

## 6 Conclusão

A Matriz Energética possibilita aos planejadores de políticas energéticas contarem com uma ferramenta para simular trajetórias variadas da evolução da demanda e da oferta de energia no Estado, podendo avaliar com certa agilidade os impactos de determinadas políticas econômicas e energéticas, no consumo e na oferta de energia.

O cenário atual em que o Estado do Rio de Janeiro se encontra, onde a economia do estado, responsável por 11,5% do PIB do País em 2008, encontra-se em um período que pode ser considerado o início de um ciclo de expansão econômica para os próximos anos, exigindo investimentos substanciais no setor energético fluminense, para possibilitar, assim, a implantação de empreendimentos industriais de grande porte e a realização dos eventos esportivos já agendados (Copa do Mundo de 2014 e Jogos Olímpicos de 2016), faz com que a Matriz Energética tenha ainda uma maior importância.

Para a elaboração da Matriz Energética do Estado do Rio de Janeiro 2008/2020, e conseqüentemente deste trabalho, foi realizada a análise comparativa das metodologias e modelos de projeção mais adequados para a estruturação e desenvolvimento da Matriz Energética, onde se optou pelo modelo LEAP (*Long-range Energy Alternatives Planning System*), desenvolvido pelo *Stockholm Environmental Institute* – SEI.

A opção pelo modelo LEAP se deu devido a sua simplicidade no uso e facilidade de modelagem da Matriz de forma estruturada e flexível, por setores consumidores e usos finais da energia.

Foram desenvolvidos dois cenários macroeconômicos, apresentados na seção 2.4, denominados cenário de referência, elaborado a partir da tendência histórica de crescimento da economia fluminense para o período 1997 – 2007 e ajustado incorporando sugestões da Secretaria Estadual de Desenvolvimento Econômico, Energia, Indústria e Serviços - SEDEIS-RJ, e cenário otimista,

também elaborado a partir da tendência histórica de crescimento da economia fluminense para o período 1997 – 2007, porém considerando uma trajetória de crescimento mais ambiciosa para o Estado a partir do ano de 2013.

Considerando que o setor transporte é o setor da economia que mais contribuiu para as emissões de GEE no Estado do Rio de Janeiro, e que a frota do modal rodoviário individual apresenta a tendência de grande aumento do uso dos veículos *flex-fuel*, foram desenvolvidos dois cenários alternativos aos cenários adotados pela Matriz Energética, específicos apenas para o transporte rodoviário individual, variando a estrutura de consumo dos veículos *flex-fuel* entre os energéticos etanol hidratado e gasolina C, conforme apresentado na Seção 2.3.

É importante citar que o percentual de etanol anidro na gasolina C não variou em nenhum destes cenários, mantendo-se em 25%, conforme definido na seção 2.4.

Segundo o Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Estado do Rio de Janeiro de 2007, o uso de Energia, tanto pelo consumo direto como indireto de combustíveis fósseis, é a principal fonte das emissões de gases de efeito estufa no Estado do Rio de Janeiro, tendo sido responsável por 62,4% do total das emissões de 2005 no Estado.

As projeções de emissões de CO<sub>2</sub> para o Estado do Rio de Janeiro se basearam nas projeções de demanda de energia da Matriz Energética do Estado do Rio de Janeiro 2008/2020, para cada um dos cenários propostos.

O presente trabalho abrangeu as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) provenientes do uso de Energia para os seguintes setores da economia do Estado: Industrial (indústria de manufatura), Energético (indústria de energia, centrais elétricas de serviço público e autoprodutoras), Transportes, Residencial, Agropecuário, Comercial e Serviços e Estatal, além das emissões fugitivas (queima em *flare*).

Considerando que o setor transporte e o setor industrial são os dois setores da economia de maior participação nas emissões de CO<sub>2</sub>, vale destacar a evolução da demanda de energia nestes setores, que terão um crescimento de

6,0% a.a., 7,0% a.a. e 4,5% a.a., respectivamente, nos cenários de referência, otimista e alternativo, e 4,2% a.a. e 5,6% a.a., respectivamente, nos cenários de referência e otimista, decorrente das expectativas de bom desempenho da economia do Estado do Rio de Janeiro no horizonte da Matriz.

Para o setor transporte, este desempenho se refletirá nas emissões de CO<sub>2</sub> que crescerão, aproximadamente, 68% e 89% até 2020, nos dois tipos do cenário de referência, enquanto que o crescimento indicado do consumo de energia neste setor para os mesmos cenários é de, aproximadamente, 100% e 98% até 2020. Para os dois tipos do cenário otimista, emissões de CO<sub>2</sub> crescerão, aproximadamente, 98% e 118% até 2020, enquanto que o crescimento indicado do consumo de energia neste setor para os mesmos cenários é de, aproximadamente, 127% e 124% até 2020. E finalmente, as emissões de CO<sub>2</sub> crescerão, aproximadamente, 60% e 68% até 2020, nos dois tipos do cenário alternativo, enquanto que o crescimento indicado do consumo de energia neste setor para os mesmos cenários é de, aproximadamente, 70% e 69% até 2020.

Isso nos permite concluir que haverá uma redução da intensidade de carbono do sistema energético do setor transporte do Estado do Rio de Janeiro até 2020 em todos os cenários, o que indica um aumento de uso de fontes renováveis pelo setor, mais especificamente o aumento do uso de biodiesel e etanol. Porém, para os cenários tipo II, onde o percentual de utilização do etanol hidratado nos veículos *flex-fuel* é de 20%, esta redução da intensidade de carbono do sistema energético é menor decorrente da substituição do uso de um energético renovável (etanol hidratado) por um não-renovável (gasolina C). Vale lembrar que o trabalho considera que a gasolina C contém 25% de etanol anidro, conforme resolução da ANP.

Os 3 cenários com variações no percentual de utilização entre gasolina C e etanol hidratado nos mostram que, considerando que a frota do modal rodoviário individual apresenta a tendência de grande aumento do uso dos veículos *flex-fuel*, é fundamental que o planejamento e controle de metas de emissão de GEE para o setor transporte ocorram não somente através das evoluções tecnológicas, mas também no dia-a-dia das políticas e estruturas de mercado que influenciam nos preços dos combustíveis.

Para o setor industrial, as emissões de CO<sub>2</sub> crescerão, aproximadamente, 70% e 97% até 2020, nos cenários de referência e otimista, enquanto que o crescimento indicado do consumo de energia neste setor é de, aproximadamente, 65% e 91% até 2020, nos cenários de referência e otimista, respectivamente. Isto nos permite concluir que haverá um aumento da intensidade de carbono do sistema energético do setor industrial do Estado do Rio de Janeiro até 2020.

Isso se deve, principalmente, como consequência da intensificação do uso de algumas fontes não renováveis como, por exemplo, o coque de carvão mineral e o gás natural, cujas participações aumentaram no horizonte da Matriz, e da redução ou discreto aumento do uso de biomassa e fontes renováveis, com exceção do biodiesel, que aumenta na mesma proporção do óleo diesel, além de ter sua parcela no óleo diesel aumentada até 2020, associados às boas perspectivas de crescimento econômico do setor para a próxima década.

As emissões de CO<sub>2</sub> referentes à queima de gás natural nos *flares* das plataformas crescerão, aproximadamente, 45% e 70% até 2020, nos cenários de referência e otimista, respectivamente. Estas projeções são baseadas no crescimento econômico do setor energético e não foi considerado um aumento na parcela de gás queimado em relação à produção do gás. Vale lembrar que as emissões fugitivas relacionadas à queima de gás no *flare* correspondem a 7,5% de todas as emissões do setor de Energia, sendo esta queima uma perda de energia, significando uma ineficiência no sistema. Sendo assim, seria recomendável a aplicação de políticas para que as emissões projetadas não atinjam um aumento de 70% ao final de 2020.

Vale destacar que, segundo a Matriz Energética do Estado do Rio de Janeiro 2008/2020, a geração de energia elétrica no Estado através de termoelétricas representará em 2015, aproximadamente, 28% e 32% da geração total, nos cenários de Referência e Otimista, respectivamente, e em 2020, 42% e 50% nos cenários de Referência e Otimista, respectivamente. Assim, caso não ocorram novos investimentos no setor, a geração de energia elétrica no Estado terá a sua dependência de fontes não-renováveis aumentada significativamente até 2020.

As emissões de CO<sub>2</sub> totais provenientes do uso de Energia no Estado do Rio de Janeiro crescerão, aproximadamente, 59% e 83% no período da Matriz,

nos cenários de referência e otimista, enquanto que o crescimento do consumo de energia será de, aproximadamente, 63% e 85% até 2020, nos cenários de referência e otimista. Assim, concluímos que haverá uma redução da intensidade de carbono do sistema energético do Estado do Rio de Janeiro até 2020, ou seja, um aumento da eficiência ambiental, representado, principalmente, pela projeção do aumento da participação de combustíveis renováveis, especificamente o etanol e o biodiesel.

A Tabela 4 apresenta uma síntese da evolução das emissões de CO<sub>2</sub> no Estado do Rio de Janeiro, no horizonte da Matriz.

SETOR	2008 (Gg CO <sub>2</sub> )	2020 (Gg CO <sub>2</sub> )					
		Cenário Referência I e II		Cenário Otimista I e II		Cenário Alternativo I e II	
Uso de Energia - Geração de Energia Elétrica	11.411,2	17.953,5	17.953,5	20.124,9	20.124,9	17.953,5	17.953,5
Uso de Energia - Demanda dos Setores da Economia	32.526,0	52.268,6	55.040,4	60.935,4	63.707,3	51.216,7	52.235,9
Emissões Fugitivas - Queima em Flare	3.555,2	5.156,6	5.156,6	6.005,4	6.005,4	5.156,6	5.156,6
<b>TOTAL</b>	<b>47.492,4</b>	<b>75.378,7</b>	78.150,5	<b>87.065,7</b>	89.837,6	<b>74.326,8</b>	75.346,0

**Tabela 4 – Evolução das Emissões de CO<sub>2</sub> no Estado do Rio de Janeiro – Gg CO<sub>2</sub>**

Com este trabalho tem-se a oportunidade de se aprofundar os conhecimentos das características energéticas do Estado do Rio de Janeiro, além de servir como base aos planejadores nas análises de oportunidades e no estabelecimento de políticas e ações que promovam a garantia do atendimento à demanda energética futura, associadas às conseqüências para as emissões de gases de efeito estufa, e também servir de base para implementação de ações de mitigação das emissões de GEE no Estado do Rio de Janeiro.

A utilização de indicadores ambientais neste tipo de trabalho, como o tCO<sub>2</sub>/hab e o tCO<sub>2</sub>/tep, conforme apresentado na seção 5.3, que refletem as emissões de CO<sub>2</sub> devido à produção e uso da energia, auxilia no desenvolvimento destas metas e políticas de redução das emissões.

Pela característica do modelo escolhido, outras possibilidades de cenários macroeconômicos e energéticos poderão ser facilmente incorporadas. Sugere-se o desenvolvimento de outros cenários, como por exemplo, cenários

considerando programas de redução da intensidade energética, especialmente pela adoção de novas tecnologias mais eficientes do ponto de vista do consumo de energia, ou pela substituição de combustíveis fósseis por energia renovável, como por exemplo, uso de energia eólica ou solar, ou ainda a substituição por fontes menos poluidoras.

Sendo o setor transporte o principal setor nas emissões de CO<sub>2</sub> do Estado do Rio de Janeiro, recomenda-se, como sugestão de trabalho futuro, uma modelagem mais aprofundada, principalmente na seleção das variáveis representativas do nível de atividade e intensidade energética, como por exemplo, o uso das variáveis passageiro-quilômetro e tonelada-quilômetro, possibilitando uma avaliação mais específica das emissões deste setor, o que não foi possível ser feito neste trabalho por falta de informações para todos os modais. O uso destas variáveis é relevante, não só para o detalhamento das emissões por tipo de transporte, por exemplo, barcas, caminhão, aéreo nacional e internacional, como também para geração de indicadores que possibilitem a comparação das emissões entre modais.

Além disto, pode-se fazer as projeções da Matriz, e conseqüentemente as suas emissões, subdivididas pelas regiões do Estado, possibilitando, assim, avaliar a importância de cada setor para cada região.

É importante lembrar que este trabalho é apenas um exercício das possibilidades do desenvolvimento futuro da demanda energética do Estado do Rio de Janeiro, associadas às projeções de crescimento econômico do Estado, e das suas conseqüentes emissões de gases de efeito estufa, em especial o CO<sub>2</sub>.