

5º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

Análise Completa do Etanol versus Gás Natural dentro do PIR da Região Administrativa de Araçatuba visando as MCG

AUTORES:

Rafael Augusto Possari Juliano
Felipe Iwamoto
Miguel Edgar Morales Udaeta

INSTITUIÇÃO:

IEE/USP – Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo
GEPEA – Grupo de Energia do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
PRH-ANP04 – Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional de Petróleo

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 5º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 5º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 15 a 22 de outubro de 2009, em Fortaleza-CE. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 5ºPDPETRO.

Análise Completa do Etanol versus Gás Natural dentro do PIR da Região Administrativa de Araçatuba visando as MCG

Abstract

The research objective is to evaluate the biofuel Ethanol, as an Energetic Resource – ER, using Integrated Resource Planning – IRP methodology. It will be used the biofuel chain production at the complete analysis of the ER, and the use of Natural Gas ER at GCC comparison. ERP is a systemic methodological tool which helps decision makers; hence, it is an important planning tool. At the moment, it is being used in researches at west of São Paulo state, more specifically at the Araçatuba Regional Administration.

In this work, it will be done the production and usage Complete Valuation of Ethanol as an ER, which consist at the research within the literature of its quantity and quality values of its energy generation impacts. To contextualize the local scenario, it will be use the IRP methodology and environmental-energetic diagnosis, presented by the Environmental Mapping. The comparison with Natural Gas will be done at atmospheric compartment and will have the Greenhouse Effect as its main focus. The results are a complete description (Economical, Environmental, Social and Political) of Ethanol as an ER (Source and Technology) in the region and a complete comparison evaluation in the GCC context.

Resumo

O Objetivo da pesquisa é avaliar o biocombustível Etanol, enquanto Recurso Energético – RE, utilizando ferramenta metodológica PIR – Planejamento Integrado de Recursos. Na análise completa do RE, utilizar-se-á toda a cadeia de produção do biocombustível, além do emprego do Gás Natural como testemunho na comparação, relacionada às MCG. O PIR é uma ferramenta metodológica de análise sistêmica e auxílio aos tomadores de decisão, o que a caracteriza como ferramenta de planejamento. E, atualmente, tem como região de estudo o oeste paulista, mais especificamente a RAA - Região Administrativa de Araçatuba.

No trabalho, será realizada a valoração completa da produção e utilização do Etanol como Recurso Energético, que consiste na busca junto à literatura referente, dos valores quantitativos ou qualitativos dos impactos associados à geração de energia. E, para a contextualização no cenário local, utilizar-se-á a metodologia de planejamento e diagnóstico ambiental, que será apresentada para a região, segundo Mapeamento Ambiental. A comparação utilizando o Gás Natural como testemunho será realizada no meio aéreo e terá como foco de estudo os GEE – Gases de Efeito Estufa. Com isso, produzir-se-á uma descrição completa (técnico-econômica, ambiental, social e política) do Etanol como Recurso Energético (Fonte e Tecnologia) na região, e uma avaliação comparativa no contexto de Mudanças Climáticas Globais.

Introdução

Inserido no contexto de Mudanças Climáticas Globais - MCG, o presente trabalho trata dos principais focos relativos à questão, muito discutida atualmente, devido às incertezas dos impactos ambientais gerados por esse intenso aquecimento global, observado nas últimas quatro décadas. O primeiro ponto é a produção de energia, uma das quatro principais atividades antropogênicas geradoras de carbono e, dentro do aspecto regional, entende-se que a contribuição do etanol brasileiro no cenário global, como ferramenta de mitigação do aquecimento, demonstra-se com peça chave nas negociações sobre o clima.

Em face às novas perspectivas sobre o futuro, propiciadas pelos atuais estudos sobre o clima, o homo sapiens tem um novo desafio: encontrar meios de se garantir a manutenção de suas organizações sociais, de forma a conciliar seu desenvolvimento com a capacidade do meio em que vive. Isso demanda uma previsão das alterações do meio, além de um processo de adaptação em conformidade com as realidades locais. Deveras fácil ao homem e seu atual estágio tecnológico, no entanto, não é o que parece, quando observamos a atual situação de transformação do nosso planeta.

No âmbito de indagações referentes à Sustentabilidade necessária para o desenvolvimento da sociedade, trabalhar-se-á aqui estudos que convirjam para idéias mais “sadias” sobre a sobrevivência das próximas gerações e seus processos produtivos. Assim, inicia-se com a idéia de energia, onde esta representa o potencial inato de executar trabalho ou realizar uma ação. Ainda que existam vertentes que definam energia de forma mais abrangente, tratar-se-á energia como um Recurso indispensável ao desenvolvimento e bem-estar da população, que possibilita a consecução dos processos produtivos, de transformação do meio e geração de recursos, frutos do desenvolvimento das inter-relações do homem com o meio.

Uso de Energias Renováveis

São conhecidos os benefícios do uso de energia renovável em face dos problemas das mudanças do clima. Os combustíveis renováveis aumentam a diversidade e segurança de oferta da matriz energética e reduzem as emissões dos gases do efeito estufa. Entretanto, a grande dificuldade para que as novas tecnologias dos recursos energéticos renováveis se consolidem no mercado é devido à competição com o mercado e infra-estrutura já consolidada dos recursos convencionais, em particular dos combustíveis fósseis (GOLDEMBERG, 2004).

Segundo COELHO (2007), “O etanol é a base do Programa do Álcool Brasileiro e do Programa do Biodiesel (considerando que o mesmo seja produzido a partir de etanol), que atualmente são os grandes atores da política brasileira de combustíveis sustentáveis.” Ele é utilizado como combustível desde a instituição do Programa Nacional do Álcool – Proálcool, por meio da Lei Federal nº 76.593, garantido assim grande aporte de investimento em pesquisa e desenvolvimento no setor. Inicialmente o programa teve como objetivo de reduzir a dependência da importação do petróleo e como substituto de chumbo como aditivo antidetonante na gasolina.

Segundo dados do Plano Decenal (2008), a área plantada para a safra 2007/2008 foi de 6,96 milhões de hectares, com produtividade média de 79 quilogramas de cana-de-açúcar por hectare. As previsões são de crescimento no setor de biocombustíveis, visto que existem 383 milhões de hectares aptos para a agropecuária, sendo dos quais 220 são utilizados para pastagens e 72 para plantios permanentes e 91 são áreas passíveis de expansão, já considerando aspectos legais referentes ao uso e ocupação do solo. Estimativas do CGEE (2004) apontam, ainda, que cerca de 20 milhões de hectares, atualmente utilizadas para pastagens, possam ser liberados para agricultura através do desenvolvimento de melhores técnicas na pecuária, aumentando assim a sua eficiência e demandando menos áreas.

Como pode ser constatado, o etanol brasileiro passou de uma promessa da biomassa renovável para uma realidade de mercado. Com o advento dos carros de combustível flexível e com a adição de etanol na composição da gasolina, o etanol passou a representativo recurso energético na matriz brasileira. Entretanto, para que a substituição dos recursos de fonte fóssil por fontes renováveis seja feita de maneira sustentável, é importante uma análise do processo produtivo destes. Apesar dos benefícios dos biocombustíveis, a cadeia produtiva destes ainda depende de combustíveis de fonte fóssil e a sua produção não está livre de emissões de gases do efeito estufa e de tantos outros poluentes.

Recurso Energético Testemunho – Gás Natural

O gás natural, como recurso energético, tem vantagens em comparação aos combustíveis fósseis mais atuantes na matriz energética nacional. A sua importância na matriz energética é crescente e vem se apresentando como uma boa alternativa de substituição para a melhora na sustentabilidade da matriz energética.

A expansão da demanda de gás natural está atrelada à oferta decorrente da produção nacional dos campos (descobertos, e novas descobertas) e das importações via gasoduto e GNL. Apesar das incertezas inerentes às descobertas de novas reservas não comprovadas, a expectativa é uma boa expansão da capacidade de oferta, com o início da prospecção de gás natural do pré sal. De acordo com o Plano Decenal (2008), o crescimento da oferta de gás natural será significativo para o próximo decênio.

A escolha do Gás Natural como Recurso Energético testemunho foi devido a tal crescimento de oferta e de demanda do Gás Natural, tornando-o um importante Recurso Energético da matriz nacional. O aumento da produção na Bacia de Santos, proveniente do pré-sal, juntamente com o volume importado da Bolívia, transportado pelo gasoduto Gásbol que passa pela região, confere ao Gás Natural um importante recurso à Região Administrativa de Araçatuba.

Metodologia

O Planejamento Integrado de Recursos Energéticos (PIR na USP), inserido no Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7: “Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável”, desenvolve trabalhos de pesquisa na região Oeste Paulista (Região Administrativa de Araçatuba - RAA) visando melhores métodos de planejamento, com vista no suprimento das demandas de energia futuras, dentro do contexto de Desenvolvimento Sustentável.

Essa ferramenta de tomada de decisão tem uma estrutura metodológica de forma a conciliar o máximo de variáveis e parâmetros envolvidos em uma análise sistêmica, holística e racional dos recursos energéticos e da região de estudo. Na busca de uma completude de análise de sistemas complexos, a estratégia do PIR na USP consiste em trabalhar as diversas linhas do conhecimento, para que os diferentes enfoques e entendimentos sobre o meio sejam contemplados na integração dos recursos pesquisados.

A heterogeneidade tratada pelo projeto caracteriza-o como holístico, abrangendo especialistas das diversas áreas do conhecimento, expressas na metodologia pelas dimensões estudadas: ambiental, política, social e técnico-econômica. E, no desenvolvimento da metodologia, o emprego de análises técnicas, ferramentas matemáticas, programas computacionais de decisão e gráficos, configuram o caráter sistêmico do PIR, que busca nessas bases, a completude da análise integrada e do planejamento.

As MCG inserem-se no projeto de pesquisa, em uma nova fase, em que as preocupações recorrentes dos problemas atuais relacionam impactos ambientais com caráter global e, não somente, áreas de influência diretamente ligadas pelos aspectos regionais. Nesse contexto, uma metodologia de planejamento em longo prazo deve-se ater aos assuntos que permeiam as atuais linhas de pesquisa e, o aquecimento global se faz recorrente nos estudos de grandes Instituições, como pode ser exemplificada pelos grandes investimentos feitos pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, no campo das Mudanças Climáticas Globais.

Escolhidos o Recurso Energético, seu testemunho, a metodologia empregada e o contexto da análise, a região de estudo complementa o aspecto regional da análise e segue a escolha por onde os

atuais esforços do projeto vêm sendo direcionados, no caso, a RAA. Composta por 43 municípios, foi também escolhida pelo potencial de geração de energia e a representatividade do setor agrícola na economia, mais especificamente a expansão da cana-de-açúcar no estado paulista.

Historicamente a região de Araçatuba sempre foi uma região especializada na criação extensiva do gado vacum, que ainda ocupa a maioria das terras agrícolas da região de Araçatuba. Porém este cenário vem gradativamente sendo alterado com a substituição de áreas pelas lavouras de cana-de-açúcar, que em breve devem torna-se a principal atividade agrícola regional. A RAA é caracterizada como uma fronteira de expansão do cultivo de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. Nos últimos anos, tem se constituído um centro de negócios do mercado sucro-alcooleiro, abrangendo uma área de influência que inclui parte dos Estados de Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás e Paraná.

Nesses parâmetros, a RAA apresenta-se como região potencial de produção de Energia, com a utilização do Bioetanol como Recurso Energético. Assim, fazem-se necessários, o estudo de sua viabilidade dentro das carteiras de implementação de RE na região e a verificação do seu papel, dentro das Mudanças Climáticas Globais. Utilizando como base os trabalhos desenvolvidos pelo PIR na USP, que visam apontar os recursos energéticos mais vantajosos sob uma perspectiva holística, será elaborada uma análise completa do Etanol, dentro do contexto da RAA e com foco nas MCG. Ademais, através da Valoração Completa dos recursos energéticos, em conjunto com o Mapeamento e Diagnóstico Ambiental da RAA, será possível a criação de ferramentas de auxílio para a construção de cenários futuros, que irão identificar os recursos menos impactantes, em acordo com as necessidades regionais e globais.

Valoração Completa do Bioetanol

Dentro da nova ótica de planejamento energético apresentado pelo PIR na USP, não são apenas considerados os aspectos econômicos na avaliação das alternativas energéticas. De acordo com UDAETA (1997) “Os níveis do suprimento energético e sua infra-estrutura interagem biunivocamente com o desenvolvimento sócio-econômico, e conseqüentemente impactam o MA e portanto a sua sustentabilidade”. Ao se analisar as alternativas de implantação de Recursos Energéticos, todas as dimensões relevantes dos recursos são envolvidas na questão. Assim, para o atendimento do Desenvolvimento Sustentável, as prerrogativas diferem para cada momento e instancia geográfica. De acordo com UDAETA (1997), o DS depende de atributos que são afetados (ou modelados) por elementos sócio-econômicos (riscos, fraquezas e restrições), pelos recursos e fontes (uso racional, suprimento desigual), e pelo Meio Ambiente (efeitos externos e globais). Assim, o fluxo de informações ocorre nos seguintes meios de estudo pelo PIR na USP:

A Social, levando em consideração as necessidades básicas, consumo da energia (quantidade e qualidade), do nível de acessibilidade aos Recursos Energéticos, e da geração de emprego e investimentos em P&D;

A Técnico-econômica, levando em consideração dos preços de mercado (interno e externo), balança comercial (importação e exportação), da importância energética no PIB, grau de confiabilidade do sistema;

A Política, levando em consideração do fluxo financeiro e ativos no setor energético, tributação e renda energética gerada, e do grau da desregulamentação e da reforma estatal do setor;

A Ambiental, levando em consideração do uso e exploração dos Recursos Naturais utilizados para a geração de energia, relação entre reservas e produção energética destas, impactos ambientais na cadeia de produção energética, e da biodiversidade em que o RE esteja inserido.

Toda a sistemática de análise do PIR se apóia nesses pilares, onde essas quatro dimensões são consideradas de igual relevância para o planejamento energético. Tal fato visa evitar que problemas ambientais, sociais ou políticos, tradicionalmente não considerados no planejamento, se manifestem após a definição e implementação dos empreendimentos energéticos e, por ventura, acabem agregando mais custos a alternativa, e até inviabilizando a sua continuidade.

Avaliação dos Custos Completos

A Avaliação dos Custos Completos “é um meio pelo qual considerações ambientais e sociais podem ser integradas nas decisões de um determinado negócio. Ela é uma ferramenta que incorpora custos ambientais e sociais e custos internos com dados de impactos externos e custos/benefícios de atividades sobre o Meio Ambiente e na saúde humana.” GIMENES (2004).

Baseado em BAITELO (2006), na primeira etapa de análise, cada alternativa energética é avaliada dentro das quatro dimensões de análise do PIR na USP. Através da Avaliação de Custos Completos, as avaliações dos custos econômicos referentes à dimensão técnico-econômica são comparadas aos impactos referentes às dimensões ambiental, social e política. Por fim, as quatro notas são sintetizadas em uma nota só. Esse índice final indica a viabilidade global da alternativa, onde as maiores notas representam as alternativas mais condizentes com o Desenvolvimento Sustentável.

Dentro dessa proposta de análise, o PIR na USP desenvolveu metodologias de avaliação para cada uma dessas quatro dimensões. Algumas mais objetivas e quantitativas outras mais subjetivas e qualitativas. Porém, todas se deixando permear pela atuação de todos os envolvidos e interessados nesse processo de decisão. Atributos mais objetivos (quantitativos) são mais fáceis de trabalhar, visto que podem ser calculados a partir de metodologias usuais de avaliação técnico-econômica, desagregando assim qualquer tipo de parcialidade na valoração. Ao se trabalhar com atributos subjetivos (qualitativos), devem-se identificar os diferentes elementos que caracterizam para assim estabelecer a base de valoração para a aplicação da metodologia dos Custos Completos (BOARATI, 2003).

Processo de Análise Hierárquica

Para que a Avaliação de Custos Completos tenha a sua análise facilitada e independente, lança-se mão do Processo de Análise Hierárquica como ferramenta de tomada de decisão. Tal ferramenta auxilia no processo de ranqueamento das metas e prioridades estabelecidas, identificando assim a melhor opção dentro de uma gama de escolha. Um dos pontos positivos do uso de tal ferramenta na ACC é que o PAH é a análise tanto de atributos quantitativos quanto qualitativos.

De acordo com REINIG (2008) “O PAH é uma técnica de auxílio à tomada de decisão através da criação de rankings das alternativas.” Tal ranking é montado através de comparações par a par dos diferentes níveis da árvore hierárquica dos atributos e sub-atributos em análise. Com base nos pesos dos diferentes níveis hierárquicos da árvore, é possível montar o ranking geral. Para tal, é necessário verificar os pesos dos níveis inferiores com o nível superior, agregando os diferentes valores para tal nível, repetindo o processo até o nível mais alto da árvore.

Na Valoração Completa, será montada uma árvore hierárquica para cada dimensão, visto que estas têm o mesmo peso na análise do PIR na USP. Através da esquematização da Valoração Completa dessa maneira, conseguimos uma maior liberdade de estudo dos diferentes atributos. Quando estes apresentam um detalhamento muito grande, podemos tanto abrir o atributo para o mesmo nível quanto descermos mais sub-atributos para níveis inferiores. Outra liberdade que nos é dada pela análise hierárquica é a organização dos valores levantados para a aplicação de pesos aos atributos de mesmo nível, dependendo do foco do estudo.

Mapeamento Ambiental da RAA

Dentro da metodologia do PIR a caracterização do aspecto regional é chamada de Mapeamento Ambiental, que contém os indicadores ambientais que podem ser influenciados através de novas alternativas e projetos de expansão energética. Assim, o mapeamento tem o papel de indicar a presente situação de qualidade ambiental de uma determinada região e, compará-la aos parâmetros identificados na Legislação referente e normas internacionais. Com isso determinam-se alternativas que poderão ser planejadas sem extrapolar esses limites/parâmetros ou padrões de qualidade pré-definidos; além de estimar uma quantificação do intervalo de atuação para expansão dos empreendimentos energéticos.

Ainda nesse contexto, o mapeamento tem o papel de monitorar as atividades de uma região, através desses indicadores municipalizados e com essa mesma característica, em um momento posterior, validar o planejamento e a consecução dos projetos relacionados. No entanto, muitos dos parâmetros orientados pela legislação seguem modelagens que relacionam as fontes (i.e. contaminantes da água) com seu comportamento no meio. Tais modelos deveriam ser integrados ao mapeamento, para prospecção dos estudos ensejados. Porém, a macro escala geográfica caracterizada, cria a necessidade de vias de inferências e/ou estimativas mais genéricas para estes comportamentos biogeoquímicos gerados por fontes difusas.

Seguindo esses critérios, desenvolveu-se o levantamento de dados, seguida da modelagem de indicadores do Mapeamento Ambiental para o PIR na USP. O caráter municipalizado dos dados é justificável através do direcionamento estratégico da análise para a macro escala, além de visar apenas um diagnóstico mais homogêneo de um município. Por conseguinte, o procedimento conta com a criação de critérios de comparação entre regiões e correlação dos impactos das atividades antrópicas com os indicadores de cada meio.

Resultados e Discussão

A realização da ACC Determinística foi realizada através da Valoração Completa das usinas de Bioetanol da RAA. Independentemente dos valores atribuídos serem quantitativos ou qualitativos, através da normatização dentro de cada atributo é possível a aplicação de programas computacionais de análise de dados, como o *Decision Lens*. Posteriormente foi-se atribuído escalas de pesos para os diferentes atributos através da comparação par-a-par dentro do PAH.

Na Tabela 1 é apresentada uma pequena parte realizada na Valoração Completa realizada pelo PIR na USP, onde podemos ver os valores encontrados na Dimensão Ambiental, no atributo Meio Aéreo discretizados tanto por Recurso Energético como também por faixa de potência deste. Tais valores são utilizados tanto na ACC determinísticas, onde os especialistas denotam uma normatização de acordo com a escala de importância dos valores encontrados, como também na ACC holística, onde os En-In podem atribuir notas de acordo com os parâmetros levantados.

Tabela 1: Valoração feita na Dimensão Ambiental, atributo Meio Aéreo

		Meio Aéreo					
		Poluentes Atmosféricos				GEE	Gases degradantes ozônio
		Gasosos			MP		
		Nox (Kg/MWh)	SO2 (Kg/MWh)	CH4 (Kg/MWh)			
	Potência						
Etanol	de 1 a 10 kW	0.77	-	-	< 0,1 Kg/MWh	660 Kg/MWh	Não há indícios de emissões
	de 10 a 100 kW	0.77	-	-	< 0,1 Kg/MWh	660 Kg/MWh	Não há indícios de emissões
	de 100 a 500 kW	0.77	-	-	< 0,1 Kg/MWh	660 Kg/MWh	Não há indícios de emissões
	de 500 kW a 2 MW	0.7	-	-	< 0,1 Kg/MWh	600 Kg/MWh	Não há indícios de emissões
Gás Natural	de 1 a 10 kW	0.54	0.0028	0.12	0.018 Kg/MWh	490 Kg/MWh	Não há indícios de emissões
	de 10 a 100 kW	0.54	0.0028	0.12	0.018 Kg/MWh	500 Kg/MWh	Não há indícios de emissões
	de 100 a 500 kW	0.54	0.0028	0.12	0.018 Kg/MWh	500 Kg/MWh	Não há indícios de emissões
	de 500 kW a 2 MW	0.54	0.0028	0.12	0.018 Kg/MWh	500 Kg/MWh	Não há indícios de emissões

Fonte 1: RTC3-PEA 2009

A realização da ACC Holística foi realizada através de treinamentos realizados na RAA junto aos En-In através da aplicação de avaliações e questionários. Já a ACC quantitativa, bem como o ranking dos recursos energéticos foram desenvolvidos a partir de CICONE (2007) e REINIG (2008). Esta avaliação foi totalmente holística, sendo que os atributos e sub-atributos foram comparados entre si como na ACC determinística com os pesos da comparação par-a-par do PAH para cada atributo sendo determinado holisticamente pelos En-In

Os ranqueamentos determinísticos, holísticos bem como o ranking final são apresentados na Tabela 2:

Tabela 2: Resultados da ACC

	ACC Determinística	ACC Holística	Ranking Final
Bioetanol	0.54	0.489	0.515
Gás Natural	0.43	0.43	0.432

Fonte 2: RTC3-PEA 2009

Os rankings gerados tanto na ACC determinística quanto na holística são parâmetros utilizados tanto no processo de Integração de Recursos Energéticos quanto na alocação dos recursos na construção das Carteiras de Recursos.

Nenhum dos recursos deve ser desconsiderado devido a sua classificação no ranking, pois dentro do PIR ainda serão consideradas variáveis temporais, geográficas, a disponibilidade do recurso bem como limitantes de diversos fatores (sendo neste trabalho o foco nas MCG). Assim, é possível que no horizonte de planejamento haja a possibilidade de aplicação de recursos que previamente foram ranqueados com nota inferiores, mas que não apresentem limitantes ambientais, por exemplo.

Conclusões

A Integração de Recursos energéticos no PIR é essencial à formulação do plano preferencial no PIR. Integração no PIR busca distribuir e classificar os recursos ao longo do horizonte de planejamento de acordo com o menor custo completo obtido a partir do ranqueamento. A Integração também se realiza com a previsão da demanda ao longo do tempo (determinada a partir dos cenários levantados), tendo como meta satisfazer a necessidades futuras de energia na RAA.

O Plano Integrado de Recursos Energéticos Preferencial, resultado de todas as etapas anteriores sistematizadas em um processo único, busca o menor custo completo visando atender as previsões de demanda obtidas nos diferentes cenários. Através da aplicação de viés diferente à visão clássica de planejamento energético, é possível a montagem de carteiras com nível de sustentabilidade melhor, e que impactam menos nas MCG.

Agradecimentos

Ao PRH-ANP/MCT/MME (Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional de Petróleo) pela concessão da bolsa de Iniciação Científica que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho através do PRH-ANP/04

A FAPESP pela gratificante oportunidade de participação do projeto de pesquisa FAPESP 03/06441-7 onde foi desenvolvida a pesquisa através da bolsa ANP.

Referências Bibliográficas

BAITELO, R. L., **“Modelagem Completa e Análise dos Recursos Energéticos do Lado da Demanda para o PIR”**, Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas, São Paulo, 2006.

BOARATI, J. H.; **“Um modelo para Avaliação Ponderada da Hidreletricidade e Termoeletricidade com Gás Natural Através dos Custos Completos”**. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas, São Paulo, 2003.

CGEE . **“Avaliação da Expansão da Produção de Etanol no Brasil”**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2004

CICONE, D. J., **“Modelagem e Aplicação da Avaliação de Custos Completos Através do Método de Análise Hierárquica Dentro do Planejamento Integrado de Recursos”**. Tese de doutorado apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, (2007).

Coelho, S. T., et al.; **“A Sustentabilidade da Expansão da Cultura Canavieira”**. Artigo Científico. Cadernos Técnicos da Associação Nacional de Transportes Públicos, vol. 6, julho de 2007.

GIMENES, A. L. V.; **“Modelo de Integração de Recursos Como Instrumento Para Um Planejamento Energético Sustentável”**, Tese (Doutorado), Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas, São Paulo, 2008.

Goldemberg¹, J., et al.; **“How adequate policies can push renewables”**. Artigo Científico. Energy Policy , v. 32, p. 1141-1146, 2004.

PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA 2008/2017. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2008.

REINIG, A. O., **“Aplicação da Análise de Custos Completos no PIR Visando o Gás-Natural e outros Energéticos Não Renováveis para a Região Administrativa de Araçatuba”**, Projeto de Formatura, EPUSP – Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas, São Paulo, 2008.

UDAETA, M. E. M.; **“Planejamento Integrado de Recursos (PIR) para o Setor Elétrico (pensando o desenvolvimento sustentável)”**, Tese (Doutorado), Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas. São Paulo, 1997.

UDAETA, M.E.M., et all; **“Relatório Técnico Científico Parcial 3”**, PEA – USP, São Paulo, 2009.