

# 6º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



## TÍTULO DO TRABALHO:

Mapeamento Energo-Ambiental para o Gás Natural do Pré-Sal

## AUTORES:

Karina F. F. M. Neves, Renato Del Bel, Miguel E. M. Udaeta

## INSTITUIÇÃO:

IEE/USP e EPUSP

*Este Trabalho foi preparado para apresentação no 6º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 6º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 09 a 13 de outubro de 2011, em Florianópolis-SC. 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 6ºPDPETRO.*

## **Mapeamento Energo-Ambiental da RMBS com base no PIR com o Gás Natural do Pré-Sal como recurso energético**

### **Abstract**

The scope of this work was to study the behavior of environmental variables in the metropolitan area of Santos (Região Metropolitana da Baixada Santista – RMBS) when faced with the production and use of natural gas originated from the Pre-Salt Layer in the Santos Basin as an energy source by using tools of the methodology of the Integrated Planning of Energy Resources in USP (Planejamento Integrado de Recursos Energéticos – PIR), that is to say the Energetic – Environmental Mapping, the Valuation of Energy Resources of NG and the Construction of Energy Scenarios for next 30 years. For this, we had to study the landscape of existing environmental indicators for the region, search data gathered by existing environmental monitoring, selecting indicators for analysis, draw inferences about missing data, organize quantitative and qualitative information, gather information about relevant national legislation as well as national and international standards and recommendations, select the indicators for projecting on a horizon of 30 years, so-called vigilants, define the ERs, resulting from the operation of the Pre-Salt GN most relevant to RMBS, produce energy scenarios on the horizon of study and project the selected the vigilants. Thus, we obtained systematic information about the regional environment that characterize the RMBS in the air, land, water and antropic environment for the present moment of time, and characterized the holding of Pre-Salt GN as a potential source of ERs for the region from the projected scenarios. Thus, it was possible to verify the environmental effects of exploration of natural gas as a source of ERs and indicate alarm situations in which quality standards are not respected. In addition, the work made possible to analyse PIR used as a tool for energy planning.

### **Introdução**

O advento da crise do petróleo na década de 70, levou a um crescente foco na necessidade de uma abordagem robusta de planejamento na área energética. No Brasil, essa atenção ao planejamento energético se expressou na forma de esforços para o cumprimento de futuras demandas a um mínimo custo, com a oferta sendo baseada no petróleo, carvão e hidroeletricidade. Ou seja, o planejamento energético então se baseou no processo projeção do crescimento da demanda – planejamento da expansão – análise de custos da produção – satisfação da demanda pelo menor custo.

Na década seguinte, com o levantamento das questões das mudanças climáticas e as crescentes pressões da sociedade em relação ao meio ambiente, em alguns países como EUA e Dinamarca, surgiu uma nova abordagem do planejamento energético, que inseriam a componente ambiental e social nas discussões.

Assim o PIR, Planejamento Integrado de Recursos Energéticos, enquadra-se justamente nesse contexto contemporâneo da necessidade da assimilação do viés ambiental e social ao processo de tomada de decisão na área de suprimento energético. Com essa tendência desenvolveu-se a noção de que os custos ambientais e sociais das decisões tomadas, tanto na área energética quanto no geral, deveriam ser internalizados nos custos totais do empreendimento

Um conceito desenvolvido no Planejamento Integrado de Recursos Energéticos é o conceito de que o Gerenciamento pelo Lado da Demanda pode ser considerado como recurso energético. Esse conceito encontrou alguma resistência política em relação à sua aplicação, visto que o Gerenciamento pelo Lado da Demanda implica uma economia energética, o que implica uma menor demanda energética e,

portanto, uma menor produção energética, o que não se justifica pela óptica do produtor, porém é de vital importância pela lógica ambiental e de planejamento integrado de recursos.

Como se pode observar, portanto, mesmo o PIR teve, e ainda tem, um longo caminho a percorrer, com o desenvolvimento de técnicas que considerem as esferas ambiental, política, social, tecnológica e econômica com o mesmo peso e a priori no processo de tomada de decisão. Essa abordagem se contrapõe a abordagem clássica que considera as esferas tecnológica e econômica no desenvolvimento de alternativas energéticas, e só então considera as esferas ambiental e política, e algumas vezes social, para a seleção da melhor alternativa entre as já desenvolvidas.

Além disso, o PIR introduz no planejamento energético ainda a noção de que o suprimento da demanda pode ser dado de formas alternativas às tecnologias consagradas, levando em conta as produções energéticas efetivas e potenciais da região, sempre com a análise do energético buscando o menor custo completo, o que abre espaço para utilização de formas alternativas de energia, mais limpas, e de soluções locais para demandas que não seriam atendidas pelas tecnologias tradicionais.

### **Metodologia**

O trabalho iniciou-se pelo levantamento do inventário ambiental disponível para a região e criação de um Inventário próprio, ou seja, o levantamento do conjunto de dados reunidos pelo monitoramento ambiental, a exemplo dos Indicadores da Agenda 21 (Global e a proposta pelo IBGE), Indicadores de Seattle, Índice de Qualidade de Vida Urbana de Belo Horizonte, etc., foi sistematizado e organizado numa base de dados, e foi feito por meio de contatos com profissionais e pesquisas a sites de instituições do governo, ONGs, empresas, dentre outras.

Da mesma forma se deu a pesquisa a legislações, normas e recomendações concernentes aos Vigilantes selecionados (descrito a seguir), visando, por meio da comparação entre os dados encontrados e os valores normativos ou recomendados, avaliar e qualificar a situação atual dos indicadores e caracterizar e identificar as fontes e focos de elevada pressão e saturação sobre as condições ambientais.

A Valoração foi feita analisando-se os âmbitos político, social, ambiental e técnicoeconômico e é tanto qualitativa quanto quantitativa. Para a valoração do gás na região utilizamos estudos de impacto ambiental de empreendimentos da região, principalmente de usinas termo-elétricas da região e do poço de exploração de Gás do Campo de Mexilhão.

Seguindo no Mapeamento Energo-Ambiental, com os dados compilados foi realizada uma seleção dos indicadores que teve como objetivo fazer uma triagem e escolher os indicadores que se configuravam como de maior importância para a sociedade em geral e aqueles que melhor se adaptam aos estudos energéticos e às características da região, nos meios aquático, terrestre, aéreo e antrópico. Os indicadores selecionados constituíram o que foi chamado de Vigilantes.

Nos casos em que para algum Vigilante não existiram informações, foram feitas inferências, por meio de hipóteses e critérios.

Também foi realizado um estudo sobre as políticas energéticas, ambientais e de desenvolvimento socioeconômico para a região. Essas informações foram base para a construção dos cenários energéticos de referência e para selecionar os Vigilantes. Ressalta-se que a projeção dos indicadores foi feita tendo o GN do Pré-Sal como testemunho, ou seja, sempre tendo em vista as alterações que a introdução do GN, como fonte potencial de REs, proporcionará na região.

## **6º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS**

Dos dados da Valoração e do Mapeamento foram feitos 2 cenários energéticos, todos eles num horizonte de 30 anos. Tais cenários tiveram como base, dentre outros, o Plano Nacional de Energia 2030 do Ministério de Minas e Energia publicado em 2007, bem como documentos do PIR na USP. Os cenários energéticos consequentes destes cenários socioeconômicos foram construídos através da determinação das taxas de crescimento da demanda e do consumo dos energéticos analisados dentro dos setores tradicionais da economia, aplicados ao consumo verificado nos dias atuais. A intenção foi que se pudessem identificar as principais tendências e oportunidades de expansão dos REs do GN, além de servir de input para a projeção dos indicadores.

As projeções foram feitas por meio de determinação da taxa de crescimento de demanda e de consumo dos energéticos analisados dentro dos setores tradicionais da economia, obtidos dos cenários confeccionados, aplicados aos Vigilantes com seus valores verificados nos dias atuais por meio de metodologia específica para cada Vigilante.

Foi realizada então uma análise comparativa dos cenários visando caracterizar a introdução do GN do Pré-Sal como fonte potencial de REs para a RMBS e avaliar a metodologia do PIR, focando o Mapeamento Energo-Ambiental como ferramenta para o planejamento energético, bem como a valoração e a construção de cenários e projeção dos vigilantes.

### **Resultados e Discussão**

Por meio do Mapeamento Energo-Ambiental, pode-se caracterizar as principais forças ambientais (antrópicas, terrestres, aéreas e aquáticas) da região no momento, que são as seguintes:

- Situação dos domicílios nos municípios quanto a espaço suficiente, infra-estrutura interna urbana adequada e domicílios improvisados.
- Coleta e tratamento de esgoto.
- Disposição dos RSU.
- Qualidade de vida: índices baixos no geral excetuando-se a cidade de Santos
- Restrições ao uso do solo para agricultura, solo passível de erosão
- Alterações antrópicas dos sistemas de restingas e mangues.
- Pressão habitacional sobre áreas não adequadas, zonas de preservação, locais susceptíveis a inundações, etc.
- Recirculação de contaminantes devido à dragagem do canal do porto.
- Pesca predatória.
- Enchentes.
- Poluição sonora.
- Saturação dos níveis de MP10.
- Saturação dos níveis de PTS.
- Porcentagem de praias que permanecem próprias o ano todo.
- Porcentagem de cursos d'água que atendem a legislação.
- IQA.

A escolha e Valoração dos recursos energéticos mais representativos para o escopo deste trabalho propiciou uma visão das potenciais interferências da utilização dos recursos energéticos na região. Os recursos escolhidos foram os seguintes:

RELO:

- IPGN - Instalação produtora de Gás Natural

## 6º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

- Posto GNV
- Geração energia elétrica
- Uso de GNV

RELD:

- Uso Residencial
- Uso Comercial
- Uso Industrial

Os indicadores que foram projetados, apresentados sistematizados a partir dos meios definidos foram:

Meio Antrópico:

- Rendimento médio nos vínculos empregatícios
- Nível de atendimento do sistema público de coleta de esgoto
- Frota de automóveis

Meio Terrestre:

- Áreas contaminadas
- Número de áreas críticas

Meio Aéreo:

- MP<sub>10</sub>
- PTS
- CO<sub>2</sub>

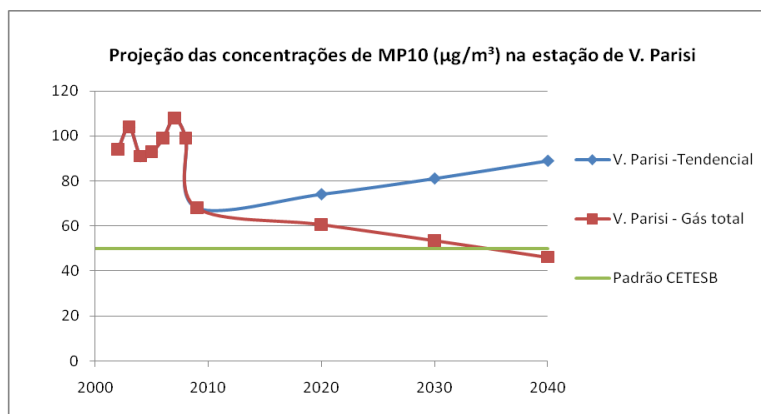
Meio Aquático

- IQA
- IVA
- Porcentagem de praias próprias o ano inteiro

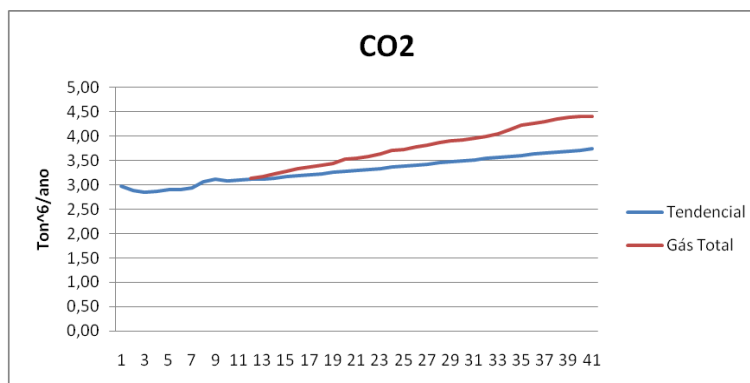
Fazendo-se a sobreposição das informações obtidas no Mapeamento Energo-Ambiental, a caracterização dos recursos feito na Valoração, e os cenários Tendencial e Gás Total, pode-se observar os comportamentos de alguns vigilantes que se destacaram positiva ou negativamente com a entrada dos recursos energéticos na região ao longo do tempo. Os principais são destacados abaixo:

- MP10 e PTS: Com a substituição do coque por Gás Natural os níveis dos referidos indicadores diminuíram sensivelmente no horizonte de estudo. Tais indicadores se encontravam em estado de saturação no momento de entrada dos recursos, o que demonstra que a referida substituição tem um efeito extremamente positivo na região, ainda mais considerando-se a extensa utilização do coque na região.
- A troca do etanol pelo Gás Natural mostrou-se inconveniente quanto se trata de emissões de CO<sub>2</sub> pois, mesmo as emissões de dióxido de carbono devido a combustão do Gás Natural

sendo relativamente baixa, a substituição do etanol pelo GNV faz com que os níveis de emissão de CO<sub>2</sub> subam no horizonte de trabalho pois o etanol conta com um ciclo de carbono mais eficiente em seu ciclo de vida.



- Ainda quanto ao CO<sub>2</sub>, a substituição da energia advinda de hidrelétricas pelo Gás Natural como fonte de energia elétrica também se mostrou inadequado, visto que a geração de energia por meio hidrelétrico é consideravelmente mais limpo, emitindo menos CO<sub>2</sub>.



## Conclusões

O modelamento do mapeamento energo-ambiental permitiu a compilação de informações sistematizadas acerca do meio ambiente regional que caracterizam a RMBS nos meios aéreo, terrestre, aquático e antrópico para o momento presente do tempo e a determinação, baseada em consulta aos valores normativos e/ou recomendados, de aspectos ambientais que se encontram em estado de alerta.

Após delimitar os cenários energéticos de referência e os principais indicadores que podem ser influenciados através da introdução do GN como fonte de REs para a RMBS, foi possível realizar as projeções num horizonte de 30 anos.

Com a projeção, foi possível caracterizar alguns efeitos principais sobre as condições ambientais da RMBS advindos da introdução do GN do Pré-Sal como fonte potencial de REs para a região.

Pode-se encarar o trabalho desenvolvido como a aplicação, de forma adaptada ao escopo do trabalho, da metodologia do Planejamento Integrado de Recursos Energéticos – PIR na USP.

Em nosso trabalho não se utilizou a Metodologia referida para a confecção de um Plano Integrado de Recursos Energéticos para a região, nem a construção de uma Carteira de recursos, bem como não

se utilizou de ferramentas que comparam diferentes fontes energéticas ou que minimizem o grau de incerteza, visto que foram comparados diferentes recursos da mesma fonte energética. Desse forma, dado o caráter relativo e simplificado do estudo, o mesmo se mostrou suficiente, fazendo-se desnecessária a análise em termos absolutos.

A metodologia do PIR, e a escala dos problemas que ele se propõe a tratar, exigem que as análises sejam feitas por uma equipe multidisciplinar, que seja capaz de analisar os comportamentos de diversos aspectos dos problemas tratados. A equipe para a realização deste trabalho foi composta unicamente por estudantes de engenharia ambiental, o que se mostrou um fator limitante para a adequada a análise e projeção dos dados antrópicos, por exemplo, visto a necessidade dos mesmos em serem tratados por profissionais capacitados para tal. Pode-se observar isso claramente na projeção do Vigilante Frota de Automóveis, em que a análise feita levou à obtenção de dados inconsistentes com a realidade.

Da mesma forma, dado o grau de simplificação do estudo, apesar de sua abrangência temporal e espacial, e dado o reduzido tempo de construção desse trabalho, não foram utilizados softwares para projeções, análise de dispersão, etc., bem como não foi realizada uma análise de sensibilidade adequada ao estudo.

As ferramentas utilizadas para basear as projeções e os cenários utilizados nesse trabalho, projeções oficiais do governo, no tempo de sua confecção e publicação ainda não consideraram a influência do Pré-Sal na matriz energética do país, ou seja, sua influência em seus cenários energéticos e ambientais, portanto acreditamos que uma revisão do presente trabalho possa ser realizada considerando novas projeções governamentais que incluam o Pré-Sal na matriz energética.

Ressalta-se mais uma vez que os recursos escolhidos são referentes apenas ao Gás Natural a ser produzido pelos poços do Pré-Sal e suas possíveis utilizações, evidenciando assim o fato de que este trabalho não teve como objetivo comparar recursos e compor uma Carteira de Recursos para a região. Ainda, pode-se dizer que mesmo os recursos do Gás Natural não foram analisados em sua totalidade. Devido ao escopo reduzido do trabalho, optou-se pela análise de um pequeno grupo de recursos que fossem exemplos de recursos de oferta (RELO) e alguns outros que compusessem todos os contextos de recursos de demanda (RELD), porém considerando só alguns usos mais representativos dentro de cada setor.

Por ser um trabalho de graduação, e mesmo, acreditamos nós, dado que o problema que foi abordado pelo trabalho estar numa escala que demanda esforços de diferentes profissionais numa grande equipe, como a maioria dos trabalhos em engenharia ambiental, encontramos muita dificuldade em lidar com o volume de dados, análises e aspectos de planejamento a serem considerados no trabalho, fazendo com que algumas inseguranças aparecessem quando das projeções dos vigilantes para o REs da região.

Mesmo assim consideramos que o trabalho contribuiu de forma significativa para exemplificar como a Metodologia utilizada pode ser empregada de forma satisfatória em análises ambientais de pequeno ou grande relevo nacional, como é o caso do Pré-Sal.

Assim, pode-se considerar esse estudo como os primeiros esforços no sentido da construção de uma visão holística, amparada pela Metodologia do PIR, da RMBS frente à exploração dos REs energéticos do GN no Pré-Sal, seus efeitos, suas potencialidades, etc.

O presente trabalho, como exposto acima, portanto, abre espaço para um estudo mais aprofundando do comportamento das variáveis ambientais frente à utilização do Gás Natural do Pré-Sal como recurso energético na RMBS, com o auxílio de softwares para as projeções, o que possibilitaria a projeção de maior quantidade de indicadores – vigilantes. Isso propiciaria uma visão mais ampla dos efeitos da utilização do energético na região, bem como possibilitaria a utilização do recurso num possível processo de planejamento integrado de recursos energéticos para a região.

### **Agradecimentos**

Agradecemos aos nossos colegas Carla Ferracini, Gabriel Romano e Gilberto Amaral Jr., bem como aos colegas que fazem ou fizeram parte do PIR e que nos ajudaram com incentivos e orientações: Pascoal Rigolin, Felipe Iwamoto, Rafael Juliano, Jonathas Bernal e Paulo Kanayama.

Agradecemos ainda o apoio da Agência Nacional do Petróleo - ANP, da Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP e do Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT por meio do Programa de Recursos Humanos da ANP para o Setor Petróleo e Gás - PRH-ANP/MCT.

### **Referências Bibliográficas**

BEL, Renato Del; NEVES, Karina F.F.M. 2010. Modelamento do Mapeamento Energo-Ambiental da Região Metropolitana da Baixada Santista, visando os efeitos ambientais da introdução do Gás Natural do Pré-Sal enquanto recurso energético com base na metodologia do PIR. EPUSP.

FERRACINI, Carla V argas; JR., Gilberto A. A.; ROMANO, Gabriel. 2010. Análise completa do Gás Natural na Baixada Santista para a Metodologia do PIR. EPUSP.

BERNAL, J. L. de O. 2009. Cenários socioeconômicos visando a previsão de demanda no contexto do PIR para a RAA.

BERNAL, Jonathas L. de O. Plano Preferencial Integrado de Recursos Energéticos (RELOs e RELDs) no PIR da RAA RTC/PIRnaUSP-No412, 2010.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética, 2005. Aspectos Fundamentais do Planejamento Energético.

FERNANDES, Flávio; SANTOS, Edimilson M. dos. 2009. Reflexões sobre o Futuro do Gás Natural no Brasil e na Região Sudeste após a Descoberta das Reservas na Bacia de Santos.

HUANCA, Ronaldo M. 2007. Estudo da cadeia de Gás Natural no Brasil – Tecnologias e Tendências.

KANAYAMA, Paulo H. Inventário Energo-Ambiental da Região Administrativa de Araçatuba, nos meios Antrópico, Aéreo, Aquático e Terrestre, definidos no PIR, visando os impactos globais dos empreendimentos energéticos RTC/PIRnaUSP-Nº402, 2009.

MME. 2004. BEN – Balanço Energético Nacional.

UDAETA, Miguel E. M.; KANAYAMA, Paulo H.; GRIMON, J. A. B; RIBEIRO, F. S. 2009. Utilização do Inventário Ambiental no PIR – Planejamento Integrado de Recursos Energéticos. Apresentado no XIII ERIAC – Décimo Tercer Encuentro Regional IberoAmericano de Cigré.

UDAETA, M. E.; BERNAL, J. L. 2009. Plano Integrado de Recursos Energéticos no PIR da RAA.

UDAETA, M. E.; IWAMOTO, F. 2009. Mapeamento Energo-Ambiental de Indicadores para o PIR da RAA.