

## PROBLEMAS DE FOMENTO

# Da electrificação dos caminhos de ferro

### Preâmbulo

Numa crónica agrícola do jornal *a Monarquia*, devida á autorizada pena do Dr. José Pequito Rebêlo, dizia este distinto economista:

«Ha duas concepções opostas na economia internacional: ou o intercâmbio, o livre cambismo daqueles que querem fazer da sociedade das nações um maquinismo, em que produz cada país o que mais proprio é da sua natureza, ou o nacionalismo estricto dos que traçam a cada nação um programa de trabalho adequado ás suas necessidades.

A falsidade do primeiro conceito demonstrou-a a guerra, evidenciando a necessidade de salvação pública de cada país produzir o essencial para a sua subsistência, base da sua independência».

E' este critério de cada país bastar-se a si

proprio que o nosso nacionalismo nos obriga a defender não com a ortodoxia dum dogma mas com veemência dum desejo.

E' impossivel realiza-lo dum modo integral? Certamente. Mas assim como se não pode atingir a perfeição, porque a perfeição é Deus, assim nos devemos limitar, com todas as infinitas dilatações que este verbo permite, a na medida das nossas forças, contribuir por dêle nos aproximarmos.

Ora da mesma forma que a subsistência, a energia é necessária á autonomia da nação. E' o movimento, é a vida, é a base essencial de toda a actividade.

E assim, punhamos na mente Portugal, paupérrimo em combustíveis (1), como litoral bloqueado e a fronteira fechada, sem poder realizar as suas habituais importações. Nas cidades, os tranvias recolhidos nos *car-barns* dar-lhes-hiam



aquêle aspecto desolador a que infelizmente as grêves já nos acostumaram, os caminhos de ferro não dariam escoamento á produção nem satisfação ao consumo, as chaminés das fábricas não mais maculariam o céu anilado com a sua fumarada negra, finalmente as trevas nas ruas, nas praças e nas habitações encheriam a nossa vida de tristeza. E nem os poucos soldados que podéssemos juntar se poderiam dirigir rápidamente ao teatro da luta para morrerem gloriosamente em defeza da Pátria...

De certo o quadro está pintado com negras cores. As reservas de hulha chegariam para algumas semanas e o emprego dos nossos combustíveis mineraes e vegetais atenuaria um tanto ou quanto a sua falta.

Mas isto não é solução.

Na verdade só é solução o que resolve integralmente um problema e não é desbastando as nossas matas ou adoptando um remédio de ultima hora que será delibada a crise da produção de energia.

### Riqueza de Portugal em hulha branca

O nosso país não precisa porêem de carvão estrangeiro, nem necessita de annualmente importar combustíveis no valor de milhão e meio de libras ou de ver as suas industrias paralisadas por falta de força motriz.

Portugal não tem, indubitavelmente, reservas de energia hidráulica, comparáveis ás pirenaicas e principalmente ás dos Alpes e da Escandinávia. As neves são neste canto sudoeste da Europa fenómeno meteorológico da pouca intensidade e duração; o caudal dos nossos rios atinge valores ínfimos durante a estiagem; as diferenças bruscas de nivel são raras e de pequena importância.

No entanto um sistema racional de aproveitamento, estabelecendo albufeiras nos vales que a isso se prestem e utilizando a energia dos pequenos ribeiros, das zonas acidentadas do norte, nas industrias locais, conduzirá á prescrição por assim dizer absoluta do combustivel mineral.

E' que Portugal é um dos estados europeus mais abundantes em águas meteóricas.

Assim a parte continental do país, cuja superficie anda por 88.740 quilómetros quadrados, recebe annualmente uma altura média de chuva

de 965 milímetros (2) correspondendo a um volume total de 85.634 milhões de metros cúbicos.

Esta água chegando ao solo segue três destinos diferentes: uma parte evapora-se voltando directamente á atmosfera, outra penetra no interior do solo para formar lençóis subterrâneos e finalmente a última escoase superficialmente.

Se, na ausência de melhores elementos, adoptarmos para coeficiente de escoamento 0,30 (3) a terceira parte representará cerca de 25.700 milhões de metros cúbicos.

Esta massa de água despenhando-se de 340 metros (altitude média do solo lusitano) produz por ano um trabalho de 8 quatriliões e meio de quilogrametros.

Sabe-se que um *K. W. H.* vale 367.000 Kgm. scg. e portanto poder-se-há obter teoricamente pela queda duma tonelada da altura de 367 metros. Mas as perdas de carga nas canalisações e o rendimento imperfeito dos motores hidráulicos produzem uma redução de 25 a 30%, de modo que não se pode realizar um *K. W. H.* com menos de 500 metros de queda. Por consequencia, todo o metro cubico de água caindo de 500 metros (ou 500 metros cubicos de agua caindo de um metro) representa uma possibilidade prática de 1 *K. W. H.*

Nestas condições o número que acima determinamos corresponde a cerca de 17 biliões de *K. W. H.* ou, se considerarmos o aproveitamento durante 8.640 horas no ano, dois milhões *K. W. ano.*

Valendo um *K. W.* cerca de 1,35 do cavallo teremos, aproximadamente, 2 milhões e 7 centos mil cavalos.

Nestas condições, o numero de 600 mil cavalos, que geralmente se adopta para exprimir as possibilidades de energia, não deve andar muito longe da realidade, pois corresponde ao aproveitamento de um 14 avos da água caída enquanto em França se calcula poder levar essa utilização a cerca de um sétimo (4). De resto, devemos ter em conta as massas de água trazidas de Espanha pelos nossos grandes rios e os desnivelamentos característicos da da fronteira.

Essa potência não está igualmente distribuida por todo o país. Caracteres climatéricos e hipsométricos diferenciam-no em duas zonas, separadas por uma linha hipotética indo de



Castelo Branco ao Cabo Carvoeiro, embora geralmente se tome o sulco do Tejo para divisória: uma ao norte, onde dominam bacias montanhosas muito impermeáveis, e outra meridional com coeficientes de escoamento em geral fracos e prestando-se mal ao estabelecimento de reservas de hulha branca.

Comparando-as, no seu conjunto, reconhecem-se os seguintes caracteres morfológicos que as distinguem (5), mostrando simultaneamente a superioridade da região setentrional sob o ponto de vista de produção de energia:

1.º) maior irregularidade hipsométrica ao norte;

2.º) os degraus continentais são mais curtos ao norte, enquanto que ao sul do Tejo a regularidade e a maior largura desses degraus são caracteres bem acentuados;

3.º) a altitude média ao norte do Tejo é de 400 metros aproximadamente, enquanto a do sul do Tejo não excede 250;

4.º) três quartas partes da zona ao sul do Tejo tem altitudes inferiores a 200 metros, 97 % da sua área não excede o nível de 400 metros;

5.º) só três décimos da região ao norte do Tejo tem altitude inferior a 200 metros; perto de metade excede o nível de 400 metros. As zonas sub-alpinas (acima de 1200 metros) são carácter exclusivo da zona norte.

Também sob o aspecto climatérico vemos que linhas quasi coincidentes, partindo do Atlântico um pouco ao sul do Cabo Carvoeiro seguindo as alturas que da margem setentrional dominam o Tejo e tomando em Castelo Branco a direcção norte, indo encostadas á fronteira até saírem de Portugal por Bragança, dividem o país em duas zonas: uma a sudoeste de evaporação superior a 1500 mm e de pluviosidade inferior a 750 mm., em média não ultrapassando 650 mm e descendo mesmo em Campo Maior a 566; outra a noroeste com uma evaporação inferior a 1500 mm., salvo numa larga região influenciada pelas altitudes dos Herminios, e uma altura de chuva indo de 750 mm., aproximadamente, no cabo Carvoeiro e 1278 na Guardia aos 1392 e 2610 mm do Geréz e da Estrêla—o ponto de máxima pluviosidade da península (Ezequiel de Campos.—*A conservação da riqueza nacional*).

Admitindo que cada cavallo hidráulico cor-

responde a um consumo anual de 4 toneladas de carvão (6) e sabendo-se que a maior importação deste combustível não excedeu 1.200.000 toneladas, podemos concluir que está perfeitamente dentro das nossas possibilidades a eliminação da hulha negra.

Na realidade, o problema da produção de energia seria idealmente resolvido em Portugal pela utilização exclusiva de centrais hidro-eléctricas que possuem sobre as térmicas incontestáveis vantagens como produção indefinida de energia, economica de mão de obra, etc. Contudo a relativa impossibilidade de realizar o necessário aproveitamento da potência hidráulica, devido ao regime climatérico do país, deve talvez obrigar á conjugação de centrais hidráulicas com térmicas, estabelecidas á boca das minas ou junto aos principais portos, conforme queimem combustíveis nacionais ou estrangeiros, solidarizando os dois sistemas de modo a manter sempre a produção acima dum certo nível e fazendo-se simultaneamente desaparecer os resíduos de energia das fábricas e de capacidade das linhas.

### A electrificação geral do país e a electrificação dos caminhos de ferro

A electrificação dos caminhos de ferro, intimamente ligada a este problema da produção de energia, deve ser considerada como um corolario da electrificação geral do país. Ainda ha alguns meses uma comissão de estudo nomeada pelo governo da Jugo Slavia assinalou que esta maneira de considerar a questão tem uma influencia muito vantajosa sobre a construção das geradoras e produção de corrente.

Adoptando horários bem organizados para a marcha dos comboios—acrescenta o relatório da comissão—o número de trens simultaneos e por consequencia a carga das estações centrais poder-se-há repartir á vontade, noite e dia. Deste modo a energia eléctrica necessária á tracção poderá ser fornecida aos caminhos de ferro tendo sómente em conta as despesas de exploração, porque as de amortisação das geradoras e das canalisações cairão sobre os outros clientes (7).

Estes principios levaram o governo servo-croata a fazer decretar a electrificação geral



do país por conta do Estado, em vista dum plano de tal latitude não poder ser entregue a empresas particulares cujos interesses são por vezes opostos aos da Nação. De resto a experiência demonstra duma maneira superabundante que a boa utilização da energia hidro-eléctrica constitui uma obra de conjunto apresentando no mais alto grau um carácter de interesse colectivo.

Assim, por exemplo, a utilização completa dum curso de água será impossível desde que se considere nele um queda qualquer limitada nas duas extremidades segundo um critério imposto por circunstâncias fortúitas (dificuldades de compra, falta de capital, opposição de terceiros, pequenas fabricas já existentes, etc.). Ora, diz *la Brosse* (8), as partes facilmente aproveitáveis ou que se apresentam *a priori* como mais vantajosas atraem primeiro a atenção, sendo as outras postas de lado provisoriamente. Quando porém a necessidade de energia decide o seu aproveitamento só se encontram quedas fraccionadas, difficilmente utilisáveis ou de tal maneira dispendiosas que o seu rendimento será sempre mau. Só um plano racional previamente estabelecido poderá evitar este resultado permitindo a utilização completa do curso de água ou reduzir ao mínimo as partes sem emprego.

Será pois necessário organizar de ante mão, para cada bacia, um programa de aproveitamento racional e só depois empreender a sua execução. E' o somatório das realizações destes planos e trabalhos, empregando numeroso pessoal e avultadissimas quantias que permitirá ao fim dum quarto de século o aproveitamento total das nossas forças hidráulicas.

O dinheiro e o esforço gastos não o são porém em vão. O trabalho anual dum operario (9) corresponde em média á realização duma potência hidráulica de 10 cavalos, potência susceptível de produzir anualmente uma economia de 75 toneladas de carvão, isto é aproximadamente um terço ou um quarto da extracção anual dum mineiro (10).

Se considerarmos unicamente o ponto de vista da utilização material da mão de obra, o trabalho aturado de 3 ou 4 anos dum operário consagrado ao aproveitamento de quedas de água dará o mesmo resultado que o trabalho indefinido dum mineiro.

Este labor será no entanto falseado se não

se estabelecer uma estreita solidariedade entre a produção e o consumo de energia.

Os princípios da livre concorrência sofrem sob este aspecto uma formidável derrota. Os sistemas regionais dos *monopólios* ou *ententes*, na opinião do eminente engenheiro René Tavernier exposta numa comunicação a *Association Française pour le Développement des Travaux Publics*, apresentam na prática, pela supressão dos desperdícios, falsas manobras e duplos empregos, vantagens consideráveis sobre os sistemas opostos das concorrências ou *especializações*. Por conseguinte sob uma forma ou outra impõe-se a intervenção de colectividades: Comunas, Departamentos, Estado, encarregadas de organizar nas melhores condições os serviços públicos de transporte e distribuição de energia.

Realizada a electrificação geral do país, segundo os princípios que vimos enunciando e sem quebras de continuidade e de orientação, deverá conjuntamente ir-se substituindo pela electricidade o emprego, na tracção ferro-viária da máquina a vapor cuja única vantagem consiste no pequeno preço do primeiro estabelecimento, a qual de resto é rapidamente contrabalançada pelas elevadas despesas de conservação, rendimento mais fraco e capacidade muito limitada (11).

E' certo que as despesas de instalação da tracção eléctrica (12) bem como as das centrais representam um sacrificio financeiro tão pesado que levaram o senhor Mulfield, numa reunião célebre realisada em Outubro de 1920 na cidade de New-York, a classificar a electrificação em grande escala das rêdes de caminhos de ferro como um suicidio financeiro.

Mas em frente destas despesas devemos colocar, como contra-partida, as economias *directas* da exploração (redução das despesas de tracção e com o pessoal em serviço nos trens) e as *indirectas* resultantes do acréscimo de importância de tráfego e da possibilidade de emprego de métodos de exploração mais eficazes (13) de modo que por vezes os resultados são verdadeiramente sedutores. Assim na linha do Natal, Africa do Sul, onde o tráfego atingiu o limite máximo possível a tracção eléctrica, vindo trazer o descongestionamento, exigiria um dispêndio de 952.713 libras a que corresponderia uma economia anual, trazida pela substituição de 384.110 libras (14); isto é



os gastos da electrificação seriam reembolsados em dois anos e meio.

Porém todas estas vantagens que em certos casos, como o que acabamos de citar, são suficientes para a decidir, não lhe permitiriam na generalidade destronar rapidamente a tracção a vapor.

A carência, por assim dizer absoluta, de hulha negra entra então como factor importantíssimo. A electrificação do nosso país realisarà uma economia anual de combustíveis num valor superior a um milhão de libras, quantia que representa o juro a 5 % de 20 milhões esterlinos ou seja cêrca de um milhão de contos!

### Superioridade da tracção electrica

nossa balança comercial, não são contudo de desprezar as outras vantagens resultantes da sua supressão.

Assim, a quinta parte da tonelagem, aproximadamente, transportada pelos caminhos de ferro é constituída por carvão destinado á alimentação das locomotivas, o que diminui dessa parte a tonelagem útil transportada. Do mesmo modo a tracção eléctrica arrasta a eliminação dos depositos de combustível nas estações, podendo esses espaços ser aproveitados para fins comerciais. Ainda a supressão do fumo, obrigatória nos arredores das grandes cidades norte-americanas, é outra vantagem derivada da eliminação da máquina a vapor. Com ela lucram as aglomerações urbanas e evita-se a sua acção destruidora que tanto se faz sentir nos túneis.

Vejamos agora outras vantagens, e bem importantes, do emprego da tracção electrica.

A natureza dos comboios em circulação pode reduzir-se a três tipos: comboios de passageiros de longo curso, paragens pouco frequentes e marchando a grande velocidade, comboios locais, directos e omnibus, comboios de mercadorias de pequena velocidade.

A electrificação dos caminhos de ferro não é, como geralmente se pensa, especialmente vantajosa para as linhas onde circulam trens do segundo tipo, pois as melhorias resultantes do aumento da sua frequência acarretam o inconveniente

dum caríssimo serviço de protecção sempre subordinado ao principio de num dado troço de linha não poder transitar mais dum comboio. Pelo contrário, é exactamente para as grandes linhas onde circulam trens grandes e pesados que a tracção electrica apresenta melhores garantias de successo desde que a energia seja fornecida em boas condições de preço.

Como porém a locomotiva a vapor se torna insuportavel nos arredores das grandes cidades e nas linhas de paragens muito próximas, resulta que a electrificação deve ser generalisada a todos os caminhos de ferro.

Para as grandes linhas, as vantagens provem principalmente do aumento de importância dos comboios rebocados e da banalização dos tractores que, conjugadas com um acréscimo de velocidade média (15), realisam uma maior capacidade de transporte (16) (17).

O aumento de importância dos comboios deriva da diferença essencial entre tractores a vapor e eléctricos: nos primeiros a potência da caldeira é limitada pelas suas dimensões e portanto pelas da locomotiva, nos segundos a supressão do aparelho gerador de energia permite construir locomotivas mais poderosas e mais leves (18) originando uma redução do peso morto rebocado e diminuindo a sujeição ás pontes (19).

Além disso, a constituição dos tractores presta-se a todas as necessidades da exploração: pode-se recorrer á dupla e tripla tracção com o emprego do sistema de unidades multiplas (20), o que permite realizar potências que excedem consideravelmente os limites praticamente atingidos pelas locomotivas a vapor, e eliminar simultaneamente muitas considerações relativas á resistência das pontes ou das atrelagens nas rampas.

Destas considerações provém a necessidade dum menor número de trens para o transporte da mesma carga e, como a maior parte das nossas linhas são de via única, haverá menos tempo perdido nos cruzamentos e portanto um aumento da velocidade comercial.

Esta redução do tempo do trajecto tem, naturalmente, grande efeito sobre as despesas. Suponhamos, por exemplo, que a tonelagem total bruta a transportar por dia numa secção de 360 quilómetros se eleva a 10.000 e que é previsto um aumento de carga de 50 %. Supo-



nhamos igualmente que o material consiste em vagons de 58 toneladas. O número destes vagons expedido por dia será de 173 sendo portanto necessários 86 para um aumento de tráfico de 50 o/0.

Se, com a tracção a vapor, cada vagon gasta dez dias para fazer o trajecto de ida e volta, o número de veículos necessários para o *roulement* é de 2590.

Empregando porém a tracção eléctrica e calculando em 30 horas o tempo médio ganho no percurso dos 720 Km. sômente serão precisos 2.260 vagons.

Por outras palavras: bastam 530 vagons supplementares, em vez de 860, havendo portanto um ganho, originado pela electrificação, de 330 veículos, ou seja de 264.000 libras, se calcularmos em 800 libras o custo de cada vagon, além duma redução nas despesas totais de conservação e reparação (21).

Por outro lado, ao passo que a banalização do tractor a vapor é muito prejudicial ao seu funcionamento, devendo limitar-se o dia de trabalho da máquina ao do pessoal, as locomotivas eléctricas podem funcionar, por assim dizer ininterruptamente, durante largos periodos, o que lhes permite fazer percursos anuais superiores ao dobro dos realizados pelas de vapor (22). Estas últimas são mal utilizadas: passam uma parte importante da sua existência a aprovisionarem-se de água e carvão, limpar grelhas, tomar pressão ou na oficina de reparações (23).

Analizadas sumariamente as vantagens da tracção eléctrica nas grandes linhas não devemos passar em claro as que derivam da sua applicação aos caminhos de ferro suburbanos, embora economicamente o seu aspecto seja mais restrito. Aqui é a comodidade dos passageiros realizada pelo emprego de comboios frequentes (24) e curtos, perfeitamente adaptados ás condições de serviço (25), é a rapidez com que o tractor eléctrico accelera (25) originando numa linha de pequeno comprimento e com numerosas estações (26) um aumento notável de velocidade commercial, é finalmente a supressão de todos os inconvenientes do emprego do carvão, permitindo a centralização das gares, a travessia das aglomerações citadinas e valorizando os terrenos visinhos da linha, que se reúnem para beneficiar as zonas atravessadas

e produzir um melhoramento notável do serviço de passageiros traduzido *sempre* num aumento de tráfico e das receitas dêle resultantes.

Vista a influencia benéfica que a tracção eléctrica traz aos caminhos de ferro sob os pontos de vista de capacidade e comodidade, resta examinar o da redução das despesas de exploração sob o triplice aspecto dos gastos de energia, que a reversibilidade do motor eléctrico permite em determinadas condições recuperar (28), conservação do material circulante e pessoal condutor dos tractores. Mostrámos, em parágrafos antecedentes, as vantagens económicas resultantes do emprego da energia eléctrica, que os números obtidos na exploração da rede do *Chicago Milwaukee and Saint Paul Railway* veem confirmar (29) em absoluto.

Assim os trens de passageiros dão lugar nessa linha a um consumo de carvão, por comboio-milha, igual a 188 libras para as locomotivas a vapor e com o serviço eléctrico um consumo de 29,1 K. W. H. equivalente a 75 libras (30).

Os comboios de mercadorias dão analogamente lugar a um consumo de carvão de libras 0,276 por tonelada-milha para a tracção a vapor e, para a eléctrica, de 39,4 W. H., que correspondem a um gasto de combustível de libras 0,102 por tonelada-milha.

Vê-se pois que no serviço de passageiros a relação dos consumos é de 2,5 para 1 e no de mercadorias 2,7 para 1.

Passando ao capitulo das despesas de conservação do material circulante também se observam grandes economias.

Em primeiro lugar os gastos de pintura e renovação do material rebocado são consideravelmente menores na tracção eléctrica. Do mesmo modo as despesas de conservação dos tractores (31), embora podendo effectuar percursos muito superiores sem necessitarem de reparações gerais (32), não se elevam a mais de 40 o/0 dos de vapor de potência igual (33).

Finalmente, graças aos percursos mais consideráveis feitos pelas máquinas e ao facto da banalização dos tractores eléctricos se realizar com menores inconvenientes que a da locomotiva a vapor, o pessoal de condução pode ser melhor utilizado, não havendo além disso inconveniente



em o limitar a um único agente por tractor. Deste modo as despesas com o pessoal condutor podem reduzir-se a 1/3 ou 1/4 das realizadas com o emprego da máquina a vapor.

Pela rápida revista que passámos ás vantagens da tracção eléctrica ficou, parece-nos, bem demonstrada a sua superioridade sobre a de vapor (34), superioridade que até se manifesta nas simples linhas de manobra (35) ou de fábrica (36).

No nosso país, porém, nem mesmo era necessario juntar tanta soma de argumentos para mostrar as vantagens de levar a efeito a electrificação da rede ferroviária: bastava a

grande diminuição do consumo de combustíveis, que tanto ouro nos leva, bastava a adopção do principio nacionalista de precisar o menos possível do estrangeiro para resolver, em principio, a sua efectivação.

**Ruy de Sá Carneiro**

*(Continua no próximo número)*

---

*N- R. - As notas irão no fim do estudo.*