

e.e.e

Economia e Energia

N^o
81

Abril - Junho
2011 Ano XV

<http://ecen.com>



IMPRESSO
EM FOLHA DE PAPEL ALBINO
PODE SER ABERTO PELA ECT

A Produtividade de Capital a partir dos Censos Agropecuários Brasileiros

Claudio David Dimande e Carlos Feu Alvim

A Construção de Centrais Hidroelétricas e o Desenvolvimento Sustentável

Nivalde José de Castro, Guilherme de A. Dantas e Raul R. Timponi

Economia e Energia

Revista

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 Tel./Fax (31) 3284-3416
Internet :<http://ecen.com>.

Editor Gráfico: Marcos Alvim



Economia e Energia

Nº 81: Abril/Junho de 2011 - Ano XV

A Organização ***Economia e Energia - e&e*** OSCIP

ISSN 1518-2932

Versão em Inglês e Português disponível em: <http://ecen.com>

Texto para discussão:

A Produtividade de Capital a partir dos Censos Agropecuários Brasileiros

Carlos Feu Alvim

Claudio David Dimande

São feitas aproximações de produtividade de capital utilizando dados dos Censos Agropecuários do IBGE, agregando os grupos de atividade econômica em três setores: Agricultura, Pecuária e Outros.

Conclui-se que o comportamento da produtividade de capital apresentou um decréscimo no período de 1970 - 2006, tanto quando se considera o estoque de capital com o fator terra quanto com a exclusão deste fator.

Artigo:

A Construção de Centrais Hidroelétricas e o Desenvolvimento Sustentável

Nivalde José de Castro

Guilherme de A. Dantas

Raul R. Timponi

O trabalho analisa a construção de centrais hidroelétricas encarando o desafio que representa erradicar a pobreza e, concomitantemente, mitigar impactos ambientais; isto exige a promoção de um desenvolvimento fundamentado na sustentabilidade. O setor energético, devido à sua importância para o desenvolvimento sócio econômico e sua interdependência com a esfera ambiental, possui papel central na promoção desse tipo de desenvolvimento.

Sumário

A Produtividade de Capital a partir dos Censos Agropecuários Brasileiros	3
1. Introdução	3
2. Uso do Valor do Produto Como Proxy do Valor Agregado.....	5
3. Agrupamento das atividades.....	6
4. Estoque de Capital, Valor da Produção e Valor Agregado.....	8
5. Valor da Produção/Estoque de Capital e Produtividade de Capital	9
5.1 Estoque de capital incluindo o valor da terra	9
5.2 Estoque de capital excluindo o valor da terra	12
6. Conclusão	17
7. Referências Bibliográficas.....	18
Brasil: A Construção de Centrais Hidroelétricas e o Desenvolvimento Sustentável	19
1 - Introdução	19
2 - Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento: A necessidade de promover o desenvolvimento sustentável.....	21
3 - Alternativas Energéticas Sustentáveis	24
4 - A Importância da Avaliação de Impacto Ambiental Estratégica	27
5 - Avaliação de Impacto Ambiental Estratégica: Análise da Usina Hidroelétrica de Santo Antônio	30
6 - Conclusão	34
7 - Referências	35

Artigo:

A Produtividade de Capital a partir dos Censos Agropecuários Brasileiros

Carlos Feu Alvim

Diretor da e&e feu@ecen.com

Claudio David Dimande

Doutorando do PENO/COPPE/UFRJ

Resumo: São feitas aproximações de produtividade de capital utilizando dados dos Censos Agropecuários do IBGE, agregando os grupos de atividade econômica em três setores: Agricultura, Pecuária e Outros. Para calcular a produtividade de capital, se substituiu o valor agregado, que não está disponível nos Censos, pelo valor da produção por se considerar que este último é uma fração constante do PIB agropecuário, o que se revelou uma medida apropriada. Conclui-se que o comportamento da produtividade de capital no período de 1970 - 2006 apresentou um decréscimo tanto quando se considera o estoque de capital com o fator terra, quanto com a exclusão deste fator.

Abstract: Approximations to capital productivity using data from IBGE Agribusiness Census were made. In order to calculate capital productivity the aggregated values, which are not available in the Census, were substituted by the production values because they are a constant fraction of the agribusiness GDP and this proved to be an appropriate measurement. It was concluded that the capital productivity behavior in the 1970-2006 period has decreased considering the land factor or not.

Palavras-chave: produtividade de capital, agricultura, agropecuária, agronegócios

1. Introdução

Em nota anterior, publicada na revista Economia & Energia No. 77, foi avaliada a produtividade de capital no setor Agropecuário com base nos censos do mesmo setor, publicados com uma periodicidade média de cinco anos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em tais cen-

so são apresentados dados de estoque de capital e do valor de produção para determinados sub-setores ou atividades.

O objetivo deste trabalho é o de calcular a produtividade de capital em alguns sub-setores agropecuários. Como as atividades consideradas têm tido grande variabilidade ao longo dos censos, foi necessário agrupá-las em três grandes conjuntos, a saber: agricultura (que engloba produção de lavouras temporárias, lavouras permanentes e parte da agropecuária), pecuária (que considera pecuária, criação de outros animais e parte da agropecuária) e outros (que abarca horticultura, floricultura, silvicultura, extração vegetal e finalidades especiais).

Os censos agropecuários brasileiros contêm dados sobre o estoque de capital (K) dos estabelecimentos agropecuários. Além do estoque de capital, para a apuração da produtividade de capital é necessário possuir dados do valor agregado (VA) que não estão disponíveis diretamente. Não obstante, na apuração da produtividade global ou física pode ser usado o próprio produto agropecuário.

No cômputo do comportamento da produtividade de capital no setor agropecuário (como um todo e por atividade) foi usado como *proxy* de VA/K, a razão VP/K onde VP é o valor da produção que consta diretamente nos censos. Tal ação se baseia na hipótese de que o valor agregado seria uma fração aproximadamente constante do valor da produção.

Na apuração da produtividade de capital, foram consideradas duas hipóteses para o valor do estoque de capital incluindo ou não o valor da terra. Essa distinção se deve ao caráter especial da terra como fator de produção e como reserva de valor.

Este documento está organizado da seguinte forma: na seção 2 apresenta-se o uso do produto como *proxy* do valor agregado. Na seção 3 se faz o agrupamento das atividades, na seção 4 apresenta-se o estoque de capital, valor da produção e valor agregado. Na seção 5 aborda-se o valor da produção/estoque de capital e produtividade de capital, finalizando com a seção 6 onde se apresentam as referências bibliográficas.

O comportamento de tal razão justifica a adoção VP/K como *proxy* da produtividade de capital de VA/K para estudo de seu comportamento relativo ao longo dos anos.

2. Uso do Valor do Produto Como *Proxy* do Valor Agregado

A Tabela 1 apresenta o valor da produção dos estabelecimentos do censo e o valor do produto da agropecuária para o Brasil nos anos que foram realizados os censos. Ao se analisar a razão entre o Valor do Produto e o PIB do setor (que representa o Valor Agregado), nota-se um comportamento com pouca variabilidade, que chega a ser aproximadamente constante ao longo dos 36 anos analisados.

Tabela 1: Valor da Produção e PIB da Agropecuária no Brasil

PRODUTIVIDADE	1970	1975	1980	1985	2006
Unidades	(Mil Cruzeiros)	(Mil Cruzeiros)	(Mil Cruzeiros)	(Mil Cruzados)	(Mil Reais)
Valor da Produção (VP)	24.967.914	139.106.512	1.542.298.296	196.702.092	143.821.310
PIB Agropecuária (VA)	20.156.950	107.349.000	1.232.110.000	148.715.095	111.566.000
VA/VP	0,81	0,77	0,80	0,76	0,78

Deve-se ter em conta que os valores da razão VA/VP não se referem ao mesmo universo, já que o primeiro termo (VA) refere-se ao conjunto do setor e suprime, portanto, os insumos que são intrínsecos a ele, mas externos às empresas (trocas no mesmo setor). Além disto, o censo se refere às empresas visitadas e o produto da agropecuária, a toda a economia brasileira (Sistema Contas Nacionais, 2000).

Tratando-se de um setor primário, era de se supor que a razão VA/VP fosse alta, ou seja, que a maior parte do valor do produto seja gerada no próprio setor e não tenha origem em insumos externos ao setor ou à empresa, conforme o caso. Isto é o que efetivamente acontece e os valores encontrados (acima de 0,75) indicam também que os universos de apuração não são muito díspares, ou seja, o universo de empresas do censo cobre boa parte da produção do setor.

A Figura 1 ilustra o comportamento das razões VP/K, VA/K e VA/VP com o valor relativo a 1970. Note o comportamento praticamente constante do primeiro indicador e, como conseqüência, a coincidência da trajetória dos dois últimos indicadores.

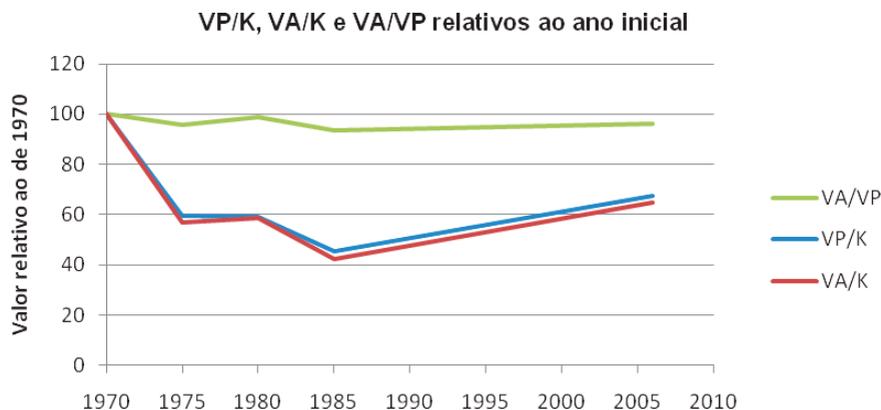


Figura 1: Razões entre VA (produto da agropecuária nas Contas Nacionais e VP e K, que podem ser obtidos diretamente do censo.

Pode-se observar na Figura 1 que VA/K e VP/K têm o mesmo comportamento pelo fato de VA/VP ser aproximadamente constante, conforme assinalado anteriormente, para cada atividade k e ano i, pode-se supor que:

$$(VA/K)_{i,k} = (VP/K)_{i,k} * (VA/VP)_i \quad (1)$$

onde o último valor se refere ao setor no ano (última linha da Tabela 1), e os valores para as atividades a cada ano de $(VP/K)_{i,k}$ são os apurados no item seguinte. Ou seja, foi adotada a hipótese de que a razão entre o valor agregado e o valor da produção para todas as atividades fosse igual ao do setor como um todo.

3. Agrupamento das atividades

Os valores desagregados dos diferentes setores que são considerados nos censos agropecuários, em moeda do respectivo ano, são ilustrados na Tabela 2.

Na apuração do valor da produção correspondente às atividades consideradas, foi adotado o critério de subdividir a atividade agropecuária entre agricultura e pecuária na mesma proporção de participação relativa desses dois setores no valor agropecuária + agricultura + pecuária. A classificação

Tabela 2: Valor da Produção por setor

	1970	1975	1980	1985	2006
VALOR DA PRODUÇÃO	24.967.914	139.106.512	1.542.298.296	196.702.092	143.821.310
(Unidades)	(Mil Cruzeiros)	(Mil Cruzeiros)	(Mil Cruzados)	(Mil Cruzeiros)	(Mil Reais)
Agricultura	14.035.294	82.273.860	822.496.042	119.830.639	99.158.420
Pecuária	6.101.933	38.843.897	490.058.699	51.260.020	30.169.667
Agropecuária	2.105.899	5.567.650	54.024.686	3.595.979	
Horticultura e Floricultura	307.067	1.622.782	16.126.963	2.127.345	5.032.101
Silvicultura e Reflorestamento	546.688	1.377.241	18.311.637	4.527.137	801.647
Avicultura	866.222	5.933.489	102.010.518	11.288.536	
Apicultura/ Cunicultura/ Sericultura	18.700	191.928	1.693.733	354.661	
Invernadas e campos de engorda	155.523				
Extração Vegetal	700.419	3.295.665			
Finalidades Especiais	130.169		37.576.018	3.717.775	
Produção Florestal - Florestas Plantadas					5.921.815
Produção Florestal - Florestas Nativas					1.822.548
Pesca					19.988
Aqüicultura					895.124

agropecuária (usada anteriormente para estabelecimentos que exerciam as duas atividades) desapareceu do censo agropecuário de 2006, que passou a classificar o estabelecimento pela atividade predominante, o que justifica essa ação.

A Tabela 3 ilustra os valores da Tabela 2 expressos em fração do valor total da produção, em moeda do respectivo ano. A parte sombreada na tabela mostra os valores da nova subdivisão do valor do produto entre agricultura, pecuária e “outros” que corresponde à soma das demais atividades.

Tabela 3: Valores da produção nas atividades como fração do total

Ano	1970	1975	1980	1985	2006
Moeda	Cruzeiros (Cr\$)	Cruzeiros (Cr\$)	Cruzeiros (Cr\$)	Cruzado (Cr\$)	Real (R\$)
Agricultura	0,562	0,591	0,533	0,609	0,689
Pecuária	0,244	0,279	0,318	0,261	0,210
Agropecuária	0,084	0,040	0,035	0,018	
Agricultura	0,621	0,619	0,555	0,622	0,689
Pecuária	0,270	0,292	0,331	0,266	0,210
Outros	0,109	0,089	0,114	0,112	0,101
Horticultura e Floricultura	0,012	0,012	0,010	0,011	0,035
Silvicultura e Reflorestamento	0,022	0,010	0,012	0,023	0,006
Avicultura	0,035	0,043	0,066	0,057	
Apicultura/Cunicultura/Sericultura	0,001	0,001	0,001	0,002	
Invernadas e campos de engorda	0,006				
Extração Vegetal	0,028	0,024			
Finalidades Especiais	0,005		0,024	0,019	
Produção Florestal - Florestas plantadas					0,041
Produção Florestal - Florestas Nativas					0,013
Pesca					0,000
Aquicultura					0,006

4. Estoque de Capital, Valor da Produção e Valor Agregado

Os valores do estoque de capital recebem tratamento similar obtendo-se os resultados indicados na Tabela 4 cujo comportamento da valorização do estoque de capital entre 1970 e 1985 é semelhante do valor da produção. Esses dados devem ser olhados com atenção porque o período considerado foi uma época de altos níveis de inflação (inclusive com mudanças de moeda) que tornam a avaliação do valor do estoque extremamente difícil. Também estão indicados os valores agregados obtidos pela multiplicação da relação VA/VP do setor para cada ano (última linha da Tabela 1) pelos valores da produção de cada atividade.

Tabela 4 – Agregação do estoque de capital e Valor da Produção

VARIÁVEIS	1970	1975	1980	1985	2006
Moeda	Cruzeiros (mil Cr\$)	Cruzeiros (mil Cr\$)	Cruzeiros (mil Cr\$)	Cruzado (mil Cr\$)	Real (mil R\$)
ESTOQUE DE CAPITAL (com terra)	144.710	1.349.701	15.071.877	2.520.173	1.238.573
Agricultura	67.940	616.911	6.494.681	1.163.487	537.135
Pecuária	67.251	650.089	7.379.231	1.218.407	610.994
Outros	9.519	82.701	1.197.965	138.279	90.443
VALOR DA PRODUÇÃO	24.968	139.107	1.542.298	196.702	143.821
Agricultura	15.503	86.056	856.350	122.349	99.158
Pecuária	6.740	40.630	510.230	52.337	30.170
Outros	2.725	12.421	175.718	22.016	14.493
VALOR A-GREGADO	20.157	107.349	1.232.110	148.715	111.566
Agricultura	12.516	66.410	684.120	92.501	76.920
Pecuária	5.441	31.354	407.612	39.569	23.403
Outros	2.200	9.585	140.378	16.644	11.243

5. Valor da Produção/Estoque de Capital e Produtividade de Capital

5.1. Estoque de capital incluindo o valor da terra

O valor da produção dividido pelo estoque de capital (com o valor da terra inclusa) para o setor de maneira geral, e para as três atividades é ilustrado na Tabela 5. Esses valores são tomados, neste trabalho, como *proxy* da produtividade de capital.

Tabela 5: Valor da produção agropecuária pelo estoque de capital (com terra) por atividade.

	1970	1975	1980	1985	2006
VP/K	0,17	0,10	0,10	0,08	0,12
VP agrícola/ K agrícola	0,23	0,14	0,13	0,11	0,18
VP pecuária/K. pecuária	0,10	0,06	0,07	0,04	0,05
VP outros/ K. outros	0,29	0,15	0,15	0,16	0,16

Os valores aproximados da produtividade de capital obtidos com o uso da expressão (1) estão indicados na Tabela 6. Eles resultam da divisão dos valores agregados pelos de estoque de capital, ambos indicados na Tabela 4. Esses valores estão representados na Figura 2.

Tabela 6: Aproximação do valor agregado no setor da agropecuária pelo estoque de capital por atividade (produtividade de capital por atividade).

Produtividade	1970	1975	1980	1985	2006
Moeda	(Cruzeiros)	(Cruzeiros)	(Cruzeiros)	(Cruzados)	(Reais)
PIB Agrícola/Estoque de Capital	0,14	0,08	0,08	0,06	0,09
VA agricultura/K agricultura	0,18	0,11	0,11	0,08	0,14
VA pecuária/K pecuária	0,08	0,05	0,06	0,03	0,04
VA outros/K outros	0,23	0,12	0,12	0,12	0,12

Produtividade de Capital por Atividade (VA/K)

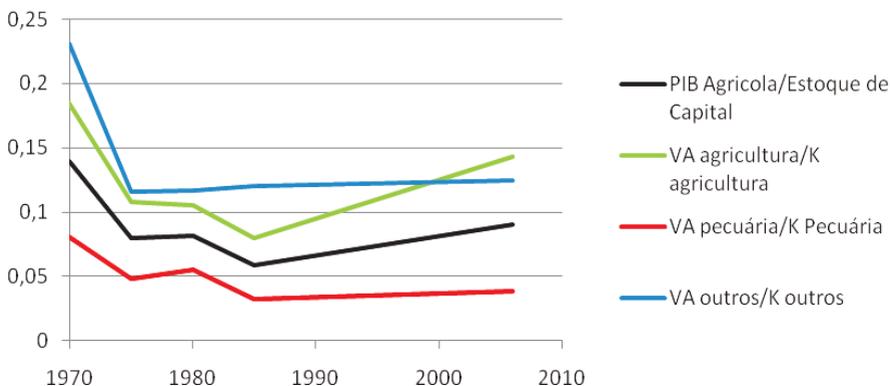


Figura 2: Comportamento da produtividade de capital (supondo-se que a razão VA/VP seja a mesma em todas as atividades).

No que concerne a comparação entre as atividades, a agrícola teve sempre produtividade bem acima da pecuária. A de “outros” só foi superada pela agricultura no último censo.

A produtividade de capital (incluindo terra) caiu para todas as atividades no início da década de setenta, como pode ser observado na Figura 2.

A partir de 1975, a produtividade da pecuária e de “outros” ficou aproximadamente constante. A produtividade agrícola ainda se reduziu até 1985 para apresentar forte reação entre os censos de 1985 e 2006. Os fortes ganhos de produção por área plantada, apontados na nota anterior, devem ter contribuído para este aumento na produtividade (uma conclusão definitiva depende da análise dos preços dos produtos, do valor dos bens de capital, notadamente da terra, que também influem no resultado).

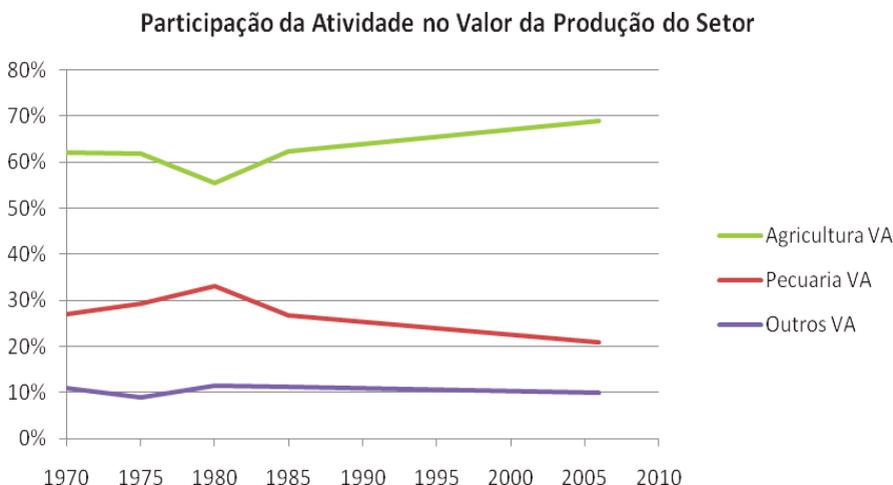


Figura 3: Evolução da participação das atividades no Valor do Produto por VA

Esses resultados foram parcialmente comentados anteriormente, não obstante, na Figura 3 se destaca a ascensão da participação da produção agrícola. Na nota anterior foi mostrado que a produtividade física (produto agrícola a preços constantes por ha) praticamente dobrou entre 1980 e 2000. Faz todo sentido, pois foi nessa época que as pesquisas da Embrapa começaram a dar resultados depois de anos de investimentos.

Participação da Atividade no Estoque de Capital do Setor

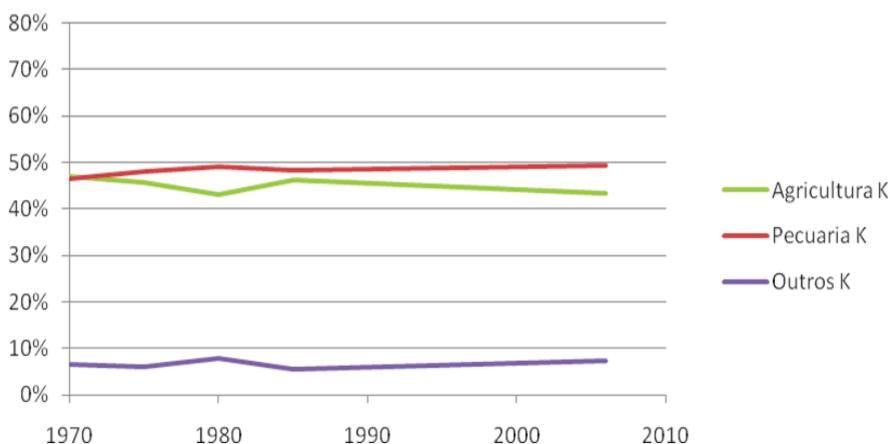


Figura 4: Evolução da participação das atividades no estoque de capital

Na Figura 4 representa-se a evolução da participação das atividades no estoque de capital. A participação dos três grupos é aproximadamente constante (ao longo do tempo). Agricultura e pecuária têm valores de participação próximos. No valor da produção, no entanto, predomina a agricultura notando-se um ganho da agricultura sobre a pecuária, provavelmente ligado ao aumento da produtividade física por área plantada.

5.2. Estoque de capital excluindo o valor da terra

O tratamento dos dados com a exclusão do valor da terra se deve ao caráter especial desse bem (a rigor um recurso natural) que só se enquadra dentro do conceito de capital resultante de investimentos reais na medida em que sejam contabilizados os recursos empregados para torná-la produtiva e que representam apenas uma fração do “valor da terra”.

Com a exclusão do fator terra, na Tabela 7 e ilustrado percentualmente na Figura 5, passa a existir uma distribuição equitativa entre a agricultura e a pecuária ao longo dos anos. O comportamento esperado é que ao excluir a terra, a pecuária apresentasse comparativamente na Figura 4 uma participa-

ção menor (a pecuária é mais intensiva em uso de extensão de terra). A redução, no entanto, é pouco significativa.

Tabela 7 - Valor do estoque de capital com a exclusão do valor da terra.

VARIÁVEIS	1970	1975	1980	1985	2006
Moeda	(Mil Cruzeiros)	(Mil Cruzeiros)	(Mil Cruzeiros)	(Mil Cruzados)	(Mil Reais)
ESTOQUE DE CAPITAL	66.904.141	408.951.861	5.554.228.143	901.762.754	364.366.053
Agricultura	31.060.340	189.604.266	2.310.755.035	427.610.510	158.230.715
Pecuária	30.686.249	179.738.984	2.489.241.348	410.210.357	173.015.167
Outros	5.157.552	39.608.611	754.231.760	63.941.887	33.120.169

Participação da Atividade no Estoque de Capital por Setor

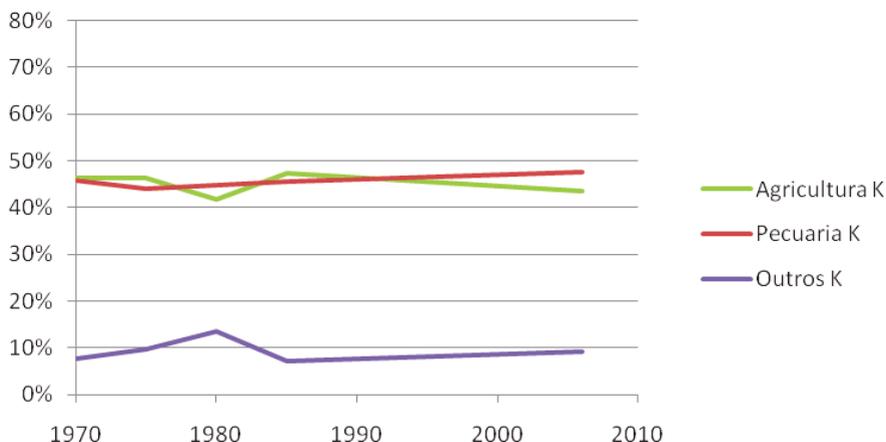


Figura 5 - Participação das Atividades no Estoque de Capital do Setor excluindo o valor da terra.

Ao se fazer uma análise do estoque de capital com e sem terra (Tabela 8), vê-se claramente que os valores nos setores de agricultura e pecuária sempre estiveram equitativos, isto é, tiveram quase o mesmo valor, não diferindo

muito, não obstante serem atividades diferentes e cada sub-setor ter uma cadeia produtiva com as suas particularidades.

Tabela 8 – Valor da terra, estoque de capital com terra e sem terra.

Estoque de Capital	1970	1975	1980	1985	2006
Unidades	(Mil Cruzeiros)	(Mil Cruzeiros)	(Mil Cruzeiros)	(Mil Cruzados)	(Mil Reais)
Estoque de Capital	144.709.933	1.349.700.942	15.071.876.975	2.520.548.289	1.238.572.595
Estoque de Capital	66.904.141	408.951.861	5.554.228.143	901.762.754	364.366.053
Variáveis	1970	1975	1980	1985	2006
Total valor da terra	77.805.795	940.749.078	9.517.648.832	1.618.691.069	874.206.542
Unidades	(Mil Cruzeiros)	(Mil Cruzeiros)	(Mil Cruzeiros)	(Mil Cruzados)	(Mil Reais)
Agricultura	36.879.428	427.307.037	4.183.926.319	735.876.144	378.904.773
Pecuária	36.564.984	470.350.150	4.889.989.311	808.196.785	437.978.488
Outros	4.361.382	43.091.892	443.733.199	74.337.324	57.323.281

A Tabela 9 mostra a participação da terra no estoque de capital (valor dos bens) para o setor agropecuário e as atividades consideradas. Com efeito, o valor da terra tem uma participação ligeiramente superior no estoque de capital em relação à da agricultura.

Tabela 9 – Participação da terra no valor dos bens.

Estoque de Capital	1970	1975	1980	1985	2006
Total (valor da terra/ K)	54%	70%	63%	64%	71%
Agricultura	54%	69%	64%	63%	71%
Pecuária	54%	72%	66%	66%	72%
Outros	46%	52%	37%	54%	63%

Tabela 10 - Valor da produção/estoque de capital por atividade.
(terra excluída)

Produtividade	1970	1975	1980	1985	2006
Moeda	(Mil Cruzeiros)	(Mil Cruzeiros)	(Mil Cruzeiros)	(Mil Cruzados)	(Mil Reais)
VP/Estoque de Capital	0,37	0,34	0,28	0,22	0,39
VP Agrícola/ K Agrícola	0,50	0,45	0,37	0,29	0,63
VP Pecuária/ K Pecuária	0,22	0,23	0,20	0,13	0,17
VP Outros/ K Outros	0,53	0,31	0,23	0,34	0,44

Tabela 11 - Aproximação do valor agregado no setor da agropecuária pelo estoque de capital por atividade.
(produtividade de capital por atividade).

Produtividade	1970	1975	1980	1985	2006
Moeda	(Mil	(Mil	(Mil	(Mil	(Mil
PIB Agrícola/ Estoque de Capital	0,30	0,26	0,22	0,16	0,31
VA agricultura/ K agricultura	0,40	0,35	0,30	0,22	0,49
VA pecuária/K Pecuária	0,18	0,17	0,16	0,10	0,14
VA outros/K outros	0,43	0,24	0,19	0,26	0,34

Sem o valor da terra no estoque de capital (K) os valores da produtividade de capital (VA/K) mostrados na Tabela 11 são obviamente maiores que

os obtidos considerando-se o valor da terra (Tabela 8). Os valores para o setor são como era de se esperar, valores médios em relação às atividades. A Figura 6 ilustra os dados da Tabela 11.

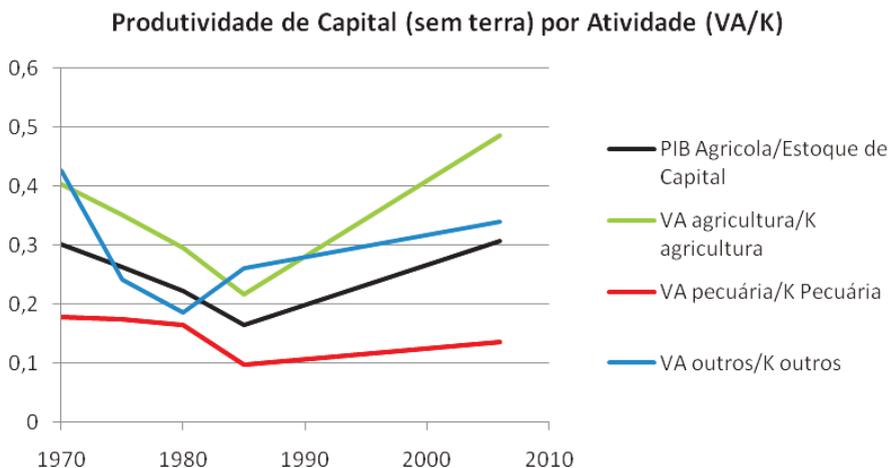


Figura 6 - Produtividade de Capital por atividade (estoque de capital sem terra).

Para o setor agropecuário, a produtividade de capital decresce até 1985 e cresce no censo de 2006, recuperando o nível de 2006. Esta recuperação se deve sobretudo à agricultura. A recuperação para “outros” também é grande, mas tem pouco peso na média. A pecuária não havia recuperado em 2006 a produtividade do ano inicial.

O cenário de queda na produtividade de capital faz todo sentido para a economia como um todo, pois é nesse período que ocorre o chamado milagre econômico brasileiro, caracterizada pela forte entrada de capital externo, crescimento econômico recorde, inflação baixa e projetos desenvolvimentistas como a Transamazônica e Ponte Rio - Niterói, grandes incentivos fiscais à indústria e à agricultura, construção de importantes rodovias e a conclusão do acordo com o Paraguai para construção da Usina Hidrelétrica de Itaipu. Todos esses fatores podem ter contribuído para o decréscimo da produtividade de capital a partir do início da década de 70. A produtividade agrícola seguiu um ritmo semelhante. Diferentemente da produtividade do todo da economia, ela experimentou uma forte recuperação entre 1985 e 2006.

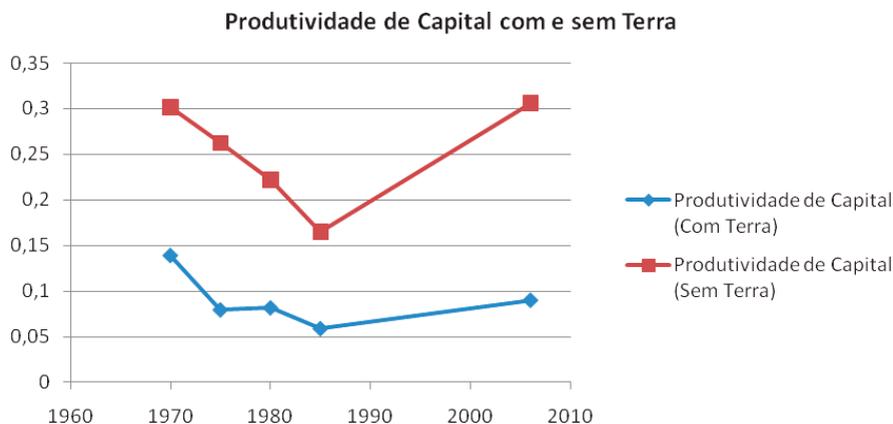


Figura 7 - Produtividade de Capital com terra e sem terra

E finalmente, na Figura 7, são comparadas duas produtividades de capital, com terra e sem terra. Em ambos os casos houve um decréscimo até 1985 e uma recuperação em 2006. A diferença de níveis entre ambos se dá devido à fração (terra) subtraída. Note-se que a produtividade de capital foi avaliada para o Brasil (e&e No 74) em cerca de 0,4 para o conjunto da economia. Mesmo sem incluir o valor da terra, a produtividade da agropecuária seria ainda inferior à média da economia no ano de 2006. No entanto, deve-se considerar que o produto originário da atividade agropecuária agrega valor em várias etapas posteriores do ciclo da agroindústria e dos serviços, contribuindo assim para alavancar outros setores da economia menos intensivos em capital.

6. Conclusão

Os censos agropecuários brasileiros apresentam uma informação importante, que é o estoque de capital subdividido em diversos itens. O componente mais variável desse estoque é o valor atribuído a terra. Quando se exclui a terra nota-se que os componentes agrupados como “Agricultura” e “Pecuária” têm uma distribuição (quase) equitativa, e existe uma notável igualdade do estoque de capital relativo ao valor da produção. Conclui-se que a produtividade de capital (com a terra inclusa e com a sua exclusão) por grupos de atividades apresentou um decréscimo no início da década de 70. O fosso de informações que existe de 20 anos em que não foram publicados dados de estoque de capital não permite conhecer a trajetória da pro-

atividade de capital entre 1986 e 2006. O que se pode dizer (certamente) é que a produtividade de capital de ambos os casos (com terra e sem terra) decresceu sistematicamente entre 1970 e 1986 e que a de 2006 é significativamente superior à de 1986.

7. Referências Bibliográficas

IBGE 2006. Censo Agropecuário – Brasil. Rio de Janeiro: IBGE.

IBGE 1995/1996. Censo Agropecuário – Brasil. Rio de Janeiro: IBGE.

IBGE 1985. Censo Agropecuário – Brasil. Rio de Janeiro: IBGE.

IBGE 1980. Censo Agropecuário – Brasil. Rio de Janeiro: IBGE.

IBGE 1975. Censo Agropecuário – Brasil. Rio de Janeiro: IBGE.

IBGE. 1970. Censo Agropecuário – Brasil. Rio de Janeiro: IBGE.

IBGE SISTEMA DE CONTAS NACIONAIS do BRASIL/2000

Artigo:

A Construção de Centrais Hidroelétricas e o Desenvolvimento Sustentável

*Nivalde José de Castro*¹

*Guilherme de A. Dantas*²

*Raul R. Timponi*³

Resumo: A interdependência entre o sistema energético e as esferas social e ambiental são apresentadas, bem como as principais políticas e instrumentos para promoção do desenvolvimento sustentável. A avaliação do impacto ambiental da construção de uma usina hidroelétrica é avaliada e a usina de Santo Antônio é analisada deste ponto de vista.

Abstract: The stimulation of sustainable development and its connection with the social and environmental areas are presented as well as the main policies and instruments for its accomplishment. The evaluation of hydroelectric construction environmental impact is made and the hydroelectric Santo Antônio power plant is analyzed from this point of view.

Palavras-chave: Brasil, desenvolvimento sustentável, usina hidrelétrica, usina de Santo Antônio, impacto ambiental

1 – Introdução

Os impactos ambientais ocasionados pelo desenvolvimento sócio econômico dos últimos 250 anos causaram danos ao equilíbrio de ecossistemas específicos e a biosfera do planeta Terra. Ao mesmo tempo, este desenvol-

1 - Professor da UFRJ e coordenador do GESEL - Grupo de Estudos do Setor elétrico do Instituto de Economia da UFRJ.

2 - Doutorado do Programa de Planejamento Energético da COOPPE/UFRJ e Pesquisador Sênior do GESEL/UFRJ.

3 -Mestre em Economia pelo Instituto de Economia da UFRJ e Pesquisador do GESEL/IE/UFRJ.

vimento econômico manteve-se concentrado e restrito a um número pequeno de países e da população mundial que vem se beneficiando de melhores padrões de vida, em seus diferentes aspectos. Contudo, e aí se forma um paradoxo, os impactos ambientais estão sendo “socializados” enquanto que uma parte expressiva da população mundial ainda vive hoje em condições de extrema pobreza sem acesso a serviços básicos. Neste contexto contraditório, emerge o conceito de desenvolvimento sustentável que busca permitir avanços sócio-econômicos com impacto ambiental mínimo, não comprometendo desta forma a qualidade de vida das gerações futuras.

Como a geração de energia utiliza recursos naturais como insumos e gera necessariamente impactos sobre o meio ambiente, a melhoria de condições de vida da geração atual sem o comprometimento dos recursos a serem disponibilizados para as gerações futuras exige a adoção de estratégias sustentáveis no setor de energia. Esta assertiva é baseada nas relações existentes entre:

- (i) desenvolvimento sócio-econômico e maiores níveis de consumo de energia; e
- (ii) energia e meio ambiente.

Existem várias estratégias possíveis de serem adotadas com vistas que a expansão da oferta de energia elétrica, foco analítico deste trabalho, ocorra de forma sustentável. Estas estratégias são complementares e não excludentes. As opções disponíveis variam desde a elaboração de estratégias de desenvolvimento que priorizem setores de maior valor agregado, passando pela adoção de processos de maior eficiência energética até a promoção de fontes renováveis de energia.

Dentre as opções de fontes renováveis a serem exploradas para geração de energia elétrica, se destaca a hidroeletricidade por sua maturidade tecnológica e competitividade de custos. No entanto, embora ainda existam expressivos potenciais remanescentes nos países em vias de desenvolvimento, a expansão da oferta de energia elétrica vem se baseando prioritariamente em fontes termoeletricas em detrimento da exploração do potencial hídrico, conforme se pode constatar nos países da América Latina, por exemplo.

O argumento central deste artigo é que esta opção pela termoeletricidade se deve em grande medida ao caráter pontual das avaliações de impactos ambientais dos projetos de geração de energia elétrica. Caso se ado-

te a metodologia de avaliação de impacto ambiental estratégica, na qual a discussão ambiental ocorre na fase do planejamento e compara os impactos das diferentes alternativas, os projetos hidroelétricos certamente serão priorizados.

O presente trabalho está dividido em 4 seções. Inicialmente é apresentada a interdependência entre o sistema energético e às esferas social e ambiental, além da necessidade de promoção do desenvolvimento sustentável. Em seguida, são analisadas as principais políticas e instrumentos para que a oferta de energia se expanda de forma sustentável. A terceira seção se dedica ao exame da avaliação de impacto ambiental dos projetos ressaltando a importância que esta análise tenha um caráter estratégico. Por fim, a última parte procura explicitar o argumento da seção anterior com base na análise das Usina hidroelétrica de Santo Antônio.

2 - Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento: A necessidade de promover o desenvolvimento sustentável

Segundo GOLDEMBERG e LUCON (2007), a biosfera está sujeita a um processo contínuo de transformações devido a causas naturais sobre as quais o homem não possui controle⁴. Entretanto, as mudanças naturais de grande magnitude ocorrem de forma bastante lenta, e isto permite a vida sobre a Terra se adaptar a estas alterações. Em contrapartida, a partir da Revolução Industrial no século XVIII, significativas mudanças no meio ambiente passaram a ocorrer pela ação antrópica associada ao aumento populacional e desenvolvimento sócio econômico que aceleraram de forma exponencial o ritmo de extração dos recursos naturais e o despejo de resíduos sobre o meio ambiente.

Dentre às novas atividades humanas derivadas da Revolução Industrial, a produção e o consumo de energia estão na origem da maior parte dos impactos ambientais negativos dos últimos 250 anos, sobretudo porque o desenvolvimento sócio econômico verificado ocorreu baseado na combustão de combustíveis fósseis⁵. Desta forma, se faz necessário e estratégico mitigar os impactos do setor energético sobre o meio ambiente, pois estes im-

4 - As estações do ano, terremotos, erupções vulcânicas, furacões, queimadas em florestas são alguns exemplos de fenômenos naturais sobre os quais o homem não tem como intervir.

pactos reduzem a qualidade de vida dos seres vivos, comprometem a extração de recursos naturais, desequilibram ecossistemas e a biosfera, e no limite colocam em dúvida e risco o futuro da vida humana na Terra.

No entanto, o intenso uso de recursos naturais por parte do setor energético desde meados do século XVIII e os impactos ambientais associados a este uso atenderam essencialmente as demandas energéticas dos países que hoje são denominados desenvolvidos e cerca de um terço da população mundial permanece sem acesso as formas modernas e comerciais de energia. Logo, depreende-se que a demanda energética potencial nos países em vias de desenvolvimento é considerável baseando-se no atual padrão de consumo energético.

GOLDEMBERG *et al.* (1988) enfatizam a necessidade que a humanidade possui de erradicar a pobreza. Os autores enunciam que esta erradicação exige que os países em vias de desenvolvimento aumentem sua produtividade agrícola e a distribuição de alimentos, implementem redes de esgoto e distribuição de água potável adequados, permitam o acesso à educação básica e serviços de saúde, além de proporcionarem confortos básicos e desenvolvimento do setor industrial. Todas estas atividades exigem um relevante consumo de energia, na medida em que existe uma nítida e inequívoca relação entre desenvolvimento sócio econômico e níveis crescentes de consumo de energia.

De acordo com JOHANSSON e GOLDEMBERG (2002), o acesso a formas modernas e eficientes de energia é um importante indicador das condições de vida de uma população. Os autores afirmam que aproximadamente 2 bilhões de pessoas ainda não possuem acesso a energia elétrica nem a combustíveis modernos, como por exemplo gás liquefeito de petróleo. Estas pessoas utilizam lenha, resíduos agrícolas e animais para cozinhar e produzir energia térmica em processos de reduzida eficiência energética e em alguns casos prejudiciais à saúde. Portanto, é evidente que a melhoria das

5 - Os impactos ambientais da produção e consumo de energia ocorrem em todos os níveis. Desde as doenças respiratórias oriundas da utilização de lenha para cocção em residências humildes que ainda hoje matam um expressivo número de pessoas por ano até o desequilíbrio do ciclo do carbono devido à combustão de combustíveis fósseis que intensifica o efeito estufa e ocasiona mudanças climáticas.

condições de vida deste contingente populacional passa pelo acesso a formas modernas eficientes de energia. Como demonstram os dados da Tabela 1 onde são comparadas as estimativas de consumo *per-capita* de energia

	Consumo Energético Per-capita (em tep por habitante)	Consumo de Energia Elétrica Per-capita (em kWh por habitante)
Mundo	1,83	2782
OECD	4,56	8486
América Latina	1,24	1956
África	0,67	571

e de energia elétrica por grupos de países para o ano de 2008.

Tabela 1 – Consumos Médios de Energia e de Energia Elétrica em 2008

Fonte: IEA (2010).

Neste sentido, nota-se a necessidade de desenvolvimento sócio econômico dos países em vias de desenvolvimento para melhorar as condições de vida e reduzir o número de pessoas que vivem na condição de extrema pobreza. Concomitantemente, é preciso mitigar os danos sobre o meio ambiente de forma a não causar externalidades negativas para gerações futuras. Da mesma forma, o ritmo de extração de recursos da geração não pode comprometer o capital natural disponível para as gerações vindouras.

Estes parâmetros é que fundamentam o conceito de desenvolvimento sustentável, qual seja: atendimento das demandas sociais presentes sem o comprometimento da qualidade de vida das gerações futuras.

Conforme assinala BÜRGENMEIER (2005), a promoção do desenvolvimento sustentável deve ser perseguida na forma como foi explicitada no Relatório Brundtland em 1987, isto é, buscando explorar os recursos, orientar investimentos e adotar técnicas e arranjos institucionais que permitam atender as necessidades dos homens atuais e das gerações futuras.

Viabilizar o desenvolvimento sustentável passa, necessariamente, pela adoção de soluções sustentáveis para o sistema energético, tendo em vista a interface deste como as esferas social e ambiental. A próxima seção se dedica ao exame de políticas estratégicas que possibilitem a sustentabilidade do setor energético.

3 – Alternativas Energéticas Sustentáveis

O debate sobre as estratégias energéticas deve ser antecedido pela análise e discussão da própria estratégia de desenvolvimento. Partindo do pressuposto de que existe uma relação inequívoca entre desenvolvimento sócio econômico e maiores níveis de consumo de energia, deve-se buscar um equilíbrio desta relação dinâmica, elegendo setores da economia prioritários para alcançar crescimento econômico e melhoria das condições de vida da sociedade.

De acordo com PINTO *et al.* (2007), o consumo de energia é determinado pela conjugação de três variáveis vetores:

nível de atividade econômica;

composição setorial da economia; e

intensidade energética desta economia.

Neste sentido, a alteração no consumo de energia é função de variações em um ou mais destes três vetores. A projeção da demanda por energia com base em relações econométricas entre o consumo de energia e o nível de renda ignora os efeitos de mudanças na estrutura da economia e alterações técnicas que façam variar a intensidade energética. Este tipo de análise é válido para projeções de curto prazo, entretanto, perde consistência conforme se amplia o horizonte temporal de análise, pois em prazos maiores a hipótese de que os efeitos estrutura e intensidade tenham impactos significativos na variação da demanda de energia torna-se bastante plausível.

Portanto, verifica-se que a relação entre desenvolvimento econômico e demanda de energia não é estática no tempo e um dos fatores que podem alterar esta relação é justamente a estrutura econômica. Neste sentido, antes de qualquer discussão inerente ao setor energético, é preciso ponderar que uma política industrial focada em setores menos intensivos no consumo de energia que produzam bens de maior valor agregado pode reduzir a dimensão do desafio do setor energético.

De uma maneira geral e baseada nas evidências históricas, o processo de desenvolvimento de um país tende a ter uma fase inicial de industrialização com investimentos na indústria pesada. Em seguida, é possível ocorrer o desenvolvimento de indústrias de maior valor agregado culminando

com um processo de desindustrialização relativa onde o setor de serviços ganha importância. Esta, em linhas gerais, foi a trajetória de desenvolvimento dos países que hoje são denominados desenvolvidos. Em termos energéticos, esta trajetória significa um aumento da intensidade energética do parque industrial nos estágios iniciais de desenvolvimento até o momento em que esta intensidade energética se estabiliza e a partir de então começa a decrescer devido à uma maior participação na economia de setores de serviço.

O que se pode examinar é a possibilidade dos países em vias de desenvolvimento não precisarem replicar a trajetória de desenvolvimento dos países desenvolvidos. É possível adotar estratégias de desenvolvimento que foquem setores de maior valor agregado e menos intensivos no consumo de energia. Este tipo de estratégia é conhecido na literatura como *leapfrogging*, pela qual é possível que a renda *per-capita* aumente com um menor crescimento da intensidade energética.

Entretanto, se estratégias *leapfrogging*⁶ são consistentes para o desenvolvimento econômico de determinado país, esta trajetória não poderia ser aplicada ao conjunto de todos os países em vias desenvolvimento, pois está fundamentada em uma nova organização internacional do trabalho. Explica-se: a prioridade em setores de maior valor agregado não elimina a demanda por bens primários mais intensivos em energia que teria de ser suprida por um conjunto de países para os quais as indústrias básicas acabariam sendo transferidas. Em grande medida foi esta transferência e conseqüente nova organização internacional do trabalho que permitiu os países desenvolvidos reduzirem a intensidade energética de suas economias.

No âmbito do sistema energético, JOHANSSON e GOLDEMBERG (2002) enunciam que existem recursos físicos e disponibilidade tecnológica para que o setor energético tenha uma trajetória compatível com a promoção do desenvolvimento sustentável. No entanto, a disseminação destas rotas alternativas exige a elaboração de políticas de incentivos as mesmas. Neste sentido, pode-se afirmar que políticas de aumento do nível de eficiência no uso da energia e uma maior utilização de fontes renováveis são estratégias fundamentais para que se tenha um sistema energético sustentável.

6 - Ver GOLDEMBERG e LUCON (2007).

A promoção de eficiência energética é o único instrumento disponível capaz de atender os três objetivos estratégicos, porém conflitantes, de uma política energética consistente:

- segurança do suprimento;
- competitividade de custos;
- sustentabilidade ambiental.

Cabe destacar, que mesmo nos países em vias de desenvolvimento existe espaço para promoção de eficiência energética através de soluções técnicas que possibilite o atendimento da demanda por serviços energéticos com uma menor quantidade de insumos. Deve-se ter cuidado com valores de consumos médios nos países em desenvolvimento porque são países com um grau de desigualdade tamanha que, mesmo os valores médios sendo baixos, existe uma elite com um consumo energético no mesmo nível dos países desenvolvidos e aí existe um grande campo para se realizar políticas de eficiência energética.

Contudo, embora as políticas de promoção de eficiência energética devam ser promovidas em países em vias de desenvolvimento, a demanda reprimida nestes países é de tal ordem que inevitavelmente serão necessários expressivos investimentos na expansão da oferta de energia. A questão que se coloca é quais fontes devem ser priorizadas com o intuito de que esta expansão ocorra em bases sustentáveis. Com este objetivo, é necessário a formatação de políticas energéticas que permitam um aumento da participação das fontes renováveis de energia que hoje representam apenas 12% da oferta energética mundial.

No âmbito do setor elétrico, existem algumas alternativas de fontes renováveis de energia (hidroeletricidade, bioeletricidade, energia eólica e solar) a serem utilizadas na expansão da matriz elétrica. O grande obstáculo à maioria destas fontes é ainda seu maior custo em relação às fontes convencionais. Desta forma se fazem necessárias políticas de fomento a estas fontes a fim de reduzi-las seus custos, por exemplo pelos ganhos de escala. Entretanto, dentre as fontes renováveis de geração de energia elétrica, a hidroeletricidade é aquela que é madura tecnologicamente e competitiva em termos de custos. Além disso, existe um enorme potencial hidroelétrico a ser desenvolvido, sobretudo em países em vias de desenvolvimento. A Tabela 2

apresenta dados sobre o potencial hidroelétrico de países da América do Sul.

Países	Potencial (MW)	Instalado (MW)	% Explorado
Argentina	40.400	9.940	25
Bolivia	1.379	440	32
Brasil	260.000	76.942	30
Chile	25.156	4.943	20
Colombia	96.000	8.996	9
Equador	30.865	2.033	7
Paraguai	12.516	8.130	65
Peru	58.937	3.242	6
Uruguai	1.815	1.358	75
Venezuela	46.000	14.567	32

Tabela 2 – Potencial Hidroelétrico dos Países da América do Sul em 2008

Fonte: OLADE (2009).

No entanto, o que se verifica é que em muitos casos a expansão da oferta de energia elétrica nestes países não vem priorizando a exploração do potencial hidroelétrico. Na visão dos autores deste texto, um dos principais motivos para este fato está relacionado à forma como vem sendo realizada a avaliação de impactos ambientais dos projetos e isto que será discutido na próxima seção deste artigo.

4 – A Importância da Avaliação de Impacto Ambiental Estratégica

A atividade de geração de energia gera, por definição, impactos ambientais. No setor elétrico, os impactos variam na tipologia e na dimensão de A Tabela 3 apresenta os principais impactos sócio-ambientais das principais fontes de geração de eletricidade.

Tabela 3 - Impactos Sócio-Ambientais da Geração de Energia Elétrica

Fontes	Impactos Sócio-Ambientais
Termoeletricidade	Emissão de Gases do Efeito Estufa; Emissão de Material Particulado; Emissão de SOx; Emissão de NOx.
Hidroeletricidade	Alagamento para Construção de Barragens; Alteração nos Regimes dos Rios a Jusante; Assoreamento a Montante da Barragem; Barreiras à Migração dos Peixes; Proliferação de Algas; Perda de Patrimônio Histórico, Arqueológico e Turístico; Remoção de Populações Locais.
Bioeletricidade	Perda de Biodiversidade; Poluição Atmosférica; Mortandade de Peixes; Contaminação de Aquíferos Freáticos.
Energia Eólica	Poluição Sonora; Poluição Estética; Morte de Pássaros.
Energia Solar	Acúmulo de Resíduos Tóxicos no Ambiente.
PCH's	Interferência na Fauna e Flora Locais; Conflitos com o Turismo.
Energia Nuclear	Risco de Acidentes; Incertezas no Gerenciamento dos Resíduos; Perigo da Proliferação de Armas Atômicas.

Fonte: GOLDEMBERG e LUCON (2007).

Os impactos ambientais da geração de eletricidade variam em relevância, mas sobretudo em sua dimensão espacial, tendo em vista a distinção entre impactos locais (como a emissão de material particulado por parte de uma termoeletrica a carvão ou o assoreamento de um rio devido à construção de uma central hidroelétrica), impactos regionais (como por exemplo a chuva ácida) e o impacto global das alterações climáticas. Estas diferentes

dimensões dos impactos ambientais geram diferentes percepções dos agentes envolvidos em relação aos mesmos. Neste sentido, é preciso que a avaliação de impacto ambiental da expansão de um sistema elétrico ocorra de forma coordenada fazendo comparação entre os impactos dos diferentes projetos de forma a evitar que esta percepção diferenciada dos agentes se sobreponha ao interesse da sociedade como um todo.

Contudo, o que na maioria dos casos se verifica, é uma avaliação de impacto ambiental dos projetos específicos e este é o caso brasileiro onde se realiza a avaliação do impacto ambiental de determinado empreendimento e as medidas necessárias para mitigar estes impactos. A questão que se coloca é que este tipo de análise tende a não permitir que a expansão do sistema elétrico ocorra através da contratação dos empreendimentos com menor impacto sócio-ambiental. Esta anomalia advém justamente das diferentes dimensões dos impactos e por consequência das distintas percepções que as pessoas possuem sobre o mesmo e isto fica explícito no paradoxo existente no Brasil entre a dificuldade de se licenciar um empreendimento hidroelétrico e a rapidez com que se consegue o licenciamento ambiental de um empreendimento termoelétrico.

Os impactos sócio-ambientais da construção de uma usina hidroelétrica são essencialmente locais e de grande relevância para as populações próximas ao projeto. Em contraste, o principal impacto de uma usina termoelétrica são os gases do efeito estufa que têm uma dimensão global, não impactando diretamente as pessoas residentes no entorno da usina. Ao mesmo tempo, projetos hidroelétricos possuem uma escala de geração maior do que os projetos termoelétricos, que tendem a ocupar bem menos espaços. Estes fatores tendem a resultar numa maior mobilização política em relação aos impactos ambientais de um projeto hidroelétrico levando a um cenário onde os licenciamentos de projetos hidroelétricos são mais morosos e enfrentam oposição de movimentos sociais.

Neste sentido, uma avaliação dos impactos ambientais da expansão de um sistema elétrico que de fato resulte na escolha dos empreendimentos com menores impactos necessita estar atrelada ao planejamento do setor. Cabe ressaltar que este era o intuito original de avaliações de impactos ambientais, entretanto, tornou-se comum se atrelar avaliação de impacto ambiental ao licenciamento do empreendimento e esta avaliação passou a se

referir a projetos específicos.

A metodologia de avaliação de impacto ambiental estratégica consiste basicamente em se realizar a avaliação dos impactos ambientais na fase do planejamento quando serão elaboradas as políticas, planos e programas de expansão do setor elétrico. Desta forma, a variável ambiental se constitui em um parâmetro de decisão no planejamento do sistema em conjunto com variáveis financeiras e econômicas (COMAR *et al.*, 2006). Para isto, é preciso mensurar os impactos ambientais dos diferentes projetos em uma unidade comum para que os mesmos possam ser comparados.

A hipótese central deste estudo, que será testada na próxima seção, é que com base na avaliação de impacto ambiental estratégica, projetos hidroelétricos deverão ser priorizados na expansão do sistema elétrico em detrimento dos projetos termoeletricos, pois a geração hidroelétrica tende a apresentar os menores impactos ambientais negativos. Esta análise se fundamenta na comparação entre os custos de mitigação dos impactos sócio econômicos da construção de uma usina hidroelétrica e os custos ambientais da emissão de gases do efeito estufa por parte de usinas termoeletricas movidas a combustíveis fósseis.

Deve ser destacado que a geração termoeletrica também acarreta impactos ambientais locais devido à emissão de material particulado, SOx e NOx. Logo, os custos ambientais são ainda maiores. Contudo, para efeito de simplificação, optou-se por trabalhar apenas com o custo das emissões de gases do efeito estufa. A simplificação torna-se mais consistente a medida que existam legislações limitando as emissões destes poluentes, tendo em vista que os investimentos que se farão necessários – por exemplo, preceptor eletrostático e torre de absorção para o controle pós combustão de material particulado e SOx, respectivamente – serão repassados diretamente ao custo da energia.

5 – Avaliação de Impacto Ambiental Estratégica: Análise da Usina Hidroelétrica de Santo Antônio

Em anos recentes, verificou-se uma preponderância de projetos termoeletricos nos certames de contratação de energia no sistema elétrico brasileiro em detrimento a oferta de energia hídrica. Como resultado, houve uma expressiva contratação de empreendimentos termoeletricos, especial-

mente nos leilões de energia nova de 2007 e de 2008, conforme pode ser notado no Gráfico 1.

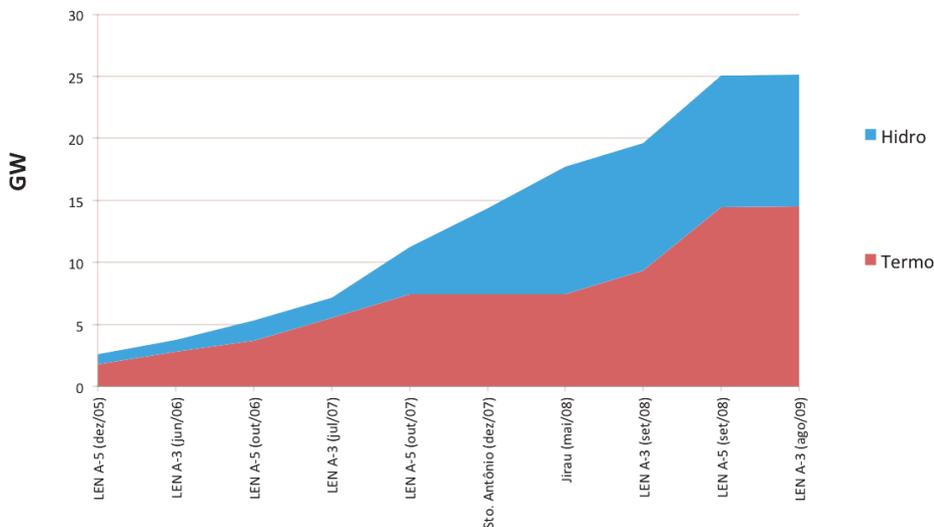


Gráfico 1 - Contratação nos Leilões de Energia Nova no Setor Elétrico Brasileiro: 2005 – 2009

Fonte: Operador Nacional do Sistema, Plano Anual de Operação Energética 2010, Vol. II.

Esta expressiva contratação de usinas termoeletricas é inconsistente com o ainda expressivo potencial hidroelétrico a ser explorado no Brasil. A limitada oferta de projetos hidroelétricos é atribuída à ausência de inventários hidroelétricos ao longo da década de 1990 e à dificuldade de licenciamento ambiental de empreendimentos hidroelétricos. Como os estudos e inventários hidroelétricos voltaram a ser realizados a partir de 2004 com a criação da EPE, a questão a ser examinada é a consistência do processo de avaliação de impactos ambientais dos projetos de geração de energia elétrica no Brasil.

Neste sentido, uma primeira indagação é imediata: o impacto ambiental dos 7.715 MW de térmicas movidas a óleo contratadas é inferior ao impacto ambiental da construção de usinas hidroelétricas justificando a maior facilidade de licenciamento ambiental?

O exame dos impactos ambientais da Usina Hidroelétrica de Santo Antônio ajuda a elucidar esta questão. Esta usina terá uma potência instalada de 3.150 MW com uma energia firme⁷ de 2.140 MWmed. Desta forma, espera-se que este empreendimento hidroelétrico terá uma produção anual de aproximadamente 19,5 TWh. Devido ao expressivo impacto sócio ambiental de um projeto deste porte e a necessidade de mitigá-los, o processo de licenciamento ambiental deste empreendimento foi bastante lento e mobilizou entidades ambientais contrárias à construção deste projeto.

Contudo, a não construção deste empreendimento não eliminaria a necessidade de atendimento de uma demanda crescente por energia elétrica. Desta forma, seria necessária a construção de empreendimentos alternativos que ofertassem a energia que a Usina de Santo Antônio irá produzir. Ou seja, a análise ambiental deve estar centrada em uma análise comparativa entre os impactos ambientais da Usina de Santo Antônio e os impactos ambientais das alternativas de geração.

Por sua vez, com base na energia contratada nos leilões de energia nova, é uma hipótese plausível que esta demanda seria atendida a partir de empreendimentos termoeletricos que possuem a emissão de gases do efeito estufa como seu impacto ambiental mais relevante. A existência de mercados de carbono permite que se determine o valor este impacto ambiental. Dessa forma, é possível comparar os custos ambientais da Usina de Santo Antônio com os impactos ambientais das opções de geração termoeletrica.

O custo de mitigação dos impactos sócio-ambientais da Usina de Santo Antônio é estimado em aproximadamente R\$ 1,5 bilhões, correspondendo a cerca de 10 % do total do investimento. Por sua vez, o custo ambiental de usinas térmicas é função do fator de emissão do combustível utilizado e da projeção do preço do carbono. A Tabela 4 apresenta os fatores de emissões das principais rotas termoeletricas.

7 - A energia firme é definida como a energia média gerada no pior período do histórico de aflúencias, o período crítico. (Período Crítico - maior período de tempo em que os reservatórios, partindo cheios e sem reenchimentos totais, são deplecionados ao máximo). Atualmente, corresponde ao período que vai de junho de 1949 a novembro de 1956 (D'ARAÚJO, 2009).

Tabela 4 - Emissões de Gases do Efeito Estufa da Geração Térmica

Fontes Térmicas	Emissões de CO _{2eq} (gramas por kWh)
Gás Natural – Ciclo Combinado	400
Gás Natural – Ciclo Aberto	440
Óleo	550
Carvão	800

Fonte: UNIÃO EUROPÉIA (2007).

As emissões anuais de gases do efeito estufa de uma planta térmica é definida pelo produto entre a geração anual de energia elétrica e o fator de emissão dado pela Tabela 3. A partir deste dado é possível mensurar as emissões ao longo de todo o projeto multiplicando este valor pela vida útil da planta. Será considerada uma vida útil de 30 anos em linha com a vida útil da Usina de Santo Antônio, mesmo que para o caso de uma usina térmica eventualmente seja necessário a reposição de equipamentos. Por fim, o custo ambiental será obtido pela multiplicação das emissões totais do projeto pelo preço estimado do carbono.

A Tabela 5 ilustra o custo ambiental de uma usina térmica considerando várias tecnologias distintas. Adotou-se um preço do carbono de R\$ 24,00⁸.

Tabela 5 - Custos Ambientais da Geração Térmica (em Bilhões de R\$)

Fonte: Elaboração Própria.

Fontes Térmicas	Custos
Gás Natural – Ciclo Combinado	5,616
Gás Natural – Ciclo Aberto	6,178
Óleo	7,772
Carvão	11,232

Os dados da Tabela 5 mostram que mesmo no caso da opção por

8 - Existe uma grande dificuldade de se fazer projeções da evolução do preço do carbono devido ao número de variáveis que o determinam e sua incerteza intrínseca. Neste sentido, optou-se por adotar a hipótese heróica de um preço constante ao longo de todo o período de análise.

plantas termoeletricas a gás natural a ciclo combinado, que dentre os combustíveis fósseis é aquele com menor fator de emissão de gases do efeito estufa, o custo ambiental é quase quatro vezes maior do que os custos ambientais da Usina Hidroelétrica de Santo Antônio.

O preço do carbono a R\$ 24,00 origina-se em um preço de carbono de longo prazo de 10 euros, considerando uma taxa de câmbio de R\$ 2,4, o qual é plausível e pode até mesmo ser considerado conservador, tendo em vista as necessidades de redução das emissões de gases do efeito estufa e os compromissos assumidos por empresas e países. No entanto, por se tratar de projeções, é importante se discutir cenários críticos e o que se constata é que para o custo ambiental de uma termoeletrica movida a gás natural operando em ciclo combinado se igualar ao custo ambiental da Usina Hidroelétrica de Santo Antônio o preço do carbono teria que ter o valor de R\$ 6,50.

Portanto, os valores apresentados não permitem rejeitar a hipótese de que em uma análise de impactos ambientais aderente ao planejamento energético estratégico do setor os empreendimentos hidroelétricos tendem a ser priorizados nos casos em que possuem um menor custo sócio-ambiental.

6 - Conclusão

O desafio de erradicar a pobreza concomitantemente à mitigação de impactos ambientais exige a promoção de um desenvolvimento que seja fundamentado na sustentabilidade. O setor energético, devido à sua importância para o desenvolvimento sócio econômico e sua interdependência com a esfera ambiental, possui papel central na promoção do desenvolvimento sustentável.

Um crescimento econômico que priorize setores de maior valor agregado, políticas de incentivo a eficiência energética e a maior participação de fontes renováveis na matriz energética mundial são mecanismos complementares que devem ser adotados com o intuito de compatibilizar e adequar o setor energético aos preceitos do desenvolvimento sustentável.

No âmbito das fontes renováveis de energia de geração de energia elétrica, ainda existe um potencial grande de recursos hídricos a serem explorados nos países em vias de desenvolvimento. Porém, verifica-se que

investimentos na exploração deste potencial em muitos casos não vêm sendo priorizados como deveriam ser e a expansão da oferta vem ocorrendo principalmente através da construção de usinas termoelétrica. Dentre os motivos que contribuem para tal fato, destaca-se a metodologia de avaliação de impactos ambientais por projetos específicos em vez de uma análise estratégica que compare os impactos sócio ambientais das diferentes alternativas ainda na fase do planejamento da expansão.

O exemplo da Usina Hidroelétrica de Santo Antônio ajuda na compreensão da necessidade de adoção da metodologia de avaliação de impacto ambiental estratégica, pois embora o custo de mitigação dos impactos sócio ambientais desta hidroelétrica sejam menores que os custos ambientais das alternativas térmicas, houve uma grande dificuldade para obter-se o licenciamento deste empreendimento.

Cabe destacar que esta análise é uma primeira aproximação e deve ser aprofundada. Dentre os pontos a serem examinados com maior detalhamento, se destacam as possíveis emissões de gases do efeito estufa originadas na mudança do ecossistema onde está sendo construída a Usina Hidroelétrica de Santo Antônio e a valoração dos custos ambientais das emissões de poluentes locais por parte de usinas termoelétricas.

7 - Referências

BÜRGENMEIER, Beat. *Economia do Desenvolvimento Sustentável*. Instituto Piaget. Lisboa, 2005.

COMAR, Vito; TURDERA, Eduardo Mirko Valenzuela; COSTA, Fábio Edir dos Santos. *Avaliação Ambiental Estratégica para o Gás Natural*. Editoras Interciência e UEMS. Rio de Janeiro, 2006.

D'ARAÚJO, Roberto. *Setor Elétrico Brasileiro: Uma aventura mercantil*. Brasília: Confea, 2009.

GOLDEMBERG, José; JOHANSSON, Thomas B.; REDDY, Amulka K.N.; WILLIAMS, Robert H. *Energia para o Desenvolvimento*. T.A. Queiroz, Editor. São Paulo, 1988.

GOLDEMBERG, José; JOHANSSON, Thomas B. *The Role of Energy in Sustainable Development: Basic Facts and Issues*. In: *Energy for Sustainable Development: a policy agenda*. UNDP. 2002.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. *Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento*. Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Key World Energy Statistics 2010*. IEA. Paris, 2010.

OLADE. Informe de Estadísticas, 2009. Disponível em: http://www.olade.org.ec/sites/default/files/publicaciones/IEE-2008_0.pdf. Acesso em 12 de janeiro de 2011.

ONS, Operador Nacional do Sistema. *Plano Anual de Operação Energética 2010*. Vol. II.

PINTO JUNIOR, Helder Queiroz; ALMEIDA, Edmar Fagundes de; BOMTEMPO, José Vitor; IOTTY, Mariana; BICALHO, Ronaldo Goulart. *Economia da Energia: Fundamentos Econômicos, Evolução Histórica e Organização Industrial*. Elsevier. Rio de Janeiro, 2007.

SANTO ANTÔNIO ENERGIA. *Tecnologia e Cuidado*. Disponível em < http://www.santoantonioenergia.com.br/site/portal_mesa/pt/usina_santo_antonio/usina_santo_antonio.aspx >. Acesso em 09/01/2010.

Apoio:

eeen

ECEN - Consultoria Ltda.

CEMIG

A Melhor Energia do Brasil.



**GOVERNO
DE MINAS**

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]

Apoio:

Ministério da
Ciência e Tecnologia



Remetente:

Revista - Economia e Energia

Rio: Av. Rio Branco, 123 Sala 1308 - Centro

CEP - 20040-005 Rio de Janeiro - RJ