



Brasil: Energia, Economia e Comércio Externo de Bens

João Antonio Moreira Patusco

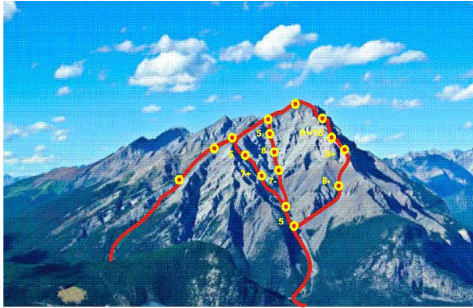
Existe a possibilidade de um novo apagão?

Carlos Feu Alvim

IMPRESSO
ENVELOPAMENTO AUTORIZADO
PODE SER ABERTO PELA ECT

Economia e Energia

Revista



ROTAS PARA A VANGUARDA

Seminário Internacional

Rio de Janeiro 12 a 14 de Junho de 2013

<http://ecen.com/vanguardia>

Objetivo:

Proporcionar aos participantes uma oportunidade de conhecer o processo que permitiu alcançar a vanguarda em organizações e empresas no Brasil e no exterior, bem como trocar ideias sobre o tema com empreendedores, acadêmicos e agentes de políticas governamentais.

Diagnosticar como, mesmo em condições muito adversas, a inovação contribuiu para criar no Brasil instituições que atingiram a excelência e a vanguarda mundial, identificando os casos bem sucedidos no País, e discutir e propor instrumentos capazes de incentivar medidas que possam contribuir de forma efetiva para o desenvolvimento econômico e social do País.

Local:

Auditório Universidade Petrobras
R. Rodrigues dos Santos, 50-90 - Cidade Nova
Rio de Janeiro - RJ 20211-200

Organização do evento:

O evento é uma iniciativa do Espaço Centros e Redes de Excelência - ECENTEX/COPPE/UFRJ com a execução a cargo da OSCIP Economia e Energia - e&e e apoio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI através de edital do CNPq/FINEP, PETROBRAS, ELETRONUCLEAR e ABACC estão apoiando o evento.



Economia e Energia

Nº 88: Janeiro/Março de 2013

ISSN 1518-2932

Versões em Inglês e Português disponíveis em: <http://ecen.com>

Artigo:

Brasil: Energia, Economia e Comércio Externo de Bens

João Antonio Moreira Patusco

O Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro cresceu em média apenas 2,6% a.a. entre 1980 e 2011, enquanto a economia mundial cresceu 3,2% a.a. O artigo apresenta e analisa uma série de indicadores relativos à maior inserção de *commodities* intensivos em capital e de baixo Valor Agregado (VA) na economia e no comércio externo. Foram consideradas as *commodities*: aço, ferro-gusa, pelotas, minério de ferro, ferro-ligas, alumínio, alumina, bauxita, celulose, papel, soja e açúcar. São analisados os indicadores: Energia Agregada a Produtos Exportados, Intensidade Energética da Indústria, Paridade do Comércio Externo de Bens, Salário Setorial, Participação do Salário no VA e no PIB, Investimentos em Energia, Participação das *Commodities* no PIB e no Consumo de Energia. Os indicadores analisados e a continuidade da crise econômica nos países da Europa não são favoráveis a previsões otimistas.

Texto para Discussão:

Existe a possibilidade de um novo apagão?

Carlos Feu Alvim

Existe a possibilidade de um déficit no abastecimento de eletricidade em 2013 como o de 2001? O objetivo deste trabalho é permitir uma avaliação clara e independente da possibilidade de um déficit de abastecimento no Brasil em 2013. Para tanto, são analisados três cenários, modificando a afluência ou capacidade não hídrica considerada: Básico, “2001” e de Mínima Afluência.

Conclui-se que não existem perspectivas efetivas de racionamento para o ano de 2013 se for possível utilizar 70% da capacidade não hídrica do Sistema Integrado Nacional. No entanto, o acompanhamento da situação até 12 de março, feito *a posteriori*, revela alguma risco proveniente da baixa afluência (80% da normal) e da não utilização da capacidade térmica disponível.

Sumário

Editorial: Omar Campos Ferreira	3
Brasil: Energia, Economia e Comércio Externo de Bens	5
Conclusões.....	6
Energia Agregada Produtos Exportados	9
Importações e Exportações Brasileiras - Paridade.....	11
Intensidade Energética.....	13
Emprego e Salário	18
Investimentos em Energia.....	22
Competitividade Nacional	23
Existe a possibilidade de um novo apagão?	27
Existe a possibilidade de um novo apagão?	28
Porque são necessários os reservatórios?	28
O Apagão de 2001	32
A regulação do sistema por outras fontes	35
A queda da afluência em 2012	35
A probabilidade de um apagão em 2013.....	39
Risco de déficit e evolução do sistema para três cenários.....	43
Conclusões.....	49
Anexo 1: O Sistema Integrado Nacional de Eletricidade.....	50
Anexo 2: Dados Básicos	53
Anexo 3: Acompanhamento da situação até 12 de Março de 2013	54
(Resumo)	54

Editorial



Omar Campos Ferreira (1931 – 2013)

Omar Campos Ferreira foi um competente engenheiro com aguçado espírito de físico e especial predileção pela Termodinâmica. Seus artigos, como suas aulas, eram sempre claros e precisos e campeões de acesso em nossa revista.

Sabia conciliar seu pensamento lógico e preciso com uma religiosidade completamente isenta de dogmatismo. O Sermão da Montanha era não só sua passagem bíblica favorita, mas seu código de vida.

Era profundamente ligado à família e as suas origens bem mineiras. Suas responsabilidades de pai de família sempre estavam acima de todas. Nascido em Baependi, era dos que, conforme caso que contava sobre uma possível mudança na divisa com São Paulo, não poderia suportar tal mudança porque estranharia outros ares que não os mineiros. De suas visitas à mãe em Baependi, terra de outro ilustre brasileiro (e seu primo) José Alberto Pelúcio, sempre voltava com sua mineiridade reforçada.

Os muito viajados nos admirávamos de seu universalismo baseado no conhecimento de sua província, de sua gente e em leituras em profundidade, especialmente nas de Guimarães Rosa, com quem certamente se identificava. O Rosa descobrira o universal no sertão que está em toda parte. Na época da moda da “leitura dinâmica” à la Kennedy, o Omar buscava seguir os conselhos de seu amigo e orientador de tese Borisas Cimblaris que preferia uma cuidadosa “leitura estática”.

Foi professor secundário e universitário, tendo sido livre docente na UFMG onde orientou várias teses. Pesquisador pioneiro no Instituto de Pesquisas Radioativas (atual CDTN) dirigiu projetos e unidades daquele Instituto onde foi Diretor. Não concordando com as mudanças políticas na instituição, discretamente solicitou sua demissão. Foi pesquisador e chefe de pro-

jetos na Fundação João Pinheiro e no CETEC. Foi fundador e primeiro Superintendente da OSCIP Economia e Energia – e&e e era membro de seu Conselho. Era também professor da PUC MG.

Sua honestidade e lisura o faziam o sócio e colega que todos os que comungam os mesmos valores gostariam de ter.

Muito seguro de suas convicções, combinava o interesse no avanço do conhecimento com a certeza de que o progresso não era tudo e que bens materiais não estavam no centro da felicidade. Recentemente, diante da afirmação do Presidente Obama de que não era possível governar os EUA seguindo o Sermão da Montanha, ele respondeu com o argumento do próprio Sermão de que não era fácil realizar o que ali era ensinado. Fácil era amar os amigos e odiar os inimigos. Essa visão sem radicalismo, mas procurando a essência do ensinamento para induzir uma mudança era bem da natureza do Omar. A lição prática dessa interpretação é que a fração de amor e compreensão que possamos ter pelo que hoje é nosso inimigo possa mudar essa situação.

É neste tipo de compreensão que ele devia encontrar a difícil conciliação do rigor científico e sua religiosidade. Essa visão aberta é que talvez torne um dia possível o diálogo entre as diversas religiões e até com os que preferem não tê-las.

Capacidade de conciliar, uma de suas melhores características, era, sem dúvida fruto de sua formação humanista e sua capacidade de conseguir de colegas e subordinados a cooperação e a paz. Provavelmente parte de sua realização do que aprendeu no Sermão da Montanha.

Artigo:

Brasil: Energia, Economia e Comércio Externo de Bens

João Antonio Moreira Patusco

Resumo: O Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro cresceu em média apenas 2,6% a.a. entre 1980 e 2011, enquanto a economia mundial cresceu 3,2% a.a. O artigo apresenta e analisa uma série de indicadores relativos à maior inserção de *commodities* intensivos em capital e de baixo Valor Agregado (VA) na economia e no comércio externo. Foram consideradas as *commodities*: aço, ferro-gusa, pelotas, minério de ferro, ferro-ligas, alumínio, alumina, bauxita, celulose, papel, soja e açúcar. São analisados os indicadores: Energia Agregada a Produtos Exportados, Intensidade Energética da Indústria, Paridade do Comércio Externo de Bens, Salário Setorial, Participação do Salário no VA e no PIB, Investimentos em Energia, Participação das *Commodities* no PIB e no Consumo de Energia. Os indicadores analisados e a continuidade da crise econômica nos países da Europa não são favoráveis a previsões otimistas.

Palavras-chave: Energia Agregada, Commodities, Economia e Comércio de Bens, Indicadores, Intensidade Energética, Importação, Exportação.

Abstract: The Brazilian Gross National Product (GNP) has grown on the average only 2.6% annually between 1980 and 2011 while the world economy has grown 3.3% annually. The article presents and analyzes a series of indexes relative to the insertion of commodities that are capital-intensive and have low Aggregated Value (AV) in the economy and in external trade. The commodities considered were: steel, pig iron, pellets, iron ore, ferro-alloys, aluminum, alumina, bauxite, cellulose, paper, soybean and sugar. The indexes analyzed are: Energy Aggregated to Exported Products, Energy Intensity of Industry, Parity of External Trade of Goods, Sectoral Salary, Participation of Salary in AV and GNP, Energy Investments, Participation of Commodities in the GNP and in Energy Consumption. The analyzed indexes and the continued economic crisis in the European countries do not favor optimistic forecasts.

Key-words: Aggregate Energy, Commodities, Economics and Trade of Goods, Indicators, Energy Intensity, Import, Export.

Propósito

O Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro cresceu a uma média de apenas

2,6% a.a. entre 1980 e 2011, enquanto a economia mundial cresceu a 3,2% a.a. O documento mostra e analisa uma série de indicadores relativos à maior inserção de produtos intensivos em capital e de baixo Valor Agregado (VA) – *commodities* - na economia e no comércio externo. Seria esta a principal causa do baixo crescimento da economia no período? O fenômeno “Maldição dos Recursos Naturais” está presente na economia brasileira?

Commodities consideradas: Aço, ferro-gusa, pelotas, minério de ferro, ferro-ligas, alumínio, alumina, bauxita, celulose, papel, soja e açúcar.

Indicadores analisados: Energia Agregada a Produtos Exportados, Intensidade Energética da Indústria, Paridade do Comércio Externo de Bens, Salário Setorial, Participação do Salário no VA e no PIB, Investimentos em Energia, Participação das *Commodities* no PIB e no Consumo de Energia.

Conclusões

Há um ditado chinês que diz: "Se planejar para um ano, plante arroz. Se planejar para 10 anos, plante árvores. Se planejar para 100 anos, eduque as pessoas".

O Brasil plantou arroz no período de 1980 a 2003 e talvez tenha plantado nos últimos anos. É o que se depreende dos indicadores analisados, com alta volatilidade das taxas anuais de crescimento do PIB e sem um período razoável de crescimento sustentável – crescimento pífio de 2% a.a. no período. No período subsequente a 2003, a economia passou para um melhor patamar de crescimento (4,2% a.a.), mas os indicadores a seguir apresentados e a continuidade da crise econômica nos países da Europa não são favoráveis a previsões otimistas.

Entre 2003 e 2008 o PIB avançou 26,4%, entretanto, o aumento dos preços internacionais das *commodities* respondeu por 10% desse crescimento (2,6 pontos percentuais), em razão do aquecimento da economia mundial, agora em crise e com efeito reverso.

O Brasil apresenta uma alta carga de *commodities* na sua pauta de exportação, respondendo por 81% das toneladas exportadas de 2011, e por apenas 40% do valor em dólares.

As exportações de “outros bens”, que desconsideram as *commodities*, vêm perdendo preço unitário em relação à mesma “cesta” de bens importados. Entre 1997 e 2011, o preço da tonelada dos bens importados cresceu

127% e o dos bens exportados cresceu apenas 24%.

Para cada tonelada importada de bens, o Brasil precisa exportar 3,2 t para equidade de valor.

Alguns setores apresentam alta relação entre estoque de capital (EC) e renda e outros, baixa relação. Em geral, as *commodities* estão entre as atividades de alta relação entre EC e renda - 5 ou mais unidades de EC por unidade de PIB. A tabela a seguir apresenta, de forma aproximada, três grupos de setores por ordem decrescente da relação EC/renda. A evolução da estrutura produtiva de 1980 em diante, mais direcionada para os grupos 1 e 2, foi incapaz de alavancar um crescimento econômico sustentável.

Unidades de Estoque de Capital por unidade de PIB

Grupo	Setor	PIB	Estoque de Capital
1	Petróleo, Etanol, Aço, Alumínio, Alumina, Minério de Ferro, Pelotas, Ferro-ligas, Açúcar, Cimento, Telecomunicação, Eletricidade	1	= ou > 5
2	Química, Papel e Celulose, Têxtil	1	< 5 e > 1
3	Serviços, Máquinas e Equipamentos, Material de Transporte, Eletroeletrônicos, etc	1	= ou < 1

A transição das *commodities* dos grupos 1 e 2 para os produtos do grupo 3 se faz na velocidade dos investimentos em educação e desenvolvimento tecnológico, mas o efeito dos “ganhos políticos imediatos” acaba prevalecendo. Tem prefeito de Município colocando porcelanato em calçadas da orla marítima, com os recursos dos royalties do petróleo. Virão outros que colocarão granito nas fachadas das escolas e hospitais públicos.

Nos anos 70, as taxas de investimento foram, em média, de 23% do PIB, tendo a economia crescido a 8% a.a. Nas duas décadas seguintes, as taxas recuaram para 20 a 21 % do PIB, tendo este crescido a 2% a.a. (ênfase nas *commodities*). No início dos anos 2000 as taxas de investimento recuaram para níveis de 15 a 16% do PIB (crise do suprimento de eletricidade) e atualmente estão entre 17 e 18%.

A evolução da produção de cimento é um bom termômetro de avaliação do crescimento econômico, tendo em conta que a construção civil é o carro chefe da demanda de bens e serviços. Na década de 70 a produção de cimento cresceu a 9,5% a.a.; entre 1980 e 2003, cresceu somente 1,1% a.a. e; de 2003 em diante, cresceu a 9,1% a.a.

Segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2021), do Ministério de Minas e Energia (MME), se estima que o PIB possa crescer a uma taxa média de 4,7% a.a. nos próximos 10 anos. A condição é que as taxas de investimento passem ao patamar de 21 a 22% do PIB. Será possível?

A alta carga tributária brasileira em relação à qualidade dos serviços públicos prestados reduz a capacidade de poupança da classe média, na medida em que há que se submeter a custos adicionais com a iniciativa privada quanto a educação, saúde, transporte e segurança.

Assim, será um desafio para o país manter taxas de crescimento do PIB acima de 4% a.a., tendo pela frente: a) investimentos pesados nas atividades de petróleo, que é do grupo 1 e; b) uma “dívida” social ainda elevada com a população, o que deverá limitar a disponibilidade de recursos públicos para investimentos produtivos.

Em bases internacionais, enquanto o Brasil cresceu a 2,6% a.a. entre 1980 e 2011, a China cresceu a 10% a.a. e a Coréia do Sul, a 6,2% a.a. A China saiu de um PIB per capita de 524 US\$PPP (2005) em 1980, para 7.400 US\$ em 2011. A Coréia saiu de 5.540 US\$ (0,7 o do Brasil) e passou a 28.000 US\$ (2,7 vezes o do Brasil). A China, com câmbio depreciado, tem apostado na expansão das exportações com valor agregado. A Coréia apostou na educação da população logo após a Segunda Guerra Mundial e colhe os frutos até hoje.

Entre 1980 e 2011, o PIB do México cresceu a 2,4% a.a., o do Equador a 2,8% a.a., o da Bolívia, a 2,6% a.a., e o da Venezuela, a 2,1% a.a. São países que têm em comum, há muitos anos, uma forte presença na economia da atividade de petróleo e gás, voltada para exportação, mas sem contribuição para o desenvolvimento dos países. A presença do fenômeno “Maldição dos Recursos Naturais” parece inequívoca.

O Plano Nacional de Educação (PNE) prevê a elevação dos gastos com educação de 5% para 10% do PIB em dez anos. Trata-se de meta ambiciosa, mas necessária.

A promoção do Brasil à economia do conhecimento e da inovação será possível com a adequada educação da população e investimentos na dinamização das cadeias produtivas. Os investimentos no pré-sal, os royalties e as receitas das vendas de petróleo trarão contribuição importante, desde

que sejam vencidos os desafios do desenvolvimento institucional e de coordenação e implementação das políticas envolvidas.

Energia Agregada a Produtos Exportados

A segunda crise internacional do petróleo, em 1979, quando o barril passou de 12 US\$ para 40 US\$ - a primeira ocorrera em 1973, com o barril passando de 3 a 12 US\$ - pegou o Brasil com déficit de 85% da demanda desta fonte de energia. O Brasil terminava a década com altas taxas de crescimento econômico e aumentos sucessivos na dívida externa.

O aumento dos juros internacionais, imposto pelos países credores, viria contribuir para a recessão da economia nacional, assim como as economias de diversos outros países.

Assim, o Brasil iniciou a década de 80 com uma série de medidas econômicas de contenção das importações em geral e de aumento da produção interna de petróleo e de outros bens considerados competitivos no mercado internacional à época. Produtos intensivos em energia, como aço, ferroligas, alumínio e celulose, por exemplo, tiveram forte expansão na produção.

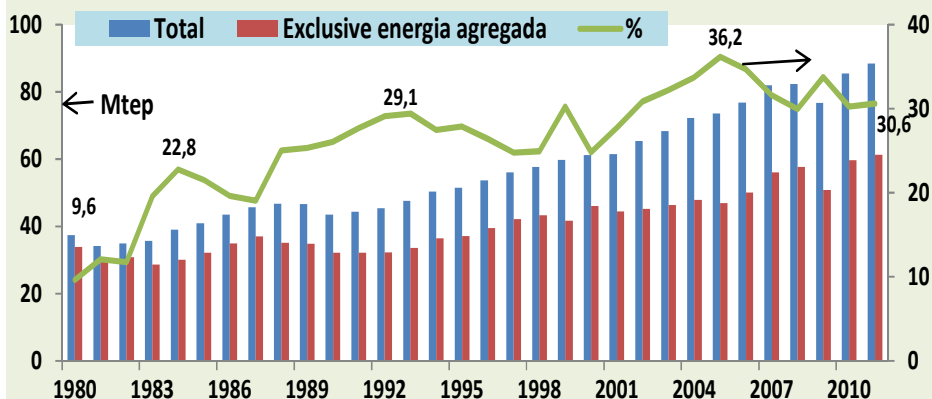
Contribuiu para alavancar as medidas econômicas a significativa expansão de usinas hidrelétricas, programadas em razão do bom desempenho econômico dos anos 70. Empreendimentos que somavam um pouco mais de 30 GW foram instalados e/ou iniciados entre 1978 e 1984, destacando-se: Paulo Afonso em 1979 (2.460 MW); Itumbiara em 1980 (2.082 MW); Tucuruí em 1984 (4.245 MW) e Itaipu em 1984 (12.600 MW).

Como resultado da nova ordem econômica, a energia agregada a produtos exportados, que em 1980 representava 9,6% da energia industrial, em 1984 já representava 23% e, em 1993, passava a 29%. A apreciação do câmbio no Plano Real (1994) viria afetar as exportações, fato que contribuiu para a redução relativa da energia agregada no período 1993 a 2000. No período seguinte, até 2005, a energia agregada atingiria o pico de 36% da energia industrial, agora com maior influência da expansão da produção de açúcar. De 2005 em diante, houve forte recuo nas exportações de aço, gusa e alumínio, revertendo a tendência de alta do indicador.

O intervalo entre as duas séries de barras representa a energia agregada a produtos exportados, em milhões de tep (tonelada equivalente de petróleo).

Na energia elétrica, os efeitos também se fizeram presentes, com o percentual agregado em produtos exportados passando de 5,3% em 1980 para 14,5% em 1984. O pico ocorreu em 1992 (25%), por conta, principalmente, do aumento das exportações de alumínio. Com a paralização da expansão da produção de alumínio, as exportações perderam mercado para a demanda interna.

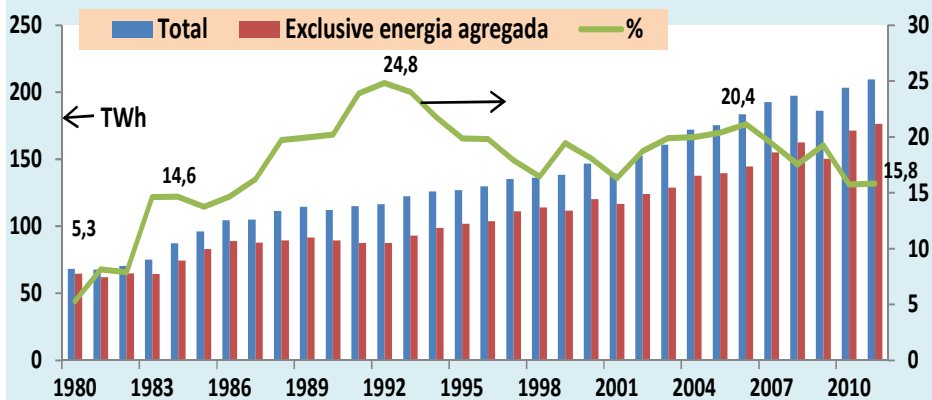
Consumo Industrial de Energia - total e exclusive energia agregada a bens exportados (Mtep e %)



De 1980 a 1984, enquanto a taxa do PIB recuou a 0,3% a.a., o consumo de energia elétrica cresceu a 7% a.a.

No gráfico acima e abaixo foram consideradas as exportações líquidas de aço, ferro-gusa, pelotas, minério de ferro, ferro-ligas, alumínio, alumina, bauxita, celulose, papel e açúcar.

Consumo industrial de Eletricidade - total e exclusive energia agregada a produtos exportados (TWh e %)

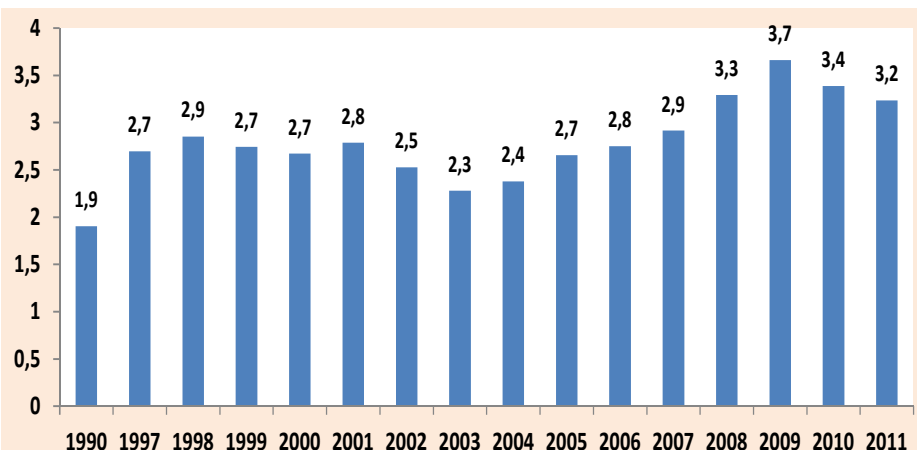


Importações e Exportações Brasileiras – Paridade

Em 1990, o Brasil necessitava exportar 1,9 t para cada t importada, para manter a paridade de valor em dólares. Em 1998, esse indicador já passava de 2,9. De fato, o Plano Real de 1994, ao valorizar a moeda nacional favoreceu o acesso a produtos importados de maior valor agregado – o câmbio chegou a ficar abaixo de 1R\$/US\$.

De 1997 a 2003, o câmbio foi depreciado, passando de 1 R\$/US\$ a 3 R\$/US\$, o que favoreceu a queda das importações de maior valor agregado, chegando o valor da t importada a recuar 4,5% a.a. no período, enquanto o preço da t exportada recuou apenas 1,3% a.a.

Paridade em Dólar do Comércio Externo (t Exportada / t Importada)

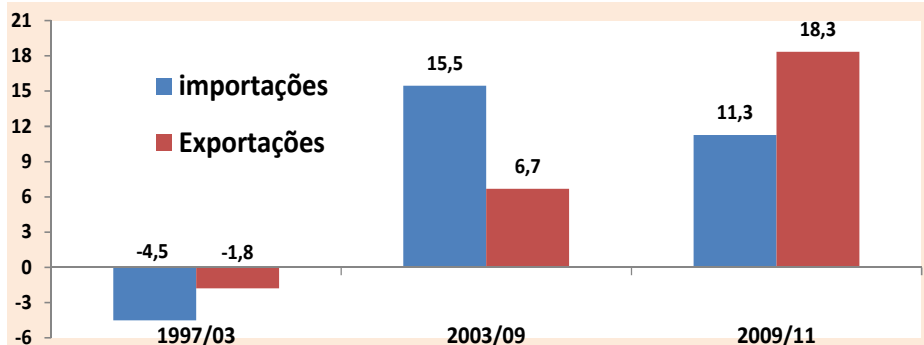


De 2003 a 2009, uma nova apreciação da moeda nacional, combinada com o aumento relativo de exportações de produtos de menor valor agregado, resultou no aumento de 15,5% a.a. no preço médio da t importada, contra um aumento de apenas 6,7% a.a. no preço da t exportada.

Em 2009, a crise mundial afetou ainda mais a relação de competitividade do Brasil com o exterior, quando os preços das *commodities* recuaram em maior proporção do que os volumes físicos exportados. Foi um ano em que o Brasil necessitou exportar 3,7 t para cada t importada, para equidade de valor em US\$.

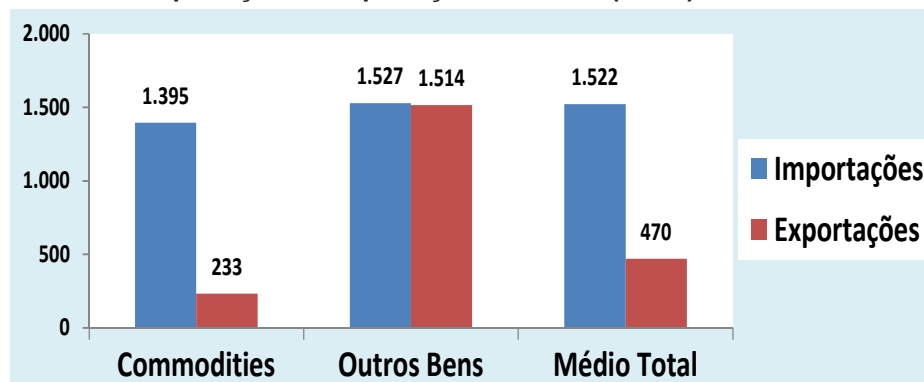
De 2009 a 2011, os preços das *commodities* tiveram recuperação com taxas superiores às dos volumes exportados e, como resultado, a relação de competitividade com o exterior melhorou.

Taxas Médias de Crescimento do Preço Médio, em dólares, da Tonelada Importada e Exportada (% a.a.)



Em 2011, o preço médio das *commodities* exportadas ficou em 233 US\$ a tonelada, e o das importações, em 1.395 US\$/t. Já para as exportações de “outros bens” – exclusive *commodities* - o Brasil mostra valor médio de 1.514 US\$/t, muito próximo do preço médio da mesma “cesta de bens” importados (1.527 US\$/t).

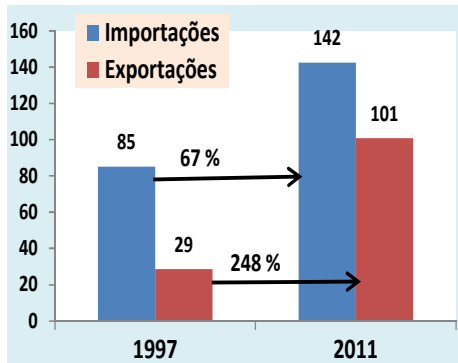
Valor das Importações e Exportações em 2011 (US\$/t)



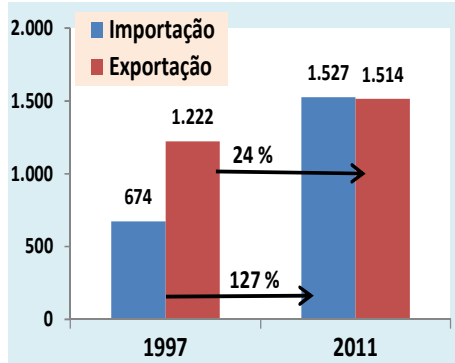
Entre 1997 e 2011, a “cesta” de “outros bens” aumentou de 14% para 19% sua participação nas exportações brasileiras, em peso, o que pode ser considerado um fato positivo. Entretanto, em valor, houve recuo de 67% para 60%. O preço unitário das *commodities* cresceu 133% no período, enquanto que o preço de “outros bens” cresceu apenas 24%. Por sua vez, nas importações, o preço de “outros bens” cresceu 127% no período, fato que caracteriza perda de competitividade do país em produtos de maior valor agregado.

Importações e Exportações de Outros Bens – exclusive commodities

Milhões t



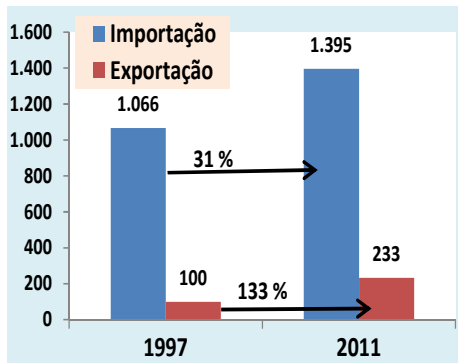
US\$/t



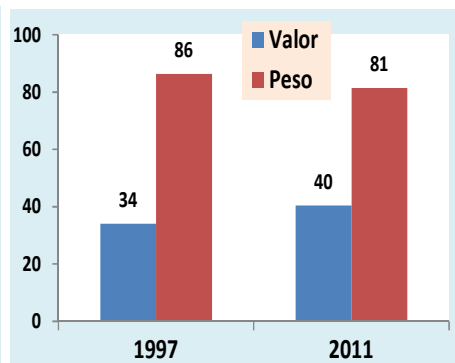
As *commodities*, ao contrário de “outros bens”, perderam participação relativa no peso das exportações brasileiras, entre 1997 e 2011, mas incrementaram a participação em valor, de 34% para 40%.

Comércio Externo de *Commodities*

US\$/t



Participação na Exportação Total (%)



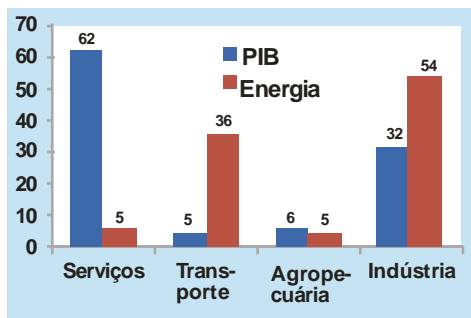
Intensidade Energética

A atividade de serviços, exclusive transportes, tem grande participação na formação do PIB brasileiro (62%) e baixa participação no consumo de energia (5%). Na agropecuária há um relativo equilíbrio nas participações no PIB e na energia. O setor de transportes, pela sua natureza, é intensivo na energia (36% de participação), com baixa participação no PIB (5%). Já o setor industrial (inclusive a indústria de energia), é mais intensivo em energia (54%) do que em VA (32%).

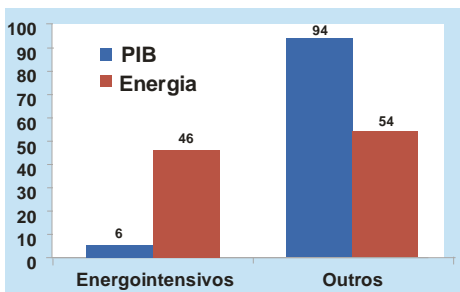
Na indústria, verifica-se uma significativa participação de atividades intensivas em energia, que são responsáveis por 46% do consumo de energia do setor, e por apenas 6% do VA. Já o agregado “Outros Ramos Industriais” apresenta situação inversa.

Participação de Setores na Formação do PIB e no Consumo de Energia, em 2011 (%) – Exclui energia residencial e de uso não energético.

Brasil

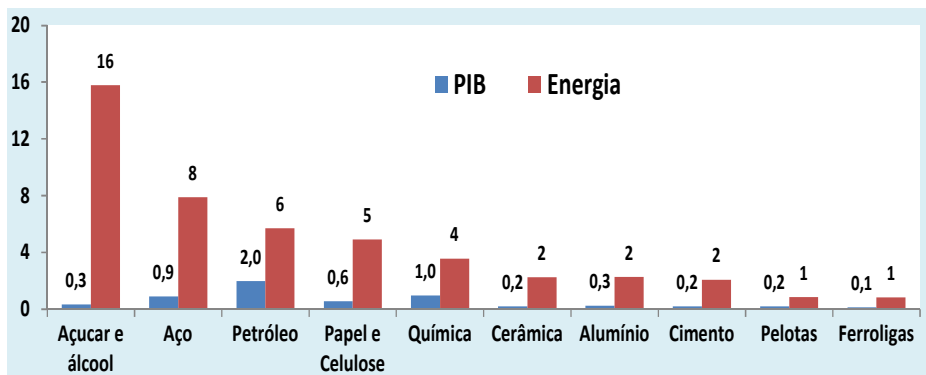


Indústria (inclusive setor energético)



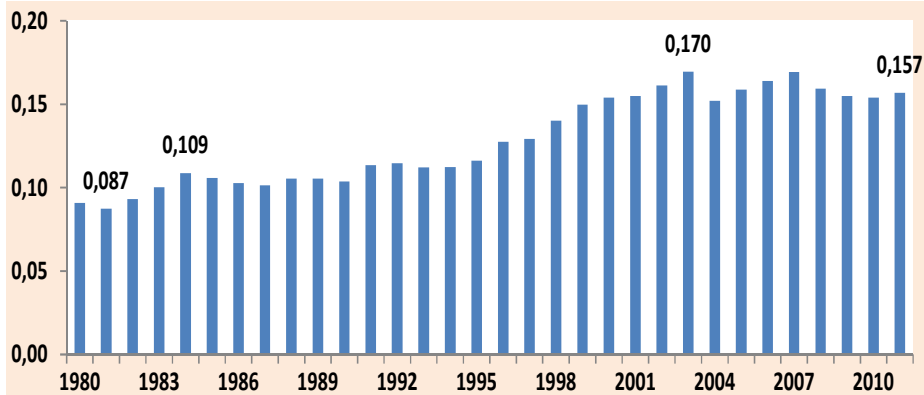
De fato, alguns produtos industriais são muito intensivos em energia, mas possuem baixa contribuição na formação do PIB, conforme mostra o gráfico a seguir.

Brasil - Participação de Setores na Formação do PIB nacional e no Consumo de Energia, em 2011 (%) – Exclui energia residencial e de uso não energético.



Em razão da maior inserção de produtos intensivos em energia na economia, a intensidade energética industrial (relação entre o consumo de energia e o Valor Agregado - VA) passou por sucessivos aumentos no período de 1980 a 2003. O indicador dobrou no período, indo de 0,087 para 0,170 tep/mil US\$(2011).

Intensidade Energética Industrial - tep/mil US\$ (2011)

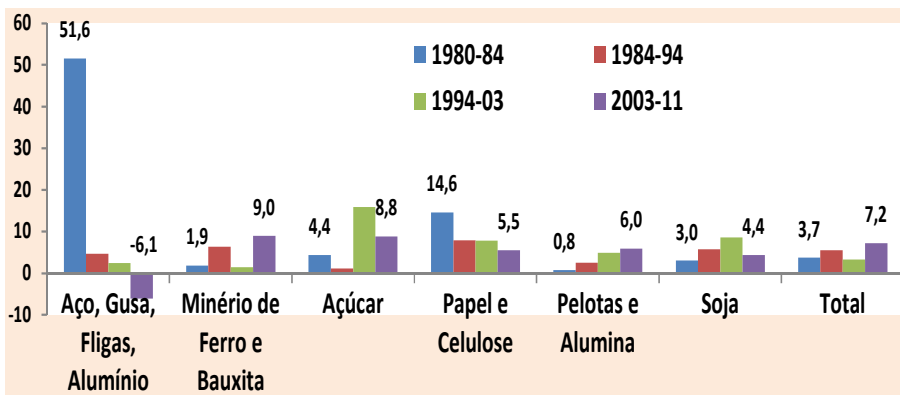


No período de 1980 a 1984, os produtos aço, gusa, ferro-ligas, alumínio e celulose, foram os principais indutores do aumento da intensidade energética. Entre 1994 e 2003, o forte aumento da exportação de açúcar sobressai como principal responsável pelo aumento.

A partir de 2003 a combinação das exportações dos diferentes produtos favoreceu uma pequena redução na intensidade energética. Em verdade, a atual política de modicidade tarifária na energia elétrica tem resultado em alterações na “cesta” de exportações de *commodities*, comprovadas por maior inserção de produtos menos intensivos em energia, como minério de ferro, bauxita, alumina e pelotas, em relação ao aço e alumínio, por exemplo.

Cabe o registro de que a energia consumida na produção de açúcar é 100% de produção própria (bagaço e energia elétrica) e a consumida na produção de papel e celulose é 85% de produção própria (lixívia, lenha e eletricidade), o que atenua os efeitos da intensidade energética nos investimentos em energia, por exemplo.

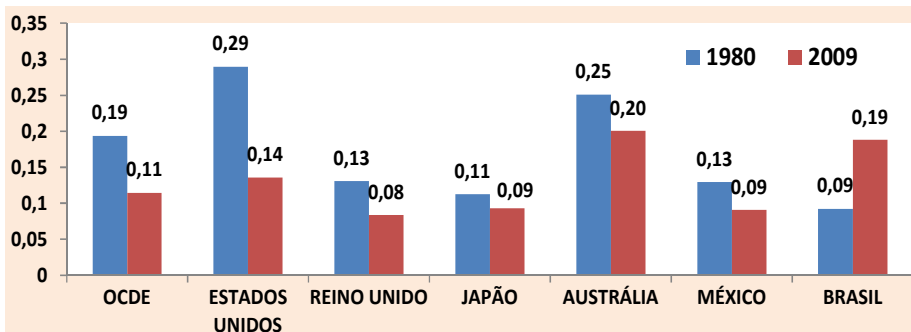
Taxas Médias de Crescimento das Exportações Físicas de Produtos (% a.a. por período)



Observa-se no gráfico anterior que aço, gusa, ferro-ligas, alumínio e celulose reduzem as taxas de crescimento das exportações de 1980 a 2011, ao contrário da tendência de alta dos demais produtos.

Na comparação com outros países, nota-se que as economias desenvolvidas trilharam o caminho da redução da intensidade energética, seja por medidas de eficiência, seja por transferência da indústria pesada aos países em desenvolvimento. Os Estados Unidos, por exemplo, reduziram à metade a intensidade energética industrial entre 1980 e 2009.

Intensidade Energética Industrial em Países Selecionados - tep/mil US\$ PPP (2009)



Os números da tabela a seguir evidenciam a absorção da indústria pesada pelos países em desenvolvimento. Nota-se que o carvão mineral – principal insumo da indústria de aço – aumenta de participação no Brasil e nos outros países do mundo que não a OECD. Já na OECD, os combustíveis

mais nobres, como eletricidade e gás natural, são os mais relevantes em participações, vocação de consumo da indústria de maior tecnologia.

Destaque-se, ainda, que no período de 1973 a 2009, os países da OECD reduziram em quase 20% o consumo industrial de energia, de 958 para 773 milhões tep, apesar de crescimento econômico de 2,8% a.a.

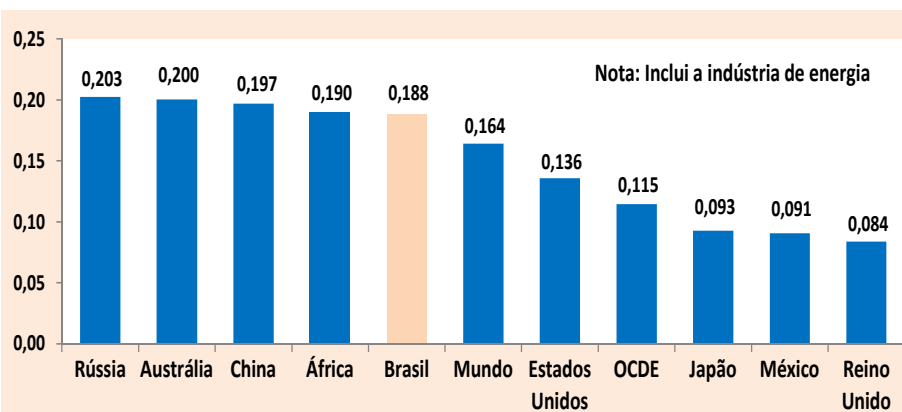
Consumo Industrial de Energia no Mundo (% e Mtep)

Fonte	Brasil		OECD		Outros	
	1973	2011	1973	2009	1973	2009
DERIV. PETRÓLEO	39,3	14,4	32,7	14,7	22,6	13,1
GÁS NATURAL	0,1	11,3	26,1	30,6	19,0	13,6
CARVÃO MINERAL	7,0	14,7	19,1	11,7	31,4	37,1
ELETRICIDADE	11,1	20,4	16,5	31,0	13,1	22,8
BIOMASSA E OUT. RENOV.	42,4	39,3	4,4	8,9	6,7	7,8
CALOR	0,0	0,0	1,1	3,1	7,3	5,7
Total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Total – milhões tep	23	88	958	773	562	1.490

Embora com aumento significativo da intensidade energética industrial, o Brasil ainda se situa com o indicador semelhante aos dos demais países dos BRICS, conforme mostra o gráfico a seguir.

A Austrália é um dos poucos países desenvolvidos com intensidade energética industrial relativamente alta, em razão de grande participação da metalurgia na estrutura produtiva e de forte exploração de carvão mineral volta-da para exportação.

Intensidade Energética Industrial em Países Selecionados em 2009 - tep/mil US\$ PPP (2009)



Emprego e Salário

De acordo com informações do IBGE, o Brasil contava, em 2009, com 96,6 milhões de pessoas ocupadas nas atividades de serviços, agropecuária e indústria. De 2000 a 2009, o setor de serviços apresentou a maior taxa de crescimento de pessoas ocupadas (3% a.a.). A agropecuária reduziu o número de ocupações no período.

Pessoas Ocupadas no Brasil (milhões)

Setor	2000	2009	% a.a.
Total Brasil	79,0	96,6	2,3
Agropecuária	17,6	16,8	-0,5
Serviços	46,0	60,0	3,0
Indústria	15,4	19,8	2,9

A taxa de crescimento das ocupações totais, de 2,3% a.a., entre 2000 e 2009, superou a taxa média de crescimento da população, de 1,2% a.a.

Em relação ao salário médio nacional, próximo de R\$ 1.200,00 por mês em 2009, o salário da indústria ficou um pouco acima, o de serviços ficou praticamente igual, e o da agropecuária ficou um pouco abaixo da metade.

Salário Médio Anual das Pessoas Ocupadas - R\$(2009)

Setor	2009	%a.a. 2000 a 2009	Média BR = 1
Total Brasil	14.222	0,61	1,00
Agropecuária	6.779	0,79	0,48
Serviços	14.006	0,54	0,98
Indústria	15.871	0,59	1,12

Embora entre 2000 e 2009 tenha havido aumento real do salário médio por pessoa ocupada, de 0,6% a.a., a massa salarial em relação ao PIB recuou 2,2% no período.

Participação do Salário no Produto Interno Bruto (%)

Setor	2000	2000 a 2007	2009
Brasil	50,3	46,8	49,2
Agropecuária	77,0	70,7	72,3
Serviços	47,5	43,8	44,5
Indústria	40,7	36,6	42,0

Em média, no período 2001 a 2007, o salário respondeu por 46,8% do PIB brasileiro, apresentando recuo de 7% em relação à participação de 2000 (50,3%). O setor industrial apresentou o maior recuo (10%).

De fato, de 2000 até a primeira metade de 2008, o Brasil passou por algumas alterações na composição da cesta de exportações, aumentando a participação relativa de minério de ferro e de pelotas em relação ao aço; da alumina e da bauxita em relação ao alumínio; da soja em grão em relação ao farelo, do petróleo bruto em relação aos derivados, dentre outras.

Participação do Salário no Valor Agregado (%)

Setor	2000 a 2007	Média BR = 1
E&P petróleo	15,9	0,3
Refino petróleo	17,2	0,4
Etanol	14,5	0,3
Serviços de eletricidade	17,4	0,4
Minério de ferro	10,9	0,2
Automóveis	70,0	1,5
Máquinas e equipamentos	48,2	1,0

Observa-se, na tabela anterior, que as alterações na cesta de exportações foram na direção de produtos com menor participação do salário na formação do VA – alta produtividade do capital -, o que pode explicar parte do recuo da massa salarial no PIB nacional.

A crise mundial, iniciada nos Estados Unidos no final de 2008, afetou sobremaneira as exportações de *commodities* do Brasil, em volume e preços, mas não afetou os salários na mesma proporção. Isto explica a recuperação dos salários no VA industrial de 2009, indo a 42% de participação (crescimento de 15% sobre a média 2001/2007). É provável que haja algum

recuo em 2010 e 2011, em razão da recuperação dos preços de boa parte das *commodities*.

De acordo com a Organização Internacional do Trabalho (OIT), em 16 economias desenvolvidas, a proporção média do trabalho diminuiu de 75% da renda nacional em meados dos anos 1970 para 65% nos anos imediatamente anteriores à crise mundial de 2008. Recuperou-se por pouco tempo, mas caiu novamente após 2009. Em 16 economias em desenvolvimento e emergentes, diminuiu de 62% do PIB nos primeiros anos da década de 1990 para 58% antes da crise. Na China, onde os salários triplicaram ao longo da última década, a participação dos trabalhadores na renda nacional também diminuiu.

Para a OIT, a queda da participação do trabalho no PIB é consequência de um conjunto de fatores como avanço tecnológico, globalização do comércio, expansão dos mercados financeiros e queda do movimento sindical. No caso do Brasil, as alterações na estrutura produtiva podem ter dado a sua contribuição.

Salário Médio Anual (R\$ de 2009)

Setor	2009	%a.a. 2000 a 2009	Média BR = 1
E&P petróleo	135.088	0,58	9,5
Refino petróleo	124.226	0,66	8,7
Etanol	18.548	0,61	1,3
Serviços de eletricidade	41.694	0,47	2,9
Minério de ferro	50.858	0,55	3,6
Automóveis	76.346	0,58	5,4
Caminhões	81.858	0,58	5,8

Apesar dos salários médios das atividades de E&P e de refino de petróleo serem mais de 8 vezes superiores à média nacional, ainda assim a participação dos salários no VA das atividades é 70% inferior a média nacional. No Brasil a participação do trabalho no PIB é próxima de 50% e no setor de petróleo, próxima de 16%.

Exploração de minério de ferro é outra atividade com baixa participação do trabalho no VA, embora com nível salarial mais de 3 vezes superior à média nacional.

Automóveis e caminhões apresentam bons níveis salariais e boas participações dos rendimentos no VA das atividades, em razão do maior número

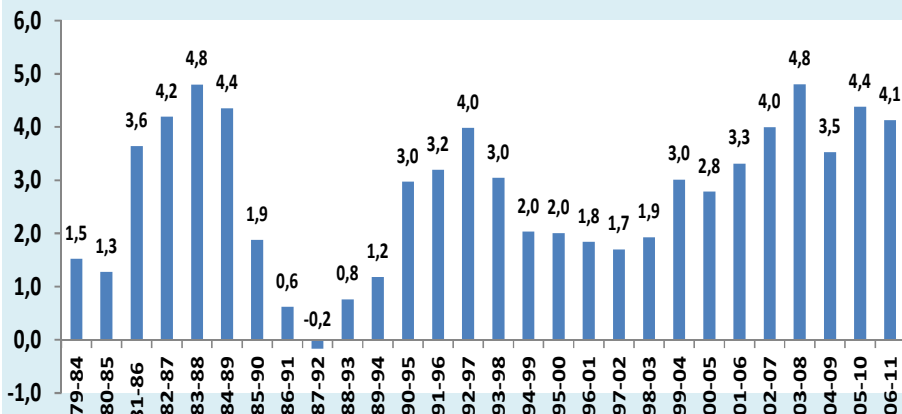
relativo de pessoas ocupadas. A indústria de materiais de transportes foi uma das que mais contribuiu para o bom desempenho da economia de 2003 em diante.

O crescimento da massa salarial é tido como um vetor motivador do crescimento econômico, na medida em que aumenta a demanda por bens e serviços, o que resulta em maiores investimentos, mas não é o único. Aumento real de salário, recuo da inflação, congelamento de preços, expansão do comércio externo, acesso ao crédito, apreciação do câmbio, depreciação do câmbio, incentivos fiscais, dentre outros vetores, contribuem, também, para a expansão econômica. Se estes vetores dão ou não sustentação ao crescimento econômico é a grande dúvida.

Ao se observar as taxas médias de crescimento ao ano do PIB brasileiro, no período de 1979 a 2011, calculadas por períodos móveis de 5 anos, nota-se que os períodos com sustentação de taxas acima de 4% a.a. foram:

- a. De 1986 a 89, como resultado do “Plano Cruzado de 1986”, em que o foco foi o congelamento de preços, o que aumentou o poder de compra da população, que vinha de uma demanda reprimida, resultado da recessão no início dos anos 80. Logo em seguida viria o “Plano Collor” de 1990, com sérias perturbações sobre a economia,
- b. De 1994 a 97, como resultado do “Plano Real de 1994”, em que o foco foi a queda vertiginosa da inflação - havendo inclusive deflação -, e a apreciação do câmbio. Mais uma vez houve forte incremento no poder de compra da população, logo após um período de demandas reprimidas. A apreciação do câmbio viria complicar as contas externas e a economia retomaria baixos níveis de crescimento. A crise asiática em 1998 e a crise interna de suprimento de energia elétrica de 2000 viriam perturbar ainda mais a já conturbada economia nacional e,
- c. De 2004 a 2008, agora com a inflação sob controle, em que o foco foi o programa “bolsa família”, o programa “minha casa minha vida”, a política de acesso ao crédito, a política de redução de impostos e a apreciação do câmbio em razão de aumentos sucessivos nas exportações de *commodities*. Nos anos seguintes, com a crise dos Estados Unidos ao final de 2008, a economia nacional viria a ter crescimento negativo em 2009, com forte recuperação em 2010 e fraco desempenho em 2011 e em 2012.

Crescimento do PIB Brasileiro – % a.a. por período móvel de 5 anos



Ficam as perguntas:

O Brasil entrou em estágio de crescimento sustentado da economia?

Há espaço para maior endividamento das famílias?

Por quanto tempo a crise internacional continuará a afetar a economia?

Como anda o controle das instituições financeiras que não são Bancos?

O câmbio por volta de 2 R\$/US\$ é adequado para manter uma pauta de comércio externo competitiva?

Investimentos em Energia

Os investimentos na expansão da oferta de energia representam cerca de 10% dos investimentos totais brasileiros, mas em termos de participação na formação do PIB as atividades de exploração, produção e distribuição de energia respondem por apenas 5%. Na massa salarial brasileira a participação do setor é de apenas 2%. Energia é, portanto, um insumo intensivo em capital e que gera pouco VA e nível de empregos.

A expansão das atividades de petróleo deverá absorver cerca de 7% dos investimentos totais do Brasil nos próximos 10 anos. Já a soma dos rendimentos dos empregados da E&P e do refino não deverá chegar a 1% dos rendimentos nacionais e o respectivo VA não chegará a 3% do PIB nacional, já considerando que a produção de petróleo possa dobrar nos próximos 10 anos.

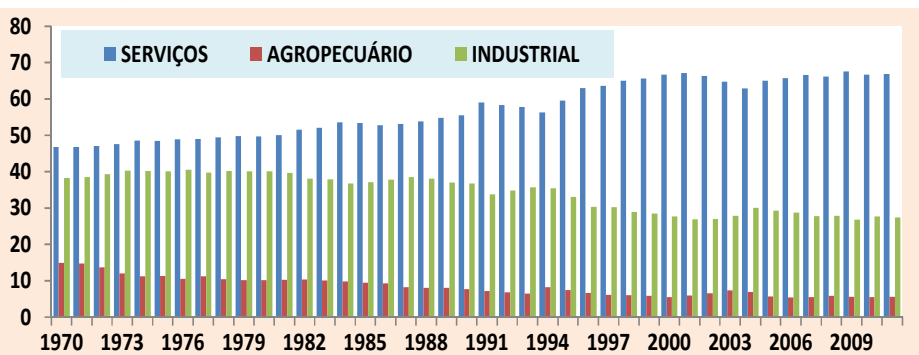
Competitividade Nacional

A economia brasileira cresceu a 2,6% a.a. de 1980 a 2011, enquanto que o PIB mundial cresceu a 3,2% a.a. De fato, a evolução da estrutura produtiva, com maior peso relativo de *commodities*, pode ter sido um dos fatores restritivos a maiores taxas de crescimento do PIB. As oportunidades de “ganhos políticos” no curto prazo prevalecem sobre medidas de agregação de valor aos recursos naturais. Desenvolvimento tecnológico e qualificação de mão-de-obra não dão resultados numa mesma gestão de governo, o que não gera motivação.

Como já comentado anteriormente, entre 2003 e 2011 o PIB brasileiro cresceu a 4,2% a.a., e este foi o melhor período, após 1980, em que as taxas de crescimento ficaram acima da taxa média da economia mundial, de 3,8% a.a.

Até o início da década de 1990 a economia brasileira detinha mecanismos de proteção que suplantavam a valorização da taxa de câmbio. A partir daí, através da liberalização comercial e financeira, a indústria passou a perder posição na economia. No início da década a participação da indústria estava no patamar de 37% do PIB e, já ao final da década havia recuado para 27%, mantendo-se neste patamar até 2011.

Participação dos Setores no PIB Nacional (%)



Como já comentado, a apreciação do câmbio em 1994, afetou sobremaneira a produção industrial, entretanto, parte do recuo na participação da indústria se deve, também, ao fenômeno da “terceirização”, em que atividades antes vinculadas à indústria passam ao setor de serviços, como alimentação, limpeza, contabilidade, segurança, transporte, jurídica, etc.

Em 1977 a revista “The Economist” utilizou o termo “Doença Holandesa” para descrever o processo de declínio pelo qual passava o setor industrial na Holanda após a descoberta de grande fonte de gás natural. Com o início da exploração, a Holanda passou a exportar gás natural em grandes proporções, o que provocou uma maciça entrada de divisas decorrente de suas receitas de exportação.

O efeito da entrada de moeda estrangeira foi a forte valorização de sua moeda local (na época, o florim). A valorização cambial atingiu de maneira direta o setor industrial, afetando sua competitividade externa, estimulando as importações, o que levou a um processo de desindustrialização.

No Brasil, a preocupação com este fenômeno vem surgindo em razão da possibilidade de exportação futura de grandes quantidades de petróleo, o que poderá levar o País a ocupar o grupo dos maiores exploradores mundiais do produto.

“Maldição dos Recursos Naturais”: diz-se das receitas da exportação de recursos naturais financiarem as despesas correntes do país, de manutenção da máquina pública, o que gera riqueza no curto prazo e problemas no longo prazo.

O fenômeno anterior ocorre em boa parte dos países com grandes volumes de exportação de petróleo, cujas receitas não promovem crescimento industrial virtuoso, apesar de exportadores do produto há muitos anos. Na América Latina há alguns exemplos.

A atual política de conteúdo nacional na área de petróleo, já com 75% dos investimentos aplicados em bens e serviços nacionais – indicador que era de 57% em 2003 -, embora muito importante, por si só, tem efeito limitado no contexto geral de dinamização da indústria nacional.

A forma de fomentar o setor industrial exportador e o seu contínuo desenvolvimento tecnológico, vai de encontro à capacidade do País de: (i) encontrar formas adequadas de utilização das receitas das exportações de *commodities* e, (ii) manter uma taxa de câmbio relativamente depreciada.

Países como o Japão, a Alemanha, a Itália e, mais recentemente, os países asiáticos dinâmicos como China e Índia, contaram sempre com taxas de câmbio depreciadas que viabilizaram o desenvolvimento da indústria manufatureira.

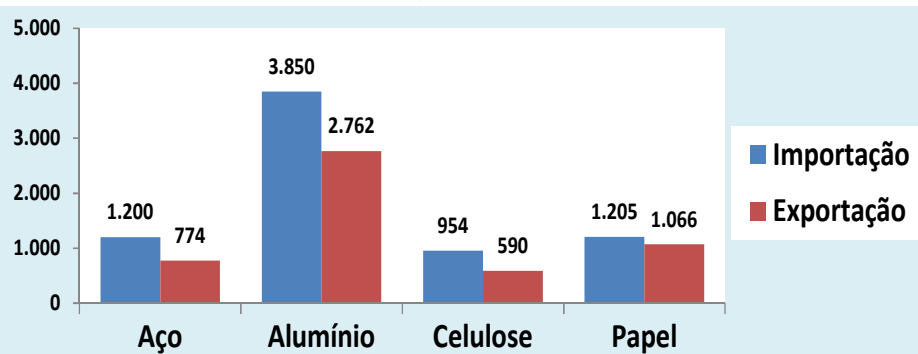
Paradoxalmente, no Brasil as maiores taxas de crescimento da economia ocorreram em períodos de apreciação do câmbio que, em combinação com demandas reprimidas e queda de inflação e/ou aumento do endividamento das famílias, promoveram forte procura por bens e serviços. Só que foram períodos curtos, sem sustentação.

Já para as contas externas brasileiras, os benefícios têm sido maiores em períodos de baixo crescimento econômico, em que há redução da demanda interna por bens e serviços, há redução de importações e, em contrapartida, há aumento das exportações. São períodos de câmbio depreciado.

Tradicionalmente o brasileiro é consumidor contumaz, com pouca vocação para poupar. Nas oportunidades que se apresentam vai às compras e/ou planeja viagens. Soma-se a isto o custo adicional que a classe média tem com os serviços privados de educação, saúde, transporte e segurança, em razão da falência dos serviços públicos. Assim, há limitações de incrementos da poupança interna para investimentos.

O gráfico a seguir mostra que dentro de uma mesma classe de produto, como aço, alumínio, celulose e papel, o Brasil perde em competitividade, em razão de importações de bens especiais de maior valor agregado. São casos típicos de que políticas industriais específicas podem ser avaliadas e aplicadas. É possível que em alguns casos pode não haver demanda interna em escala que justifique a internalização dos produtos.

Preços de Importação e Exportação de Bens Selecionados (US\$/t)



Para Reflexão

Uma taxa de câmbio relativamente depreciada é necessária para que haja crescimento constante das exportações e, em consequência, oportuni-

dade para investimentos lucrativos. É isso que aconteceu com países que se desenvolveram rapidamente, como o Japão, os demais países asiáticos pequenos e, finalmente, com a China e a Índia.

Estes países seguem uma regra básica: “Na dúvida, escolha-se a política econômica que garanta o câmbio mais depreciado.

Indicadores de Competitividade				
N°	Indicadores	1997	2011	Avaliação
1	Comércio Externo de Bens: relação entre as exportações e as importações (em valor)	0,89	1,13	😊
2	<i>Commodities</i> : participação nas exportações totais de bens (% do peso)	86	81	😊
3	<i>Commodities</i> : participação nas exportações totais de bens (% do valor em US\$)	34	40	😞
4	Comércio Externo de Bens: t exportada por t importada, para equidade de valor em US\$ (t/t)	2,7	3,2	😞
5	<i>Commodities</i> : relação entre o preço médio das exportações (US\$/t) e o das importações	0,09	0,17	😊
6	“Outros Bens” (exclusive commodities) : relação entre as exportações e as importações (em peso)	0,34	0,71	😊
7	“Outros Bens”: relação entre o preço médio das Exportações (US\$/t) e o das importações	1,81	0,99	😞
8	“Outros Bens”: relação entre as exportações e as importações (em valor)	0,61	0,70	😊
9	<i>Commodities</i> : % da energia agregada aos produtos exportados sobre o consumo industrial de energia	24,5	30,6	😞
10	<i>Commodities</i> : % da energia elétrica (EE) agregada aos produtos exportados sobre o consumo industrial de EE	17,5	15,8	😊
11	Indústria BR: relação entre o consumo de energia e o Valor Agregado (VA) – tep / mil US\$ (2011)	0,130	0,157	😞
12	Indústria OECD: relação entre o consumo de energia e o Valor Agregado (VA) – tep / mil US\$ PPP (2011)	0,094	0,082	😊

Commodities : aço, ferro-gusa, pelotas, minério de ferro, ferro-ligas, alumínio, bauxita, celulose, papel, soja e acúcar

Texto para discussão:

Existe a possibilidade de um novo apagão?

Carlos Feu Alvim

Resumo: Existe a possibilidade de um déficit no abastecimento de eletricidade em 2013 como o de 2001?

O objetivo deste trabalho é permitir uma avaliação clara e independente da possibilidade de um déficit de abastecimento no Brasil em 2013. Para tanto, são analisados três cenários, modificando a afluência ou capacidade não hídrica considerada: Básico, “2001” e de Mínima Afluência.

Conclui-se que não existem perspectivas efetivas de racionamento para o ano de 2013 se for possível utilizar 70% da capacidade não hídrica do Sistema Integrado Nacional. As dúvidas que restam estão ainda relacionadas com a efetiva mobilização das usinas térmicas em um caso de seca muito severa em 2013.

Palavras-chave: racionamento, eletricidade, déficit, Brasil, Sistema Integrado Nacional, blackout.

Abstract: Is there the possibility of deficit regarding electricity supply in 2013 like that of 2001?

The objective of the present article is to carry out a clear and independent evaluation of the possibility of supply deficit in Brazil in 2013. For this purpose three scenarios are evaluated changing the precipitation or non-hydraulic capacity considered: Basic, “2001” and Minimum Precipitation.

It is concluded that there are not effective perspectives of rationing for 2013 if it is possible to use 70% of the non-hydraulic capacity of the National Integrated System. The remaining doubts are still connected with the effective use of thermal power plants in case of severe drought in 2013.

Key-words: rationing, electricity, deficit, Brazil, National Integrated System, blackout.

Existe a possibilidade de um novo apagão?

O nível dos reservatórios ao final do ano 2012 reacendeu o debate sobre a possibilidade de um novo “apagão”, à semelhança do ocorrido no ano de 2001.

Deve-se dizer inicialmente que o risco de déficit é inerente a um sistema com predominância hídrica como o brasileiro. O que se busca no planejamento energético é fixar o nível de risco em um mínimo aceitável. Um sistema de risco zero seria demasiadamente caro. Riscos da ordem de 5% para uma queda de abastecimento em período de um ou dois meses podem ser absorvidos, reduzindo temporariamente algumas atividades mais intensivas em energia, sem maiores prejuízos para a atividade econômica como um todo. O prejuízo econômico nesse caso é balanceado pela conveniência de manter a energia a um custo que mantenha competitiva a atividade produtiva nos anos normais.

Todavia, um racionamento energético mais abrangente tem um alto custo econômico e é inteiramente indesejável em um ano em que se espera a retomada no ritmo de crescimento. Para o atual governo, um apagão teria sérias repercussões políticas.

O objetivo deste trabalho é permitir uma avaliação clara e independente da possibilidade de um déficit de abastecimento no Brasil em 2013. O trabalho obedece ao seguinte esquema:

1. Explica como os reservatórios permitem regular um sistema elétrico;
2. Menciona outras formas de regulação de um sistema como o brasileiro usando outras fontes e remete ao artigo, neste mesmo número, *Formas de regulação do suprimento da energia elétrica*; disponível em:

http://ecen.com/eee88p/regulacao_eletrica.htm

1. Descreve o modelo do reservatório único na avaliação da probabilidade de interrupção do abastecimento;
2. Faz breve análise do apagão de 2001;
3. Avalia a queda da afluência de 2012;
4. Analisa cenários para 2013 considerando dois níveis de disponibilidade não hídrica (14,5 e 17 GW) e três de afluência (normal, do apagão de 2001 e ano mais seco) e a probabilidade histórica de que ocorram.

Porque são necessários os reservatórios?

As fontes renováveis de energia que a natureza oferece têm sido usadas desde os primórdios da civilização. Elas apresentam duas características

principais: são dispersas no espaço e variam consideravelmente ao longo do tempo. Por essa razão foram em grande parte substituídas por fontes mais concentradas que permitem o armazenamento. As novas tecnologias e os maiores custos diretos e indiretos das fontes fósseis estão permitindo a volta das energias renováveis que, no entanto, continuam apresentando estas duas características fundamentais.

A energia que vem da elevação, por evaporação, da água das chuvas tem as características habituais das fontes renováveis, mas, no caso, a própria natureza já se encarrega de adequá-lo ao uso ao concentrar espacialmente as águas nos cursos d'água e regularizando parcialmente, através de um complexo mecanismo de retenção no solo, em geleiras e na vegetação. Mesmo assim, seu volume apresenta considerável variação ao longo do ano (sazonal) e de ano para ano (anos secos e chuvosos).

Das barragens naturais o homem aprendeu a fazer as suas e com a descoberta da tecnologia de geração de hidroeletricidade conseguiu transportar a energia para outros lugares. As barragens permitem reservar a energia para usá-la quando e onde necessita. A eletricidade produzida, como se sabe, é difícil de acumular e os sistemas que existem (fundamentalmente baterias) são muito caros.

A água acumulada nos reservatórios serve tanto para regular as variações da demanda diária como para compensar as variações sazonais do fluxo de água nas estações chuvosa e seca. A acumulação em barragens é tão prática que alguns sistemas no exterior, onde predominam outros tipos de energia, utilizam motores que bombeiam a água de um reservatório inferior para um superior para, nas horas de pico, gerar energia para cobrir essa maior necessidade de eletricidade em uma hora do dia.

Uma breve descrição do Sistema Integrado Nacional - SIN é apresentado no Anexo 1. O SIN é um complexo sistema de bacias com usinas e reservatórios em série ao longo dos diversos cursos d'água. É administrado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico - NOS, em cujo *site* ons.org.br pode-se encontrar uma completa e atualizada série de dados de operação e sua descrição. Lá pode ser encontrado, por exemplo, um completo esquema geral do Sistema. Nele, os rios aparecem ordenados por bacias hidrográficas de maneira que é possível acompanhar a trajetória da água. Uma precipitação na cabeceira de um rio pode gerar energia ao longo de toda sua tra-

jetória em rios que compõem as diversas bacias. A água que aflui às bacias hidrográficas é contabilizada como Energia Natural Afluente (ENA), medida em GWmed¹.

O SIN é composto de quatro subsistemas: Sudeste / Centro Oeste - SE/CO, Norte - N, Nordeste - NE e Sul - S. Os subsistemas são interligados de maneira a atender as necessidades mais previsíveis de intercâmbio. A energia gerada em Itaipu, tanto pela parte brasileira como a importada é, geralmente, tratada como se fosse da região SE/CO. Essa região centraliza a maior parte do consumo de eletricidade, da geração e do armazenamento do SIN.

O sistema elétrico brasileiro dispõe de uma modelagem bastante sofisticada, capaz de tratar o conjunto de usinas e reservatórios existentes. A **e&e** desenvolveu um modelo mais simples que permite reproduzir com precisão aceitável o comportamento do conjunto tratando o Sistema como um conjunto de quatro subsistemas, cada um com seu reservatório e sua capacidade de geração. A região SE/CO centraliza as interligações. A capacidade de transmissão entre os sistemas é considerada como limite para as transferências entre os sistemas que funcionam como quatro reservatórios em regime de vasos comunicantes. Como o ONS registra a afluência, a energia estocada e a produzida a partir da água dos reservatórios, pode-se escrever que, para o conjunto:

$$\text{Variação da energia estocada} = [\text{Afluência}] - [\text{Produção} + \text{Vertida}]$$

ou seja, a continuidade do fluxo de energia assegura que a variação do estoque seja igual à energia que entra (afluência) menos a que sai (produção + vertida). A energia vertida (e/ou evaporada) não é fornecida pelo ONS mas pode ser deduzida dos dados fornecidos. Os resultados são bastante coerentes com o esperado: os períodos de maior abundância de água correspondem aos de maior quantidade de água vertida e os valores

1 - A Energia Natural Afluente – ENA, às vezes referida como afluência, representa a energia potencial da água que é recolhida pelo sistema de reservatórios, medida em termos da eletricidade que ela pode gerar ao longo das diversas usinas por onde irá passar. A ENA é fornecida pelo ONS em GWmed para o mês e significa a energia fornecida por um gerador de 1 GW durante um mês ou seja uma energia de um GW.mês já que Energia = Potência × Tempo. Esta representação da energia tem a vantagem de associar diretamente a potência de geração com a eletricidade gerada (produção) e também com o estoque (medido em GW.mês). Quando referido a um ano, GWmed passa a significar GW.ano.

encontrados para a água vertida apenas ocasionalmente são negativos². Acrescentando-se as transferências entre regiões à afluência, a equação serve para representar também a energia acumulada em cada sistema.

As transferências entre os sistemas e a produção das usinas não hídricas não afetam diretamente o balanço da energia acumulada na água. Permite, no entanto, reduzir a produção hídrica, economizando água. Ou seja, é como se houvesse uma transferência virtual de água entre os sistemas via eletricidade, o volume utilizado a mais em uma região permite, a menos das perdas na transmissão, reter no reservatório um volume praticamente igual na região receptora.

Para uma verificação, como é objetivo deste trabalho, das possibilidades de interrupção de suprimento, as incertezas na afluência são de tal ordem que o problema pode ser tratado ainda de maneira mais esquemática, considerando o total da afluência e um único reservatório. Nesta abordagem, considerou-se nula a importação líquida (intercâmbio) que não a de Itaipu, o que simplifica a análise. Esta hipótese é coerente com o comportamento médio no passado, como será mostrado mais adiante neste trabalho.

Em sistema essencialmente hidroelétrico, como era o brasileiro até os anos noventa, o que se procurava estabelecer era um volume de reservatório que pudesse suportar não só as variações sazonais normais como variações plurianuais, que costumam ocorrer em anos mais secos e mais chuvosos. Para avaliar a capacidade de armazenamento de um sistema relativo à sua capacidade de geração, utiliza-se a razão reserva / produção medida em meses de consumo da água contida no reservatório cheio para atender a demanda média de eletricidade. Este parâmetro, que foi de 2 anos nos anos setenta, chegou a cerca de 5 meses na situação atual. Essa variação resultou da construção de usinas sem os reservatórios reguladores correspondentes. Esse tipo de sistema exige duplicação parcial de sua capacidade de geração para atender as variações sazonais ou plurianuais³.

2 - Raros erros evidentes de contabilidade.

3 - Um sistema em que a água é vertida muitos dias ao longo do ano (caso de Tucuruí) está, na realidade, desperdiçando energia. Isto se deve à falta de reservatórios adequados e às especificações do projeto, que nunca consideram o máximo histórico de afluência que permitiria operar a plena potência, em média, apenas alguns dias no ano. Uma terceira razão é que o planejamento, confessadamente ou não, considera a possibilidade de uma melhor regulação futura dos rios com barragens à montante.

Reservatórios: uma analogia com a caixa d'água

Pode-se imaginar um reservatório para geração como uma caixa d'água. Em países como o nosso, o abastecimento de água não é regular e se fôssemos trabalhar com a água diretamente da rua ocorreria muitas vezes falta de água. Ao dispormos de uma caixa para acumular água, a eventual queda no abastecimento passa despercebida pelo usuário. Em cidades com abastecimento muito precário, fixam-se até horários de abastecimento. Cada residência tem a opção de instalar caixas maiores que cobrem até a falta por mais de um dia. Os menos abastados enchem latas. Obviamente existe um limite econômico para cada usuário que faz com que cada um escolha o sistema de armazenamento adequado à irregularidade do abastecimento no local que vive e às suas finanças. Quando a crise se agrava, os que podem recorrem a carros pipa. Infelizmente as opções individuais para guardar eletricidade ainda exigem alto investimento e têm alto custo de manutenção. As baterias, embora caras, já integram sistemas de geração domésticos, como os de energia solar. Para o armazenamento de energia elétrica temos que confiar no sistema público; ele é feito nos reservatórios que armazenam a energia potencial retendo a água.

Em alguns estabelecimentos rurais, é possível ver sistemas de coleta de água sem boia: quando o fluxo da água que entra ultrapassa o consumo, a caixa enche e se esvazia, em caso contrário. Quando a capacidade de armazenamento se esgota, a água é vertida pelo ladrão. Nos reservatórios para geração ocorre o mesmo. Quem visita a Itaipu nessas ocasiões pode ver o bonito espetáculo do vertedouro da usina em plena atividade; faz lembrar as Sete Quedas desaparecidas. Sempre haverá quem pense também que toda aquela água vertida é energia jogada fora que pode nos fazer falta no tempo de escassez. Por que Itaipu faz parte de um sistema bem planejado com todos os percursos à montante regularizados, este espetáculo é relativamente raro. Uma apresentação didática de como os reservatórios acumulam energia em um sistema hídrico é mostrada no vídeo:

<http://www.youtube.com/watch?v=V2Q4HBE4Bpl>

O Apagão de 2001

A Figura 1 ajuda a entender o “apagão” 2001. O exemplo se refere à regi-

ão SE/CO, mas o déficit de abastecimento atingiu todo o Sistema, com exceção da Região Sul.

Operação do Sistema - SUDESTE

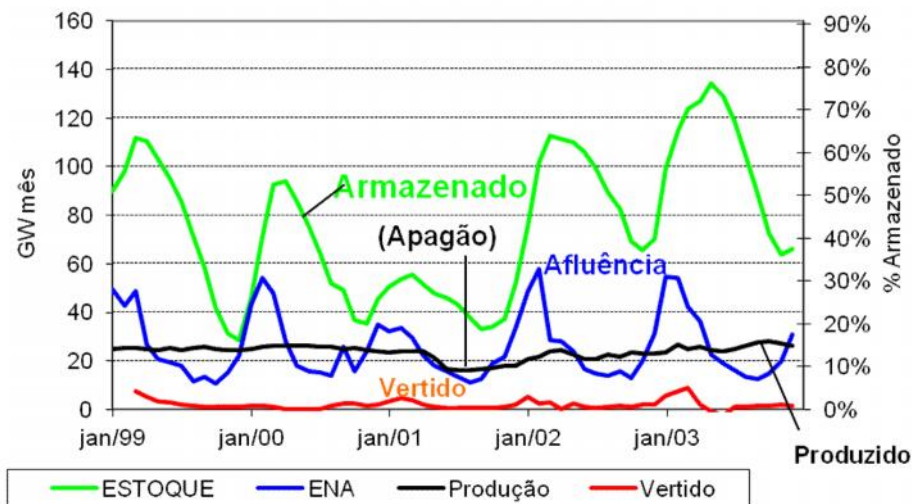


Figura 1: Principais variáveis relativas ao controle dos reservatórios no período próximo ao apagão de 2001; a redução da produção assinalada e o baixo estoque caracterizaram o apagão.

Na Figura 1, estão representadas: a quantidade de energia que afliu ao sistema (energia natural afluyente), a acumulada nas barragens, a produzida e a vertida. Pode-se observar que a representação de todas as grandezas pela capacidade de gerar energia elétrica facilita a compreensão do ocorrido.

O Sistema SE, na época, tinha uma demanda de energia hídrica bastante regular (cerca de 25 GW médios) atendida pela energia produzida (linha preta). A linha azul representa a energia que entra no sistema (afluência), enquanto a soma da produção e do vertido, a saída. De modo geral, quando a afluência é maior que a produção (linha azul acima da preta), a energia acumulada (linha verde) cresce e, no caso contrário, decresce⁴. A escala à direi-

4 - Como a energia vertida acompanha a maior afluência, ela não modifica esse comportamento.

ta mostra os valores expressos em percentuais da capacidade (máximo armazenável) de 2003 que era de 160 GW.mês. A razão capacidade dos reservatórios/ produção que ajuda a avaliar a estabilidade do sistema era, portanto 6,4 meses na região SE/CO naquele ano⁵ (160 GW.mês/25 GW).

A quantidade de energia vertida (em vermelho) é calculada por diferença entre a entrada e variação do estoque, com a saída (produção). Note-se que mesmo na fase de escassez houve alguma água vertida (ou evaporada). A energia vertida pode decorrer de dificuldades operacionais, pois, além da inevitável evaporação, são vários os reservatórios em série e existe necessidade de manter fluxo mínimo de água mesmo quando não se está gerando.

As causas do apagão de 2001 foram amplamente discutidas, passada a politização do debate à época; resumidamente pode-se dizer:

- Havia deficiência no planejamento energético e, principalmente, em sua execução na transição de um sistema centralizado para o mais dirigido ao mercado.
- As usinas estavam operando um pouco acima da média histórica em virtude de uma capacidade de geração inferior à desejável.
- O ano de 1999 foi um ano seco e o estoque não foi recuperado em 2000 (de afluência 5% acima da normal) quando havia condições de fazê-lo; como consequência, a energia acumulada no início do período, normalmente mais chuvoso, estava em 60% da capacidade máxima, o que dificultou manter o sistema funcionando (caixa d'água meio cheia).
- A pequena capacidade térmica instalada e o atraso no início de sua utilização não permitiu recuperar o estoque.
- Houve uma significativa, mas não inesperada redução na afluência em 2001. No sistema como um todo, foi de 16% e, na região SE/CO (mostrada como exemplo) de 21%.
- A falta de integração, via transmissão, com a Região Sul, contribuiu para que o excedente de água ali existente e mesmo a capacidade térmica disponível não pudessem ser utilizados plenamente.

5 - 160 GW.mês/25 GW

A regulação do sistema por outras fontes

Durante as duas últimas décadas, a capacidade de geração foi aumentada, mas a de armazenamento permaneceu quase a mesma. Disso resultou a redução da capacidade de armazenar água relativa à potência instalada e fez com o sistema brasileiro perdesse a capacidade de autorregulação e se transformasse em um sistema termo-hidráulico com predominância hídrica. Uma alternativa aos grandes reservatórios é dispor de fontes que independam dos ciclos naturais. Estas fontes podem ser usadas seja na base, seja como complementar dos períodos secos.

A presença de térmicas com capacidade ociosa permite que elas sejam acionadas para repor a reserva de água. Na analogia da caixa d'água, elas funcionam como o carro pipa.

Os mecanismos de regulação de um sistema hídrico, complementado com térmicas, são mostrados no artigo, "*Formas de regulação do suprimento da energia elétrica*" já mencionado. Nesse artigo mostra-se que a sazonalidade das eólicas e da biomassa é favorável à regulação. No presente estudo, essa vantagem não foi computada, o que compensa, pelo menos em parte, a desvantagem resultante da simplificação sobre a perfeita integração dos sistemas regionais que, como será visto, foi aqui adotada.

A queda da afluência em 2012

A Energia Natural Afluente – ENA depende, como o nome indica, do regime natural de chuvas, que varia ao longo dos anos. O Brasil coleta os dados desde 1931 e o ONS os tem registrados e disponíveis mês a mês. Pode-se consultá-los por região ou por bacia. A Figura 2 mostra os valores da ENA (média anual) relativos ao valor médio do período 1931-2012. São assinalados os valores de 2001 e 2012. A variação frente a média histórica observada em 2012 (-15%) é muito parecida àquela verificada no apagão de 2001 (-16%). Vários outros anos apresentam reduções que superam 20%. A primeira constatação importante é que o Brasil teve um ano com uma queda da mesma ordem de grandeza de 2001 e não houve desabastecimento.

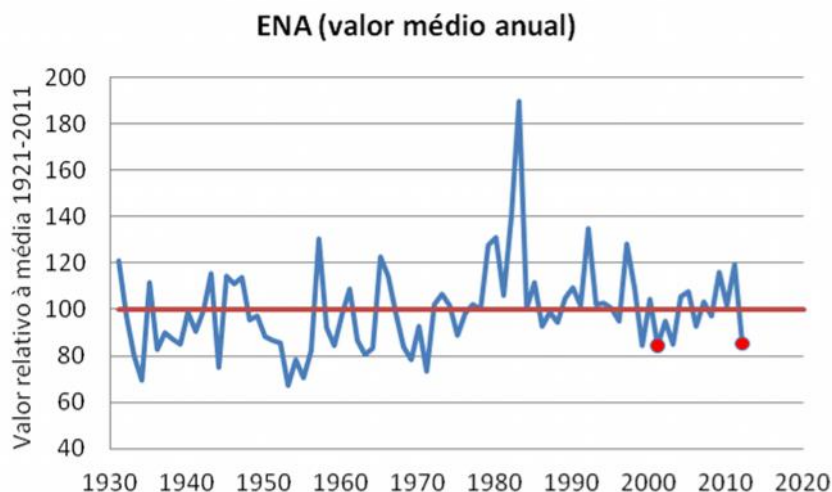


Figura 2: Estatísticas de 1931 a 2012 do valor da energia natural afluyente relativo à média (1931-2011).

Uma rápida análise dos dados mostra que em apenas 9% dos casos a afluência anual é inferior a 20%. Já uma queda de cerca de 15% ou mais, como a de 2001 (apagão) e a de 2012, é esperada em 21% dos anos. A Figura 3 mostra, em representação análoga a da Figura 1, o que aconteceu de 1999 até 2012.

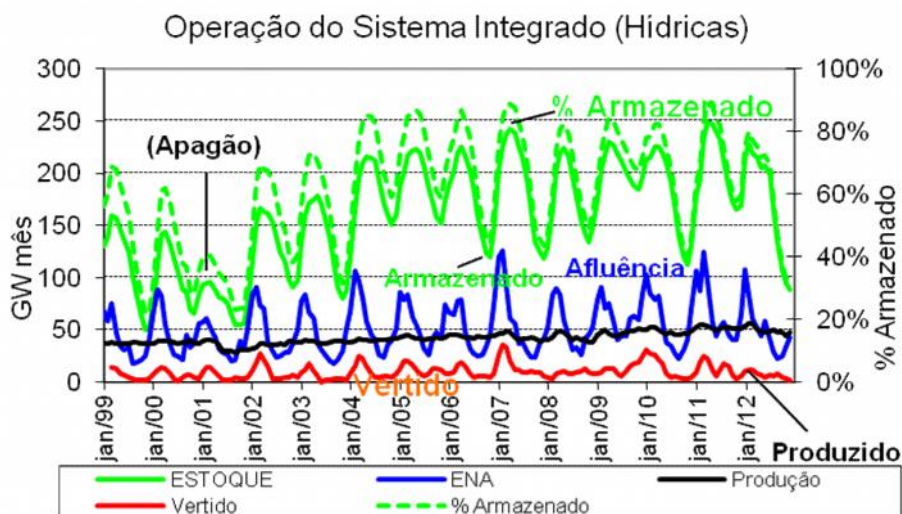


Figura 3: Figura análoga à anterior onde foi acrescentado o percentual relativo a cada ano.

Pode-se ver que o nível dos reservatórios, no final de 2012, está próximo a 30% e é um dos menores observados nos últimos anos, mas ainda é superior ao que aconteceu por volta do apagão de 2001 (22%). Esta é a primeira diferença entre a situação em 2001 e a de 2012. No ano do apagão, o estoque no final do período de chuvas era de 60% e, no de 2012, 80%. Outras diferenças importantes, comentadas a seguir, são a maior disponibilidade de capacidade de geração de usinas térmicas e a melhor integração entre as regiões em 2012.

A Figura 4 detalha o que aconteceu nos dois últimos anos com a afluência, a produção hídrica e o estoque nos reservatórios.

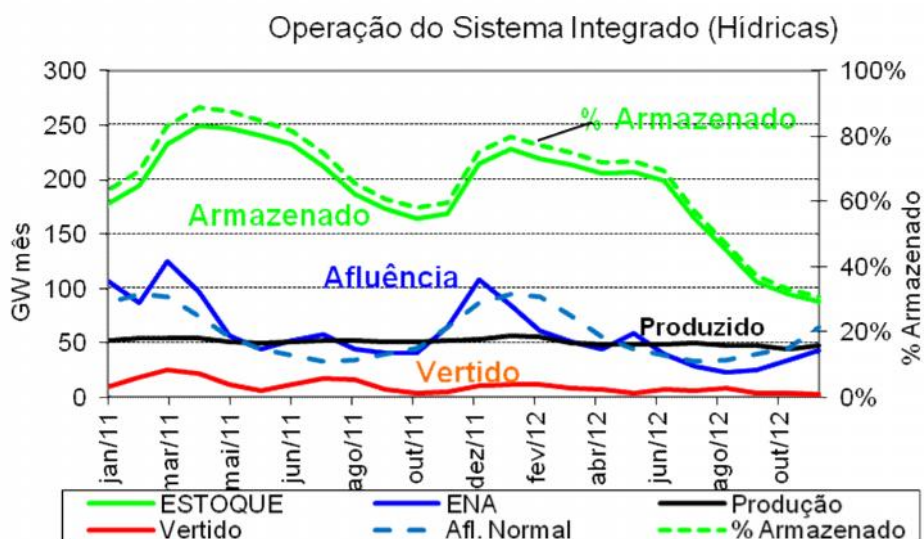


Figura 4: O detalhe do que aconteceu nos últimos anos mostra que o ano de 2012 já começou com menor estoque de passagem e houve uma menor afluência, em quase todos os meses, em relação à normal.

A Figura 4 também mostra a afluência normal em linha pontilhada e pode-se observar que apenas em janeiro e em junho de 2012 as chuvas foram maiores que a esperada. Houve retardo do início do ciclo de chuvas para 2013 que normalmente começa em novembro quando os reservatórios começam normalmente a se recuperar. Isso deslocou o mês de menor estoque de outubro para dezembro. A geração do ano foi de cerca de 50 GW médios, com redução progressiva a partir de agosto, justamente para preservar

os reservatórios.⁶

A produção das diversas fontes é mostrada na Figura 5 e pode-se perceber perfeitamente a substituição da fonte hidro pela térmica convencional ao final de 2012. A queda na produção de energia hidráulica foi, inclusive, semelhante a do apagão de 2001. A diferença é que em 2001 não havia térmicas disponíveis e a queda se refletiu na produção total, o que não aconteceu em 2012.

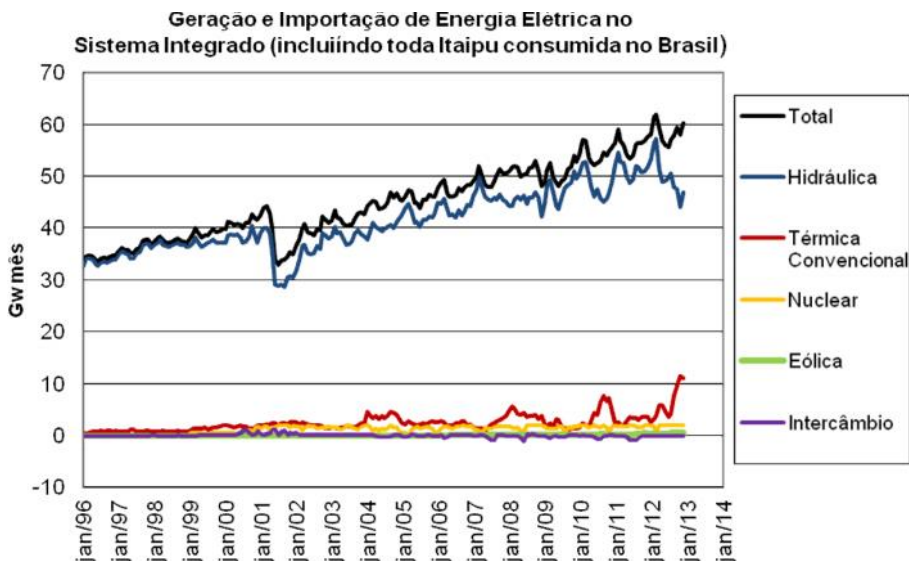


Figura 5: Geração de energia elétrica por tipo de fonte e importação líquida (intercâmbio) de países vizinhos, com exceção de Itaipu.

Assim, na queda na afluência de 2012, o sistema de reposição por térmicas funcionou a contento como, aliás, já havia acontecido em 2010. Pode-se ver ainda na Figura 5 que o intercâmbio (importação líquida), quando não se considera Itaipu⁷, é muito pouco significativo. A média nos últimos quatro anos foi de -0,3% em relação à soma das outras fontes de abastecimento.

6 - Qualquer sistema de planejamento elege uma meta para o estoque considerando a afluência normal, que é também muito próxima da mais provável. O retardo das chuvas nos dois últimos meses de 2012 corresponde já a um déficit para o período de 2013 e não a um erro da operação em 2012 que deve ser avaliada pelo nível dos reservatórios em Outubro de 2012 (37%), que é próximo do normal.

7 - Como o contrato de Itaipu dá exclusividade ao Brasil do excedente paraguaio, para fins do planejamento brasileiro essa energia é considerada como assegurada.

Regular o sistema é a principal justificativa das térmicas e elas foram acionadas para repor o estoque de água em 2012. *A posteriori* pode-se inferir que houve algum retardo para colocar as térmicas em geração. Como ela é decidida em função do cenário mais provável de chuvas, sempre existe o risco de uma afluência maior que a esperada forçar a verter água inutilmente⁸. Neste caso, o combustível usado para repor o estoque de água também teria sido gasto inutilmente⁹.

Chama a atenção na Figura 5 que a curva da geração total mostrada no gráfico tornou-se mais serrilhada com picos mais acentuados nos meses de verão, que correspondem a um maior uso do ar condicionado pelos brasileiros¹⁰. Quando ocorre, como na passagem 2012/2013, um retardo nas chuvas, esse pico de consumo aumenta a inquietação sobre o abastecimento nos primeiros meses do ano. No caso, a falta de chuvas reforça o calor que induz o maior uso do ar refrigerado e ventiladores.

A probabilidade de um apagão em 2013

A pergunta que se quer responder neste momento é se existe a possibilidade de um déficit no abastecimento em 2013 como o de 2001. O Governo já respondeu de forma categórica que a possibilidade não existe ou, pelo menos, que é muito improvável.

Os pontos de partida para conferir esta resposta estão disponíveis ou podem ser deduzidos dos dados históricos e são: o nível atual dos reservatórios, a capacidade efetivamente utilizável das térmicas, a demanda proje-

8 - Como a capacidade de geração térmica é bem menor que a hídrica, só é possível repor a eventual falta de água acumulada gerando com as térmicas com antecedência para economizar água. Se, no entanto, acontecer de chover além do previsto, haverá excesso de água e será necessário mandar para o oceano a água excedente e o gasto com o combustível terá sido inútil.

9 - O ocorrido merece, no entanto, uma análise crítica principalmente no que se refere às possíveis dificuldades havidas em se dispor efetivamente da capacidade térmica instalada e do combustível necessário.

10 - O problema das variações diárias que apresentam picos de demanda em horas habituais não foi abordado neste trabalho. Para atender estes picos é necessária capacidade adicional, que está, em princípio, disponível nas próprias hidrelétricas e pode ainda ser complementada com uso das térmicas para este fim. A superposição dos picos diários com picos de demanda sazonal podem provocar interrupções localizadas do abastecimento com eventual propagação para uma região maior. São tipos de “apaguinhos” que não configuram um déficit de abastecimento como o de 2001, que se convencionou chamar de “apagão” no Brasil.

tada e o comportamento da Energia Natural Afluente. Essas grandezas estão sujeitas a algumas incertezas sendo a maior a relacionada com o regime de chuvas que determina a ENA.

Neste trabalho, foi tomado o modelo da *e&e* simplificado (reservatório único) e os dados básicos estão resumidos nas tabelas no Anexo 2 sendo os principais pressupostos:

1. Perfeita interligação dos sistemas que permitem tratar o SIN como reservatório único;
2. A afluência (ENA) mensal normal oscila ao longo do ano entre valores 63 GW e 95 GW, mostrados no Anexo 1;
3. Em anos com afluência superior ou inferior à normal, o valor mensal é obtido multiplicando os valores normais pelo mesmo fator (forma relativa mantida);
4. Capacidade de armazenamento máxima de 287 GW mês;
5. Demanda para o ano de 2013 e os seguintes, da 2ª revisão de 2012, fornecida pelo ONS, na metade de 2012;
6. Capacidade de geração hídrica ao final de 2012 sem considerar os acréscimos a ocorrer; deste modo, os anos seguintes a 2013 são indicados apenas para dar uma noção do que ocorreria sem se considerar o acréscimo de capacidade de geração e armazenamento;
7. Capacidade não hídrica (térmica convencional, térmica nuclear e eólica) efetivamente utilizável considerando duas hipóteses (14,5 GW e 17 GW), também sem considerar os acréscimos para os anos seguintes;
8. Critério para acionamento das térmicas relacionado à meta de alcançar 90%¹¹ do nível de reservatórios em outubro (máximo esperado) considerando, para cada mês a energia armazenada adequada para atingir essa meta com afluência normal e demanda prevista pelo ONS e respeitando um limite mínimo de potência não hídrica considerada firme (3 GW);
9. Três hipóteses de afluência para o ano de 2013 considerando a) precipitação normal, b) a limite para que não haja desabastecimento e c) a do pior ano da série histórica.

11 - A prática, aparentemente perseguida nos últimos anos, foi a de um estoque de passagem da ordem de 85%.

A seguir apresentam-se algumas justificativas para as premissas adotadas:

Reservatório único:

Embora o SIN não seja perfeitamente integrado entre as regiões, como suposto, o Subsistema SE/CO é predominante e está respondendo por 70% da capacidade de armazenamento, 67 % do consumo de eletricidade e 67% da geração. Além disto, geograficamente esse subsistema está em uma posição central e é para ele que se dirige a maioria das interligações existentes, como pode ser observado no Anexo 2.

Limites à capacidade não hídrica:

Não foi considerada a capacidade máxima das térmicas como efetivamente utilizáveis, o que representa um critério mais rigoroso para a análise de risco de déficit que o de considerar a capacidade nominal. Este cuidado decorre do fato que as térmicas permaneceram utilizadas por muito tempo com um fator de capacidade baixo, e já se previam dificuldades quando houvesse necessidade de acioná-las a plena carga. A razão de elas permanecerem em espera é porque, sendo o custo do combustível alto, se destinavam justamente a cobrir situações de baixa disponibilidade das hídricas, como a ocorrida em 2012.

Para acioná-las, é necessário dispor do combustível (GN, óleo combustível ou carvão mineral). No caso de usinas a gás natural – GN, o combustível a elas reservado é compartilhado com o uso reversível na indústria. Este tipo de gás custa menos à indústria, que tem, em contrapartida, a obrigação de substituí-lo em caso de necessidade. Não foi divulgado se este mecanismo foi efetivamente usado em 2012. Seu uso certamente poderia causar algum desconforto entre os industriais ou pressão de preços sobre os produtos em caso de sua efetivação. A medida também afetaria o mercado de óleo combustível ou de outros sucedâneos ao GN.

A alternativa que se sabe ter sido utilizada e que não afeta a indústria foi a importação de Gás Natural Liquefeito – GNL sobre a forma criogênica¹². Isto está sendo feito e sua funcionalidade está sendo testada em grande escala pela primeira vez, ao que parece, com êxito. Felizmente, o GNL pas-

12 - O GN, ao contrário do gás de cozinha (GLP), não se liquefaz à temperatura ambiente e precisa ser refrigerado.

sou a estar disponível, como se espera de uma verdadeira *commodity*: de diversas origens, com características especificadas e a preços ditados pelo mercado. Desse modo, as transações deixaram de ser exclusivamente por contratos de longo prazo, havendo maior disponibilidade de fornecedores e transportadores. Com o amadurecimento do mercado, houve redução da prática de demandas com contratos bilaterais de longo prazo, sobretudo com os EUA, que passaram a dispor de maior oferta interna de gás de xisto. O mercado também dependia de um maior número de países com capacidade de processar o GNL. No Brasil, foram instalados terminais de regasificação e ampliada a rede de gasodutos para transportá-lo entre o SE e o NE, o que possibilita o abastecimento das usinas instaladas com o GNL importado.

Observa-se que a capacidade de térmica convencional que efetivamente pode ser colocada em operação resultará da experiência adquirida no ano de 2012 e, possivelmente, 2013. O valor máximo utilizado foi cerca de 12 GW que, somados à nuclear e eólica, resulta em um valor de 14,5 GW, que foi utilizado como máximo no Cenário Básico e no Cenário “2001”. Isso é ainda pouco em relação à capacidade instalada das não hídricas, que é de cerca de 24 GW. Supõe-se que, com algum esforço de coordenação, o limite de geração hídrica e de outras fontes poderia ser elevado para 17 GW médios¹³.

A capacidade de geração do SIN, que serviu de base para este limite é a indicada na Tabela Anexa 2 (Anexo 2) para 2011. Além dessa capacidade sob administração do ONS, há a existente nas áreas isoladas, que não entraram em consideração nessa análise porque visam atender a estas áreas, que funcionam autonomamente.

Critério para acionamento das térmicas

O critério de acionamento das térmicas utilizado é semelhante ao da curva de aversão ao risco do ONS, mas com nível de exigência superior. Na sistemática adotada aqui, quando o nível dos reservatórios previsto para o fim do mês for inferior ao da meta mensal, acionam-se as térmicas necessárias para alcançá-lo. Este acionamento é limitado ao máximo de geração

13 - Supondo fatores de capacidade para 2013 de 0,8 para as nucleares e térmicas convencionais e de 0,35 para as eólicas e de 0,5 para a biomassa, teríamos uma capacidade de geração de cerca de 17 GW. médios aos quais deveriam ser acrescentadas as capacidades adicionais instaladas em 2012 (não computadas) e dos anos seguintes.

considerado viável¹⁴ em cada Cenário.

Para definir a energia firme de origem não hídrica, foram usados os dados da capacidade instalada mostrados no Anexo 1: existe uma capacidade térmica instalada de 2 GW nuclear (1,6 GW médio) e uma capacidade eólica de 1,3 GW (0,5 GW médio). A esse total pode-se acrescentar parte da geração das centrais térmicas a carvão nacional, perfazendo uma geração de cerca de 3 GW médios, que foram considerados firmes. As fontes térmicas, inclusive a biomassa, foram tratadas como de demanda variável.

Risco de déficit e evolução do sistema para três cenários

A seguir são analisados três cenários, modificando a afluência ou capacidade não hídrica considerada: a) cenário básico (com afluência normal e capacidade de geração não hídrica de 14,5 GW); b) cenário “2001” (com afluência em 2013 igual a de 2001 e capacidade de geração de 14,5 GW); e c) cenário pessimista (com afluência mínima histórica, 32% inferior à normal, e com capacidade de geração não hídrica de 17 GW).

Cenário Básico – Comportamento do sistema com a afluência normal a partir de janeiro de 2013 e capacidade de geração não hídrica de 14,5 GW médios.

A Figura 6 mostra como se comportaria o sistema no caso de uma afluência normal em 2013. A probabilidade de ocorrer o comportamento normal ou de afluência superior (que provocaria maior estoque de água nos reservatórios e até eventual excedente a ser vertido) é estimada, a partir da série com 82 anos, em 45%.

14 - O máximo nunca é o nominal, já que sempre existem problemas para atingi-lo na prática (manutenção, abastecimento de combustível, etc.).

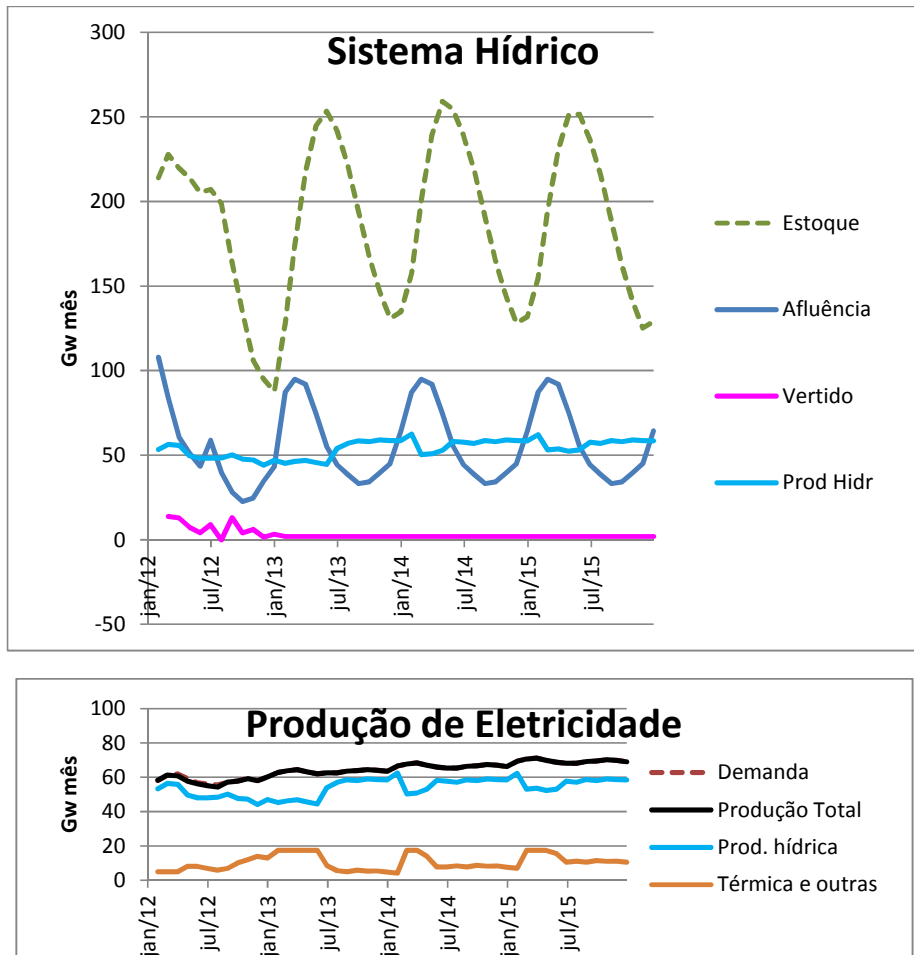


Figura 6: Comportamento da geração de eletricidade do Sistema (com afluência normal e capacidade de geração de 14,5 GW), suficiente para atender a demanda e repor o estoque.

Assim, no Cenário Normal, apesar de não se considerar os acréscimos previstos na capacidade de geração para os anos seguintes, ainda é possível atender a demanda ascendente prevista, desde que as térmicas sejam mais utilizadas. Em 2013, a utilização das térmicas visaria, em grande parte, a recuperação dos estoques ao longo do ano. Nos anos seguintes a 2013, as térmicas aparecem gerando não só para a reposição do estoque, mas para atender a demanda normal. É claro, no entanto, que o sistema estaria mais vulnerável à ocorrência de anos mais secos e por isso é necessário

acrescentar a capacidade de geração e armazeno ao sistema, conforme já programado pelo Governo.

Com o limite da capacidade não hídrica do Cenário Básico (14,5 GW), o sistema ainda poderia suportar um déficit de 23% na afluência anual em 2013 sem que houvesse desabastecimento.

Assim, no Cenário Básico, desde que a capacidade de geração térmica seja usada preventivamente para a recomposição do estoque, não haverá desabastecimento e será possível repor o estoque para entrar em 2014 em uma situação confortável.

Cenário “2001” – Comportamento do sistema com déficit de afluência em 2013, igual ao de 2001 (16%) e capacidade de geração não hídrica de 14,5 GW.

Qual a probabilidade de registrarmos também em 2013 um déficit de 16%, dado que já ocorreu um déficit similar (15%) em 2012?

A probabilidade de ocorrer um déficit deste tipo é 21% e a de ocorrerem dois anos seguidos, sendo os eventos independentes¹⁵, seria de 4,3%. Se os eventos são independentes, uma vez ocorrido o fenômeno em um ano, a probabilidade de um novo déficit no seguinte é dos mesmos 21%.

Na verdade, os dados históricos mostram que a correlação entre as ENA de anos consecutivos é positiva¹⁶ e a chance de ocorrer outro ano seco após um ano seco é maior que 21%.

15 - Eventos independentes são aqueles nos quais a probabilidade de ocorrência de um deles não depende do outro.

16 - Na série histórica de 82 anos, a possibilidade de uma queda de afluência de 15% ou mais é de 0,21 (21%). A probabilidade de se ter dois anos seguidos déficit acima de 15% seria de 4,3% ($0,21 \times 0,21$). No entanto, em 7,3% dos anos da amostra ocorreram anos seguidos de afluência com queda maior que 15%. A análise da correlação da precipitação de um ano com o seguinte nos dados de ENA coletados mostrou que ela existe e é positiva. Ou seja, a probabilidade de um ano seco ser seguida por um ano também seco e de um ano de muita chuva ser seguido por um também de chuva acima da média é superior a de um ano seco ser seguida de um ano chuvoso e vice-versa. Independentemente disso sabe-se que fenômenos como El Niño, que provocam situações de seca ou maior precipitação, têm duração superior a um ano como indicam os dados. Para reproduzir a probabilidade de dois anos seguidos (7,3%) com queda de afluência de 15% ou mais e considerando 21% a probabilidade dessa ocorrência em um único ano, seria necessário considerar a probabilidade da ocorrência também no ano seguinte como de ($0,73/0,21=35\%$).

A Figura 7 mostra que o sistema é robusto o suficiente para enfrentar esta situação. O estoque máximo seria 80%, não se atingindo o objetivo fixado no programa usado (90%) que, no entanto, é um limite arbitrário e o valor atingido de 80% não é uma ameaça ao abastecimento do ano seguinte.

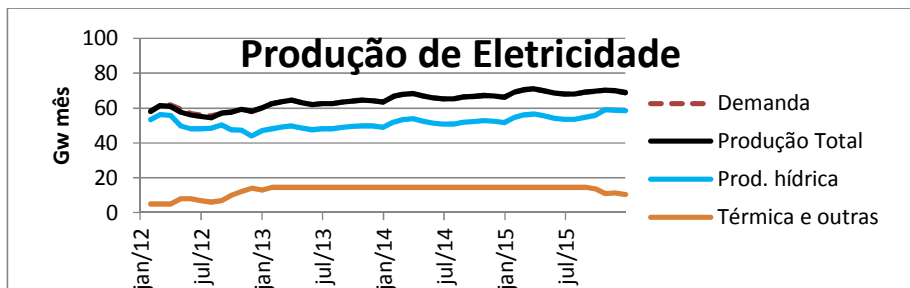
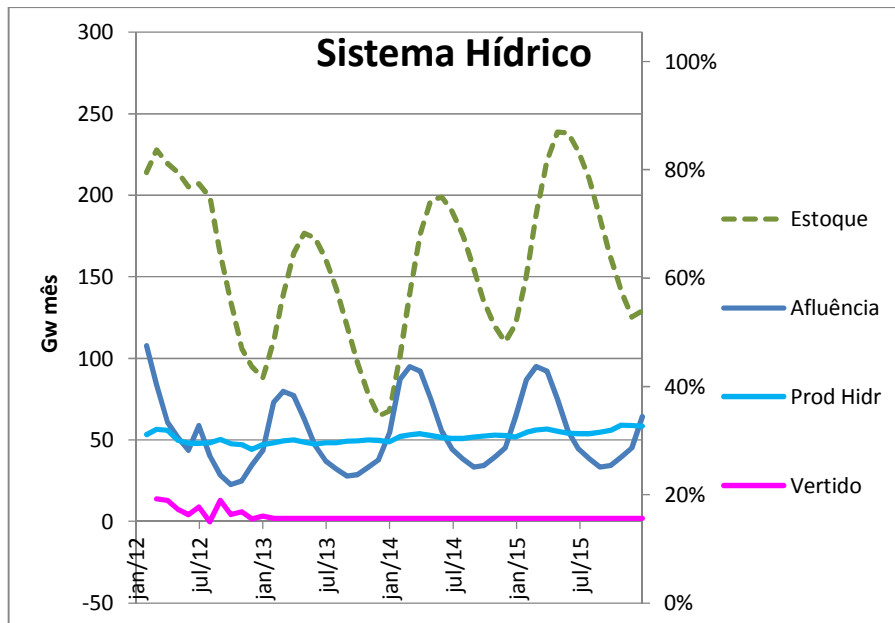


Figura 7: Comportamento do sistema com uma redução em 2013, semelhante à observada em 2001 e capacidade de geração de 14,5 GW, que seria suficiente para atender a demanda.

Cenário de Mínima Afluência - Maior déficit de afluência histórico ocorre em 2013, mas com capacidade de geração não hídrica de 17 GW.

Para que a análise aqui realizada seja abrangente é preciso tentar examinar os limites de queda de afluência que levariam a um déficit no abastecimento. Cabe ainda examinar o que ocorreria no evento extremo que corresponde a uma queda na ENA de 32%. Em contrapartida, sendo a capacidade não hídrica aqui considerada bastante inferior à nominal, é também interessante buscar saber o que ocorreria caso essa disponibilidade fosse superior.

A capacidade não hídrica que efetivamente pode ser colocada em operação resultou da experiência adquirida em 2012 e foi estimado em 14,5 GW tendo sido utilizado como máximo nos cenários anteriores. Isso é ainda pouco em relação à capacidade instalada das não hídricas, que é de cerca de 24 GW. Supõe-se que, com algum esforço de coordenação o limite de geração não hídrica poderia ser elevado para 17 GW médios¹⁷.

Para a capacidade máxima de 14,5 GW, observada em um mês de 2012, seria possível suportar um déficit de 23%. Por sua vez, com o limite de geração 17 GW médios para as usinas não hídricas esse limite seria de um déficit de 28% na afluência. Pela experiência acumulada, a possibilidade que isto ocorra é de cerca de 6% no primeiro caso e de 4% no segundo. A Figura 8 avalia o que ocorreria nesse caso limite.

A partir do limite mostrado na Figura 8 as restrições de oferta seriam inevitáveis ou dependeriam de medidas contingenciais. Por fim, a Figura 9 mostra o caso extremo de uma queda na afluência igual à maior já observada desde 1931 (32%) onde essas restrições são esperadas. A situação mostrada seria atenuada pela geração não hídrica de 17 GW sobre cuja real disponibilidade ainda desperta dúvidas.

Neste caso, haveria restrição ao abastecimento no último mês do ano. A probabilidade de ocorrência de tal queda de afluência é de 1 em 82 anos (1,2%). Como não foram incorporados nesta avaliação os aumentos de ca-

17 - Supondo fatores de capacidade para 2013 de 0,8 para as nucleares e térmicas convencionais e de 0,35 para as eólicas e de 0,5 para a biomassa, teríamos uma capacidade de geração de cerca de 17 GW médios aos quais deveriam ser acrescentadas as capacidades adicionais instaladas em 2012 (não computadas) e dos anos seguintes.

pacidade de 2012 nem os que ocorrerão em 2013, essa capacidade adicional deveria cobrir a diferença entre produção e demanda que, nesse cenário, atingiria só um mês de 2013. No entanto, o efeito psicológico de “viver perigosamente” às margens de um apagão teria certamente repercussão negativa sobre a economia. Nessa circunstância, inclusive, se supõe que medidas cautelares seriam aplicadas para restringir preventivamente o consumo de eletricidade.

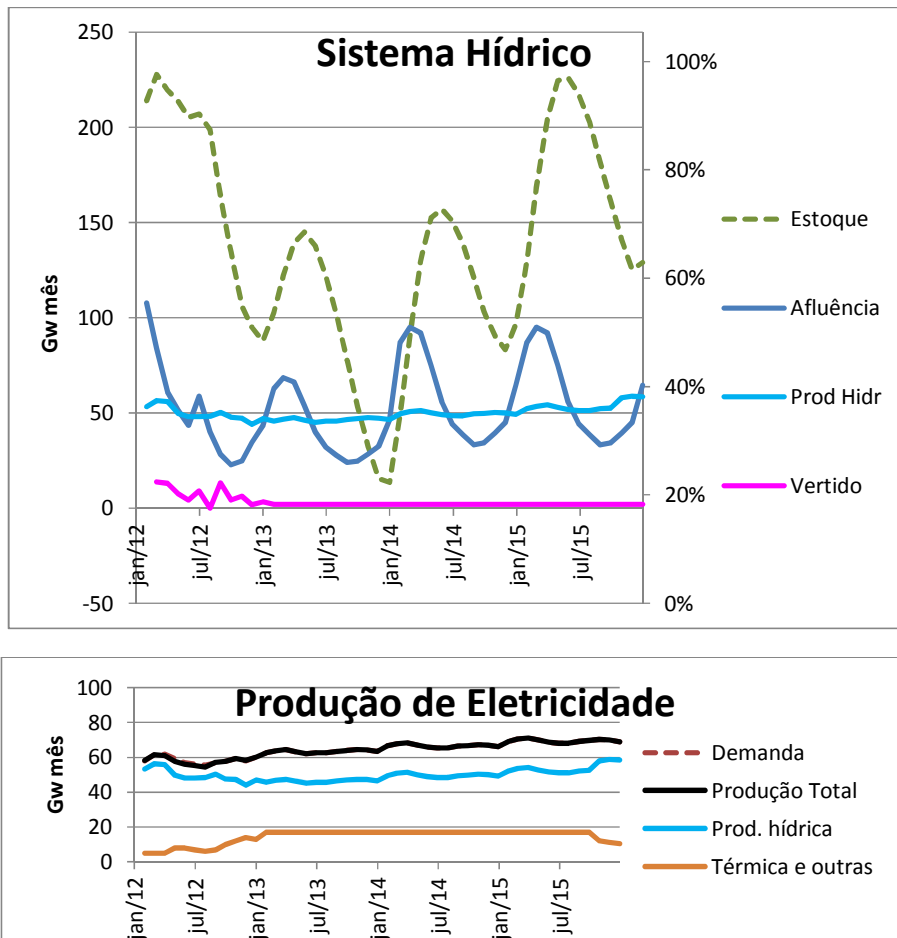


Figura 8: Queda limite (28%) da afluência e capacidade de geração não hídrica de 17 GW, que não provocaria restrição obrigatória da oferta.

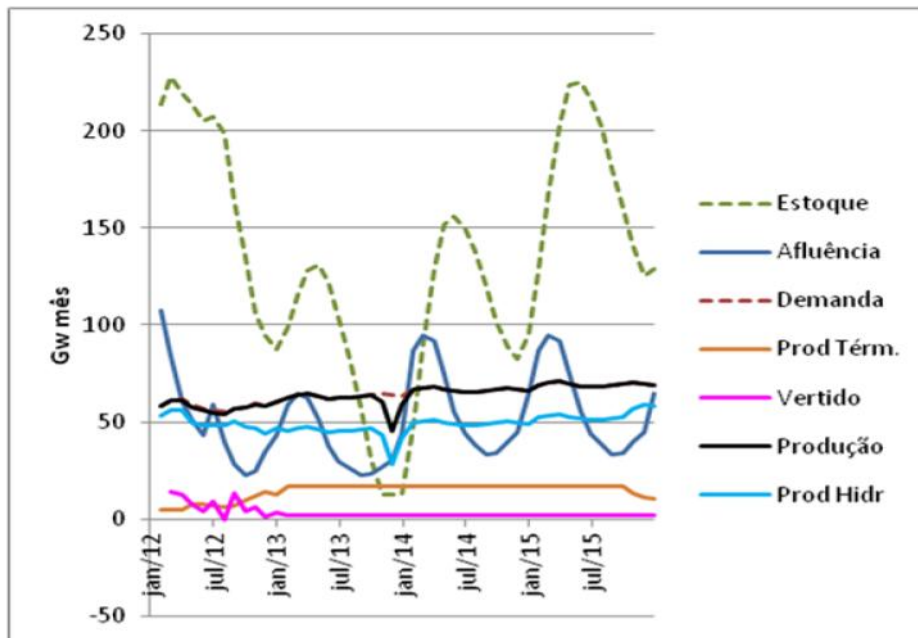


Figura 9: Caso extremo de queda de 32% na afluência com capacidade não hídrica efetiva de 17 GW.

Conclusões

As conclusões deste trabalho parecem não diferir muito das governamentais. Conforme afirmações do Dr. Tolmasquim, Presidente da EPE, para a Rede Globo, o caso limite seria vencido com a incorporação das novas centrais que estão entrando em operação. Para os outros cenários, não há previsão de desabastecimento para este ano de 2013.

O País poderia suportar, tranquilamente, dois anos seguidos de redução de afluência na magnitude da observada em 2001 (16%). Neste sentido, a experiência daquela crise resultou em instituições mais aptas para enfrentar este tipo de crise e a diversificação do parque cumpriu os objetivos de fornecer melhor segurança.

Não existem perspectivas efetivas de racionamento para o ano de 2013 se for possível utilizar 70% da capacidade não hídrica do SIN. As dúvidas que restam estão ainda relacionadas com a efetiva mobilização das usinas térmicas em um caso de seca muito severa em 2013. Possíveis dificuldades de integração entre as regiões não são analisáveis pelo modelo aqui utilizado.

Também não foi abordado o possível efeito de um crescimento do PIB acima do previsto e de um provável aumento da demanda induzido pela redução de preços da energia.

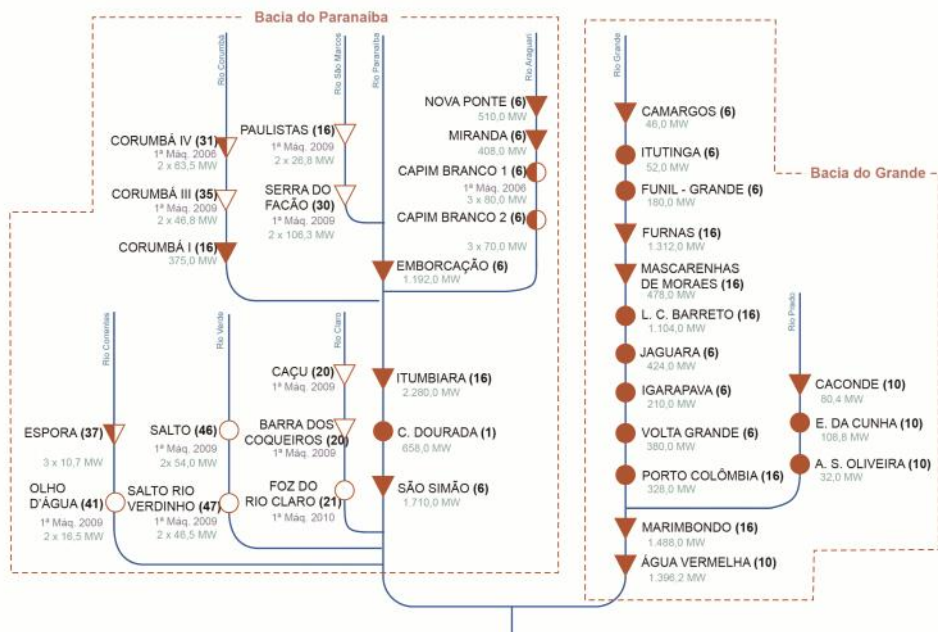
O episódio teve o mérito de reavivar discussões sobre alguns aspectos da regulação da oferta, que tem passado despercebido da mídia. Valeria a pena aproveitar a oportunidade para aprofundar o debate sobre a estabilidade do sistema. No anexo 3, apresenta-se uma atualização até 12/03/2013.

Anexo 1: O Sistema Integrado Nacional de Eletricidade

O Sistema Integrado Nacional - SIN, predominantemente hídrico, é um complexo sistema de bacias com usinas e reservatórios em série ao longo dos diversos cursos d'água. O SIN fornece, no sítio da ONS, um esquema geral onde os rios aparecem ordenados por bacias hidrográficas de maneira que é possível acompanhar a trajetória da água. Uma precipitação na cabeceira de um rio pode gerar energia ao longo de toda sua trajetória ao longo de rios e bacias. A precipitação que atinge o conjunto de bacias flui em grande parte para os cursos d'água e é contabilizada, como Energia Natural Afluente (ENA), em GWmed.

A Figura A1 mostra os dados para duas bacias (Paraíba e do Rio Grande) estando assinaladas as usinas e os reservatórios. As usinas à jusante vão se beneficiando da regulação rio acima. No caso, as duas bacias mostradas convergem para a do Paraná cujas usinas também se beneficiam da regulação conseguida nessas bacias. É o caso de Itaipu, que desfruta de todo um sistema de regulação à montante e pode se dar ao luxo de um reservatório relativamente pequeno, mas que não está livre destes transbordamentos controlados espetaculares que fazem recordar as Sete Quedas, que desapareceram.

Em uma visão simplificada, o SIN pode ser descrito como composto de quatro subsistemas: Sudeste / Centro Oeste SE/CO, Norte N, Nordeste NE e Sul. Os subsistemas são interligados de maneira a atender as necessidades mais previsíveis de intercâmbio. A energia gerada em Itaipu, tanto pela parte brasileira como a importada é, geralmente, tratada como se fosse da região SE/CO.



Bacias Hidrográficas

Amazonas	[Código de cor]
Atlântico NE Ocidental	[Código de cor]
Atlântico NE Oriental	[Código de cor]
Paranaíba	[Código de cor]
Tocantins Araguaia	[Código de cor]
São Francisco	[Código de cor]
Atlântico Leste	[Código de cor]
Atlântico Sudeste	[Código de cor]
Atlântico Sul	[Código de cor]
Paraguai	[Código de cor]
Paraná	[Código de cor]
Uruguai	[Código de cor]

Legenda

Usina com Reservatório	[Ícone]
Usina com Reservatório	[Ícone]
Usina a Fio d'Água	[Ícone]
Usina a Fio d'Água	[Ícone]
Usina em construção	[Ícone]
Reservatório	[Ícone]
Usina de Bombeamento	[Ícone]

Codigo de cores das usinas

Figura A1: Exemplos de esquema de geração e acumulação do SIN para as bacias do Paranaíba e do Rio Grande.

O SIN vem se aperfeiçoando com o tempo, com reforço das interligações, e está sendo estendido a sistemas antes isolados (principalmente na

região amazônica). Existem é claro, limites econômicos para o grau de integração. As principais interligações são indicadas na Figura A2.

O sistema elétrico brasileiro dispõe de uma modelagem bastante sofisticada, capaz de tratar o conjunto de usinas e reservatórios existentes. O Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS administra o SIN.

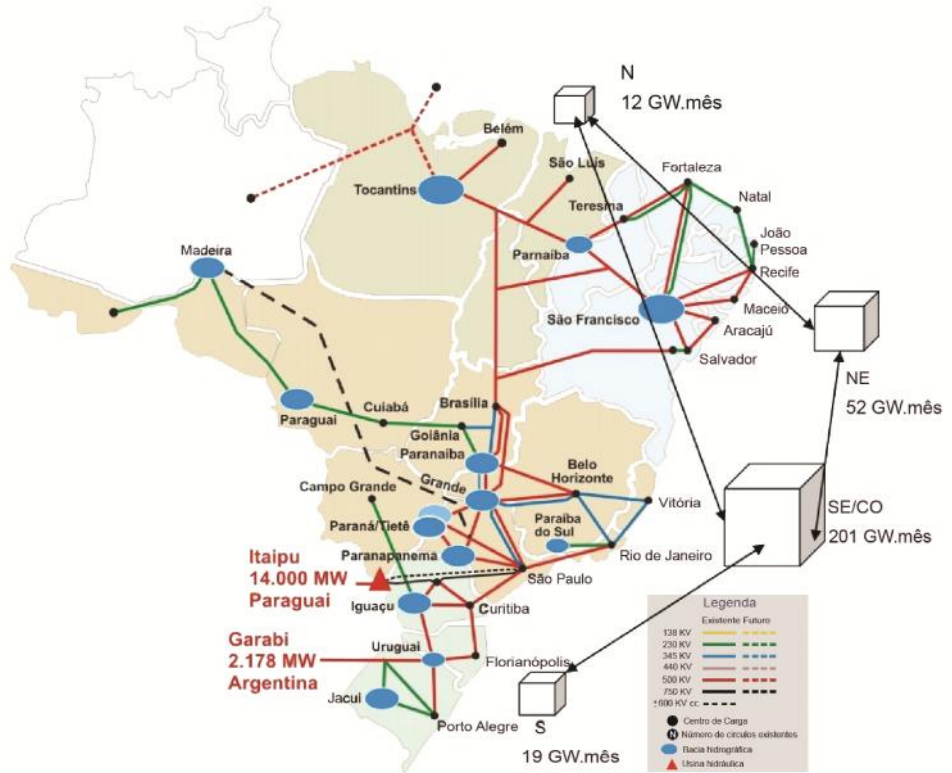


Figura A2: As quatro regiões e subsistemas, estão indicados no mapa pela cor, as áreas em branco ainda não fazem parte do SIN; as capacidades dos reservatórios do modelo e&e estão indicadas, bem como as interligações consideradas.

Anexo 2: Dados Básicos

Tabela Anexa 1: Dados Básicos GW mês

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Demanda 2012*	59,5	62,8	63,0	60,7	59,0	58,1	57,7	59,8	60,1	60,6	60,3	59,7	60,1
Demanda 2013*	62,7	63,8	64,4	63,2	62,0	62,6	62,6	63,5	63,9	64,4	64,2	63,4	63,4
Demanda 2014*	66,6	67,8	68,3	67,1	65,9	65,4	65,4	66,4	66,8	67,3	67,1	66,2	66,7
Demanda 2015*	69,3	70,6	71,2	69,9	68,6	68,2	68,2	69,2	69,6	70,1	69,9	69,0	69,5
Demanda 2016*	72,0	73,2	73,8	72,5	71,2	70,7	70,7	71,7	72,2	72,7	72,5	71,6	72,1
Produção real 2012	58	61,4	61,9	59,3	56,8	56	55,6	57	57,8	59,4	58	60,2	
Demanda hidro 2012 real	53,3	56,4	55,9	49,7	48,1	48,1	48,3	50,2	47,7	47,2	44,1	47,1	
Estoque 2012 real	214	228	220	214	205	207	199	164	135	106	95	88	
Afluência 2012	108	84	61	51	44	59	40	28	23	25	35	43	
Outras 2012**	5,0	5,0	5,0	8,0	8,0	7,0	6,0	7,0	10,0	12,0	14,0	13,0	
Afluência normal	87,0	95,0	92,0	74,9	55,4	44,3	38,5	33,3	34,2	39,6	45,0	64,4	58,6

(*)Projeções ONS (**) Como térmica nos gráficos)

Tabela Anexa 2: Capacidade do SIN em 2011

Ano	MW médio	%
Hidro Nacional	70.001	66,5%
Hidro Itaipu	7.000	6,6%
PCHs	4.515	4,3%
Térmica Convencional	16.228	15,4%
Termonuclear	2.007	1,9%
Eólica	51.342	1,3%
Biomassa	4.250	4,0%
Total	105.343	100%

Fonte: ONS.org.br

Anexo 3: Acompanhamento da situação até 12 de Março de 2013 (Sinal amarelo)

Resumo:

A e&e realizou uma avaliação independente sobre a possibilidade de um novo apagão, semelhante ao de 2001. A conclusão foi que a probabilidade de desabastecimento de energia elétrica era reduzida, mas a situação merecia um acompanhamento e exigia o uso adequado da capacidade não hídrica existente, predominantemente térmica, para recompor o nível dos reservatórios que estava, no início do ano, abaixo do desejável. Colaborando com esse acompanhamento, a e&e analisou a situação até 12/03/2013

No estudo original foram examinados três cenários:

Básico: Afluência normal (100%) e geração não hídrica utilizável 14,5 GW médio;

“2001”: Afluência 83%, como a do “apagão de 2001”, e geração não hídrica de 14,5 GW médio;

De Mínima Afluência 70% e geração não hídrica 17,5 GW médio.

No primeiro cenário, o estoque nos reservatórios mínimo seria recomposto para 46% do total, no segundo ele estaria a 25% de sua capacidade e, no último, estaria em seu nível crítico (5%). Tecnicamente em nenhum dos casos o abastecimento de 2013 estaria comprometido e os dois últimos poderiam gerar algum desconforto sobre a segurança do abastecimento.

Verifica-se na Tabela 1 que a Energia Natural Afluente – ENA até 12 de Março foi 20% inferior à normal no período, o que só corre em 10% dos anos. Desde o início da estação de chuvas (outubro) a afluência tem estado neste nível, o que já a configura uma estação anormalmente seca. Este fato não chega a surpreender já que a possibilidade de um ano seco suceder outro seco é maior que a de suceder um ano “molhado”.

Para remediar esta situação, o ONS determinou, desde o final do ano passado, um aumento da geração não hídrica (principalmente térmica) para preservar os reservatórios. Nestes primeiros 71 dias do ano, este tipo de geração atingiu a média 13,3 GW, quase o triplo da do mesmo período no ano passado. Apesar disto, o estoque armazenado é apenas 74% do previsto no cenário básico, que previa afluência recuperada a partir de janeiro.

Tabela 1: Afluência, Geração de Eletricidade e Energia Armazenada nos Reservatórios até 12/03/2013

	Unidade	Real	Esperada (*)	Real/ Esperada
Afluência	GW médio	73,2	91,5	80%
Geração Hídrica	GW médio	48,2	48,5	99%
Geração Não Hídrica	GW médio	13,3	14,5	92%
Geração Total	GW médio	61,5	63,3	97%
Armazenado	GW.mês	135	184	74%

(*) Cenário Básico **e&e** com geração prevista pela ONS (2ª Revisão 2012)

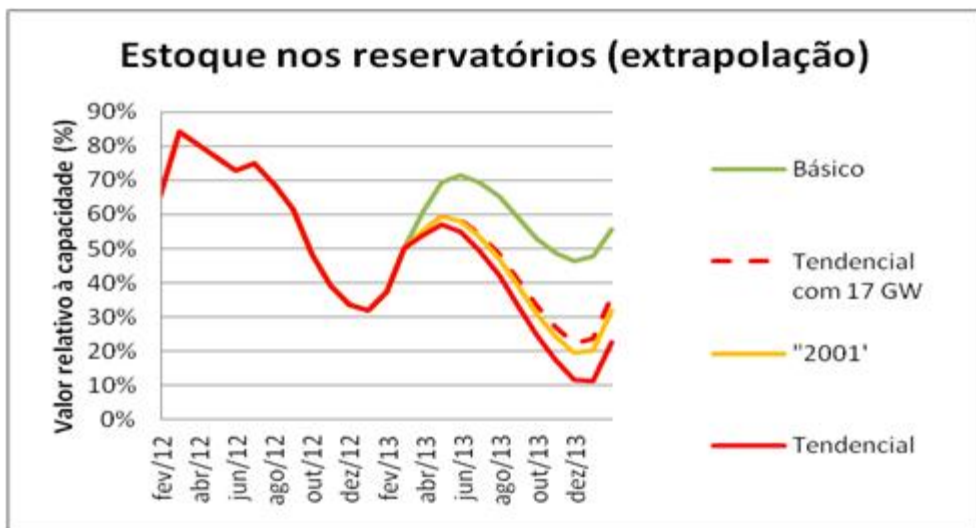
Na presente situação, foi feita uma reavaliação da evolução do nível dos reservatórios tomando-se como ponto de partida o início do mês de março e supondo as condições de contorno dos dois primeiros cenários anteriormente estudados e acrescentando-se um que representa a continuação da situação atual (tendencial) com a geração de 13,5 GW comparando-se com o de uma geração não hídrica de 17 GW que pudesse contar, inclusive, com a capacidade prevista para ser instalada durante o ano.

Do exame das projeções na Figura 1, surge a recomendação que se intensifique o esforço de máxima geração não hídrica. A capacidade nominal destas usinas é de 24 GW e só 56% estão sendo utilizados. No ano passado, o máximo da geração mensal foi de 14,5 GW. A **e&e** estimou em 17,5 GW a capacidade média efetivamente utilizável se não existir dificuldades de abastecimento de combustível. Além disto, uma demonstração de que é possível usar efetivamente esta capacidade térmica aumentaria a confiança no sistema. Por outro lado, na situação atual, praticamente não existe o risco de que uma súbita mudança na pluviosidade provoque desperdício de combustível recomendando-se o maior uso da capacidade térmica existente.

Na presente situação, foi feita uma reavaliação da evolução do nível dos reservatórios tomando-se como ponto de partida o início do mês de março e supondo as condições de contorno dos dois primeiros cenários anteriormente

te estudados e acrescentando-se um que representa a continuação da situação atual (tendencial) com a geração de 13,5 GW comparando-se com o de uma geração não hídrica de 17 GW que pudesse contar, inclusive, com a capacidade prevista para ser instalada durante o ano.

Do exame das projeções na Figura A3, surge a recomendação que se intensifique o esforço de máxima geração não hídrica. A capacidade nominal destas usinas é de 24 GW e só 56% estão sendo utilizados. No ano passado, o máximo da geração mensal foi de 14,5 GW. A **e&e** estimou em 17,5 GW a capacidade média efetivamente utilizável se não existir dificuldades de abastecimento de combustível. Além disto, uma demonstração de que é possível usar efetivamente esta capacidade térmica aumentaria a confiança no sistema. Por outro lado, na situação atual, praticamente não existe o risco de que uma súbita mudança na pluviosidade provoque desperdício de combustível recomendando-se o maior uso da capacidade térmica existente.



Cenário	Afluência	Capacidade não hídrica
Básico	100%	14,5 GW
"2001"	83%	14,5 GW
Tendência atual	80%	13,5 GW
Tendencial com 17 GW	80%	17 GW

Figura A3: Estrapolação do estoque para diversos cenários

Parceria:



eeen

ECEN - Consultoria Ltda.

Revista - Economia e Energia e.e.e Economy and Energy
Editor Chefe: Frida Eidelman [frida@ecen.com]

Organização **Economia e Energia - e.e.e - OSCIP**
Diretor Superintendente: Carlos Feu Alvim [feu@ecen.com]

Rio: Av. Rio Branco, 123 Sala 1308 Centro CEP 20040-005
Rio de Janeiro RJ Tel (21) 2222-4816 Fax 2242-2085
BH: Rua Jornalista Jair Silva, 180 Bairro Anchieta CEP 30310-290
Belo Horizonte MG
Internet :<http://ecen.com>.

Editor Gráfico: Marcos Alvim

Apoio:



Remetente:

Revista - Economia e Energia

Rio: Av. Rio Branco, 123 Sala 1308 - Centro
CEP - 20040-005 Rio de Janeiro - RJ