

Navegabilidade e outros aproveitamentos do rio Doce

Relatório elaborado em 1960 por

LUIZ ANTONIO DE SOUZA LEÃO

O Senhor presidente do IBGE, professor JURANDIR PIRES FERREIRA, e o senhor secretário-geral, professor SPERIDIÃO FAISSOL, deram-nos a honrosa e grata incumbência de desenvolver estudos sobre a navegabilidade e demais aproveitamentos do rio Doce, visando principalmente o transporte de minérios de ferro e de carvão, e também a produção de energia e outras utilizações.

O professor JURANDIR PIRES FERREIRA já anteriormente havia iniciado estudos neste sentido, tendo percorrido o curso desse rio de canoa e avião, e realizado investigações sobre o aproveitamento do pôrto de Regência na respectiva foz ou a construção de outros portos a serem ligados com canais laterais.

Julgou entretanto o ilustre mestre que era preferível a utilização da própria foz, a fim de aproveitar o fluxo natural e, especialmente, as enchentes, para a manutenção do canal de acesso ao pôrto.

Achou entretanto, que para que essa ação desobstrucionista fôsse permanente, seria necessário conjugá-la à supressão da descarga sólida que é a fonte principal dos sedimentos que entulham a barra, por meio de um ou mais reservatórios no rio Doce.

É fácil compreender a influência dominante da descarga sólida do rio Doce na formação da planície aluvionar que margina o litoral desde a foz do São Mateus até a Barra do Riacho, e também dos bancos submarinos em tôrno, pelo vértice obtuso de cerca de 150° que apresentava a costa na embocadura daquele rio.

Essa forma em ponta de lança achatada é evidentemente a resultante do avanço dos depósitos trazidos pelo rio no seu embate com as ondas formadas pelos ventos dominantes e com as correntes marítimas.

De modo que a supressão desses sedimentos fluviais tenderá rapidamente a fazer cessar a formação da barra, quando os quebra-mares forem construídos à entrada do pôrto.

Pois deste modo será suprimida a causa do avanço das areias que tenderão a regredir lentamente sob a ação dos ventos dominantes e das respectivas ondas, que procurarão achatar o litoral para um ângulo maior que o atual de 150°.

A ação erosiva que porventura possa ocorrer na embocadura será de fácil proteção, pois aí não existem localidades praianas.

O aprofundamento da barra e do curso inferior, em conseqüência das obras de contração, das dragagens supletivas e da ação erosiva das águas decantadas, dará ensejo a uma penetração das marés muito mais a montante que atualmente.

Disso resultará no refluxo das marés, novo reforço da ação erosiva para ainda maior aprofundamento automático da barra e do leito do rio em suas proximidades.

SONDAGENS MARÍTIMAS DO DHN

A Diretoria de Hidrografia e Navegação procedeu em outubro de 1960 a sondagens marítimas ao longo do litoral na região da barra do rio Doce.

De acôrdo com essas sondagens a curva isobática de 14 metros situa-se a 5 000 metros do pontal da Barra.

Interpolando-se, acharemos para a profundidade, 12 metros em baixa-mar de sizglia, um comprimento de 4 200 metros para o quebra-mar oeste e 4 600 para o quebra-mar leste.

Para a profundidade de 10 metros, precisamos respectivamente de 3 500 e 3 900 metros de comprimento para os quebra-mares.

A distância de 8 metros já as profundidades gerais são superiores a 20 metros o que demonstra a facilidade de navegação.

O professor JURANDIR procura também aproveitar, tanto quanto possível, a navegação em corrente livre nos trechos cuja declividade e condições fluviais o permitam por meio da contração do leito, e estabelecer uma profundidade mínima inicial da ordem de 3,00 metros, para chatas de 2,50 metros de calado.

Nos trechos que não são adequados à navegação em corrente livre serão executadas barragens fixas, ou móveis e canais laterais com eclusas.

No percurso do mar até Baixo Guandu e Aimorés, as obras serão realizadas de maneira que permitam, no futuro, ampliação e aprofundamentos até 4,50 metros, de modo a se poder levar até aquelas localidades, navios carvoeiros costeiros, e embarcações fluviais maiores.

Eventualmente barcos maiores que os de 2,50 metros de calado poderão trafegar fora dos períodos de águas baixas logo no 1.º estágio, sujeitando-se a um regime intermitente.

Aliás nos Grandes Lagos Americanos e no rio São Lourenço no Canadá, assim como na Rússia, verificam-se interrupções de 4 a 6 meses por ano na navegação fluvial.

Entretanto o aumento da profundidade mínima acima de 3 metros deverá ser progressivo e demorará provavelmente um número razoável de anos para se fixarem as novas condições do leito.

As sondagens batimétricas que efetuamos no percurso Colatina—Regência mostram que o leito aluvionar nos trechos naturalmente estreitos entre 300 e 400 metros, costuma ter profundidades contínuas de 3 a 4 metros e mais.

De modo que se pode prever que a contração geral a 300 metros de largura deverá assegurar a profundidade de 3 metros no prazo de um ano.

REPRESA NO BAIXO CURSO

Verificamos que a jusante de Linhares não é conveniente a criação de um reservatório de acumulação, devido a serem as margens e os terrenos e mangues vizinhos muito baixos, havendo perigo de rompimento do leito do rio e também pela falta de boas fundações para barragem.

Em Linhares, onde o rio se despede na margem esquerda do contacto com o terreno terciário, uma barragem de altura moderada poderia ser erguida.

Mas o respectivo comprimento seria muito grande e a única ombreira conveniente ao sangradouro teria que ser escavada na própria cidade.

Muitos melhores condições existem em Pestana, 7 quilômetros a montante de Linhares, onde com uma barragem de 900 metros no leito do rio e um dique de cerca de 8 000 metros, com menos de 11 metros de altura, poder-se-á efetuar uma elevação de 14 metros.

A ombreira esquerda tôda em terreno terciário tem em cerca de 400 metros uma altura entre 20 e 25 metros acima do nível do rio (NA 15,601 metros) o que favorece a escavação para o sangradouro e o canal de usina.

Assim se poderá criar uma reserva útil entre as cotas 29,60 e 25,60 de mais de 1 bilhão de metros cúbicos capaz de reter a descarga sólida por talvez mais de um século, e cuja capacidade de retenção permitirá regularizar, a jusante, o regime até cerca de 75% acima da descarga mínima de estiagem.

Esse reservatório facultará as seguintes vantagens:

- 1.º) Retenção praticamente total da descarga sólida.
- 2.º) Regularização da descarga de estiagem.
- 3.º) Permitirá a realização de *chasses* periódicas, sobretudo quando eventuais temporais iniciam a obstrução da barra.
- 4.º) Instalação de uma usina hidrelétrica para 100 000 kW.
- 5.º) Abaixamento do nível de jusante bem abaixo do nível de estiagem durante a execução das obras de contração do rio, ou para reparo respectivo.

Outra vantagem eventual do reservatório de Pestana, será a possibilidade de desviar uma parcela das grandes enchentes para a lagoa do Aguiar e daí para a Barra do Riacho, controlando velocidades excessivas para a navegação do baixo rio Doce e em sua barra, que nessas ocasiões possam ocorrer.

Poderá facultar uma ligação com Barra do Riacho, ou talvez com o pôrto de Santa Cruz por meio de um canal através da lagoa do Aguiar.

E também estabelecer um canal afastado das margens do rio Doce diretamente até Regência, que poderá ser interessante em fase posterior para conduzir navios até a represa de Pestana e daí até a E.F. Vitória a Minas próximo de Gigante.

Com essa reserva, será possível produzir *chasses* capazes de romper a barra entre quebra-mares espaçados de 400 metros com pouco ou nenhum auxílio de dragagem, a exemplo entre os outros do rio Panuco no México, cuja barra foi aberta somente com uma enchente.

Os quebra-mares, assim como outros elementos do projeto serão estabelecidos com estudos em modelo reduzido.

Além disso, a represa proposta permitirá, logo depois de pronta, reduzir nos períodos de águas médias e baixas, em algumas ou muitas semanas, a descarga a um nível inferior ao da mínima natural, a fim de facilitar e baratear a construção de espigões e diques para contração do leito e defesa das margens, a jusante da mesma.

Depois de prontas as obras de defesa das margens, a regularização do regime por meio deste reservatório acima de 75% da estiagem mínima (277 metros cúbicos em Colatina) ajudará a melhorar a navegabilidade do rio e a evitar formação de novos bancos.

Praticamente toda a descarga sólida que atualmente alimenta o litoral e a respectiva barra será eliminada.

E finalmente será criada uma fonte de energia elétrica de 100 000 kW capaz de abastecer o futuro porto de Regência a 40 quilômetros e o mercado de Vitória que dista menos de 110 quilômetros da usina proposta.

CONDIÇÃO PECULIAR

A situação especial de permitir a construção de uma grande represa de *chasse* é devida à baixa densidade de habitação da região entre Maria Ortiz e Linhares.

Essa situação ocorre muito raramente, porque quase sempre os grandes portos são construídos em regiões povoadas, cujo represamento é proibitivo.

No caso de Pestana, nenhum povoado será atingido; apenas 10 ou 12 fazendas, quase todas à beira do caminho carroçável que vai de Linhares a Bela Vista.

Conseqüentemente, pode-se aproveitar a represa de *chasse* para a instalação de uma usina hidrelétrica muito maior que qualquer outra existente no estado do Espírito Santo.

E como depois de rasgada a barra e retificado o leito do rio Doce a jusante da represa, o que deverá acontecer em poucos anos, não haverá quase necessidade de novas *chasses*, o volume armazenado poderá ser quase integralmente destinado à regularização do rio e ao aumento da produção de energia.

VANTAGENS DO PORTO DE REGÊNCIA

Além de abrir saída para o transporte fluvial que é o mais econômico e mais geralmente utilizado para os minérios, o porto de Regência permite um desenvolvimento muito mais amplo que o de Vitória.

Com efeito este último porto pela sua estreiteza e acidentada topografia entremeada de morros pedregosos e escolhos apresenta limitações à capacidade da Estrada de Ferro Vitória a Minas, que por causa dessas limitações não pode ser completamente utilizada.

A cidade de Vitória que bordeja esse porto também dificulta a construção de novos cais para o embarque de minérios.

E os escolhos que se encontram na entrada constituem obstáculos à admissão de navios de mais de 9,50 metros de calado.

No caso de Regência, sendo um fundo todo arenoso, que pode ser escavado pelas *chasses*, sob a proteção de quebra-mares, não há limitação alguma para o calado das embarcações, do que deriva a faculdade de grandes economias também no frete marítimo.

Daí prevermos a 1.^a fase de navegação, como sendo constituída pelo porto de Regência, pela contração do leito do rio Doce entre Itapina e Maria Ortiz e entre Linhares e Regência, e ainda pelas represas de Itapina e Linhares.

Assim será estabelecido o porto de Aimorés fronteiro a Baixo Guandu, no qual poderão ser preparados 3 500 metros de cais à cota 55.

Assim, cerca de 150 quilômetros de percuro fluvial substituirão 175 quilômetros de ferrovia o que reforça a economia a ser obtida por aquele sistema, mesmo com baldeação ferro-fluvial em Aimorés.

Embarcações fluviais de até 2,50 metros de calado poderão ser utilizadas em prazo relativamente curto, pois o leito do rio será facilmente aprofundado a 3 metros na estiagem forte.

Progressivamente poderá essa profundidade ser aumentada até 4,50 metros, com auxílio de dragagem.

Dêsse modo, os pequenos cargueiros marítimos que trazem o carvão do Sul, poderão atingir os municípios de Aimorés e Baixo Guandu e daí levarem o minério para os portos do Sul do país, principalmente para o Rio de Janeiro e São Paulo.

Grandiosas possibilidades siderúrgicas poderão daí decorrer, principalmente nessa região, cuja topografia é favorável o que dispõe de água abundantíssima, ao lado da usina hidrelétrica a ser construída em Aimorés de 175 000 kW a cerca de 5 quilômetros e a 20 quilômetros da de Itapina de 120 000 kW.

As escarpas marginais do pôrto de Minas Gerais defronte a Baixo Guandu favorecem a construção de silos para o embarque de minérios semelhantes aos de Vitória, sendo fácil a construção de um ramal férreo que poderia atravessar o rio Doce um pouco acima ou abaixo de Baixo Guandu, numa ponte relativamente pequena semelhante à atual ponte rodoviária aí existente.

A largura do leito do rio na sêca regula entre 40 e 60 metros.

EXTENSÃO DA NAVEGAÇÃO RIO ACIMA

Progressivamente também a navegação poderá ser levada para montante inicialmente até Resplendor e, posteriormente, até Ipatinga, possivelmente na confluência do Piracicaba, no antigo km 475 da E.F. Vitória a Minas.

Mas aí o nível d'água deve estar a cerca de 210 (205,79 em Ipaba) e as despesas tendem a se tornar quase quatro vezes maiores, que as necessárias para elevar a cota 55 em Aimorés.

Sem contar que no trecho inferior haverá pouca interferência sôbre as linhas da E.F. Vitória a Minas o que dificilmente poderá ocorrer no superior.

Nesse trecho superior de qualquer modo será conveniente limitar o calado a 2,50, ou pouco mais.

Mas como o êxito do empreendimento depende do desenvolvimento do mercado internacional do minério de ferro, é aconselhável expandir paulatinamente a rede navegável.

A navegação do baixo curso, desde Regência até Pestana na extensão de 45 quilômetros será a corrente livre. Aí na barragem de 14 metros de elevação eclusas serão instaladas e uma outra eclusa na cauda da reprêsa próximo a Bela Vista permitirá as oscilações de 4 metros previstas para a respectiva reprêsa.

Desde Maria Ortiz até próximo de Itapina outro trecho de cerca de 45 quilômetros será também a corrente livre.

E na barragem da Ilha 2,5 quilômetros a montante de Itapina com 17 metros de elevação serão instaladas novas eclusas para atender ao 1.º estágio.

Conseqüentemente apenas nessa fase serão galgados 31 metros em eclusas e 24 metros em curso livre.

O trecho de Maria Ortiz e Itapina exigirá a dinamitização de numerosos escolhos ou ilhas para regularização do canal navegável.

Mas no trecho de jusante Regência—Pestana nenhuma pedra terá que ser removida pois todo o leito é aluvionar.

A declividade média do conjunto Baixo Guandu (reprêsa) — Regência é de 0,367 metro por quilômetro, 55 metros em 150 quilômetros, semelhante à do médio Reno.

A declividade média do trecho Itapina—Regência é 0,293 metro por quilômetro ou 38 metros em 130 quilômetros.

Já a declividade média do trecho de montante isto é, Ipatinga—Baixo Guandu é 0,560, correspondendo a 155 metros em 277 quilômetros.

Êsses índices demonstram a inferioridade econômica do trecho superior que deve ser deixado para estágios posteriores.

Defronte a Baixo Guandu, e em seguimento ao pôrto, um canal lateral deverá conduzir no 2.º estágio de navegação às embarcações até a ombreira da barragem de Aimorés, onde elas retornarão ao curso do rio até Resplendor.

Serão nesse canal lateral elevadas de 25 metros por meio de eclusas.

A montante de Resplendor as eclusas serão sucessivas de pequena altura, ou de um salto de 32 metros caso seja construída a usina hidrelétrica de Resplendor.

E daí para montante também o modo de executar as obras dependerá das variações das necessidades de energia e do mercado de mineração.

O nosso estudo preliminar refere-se principalmente aos estágios iniciais.

RITMO DE 1.^a ETAPA BARRAGEM DE PESTANA

Na execução da 1.^a fase deve ser executada com prioridade a construção da barragem de Pestana a montante de Linhares, cujas fundações exigirão pelo menos dois estágios de estiagem dentro do leito do rio, para o preparo das ensecadeiras.

Simultaneamente serão rasgados os sangradouros a céu aberto para a instalação das comportas e a saída para as tubulações e fundações para a casa de força.

Assim a reprêsa e respectivas comportas exigirão 3 anos em ritmo rápido.

O leito do rio Doce na zona entre Regência e Itapina permite a passagem de gaiolas com 1,20 metro de calado máximo em águas médias, conforme o exemplo da que se encontra em Colatina fora de serviço.

Essa gaiola tem 5,70 metros de largura e cerca de 20 metros de comprimento.

Cada chata em condições semelhantes a essa gaiola poderá transportar cerca de 100 toneladas de pedras a serem extraídas nas proximidades de Bela Vista, ou na lagoa de Juparanã ao norte de Linhares.

Quer dizer que mesmo sem melhorar a navegação, já se poderão iniciar as obras da barragem de Linhares e do pôrto.

REGIME HIDROLÓGICO DO RIO DOCE

De acôrdo com os *Anuários* n.ºs 3, 7 e 10 da Divisão de Águas no período de 7 anos: 1938-1944, a descarga média em Colatina foi da ordem de 1000 metros cúbicos e a mínima ocorrida em 1944 foi de 277 metros cúbicos. A máxima extrapolada foi de 6716 metros cúbicos em 1943.

PÔRTO ESPÍRITO-SANTENSE DE GIGANTE

Uma outra baldeação ferro-fluvial pode ser feita na Fazenda do Gigante entre as estações de Maria Ortiz e Tabuti, onde se poderá estabelecer um pôrto que no 2.º estágio, também seja acessível às embarcações marítimas de 4 metros de calado ou mesmo mais.

Servirá também para o tráfego de cabotagem dos carvoeiros do Sul que poderão retornar com minérios para o Rio e São Paulo.

A barragem eclusa de cauda de reprêsa de Pestana assegurará o nível aproximado de 29,5 que dará acesso à entrada do pôrto do Gigante.

Poderá ainda ser um centro siderúrgico, com facilidades de abastecimento e de circulação no lago de Pestana.

Nessa região, a própria topografia favorece o estabelecimento de silos para o embarque de minérios.

APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO DO RIO DOCE

Talvez mais importante do que o estudo da navegação do rio Doce seja o dos seus aproveitamentos hidrelétricos, que com aquela se entrosam nos degraus de várias reprêsas.

É para desejar que a conjugação dos dois estudos não prejudiquem excessivamente uma parte em benefício de outra.

É claro que não sabendo de antemão a demanda próxima provável de energia hidrelétrica na região, falta-nos certa base para um critério seletivo.

Mas de qualquer maneira temos de fazer a primeira aproximação do assunto.

A importância desse estudo deve ser particularmente encarecida tendo em vista o grande surto siderúrgico em evolução na bacia do rio Doce, especialmente a eletro-siderurgia.

E também para a eletrificação da E.F. Vitória a Minas que segue o respectivo vale em 340 quilômetros de seu percurso.

De modo que procuramos pela planta e perfis ferroviários e pela análise das fotografias, assim como com o auxílio de alguns nivelamentos que efetuamos e ainda com o reconhecimento aéreos e terrestres, estender o exame de grande parte do vale do rio Doce.

E também analisamos os desenvolvidos estudos hidrológicos efetuados desde 1938 pela Divisão de Águas, do Ministério da Agricultura.

Assim podemos fazer uma primeira aproximação do assunto que depende ainda de minuciosos e longos estudos topográficos, geológicos e de escritório.

USINA AIMORÉS-BAIXO GUANDU

No plano hidrelétrico, salienta-se a cachoeira dos Aimorés-Baixo Guandu, parte da qual com o nome de cachoeira do Raio, como o aproveitamento mais exequível.

Isto porque a respectiva topografia e geologia favorecem a derivação do rio com obras relativamente fáceis, que permitem a sua construção em fases muito inferiores à sua potência total instalável que estimamos em 175 000 kW.

Numa primeira fase um canal estreito de 3 300 metros de comprimento será suficiente e poderá ser duplicado posteriormente para adução de água e usina.

Um 3.º canal na extrema esquerda ligeiramente mais elevado que os de força atenderá à navegação ligando o pórtio previsto em frente a Baixo Guandu com o patamar navegável a montante de Aimorés.

Prevemos a utilização de um desnível de 25 metros a fim de permitir a formação a jusante, da reprêsa de Itapina que estabelecerá o mencionado pórtio.

Assim a usina de Aimorés poderá ser iniciada em pequena escala sem inversão excessiva de capital.

Como tal ela se candidata para fornecer energia a Vitória que se situa a 120 quilômetros de distância, a eletrificação da E.F. Vitória a Minas e a inúmeras utilizações da indústria siderúrgica.

Sendo a barragem de pequena altura, pois varia de 7 a 15 metros de elevação, com um comprimento de 400 metros tendo um dique de 3 200 metros de comprimento com uma elevação máxima de 9 metros, com boas encostas para desenvolvimento do canal, o custo de instalação será moderado e competidor com outras usinas menores e mais distantes que possam abastecer a região.

FASES FINAIS DA USINA AIMORÉS

Para aproveitar a potência final prevista de 175 000 kW será necessária a criação de uma reprêsa de pontas que obrigará a elevação de cerca de 3 quilômetros da E.F. Vitória a Minas em altura inferior a 2 metros.

Será também necessária uma regularização parcial do regime do rio Doce de modo a duplicar a descarga de estiagem de cerca de 260, para 520 metros cúbicos.

Para êsse fim, prevemos uma reprêsa superior no rio Doce, a montante da confluência do Piracicaba, com 40 ou 45 metros de altura, de que trataremos adiante.

REPRÊSA SUPERIOR DO RIO DOCE

Nessa região, denominada Parque Florestal, o rio corre com muito pequena declividade desde próximo de Sem Peixe (fôlha D. Silvério do Departamento Geográfico de Minas Gerais) à cota 250 até a confluência do Piracicaba e cota 210, numa distância reta de 69 quilômetros.

BARRAGEM DE JACUTINGA

Cerca de 1 quilômetro a montante da ponte rodoviária e 27 quilômetros em re'a a montante da confluência do Piracicaba, poderá ter uma elevação de mais de 42 metros, com um comprimento de crista de 520 metros no trecho que corta o rio Doce.

Mas serão necessárias obturações em pelo menos 4 gargantas de escarpa, que exigirão barragens para os referidos 42 metros de respectivamente:

- a) 20 metros de elevação com 320 metros de crista.
- b) 20 metros de elevação com 320 metros de crista.
- c) 20 metros de elevação com 280 metros de crista.
- d) 15 metros de elevação com 130 metros de crista.

podendo ainda haver mais distantes do rio Doce, outras pequenas gargantas suplementares, cuja altura de obturação tende a diminuir à medida que se afastam do rio.

ARMAZENAGEM

Com 25 metros de elevação já o represamento deverá atingir uma extensão de 46 metros em linha reta, cerca de 18 metros ao sul de Goiabal, de acordo com a carta em 1:100 000 de Minas Gerais (fôlha de D. Silvério).

Pelas curvas de nível da referida fôlha de 250 a 300 e pela inspeção das fotografias aéreas pode-se prever uma largura média do represamento de cerca de 5 quilômetros que se expande em pelo menos 3 grandes braços a 40 metros de elevação em cerca de 53 quilômetros de extensão reta, o que corresponde a uma armazenagem de cerca de 3,5 bilhões de metros cúbicos.

Outras alternativas de barragem apresentam-se como na cachoeira do Inferno, onde com uma elevação de 35 metros se poderá alcançar um represamento de cerca de 58 quilômetros em linha reta, com provável capacidade pouco menor de acumulação.

E ainda em vários trechos intermediários que merecem um levantamento topográfico minucioso, para comparação.

O represamento da região deserta de habitação do Parque Florestal não exigirá desapropriações de vulto.

Devendo ser da ordem de 3 milhões de metros cúbicos o volume de terra da barragem de Jacutinga e sendo fácil a construção de sangradouros e da usina respectiva, será econômica a sua execução.

E assim ficará assegurada uma regularização moderada do regime do rio Doce que servirá a esta usina e às demais do curso inferior e que poderá melhorar consideravelmente a navegação.

Interligada com as usinas inferiores, esta usina poderá, no período crítico da estiagem, quando soltará mais intensamente as águas represadas, trabalhar sob fator de carga igual ou quase igual à unidade.

Com uma reserva útil de 2,5 bilhões de metros cúbicos entre a elevação total de 42 metros e a de 27 para a operação da usina do alto rio Doce, na qual se poderão instalar 90 000 kW sob o fator de carga de 0,6, e mais de 110 000 kW articulando-se com outras usinas, poder-se-á regularizar as usinas inferiores e a navegação.

Mas a melhor aplicação para parte da energia a ser acumulada na barragem do alto rio Doce e também da cachoeira Escura, será interligá-las com as usinas de Antônio Dias (Acesita) com 48 000 kW e de Salto Grande (Santo Antônio) com 100 000 kW, aquela a 38 quilômetros e esta a 70 quilômetros de Jacutinga.

Passando por Acesita, uma única linha de transmissão com o comprimento total de 75 quilômetros interligará Jacutinga com Acesita e Salto Grande.

Ora, as usinas de Antônio Dias e Salto Grande têm deficiências, que podem chegar a absorver mais de 10 000 kW cada uma, e conseqüentemente poderão restituir esse reforço, com uma parcela de sua energia, durante as águas normais e altas.

Assim prevemos a instalação de pelo menos 110 000 kW em Jacutinga.

CACHOEIRA ESCURA

Na cachoeira Escura que tem uma queda de cerca de 12 com uma barragem de menos de 5 metros de elevação que não atingirá a E.F. Vitória a Minas aproveitaremos um desnível de 16 metros.

Sendo de 126 metros cúbicos a sua descarga mínima de estiagem, ocorrida em 1940, de acordo com os *Anuários* da Divisão de Águas, poderá ser aumentada

para 300 metros cúbicos dada a predominância da represa de Jacutinga na bacia respectiva.

Assim se poderá instalar 64 000 kW sob o fator de carga de 0,6 e 72 000 kW articulados com outras usinas.

REGULARIZAÇÃO DA CACHOEIRA DOS AIMORÉS

Na cachoeira dos Aimorés, com um desnível de 25 metros, a descarga mínima de estiagem de 260 metros cúbicos poderá ser duplicada para 520 metros cúbicos, e sob o fator de carga de 0,6 poder-se-ão instalar 175 000 kW.

BARRAGEM DE ITAPINA

A barragem de Itapina será construída sobre a ilha 2,5 quilômetros a montante de Itapina e tem a finalidade principal de permitir a navegação nos rápidos a montante de Mascarenhas e alguns apertados a jusante.

E sobretudo terá a finalidade de formar o pórtico frontal a Baixo Guandu.

Sendo de 17 metros o seu desnível, entre os NA 55 e NA 38, nela se poderão instalar 120 000 kW sob o fator de carga de 0,6.

Para isso será necessário elevar 9 quilômetros de linha de E. F. Vitória a Minas numa altura máxima de 6,5, o que obrigará a sua relocação a meia encosta.

A ilha que aí se encontra facilitará as fundações e a derivação do rio.

O aproveitamento hidrelétrico desta usina será um subproduto da navegação.

USINA DE PESTANA

Na barragem de Pestana, com regularização suplementar própria, mas com certa perda de desnível correspondente às reservas para as manobras de *chasse* dever-se-ão instalar 100 000 kW sob o mesmo fator de carga de 0,6.

Esta usina, como a anterior de Itapina, será também um subproduto da navegação.

POTENCIAL GLOBAL ESTIMADO

Obteremos assim um total de 577 000 kW sem interferir com as cidades, mas com pequena elevação de menos de 2,50 metros em cerca de 2,5 quilômetros de estrada de ferro, a montante de Aimorés, nas fases adiantadas dessa última usina.

E ainda a relocação de outros 9 quilômetros da E. F. Vitória a Minas a montante de Itapina, com uma elevação máxima de 6,5 metros.

BARRAGEM DE RESPLENDOR

Para necessidades maiores de energia e caso seja julgada conveniente a relocação de 31 quilômetros da E. F. Vitória a Minas, poder-se-ão aproveitar mais 32 metros de desnível com uma barragem 2,5 quilômetros a montante de Resplendor, com represamento até Conselheiro Pena.

Aí se poderão instalar cerca de 190 000 kW (fo. 6), elevando o total de energia do rio Doce a 742 000kW, sem afogar cidades.

Eventualmente represas no Suaçuí-Guaçu e no Manhauçu poderão criar outras fontes de energia menores, mas com alguma influência sensível na regularização do regime do baixo curso, e um certo potencial instável adicional.