



Economia e Energia - ONG

Nº

42

Janeiro -
Fevereiro 2004

<http://ecen.com>

Economia e Energia
Revista

A Revista

Economia e Energia* – *e&e* – *Economy and Energy

e&e é uma revista bimensal e bilíngüe editada desde 1997 e publicada na Internet. Seu objetivo é divulgar trabalhos e promover debates sobre temas relacionados ao seu título. Para sua manutenção, a revista tem contado com o suporte de seus membros e, de forma não contínua, com apoio institucional de entidades públicas ou privadas. Quando existente, este apoio é indicado por chamadas institucionais na publicação. Seu editor chefe é Carlos Feu Alvim [feu@ecen.com].

A Organização Não Governamental

***Economia e Energia* *e&e* – ONG**

Economia e Energia – ONG é uma sociedade sem fins lucrativos que foi constituída para dar sustentação à revista do mesmo nome e para promover estudos sobre os temas relacionados à economia e energia. No caso de estudos para entidades governamentais ou privadas ela contrata individualmente consultores ou empresas de consultoria para a realização das tarefas. Também pode atuar em convênio com entidades públicas ou privadas. Seu superintendente é Omar Campos Ferreira [omar@ecen.com Tel.].

Rio: Av. Rio Branco, 123 Sala 1308 Centro CEP 20040-005
Rio de Janeiro RJ Tel (21) 2222-4816 Fax 22224817
BH: Rua Jornalista Jair Silva, 180 Bairro Anchieta CEP 30310-290
Belo Horizonte MG Tel./Fax (31) 3284-3416
Internet :<http://ecen.com>



Economia e Energia – <http://ecen.com>

No 42: Janeiro-Fevereiro 2004

ISSN 1518-2932

Original Inglês e Português disponível bimestralmente em:

<http://ecen.com>

Editorial:

Os Sete Anos da e&e e a Produtividade de Capital

A Produtividade de Capital e sua influência no crescimento econômico brasileiro tem sido tema constante na e&e. Com efeito, o tema já era destaque no seu Número Zero.

No Livro **Brasil: O Crescimento Possível**, cuja equipe foi núcleo dos colaboradores regulares de nosso periódico, a acentuada queda da produtividade de capital no Brasil já era apontada como um dos entraves ao nosso desenvolvimento.

Com este No 42 estamos entrando em nosso oitavo ano de divulgação da e&e na Internet. Nele temos o especial prazer de tornar disponível a tese de doutorado de nossa colaboradora Aumara Feu, na Universidade de Brasília, que consolida a análise do tema para o Brasil, dentro do contexto mundial, e abre importantes questões teóricas. Ela também ressalta a importância prática de atuar sobre esse parâmetro para que o Brasil volte a crescer.

Temos chamado a atenção para o excessivo destaque que tem sido dado ao tema produtividade do trabalho em relação à produtividade do capital que é, por excelência, o fator escasso em nosso país.

O produto por trabalhador está quase obrigatoriamente associado à renda per *capita*. Do contrário, estaríamos convivendo com a grande maioria da população potencialmente ativa fora do sistema produtivo. Se do ponto de vista microeconômico faz sentido buscar maior produtividade da mão de obra, do ponto de vista macroeconômico, isso só faz sentido se o crescimento econômico compensar o crescimento da população potencialmente ativa e o ganho da produtividade no trabalho.

Também neste número, nosso colaborador João Antonio Moreira Patusco aborda alguns aspectos de um tema da maior relevância para o desenvolvimento brasileiro que é a relação investimento / empregos gerados. Igualmente, do ponto de vista macroeconômico, devemos computar, além dos empregos diretos, a criação de empregos a montante (construção do empreendimento) e a jusante (e.g. disponibilidade de energia possibilitando o crescimento econômico e geração de empregos) de cada investimento. Quando existe, como no caso citado pelo Patusco,

uma opção entre dois combustíveis equivalentes os empregos a jusante não precisam ser considerados.

Se um país insiste em alocar seu capital somente em atividades que gerem baixo número de empregos, o resultado global não será muito diferente. A propósito, um dos resultados interessantes do trabalho da Aumara é que 74% da perda de produtividade no Brasil estão ligados ao efeito estrutura, ou seja, ao maior crescimento neste período de setores mais intensivos em capital.

O resultado de políticas macroeconômicas inconsistentes é o desemprego, que é o objeto de reflexões de nosso colaborador Genserico Encarnação Jr..

Completa nosso número um artigo de Omar Campos Ferreira sobre a extensão do conceito de entropia para a interpretação do potencial hídrico de uma bacia. Um expressivo potencial em pequenas centrais hidroelétricas resulta dessa avaliação. A extensão de conceitos termodinâmicos a outras áreas de conhecimento além da Física é outra constante de nossa revista.

Sumário

Desenvolvimento Sustentável	4
Desemprego	7
Distribuição do Potencial Hídrico em uma Bacia Hidrográfica ...	11
A Produtividade do Capital no Brasil de 1950 a 2002	19

Opinião:

Desenvolvimento Sustentável

Duas matérias publicadas na Gazeta Mercantil de 19 de janeiro de 2004 chamaram a atenção tendo em conta a necessidade do País de gerar empregos e vislumbrar caminhos para um desenvolvimento sustentável.

Em Pernambuco foi concedida licença ambiental para a implantação de uma Refinaria de Petróleo, com capacidade de processar 30 mil barris/dia, exigindo US\$ 90 milhões (cerca de 270 milhões de reais) de investimentos e gerando 300 empregos diretos.

No interior da Bahia será implantado um novo pólo calçadista que exigirá investimentos de R\$ 6 milhões e irá gerar 3200 empregos diretos.

Estes dois exemplos de empreendimentos mostram que na refinaria de Pernambuco será gerado 1,1 emprego por milhão de reais investidos e no pólo de calçados serão gerados 533 empregos por milhão de reais investidos, o que proporciona 485 empregos a mais em favor da indústria de calçados para um mesmo montante de investimentos.

Estas matérias me levam a análises anteriores, baseadas em dados das pesquisas anuais da Gazeta em mais de dez mil empresas, que confirmam que as áreas de exploração, produção e refino de petróleo são intensivas em capital e tecnologia e muito pouco intensivas em mão-de-obra. Por exemplo, a Petrobrás com ativos de cerca de 100 bilhões de reais, gera perto de 70 mil empregos diretos (dos quais 50% terceirizados). A relação de empregos e ativos dá 0,7 emprego por milhão de reais de ativos.

Na mesma linha de raciocínio, analisando outros números de estudos sobre refinarias de grande porte, percebe-se que a discrepância entre investimentos e empregos é ainda maior. Uma refinaria de 200 mil barris/dia pode chegar a necessitar de investimentos de 2,8 bilhões de dólares (8,4 bilhões de reais), dependendo da sua complexidade, com geração de apenas 700 empregos diretos. Uma relação de 0,08 emprego por milhão de reais investidos.

A Petrobrás investe anualmente perto de 20 bilhões de reais, montante que se situa entre 8 a 10% dos investimentos totais do País e que praticamente não acrescenta novos postos de trabalho ao mercado.

Supondo que a Petrobrás pudesse aplicar 10% dos seus investimentos (dois bilhões de reais) em biocombustíveis e considerando uma relação conservadora de 50 empregos diretos por milhão de reais, teríamos a cada ano um adicional de 100 mil postos de trabalho. Provavelmente, para a empresa Petrobrás a alternativa não seja a mais atrativa, mas para o desenvolvimento sustentado do Brasil parece ser uma alternativa altamente positiva.

O baixo valor agregado das exportações – exportamos produtos a uma média de US\$ 230/t e importamos produtos a US\$ 520/t – indica, também, a pouca presença de mão-de-obra e de conhecimento em boa parte dos processos industriais brasileiros, sem contar o baixo volume de comércio externo do País em relação ao PIB, quando comparado com outros países emergentes.

Mais importante do que ações atribuídas a um mandato dos nossos governantes, que nos últimos 23 anos configuraram tão somente algumas “bolhas” de crescimento econômico, é pensar em se estabelecer no País um processo de planejamento de longo prazo, que cubra horizontes de 5, 6 ou 10 mandatos e que permita melhor utilizar os recursos de investimentos, segundo uma visão intersetorial mais ampla e em benefício de setores maiores geradores de empregos e de bem-estar para a população, como educação, saúde, moradia, agroindústria, calçados, têxteis, turismo, eletroeletrônica, material de transporte, etc.

Apenas 20% da carteira de investimentos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico são destinados a pequenas empresas e estas são as maiores geradoras de empregos.

Vamos torcer para que nossos governantes e congressistas se dediquem a liderar este processo de pensar a longo prazo e de criar mecanismos de compromissos e regras estáveis que ultrapassem mandatos, interesses corporativos e convicções ideológicas, para que daqui a alguns anos possamos contar com um vigoroso crescimento econômico e uma substancial melhoria da renda per capita da população brasileira.

Adendo:

Segundo notícia veiculada pela Central de Notícias Biodiesel Brasil, em 23/01/04, no relatório final do Grupo de Trabalho Interministerial que estudou a viabilidade do biodiesel, composto por representantes dos Ministérios do Desenvolvimento Agrário, da Agricultura, da Integração Nacional e das Cidades, consta que o custo de cada posto de trabalho na produção de biodiesel, considerando agricultura familiar, indústria, comércio e distribuição, é de R\$ 4,9 mil. Em números redondos, este custo dá um indicador de 200 empregos por milhão de reais investidos.

Já, em se considerando o agronegócio da soja, de produção extensiva, o custo de cada posto de trabalho passa a R\$ 80 mil, o que representa 12,5 empregos por milhão de reais investidos.

Assim, a suposição da aplicação de 10% dos investimentos da Petrobrás (dois bilhões de reais anuais), poderia adicionar ao mercado, a cada ano, entre 25 mil e 400 mil empregos, numa escala de 0% a 100% de participação da agricultura familiar na produção de biodiesel.

Diante de tão diferentes possibilidades de geração de empregos, mais uma vez teríamos a necessidade de um adequado planejamento na configuração de um projeto nacional de produção e distribuição de

biodiesel, que buscasse uma relação capital/trabalho equilibrada, que pudesse beneficiar tanto o capital como o emprego e uma melhor distribuição de renda.

João Antonio Moreira Patusco

patusco@ecen.com

em 21/01/2004

(Adendo de 23/01/2004)

Opinião:

Desemprego

Genserico Encarnação Júnior
eeegense@terra.com.br

No artigo passado *filosofei* sobre **Inflação**. Quando emprego o verbo filosofar é porque, no caso, não me restrinjo a raciocinar dentro dos limites impostos pelos livros-textos de Economia. No caso da inflação, como vimos, ainda existe o grave defeito de geralmente se pensar nela e analisá-la sob o prisma monetário. Como diria o vulgo: “o buraco é mais embaixo”.

A tese defendida naquela oportunidade é a de que a inflação só se debelaria definitivamente com o relativo equilíbrio da Procura e da Oferta de bens e serviços de forma universalizada, isto é, no atendimento das necessidades de toda a sociedade brasileira. Um corolário dessa conclusão seria a exigência de crescimento do bolo econômico concomitantemente com sua repartição adequada. Até então, a melhor forma de fazer isso era através da renda do trabalho, vale dizer, com uma política de pleno emprego da população.

Não acredito mais nessa quimera: a possibilidade de criação e garantia de emprego às massas trabalhadoras pelo sistema econômico-financeiro mundial vigente. Essa assertiva pode estar errada e eu gostaria muito que estivesse. Não enxergar essa nova realidade frustra-nos pessoalmente e aos governos que se propõem a resolver o problema do desemprego com métodos tradicionais.

Os trechos a seguir, com outro tipo de letra, são cópias de algumas frases iniciais de uma monografia de autoria de Antônio Maria da Silveira, professor aposentado da UFRJ.

Em seu “Possibilidades para Nossos Netos”, de 1930, Keynes predisse que, com a acumulação de capital, os bens e serviços que atendem nossas *necessidades absolutas* serão gratuitos. Ao contrário das *necessidades relativas*, que satisfazem nosso desejo de superioridade, as absolutas são saciáveis, no “*sentido de que preferimos dedicar nossas energias adicionais a propósitos não-econômicos*”.

Para Keynes, o “*problema econômico*”, a luta pela sobrevivência, é assim temporário. O “*desemprego tecnológico*” é uma evidência de que ele está sendo resolvido pela humanidade. Mudaremos por completo com a sua superação.

Silveira associa esta previsão ainda não concretizada de Keynes (porventura será algum dia?) ao Programa de Renda Mínima, entendida

como um dividendo social monetariamente distribuído a todos os habitantes de um país, independentemente da idade e da riqueza de cada um, livre de qualquer reciprocidade, visando a erradicação da miséria e da pobreza e, assim, a garantia dos direitos humanos para todos.

Ora direis, ouvir estrelas! Esse é um verso de Olavo Bilac. Abstraíndo-nos de Keynes, Bilac e Silveira, continuemos nossa peroração.

O avanço da ciência e da tecnologia, o aumento da população, o assédio feminino ao mercado de trabalho e outros fatores menos cotados, impõem-nos o fenômeno do desemprego. Uma boa temporada de crescimento econômico pode minorar essa tragédia. Contudo, creio, lamentavelmente, que ela veio para ficar. Assim como a violência e o terrorismo que, a bem pensar, são prioritariamente produtos de uma crise de distribuição da renda e da riqueza. Quanto a este último particular – calma senhores e senhoras imediatistas, voluntaristas e idealistas – também existe o componente das disfunções psicológicas das pessoas (maldade e perversidade) e não há como dispensar medidas repressivas. Feita essa ressalva para acalmar os ânimos e permitir que tais leitores continuem a leitura, vamos em frente.

Há alguns anos, a adoção generalizada de determinadas políticas sociais era inimaginável. Refiro-me a bolsa educação, bolsa família, auxílio alimentação, auxílio gás, fome zero etc. A merenda escolar não existia. Atitudes neste campo eram consideradas assistenciais e caritativas. Hoje, tais conquistas, repito, conquistas, são irremovíveis. Assim como, numa família, ajuda-se às crianças, adolescentes e adultos em formação, adultos menos qualificados e desprovidos da sorte, deficientes, idosos etc, a sociedade tem o dever de amparar essas pessoas.

A política de renda mínima é uma exigência de bem-estar geral. Um imposto de renda negativo, onde os sem-renda ou de renda insuficiente receberiam em dinheiro o complemento para atenderem satisfatoriamente suas reais necessidades.

Fiz um curso, na década de 70, no Instituto de Estudos Sociais, na Holanda, sobre Análise Social Benefício-Custo. Essa metodologia, adotada pelas Nações Unidas (UNIDO) era uma tentativa de complementar os cálculos econômico-financeiros na análise de projetos, libertando-os do estrito cumprimento das normas capitalistas, isto é, da geração de lucros. Visava-se priorizar o atendimento das necessidades básicas de uma determinada comunidade.

A análise, através da utilização do artifício de *preços-sombra* viabilizava os projetos à luz do que fosse mais palatável sobre o ponto de vista social. Assim: o fator trabalho, numa sociedade com abundância de mão de obra, a despeito do pagamento dos salários, não se constituía em custo, podendo até ser valorado negativamente no projeto, favorecendo assim as iniciativas que adotassem tecnologias intensivas de mão de obra. Com isso o resultado do projeto governamental, por suposto, poderia ter

um menor retorno financeiro compensado com um ótimo retorno social. Afinal, o bem-estar de uma nação não se mede necessariamente por seu Produto Nacional ou Interno Bruto. Em boa hora as Nações Unidas criaram o IDH, o Índice de Desenvolvimento Humano.

Num mundo bipolar onde os grandes do capitalismo e do socialismo terçavam armas, era como uma tentativa de aproximação das duas óticas. O mundo deu voltas e com elas o capitalismo, pior, o capital financeiro passou a engrossar a voz e caímos nessa beleza de mundo unipolar, cada vez mais desigual e por conseguinte mais violento, tanto a nível paroquial quanto mundial. Não se fala mais na metodologia da Análise Social Benefício-Custo.

O sistema econômico vigente tem que mudar e vai mudar, sob a pena de vir a sucumbir se não o fizer. Não há mais espaço para o pleno emprego universal, o que não impede ações no sentido de maior desenvolvimento econômico e geração de emprego. Contudo, precisamos desde agora pensar no atendimento de nossa população sem-renda e de baixa renda com medidas tais como a Política de Renda Mínima que nos assegure uma sociedade mais justa e humana.

No Brasil, depois do período FHC, quando houve uma imensa transferência de renda, riqueza e patrimônio para os mais ricos, temos agora que tentar dar meia-volta neste processo, transferindo renda para a camada mais pobre da população. Exatamente numa época em que o sistema não gera mais emprego.

Domenico de Masi adverte: o avanço da tecnologia que poderia nos proporcionar mais lazer, com diminuição das horas de trabalho por indivíduo, provocou a diminuição do contingente empregado e o aviltamento da renda do fator trabalho. O tiro saiu pela culatra.

O Estado, por mais que a conjuntura indique o contrário, cada vez mais terá a incumbência de proteger a sua sociedade e seus cidadãos menos favorecidos. Por mais paradoxal que isso possa parecer, dado que essa necessidade é decorrente da recente atuação neoliberal.

Ao lado disso, políticas de ação afirmativa são imprescindíveis, incluindo-se aí mecanismos como o Programa de Renda Mínima. Seja lá o nome que se dê a isso – socialismo, humanismo – a ausência delas acarretará a vigência da lei da selva e de um outro sombrio *ismo*, o cinismo. De parte a parte, dos favorecidos e dos desfavorecidos do sistema.

Um exemplo que ajuda a esclarecer que a tese aqui exposta não é lá tão absurda: os imigrantes portugueses idosos de baixa renda, radicados no Brasil de longa data, recebem uma ajuda monetária de Portugal, religiosamente, desde que cadastrados e comprovada a sua situação.

Logicamente existem percalços na implantação desse tipo de política e evidentemente ocorrerão deslizos na sua operacionalização que

deverão ser, os primeiros, contornados, e os segundos, corrigidos e punidos os infratores. Um dos principais problemas é a armadilha da baixa auto-estima por parte dos beneficiários, incentivando-os a permanecer na situação em que se encontram. A política deve pensar nas possibilidades de saída da passividade decorrente, principalmente com programas educacionais ou estimulando atividades criativas, desportistas ou artísticas.

A realidade em que estamos começando a viver pode ser outra bem diferente da que estamos acostumados. A adoção de políticas tradicionais que não condizem com o “admirável mundo novo” pode frustrar os mais nobres propósitos ao se malhar em ferro frio.

Outra pedra no caminho: a adoção isolada de políticas dessa natureza é problemática dada a grande dependência que ainda temos com o centro do poder econômico-financeiro mundial. É grande a nossa vulnerabilidade ao exterior. A viabilização política dessas idéias também não é fácil.

Em entrevista ao programa Roda Viva, em primeiro de dezembro passado, o respeitado Professor Francisco de Oliveira embora concordando com o nosso diagnóstico (o sistema não gera mais os empregos necessários) é contra os mecanismos aqui preconizados (imposto de renda negativo ou programa de renda mínima). Mas, ao sugerir a utilização pela sociedade dos fundos públicos (fundos de pensão) e ainda a passagem da gerência do INSS para o BNDES, admite que o Estado deva cobrir eventuais carências de recursos na operação desses fundos previdenciários. Assim, deduz-se, aceita a nossa tese marginalmente.

A interpretação das idéias do eminente Professor é minha e não necessariamente corresponde ao que ele realmente pensa.

Genserico Encarnação Júnior
Itapoã, Vila Velha (ES)

<mailto:eeegense@terra.com.br>

Mais artigos, contos, crônicas e muito mais do autor em:

<http://www.ecen.com/jornalego>

Artigo:**Distribuição do Potencial Hídrico em uma Bacia Hidrográfica**

Omar Campos Ferreira.
omar@ecen.com

Introdução.

Na edição nº 36 da revista *Economia & Energia* apresentamos um modelo de estudo da morfologia de bacias hidrográficas utilizando o conceito de entropia na versão formulada por Boltzmann para a Mecânica Estatística. O modelo foi desenvolvido por Yang a partir da expressão da entropia específica (por unidade de massa d'água) para uma sub-bacia:

$$S = k [\sum_u (\Delta h_u/H)],$$

sendo h_u o desnível médio das correntes da sub-bacia de ordem u , H o desnível total da bacia (diferença de nível entre a cabeceira da corrente mais alta e a foz da corrente mais baixa) e k uma constante de proporcionalidade. Esta expressão é algo semelhante à da Termodinâmica Clássica para o fenômeno de troca de calor entre corpos a temperaturas diferentes:

$$S \geq \Sigma(Q/T),$$

substituindo-se o calor trocado pela variação da energia potencial (proporcional a Δh_u) e a temperatura absoluta pelo desnível H . Uma conclusão importante do trabalho de Yang é que o desnível médio por sub-bacia tende a ser constante à medida que o sistema se aproxima do equilíbrio dinâmico. Portanto, a constância do desnível seria um indicador da maturidade do sistema. Aplicado a 14 bacias dos EUA, o modelo comprovou essa propriedade com desvio relativo da ordem de 0,5%.

A analogia proposta é um ponto de partida interessante para a extensão do conceito de entropia a fenômenos cuja interpretação não requer necessariamente a consideração de trocas de calor, mas envolve dificuldades conceituais relevantes, como:

- O conceito clássico de entropia refere-se a sistemas fechados (sem troca de massa) e sua extensão a sistemas abertos, como a bacia hidrográfica, que recebe água de chuva, requer tratamento diferenciado;
- A entropia de um sistema termodinâmico é uma variável extensiva, isto é, proporcional à massa do corpo que recebe ou cede calor; a entropia usada por Yang está referida à unidade de massa d'água, o que parece ser um artifício para conciliar o

tratamento de sistemas abertos com a metodologia desenvolvida para sistemas fechados, visto que a massa unitária é constante, por definição.

Este trabalho se propõe contornar essas dificuldades, usando o conceito mais geral de dissipação da energia, ou de irreversibilidade, aplicável a sistemas de qualquer natureza, conservando a seqüência lógica do trabalho de Yang.

Essa nova abordagem permite avaliar a distribuição de potencial hídrico por sub-bacias e teria utilidade na estimativa preliminar do potencial disponível em uma grande bacia para aproveitamentos de pequena potência (PCH). A geração hídrica ainda é a melhor opção para o Brasil, dos pontos de vista econômico e ecológico, e as pequenas centrais podem se justificar plenamente em um cenário de elevação dos preços dos combustíveis fósseis.

Sistemas abertos.

O sistema considerado é a corrente d'água, limitada pelas secções de entrada e de saída, pela calha e pela superfície de separação água-ar. O sistema troca energia (energia potencial da água que aflui do solo e trabalho de escoamento contra as resistências passivas) e matéria (água e material resultante da abrasão do solo) com a vizinhança através da fronteira.

O método de tratamento do sistema aberto considera dois termos para a variação de entropia: a entropia gerada por fenômenos irreversíveis no interior do sistema (escoamento contra resistências passivas) e o fluxo convectivo de entropia associado com as trocas de energia e de matéria entre o sistema e a vizinhança. A entropia gerada cresce sempre, como no sistema isolado, tendendo, pois, a um máximo absoluto, mas a variação total de entropia pode ser positiva, negativa ou nula, dependendo das condições da vizinhança. Se o fluxo líquido de entropia (entrada menos saída) compensa a geração interna, o sistema alcança, na trajetória para o equilíbrio estático final, um ou mais estados de equilíbrio dinâmico provisório (metaestável), cada um deles correspondendo a um máximo relativo da entropia e a uma dada condição da vizinhança.

Adaptação do modelo de Yang para descrever a distribuição de potencial hídrico.

Procuramos, neste trabalho, exprimir a geração de entropia em termos da irreversibilidade mecânica, entendida como a perda de capacidade de geração de trabalho devida a fenômenos irreversíveis.

A equação básica do modelo para sistema aberto (trecho infinitesimal de corrente) é:

$$dS_{\text{gerada}} + dS_{\text{convecção}} \geq 0$$

Para uma sub-bacia, a equação acima é integrada, tornando-se:

$$\Delta S_{\text{ger.}} + \Delta S_{\text{conv.}} \geq 0$$

Em regime permanente,

$$\Delta S_{\text{ger.}} + \Delta S_{\text{conv.}} = 0$$

significando que a entropia pode permanecer constante, caso em que o sistema não atingiria o equilíbrio, enquanto o fluxo de entropia compensar a geração.

A geração de entropia é devida, no caso do escoamento, à resistência oposta pela vizinhança ao movimento da água (atrito e viscosidade) e pelo trabalho de erosão do solo e de transporte do material em suspensão. Na ausência desses efeitos, o ganho de energia cinética (ΔK_{rev}) em um trecho da corrente é igual à diminuição da energia potencial (ΔP):

$$\Delta K_{\text{rev}} + \Delta P = \Delta(K_{\text{rev}} + P) = 0$$

No caso real,

$$\Delta(K_{\text{irrev.}} + P) < 0,$$

A irreversibilidade mecânica seria, pois, medida pela diferença:

$$I = \Delta K_{\text{rev}} - \Delta K_{\text{irrev.}} = |\Delta P - \Delta K_{\text{irrev.}}| = |\Delta P| \cdot (1 - \alpha) \quad (1)$$

No análogo termodinâmico, a irreversibilidade associada com a troca espontânea de calor entre duas fontes quentes, a temperaturas T_1 e T_2 , é:

$$I = Q [(1 - T_0/T_1) - (1 - T_0/T_2)] = Q (1/T_1 - 1/T_2),$$

expressão da perda de capacidade de realização de trabalho em um ciclo de Carnot, em que T_0 é a temperatura da fonte fria. Na analogia proposta, Q é substituído por ΔP e a temperatura absoluta corresponde ao desnível na sub-bacia.

Entropia segundo Boltzmann.

Para utilizar o conceito de entropia de Boltzmann, é necessário introduzir o conceito de probabilidade termodinâmica. O estado de um sistema termodinâmico pode ser representado por uma variável global (macroscópica) ou por um conjunto de variáveis que descrevem o comportamento dos elementos do sistema (variáveis microscópicas). Se o sistema contém um grande número de elementos (no caso, partículas de água e de solo) que interagem por mecanismos elementares (colisão, atração gravitacional, etc...), a descrição microscópica é virtualmente impossível. Assim é que surgem, nos estudos de economia, variáveis macroscópicas, como produto interno bruto, poupança interna, balança comercial, etc..., que representam valores globais observáveis. A partir da descrição macroscópica da evolução do sistema, é possível especular sobre valores das variáveis microscópicas (distribuição de renda por classes sociais, participação de um dado setor de produção no PIB, etc...).

Para cada valor da variável macroscópica, existem diferentes combinações de valores das variáveis microscópicas satisfazendo a dadas condições (número de elementos, energia interna, massa, etc...). A probabilidade termodinâmica do macroestado é definida como a razão do número de microestados que satisfazem a dadas condições, específicas para cada tipo de problema, para o número total de microestados possíveis. A entropia do sistema em função da probabilidade termodinâmica p do macroestado é, na formulação da Mecânica Estatística:

$$S = k \ln p$$

Para as finalidades deste estudo, o estado da bacia é representado pelo potencial total ΔP , considerado como a variável macroscópica de estado. Para cada valor de ΔP , há vários conjuntos de valores dos potenciais por sub-bacias (ΔP_u) que satisfazem a equação:

$$\Delta P = \sum_u \Delta P_u. \quad (2)$$

A probabilidade termodinâmica p do macroestado será, portanto, a razão do número dos conjuntos de valores de ΔP_u que satisfazem a equação (2) para o número de todos os conjuntos de valores possíveis.

O cálculo direto da energia dissipada exigiria o conhecimento da energia cinética da água, da declividade local, das propriedades do solo, etc..., tornando extremamente difícil o estudo pretendido, visto que essas propriedades variam a cada trecho de cada corrente da bacia. Em princípio, seria suficiente supor a proporcionalidade sugerida pela equação (1), com α constante, e recorrer à distribuição de probabilidade de dissipação como representação da distribuição de potencial. Supondo que as probabilidades elementares p_u (de ocorrência de irreversibilidade) sejam independentes entre si, a probabilidade de uma dada distribuição por sub-bacias é igual ao produto das probabilidades elementares:

$$p = p_1 \cdot p_2 \cdot p_3 \dots p_m \quad (m \text{ é o extremo de } u)$$

A entropia do sistema é, pois,

$$S = k \ln (p_1 \cdot p_2 \cdot p_3 \dots p_m) = \sum_1^m \ln p_u.$$

O máximo da entropia corresponde ao máximo da probabilidade termodinâmica, visto que o logaritmo é função crescente do argumento. Considerando a probabilidade de ocorrência de irreversibilidade como função contínua das variáveis do problema, dado ao grande número de interações possíveis, a condição de ocorrência do máximo de entropia pode ser escrita como:

$$dp = 0 \quad (3)$$

sujeita à condição $(\sum_u p_u) = 1$ (definição de probabilidade). (4)

A equação (3) é equivalente a:

$$\sum_u (\partial p / \partial p_u) dp_u = 0$$

ou:

$$\sum_u (dp_u/p_u) = 0 \quad (5)$$

Para p_u finito, a solução de (5) é:

$$dp_u = 0 \text{ ou } p_u = \text{constante.}$$

Portanto, a probabilidade elementar é independente da ordem da sub-bacia considerada. Usando a condição (4), calcula-se:

$$p_u = 1/m$$

e $\Delta P_u = \Delta P/m.$

Vê-se, pois, que nos estados de equilíbrio, o potencial da bacia se distribui uniformemente pelas sub-bacias. Nas imediações do estado de equilíbrio, a uniformidade da distribuição de potenciais é mais ou menos aproximada, dependendo da “distancia entrópica” a esse estado. Esse fato poderia ser comprovado pela comparação cartográfica de um conjunto de bacias em diferentes estágios de evolução, o que requer um estudo laborioso, embora simples.

Para os objetivos práticos deste estudo, parece suficiente examinar a distribuição de potencial em bacias já bastante aproveitadas, tomando-se a distribuição de potência hidroelétrica instalada como amostra daquela, visto não dispormos de dados morfológicos apropriados. Um exemplo interessante, entre as bacias brasileiras, é a do Rio Paraná, atualmente com cerca de 65% do potencial em operação e cerca de 86% do potencial inventariado. Espera-se que a distribuição de potência das usinas em operação, por sub-bacias, sirva como verificação aproximada do resultado obtido.

Tabela: Usinas da Bacia do Rio Paraná.

Rio	Usina	Potência MW	Rio	Usina	Potência MW
Paraná	Ilha Solteira	3.440	Tietê	Bariri	144
	Jupia	1.551		Barra Bonita	140
	P. Primavera	1.800		Ibitinga	132
	Itaipu	12.600		Promissão	264
	Total	19.391		Rui Barbosa	347
Paranaíba	Itumbiara	2.280		Porto Góes	11
	Cach. Dourada	658		Rasgão	22
	Emborcação	1.172		Três Irmãos	808
	S. Simão	1.710		Total	1.868
	Total	5.850	Parana-panema	Jurumirim	98
Grande	Camargos	48		Canoas I e II	155
	Estreito	1.104		Capivara	640
	Furnas	1.312		Xavantes	416
	Igarapava	210		Salto Grande	72
	Itutinga	52		Rosana	372
	Jaguara	424		Taquaraçu	555
	A. Vermelha	1.396		Total	2.308
	Marimbondo	1.488	Iguaçu	Salto Caxias	1.240
	Peixoto	478		Salto Osório	1.078
	Porto Colômbia	328		S. Santiago	1.420
	Volta Grande	380		Segredo	1.260
	Total	7.220		Foz de Areia	1.676
				Total	6.674

Os dados da tabela mostram que a potência instalada na corrente maior (Rio Paraná) - 19.391 MW - é aproximadamente igual à soma das potências instaladas nas sub-bacias de ordem imediatamente inferior - 23.920 MW, com a aproximação de 23%, da mesma ordem de grandeza da obtida por Yang para alguns dos parâmetros de Horton. Conforme mostramos no artigo anterior, as leis empíricas são apresentadas em escala logarítmica, de forma que um bom coeficiente de correlação não se traduz necessariamente em pequenos desvios quando se converte o gráfico para escala métrica.

Conclusões.

A evolução das bacias hidrográficas implica prazos na escala geológica, enquanto que o aproveitamento das quedas para a geração de eletricidade é um processo relativamente recente. As leis empíricas de Horton representam uma aproximação para processos de longo prazo e devem ser usadas com as ressalvas necessárias. Nesta ordem de idéias, é claro que a estimativa de potencial para pequenas usinas não substitui o inventário de campo, mas dá uma informação preliminar da capacidade dessas usinas como complemento das grandes usinas no atendimento da demanda regional de eletricidade. A validade da distribuição de potencial para todas as sub-bacias deve ser verificada mediante um estudo de morfologia nos moldes do realizado para a bacia do rio Santo Antonio, mas está fora do alcance deste artigo por exigir exame minucioso que leve ao ordenamento das correntes. Se for comprovada a constância do potencial por sub-bacia, a capacidade de geração em PCH supera largamente as estimativas correntes.

“Aplicação da Termodinâmica no Estudo da Morfologia da Bacia do Rio Santo Antonio”, Moreira, C.V.R., Martins Jr., P.P, Ferreira, O.C., 2002.

“Potential Energy and Stream Morphology”, Yang, C.T, Water Research Study, 1971.

A notação original foi mudada para facilitar a digitação do texto. A integral que figura no artigo anterior e que foi substituída pela somatória define a variação de entropia entre um estado de referência e o estado genérico do sistema. Atribuindo à entropia no estado de referência o valor zero, fica indiferente usar entropia ou variação de entropia..

Na Europa, a potência média das pequenas usinas é da ordem de 0,6 MW (apud “Geração de Energia Elétrica no Brasil: Histórico e Perspectivas”. Amaral, C.A, Dissertação de Mestrado em Planejamento Energético, UFMG, 1998).

Em primeira aproximação, as trocas de calor são consideradas como contribuições menores.

O equilíbrio dinâmico equivale ao regime permanente usado nos textos de Engenharia. Nesse estado, os fluxos de energia e de entropia são considerados como independentes do tempo

O critério de ordenação designa por correntes de ordem 1 as correntes singulares (sem afluentes). A junção de 2 correntes de ordem 1 forma uma corrente de ordem 2, e assim por diante. Sub-bacia de ordem u é o conjunto das correntes dessa ordem.

Outras restrições, se conhecidas, poderiam modificar a distribuição. Em todos os casos em que não há outras restrições, além da expressa pela definição de probabilidade, a inferência menos tendenciosa é de

uniformidade da distribuição (Princípio da Razão Insuficiente). Observe-se que a mudança de valor do potencial total, por modificação da precipitação pluvial ao longo de alguns ciclos hidrológicos ou por intervenção antrópica, acarreta a evolução da distribuição até que se atinja um novo estado de equilíbrio.

Observe-se que o desvio padrão em $\ln x$ é: $(\sigma \ln x)^2 = (d/dx \ln x \sigma x)^2 = (1/x \sigma x)^2$. Para $x > 1$, $\sigma \ln x < \sigma x$, ou seja, o gráfico logarítmico atenua a somatória dos desvios padrão.

Tese:**A Produtividade do Capital no Brasil de 1950 a 2002**

Aumara Feu
aumara@ecen.com

Nome do Autor: Aumara Bastos Feu Alvim de Souza

Orientador: Maurício Barata de Paula Pinto

Departamento de Economia da Universidade de Brasília

Data da defesa: 02/12/2003

Resumo

Este estudo tem como objetivo analisar a produtividade do capital no Brasil, seu comportamento histórico e seu reflexo no futuro crescimento do país. O Capítulo 1 insere, no modelo básico de Solow-Swan, a possibilidade da depreciação variar no tempo, de acordo com a composição e o comportamento dos investimentos passados. Com esta alteração, a dinâmica do capital se aproxima mais da realidade, ou seja, a depreciação passa a depender da idade do capital, tornando possível avaliar como choques no tempo de vida do capital afetam o comportamento do estoque de capital e, conseqüentemente, do produto. Este tratamento é coerente com a metodologia – método do estoque perpétuo, usada no Capítulo 2, onde se calcula as séries do estoque de capital para os países membros da OCDE e para alguns países da América Latina. Observa-se que a produtividade do capital caiu para a maioria dos países analisados na última metade do século passado, sendo resultante tanto da maior intensidade do capital na média das atividades, como da realocação do produto em atividades mais intensivas em capital. Quanto ao Brasil, a produtividade do capital caiu consideravelmente, alcançando o nível médio observado para os países membros da OCDE, apesar do país apresentar produto por trabalhador correspondente a um terço da renda média daqueles países. Por fim, no Capítulo 3, após retirar da série da razão capital/produto (inversa da produtividade de capital) do Brasil a influência de variações na utilização da capacidade instalada, verificou-se que, com o menor patamar de produtividade de capital, o Brasil tem limitada a sua capacidade de convergir para o mesmo nível de renda dos países desenvolvidos, bem como a remuneração do capital, a qual pode estar causando o atual baixo nível do investimento no país. Portanto, o estudo mostra que elevar a produtividade do capital pode ser o caminho para aumentar o nível de crescimento sustentado do país.

Palavras Chaves: Capital, Produtividade, Crescimento

Banca Examinadora formada pelos Professores Doutores:
 Maurício Barata de Paula Pinto (Orientador) - da UNB
 Joaquim P. de Andrade - da UNB
 José Roberto Novaes de Almeida - da UNB
 Carlos Eugênio Ellery da Costa - da FGV
 Tito Belchior Silva Moreira - da UNB

Menção: A tese recebeu, por unanimidade da banca, a menção máxima “aprovada com louvor”

Apresentação em "Power Point"

(http://ecen.com/eee42/ee42p/defesa_tese.ppt)

Texto Completo em PDF

(http://ecen.com/eee42/eee42p/tese_feu.pdf)

Abstract

This study aims at analyzing the capital productivity in Brazil, its historical behavior and influence on the future development of the country. Chapter 1 inserts in the Solow-Swan basic model the possibility of varying depreciation with time according to the composition and behavior of investments in the past. With this modification, the capital dynamics is closer to reality, that is, depreciation becomes dependent on the capital age, making it possible to evaluate how shocks in the capital lifetime affect the behavior of the capital stock and consequently that of the product. This treatment is coherent with the methodology - method of perpetual stock, used in Chapter 2, where the capital stock series of the OECD countries and of some Latin American ones are calculated. It is observed that in the second half of the last century the capital productivity decreased in most of the analyzed countries results from both the more capital-intensive character of the activities on the average and the re-allocation of the product to capital-intensive activities. In what concerns Brazil, the capital productivity has decreased considerably, reaching the average level observed in the OECD countries, in spite of the fact that the average output per worker in Brazil is one third of the value in those countries. Finally, in Chapter 3, after removing from the Brazilian capital/product ratio series (inverse of the capital productivity) the influence of variations on the installed capacity, it was verified that, with a smaller capital productivity plateau, Brazil has a limited capacity of convergence to the same income level of the developed countries as well as of remunerating the capital, which might cause the present low investment level in the country. Therefore, the study shows that increasing the capital productivity could be the path to increase the sustainable growth of the country.

Key Words: Capital, productivity, growth