

Colloque sur les aménagements hydro-electriques a accumulation par pompage*

ENG. JOSÉ FREIRE ROLA PEREIRA

Engenheiro electrotécnico (I. S. T.)

Chefe de Gabinete do Planeamento Económico da CPE

A experiência existente no sistema electroprodutor português quanto a instalações hidroeléctricas com bombagem é bastante reduzida.

Com efeito, dispomos apenas na nossa rede de uma central susceptível de funcionamento reversível, com dois grupos ternários verticais de 36 MW, equipados com bomba acoplável ao veio comum dos respectivos alternador e turbina.

Esta central, que entrou em serviço em 1964, está instalada no aproveitamento hidroeléctrico do Alto Rabagão, o qual dispõe de uma grande albufeira de regularização interanual, capaz de armazenar $550 \times 10^6 \text{ m}^3$ correspondentes a 970 GWh na queda total de 780 m equipada a jusante, da cascata dos rios Rabagão e Cávado.

O funcionamento em bombagem é utilizado para elevar para a albufeira do Alto Rabagão, no desnível de 170 m, as águas sobrantes da bacia hidrográfica do escalão hidroeléctrico situado imediatamente a jusante, com vista à constituição de reservas de energia potencial, a converter em electricidade durante os períodos críticos do sistema electroprodutor português.

Trata-se pois de um aproveitamento em que a altura de elevação é cerca de 4,5 vezes inferior à altura de queda em que as águas são posteriormente utilizadas na produção de electricidade. A sua finalidade é a transferência sazonal e interanual das afluên-

cias, tanto naturais como provenientes da bombagem, dos períodos de inverno e primavera dos anos húmidos, em que os caudais são abundantes e há apreciáveis excessos de energia no sistema electroprodutor, para os períodos secos, correspondentes, para as nossas condições climáticas, às épocas normais de Verão e aos anos muito secos com afluências integrais muito inferiores às médias anuais.

Efectivamente, sendo o nosso sistema electroprodutor predominantemente hidroeléctrico (no presente cerca de 90% da electricidade produzida em ano médio é ainda de origem hidroeléctrica), as condições críticas de satisfação do consumo de electricidade estão intimamente associadas às ocorrências climáticas mais desfavoráveis.

A escassez de outras fontes de energia primária e a relativa abundância de recursos hidráulicos de que se dispunha no país, conduziu-nos ao aproveitamento destes recursos, o qual foi orientado no sentido da criação de albufeiras que permitissem compensar, através da constituição das convenientes reservas, a acentuada irregularidade dos nossos regimes hidrológicos.

Dentro desta política, foi construído o aproveitamento do Alto Rabagão, com a grande albufeira já mencionada, situada nas cabeceiras do rio Rabagão para garantir a laboração nos períodos secos das centrais hidroeléctricas da cascata existente a jusante. Em virtude da capacidade de armazenamento da albufeira ser superabundante relativamente às afluências natu-

(*) Athenes (Grèce, 6-8 Novembro, 1972. Situation actuelle et tendances futures de l'aménagement des systèmes d'accumulation par pompage au Portugal.

rais da própria bacia (afluências representando em ano médio cerca de 55 % da capacidade útil do respectivo armazenamento), foi prevista a possibilidade citada, de bombagem das águas sobranes do escalão de jusante.

Entretanto, com o progressivo aproveitamento dos nossos rios e em especial do Douro, onde se situavam os melhores recursos hidroeléctricos do país mas onde não era viável conseguir a indispensável regularização hidráulica, houve necessidade de instalar, simultaneamente, centrais térmicas que dessem o indispensável apoio à rede eléctrica nos anos secos, compensando a escassez de energia hidroeléctrica nesses anos.

Assim se chegou à composição actual do sistema electroprodutor português que, sendo basicamente hidroeléctrico, com uma capacidade total de armazenamento em albufeiras representando mais de 30 % da produtividade hidroeléctrica em ano médio, dispõe, em complemento, de centrais térmicas (525 MW) destinadas fundamentalmente a laborar em ano seco, assegurando com a sua produção de apoio a satisfação das necessidades nacionais de energia eléctrica em situações hidrológicas muito desfavoráveis que, em limite, atinjam uma probabilidade de ocorrência igual ou superior a 5 %. Nos anos ainda secos, com probabilidade de ocorrência inferior a uma vez em 20 anos, admite-se a possibilidade de restrições no fornecimento da electricidade, por se ter entendido ser esta solução preferível à instalação de centrais térmicas de apoio que assegurassem a integral satisfação das necessidades em energia eléctrica em situações hidrológicas ainda mais desfavoráveis e muito pouco prováveis.

A situação que hoje define a garantia de satisfação dos consumos de electricidade em Portugal é, como se acabou de expor, o que designamos por «ano crítico». Trata-se pois duma situação crítica em «energia», ocorrente em certos regimes muito secos com duração anual, em que a oferta é insuficiente para satisfazer a procura do mercado da electricidade, mesmo com as centrais térmicas existentes funcionando a plena carga.

Problemas de «potência» não os há ainda na rede portuguesa pois que a potência disponível no sistema supera, até com certa margem, a ponta pedida pela rede eléctrica. Esta é, aliás, uma bem conhecida característica inerente aos sistemas produtores predominantemente hidroeléctricos, na medida em que, tal como acontece no caso português, a potência instalada nas centrais hidroeléctricas está dimensionada pelas afluências dos regimes médios ou mesmo semi-húmidos, havendo excedentes de potência não utilizáveis nas centrais, em relação à energia nelas produtível em ano crítico.

Foi esta razão que, associada a uma maior economia no investimento inicial, justificou a solução técnica adoptada na central do Alto Rabagão, onde o acoplamento das bombas aos veios dos respectivos alternador e turbina, é feito por união de pratos, sem embraiagem. Sendo morosa a operação de acoplamento, não é possível o funcionamento reversível dos grupos da central em ciclo diário, senão após instaladas embraiagens, o que está previsto fazer-se quando necessário. Daí que a experiência de exploração que hoje dispomos desta instalação esteja limitada ao seu funcionamento exclusivamente como turbina, durante a maior parte do tempo, e apenas como bomba, nos períodos mais húmidos em que há águas sobranes no escalão de jusante.

2. SITUAÇÃO ACTUAL DE PLANEAMENTO

O regime do «ano crítico» tem sido o condicionamento básico a ter em conta no planeamento dos novos centros produtores de electricidade a construir em Portugal até ao presente.

Com efeito, ao seleccionar e definir o programa de novos empreendimentos, a condição de garantia a respeitar era a de que a produção em «ano crítico» do sistema electroprodutor resultante, fosse suficiente para satisfazer os consumos de electricidade determinados por previsão. Isto porque o único factor condicionante da satisfação integral das necessidades de electricidade em Portugal era, como se disse a energia produtível pelo sistema electroprodutor em ano crítico.

Ora, esta situação está em vias de se alterar profundamente e, embora o «ano crítico» continue ainda a ser factor a ter em consideração, começarão a surgir dentro de alguns anos problemas específicos de potência.

O facto resulta essencialmente de os nossos melhores recursos hidroeléctricos estarem já aproveitados ou em curso de aproveitamento. Os restantes, representando cerca de 8000 GWh de produtividade média anual e correspondendo aproximadamente a 45% das potencialidades hidráulicas iniciais, distribuem-se por numerosos pequenos escalões, cerca de 40, cuja energia garantida em ano crítico, é realmente insuficiente para assegurar o acréscimo de produção da nossa rede eléctrica, o qual, no final do presente decénio, atingirá cerca de 1500 GWh/ano. Efectivamente, dos aproveitamentos ainda por construir, apenas quatro ou cinco escalões têm energias em ano crítico da ordem de 200 a 300 GWh. Por outro lado, o custo dos novos empreendimentos hidroeléctricos tem vindo a agravar-se apreciavelmente, o que é também uma consequência de os melhores recursos hidráulicos estarem já aproveitados.

Estamos deste modo chegados à situação em que os aproveitamentos hidroeléctricos que ainda é possível construir, não só já não conseguem concorrer economicamente com as centrais térmicas de base, na sua contribuição em energia, como também, mesmo que isto não acontecesse, o ritmo da sua construção já não poderia acompanhar o ritmo de evolução dos consumos de electricidade no país.

Mercê deste facto, houve que acelerar a construção de centrais térmicas de base, estando prevista a instalação até 1980 de 1375 MW em grupos queimando fuel-óleo, com potências unitárias de 125 MW e 250 MW.

Assim, irá progressivamente sendo absorvida a folga em potência hoje existente no sistema electroprodutor, para se chegar finalmente a uma situação, por volta de 1980, na qual há que ter simultaneamente em consideração os dois seguintes factores no dimensionamento do sistema electroprodutor: a energia de ano crítico, de certo modo tal como antigamente; a potência máxima oferecida pelo sistema electroprodutor, a qual terá de ser suficiente para garantir a ponta pedida pela rede eléctrica.

Neste contexto, torna a renovar-se o interesse pelos aproveitamentos hidroeléctricos, em virtude da sua contribuição fundamental em potência. Nesta finalidade específica, os aproveitamentos hidroeléctricos parecem efectivamente poder vir a constituir, por muitos anos ainda, a solução mais económica para a nossa rede eléctrica.

No entanto, as suas características e dimensionamento, com vista a essa participação na resolução dos futuros problemas de potência da rede, alteram-se profundamente, em relação ao que era habitual no passado.

Estamos presentemente a viver em Portugal esta profunda remodelação, com a passagem, tal como se disse, dum sistema que era, e ainda é, quase exclusivamente hidroeléctrico, para um sistema que, a partir dos anos 80, passará a crescer em energia quase somente com novas centrais térmicas — clássicas e nucleares —, destinando-se os novos aproveitamentos hidroeléctricos a fornecer a potência necessária aos sempre crescentes pedidos de ponta da rede.

O momento presente, de franca remodelação, obrigou já a rever os antigos projectos para se conseguir a melhor adaptação das novas centrais hidráulicas às condições futuras da sua laboração dentro do sistema electroprodutor.

Esta revisão consistiu fundamentalmente no reforço da potência a instalar nas centrais dos aproveitamentos a fio-de-água agora em construção nos rios Douro e Tejo e na alteração quase total do projecto da central de Aguireira, aproveitamento cuja construção foi iniciada no presente ano.

Julga-se valer a pena referir com certo pormenor a alteração havida no projecto deste aproveitamento, pois ela documenta com clareza o sentido da evolução para que teremos de caminhar no futuro.

O projecto da Aguireira foi elaborado em 1962. A finalidade principal da obra era a criação duma barragem com cerca de 70 m de altura no rio Mondego, capaz de criar uma albufeira que assegurasse não só a regularização das pontas de cheia do rio, como permitisse também a constituição durante o inverno de suficientes reservas de água a utilizar durante o verão na rega dos campos marginais a jusante, com uma área de cerca de 15 000 ha, os quais passavam a estar protegidos, mercê da mesma albufeira, das inundações periódicas durante o inverno.

Para aproveitar a energia disponível — sub-produto resultante da obra — foi projectado construir uma central hidroeléctrica equipada com dois grupos alternador-turbina *Francis*, de 30 MW cada. A produção média da central, que seria da ordem de 165 GWh/ano, seria realizada praticamente a fio-de-água durante o inverno ficaria inteiramente condicionada às necessidades da rega durante o verão.

Revisto o projecto à luz dos novos condicionamentos do sistema electroprodutor, decidiu-se que, embora fosse pequena a queda disponível (variável de 55 a 65 m), se justificaria aproveitar o local, geograficamente muito bem situado, quer em relação à rede eléctrica de transporte, quer em ligação com os principais centros de consumo do país, para aí instalar a primeira grande central hidroeléctrica de funcionamento reversível, em ciclo diário, da rede portuguesa.

Foi assim decidido montar na central da Aguireira a potência de 270 MW, em três grupos binários com 90 MW, para funcionamento reversível.

Para tanto, houve que prever a construção de um açude a jusante da barragem com altura da ordem de 20 a 35 m, que criará o contraembalse suficiente para garantir o funcionamento dos grupos como bomba durante cerca de 5 a 6 horas por dia, os quais elevarão

para a albufeira da Aguireira as águas antes turbinadas, tornando-se possível deste modo dispor da central, quando necessária à rede eléctrica, sem dispêndio das reservas de água constituídas, que há que manter na albufeira com destino à rega. A tomada de água para a rega passou a ser efectuada no próprio açude, que fica situado no rio, a montante da área a irrigar.

O acréscimo da potência instalada na central permitirá que a produção do aproveitamento suba para 205 GWh/ano, com um ganho de 40 GWh/ano em relação à solução inicial.

Comparados os orçamentos dos dois projectos — o primeiro com 60 MW e sem bombagem, o segundo com 270 MW e com bombagem — constata-se que o ganho de potência assim conseguido sai a custos francamente favoráveis, tomando como referência os encargos das centrais térmicas de ponta, que constituem naturalmente o padrão para avaliar a economicidade dos empreendimentos hidroeléctricos, com vista à resolução dos problemas de potência no nosso sistema electroprodutor.

Poderá observar-se que o aproveitamento da Aguireira, previsto para entrar em serviço em 1977/78, virá ainda um pouco antecipado em relação à data em que começarão realmente a seguir carências de potência na nossa rede. Há que ter em vista, no entanto, que a decisão da sua construção e o próprio programa traçado, estão especialmente condicionados às outras finalidades a conseguir — a rega e o controlo das cheias.

Para evitar, contudo, uma antecipação que possa constituir um ónus desnecessário para o sector da electricidade, está previsto que, embora a central fique preparada de raiz para receber os três grupos reversíveis de 90 MW a instalação do segundo e terceiro grupos seja feita um pouco mais tarde, apenas quando esses grupos se tornarem realmente úteis à rede.

Ainda em ligação com este assunto, importa referir que, dos estudos feitos, se conclui que, até 1980, pouca ou nenhuma energia existirá disponível para bombagem em ciclo diário na rede portuguesa, em virtude de não haver ainda potência térmica que exceda a pedida pelo diagrama de cargas no vazio da noite. Poderá no entanto encarar-se, até com bastante interesse, a possibilidade eventual de importação de energia de Espanha ou da rede europeia, durante a noite, com vista à sua devolução, valorizada, durante o dia. É assunto merecedor de estudos mais profundos que estão em curso, aos quais o progressivo reforço das interligações internacionais traz a maior actualidade.

3. SITUAÇÃO FUTURA

O aproveitamento da Aguireira é o marco que em Portugal ficará a assinalar a mudança das condições passadas de construção de aproveitamentos hidroeléctricos — em que o que se visava era fundamentalmente a obtenção de energia, dado que a potência necessária à rede estava automaticamente assegurada — para as condições do futuro em que, por a energia hidroeléctrica ser cara e em quantidade muito insuficiente para as novas necessidades, o que fundamentalmente importa tirar dos novos aproveitamentos hidroeléctricos é a sua contribuição em potência, enquanto

esta contribuição se situar em condições de competir economicamente com a dada pelos equipamentos térmicos mais adequados à produção de ponta.

Na procura exaustiva das soluções mais convenientes para as novas realizações hidroeléctricas, impõe-se conseguir obter as maiores economias de escala, o que conduzirá certamente, na medida do que em cada caso fôr técnica e economicamente viável, à concentração em um único empreendimento hidroeléctrico de elevados valores de potência. Como os recursos hidráulicos que vão restando são cada vez mais escassos, esta concentração impõe, também, que os novos equipamentos hidráulicos sejam, sempre que possível, susceptíveis de funcionamento reversível, única forma de dar à nova potência hidráulica a vitalidade que ela doutro modo não teria, dado não dispor de energia hidráulica própria que lhe assegure o funcionamento durante o tempo necessário à garantia da ponta pedida pela rede eléctrica.

Concluimos pois pela necessidade de procurar conseguir grandes concentrações de potência hidroeléctrica em locais singulares e sempre que possível, com equipamentos capazes de funcionamento reversível.

Esta é a evolução para que caminhamos em Portugal e que julgamos estar a dar-se em todo o Mundo, com excepção talvez das regiões onde os recursos hidráulicos

são ainda muito abundantes relativamente às necessidades locais e onde não surgem, por enquanto, problemas de potência.

Como aspecto talvez um pouco singular para o nosso país, é de referir ainda o alto interesse dos empreendimentos hidráulicos integrados, visando fundamentalmente o aproveitamento da água — hoje um bem cada vez mais valioso e insubstituível e, também, cada vez mais escasso — mas permitindo simultaneamente a instalação de centrais hidroeléctricas.

A central da Aguieira é disto um exemplo típico.

Vários outros projectos estão em estudo em Portugal, com vista ao abastecimento de água às populações, às actividades industriais, rega e outros fins. Integrados nesses projectos incluem-se centrais hidroeléctricas, fortemente equipadas e susceptíveis de funcionamento reversível em ciclo diário.

Estas centrais integradas nos aproveitamentos hidráulicos de finalidade múltipla — juntamente com o reforço da potência nas quedas hoje já equipadas, o reforço a conseguir com a instalação de novas centrais dispondendo também de grupos reversíveis para funcionamento em ciclo diário — poderão vir a constituir, ao que hoje se pensa, a resolução técnica e economicamente mais conveniente das necessidades de ponta na rede eléctrica portuguesa nos próximos 15 a 20 anos ■