende-se facilmente que grandes reservatorios, como o de Lavras e Itacolomy, suppririam praticamente quantidade illimitada d'agua a todo o valle em cuja cabeceira o mesmo estivesse situado. Assim o reservatorio de Lavras suppriria com abundancia d'agua o valle do Jaguaribe, de Lavras até o Aracaty. e o Jaguaribe conservar-se-ia corrente todo o anno, ainda mesmo que não fosse regular a estação chuvosa. O reservatorio de Lavras dará mais agua para a fertilização do terreno do dito valle do que MIL dos maiores açudes que ordinariamente se fazem na provincia, e que alli fossem localisados.

«Em summa, seu poder fertilizador será maior do que todos os que até hoje tenham existido no Ceará».

Commentando esta exposição escrevi (1) «o que ahi fica dito é de facil verificação. Um açude ordinario, de parede de argila e areia, com 5 metros de alto, em condições vantajosas de local, pode represar até 500 mil metros cubicos d'agua. Custando a represa a media de 8 contos, cada mil metros cubicos d'agua ficarão por 16$000.

«Suppondo que as filtrações e evaporações consummam apenas 20 % dagua represada, restarão 400 mil metros cubicos, os quaes divididos á razão de 15 mil metros cubicos por hectare, irrigariam apenas 26, dado que o açude estivesse cheio, depois de inverno regular. Em outros termos, a irrigação de 26 hectares de terreno, nesta hypothese, custará 8:000$000 ou 307$000 por hectare.

«Com o açude de Lavras, cuja capacidade é de 1.500.000.000 metros cubicos (3.000 vezes maior do que aquelle) e o custo de 5.633:000$000, o preço de 1.000 metros cubicos não excederá de 3$755. Sendo a evaporação de 8 % e a filtração insignificante, perder-se-iam 120.000.000 metros cubicos, ficando disponiveis, depois de 12 mezes, 1.380.000.000, os

---

(1) Th. Pompeo—*O Ceará na exposição de Chicago*. pag. 60.

quaes distribuidos á razão de 15.000 metros cubicos por hectare irrigarão 92.000 pelo preço maximo de 61$228 réis por hectare.

«A differença de 61$228 réis d'agua para irrigação de um hectare num grande açude para a de 307$000 num pequeno, é 5 vezes mais fraca, isto é, 500 % menor.

«Neste calculo admittimos a hypothese de que o açude de argila e areia esteja dotado de apparelhos de irrigação, quando a verdade é que nenhum dos existentes no Ceará os possue.

«O custo e assentamento de taes apparelhos encareceria de 50 % a mais taes açudes e proporcionalmente o preço dagua.

«Actualmente taes açudes só irrigam pelas filtrações da parede ou pelo desaguadouro, e não aproveitam sequer á decima parte de terrenos que elles poderiam irrigar na hypothese figurada. Em regra ficam inutilisados pela evaporação e filtrações logo depois de Outubro ou Novembro, e raro conservam agua até o proximo inverno, e esta mesma em caldeirões fundos, lamacentos, donde não pode ser aproveitada para aquelle fim.

«Taes açudes servem somente de deposito d'agua por algum tempo para o gado, e parte de suas margens, a que chamam *vasantes*, para o plantio de legumes.

«Quando o verão se prolonga, a evaporação vae pouco e pouco deixando a secco as margens, até concentrar toda a humidade na parte mais profunda e abrigada do sol e ventos reinantes. Essas margens, a principio lodacentas, endurecem, gretam-se ao calor solar, pulverisando-se em particulas tenues á superficie, sempre lavadas pelos ventos quentes do sertão.

«A vegetação, si houve, perece, não deixando vestigio depois de 8 a 10 mezes de rigorosa estiagem».

Alem das razões expostas em favor do grande

açude, muitas outras importantes podem ser adduzidas (1).

Demorado envasamento—os açudes menores, devido á pequena altura da parede e a area submergivel, diminuem annualmente de capacidade pelos successivos depositos de vasa que alli se accumulam.

«Observamos, escrevem Zoppi e Torricelli (2), que o rapido aterramento deste açude (do Sig) e de outros pequenos da Algeria aconselha abandonar-se o systema das pequenas bacias, e construir-se somente os grandes por serem mais remuneradores e não estarem sujeitos a rapido envasamento (*che sono più rimuneratori, e in cui l'interrimento non si fa così presto avvertire*)».

Servir de moderador—ás grandes correntes formadas por chuvas continuadas e torrenciaes. Depois de grandes e demoradas bategas d'agua pluvial, os terrenos ficam encharcados e os rios torrenciaes transbordam produzindo damnosas inundações. Sendo a corrente contida por alta barragem e a agua solta gradativamente por meio de comportas, os perigos da inundação são praticamente fracos, porque na peior hypothese a altura destas barragens permitte armazenar, não uma, mas repetidas enchentes esporadicas. Nos açudes pequenos basta ás vezes uma chuva copiosa para enchel-os; e como não estão apparelhados com portas d'agua, faz-se o seu escoamento pelo sangradouro e nenhum serviço podem prestar nesse sentido (3).

---

(1) *Mensagem do presidente* Dr. A. P. Nogueira Accioly em 1905, pag. 51.

(2) Zoppi e Torricelli—*Laghi artificiali*—art. 88.

(3) Outra vantagem que traz o grande açude é o de servir de moderador nos rios e de contribuir em outros casos para evitar os damnos terriveis das inundações. Caetano Crugnola—*Serbatoi d'aqua artificiali*—Turim, 1890, pag. 83.

A ideia de armazenar as aguas de enchentes em reservatorios artificiaes, de modo a augmentar a duração do escoamento e por conseguinte diminuir a altura maxima da enchen-

Fiscalização e custeio mais economicos.—A experiencia tem mostrado no Ceará que a conservação dos pequenos açudes ou é inteiramente desconhecida, entregue á acção demolidora do tempo, ou exige cuidados incessantes e custosos, que mal compensam os poucos beneficios produzidos.

«Os açudes construidos pelo governo geral nas duas crises de 77 e 88, entregues ás municipalidades, inutilizaram-se dentro de praso relativamente curto, ou ficaram na sua maioria destruidos por falta de conveniente conservação. Accresce que sem os apparelhos apropriados á distribuição d'agua, sem canaes de irrigação, taes obras não se prestam a fomentar a lavoura confinada á orla marginal dos mesmos, progressivamente reduzida, á medida que a evaporação vai refazendo o liquido» (1).

Para preservar esses açudes de total destruição e aproprial-os á irrigação dos terrenos a jusante, seria preciso dotal-os de comportas e torres de tomada dagua, de canaes distribuidores e de outras obras complementares, organisar um serviço completo de conservação com directoria technica, auxiliares, jornaleiros, e as respectivas officinas dirigidas por mestre, etc. A differença de direcção entre um gran-

---

te, é muito natural... A efficacia dos lagos ou açudes para diminuir as enchentes dos rios é evidente. Mas os lagos são raros e os açudes não são possiveis senão em certos logares apropriados; para construir açudes é mister achar planicies formadas por desfiladeiros, que se possam barrar, sendo ainda necessario que essas planicies tenham grande valor.

Para serem efficazes, devem os açudes possuir grandes dimensões; os pequenos não se podem applicar senão a correntes dagua elementares, como torrentes de grande declive, garganta estreita e fraca capacidade: alem disto o atterro traz dentro em pouco o levantamento do fundo. Um açude pequeno exerce insignificante acção sobre o curso dagua principal e seria difficil manobrar em tempo opportuno uma serie de reservatorios attinentes ao mesmo fim. Durand-Claye—*Hyd. agricole et genie rurale*—Paris, 1890—Vol. I, pag. 394.

(1) Dr. Nogueira Accioly—*Mensagem ao Congresso* em 1905.

de e um pequeno açude será relativamente insignificante, e as despezas dahi resultantes, referidas a unidade d'agua disponivel, serão tanto mais crescidas quanto menor for este.

Corroborando estas conclusões, isto é, que as despezas geraes com o custeio de um grande e de um pequeno açude pouco differem, observa o notavel engenheiro Caetano Crugnola (1):

«Como a construcção de um grande açude é obra assaz custosa, e a mór parte de sua despeza quasi constante, e não proporcionada a quantidade dagua armazenada, para que esta traga vantagens economicas é necessario que a superficie a irrigar tenha certa extensão, geralmente não inferior a 8.000 hectares se a parede da bacia fôr de alvenaria, e 4.000 hec. se de terra.

«Augmentando a extensão crescerão as vantagens, pois que diminuirá o custo dagua, mas crescerão apenas as despezas com a transformação agricola da zona a irrigar.

«Vê-se daqui quão complexo é o problema, e como deve o engenheiro ser cauto e acurado no exame de todos estes factos».

Tenho invocado de preferencia as autoridades profissionaes de paizes cujo regimem pluvial e natureza do solo mais se assemelham ao do Ceará.

Sendo analogas as causas que aconselham a construcção de taes obras, os factos assignalados por muitos annos de experiencia em abono das mesmas são quasi decisivos para a solução do problema das seccas no Brasil.

A Italia, a Argelia, a região arida dos Estados-Unidos da America do Norte, a India e a Australia offerecem notaveis pontos de semelhança com o Ceará em relação a inconstancia das estações, despenho do solo, mingua de chuvas, etc.

---

(1) Caetano Crugnola—*Serbatoi d'acqua e laghi artificiali – Turin—1890—pag. 3.*

E', pois, nestes paizes que devemos estudar a applicação dos varios methodos de irrigação, e quaes os resultados colhidos.

Em logar competente farei breve analyse de cada um. Por emquanto, apenas desejo mostrar que ha quasi unanimidade no modo de considerar o grande açude como o mais economico e proveitoso, dadas as condições topographicas que permittam a sua construcção.

E' assim que o engenheiro australiano Walter Bell, depois de referir-se ao regimen fluvial de sua terra, sujeito a variações quasi tão bruscas como o das ravinas cearenses, aconselha prudentemente algumas medidas, cujo feixe é a adopção das grandes muralhas-reservatorio.

Diz elle (1) que a «Irrigation is chiefly resorted to in climate where the summer is hot, and the rainfall for that season either deficient or irregular».

E' o caso da zona nordeste brasileira.

E mais accentuadamente frisa que «In the art of irrigation the first great point is to maintain in the sóil that uniforme degree of moisture by which plants grow and flourish in warm climate.....

«But to the Australian, perhaps the most forcible argument in favour of irrigation is in preventing those disastrous failures of crops which occur every few years, and in giving the agriculturist a certain return for his labour, *independent of the incertain rainfall.* The irrigation is, in fact, in the position of a man who can control his rainfall» (2).

Walter Bell (3) prosegue dizendo que, tendo de se aproveitar as aguas pluviaes e de torrentes o seu volume deverá ser cuidadosamente determinado por

---

(1) Walter Bell—*Irrigation for farmers and engineers*—Melbourne—1890—pag 36.

(2) Walter T. Bell—*Irrigation for farmers and engineers*—Melbourne—1890—pags. 2 e 3.

(3) Walter Bell—*Irrigat.*—pags. 69 e 70.

uma serie de annos afim de conhecer-se a media, e estatuir-se a capacidade da represa. (1)

O local do reservatorio será explorado minuciosamente, preferindo-se o leito de antigos lagos Quando isto não seja possivel, se escolherá um valle atravessado por curso d'agua, de pouca inclinação, e em garganta apertada se erguerá muralha.

Dá preferencia as muralhas mais elevadas, aos grandes açudes, nestes termos:

«The embankment ought to be at least 40 feet high, and *higher is better*, as every foot added to the height of the bank means one foot more of water over the entire surface of reservoir; besides, the deeper the reservoir the less will be the rate of loss by evaporation, although this will be largely counter-balanced by the increased area for evaparotion».

O muro deve ter ao menos 40 pés de altura e quanto mais alto melhor, porque cada pé accrescentado a altura da parede significa um pé mais d'agua para toda a superficie do reservatorio; alem disto, quanto mais fundo for este, menor será o valor da perda pela evaporação, posto que esta fique largamente contra-balançada pela area accrescentada de evaporação

Finalmente o notavel engenheiro italiano G. Torricelli reputa de tal importancia a superioridade do grande sobre o pequeno açude que são as suas proprias expressões:

«E saró pago e soddisfatto dell' ingente fatica che ebbi a sostenere, se questo tenue lavoro sia per riescire di qualche vantaggio, e possa mostrare che i grandi bacini, da tanti illustri autori raccomandati,

---

(1) Foi o que se não fez no Ceará, por faltarem dados relativos ao regimen pluvial de Quixadá. Hoje possuimos 13 annos de observações pluviometricas em Quixeramobim, e 16 annos no Icó, proximo a Lavras.

sono ormai l'unico veramente pratico e conveniente sistema di derivazione» (1).

No Brasil, porem, houve e ha algumas pessôas, pouco conhecedoras deste assumpto e ainda menos das condições locaes cearenses, que proclamam a superioridade das pequenas bacias sobre as grandes, levadas, umas pela desconfiança no exito da medida, infelizmente applicada até o presente sem methodo, nem estudo consciente, quasi empiricamente; outras, talvez, pela differença para menos no custo das pequenas obras, pela barateza, que sempre exerceo singular attracção sobre os espiritos menos observadores (2).

Os dous açudes construidos em Quixadá e no Acarahú-mirim não têm produzido os resultados esperados; aquelle por sua construcção tão proxima á nascença dos riachos que deviam servir de collector as aguas pluviaes para sua bacia que só em annos de inverno chuvoso poderá ser abastecido; o de Acarahú-mirim pela illusão ou fascinação d'agua, não importa como e onde armazenada. Lá está esta grande bacia de 80 milhões de metros cubicos, no custo de mil contos, servindo tão somente de agua-

---

(1) Giacomo Torricelli — *Dei grandi bacini di irrigazione* — pag. 4.

(2) E' assim que um espirito lucido e sinceramente devotado ao estudo do problema das seccas, o illustrado engenheiro Raymundo Pereira da Silva diz, numa monographia que publicou em 1907 com o titulo—O PROBLEMA DO NORTE, no Rio de Janeiro:

«O conhecimento ainda que perfunctorio das condições topographicas do sertão nortista faz abandonar a idéa de procurar uma solução para estes serviços (irrigação) na execução das obras colossaes a que nos referimos, e hoje parece perfeitamente reconhecido que para assegurar a agua necessaria á garantia das culturas e ás outras necessidades de toda a zona, é preciso pedil-a a um conjuncto de obras abrangendo a grande e a pequena açudagem; a installação de poços instantaneos e adaptaveis aos moinhos de vento» (Pag. 16).

da, sem o minimo proveito para irrigação, (1) uma vez que se não cogitou de saber se á jusante de sua parede existiam terras em condições de serem fertilisadas e aproveitadas para lavoura por meio de regas systematicas.

O que aconteceo em Acarahú-mirim foi ficarem cobertos dagua os terrenos de vasante, outrora cultivados, porque as enchentes do riacho, apenas attingido certo nivel, logo baixavam, deixando-os a descoberto, saturados de limo, aptos ao plantio de cereaes. Actualmente, o que não foi occupado pelas aguas, é quasi esteril, desnudado, e pedregoso. O terreno, que lhe fica abaixo (da represa), corre apertado entre ribanceiras formando o leito do riacho, alaga-se na estação pluviosa, tornando-se improprio a qualquer plantio regular. Ha para alem, baixadas que se prestam a irrigação, mas para attingil-as, seriam precisas obras darte custosas e demoradas, como canaes abertos na rocha, tuneis, etc.

Ensaios desta natureza são verdadeiros dispendicios dos dinheiros publicos, e pode affirmar-se, sem receio de contradicta, que as experiencias e tateamentos destes ultimos annos, feitos por ordem do governo, nenhum proveito tem trasido ao Ceará; ao contrario, alem da dispersão dos recursos, que seriam mais bem empregados na construcção de um vasto reservatorio, como o de Lavras ou de Quixeramobim, verdadeiros salvaterios e rendosa applicação de capitaes, hão concorrido para firmar a erronea opinião da irremediabilidade do grande mal ou fatal condemnação desta zona á repetição periodica

---

(1) Se o objectivo era armazenar agoa para bebida do gado ou para viveiro de peixe muito mais economico ficariam as lagoas do Cauhype, que a natureza se incumbiu de construir, algumas das quaes podem conter 100 a 130 milhões de metros cubicos dagua com o dispendio de 50 a 60 contos para indemnisação dos terrenos cobertos pelas aguas e feitio de desaguadoros, como acaba de demonstrar um dos engenheiros da Commissão de Açudes no Ceará, segundo se lê na *Republica* de 15 de Maio de 1908.

das tremendas calamidades da fome e da miseria com todo o seu cortejo da peste, prostituição, e perda da riqueza particular.

Examinemos quaes os fundamentos economicos e technicos sobre os quaes assenta a preferencia dada aos grandes reservatorios, começando pela exposição dos argumentos oppostos a estes por dois notaveis engenheiros—Foglare e Amarilio de Vasconcellos num folheto que corre impresso sob o titulo—*O Prolongamento da Estrada de Ferro de Baturité e os açudes na Provincia do Ceará.*

«De um certo tempo a esta parte, dizem estes engenheiros (1), apresenta-se uma transformação nas ideias em favor dos grandes açudes, inexplicavel para aquelles que desconhecem a sua verdadeira origem e tanto mais lamentavel quanto sob as apparencias de deducções scientificas e amparados em argumentos que illudem á primeira vista, vae exaltando de tal forma a opinião que pode conduzir o espirito dos que dirigem os destinos da provincia a um grande erro, que seria expiado pela maior decepção.

«E' manifesta, portanto, a urgencia com que deve ser exclarecida essa questão tão palpitante de interesse.

«Para enunciar com certo methodo as nossas ideias sobre a materia examinaremos preliminarmente as seguintes questões:

«Qual a utilidade dos grandes açudes?

«São elles destinados a servir nos annos regulares ou nos annos de secca?

«A resposta mais natural e logica, quanto a segunda questão, que envolve a primeira, é que elles devem servir em ambos os casos; porque se a sua utilidade somente se verificasse nos annos regula-

---

(1) Henrique Foglare e Amarilio de Vasconcellos—*O prolong. da estrada de ferro, etc.*—Fortaleza—1881—pag. 10.

res, não se teria adiantado um passo no sentido de melhorar as condições da provincia durante os annos criticos; se fossem exclusivamente destinados para estes, não se conceberia o absurdo de empatar capitaes immensos com a construcção e conservação de uma obra que serviria apenas 3 ou 4 vezes durante um seculo.

«E' tão palpavel esta verdade que não nos dariamos ao trabalho de enuncial-a, se não vissemos que um dos engenheiros, que mais tem escripto sobre este assumpto, esquece e confunde constantemente aquelle duplo ponto de vista para preconisar os grandes açudes, sem attender as graves consequencias de suas conclusões, manifestamente dissonantes da theoria, da pratica e da boa logica.

«Para que não fique sem as necessarias provas o que fica dito, seja-nos licito confrontar as vantagens relativas dos grandes e dos pequenos açudes para depois, servindo-nos dos dados que se encontram nos «*Estudos da Commissão de Açudes*», demonstrar a exactidão do nosso raciocinio:

«Tres factos, diz o engenheiro Revy, militam a favor dos grandes açudes:

1.º--Que os pequenos açudes são mais dispendiosos relativamente a quantidade dagua que contêm;

2.º—Que se tornam inuteis durante as seccas duradouras;

3.º--Que cada um serve apenas a um individuo.

«Quanto ao primeiro pode-se responder theoricamente:

«Supponham-se dous açudes, um dez vezes maior que o outro em todas as suas dimensões, e situados ambos em terreno perfeitamente semelhantes.

«Da comparação resultaria neste caso que o comprimento e altura das paredes será na proporção de 1 para 10.

«O seu volume, que cresce na razão cubica, será de 1 para 1.000.

«Igualmente serão os volumes dagua reprezada na razão de 1 para 1.000.

«As superficies de vasante da zona de infiltração e dagua reprezada crescerão na proporção do quadrado, e serão na razão de 1 para 1.000.

«Destes dados resulta:

1.º--Que sendo os volumes de alvenaria necessaria e de agua reprezada na mesma proporção, o preço da unidade d'agua será o mesmo em ambos os casos;

2.º—Que crescendo o preço da obra na razão de 1 para 1.000, e a superficie irrigada somente de 1 para 100, segue-se que no caso de um açude 10 vezes maior a despeza por unidade de terreno irrigado é tambem 10 vezes maior;

3.º—Que comparando os volumes dagua com as superficies, os pequenos açudes têm comparativamente 10 vezes mais superficie exposta a evaporação que um grande».

Respondendo a esta critica, diz o Snr. Revy (1):

«Passo a demonstrar como a theoria do Dr. Amarilio, acima citada e dogmaticamente affirmada, é completamente falsa; que a sua conclusão sob n. 2 está em terrivel collisão com a sua propria conclusão sob n. 1; que a conclusão é absurda».

Entra no desenvolvimento historico das barragens, e prosegue:

«O typo normal de secção para uma barragem de 5 metros de profundidade d'agua é o seguinte: espessura do muro no alto--2 metros; na base—4 metros; raio da curva da face anterior do muro no plano da secção vertical—13 metros; raio da curva do muro do lado exterior do reservatorio no mesmo plano, tambem 13 metros; área da secção do muro $14,_{28}{}^{cm.2}$; pressão maxima sobre o muro por centi-

---

(1) J. J. Revy—*Relat. apresent. ao Conselh. Alves de Araujo em* 1832- pag. 10

metro quadrado, com o reservatorio vazio—0,82 kilogr.; o reservatorio cheio—1,45 kilogr.

«O typo normal de secção para uma barragem de 50 metros de profundidade é o seguinte: grossura do muro no alto—5 metros; na base—56 1/2 metros; raio da curva do muro do lado interior do reservatorio no plano vertical—91 metros; raio da curva do muro do lado exterior no mesmo plano—43 3/4 metros; área da secção do muro 1.117,29 metros; pressão maxima sobre o muro por centimetro quadrado, com o reservatorio vazio - 5,97 kilogr. e com o reservatorio cheio 5,71 kilog.

«Estes typos preenchem a condição de terem ambas a mesma estabilidade, e que em circumstancia alguma a pressão seja maior do que 6 kilogr. por centimetro quadrado sobre qualquer outra parte do muro.

«Da comparação dos algarismos acima, resulta não haver semelhança geometrica entre estes dous typos normaes; os seus contornos são completamente differentes.

«Empregar, pois, para todas as barragens o mesmo typo normal, seria desastroso para segurança e estabilidade do muro.

Isto pode ser demonstrado immediatamente.

«Se tomassemos o typo do muro de barragem para 5 metros de profundidade dagua como typo universal para todas as barragens, teriamos uma barragem para 50 metros de profundidade dagua, multiplicando todas as dimensões da 1.ª por 10. Neste caso a barragem de 50 metros teria as seguintes dimensões: grossura do muro no alto—20 metros (em logar de 50 metros como no typo verdadeiro); grossura do muro na base—40 metros (em logar de 56 1/2 metros como no typo verdadeiro); área da secção do muro 1,428 m. quad. (em logar de 1,117 m. quad., como no typo verdadeiro); pressão maxima por centim. quad. do muro com o reservatorio cheio 22 kilog. (em vez de 5,97 kilogr. no typo verdadeiro). Assim a segurança

e estabilidade do tal muro estariam em perigo, e alem disto elle teria por metro linear de comprimento de parede um excesso de 311 metros cubicos de alvenaria, inteiramente superfluos e até prejudiciaes para o muro.

«Pois que as diversas dimensões lineares da secção dos muros não crescem na razão de sua altura, mas seguem lei mui differente, é claro que as áreas de secção da barragem de differentes alturas não podem augmentar-se na razão do quadrado dessas alturas, nem por consequencia os volumes de alvenaria podem crescer na razão dos cubos dessas alturas. Portanto a regra estabelecida pelo Snr. Amarilio: «o seu volume, que cresce na razão cubica, será de 1 para 1.000» é realmente erronea, e os resultados e conclusões tiradas dellas naturalmente o são tambem.

«A primeira deducção do Snr. Amarilio, n. 1, de que o preço de unidade dagua empoçada por duas barragens, das quaes uma tem dez vezes mais altura do que outra, é o mesmo em ambos os casos, é, portanto, falsa, ainda na sua hypothese theorica de serem ambos os açudes situados em terreno perfeitamente semelhante.

«Tratando desta questão analyticamente e pelo aspecto scientifico, obtemos o seguinte resultado: se o volume da alvenaria da barragem crescesse na razão cubica de sua altura, o preço de unidade dagua seria constante em localidade semelhante e representado por uma linha recta parallela as abscissas onde as alturas das diversas barragens tivessem sido marcadas, segundo uma escalla arbitraria, a partir do ponto de intersecção com a linha das coordenadas. Tomando, porem, os verdadeiros typos das barragens, estabelecidas pelas autoridades scientificas atraz referidas, o preço de unidade dagua segue, na verdade, linha mui differente. Partindo, por exemplo, do ponto que representa o preço dagua de uma barragem de 5 m. de altura, a ver-

dadeira linha do preço dagua para os typos normaes desce rapidamente, em lugar de correr parallelamente as abscissas. Quando se chega a uma barragem de 10 metros o preço dagua diminue de 25 %. A linha continua a crescer e chegar a um ponto mais baixo, a seu minimo, na barragem de 25 m. de altura, e então o preço de unidade dagua é de 35 % menor do que numa barragem de 5 m. de altura. D'ahi a linha verdadeira recomeça a subir constantemente, porem pouco. Em outras palavras: o preço de unidade dagua vai crescendo á proporção que a linha chega ás barragens 30, 40, 50 m.; mas mesmo na barragem de 50 m. o preço de unidade dagua é ainda de 20 % menor do que na barragem de 5 m.

«Este resultado é facilmente obtido pela analyse geometrica dos dous typos normaes de barragens de varias alturas; diverso, porem, é obter estes resultados da pratica. Dos typos modelo qualquer engenheiro póde tiral-os em 5 minutos; na pratica effectiva, em um grande reservatorio, isto lhe custará, pelo menos, 6 mezes; no caso do reservatorio de Lavras, custou 2 annos de arduo trabalho determinar a curva que representa o preço de unidade dagua em uma localidade dada. Entrei no amago desta questão no caso do reservatorio de Itacolomy e peço a V. Exc. referir-me ao desenho n. 8 que contem os diagrammas analyticos, e particularmente ao diagramma n. 6, no qual resumi o resultado final, e mostrei a lei que regula o custo da unidade dagua em annos ordinarios, e a lei que regula este custo em seccas extraordinarias, que desce até 3 1/2 annos. Estas leis condemnam os pequenos reservatorios; condemnam em Itacolomy uma barragem de 15 m. de altura, que produziria no reservatorio um volume de 14 milhões de m. cubicos dagua, posto que tal reservatorio seria muitas vezes maior do que o reservatorio que jamais existio no Ceará; estas leis o condemnam, principalmente pelo custo excessivo da unidade dagua. A curva deste diagramma, que

representa o custo dagua no reservatorio de Itacolomy para varias barragens de 5 a 35 m. de altura parece-se muito com a curva resultante da analyse dos typos-modelo de barragens. Em Itacolomy o custo minimo da unidade dagua cae numa barragem de 22 1/2 m. de altura, em vez de uma de 25 m., como na hypothese theorica da semelhança perfeita das bacias para barragens de differentes alturas. No de Quixadá a curva que representa o custo da unidade dagua é bastante differente. O custo minimo ahi se mostra em uma barragem de 20 m.; no de Lavras a curva, que represente o custo da unidade dagua ainda não pode ser determinada.

«Passarei agora a deducção do Snr. Amarilio n. 2—«que crescendo o preço da obra na proporção de 1 para 1.000, e a superficie irrigada somente na de 1 para 100, segue-se que, no caso de um açude 10 vezes maior, a despeza por unidade de terreno irrigado, é 10 vezes maior».

«Esta segunda lei está em perigosa collisão com a que elle mesmo acabara de estabelecer no n. 1, no qual diz que: o preço de unidade dagua será o mesmo em ambos os casos, isto é: com um açude 10 vezes maior o custo da unidade dagua será o mesmo que em um dez vezes menor.

«Se pois cada unidade de area irrigada exige certa quantidade dagua, não importa quanto ou quão pouca, é claro que seria indifferente ser esta agua tirada do açude grande ou pequeno; porque, segundo a lei n. 1, o custo da unidade dagua seria o mesmo em ambos os casos.

«A sciencia, parece-me, responderá provavelmente que ambas as leis são falsas; mas emquanto a primeira apenas envolveria um erro talvez de 35 % em theoria, e de numero indefinido de por centos na pratica—100 % no caso do reservatorio de Lavras, a segunda lei é errada sem circumstancias attenuantes.

Que tem a altura de uma barragem com as ter-

ras que lhe ficam abaixo? Esta altura affecta unicamente as terras que lhe ficam acima por terem de formar a bacia ou o empoçamento do reservatorio.»

Como se vê desta cabal demonstração o que encarece ou barateia a construcção de um reservatorio, dadas as condições de identidade topographica, é a sua maior ou menor capacidade de represar certo volume d'agua; porque se este volume for reduzido ou insignificante, o preço d'agua para irrigação attingirá a custo tão alto, que tornará impossivel ou irremuneravel a cultura que della tenha de fazer uso.

Ha, pois, um preço regulador que não deve ser ultrapassado; e na melhor hypothese a pequena bacia raramente ou nunca fornecerá agua para irrigação em condições remuneradoras.

E' esta a base geralmente adoptada na construcção de taes obras.

Em toda a parte a altura das represas é estudada, como fez o Snr. Revy, de conformidade com a massa dagua a armazenar e as despezas de sua construcção. Assim é que pelo projecto do engenheiro francez Souleyre para o alteamento da parede do açude Djidinia, na Algeria, quasi atterrado, foi o calculo baseado nesta base.

Pelo primeiro projecto para eleval-a a mais 2 metros, sendo utilisados 1.600.000 m. cub d'agua a despeza seria de 100.000 frs.; pelo 2.º, em 6 metros de altura, os 4.000.000 de m. c. armazenados custarião 265.000 frs.; pelo 3.º, com a parede de 8 m. e a despeza de 330.000 frs. serião utilisados 5.000.000 de m. cub.

O preço d'agua (1 m. cubico) no 1.º será 0,025 frs., no 2.º de 0,011, no 3.º de 0,009.

O açude do Oued Meurad, na Algeria, confirma melhor a vantagem dos açudes grandes em relação a sua barateza, isto é, ao custo ou preço porque sae a agua armazenada, nas duas hypotheses.

« Questo serbatoi ci dimostra, come *le piccole ri-*

serve d'acqua, benchi attenute con dighe in terra, siano sempre molto costose. Si spese infatti di primo impianto, compresa tutta la rete dei canali lire 400.000.

«Dividendo pel numero dei m. c. d'acqua immagazzinati, si ha il costo per metro cubo d'acqua di lire 0,45 prossimamente, montre all'Hamiz tale prezzo é di sole lire 0,23, e all'Habra, almeno per la prima costruzione, fu di lire 0,133.

«Lacqua vendesi attualmente in ragione di lire 6 all'anno per una portata di 5 litri e per 2 ore la settimana, ossia m. c. 36 alla settimana».

Suppondo-se que a irrigação dure 5 mezes, ou 20 semanas, dão-se 720 m. c. por anno, o que significa que o metro cubico de agua vende-se por 0,0083 fr. E se supposermos que são necessarios 5.000 m. c. por anno para irrigação de 1 hectare correspondente ao fluxo continuo de um litro por 0,5 a 1 segundo, como no Hamiz, teremos que o preço d'agua em Marengo sairá por quasi 41 francos por hectare (1).

Um outro tratadista de obras de irrigação diz que «em geral as despezas de construcção de um açude diminuem com o augmento da capacidade do mesmo, o que torna conveniente construir-se açudes muito grandes».

O custo d'agua armazenada para os açudes francezes, com parede de alvenaria varia de 0 fr., 2144 a 0 fr., 9937, e na media 0 fr., 4521. Para os da Argelia os extremos são 0 fr., 0724 e 0 fr., 4 e a media de 0,2254; emquanto os hespanhóes oscillam entre 0 fr., 070 e 0 fr., 4112 com a media de 0 fr., 1645. Exceptuando o açude de Elda, que é pequeno, a media na Espanha é de 0 fr., 0822.

Nos açudes de parede de terra, o custo maximo d'agua (1 metro cubico) é em França de 0 fr., 3125 e o minimo de 0 fr., 0870 com a media de 0 fr., 2157; na Inglaterra a media é de 0 fr., 375; na India o maximo attinge 0 fr., 0598 e o minimo 0 fr., 0233 e a

---

(1) Zoppi e Torricelli—*Laghi artificiali*—pag. 123.

media 0,0447; na America o menor custo é de 0 fr., 0043.

Estas considerações de maior peso, reforçadas pelo estudo do Snr. Revy sobre a determinação do menor preço dagua na barragem de Itacolomy, são decisivas; confirmam os factos conhecidos, da improficuidade dos pequenos açudes no Ceará, já denunciados pelo presidente Dr. Nogueira Accioiy na sua mensagem de 1905 ao congresso estadual.

Ponho termo a esta demonstração referindo as opiniões do Dr. Bernardo Piquet, chefe ha uns dez annos da commissão de irrigação no Ceará, bem como as do Dr. Lassance Cunha, antigo director da ferro-via de Baturité.

Aquelle illustre profissional (Piquet) estudioso e severo no desempenho de suas funcções, diz:

« Quanto a preferencia em construir este ou aquelle açude grande, ou mesmo dous menores e profundos, a um maior e mais raso, a incerteza não é hoje mais possivel. Assim como a extensão de linha, seu custo kilometrico e differentes outras «unidades—kilometro» mostrão qual o traçado preferivel em estradas de ferro, assim tambem entre açudes o custo de 1.000 metros cubicos d'agua indica qual o açude ou açudes preferiveis a construir.

« Influem ainda poderosamente n'esta escolha a grandesa da superficie de evaporação, a profundidade e a permeabilidade do solo, porque a agua verdadeiramente utilisada é a que se pode empregar na irrigação durante uma crise climaterica; o mais, isto é, os terrenos marginaes ao açude, aqui chamados de vazantes, o peixe e até mesmo a utilisação da agua para outros fins, tem tudo relativamente tão pouco valor que não deve ser tomado em consideração n'aquelle calculo » (1).

O Dr. Lassance Cunha, que demorou-se muitos

---

(1) Dr. B. Piquet—*Carta ao Dr. Alvaro da Silveira.*

annos no Ceará, e o conhece melhor do que outro qualquer engenheiro, se manifesta nestes termos :

«Varias vezes tem-se discutido qual o typo preferivel de açudes a adoptar: se devem ser adoptados os grandes com exclusão absoluta dos pequenos ou vice-versa.

«A these proposta apresenta-se immediatamente uma interrogação: Que são grandes e pequenos açudes ?

«Açude é a represa de um rio ou de aguas pluviaes por meio de uma ou mais paredes construidas de alvenaria ou puramente de argilla.

«Desta arte constitue um reservatorio para irrigação dos terrenos por qualquer systema conhecido.

«Parece-nos, pois, que a classificação de grandes e de pequenos só pode ser baseada na capacidade da bacia e, conseguintemente no volume dagua que esta possa fornecer para as irrigações.

«Ficam, portanto, excluidas da discussão as pequenas reprezas construidas pelo sertanejo, proprias para desalterar o gado, mas de utilidade insignificante para lavoura, que se aproveita apenas das margens humedecidas da bacia, e da parte tambem humedecida a jusante com a infiltração pela parede, a que denominam — *revencia* —, a qual determina em breve tempo a sua rotura

«Abandonando a classificação de grandes e pequenos açudes, os dividiremos nas seguintes classes :

1.ª Açudes com capacidade superior a 100.000.000 metros cubicos dagua ;

2.ª Açudes com a capacidade de 50 a 100.000.000 metros cubicos ;

3.ª Açudes com capacidade de 10 a 5.000 000 m. c.

4.ª Açudes com capacidade de 3 a 10.000.000 m. c.

Adoptando a classificação supra entendemos que os açudes da 1.ª e 2.ª classe devem ser construidos pelo governo geral, attentas as suas condições orça-

mentarias, ficando os de 3.ª e 4.ª para serem construidos pelos cofres estadoaes.

«Somos de opinião que sem perda de tempo deve o governo cogitar da construcção dos açudes de 1.ª ordem, que são as seguintes:

Boqueirão da Lavras, Poty, Itacolomy. Construidos taes açudes e completado o de Quixadá ficarão abrigados dos effeitos das seccas:

A) Pelo do Quixadá, os sertões do Sitiá, Quixeramobim, Baturité, Cascavel, Riacho do Sangue e parte posterior do termo de S. Bernardo das Russas.

B.) Pelo Poty ficarão abrigados ainda parte do sertão de Quixeramobim, Ipú, Tamboril, Principe Imperial, Independencia e parte do Acarahú;

C) O açude do Boqueirão de Lavras abrigará todos os municipios ribeirinhos do Jaguaribe, a partir de Lavras, na extensão a 360 kil, a saber—Lavras, Icó, Jaguaribe-mirim, Limoeiro, Russas e Aracaty.

D) O de Itacolumy, finalmente, abrigará os sertões de Itacolumy, Granja, sopé da Ibiapaba, Sobral, toda a margem da estrada de ferro deste nome». (1)

Vencida a questão de preferencia nas dimensões a dar-se ao açude, vejamos quaes os locaes apropriados aos poucos a serem construidos no Ceará.

Na escolha destes locaes, como que indicados pela topographia do solo, ha a considerar não somente as facilidades technicas que elles possam offerecer, mas ainda e, sobretudo, ao seu regimen pluvial, e as facilidades de aproveitamento das aguas represadas a cultura de terrenos uberosos e bem situados em relação ao açude.

Foi por se não haver consultado ao regimen pluvial na bacia do açude de Quixadá que esta grande obra ha permanecido sem proveito immediato,

---

(1) Dr. A. Lassance Cunha—*As Seccas do Ceará*—Porto Alegre—1900—pag. 25.

como já ficou dito ; foi por se não ter attendido as condições do solo, a sua prestabilidade a irrigação, que o lago de Acarahú-mirim ficará inaproveitado e falho a seu destino.

Attendendo a estas considerações escrevi na *Revista do Ceará* (1) o que se segue:

Os LOCAES APROPRIADOS A AÇUDAGEM:—O solo accidentado do Ceará em ondulações serroticas que formam a trama flexuosa e complexa da sua superficie, producto em grande parte da acção erosiva de aguas meteoricas ou marinhas, offerece multiplos sitios, apropriados á formação de vastas e grandiosas represas em correntes fluviaes mediante barragens de alvenaria ou de areia, economica e facilmente construiveis.

Pode assegurar-se, com innumeras probabilidades de acerto, que em quasi todas as grandes arterias fluviaes do Estado, nos rios Jaguaribe e Acarahú, e mesmo em bacias secundarias, e nos tributarios d'aquelles, deparam-se locaes com a conveniente declividade, extensão e anteparos a jusante da corrente, que se prestam a outros tantos reservatorios de aguas pluviaes com a capacidade precisa para fertilisarem os terrenos marginaes e baixos, que formam as bellas e uberosas planicies, utilisadas pelo sertanejo quando a estação invernosa deslisa regularmente.

O estudo systematico e continuado da topographia cearense por profissionaes competentes, que de par com a instrucção theorica reunam conhecimentos praticos sobre o emprego d'agua nas irrigações da zona tropical, qual a do Ceará, impõe-se aos poderes publicos, não somente como obrigação primaria, fundamental, na previsão de calamidades climatericas, que amiude voltam á zona nordeste do Brasil, destruindo, em mezes, o resultado de alongados

---

(1) Th. Pompeo—*Irrigações no Ceará*—na Revista do Ceará n.º 6—1905—pag. 3.

annos de economia, varrendo, qual cyclone, a fortuna particular, mas ainda como medida economica de resultados certos e productivos.

Os estudos feitos até o presente, urgidos por necessidades momentaneas com o fim de proporcionar trabalho a indigentes, salvo os do Itacolomy pelo engenheiro J. J. Revy e os do Acarape pelo Dr. B. Piquet, não offerecem bases seguras, informações completas acerca da bacia hydrographica e regimen fluvial a represar, nem quanto ao custo e meios de levar a effeito a construcção de taes açudes.

Nos proprios relatorios com que os engenheiros, incumbidos de taes estudos, deram contas ao governo dos trabalhos realisados, lê-se a confissão clara ou implicita do muito que lhes faltou verificar para tirarem conclusões satisfactorias e firmarem orçamentos minudenciados, merecedores de toda confiança. Sem ir longe, basta abrir a substancial exposição com que o Snr. Revy instruiu os estudos feitos no Boqueirão de Lavras, para se ter a confirmação dessa deficiencia.

«A respeito das dimensões exactas da bacia e dos niveis das terras do valle de Lavras, ainda continuam (não forão concluidas), e eu tenho *por ora* de cingir-me a indicações geraes» (1).

Sobre o ponto magno da localisação da barragem, as duvidas ou obscuridades são porventura ainda maiores, como se deprehende da seguinte exposição que transcrevo da pag. 19 do referido relatorio:

«A barragem mais curta seria contida entre paredes de rocha quasi verticaes, porém ha contra esta localidade numerosas e serias objecções; mencionarei somente algumas das principaes:

«1.ª As paredes de rocha em um e outro lado da montanha não estão sãs; particularmente a parede oriental que está abalada e suas camadas são

(1) J. J. Revy—O reservatorio de Lavras pag. 17.

frouxas. Seria difficil dizer quantas dezenas de metros de parede deveriam ser removidas antes de se chegar á solida e nativa camada da rocha. A celebre «Furna» na visinhança immediata mostra, com evidencia, a que grande profundidade e estractificação tem sido afrouxada na parede oriental.

«2.ª Seria difficil haver-se com as enchentes annuaes do Salgado, sendo as obras limitadas por um espaço tão estreito, e havendo de passar grandes volumes de agua com extrema velocidade.

«3.ª A natureza inaccessivel da localidade, que envolveria grande despeza na construcção de obras preliminares, e a incerteza a respeito do custo das fundações».

Despresado este e outro traçado que o Snr. Revy indica no projecto sob n.º 7, na linha OP, pelos inconvenientes apontados, e depois de amiudada e cuidadosa inspecção das paredes rochosas do Boqueirão, segundo elle o diz, conclue por adoptar uma barragem circular, fóra deste, envolvendo a bocca da garganta.

«Exigiria, prosegue o Relatorio á pag. 20, um volume maior de alvenaria do que o das outras linhas estudadas, porem o custo da alvenaria por metro cubico seria menor... Uma barragem da altura de 40 metros acima do nivel do Pôço do Boqueirão, e de 45 metros acima do fundo rochoso do rio, teria 285 metros de comprimento no alto, e a extensão da parte pesada da barragem atravez do rio e no pé da montanha se limitaria a cerca de 160 metros. A barragem teria a forma circular, uniria a parte oriental da montanha com a occidental, evitando as partes mais baixas do Boqueirão. O volume de alvenaria attingiria a 150.000 metros cubicos, e o custo da barragem, incluindo todas as obras accessorias de um tunel para desaguar, comportas, tanques, estradas, juros durante a construcção, e grande margem para as eventualidades, principalmente

nos alicerces, no desvio das aguas nas cheias, seria inferior a 5.333 contos».

Esta simples exposição, deixa a perceber quão incompletos ficaram esses estudos, por não ter o seu autor, na occasião, meios de verificar o custo de muitas das obras projectadas.

Mas onde se faz sentir a deficiencia, e esta capital por comprometter a solidez da parede, isto é, sua resistencia ao empuxo das aguas, é quando o autor do projecto trata do fundo em que deverão sentar os alicerces do dique ou muralha, destinada a represar as aguas do rio Salgado.

«As posições da lage de rocha e das sondagens mais profundas são portanto conhecidas com precisão (1); porem estas mesmas sondagens, tendo em quasi todas as partes mostrado «arêa», não *dão informação precisa*, necessaria para a construcção de obras de barragem». Exculpando-se por não fazer verificações mais acuradas, diz o Snr. Revy haver telegraphado ao ministro das obras publicas (Dr. Buarque de Macedo), pedindo-lhe instrumentos de perfuração indispensaveis para determinar a natureza e o contorno exacto de bases aptas á construcção da barragem principal, não os tendo recebido 6 mezes depois.

«Esta circumstancia,— são palavras suas,— tem contribuido não pouco ao embaraço em que me acho para obter resultados certos a respeito de uma questão tão importante».

Comprehende-se que em obra de tal magnitude, na qual se empenhariam milhares de contos, não era icito fiar de apparencias, sem o conhecimento previo do solo sobre o qual deveria se erguer a muralha de retenção, e executal-a aventurosamente em menospreço do simples bom senso.

A experiencia em tantas lições dolorosas acerca

---

(1) Revy—*Relatorio* citado, pag. 39.

da facilidade com que taes diques se hão construido sobre terreno arenoso, embora fundamente estaqueado, como aconteceo com o mais importante reservatorio da Espanha, o de Puntes, proximo de Madrid, não permitte, no actual estado dos conhecimentos technicos, que taes obras se construam senão sobre rocha solida, resistente, sobejamente verificada.

Assim, o perfil dado á principal barragem de Lavras, nesse projecto, é simplesmente conjectural; não inspira a confiança precisa para induzir os poderes publicos a acceitarem-no como definitivo.

Si a confissão desse illustre profissional, sobre ponto tão importante, for contrasteada com o que o engenheiro O' Meara verificou em exame posteriormente feito, e com os conceitos suggeridos por este exame, comprehender-se-ha o alcance dos estudos preliminares, baseados em multiplicas e successivas experimentações.

«Surprehende-me, diz O' Meara, (1) a pertinaz tenacidade com que o Snr. Revy recommenda um local especial para a sua projectada parede sem o conhecimento previo dos seus fundamentos, sendo, aliás, este essencial na construcção de taes obras. Em Outubro ultimo (1893) verifiquei com os instrumentos precisos que este local devia ser abandonado por se não prestar as fundações em vista da impropriedade do solo (*the site recommended must be abandoned on the ground of insustable foundations*);— mas deparou-se-me um sitio fóra do Boqueirão, por não o haver encontrado dentro, cujos lados são verticaes, no qual se poderá construir uma parede em rocha solida, á profundidade de 2 1/2 a 7 metros abaixo do nivel.

«Não adoptei a forma circular, tida como a mais resistente á pressão, por pensar que em paredes

---

(1) O' Meara— *Irrigation of Jaguaribe Valley* —pag. 5.

pesadas o beneficio a colher della é todo imaginario. A parede poderá ser construida em linha recta atravez da corrente ou em curva contra esta, se daqui resultar economia no emprego da alvenaria».

Divergencias tão radicaes, quer na planta fundamental do muro de retenção, quer na direcção deste, estão a mostrar a necessidade de investigações acuradas, scientificamente procedidas, com o animo de apurar toda a verdade.

Estudos desta natureza envolvem serias responsabilidades da parte de quem os faz e ainda maiores de quem os acceita como base para a construcção das grandes e quantiosas obras irrigatorias.

Não se comprehende, pois, a facilidade com que elles são acceitos nas quadras calamitosas, quando a extenção e pressão dos desastrosos effeitos destas forçam os poderes publicos a tomar medidas urgentes, de effeitos immediatos em relação á população soffredora.

Estudos incompletos, feitos ás pressas, sem se attender a complexidade do assumpto, especialmente ao regimen pluvial do logar, impossivel de conhecer-se durante a estação secca, e exigindo, ao contrario, observações demoradas, ininterruptas por alguns annos; a estructura do solo, sua composição e natureza, quer na parte a montante da represa, para se determinar a resistencia das respectivas rochas á pressão das agoas, quer a jusante destinado ás canalisações e culturas; a bacia hydrographica para o calculo da massa liquida a armazenar-se e a determinação da altura do muro de represa; a facilidade do local quanto ao material de construcção, e tantas outras condições á factura e economia de taes obras, ao seu aproveitamento como propulsor da producção agricola, e efficaz auxilio ás populações em luta contra as contingencias climatericas,—taes estudos requerem especial organisação technica, investigações seguras e prolongadas, direcção concen-

trada, extreme de quaesquer sentimentos ou preoccupações de interesse particular.

O exemplo dado pelo governo americano, cuja interferencia em assumptos desta natureza sempre foi cautelosa, preferindo as mais das vezes entregar á iniciativa particular a construcção e exploração de obras attinentes ao proveito publico, é porventura um dos melhores argumentos em favor da obrigação que corre ao Estado ou á União de chamar a si o proseguimento systematico e methodico do serviço irrigatorio.

O presidente Roosewelt, cuja competencia estadistica ninguem contesta, disse ha pouco, tratando deste serviço que *the is propely a national function, and that it is as rigth for the National Government to make the streams and rivers of the arid region useful, by engineering works for water storage, as it to make useful the rivers and harbours of the humid regions by engineering works of another kinder*». As obras de irrigação são propriamente uma funcção nacional; incumbe ao governo nacional fazer com que as correntes e rios sejam aproveitados nas regiões aridas, por meio de açudes construidos por engenheiros, á semelhança do que elle faz com os rios e portos nas regiões frescas por obras technicas de outra natureza» (1).

Obedecendo a esta comprehensão dos deveres nacionaes no que concerne a serviços custosos, de geral interesse, conseguiu o governo americano dilatar a area de irrigação nos Estados aridos, cujo regimen pluvial não attinge a media annual de 500 milimetros d'agua, de 4.115.000 acres, que era em 1890, a 7.500.000 em 1900.

Foi em 1888 que o Congresso dos Estados Unidos da America do Norte incumbio a commissão Geologica de começar o estudo das terras aridas sus-

(1) Veja-se – *Irrigation* – por F. H. Newell – 1901.

ceptiveis de serem aproveitadas pela irrigação. Nos annos seguintes, mediram-se systhematicamente correntes, verificaram-se os sitios apropriados á açudagem, formando-se um corpo de engenheiros hydraulicos de alta capacidade e competencia.

O principal movel do governo americano não foi attender as necessidades presentes da população nacional, pois para tanto a producção das terras cultivadas nos Estados é não só sufficiente e abundante, como apresenta consideravel excedente, que constitue o principal ramo de exportação.

A preoccupação dos estadistas norte-americanos é apparelharem todas as terras susceptiveis de cultura com os elementos principaes, que lhes faltam, para se tornarem não só agentes da riqueza, augmentando actualmente a somma dos productos exportaveis, como, na previsão do rapido incremento da população, servirem mais tarde de celeiro nacional.

O problema da irrigação não tem alli a importancia que assume em relação a vasta zona nordeste brasileira, á mais approximada dos grandes mercados consumidores, a mais apropriada ás grandes culturas industriaes, como o algodão, a borracha, em regiões facilmente accessiveis, ricas de elementos vegetativos, e que apenas precisam de humidade para as produzirem da melhor qualidade e abundantemente.

Na União americana a aridez das terras, actualmente transformadas em bellissimos prados e hortas, era quasi absoluta; pois que a media annual das precipitações pluviaes ahi caidas não attinge sequer ao minimo observado no Ceará (490 mill. em 1877). E', portanto, uma região secca, afastada dos portos em centenas e milhares de kilometros, irrigada pelo derretimento dos gelos das montanhas Rochosas na quadra estival, sulcada, como o Ceará, de fundas ravinas por onde se escoam as aguas desceidas das montanhas na estação quente, simulando rios cau-

dalosos, que logo depois ficam a secco ou apenas deixam correr nos seus talwegs filetes de um liquido escasso.

No Ceará, e em toda zona comprehendida entre a bacia de S. Francisco, Tocantins e Parnahyba, a quantidade d'agua pluvial caida annualmente representa uma massa liquida tres e quatro vezes maior do que a das terras situadas entre a cadeia maritima da serra Nevada e as montanhas Rochosas, nos Estados-Unidos da America do Norte, e o duplo da que alimenta a riqueza vegetal da França, Allemanha e Europa Central.

Não é a carencia de chuvas que torna infecunda e precaria a agricultura da região brasileira, senão a sua distribuição irregular, e principalmente a prodigiosa quantidade dellas escoada sem utilidade e não raro prejudicialmente para o mar, nos dois mezes invernosos de Março e Abril.

E' com pequenas variantes o caso do Egypto. Com a enchente media do Nilo, seu despejo suppre as necessidades agricolas; mas acontece frequentemente que este não excede de 250 m. cubicos por segundo na estiagem, tornando-se insufficiente ás exigencias culturaes.

No inverno, de Novembro a Março, quando se não faz sentir a carencia d'agua, o despejo do Nilo attinge ordinariamente a 20.000 000.000 m^3., perdendo-se quasi todo por inutil. Mesmo nos annos seccos o volume d'agua invernal não é inferior a 5 bilhões de m. c. Armazenar uma parte da corrente invernal para distribuil-a na estação precisa pelas terras cultivadas tal é o grande problema, que os inglezes procuram solver represando em Assuan as aguas do rio. Computa-se em 4 bilhões de metros cubicos a quantidade d'agua necessaria a fertilisação dos terrenos já entregues á lavoura e dos que se podem aproveitar em futuro mais ou menos proximo, nos mezes de Abril a Junho.

« No projecto primitivo da barragem do Assuan,

diz o *Cosmos* (1), os engenheiros inglezes haviam previsto uma alta do Nilo na cota 112 acima do nivel do mar, que corresponderia a represa de 26 metros de altura e a volume d'agua represado de 2.600 milhões de m³. Cedendo as reclamações das sociedades archeologicas, decidiram baixar o plano d'agua a represar na cota 106, conservando, comtudo, as dimensões da barragem calculada para a maxima represa. Por esta modificação, a parede ficou redusida a 20 m. e o cubo d'agua armazenado a 1.000 milhões de m³. »

Neste exemplo nota-se a paridade existente entre a região africana e a brasileira quanto as necessidades d'agua á agricultura, sua abundancia em quadras normaes, e a possibilidade de represal-as nesta sazão para distribuil-as na estival. O contraste, porém, se torna frisante no modo de solver o problema. No Ceará estudos incompletos deram em resultado o quasi mallogro da unica obra de irrigação emprehendida pelo governo, ao passo que no Egypto, os grandes trabalhos hydraulicos, maduramente resolvidos e adoptados, têm transformado o solo em verdadeiro jardim, decuplicando sua riqueza e producção agricola.

O conhecimento minucioso e exacto das condições topographicas e economicas locaes impõe-se aos poderes publicos como uma obrigação tão formal quanto o estudo preliminar dos portos, ora em construcção no Brasil.

---

(1) *Cosmos* de 30 de Setembro de 1905.