

IMPRESSO
ENVELOPPAMENTO AUTORIZADO
PODE SER ABERTO PELA ECT

**Comparação da emissão de gases de efeito estufa (GEE)
na geração nuclear de eletricidade no Brasil
com as de outras fontes**

Equipe Ecen Consultoria Ltda.

**Workshop sobre Produtividade de Capital no Brasil:
Diagnóstico e Proposições**

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 79: Outubro/Dezembro de 2010

ISSN 1518-2932

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

Artigo:

Comparação da emissão de gases de efeito estufa (GEE) na geração nuclear de eletricidade no Brasil com as de outras fontes

Equipe ECEN Consultoria Ltda.

Carlos Feu Alvim, Omar Campos Ferreira,

Olga Mafra Guidicini, Frida Eidelman,

Paulo Achtschin Ferreira, Marco Aurélio Santos Bernardes

Avaliação das emissões dos gases de efeito estufa (GEE) associadas ao ciclo nuclear no Brasil bem como a comparação com as emissões associadas a outras fontes geradoras de eletricidade. Este trabalho resume os resultados de estudos da ECEN Consultoria Ltda. para Eletronuclear.

Relatório Técnico

Workshop sobre Produtividade de Capital no Brasil: Diagnóstico e Proposições

A Organização Economia & Energia (e&e) realizou o Workshop sobre “Produtividade de Capital: Diagnostico e Proposições” com o apoio do programa Inova do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq do Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT.

O objetivo do Workshop foi diagnosticar a produtividade de capital no Brasil, discutir e propor instrumentos capazes de incentivar medidas que incrementem a produtividade dos investimentos, com especial destaque aos setores Petróleo, Agropecuária e Energia Elétrica. São apresentados os principais resultados do evento.

Sumário

Comparação da emissão de gases de efeito estufa (GEE) na geração nuclear de eletricidade no Brasil com as de outras fontes	3
Introdução	3
Metodologia de Avaliação das Emissões no Ciclo de Geração de Eletricidade.....	5
Apuração de emissões no ciclo de energia nuclear	10
Emissões nos demais ciclos	12
Emissões Evitadas	17
Workshop sobre Produtividade de Capital no Brasil: Diagnóstico e Proposições.....	21
Termo de Parceria inclui Workshop para discussão do tema	22
O Evento	22
Seção I - Produtividade de Capital no Brasil	24
Seção II - Bases e Instrumentos para Aumento da Produtividade de Capital. Proposta de Rede de Excelência para Produtividade de Capital no Brasil	27
Considerações Finais	32

Artigo:

Comparação da emissão de gases de efeito estufa (GEE) na geração nuclear de eletricidade no Brasil com as de outras fontes

Equipe Ecen Consultoria Ltda.

Carlos Feu Alvim, Omar Campos Ferreira,

Olga Mafra Guidicini, Frida Eidelman,

Paulo Achtschin Ferreira, Marco Aurélio Santos Bernardes

Resumo: Foi feita a avaliação das emissões diretas e indiretas de gases de efeito estufa verificadas no ciclo do combustível nuclear. Foi feita uma comparação com as emissões produzidas por outras fontes geradoras de energia elétrica mostrando uma grande vantagem para a fonte nuclear, inclusive quando se considera apenas as emissões excluindo as da geração.

Abstract: An evaluation of direct and indirect greenhouse effect gases emissions from the nuclear fuel cycle was made. The values obtained were compared with emissions from other electricity generation sources, showing a great advantage of the nuclear source even when the generation emissions are excluded.

Keywords: Brazil, greenhouse effect gases emissions, comparative evaluation, nuclear fuel cycle, electricity generation.

Introdução

As emissões diretas na geração núcleo-elétrica são praticamente nulas. Apenas as emissões dos geradores e caldeiras auxiliares devem ser aí computadas.

Esse tipo de apuração tem sido, com razão, contestado tanto no caso da energia nuclear como no de algumas energias alternativas, uma vez que esse tipo de apuração não contabiliza as emissões ao longo de toda a cadeia de produção da eletricidade. Em alguns casos, questiona-se inclusive se haveria realmente emissões evitadas em algumas substituições de combustíveis fósseis por alternativos.

É preciso que as emissões de GEE, diretas e indiretas, ao longo de toda a cadeia de produção da energia elétrica e do combustível sejam compara-

das com as de outros ciclos energéticos usando procedimentos coerentes. A análise deve ir da mineração à geração de eletricidade considerando, ainda, a desativação dos equipamentos e deposição de rejeitos.

É bom lembrar que a dúvida hoje levantada sobre o balanço das emissões existiu para o balanço energético nas substituições de energias fósseis pelas alternativas, que surgiram nas décadas de setenta e oitenta em decorrência dos choques de preço do petróleo. O álcool de cana e a energia nuclear no Brasil, quando se cogitava extrair minério de baixo teor em Poços de Caldas e enriquecer o urânio pelo processo de jato centrífugo (muito intensivo no uso de energia elétrica), foram submetidos a análise sobre o balanço energético ao longo de todo o ciclo¹. Essas análises energéticas, aliás, servem de base para as de emissões como a aqui realizada seguindo, inclusive, metodologias semelhantes.

Como exemplo de emissão ao longo do ciclo nuclear, pode-se tomar o uso do diesel nas máquinas e veículos na extração e transporte de minério de urânio (etapa de mineração), bem como de eletricidade de origem fóssil que geram emissões de CO₂ e de outros gases de efeito estufa. Existem também emissões associadas à energia usada para fabricação do maquinário e para instalações da mina, que devem ser apuradas².

Naturalmente, é necessário fixar claramente uma linha de contorno ou fronteira para a apuração, já que se corre o risco de, na análise dos vários setores ou mesmo de um único, se incorrer em dupla contagem³.

1 – Mesmo nesse caso extremo, o balanço de energia era bastante positivo (Dissertação de Mestrado de Davi, E. M. da UFMG de 1982, orientado por Carlos Feu Alvim), assim como o do saldo para as emissões de CO₂ no uso da energia nuclear na totalidade dos levantamentos consultados para o presente trabalho. Também para o álcool de cana existe um consenso de que o balanço é positivo; já para o álcool de milho, as dúvidas persistem.

2 - Esta análise poderia ser estendida quase indefinidamente buscando-se, por exemplo, a energia e emissões contidas no maquinário da indústria de base que produziu os equipamentos. Como o objetivo é comparar emissões entre alternativas, essa análise é interrompida usando-se critérios homogêneos para as diversas fontes.

3 - Ao computar, por exemplo, a emissão devida à geração de eletricidade usada na fabricação de um veículo de mineração, uma parte dela já está computada no próprio ciclo que está sendo analisado.

Outro cuidado necessário é que critérios equivalentes de definição de fronteiras sejam adotados para todos os ciclos. Isso nem sempre é realizável com os dados disponíveis. Nesse caso, uma homogenização de limites (não considerando alguma fase específica dos ciclos) deve ser feita ou claramente apontadas diferenças de abordagem.

As avaliações deste trabalho permitiram quantificar as emissões de gases de efeito estufa ao longo do ciclo nuclear com a obtida a partir de fontes fósseis e algumas energias alternativas. Foram tomadas as precauções para manter coerência na apuração dos ciclos.

Metodologia de Avaliação das Emissões no Ciclo de Geração de Eletricidade

A avaliação das emissões foi realizada em um processo de aproximações sucessivas onde foram calculadas:

- a) As emissões diretas na geração de eletricidade;
- b) As emissões diretas no ciclo e, finalmente;
- c) As emissões diretas e indiretas na geração e em todo o ciclo de combustível.

As emissões energéticas diretas são aquelas resultantes dos usos de combustíveis, sendo apuradas não somente as emissões de CO₂ mas também as de CH₄, NMVOCs, CO, N₂O, que são convertidas em CO₂ equivalente pelo critério GWP (*Global Warming Power*) recomendado pelo IPCC. Essas emissões são diretamente calculáveis a partir dos dados do Balanço Energético Nacional e Balanço de Energia Útil e são (a menos de pequenas contribuições de equipamentos auxiliares) coincidentes com as apuradas no Inventário Nacional das Emissões apresentado na Declaração Brasileira à Convenção Quadro de Mudança do Clima.

As emissões diretas de gases de efeito estufa na geração de eletricidade estão esquematizadas na Figura 1:

Emissões GEE de Centrais Elétricas

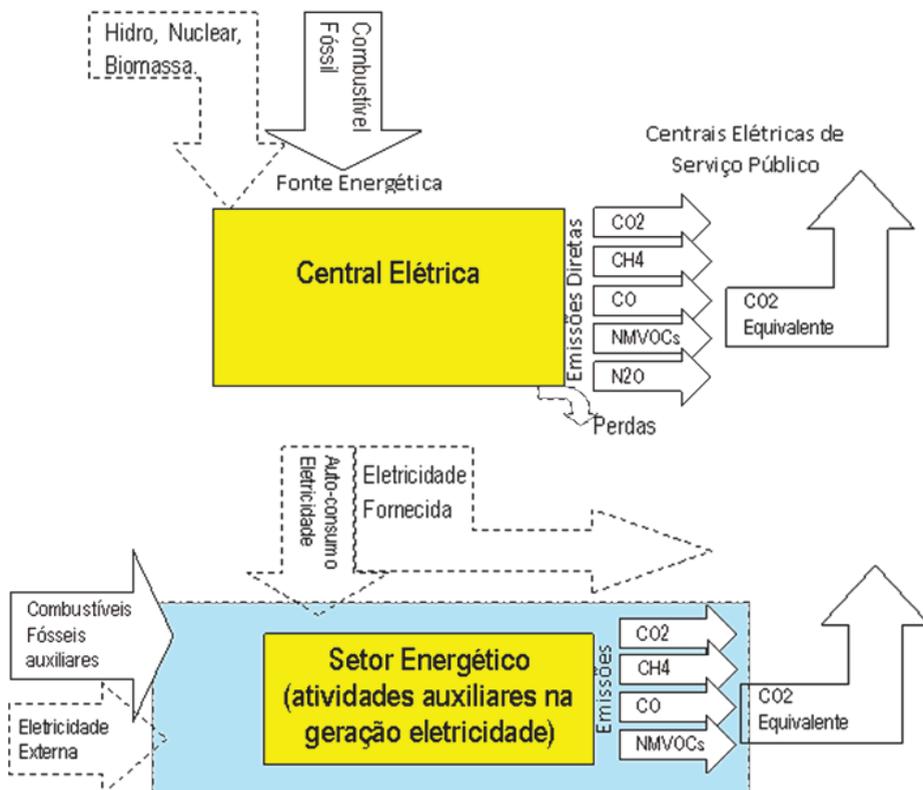


Figura 1: Esquema de apuração de emissões diretas; a largura das setas não é proporcional às emissões. No caso das fontes energéticas nuclear e hidráulica, somente são contabilizadas as emissões devidas às atividades auxiliares, já no caso da biomassa são contabilizadas as emissões devidas ao CH₄ e N₂O. As emissões devidas à eletricidade externa não são contabilizadas nesse processo (emissões diretas).

As emissões diretas + indiretas ao longo do ciclo de combustível e da geração estão esquematizadas na Figura 2. As emissões diretas do ciclo são calculadas de maneira análoga à das centrais de geração mostradas na Figura 1 e as emissões contidas nos insumos e equipamentos são integradas ao longo do tempo de vida da central bem como as associadas à eletricidade externa (inclui a contida em insumos e equipamentos).

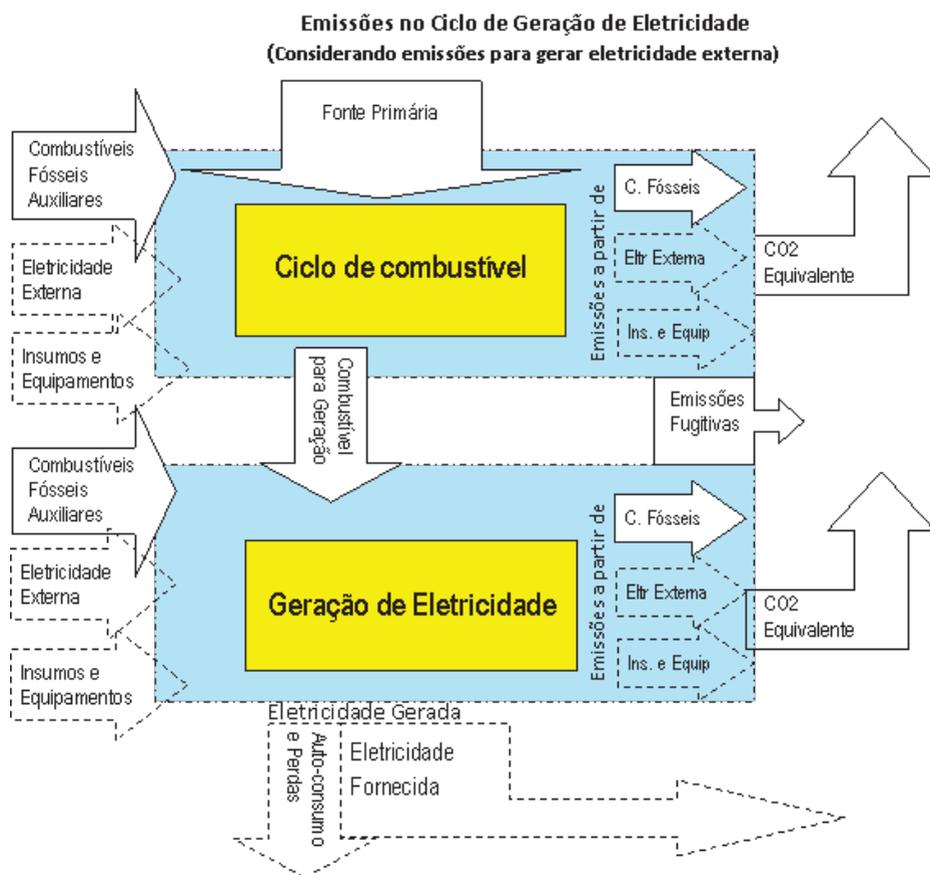


Figura 2: Emissões Diretas na Geração e no Ciclo de Combustível (setas brancas) e indiretas (setas pontilhadas), sendo que essas incluem as associadas à produção da eletricidade externa e as contidas em insumos e equipamentos utilizados.

O cálculo das emissões associadas à energia elétrica externa é feito considerando-se o perfil de combustíveis usados na geração. No caso do Brasil, as emissões do parque atual, com forte domínio hidroelétrico, são muito baixas. Como o que se estuda é a conveniência do uso futuro da energia, seria importante saber o perfil energético de fontes usadas na geração quando se efetivar o consumo. Isto envolve consideráveis incertezas.

Uma maneira de contornar essa dificuldade é trabalhar com o valor líquido do coeficiente emissões / energia elétrica. Isto é feito não se considerando as emissões associadas ao uso de eletricidade e subtraindo-se da ener-

gia gerada o auto-consumo e a energia elétrica gasta ao longo do processo. Para isto, é necessário também manter, como é usual em análises do ciclo de vida, separadas as emissões atribuídas ao uso da eletricidade das demais. O processo de emissões “líquidas” é ilustrado na Figura 3.

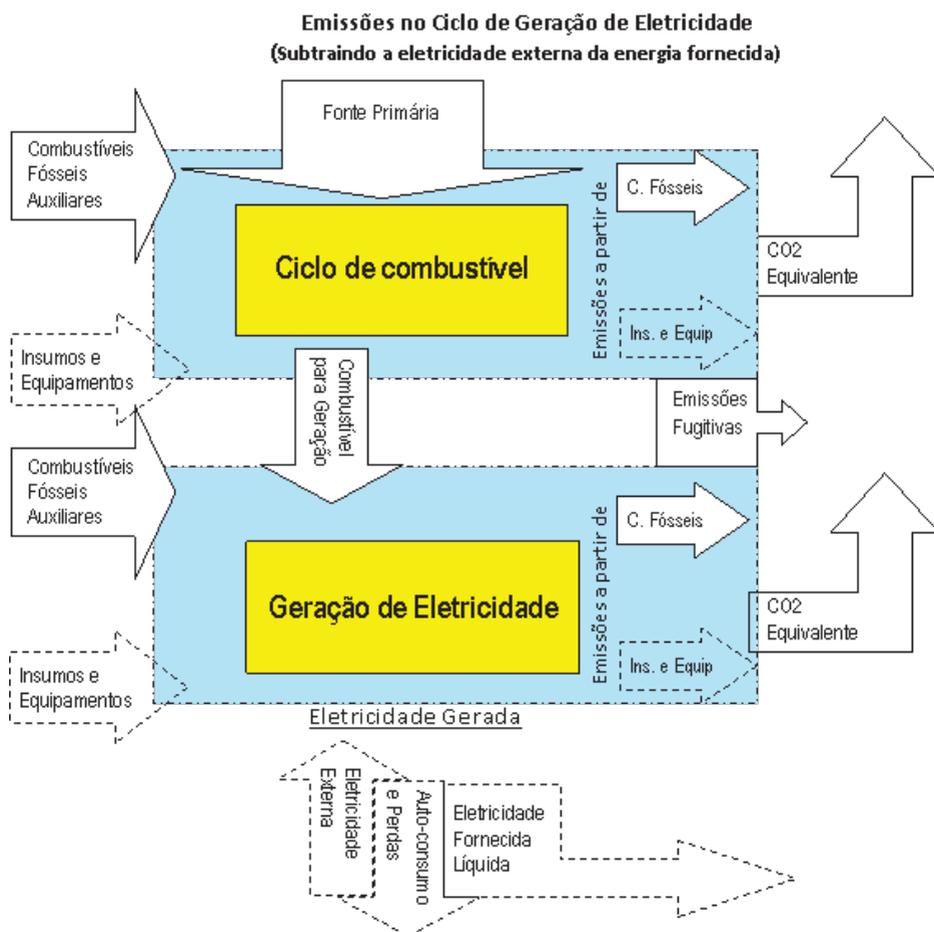


Figura 3: Esquema para cálculo das emissões por eletricidade líquida fornecida. No coeficiente emissões/energia elétrica as emissões devidas à geração de eletricidade não são computadas (no numerador) e considera-se a eletricidade líquida fornecida (Geração – Auto-Consumo – Eletricidade Externa em todo o processo).

O objetivo desse trabalho é comparar, para os diversos ciclos, a emissão de GEE (em t equivalente a CO₂) por unidade de energia elétrica (MWh).

Foram calculados dois tipos de coeficientes emissão / eletricidade: no primeiro (usual) a emissão na geração elétrica consumida no ciclo de combustível é acrescentada no numerador e o denominador é a energia gerada; no segundo (emissão líquida), subtrai-se da energia gerada o auto-consumo e a energia elétrica externa utilizada ao longo do ciclo.

É bom lembrar que as emissões diretas no ciclo de combustível são, a rigor, indiretas na geração de eletricidade. Foi possível neste trabalho apurar as emissões diretas no ciclo. Nessa avaliação foram usados coeficientes do Inventário Nacional de Emissões de GEE e dados do chamado Setor Energético no Balanço Energético Nacional – BEN. Especialmente, foram utilizadas informações adicionais, disponíveis para alguns anos, do sistema de base de dados do BEN⁴ e informações da própria coordenação do BEN no MME sobre o auto-consumo nas unidades de geração. A apuração é mais completa para alguns tipos de combustíveis do que para outros, já que o BEN trata de maneira diferenciada os vários ciclos energéticos⁵. O carvão e o bagaço de cana mereceram apuração especial.

As emissões ao longo do ciclo podem ser importantes em relação à total. Por exemplo, para os derivados de petróleo, pois cerca de 9% do carbono contido no petróleo é emitido nas etapas de extração e refino.

As emissões indiretas são aquelas relacionadas com a fabricação de equipamentos e na obtenção de insumos fora da instalação ou fora do ciclo. O procedimento usual é separar as emissões provenientes do uso de energia entre térmica e elétrica. Essa separação permite distinguir, ao longo do processo, as emissões devidas à geração de eletricidade, usada nos insumos ou equipamentos, daquela obtida diretamente dos combustíveis fósseis. Algumas duplas contagens podem ser evitadas quando se trabalha com coeficientes de emissão por quantidade líquida de energia elétrica, que é um dos procedimentos adotados neste trabalho⁶.

4 – Informações complementam as Tabelas Completas do Balanço Energético Nacional - BEN (49 setores por 47 energéticos) que apresentam, para alguns anos, uma subdivisão do consumo dos combustíveis nas diferentes atividades englobadas dentro do chamado “setor energético”. Foi possível extrapolar essa informação para outros anos.

5 – Os critérios de alocação no Balanço Energético não são uniformes: para petróleo e gás natural as informações abrangem extração e refino; já na mineração do Carvão Vapor e do próprio Urânio os consumos são alocados no setor “Mineração e Pelotização”; analogamente as emissões na produção da Biomassa são alocadas na agricultura.

6 – A dupla contagem na apuração das emissões só poderia ser evitada a partir de um processo utilizando a matriz insumo x produto. A matriz brasileira é, ainda, pobre na especificação dos energéticos e, por isso, de utilização limitada no cálculo das emissões. De qualquer forma, na metodologia de “emissões líquidas”, também calculada neste trabalho, a dupla contagem da energia elétrica do próprio ciclo estudado é evitada.

Apuração de emissões no ciclo de energia nuclear

A apuração do ciclo nuclear tomou como base dados fornecidos diretamente pelas empresas INB e Eletronuclear. Não se encontrou notícias de apuração anterior, com dados reais, para o ciclo nuclear no Brasil. Foram considerados os processos e consumos de combustíveis e outros insumos nas etapas do ciclo nuclear tomando-se como base o ano de 2007. As etapas do ciclo de combustível realizadas no exterior (conversão e enriquecimento) foram tratadas usando coeficientes internacionais. No caso das etapas realizadas no Brasil, sempre que possível, foram utilizados coeficientes nacionais extraídos dos cálculos de emissões para o Inventário Nacional e dados reais fornecidos pelas empresas Eletronuclear e INB⁷.

As etapas consideradas para a apuração das emissões no ciclo foram basicamente as de um ciclo aberto (Figura 4): Mineração, Beneficiamento, Conversão, Enriquecimento, Reconversão, Fabricação de Elemento Combustível, Fabricação de Pastilhas, Fabricação de Componentes, Montagem do Elemento Combustível, Construção do Reator, Geração e Descomissionamento do Reator. O levantamento das emissões de GEE não incluiu as etapas de condicionamento e disposição final de rejeitos por falta de dados (inclusive dos outros ciclos de combustível a serem comparados) e por se considerar que o rejeito de reatores do tipo PWR ainda encerra energia reaproveitável. No caso da utilização, após o reprocessamento do plutônio contido, haverá mais energia disponível e também novas emissões.

O aproveitamento do plutônio encerra riscos ambientais e econômicos e preocupações na área de não proliferação. Ao optar pelo armazenamento de médio prazo dos rejeitos, o Brasil mantém aberta a possibilidade de aproveitar futuramente a energia contida no plutônio.

Os resultados da apuração das emissões para o ciclo nuclear acham-se resumidos na Tabela 1.

7 – O critério usado foi, por um lado, refletir da melhor forma possível as emissões como acontecem no ciclo de produção brasileiro. Na falta de coeficientes nacionais, todavia, foram usados coeficientes internacionais e dados de insumos e equipamentos nacionais. Também houve casos em que a avaliação de insumos foi feita a partir de dados internacionais e usados coeficientes apurados para o inventário nacional, para que houvesse maior representatividade na hipótese da totalidade do ciclo no Brasil. No caso da eletricidade, no entanto, foi mantida, sempre que as informações estavam disponíveis, a separação entre o consumo dessa energia no exterior (maiores emissões) e no Brasil. No caso da apuração por energia bruta gerada, as emissões serão menores quando todas as etapas do ciclo estiverem sendo realizadas no Brasil (o procedimento conservador); no caso de se tomar a energia elétrica líquida não deverá haver diferença significativa entre as apurações considerando dados do exterior ou do Brasil.

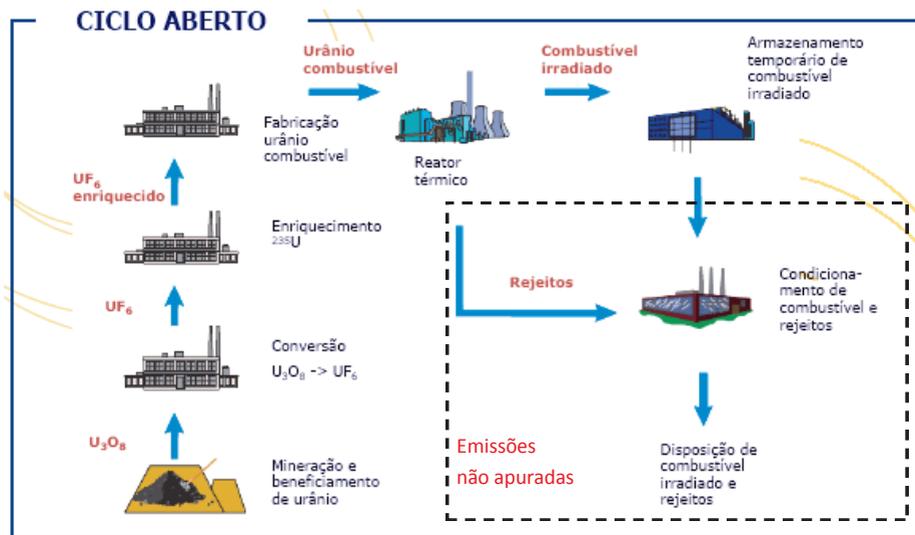


Figura 4: Emissões em um ciclo aberto considerado nesse trabalho, a exceção de condicionamento e disposição final de rejeitos

Tabela 1 – Eletricidade Consumida em cada Etapa do Ciclo de Combustível e Emissões devidas ao Total de Energia e apenas à Energia Térmica (valores para produção de 10.000 GW.ano)

Ciclo do Combustível				
Fase	Total	Sem Eletricidade	Eletricidade Consumida	Fração Eletricidade Consumida
	gCO ₂ /kWh	gCO ₂ /kWh	GWh	%
Mineração	0,527	0,506	3,825	0,038
Beneficiamento	0,819	0,798	3,981	0,040
Conversão	0,582	0,257	4,550	0,046
Enriquecimento de Urânio	0,981	0,000	106,342	1,063
Reconversão (Fabricação de Pó de UO ₂)	0,111	0,073	7,204	0,072
Fabricação de pastilhas	0,057	0,025	6,015	0,060
Fabricação de Combustível	0,511	0,454	10,796	0,108
Construção do reator	15,517	15,438	14,818	0,148
Total	19,106	17,551	157,530	1,576
Descomissionamento	7,760	7,710	7,409	0,074
Total com descomissionamento	26,866	25,261	164,939	1,650

Nota: não inclui operação (0,77 gCO₂/kWh)

A Tabela 1 mostra as emissões, em cada etapa, em $\text{gCO}_2\text{eq/kWhel}$ (equivalente a $\text{tCO}_2\text{eq/GWhel}$) que atingem o valor de $27,64^8$ $\text{gCO}_2\text{eq/kWhel}$ considerando as emissões na operação. Vê-se que 1,65% da energia elétrica gerada são consumidas ao longo do ciclo. Além disso, 7% (informação fornecida pelo MME) da energia gerada é consumida na própria central (auto-consumo), ou seja, a energia líquida fornecida à rede é avaliada em $91,4\%^9$ da gerada. Esse percentual e o valor das emissões (excluídas as devidas ao consumo de eletricidade no ciclo) permitem calcular as emissões por energia fornecida, que é de $27,8^{10}$ $\text{gCO}_2\text{eq/kWhel}$. Este coeficiente (que é bastante próximo do anterior) é independente do perfil do parque de geração. Ele corresponde aproximadamente às emissões por energia elétrica fornecida se toda eletricidade no ciclo fosse da mesma origem da fonte utilizada.

Emissões nos demais ciclos

As emissões nos demais ciclos foram apuradas com os dados nacionais e internacionais disponíveis. Foram consideradas as emissões nos ciclos associados ao gás natural, óleo combustível e carvão vapor, em unidades de serviço público (excluídas as de autônomas). Também foi considerada a emissão associada à geração a partir de bagaço de cana e das energias eólica e foto-voltaica. Não fez parte do escopo do trabalho do contrato a apuração das emissões associadas à geração hídrica, já que seu objetivo foi o de comparar as fontes que se oferecem como alternativas ou complementares à hídrica.

A apuração nos demais ciclos concentrou-se nas condições de utilização e informações disponíveis no Brasil. Os ciclos de combustível estudados foram os do Petróleo e Gás Natural (fase da extração e produção tratadas em conjunto), do Carvão Mineral e da produção de Bagaço de Cana. Para as energias eólica e solar, não existe o que se possa chamar de ciclo de combustível.

As emissões diretas do ciclo de combustível foram apuradas a partir de dados do “Setor Energético” do BEN e do uso de dados internacionais, sempre que possível adaptados à realidade do combustível e de seu uso no Brasil. Os coeficientes de emissão utilizados foram preferencialmente os usados no Inventário Brasileiro, coordenado pelo MCT.

Também foi feita uma análise complementar para dados do ciclo usando-se parâmetros internacionais adaptados às condições nacionais. Os resulta-

8 – $26,87 + 0,77 = 27,64$

9 – $100\% - 1,65\% - 7\% = 91,45\%$

10 – $25,26 / 91,45\%$

dos praticamente coincidem para as emissões diretas, mas para as emissões do ciclo encontram-se valores de coeficientes de emissão por energia gerada muito superiores para o gás natural e derivados de petróleo, ligeiramente inferiores aos apurados com informações do Setor Energético do BEN¹¹. Optou-se neste resumo por adotar para gás natural, óleo combustível e diesel os dados nacionais combinados com os dados de construção para apurar as emissões “à montante”. Os dados para o descomissionamento (à jusante) são baseados em coeficientes internacionais.

Os resultados para as emissões em CO₂ equivalente por kWh_{el} gerado são mostrados na Tabela 2 para as fontes de energia analisadas.

Tabela 2 - Emissões diretas e indiretas na geração de eletricidade em - g_{CO_2}/kWh_{el}

Etapas agregadas	Nuclear	Carvão	GNc.c FC 20%	GNc.c FC 80%	Bagaço ^(a)	O. diesel	O. comb.	Eólica	F.voltaica
Montante	19,1	7,4	26,3	20,2	49	76,3	66,1	15,4	105
Geração	0,8	1262	465	465		755	725	5,4	0
Jusante	7,8	0,2	0,6	0,2		0,4	1,3		
Fugitivas	0,1	76,3	31,5	31,5	0	0	0	0	0
Total	27,8	1346	523	517	49	832	792	21	105
Sub-total sem geração	27,0	83,9	58,4	51,8	49,0	77,3	67,4	15,4	105,0

^(a) A emissão de CO₂ por combustíveis da biomassa não é contabilizada nos inventários de emissões de GEE

Na Tabela 2 estão assinaladas as emissões à montante (antes da geração), na geração e após a geração (desativação das instalações). Também são indicadas as emissões fugitivas assim chamadas porque resultam da fuga de gases de efeito estufa (principalmente metano) nas diferentes etapas do ciclo de geração. Chama-se a atenção para o baixo fator de capacidade da usina de GN que, para o Brasil, foi tomada em 20%, que é o que indicam o histórico de uso e as projeções da EPE para anos normais. O valor para 80% de fator de capacidade corresponderia ao uso corrente no exterior.

11 – As discrepâncias encontradas se explicam por ser o gás natural produzido no Brasil em sua maior parte associado ao petróleo, tendo seus gastos de exploração e produção compartilhados com os produtos de petróleo; no caso dos derivados de petróleo, é natural que os valores sejam superiores aos do exterior pela predominância do petróleo extraído de plataformas marítimas.

Na Figura 5 mostra-se que as emissões devidas às fontes alternativas (inclusive a nuclear) são, de modo geral, uma ordem de grandeza abaixo das fontes térmicas. As emissões por kWh gerado pela energia nuclear só são superiores às da eólica.

Na Figura 6 comparam-se as emissões indiretas (excluindo as emissões na geração) no ciclo nuclear com as de outros ciclos.

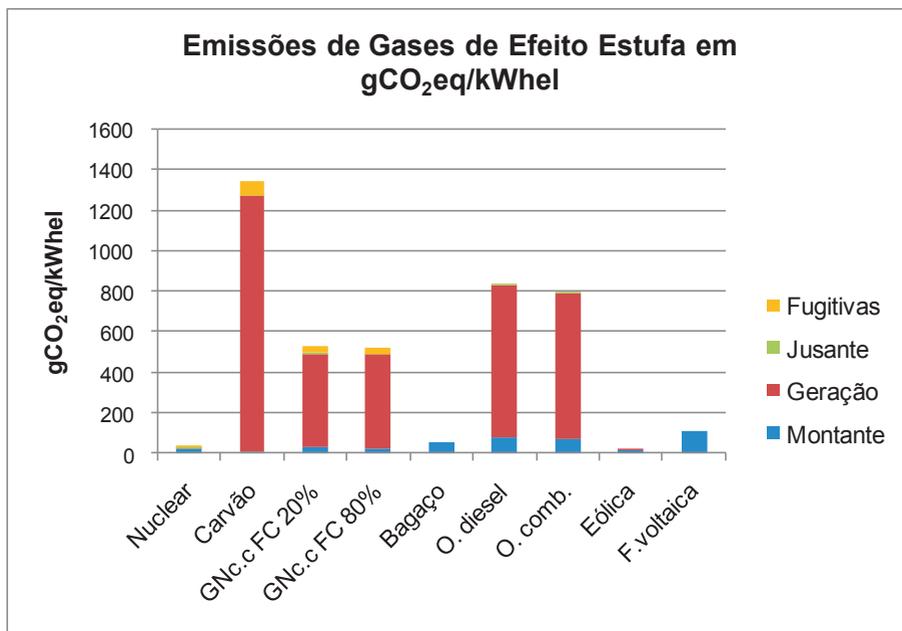


Figura 5: Emissões de GEE por energia elétrica gerada para o parque brasileiro

Pode-se observar na Figura 6 que a emissão indireta da geração nuclear é inferior à de todas as outras formas de geração térmica. Ou seja, quando se estima o valor das emissões evitadas apenas a partir das emissões diretas o resultado é subestimado em valor absoluto. Incluindo-se as emissões associadas ao ciclo de vida, o montante das emissões evitadas pela energia nuclear cresce.

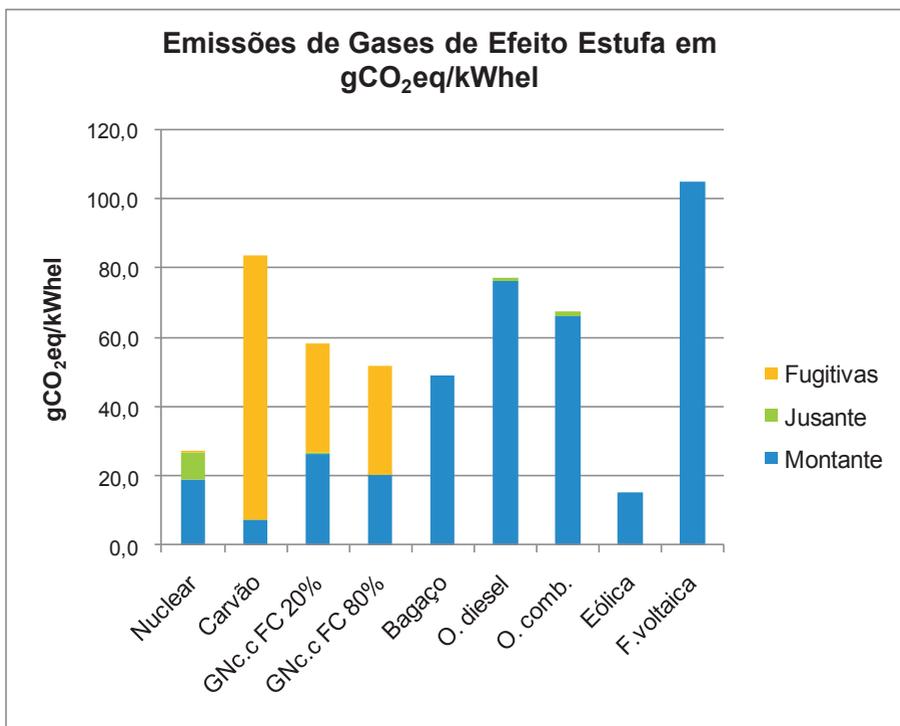


Figura 6: Emissões indiretas (totais - diretas na geração), mostrando que as emissões nucleares são inferiores às indiretas das fontes térmicas e das fontes alternativas, exceto a eólica.

Outra polêmica que costuma existir em relação aos cálculos das emissões no Brasil é a de que as emissões devidas ao uso da eletricidade estão subestimadas porque o valor das emissões atribuído à hídrica é baixo quando se toma o perfil atual de energias usadas na geração de eletricidade. A opção de trabalhar com o coeficiente de emissões Líquidas elimina este tipo de objeção. A Tabela 3 mostra os valores usados para obtenção deste coeficiente.

Tabela 3: Emissões de GEE por Energia Elétrica Fornecida

	Nuclear	Carvão Vapor	GNc.c FC 20%	O. diesel	O. comb.
Emissões gCO ₂ / kWhel gerado(coef.1)	27,8	1345,9	523,4	832,3	793,4
Emissões eletric. Externa/ emissões totais	8,9%	6,2%	1,2%	1,7%	1,9%
Emissões sem eletricidade/ energia gerada	25,3	1262,3	517,3	817,7	772,2
Energia Elétrica consumida no ciclo/ gerada	1,7%	1,1%	1,2%	1,9%	1,9%
Auto-consumo na geração	7%	10%	3%	4%	4%
Energia Elétrica fornecida/ gerada	91,4%	88,9%	95,8%	94,1%	94,1%
Emissões líquidas gCO ₂ / kWhel fornecido (coef. 2)	27,7	1.420,3	531,4	852,4	816,6
Coeficiente 2 / Coeficiente 1	0,997	1,055	1,031	1,044	1,043

Como pode ser visto na Tabela 3 e na Figura 7, os valores do coeficiente de emissões “brutas” e “líquidas” não diferem significativamente. De qualquer forma, em uma comparação de emissões, o uso das emissões “líquidas” seria também mais favorável à energia nuclear. A diferença máxima em uma comparação usando os dois índices seria de 5%.

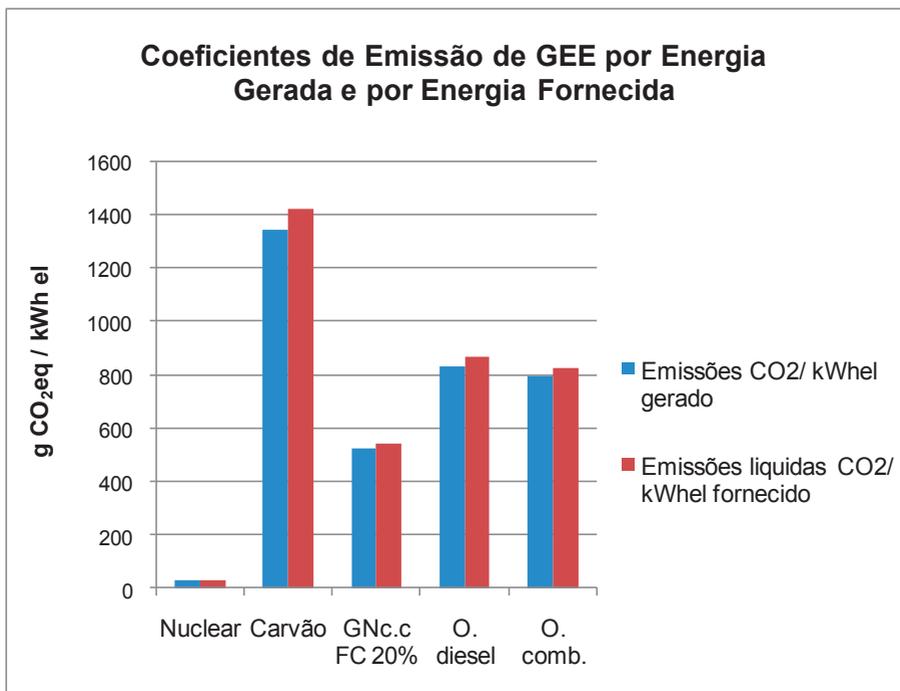


Figura 7: Coeficientes de emissão de GEE na geração de eletricidade, comparando-se os valores “brutos” (emissões totais / energia gerada) com os “líquidos” (sem emissões devidas à eletricidade consumida no ciclo) e considerando a energia elétrica fornecida onde estão descontados o auto-consumo e a eletricidade usada no ciclo.

Emissões Evitadas

A avaliação das emissões evitadas no uso de energias é um parâmetro importante na escolha de uma política nacional que contribua para reduzir as emissões de GEE. Neste trabalho, essa avaliação foi realizada para os diversos combustíveis comparando-se as emissões diretas. Foi visto no item anterior que esta avaliação fornece resultados um pouco subestimados para as emissões evitadas pelo uso da energia nuclear. Mesmo assim, as emissões evitadas pela energia nuclear atingiram, em 2006, 3% relativo ao total efetivo, como é mostrado na Figura 8. Isto significa que as emissões energéticas em 2006 no Brasil seriam 3% maiores se, ao invés da energia nuclear, estivessem sendo usadas fontes fósseis (tomadas com a mesma participação relativa no ano) para gerar eletricidade.

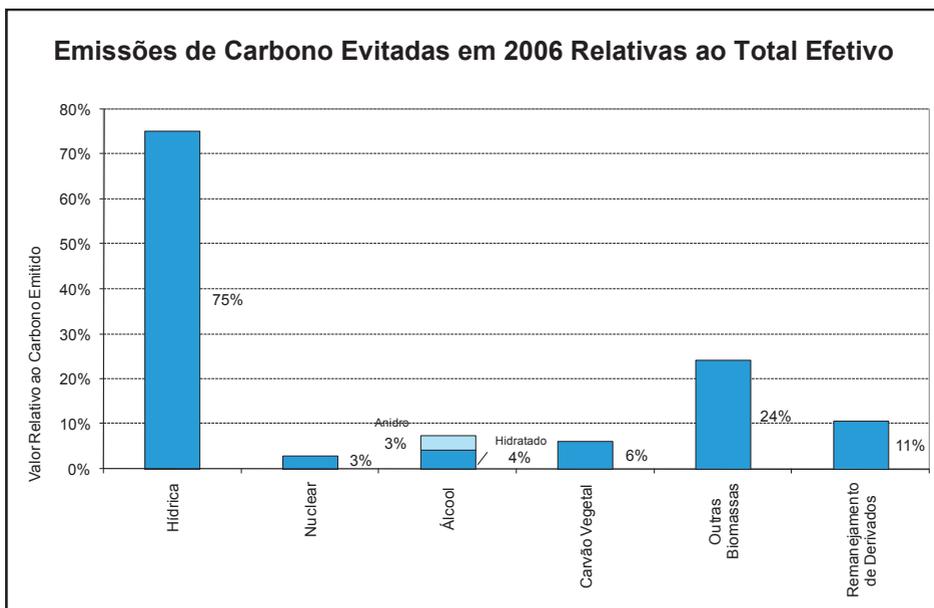


Figura 8: Emissões de Carbono evitadas pela Energia Nuclear em 2006.

A Figura 9 mostra a evolução das emissões evitadas da energia nuclear em relação a duas outras importantes fontes que propiciam a redução dos gases de efeito estufa. Chama-se a atenção para o fato de que o percentual de emissões evitadas em relação às efetivas (na área energética) vem caindo desde o início dos anos noventa. Por ter permanecido estática, a produção nuclear (o gráfico não mostra o período de não funcionamento de Angra I) e estar crescendo o consumo de energias fósseis, o volume relativo das emissões evitadas pela energia nuclear tem diminuído. Também as emissões evitadas pelas outras duas fontes não têm acompanhado o ritmo de crescimento das emissões no país.¹²

12 – No caso da eletricidade, além dos fatores mencionados, como a comparação é feita em relação à composição média de combustíveis na geração térmica, a introdução do Gás Natural reduziu o valor em emissões por unidade de energia elétrica supostamente substituída.

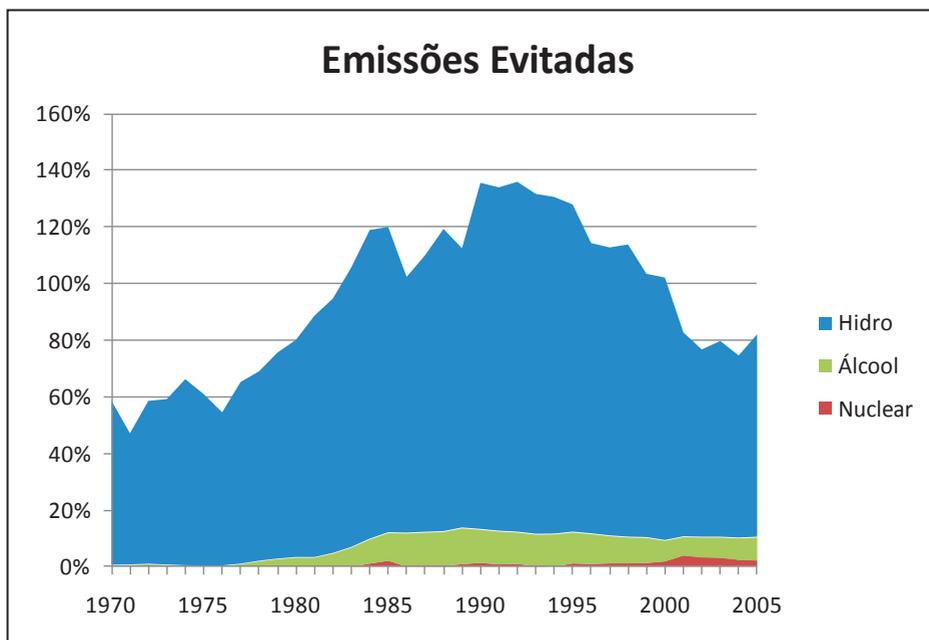


Figura 9: *Evolução das Emissões evitadas*

De qualquer forma, a presença da energia nuclear colabora para a manutenção em um nível alto das emissões evitadas no Brasil.

Para o futuro, foi feita uma projeção baseada no Plano 2030. Foram simuladas duas situações com base no cenário básico de referência, extrapolando-se taxas de utilização das diversas fontes, sendo que em uma delas o parque gerador tinha a configuração planejada (incluindo a nuclear) e outra onde se supõe que a geração nuclear não existiria e a energia seria distribuída, na mesma proporção do planejado, entre gás natural e carvão. O resultado mostra que seriam evitadas, entre 2005 e 2030, 437 milhões de toneladas de CO₂ equivalente, correspondendo a uma redução de 19% nas emissões que existiriam se não houvesse a geração nuclear.

Conclusão

O objetivo principal do trabalho foi o de quantificar as emissões associadas ao ciclo nuclear no Brasil, o que foi feito usando-se dados reais coletados junto a INB e Eletronuclear. A particularidade de tentar aplicar de maneira uniforme a avaliação das emissões para os diferentes ciclos consolidou, para o Brasil, a efetividade do uso da energia nuclear como redutor das emissões de gases de efeito estufa. A comparação com outras fontes térmicas mostrou uma grande vantagem para a fonte nuclear, inclusive quando se considera apenas as emissões excluindo as da geração. As emissões na geração nuclear são ainda inferiores às da geração com bagaço de cana e foto-voltáica, só ficando atrás da eólica cuja utilização, como se sabe, apresenta limitações diárias e sazonais importantes. A energia nuclear será também importante para manter, no futuro, um perfil de geração de eletricidade com baixa emissão de gases de efeito estufa.

Workshop sobre Produtividade de Capital no Brasil: Diagnóstico e Proposições

Economia & Energia OSCIP

Resumo

São apresentadas as palestras dos participantes no evento. Foi enfatizada a necessidade de aumentar a produtividade de capital no Brasil para que os investimentos possam propiciar o desenvolvimento necessário na presente década. Foi proposta a criação de um Centro de Excelência sobre Produtividade de Capital de modo a buscar melhores resultados para os mesmos investimentos.

Abstract

A summary of the presentations of the participants in the event is given. It was emphasized the need of increasing capital productivity in Brazil so that investments could propitiate the necessary development in the present decade. It was proposed the creation of an Excellence Center in Capital Productivity that will help to obtain better results for the same investments.

Keywords: Brazil, capital productivity, workshop, Excellence Center

A Produtividade de Capital no Brasil é Tema de Workshop no BNDES

Foi realizado no auditório do BNDES o workshop “Produtividade de Capital no Brasil: Diagnósticos e Proposições” realizado no auditório da sede do BNDES no dia 13/12/2010. O tema foi tratado do ponto de vista nacional considerando o comportamento da economia como um todo e os setores petróleo e agropecuário. A constituição de uma rede coordenada por um centro de excelência sobre o assunto foi discutida como forma de propiciar o incremento da produtividade de capital e desse modo possibilitar o ritmo de desenvolvimento desejável para a presente década.

Termo de Parceria inclui Workshop para discussão do tema.

A Organização Economia & Energia (e&e) assinou um Termo de Parceria sobre Produtividade de Capital com o MCT (Secretaria de Tecnologia Indus-

trial Básica). O objetivo deste Termo de Parceria foi diagnosticar a Produtividade de Capital no Brasil, discutir e propor instrumentos capazes de incentivar medidas que incrementem a produtividade dos investimentos.

Esse workshop estava previsto dentro deste Termo de Parceria, que contou com o suporte do CNPq através da Linha de Fomento Pró-Inova desta instituição e o apoio do Espaço Centros e Redes de Excelência - ECENTEX/COPPE/UFRJ.

As intervenções dos participantes e as propostas feitas para possibilitar a melhora deste índice no País forneceram uma base para a criação de um centro que possa integrar todos os que poderão contribuir para aumentar a produtividade de capital.

O Evento

O evento contou com a participação de 60 pessoas pertencentes ao quadro de funcionários do BNDES, da Petrobrás, ECENTEX/COPPE/UFRJ, além de estudantes e professores da UFRJ, FGV, dentre outros.

A mesa de abertura do workshop, foi composta pelos seguintes membros: o Dr. João Carlos Ferraz (Diretoria do BNDES), o Sr. Sérgio Quintela (Vice-Presidente do FGV-RJ) e o Dr. José Israel Vargas (Presidente do Conselho da Organização Economia & Energia e ex-Ministro de Ciência e Tecnologia).

Como anfitrião do evento, o Dr. João Carlos Ferraz fez a abertura do Workshop frisando a importância da tríade “investimentos - inovação e produtividade de capital”. Mencionou, o resultado positivo no investimento a ser alcançado no ano de 2010, que deve atingir cerca de 19% do PIB. Ele estima que os dados do BNDES, baseados em informações do lado da demanda de bens de capital indicam, inclusive, um valor superior ao do IBGE, baseado na oferta desses bens. Como exemplo, mencionou o setor de energia para o qual os dados do IBGE são 20% inferiores aos do BNDES.

A seguir, o Dr. Ferraz informou que o BNDES submeteu ao governo de transição uma proposta de renovação da política industrial do desenvolvimento produtivo, tendo como foco os investimentos, a inovação, as exportações e o apoio às micro, pequenas e médias empresas. O objetivo da proposta é incorporar à política industrial a qualificação do trabalho, a produtividade de trabalho (por exemplo, no setor de manufatura o Brasil tem um índi-

ce de 15 e os EUA, 100); e finalmente, incorporar metas de produção mais limpa.

Ele ressaltou ainda que o emprego industrial no Brasil tem aumentado, mas as exportações de produtos manufaturados estão decrescendo, e se for feita a relação “valor de transformação industrial/valor bruto da produção”, notar-se-á que existe uma queda na indústria de transformação do produto no Brasil. Por isso, o BNDES esta envidando esforços para aumentar a participação da indústria intensiva em conhecimento na estrutura industrial brasileira.

Em seguida, foi passada a palavra ao Dr. José Israel Vargas, que inicialmente ressaltou a grande contribuição feita ao País pelo senhor Sérgio Quintela (componente da mesa) ao fundar a empresa Internacional Engenharia. Frisou, também, a importante contribuição do senhor Jose Pelucio Ferreira, ex-diretor do BNDES e lançador do primeiro programa estatal direcionado a Ciência & Tecnologia (C&T), e que determinava que 1% do lucro do BNDES deveria ser alocado a esta área, além de ter sido co-fundador da COPPE/UFRJ.

Continuando sua exposição o Dr. Vargas mencionou que estudos preliminares têm mostrado que a produtividade de capital no Brasil decresce com a renda do trabalho e que os investimentos em C&T podem reduzir essa queda. Frisou que o Brasil enfrenta uma situação complicada, mormente na inovação e agregação de valor aos produtos e a participação dos setores de transformação industrial, que está decrescendo como consequência do aumento das exportações de *commodities*.

Elucidou ademais, que não há inovação sem inteligência e não há inteligência sem educação. Paralelamente, o Brasil se ressentido do analfabetismo que persiste (10 % em adultos). O quadro fica pior quando se acessa o trabalho da OCDE e se nota que na avaliação (conhecimentos de leitura e ciências) de jovens de até 15 anos, o Brasil ocupa 53º lugar entre 154 países. A China foi a primeira classificada em todas as matérias. Ainda que se considere que houve progressos no caso do Brasil, tal quadro é incompatível com a posição de décima economia do mundo.

A economia brasileira é uma economia que só é grande porque é perdurária (usa matéria prima e tem rendimento do trabalho baixo). Segundo o

palestrante os fundamentos do desenvolvimento/inação comprovam essa tese, se não vejamos: do total de patentes registradas no Brasil, 90% são de não residentes e apenas 10% são de residentes. Dos residentes, a “*maioria*” provavelmente é de firmas internacionais que aqui se estabeleceram. A título de comparação, só a universidade da Califórnia detém mais patentes que a Índia e a China juntas. Na lista dos países em desenvolvimento, o Brasil ocupa o 13º lugar e o 35º lugar de maneira universal.

Mencionou também que qualquer que seja a atividade criativa, a transformação do conhecimento em produtos/serviços passa pela engenharia. “É preciso *engenheirar* as coisas”, frisou o palestrante. O Brasil possui 130 mil vagas para os cursos de engenharia, dos quais se formam anualmente 30 mil estudantes e destes, apenas 10 mil são considerados de qualidade aceitável. A melhor universidade do Brasil, a USP é a 150º na classificação universal e a universidade de Pequim é a 12º.

Por último, foi passada a palavra ao senhor Sergio Quintela. Este concordou com o postulado do Dr. Vargas, frisando que o Brasil vive um momento ímpar de grandes desafios, e que há carência de meios para responder aos desafios como os do pré-sal, por exemplo. A Petrobras possui números de investimentos que a engenharia brasileira não está inteiramente preparada para absorver, e já se cogita de ajustar os cronogramas da Petrobras para que seja mantida a participação dos fornecedores nacionais de bens e serviços. No entender do palestrante, a indústria brasileira como um todo não está preparada para a demanda atual e, em particular, a engenharia brasileira não está preparada para dar resposta aos projetos de engenharia básica que estão surgindo. Ressaltou a importância do trabalho do BNDES, juntamente com as entidades privadas, para enfrentar e vencer as dificuldades existentes, como ele acredita que acontecerá.

Assim finalizou-se a abertura do evento e iniciou-se a abertura dos painéis.

Seção I – Produtividade de Capital no Brasil

O primeiro palestrante foi o Sr. Eustáquio Reis (IPEA) e o título de sua palestra foi “**Comportamento do Estoque e da Produtividade de Capital no Brasil de 1950/2010**”. Este iniciou sua explanação pontuando que a produtividade de capital tem um grande problema, que é o de definir o que é capital.

Em termos macroeconômicos, a produtividade determina os fundamentos de lucratividade, competitividade, salários, taxa de crescimento econômico e bem estar da economia em longo prazo.

Assume-se sempre que o fluxo de produto e o fluxo do estoque estão relacionados. O fluxo de capital geralmente calcula estoques líquidos pelo método do estoque perpétuo, onde a média de depreciação industrial é de 20 anos, e o de casas e residências é de 50 anos. Os EUA têm agências que calculam cada componente do estoque de capital. Calcula-se a produtividade pela relação produto/insumo (produto/trabalho no caso deste insumo). No caso da produtividade de capital, substitui-se o denominador trabalho pelo capital.

A forma mais canônica de se calcular a produtividade é através da produtividade total dos fatores onde a elasticidade do produto em relação ao emprego do capital ou trabalho está patente. Por sua vez, a função *produção (Cobb-Douglas)* descreve a relação entre fluxo de produto e o fluxo de serviços prestados pelos fatores de produção.

Finalmente, apresentou os resultados do estoque de capital para a indústria. São resultados preliminares e não conclusivos, que mostram a redução da produtividade. Concluiu afirmando que na agricultura e na agroindústria é onde está o desafio tecnológico e mercadológico no que tange ao problema de agregação de valor aos produtos.

A seguir, o Dr. José Gasques (IPEA/MAPA) tomou a palavra para proferir a palestra “**A Produtividade de Capital na Agropecuária Brasileira**”.

Iniciou sua fala mostrando a fonte dos seus dados (produto agrícola municipal, produção pecuária municipal, os índices de terra, máquinas, defensivos agrícolas, trabalho e insumos, e a forma de depreciação do estoque de capital, em torno de 16 anos. A grande dificuldade é ter acesso aos dados sobre preços e quantidades anuais.

Para fazer o cálculo utiliza-se o índice de *Tornqvist* em que a quantidade de produto está relacionada com a quantidade de insumos. A Produtividade Total dos Fatores consegue elucidar que a produtividade aumenta não devido ao aumento dos insumos, mas devido ao aumento da qualidade dos insumos. Neste método, não é preciso deflacionar os valores.

Nota-se que a produtividade física da agropecuária no período de 1975 – 2009 cresceu a uma taxa média de 3,64%, contra 0,13% do índice dos insumos, 0,68% da produtividade de capital e 3,57% da produtividade total dos fatores. A mão de obra do setor teve crescimento negativo. Isto mostra que a agropecuária brasileira está expandindo o produto com pouco uso deste insumo.

No Brasil a produtividade na agropecuária está crescendo a uma taxa (3,51% ao ano) maior que a dos Estados Unidos (1,87%). Isso se deve aos investimentos em Pesquisa & Desenvolvimento, acesso a terras férteis, investimentos em créditos rurais, aumento da qualificação da mão de obra e aperfeiçoamento da eficiência das máquinas. Mas a tendência é que essa taxa diminua com o decorrer do tempo, pois não tem como se manter. O grande desafio é aperfeiçoar os métodos de mensuração e possuir uma base de dados como a dos EUA.

Posteriormente, foi passada a palavra ao senhor Hermes Gomes Filho (Petrobrás) para falar sobre “**Os investimentos na Petrobrás**”. Este iniciou sua palestra falando sobre a participação do Petróleo (33%) na demanda energética mundial e como se projeta que até 2030 o Petróleo continuará tendo um papel predominante na dita matriz. Haverá uma adição da capacidade mundial de 50 milhões de barris/dia. Os recursos para atender tal demanda viriam das águas profundas e ultra-profundas, no caso do Brasil, a um custo de 50 – 70 dólares.

Não se vislumbra escassez de petróleo nem em longo prazo, mas sim o custo de oferta de petróleo. Com o crescimento do consumo *per capita* subindo, o mercado brasileiro tem um grande desafio devido à demanda gerada pelas novas capacidades.

A Petrobrás tem um plano de investimentos de 224 bilhões de dólares no período de 2010-2014, 95% do total no Brasil. A parceria com a indústria nacional será de 142,2 bilhões de dólares, uma média de 28,4 bilhões de dólares/ano. Serão 46,4 bilhões dólares em investimentos nos projetos desenvolvidos com parceiros, que têm grande importância no aumento da produtividade. Investimentos em pesquisa e desenvolvimento, tecnologia de informação e segurança do trabalho terão investimentos de mais de 10 bilhões de dólares no período.

Destes investimentos, 50% estarão concentrados na área de Exploração e Produção (E&P), enquanto os outros se dividem em Refino & Transporte, Gás e Energia. A necessidade de recursos de terceiros foi de 96 bilhões de dólares e a Petrobras terá uma grande atuação nas regiões Sudeste e Nordeste, mas colocando investimentos em todo território nacional.

A Petrobras, na camada do pré-sal, tem um índice de sucesso de 80%, sendo que a média da indústria é de 40%. Almeja-se que até 2020 a Petrobras esteja posicionada como umas das 3 melhores do mundo, com uma produção de 5 milhões de barris óleo equivalente dia.

O palestrante encerrou apontando os desafios dos próximos anos: capacidade de execução de elevado número de grandes projetos, fortalecimento e garantia da cadeia de suprimento, controle de recursos (custos X prazos), desafios de recursos humanos e financiabilidade.

Encerrou este primeiro painel o diretor da OSCIP Economia & Energia, o Dr. Carlos Feu Alvim para falar da “Produtividade de Capital como Agente de Inovação, Investimentos e Crescimento do PIB – Resultados alcançados no Termo de Parceria e&e e MCT”.

O palestrante iniciou a apresentação mostrando a evolução da produtividade de capital no Brasil, de como esta passou de um patamar de 0,85 a 0,65 em 30 anos. Quando se considera a produtividade de capital a preços constantes, a preços correntes bem como o fator de utilização, nota-se que houve uma queda na produtividade de capital, principalmente em meados da década de 70 e 80.

Itália, Japão, Coréia e Espanha estão em um processo de queda da produtividade de capital na medida que aumenta a produtividade do trabalho, como descrito na função de produção de *Cobb-Douglas*. Este é um processo que conduz à retenção de crescimento, mas nos Estados Unidos a produtividade de capital vinha crescendo até a crise atual.

No Brasil, o Setor Petróleo, especificamente, multiplicou a produtividade de capital na área de Exploração e Produção por um fator 4, e chegou a um valor que é o dobro da economia brasileira em geral. Parte desse aumento (cerca de 50%) se deve ao preço do petróleo. O grande problema nesse setor é que a produção tem um retardo de 4-5 anos em relação ao investimento.

Já no setor agropecuário, aconteceu uma revolução tecnológica e a produtividade do trabalho cresceu enormemente, já que o crescimento do uso de mão de obra foi negativo. A produtividade em relação à área cultivada (indicador de produtividade de capital) neste setor a preços constantes dobrou, a preços correntes permaneceu mais ou menos constante. Esse aumento da produtividade foi, portanto, transferido para o preço do produto. Os outros países conquistaram resultados semelhantes ou menores com subsídios, o que coloca a agricultura brasileira em condições excepcionais de competitividade. Terminou sua palestra dizendo que o Brasil precisa fazer mais com menos. E com esta palestra terminou o primeiro painel.

Seção II – Bases e Instrumentos para Aumento da Produtividade de Capital. Proposta de Rede de Excelência para Produtividade de Capital no Brasil

O segundo painel teve como primeiro palestrante o senhor Laerte Galhardo (EPC-Petrobrás) que falou sobre o “Centro de Excelência em EPC¹³”. O palestrante apresentou inicialmente a instituição, que foi criada em 2008 com a missão de integrar todos os elos da cadeia em prol do aumento da competitividade e produtividade. Possui entre seus associados 4 Operadoras de Óleo e Gás, 19 Instituições de Ensino e Pesquisa 18 Associações de Classe e 47 empresas da Cadeia de EPC que pagam anuidade e ajudam a manter os custos operacionais.

O grande foco do centro de excelência em EPC é trabalhar com métricas de desempenho produtivo, educação continuada, desenhar projetos com alto conteúdo nacional e a busca de integração universidade-empresa. O Centro de Excelência em EPC possui projetos estruturantes com foco em redução de custos, engenharia consultiva, modelo de contrato nacional comparado ao internacional, comissionamento, gestão da cadeia de fornecedores, desenvolvimento de projetos básicos, banco de métrica de soldagem e capacitação continuada online. Recentemente, professores associados ao Centro de Excelência visitaram canteiros de obras internacionais e visitaram também os 5 maiores canteiros de obras nacionais, fazendo comparações

13 – EPC é sigla de Engineering Procurement Construction (Engenharia Suprimento Construção).

entre o observado no exterior e no Brasil e fizeram proposições de melhorias.

Na atualidade, o Centro de Excelência em EPC possui dois projetos relacionados à produtividade: um que já foi concluído, que trata mais de estabelecimento de métricas e incorporação de lições aprendidas. O segundo é a gestão da produtividade em obras da Petrobras, em obras correntes que estão sendo executadas.

Frisou que a produtividade do trabalho brasileira está muito aquém do desejado. A Petrobras age como um indutor de melhorias em todos os setores. Os grandes desafios são: formação de profissionais e criar uma cultura de produtividade no Brasil.

O Engenheiro José Fantine, Coordenador do ECENTEX/COPPE/UFRJ tomou a palavra para fazer a proposição de um **“Centro de Excelência para Produtividade de Capital”**. Iniciou sua palestra concordando com os demais palestrantes sobre o fato de que o Brasil precisa crescer. E uma alternativa para a contribuição nesse sentido seria a criação do um Centro de Excelência em Produtividade de Capital.

Na atualidade, existe uma grande pressão social; somada a esta questão, está a questão ambiental, a globalização e uma feroz competição, o que levou à seguinte pergunta: como melhorar diante deste cenário?

No caso da formação de um Centro de Excelência em Produtividade de Capital, a primeira coisa a se fazer é entender e dominar os conceitos básicos sobre dita matéria.

É preciso trabalhar para gerar mais com o capital investido, melhorar a escolha dos investimentos, buscar melhores resultados para os mesmos investimentos, redução dos custos e de custeio. Continuando, o palestrante apresentou uma estrutura matricial básica para a formação de centros de excelência visando integrar todos os elementos que se concatenam entre si. A conclusão é que um Centro de Excelência está sempre na busca contínua da vanguarda, do estado da arte.

A seguir tomou a palavra o Sr Solon Guimarrães Filho para falar sobre o **“Centro de Excelência em Soldagem”**.

Inicialmente apresentou a FBTS (Fundação Brasileira de Tecnologia de Soldagem) e seu organograma, e a seguir apresentou o objetivo do surgimento da FBTS, que era o de dotar o país de uma instituição de desenvolvimento tecnológico em soldagem, a exemplo das existentes nos países desenvolvidos tais como o *The Welding Institute* da Inglaterra, o *Institut de Soudure* da França e o *Edison Welding Institute* dos EUA.

O que catalisou o surgimento da FBTS foi a Implantação dos sistemas definitivos de desenvolvimento da produção, na Bacia de Campos, esta uma obra com uso intensivo de soldagem.

Nesse mesmo momento, havia a construção simultânea de 7 plataformas fixas de grande porte, estas consideradas obras sem precedentes cuja a responsabilidade cabia a uma única empresa, sendo realizada pela primeira vez em águas profundas no Brasil. Nos primeiros anos identificaram-se como lacunas:

- A promoção no país da formação regular de Inspetores de Soldagem Níveis 1 e 2;
- Credenciar-se como Órgão Certificador para Inspetores de Soldagem;
- Capacitar-se como certificadora para equipamentos, produtos e consumíveis de soldagem, produzidos no Brasil ou importados;
- Capacitar-se como certificadora de procedimentos de soldagem;
- Habilitar-se como coordenadora de projetos especiais – multiclientes necessários.

O palestrante afirmou que os recursos da FBTS provêm da prestação das seguintes atividades: Cursos regulares para formação dos Inspetores de Soldagem; Certificação dos Inspetores de Soldagem; Certificação de Produtos e Procedimentos de Soldagem; Consultoria, Contratos de Gestão Tecnológica, Desenvolvimento de Projetos para múltiplos clientes e anuidades de empresas associadas.

Apresentou também alguns projetos estruturantes, alguns já finalizados e outros em andamento. Como ações visando aumentar a produtividade, foi feita a contratação de uma consultoria externa para diagnosticar e propor uma *“estratégia para o aumento da produtividade e redução de custos na fabricação e na construção soldada no setor petróleo”*. O palestrante finali-

zou dizendo que o centro de excelência em soldagem está atingindo os objetivos para os quais foi proposto.

A última apresentação foi do Almirante Costa Fernandes, Diretor do Centro de Excelência para o Mar Brasileiro (CEMBRA), cujo título da palestra foi: **“Centro de Excelência para o Mar Brasileiro”**.

Este iniciou sua fala contextualizando o surgimento desta instituição (CEMBRA), que remonta a 1997, quando o então Ministro da Ciência e Tecnologia, José Israel Vargas, criou no mesmo ano uma Comissão Nacional Independente sobre os oceanos que fazia parte de um escopo maior, a Comissão Mundial sediada na UNESCO, cujo objetivo era elaborar um relatório sobre o Ano Internacional do Mar; em 1998 tal Comissão foi dissolvida.

Visando aproveitar os subsídios que haviam sido gerados no curto espaço de existência de tal Comissão, decidiu-se juntar todo o material e publicar um livro (***O Brasil e o Mar no Século XXI: Relatório aos Tomadores de Decisão do País***), que abarcava desde os aspectos jurídicos do mar, passando pelos interesses econômicos, os recursos minerais, a pesca, portos, a aquicultura, turismo marítimo, etc.

Tal publicação tinha sido concebida com três características, a saber: todos os capítulos referentes ao mar deveriam ser abrangentes, com o direcionamento claro de dar subsídios aos tomadores de decisão. A última característica se referia à inclusão da pesquisa nacional da opinião pública sobre o mar.

E mais recentemente, visando suscitar uma discussão sobre o mar, decidiu-se por uma ação que fosse além da reedição do livro anterior. É nesse contexto que surge a oportunidade de conceber um Centro de Excelência do Mar (CEMBRA).

O mar brasileiro possui pouco mais de 4,5 milhões de km², é extremamente rico, pouco explorado e com influência em quase todos os setores do cotidiano brasileiro. Como exemplos de tal influência, temos a exploração do Petróleo através do pré-sal, ou o transporte marítimo, que é responsável por 95% do transporte no comércio externo do Brasil. Aqui o palestrante pontuou que o Brasil perde em torno de cinco bilhões de dólares/ano de fretes para navios estrangeiros. Realçou também a potencialidade da biotecnologi-

a marinha. E a Marinha possui um programa intitulado BIOMAR, coordenado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia.

Toda essa riqueza precisa ser protegida e para tal a Marinha possui o “Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul”, que monitora a costa brasileira.

Finalmente, o palestrante abordou o CEMBRA propriamente dito. Apresentou o modelo clássico de centros de excelência e como o CEMBRA se enquadra em tal estrutura. O CEMBRA possui uma gestão compartilhada, através de um conjunto de instituições (Marinha do Brasil, COPPE/UFRJ, FURG, Universidade do Ceará, Fundação de Estudos do Mar (FEMAR), a OSCIP Economia & Energia), que dita seus destinos.

O primeiro projeto estruturante do CEMBRA é a reedição do livro mencionado anteriormente, que já possui 18 capítulos prontos de um total de 20. Em relação à edição anterior, acrescentaram-se três capítulos, a saber: Biotecnologia Marítima, Mudanças Climáticas e Mar e as Fontes Alternativas de Energia Ligadas ao Mar. No final de cada capítulo do livro, são feitas proposições sobre prováveis direcionamentos.

Considerações Finais

O Workshop teve a participação de técnicos do BNDES, da Petrobras, Clube de Engenharia, ONIP e de professores e alunos de algumas universidades (particularmente da UFRJ e FGV).

O evento atingiu os propósitos para ele delineados. Foi grata a surpresa de saber como estão trabalhando várias instituições que estão preocupadas com a produtividade e o nível de qualificação da mão de obra brasileira. São promissores os esforços realizados no Setor Agropecuário e principalmente na cadeia produtiva do petróleo, esta conhecida por ser enorme e complexa. A produtividade de capital foi realçada face aos enormes desafios de investimentos decorrentes do pré-sal e dos grandes investimentos no crescimento da infra-estrutura, além dos eventos grandiosos como as olimpíadas e o mundial que ocorrerão nos próximos anos.

- Todas as palestras estão disponíveis em

http://ecen.com/produtividade_de_capital

Apoio ao Workshop sobre Produtividade de Capital



Ministério da
Ciência e Tecnologia



Ecentex



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

Organização **Economia e Energia - e.e.e - OSCIP**
Editor 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