



PUCRS

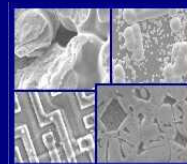
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E  
TECNOLOGIA DE MATERIAIS**

Faculdade de Engenharia

Faculdade de Física

Faculdade de Química



PGETEMA

**ASSOCIAÇÃO DE FONTES EMISSORAS E RESERVATÓRIOS POTENCIAIS  
PARA ARMAZENAMENTO GEOLÓGICO DE CO<sub>2</sub> NA BACIA DE CAMPOS,  
BRASIL**

**GABRIELA CAMBOIM ROCKETT**

BACHAREL EM GEOGRAFIA

**DISSERTAÇÃO PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ENGENHARIA  
E TECNOLOGIA DE MATERIAIS**

**Porto Alegre**

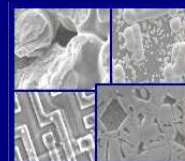
**Agosto, 2010**



PUCRS

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E  
TECNOLOGIA DE MATERIAIS**

Faculdade de Engenharia  
Faculdade de Física  
Faculdade de Química



PGETEMA

**ASSOCIAÇÃO DE FONTES EMISSORAS E RESERVATÓRIOS POTENCIAIS  
PARA ARMAZENAMENTO GEOLÓGICO DE CO<sub>2</sub> NA BACIA DE CAMPOS,  
BRASIL**

**GABRIELA CAMBOIM ROCKETT**

BACHAREL EM GEOGRAFIA

Orientador: Prof. Dr. João Marcelo Medina Ketzer

Coorientadora: Prof. Dra. Andrea Ramirez Ramirez (Utrecht University)

Dissertação realizada no Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais (PGETEMA) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e Tecnologia de Materiais.

**Porto Alegre  
Agosto, 2010**



## SUMÁRIO

|                                                                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>DEDICATÓRIA</b> .....                                                                                                          | <b>5</b>  |
| <b>AGRADECIMENTOS</b> .....                                                                                                       | <b>6</b>  |
| <b>SUMÁRIO</b> .....                                                                                                              | <b>7</b>  |
| <b>LISTA DE FIGURAS</b> .....                                                                                                     | <b>10</b> |
| <b>LISTA DE TABELAS</b> .....                                                                                                     | <b>15</b> |
| <b>LISTA DE QUADROS</b> .....                                                                                                     | <b>17</b> |
| <b>LISTA DE SIGLAS</b> .....                                                                                                      | <b>18</b> |
| <b>RESUMO</b> .....                                                                                                               | <b>20</b> |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                                                                                             | <b>21</b> |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....                                                                                                        | <b>22</b> |
| <b>2. OBJETIVOS</b> .....                                                                                                         | <b>25</b> |
| <b>2.1. Objetivos Específicos</b> .....                                                                                           | <b>25</b> |
| <b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....                                                                                             | <b>27</b> |
| <b>3.1. Aquecimento Global e Mudanças Climáticas</b> .....                                                                        | <b>27</b> |
| <b>3.2. Sequestro Geológico de CO<sub>2</sub></b> .....                                                                           | <b>32</b> |
| 3.2.1. Captura e Transporte de CO <sub>2</sub> .....                                                                              | 33        |
| 3.2.2. Armazenamento Geológico de CO <sub>2</sub> .....                                                                           | 38        |
| 3.2.2.1. Campos de Petróleo .....                                                                                                 | 40        |
| 3.2.2.2. Aquíferos Salinos Profundos .....                                                                                        | 42        |
| 3.2.2.3. Camadas de Carvão .....                                                                                                  | 42        |
| 3.2.3. Critérios para Avaliação de Bacias para Armazenamento Geológico de<br>CO <sub>2</sub> .....                                | 43        |
| 3.2.4. Distribuição Geográfica e Estimativa da Capacidade de Armazenamento                                                        | 45        |
| <b>3.3. Sistema de Informações Geográficas (SIG)</b> .....                                                                        | <b>51</b> |
| 3.3.1. SIG e Associação entre Fontes de CO <sub>2</sub> e Reservatórios Geológicos para<br>Armazenamento de CO <sub>2</sub> ..... | 54        |
| 3.3.1.1. Associação Fontes-Reservatórios para Sequestro Geológico de CO <sub>2</sub><br>no Brasil                                 | 60        |

|                                                                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.4. Área de Estudo: Bacia de Campos, Brasil.....</b>                                                      | <b>65</b> |
| 3.4.1. Localização .....                                                                                      | 66        |
| 3.4.2. Contexto Geológico .....                                                                               | 68        |
| 3.4.2.1. Estratigrafia e Evolução Estrutural da Bacia de Campos .....                                         | 69        |
| 3.4.2.2. Reservatórios.....                                                                                   | 71        |
| 3.4.3. Exploração de Hidrocarbonetos na Bacia de Campos .....                                                 | 72        |
| <b>4. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>                                                                           | <b>75</b> |
| <b>4.1. Dados .....</b>                                                                                       | <b>75</b> |
| 4.1.1. Fontes Emissoras de CO <sub>2</sub> .....                                                              | 75        |
| 4.1.2. Dutos .....                                                                                            | 77        |
| 4.1.3. Reservatórios Geológicos.....                                                                          | 78        |
| 4.1.3.1. Localização .....                                                                                    | 79        |
| 4.1.3.2. Profundidade e Espessura dos Reservatórios.....                                                      | 80        |
| 4.1.3.3. Porosidade e Permeabilidade.....                                                                     | 81        |
| 4.1.3.4. Grau de Densidade API do Óleo .....                                                                  | 82        |
| 4.1.3.5. Reservas de Petróleo e Volume Original de Óleo <i>in situ</i> .....                                  | 83        |
| 4.1.3.6. Poços Existentes .....                                                                               | 83        |
| 4.1.3.7. Injectividade / Taxa de Injeção .....                                                                | 84        |
| <b>4.2. Estimativa da Capacidade de Armazenamento .....</b>                                                   | <b>85</b> |
| 4.2.1. Densidade do CO <sub>2</sub> nas Condições do Reservatório .....                                       | 86        |
| 4.2.2. Fator de Recuperação e Volume Original de Óleo <i>in situ</i> .....                                    | 87        |
| 4.2.3. Fator do Volume de Formação, Volume de Água injetada e Produzida...                                    | 87        |
| <b>4.3. Classificação dos Campos Potenciais para Armazenamento de CO<sub>2</sub> na Bacia de Campos .....</b> | <b>87</b> |
| 4.3.1. Etapa do Armazenamento de CO <sub>2</sub> .....                                                        | 89        |
| 4.3.2. Etapa do Transporte de CO <sub>2</sub> .....                                                           | 91        |
| 4.3.3. Etapa da Captura de CO <sub>2</sub> .....                                                              | 92        |
| <b>4.4. Modelagem Econômica para Implementação de CCS em Larga Escala na Bacia de Campos em 2025 .....</b>    | <b>95</b> |
| 4.4.1. Reservatórios Geológicos.....                                                                          | 97        |
| 4.4.1.1. Custos de Armazenamento de CO <sub>2</sub> .....                                                     | 97        |
| 4.4.2. Fontes Emissoras e Captura .....                                                                       | 100       |
| 4.4.2.1. Custos de Captura de CO <sub>2</sub> .....                                                           | 101       |
| 4.4.3. Agrupamento e Transporte de CO <sub>2</sub> .....                                                      | 102       |

|                                                                                                                                                       |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.4.3.1. Custos de Transporte de CO <sub>2</sub> .....                                                                                                | 104        |
| 4.4.4. Cenários de Redução de Emissões.....                                                                                                           | 106        |
| 4.4.4.1. Estimativa de Quantidade de Óleo Recuperável através da<br>Recuperação Terciária de Petróleo (EOR) e Abatimento de Custo .....               | 107        |
| <b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>                                                                                                               | <b>111</b> |
| <b>5.1. Capacidade de Armazenamento de CO<sub>2</sub> nos Campos de Petróleo da Bacia<br/>de Campos .....</b>                                         | <b>111</b> |
| <b>5.2. Classificação dos Campos de Petróleo da Bacia de Campos –<br/>Potencialidade para Armazenamento de CO<sub>2</sub>.....</b>                    | <b>116</b> |
| 5.2.1. Histogramas de Frequência dos Critérios Avaliados .....                                                                                        | 125        |
| <b>5.3. Modelagem Econômica para Implementação de CCS em Larga Escala na<br/>Bacia de Campos em 2025 .....</b>                                        | <b>129</b> |
| 5.3.1. Cenários de Redução de Emissões.....                                                                                                           | 146        |
| 5.3.1.1. Estimativa de Quantidade de Óleo Recuperável através da<br>Recuperação Terciária de Petróleo (EOR) e Abatimento de Custo .....               | 154        |
| <b>6. CONCLUSÕES .....</b>                                                                                                                            | <b>159</b> |
| <b>7. PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>                                                                                                      | <b>165</b> |
| <b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                                                                                                            | <b>166</b> |
| <b>APÊNDICE A: TABELA DE DADOS DOS RESERVATÓRIOS DA BACIA<br/>DE CAMPOS .....</b>                                                                     | <b>191</b> |
| <b>APÊNDICE B: COLETÂNEA DE ARTIGOS CONSULTADOS / ARTIGOS<br/>COM DADOS DOS CAMPOS DE PETRÓLEO DA BACIA DE CAMPOS<br/>192</b>                         |            |
| <b>APÊNDICE C: PLANILHA DE MODELAGEM DE CUSTOS DE<br/>ARMAZENAMENTO (ANO DE 2025) .....</b>                                                           | <b>196</b> |
| <b>APÊNDICE D: PLANILHA DE MODELAGEM DE CUSTOS DE<br/>TRANSPORTE (ANO DE 2025) – DUTOS-TRONCO .....</b>                                               | <b>198</b> |
| <b>APÊNDICE E: GRUPOS / CLUSTERS DE FONTES EMISSORAS DE<br/>CO<sub>2</sub> .....</b>                                                                  | <b>200</b> |
| <b>APÊNDICE F: ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE ÓLEO<br/>RECUPERÁVEL ATRAVÉS DA RECUPERAÇÃO TERCIÁRIA DE<br/>PETRÓLEO (EOR) E ABATIMENTO DE CUSTO.....</b> | <b>202</b> |

## RESUMO

ROCKETT, Gabriela Camboim. **ASSOCIAÇÃO DE FONTES EMISSORAS E RESERVATÓRIOS POTENCIAIS PARA ARMAZENAMENTO GEOLÓGICO DE CO<sub>2</sub> NA BACIA DE CAMPOS, BRASIL**. Porto Alegre. 2010. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais, PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL. 202p.

As emissões antrópicas de gases de efeito estufa têm contribuído significativamente para o aumento da temperatura média do planeta, sendo responsável por alterações climáticas que já são observadas atualmente. Neste contexto, o sequestro geológico de carbono (CCS) é uma atividade promissora que visa contribuir para a redução de emissão de gases causadores do efeito estufa e a mitigação de alterações climáticas, por meio do armazenamento de CO<sub>2</sub> em formações geológicas adequadas. Visando contribuir para o planejamento e direcionamento de investimento e pesquisas em sequestro de carbono no Brasil, foi feita nesta pesquisa uma análise espacial-técnica-econômica de associação entre fontes estacionárias emissoras de CO<sub>2</sub>, infraestrutura de transporte e reservatórios geológicos para implantação de CCS em larga escala na Bacia de Campos, Brasil. Os dados coletados foram analisados através de um sistema de informações geográficas (SIG) e de modelagem econômica desenvolvida na Universidade de Utrecht (Holanda). Os resultados mostram que a Bacia de Campos possui grande potencial para armazenamento de CO<sub>2</sub> nos 17 campos de petróleo analisados (*[texto suprimido]*), sendo que 75,8% da capacidade corresponde aos campos de Marlim, Barracuda, Albacora e Roncador. *[texto suprimido]*. O custo médio para implementação de CCS em larga escala também foi estimado através de modelagem de cenários de redução de emissões de CO<sub>2</sub> em 35, 30, 20 e 10 Mt por ano. A quantidade de óleo potencialmente recuperável com a prática de recuperação avançada de óleo (EOR) também foi estimada para cada cenário de redução de emissões.

Palavras-Chaves: Associação Fontes-Reservatórios de CO<sub>2</sub>. Modelagem Econômica. SIG. Sequestro Geológico de CO<sub>2</sub>. Bacia de Campos.

## ABSTRACT

ROCKETT, Gabriela Camboim. **MATCHING CO<sub>2</sub> SOURCES AND POTENTIAL SINKS FOR GEOLOGICAL STORAGE IN CAMPOS BASIN, BRAZIL**. Porto Alegre. 2010. Master Thesis. Pos-Graduation Program in Materials Engineering and Technology, PONTIFICAL CATHOLIC UNIVERSITY OF RIO GRANDE DO SUL. 202p.

Anthropogenic emissions of greenhouse gases have significantly contributed to the increase in average temperature of the Planet, and are responsible for climate change that are currently been observed. Carbon capture and storage (CCS) is one of the most promising technologies to reduce greenhouse gas emissions and mitigate climate change by means of CO<sub>2</sub> storage in suitable geologic formations. Aiming to contribute for CCS planning and research investments in Brazil, it was developed in this work a spatial-technical-economic analysis taking into account CO<sub>2</sub> stationary sources, transport infrastructure and geological reservoir for large scale CCS deployment in the Campos Basin, Brazil. A geographic information system (GIS) was used for the collected data analysis and an economic model developed at Utrecht University was applied. Results show that Campos Basin has a large potential for CO<sub>2</sub> storage (*[texto suprimido]*), taking into account the 17 studied hydrocarbon fields. 75,8% of Campos Basin's storage capacity is in Marlim, Barracuda, Albacora and Roncador oilfields. *[texto suprimido]* .Average costs for large scale CCS deployment were also estimated, through emission reduction scenarios of 35, 30, 20, and 10 Mt/year. The amount of potential recoverable oil by means of EOR techniques was also estimated for each emission reduction scenario.

Key-words: CO<sub>2</sub> Source-Sink Matching. Economic Modelling. GIS. CO<sub>2</sub> Capture and Storage (CCS). Campos Basin.



## 1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com o meio ambiente é uma característica da sociedade contemporânea. Uma das questões ambientais que mais preocupa a população mundial é o aquecimento global, principalmente em função de diversas ocorrências recentes de fenômenos naturais excepcionais no planeta Terra.

Estudos demonstram que a temperatura média da Terra aumentou desde a segunda Revolução Industrial (IPCC, 2007a), atribuindo à queima de combustíveis fósseis (introduzidos na matriz energética de diversos países neste período) a causa deste fato. As emissões antrópicas de gases de efeito estufa aumentaram desde então e perduram até hoje, devido à importância dos combustíveis fósseis no atual modelo de desenvolvimento econômico mundial.

Os gases de efeito estufa (dióxido de carbono -  $\text{CO}_2$ , metano -  $\text{CH}_4$ , óxido nítrico -  $\text{N}_2\text{O}$ , entre outros) ocorrem naturalmente na Terra e são fundamentais para a existência de vida na mesma, pois formam uma camada protetora na atmosfera a qual impede a perda total da energia proveniente do sol, mantendo certa temperatura na superfície Terrestre, o que propicia o surgimento da vida. O aquecimento global está relacionado com o aumento da concentração destes gases na atmosfera (aumentando o efeito estufa), os quais auxiliam na maior retenção da radiação solar na superfície do planeta e consequente aumento da temperatura média, gerando impactos nas formas de vida existentes no mesmo. Diversos são os impactos descritos na literatura, como a disseminação de doenças infecciosas, como malária e dengue (ex. Khasnis e Nettleman, 2005), extinção de espécies vegetais (ex. Pounds et al., 2006), alterações do nível do mar (ex. Meehl et al., 2005), entre outros.

Em função do aumento excessivo destes gases na atmosfera pela ação antrópica e consequências negativas que têm sido observadas a nível mundial nos últimos anos, diversas medidas estão sendo adotadas para a redução das emissões destes. Uma das alternativas tecnológicas para a redução do principal gás de efeito estufa (CO<sub>2</sub>) da atmosfera é o sequestro geológico de carbono, o qual visa a captura deste gás de fontes emissoras estacionárias (indústrias, por exemplo), transporte e armazenamento em reservatórios geológicos. Os três tipos de reservatórios geológicos adequados para armazenamento de dióxido de carbono são campos de petróleo, camadas de carvão e aquíferos salinos profundos. Esta atividade é uma das mais promissoras tecnologias para mitigação do aquecimento global da atualidade devido à sua eficácia a curto prazo, tendo em vista a dependência da sociedade contemporânea por combustíveis fósseis (Ketzer, 2006).

Para que o sequestro geológico de carbono (CCS, do inglês *Carbon Capture and Storage*) seja implantado é necessário planejamento, no que diz respeito à escolha de melhores reservatórios geológicos (capacidade – volume disponível para armazenamento, e qualidade – profundidade, porosidade, permeabilidade, injectividade), quantidade de dióxido de carbono emitido por indústrias adjacentes, qualidade do efluente (concentração de CO<sub>2</sub> no efluente gasoso), custos com transporte, captura e injeção do CO<sub>2</sub>, monitoramento, análise de risco, entre outros, o que vai atestar a viabilidade ou não da implementação desta atividade em determinado local.

Visando contribuir para o planejamento e direcionamento de investimento e pesquisas em sequestro de carbono no Brasil, a presente pesquisa propõe-se a fazer a associação entre fontes emissoras de CO<sub>2</sub> e possíveis reservatórios geológicos para armazenamento de dióxido de carbono, por meio do estudo de caso dos campos de petróleo da Bacia de Campos (Rio de Janeiro, Brasil), a fim de selecionar os melhores reservatórios desta bacia sedimentar para armazenamento geológico de CO<sub>2</sub> levando-se em consideração características geológicas dos reservatórios bem como a disponibilidade de fontes emissoras de CO<sub>2</sub> e infraestrutura existente. Esta pesquisa pretende também avaliar os custos para implantação de CCS em larga escala na mesma, através de modelagem econômica

desenvolvida na Universidade de Utrecht, a qual leva em consideração as três etapas do sequestro geológico de CO<sub>2</sub>. A Bacia de Campos foi escolhida por ser a bacia sedimentar brasileira com maior produção de petróleo (1,49 milhão de barris de óleo por dia, segundo PETROBRAS, 2010a) e com campos maduros, possuindo portanto alvos potenciais para armazenamento geológico de CO<sub>2</sub>, além de possíveis locais para a prática de recuperação terciária ou avançada de petróleo (EOR, do inglês *Enhanced Oil Recovery*, segundo Gouzalpour et al., 2005).

Bradshaw e Dance (2004) afirmam que o grau em que o armazenamento geológico de CO<sub>2</sub> será implementado no futuro depende das relações geográficas e técnicas entre fontes emissoras de CO<sub>2</sub> e locais de armazenamento, além dos condutores econômicos que afetam na execução de cada associação fonte-reservatório, justificando assim, a importância da presente pesquisa.

## 6. CONCLUSÕES

A presente pesquisa demonstra que a Bacia de Campos possui uma grande capacidade para armazenamento geológico de dióxido de carbono nos seus campos de petróleo. *[texto suprimido]*, sendo o campo de Roncador o que possui maior capacidade (*[texto suprimido]*). Os quatro principais campos capazes de armazenar CO<sub>2</sub> na Bacia de Campos (Roncador, Marlim, Albacora e Barracuda) possuem em conjunto mais de 75% da capacidade de armazenamento da bacia, considerando os 17 campos analisados nesta pesquisa. Os reservatórios destes 4 campos são constituídos de arenitos e arenitos turbidíticos de período Cretáceo e Terciário.

A avaliação do potencial para armazenamento de CO<sub>2</sub> nos campos de petróleo da Bacia de Campos, que levou em consideração as características físicas dos reservatórios, infraestrutura de dutos instalada e fontes emissoras existentes em um raio-limite de 300 km a partir do reservatório, demonstrou que os campos de Pampo, Linguado e Badejo possuem maior potencial. Nesta avaliação, apesar de estes campos possuírem relativamente baixas capacidades de armazenamento de CO<sub>2</sub>, os fatores considerados nas outras etapas se sobressaíram para estes campos, como infraestrutura de dutos instalada e massa de CO<sub>2</sub> associada. A localização geográfica dos mesmos, mais ao sul da Bacia de Campos, favoreceu na proximidade de maior número de fontes emissoras e dutovias instaladas.

Os campos de petróleo com menor potencialidade para a atividade de sequestro geológico de CO<sub>2</sub>, segundo a metodologia utilizada, são os campos de Jubarte, Vermelho e Roncador, os quais se sobressaíram na avaliação da etapa do armazenamento, porém no quesito de transporte e captura não se destacaram dos demais, o que resultou na atribuição de baixa potencialidade para os mesmos. Cabe ressaltar que esta metodologia teve por fim e método a classificação relativa entre os campos de petróleo avaliados para implantação de sequestro geológico de CO<sub>2</sub>.

Os resultados da modelagem de custo para implantação da atividade de sequestro geológico de CO<sub>2</sub> em larga escala no Brasil com armazenamento nos campos de petróleo da Bacia de Campos, demonstraram que uma quantidade de 10 MtCO<sub>2</sub>/ano pode ser capturada (incluindo compressão e excluindo-se transporte e armazenamento) a custos inferiores à *[texto suprimido]* no ano de 2025. *[texto suprimido]*.

*[texto suprimido]*

Por ser uma bacia produtora de petróleo em estágio maduro, a Bacia de Campos possui muitas vantagens que lhe conferem um grande potencial para CCS e baixos custos de armazenamento de CO<sub>2</sub> (excluindo-se captura e transporte), como por exemplo a existência de plataformas em todos os campos produtores e diversos poços já perfurados *[texto suprimido]*. Este conjunto de fatores contribuiu para o reduzido custo de armazenamento (excluindo-se captura e transporte) nos campos de petróleo da Bacia de Campos. Em contraponto, os custos de transporte dos dutos-tronco neste estudo de caso são mais elevados do que os custos para armazenamento (*[texto suprimido]*), visto que possuem grande extensão e ainda necessitam de investimento para implantação de estações de recompressão para manter o CO<sub>2</sub> no estado supercrítico. Pode-se fazer uma comparação entre a Bacia de Campos e o Mar do Norte, que está sendo amplamente estudado como um grande local para armazenamento geológico de CO<sub>2</sub> da Europa, contendo bacias sedimentares maduras potenciais para a prática de EOR, bem como aquíferos salinos (principalmente a Formação Utsira), sendo capaz de armazenar CO<sub>2</sub> proveniente de diversos países, como Alemanha, Holanda, Bélgica (Broek et al., 2010), Reino Unido e Noruega (BERR, 2007).

*[texto suprimido]*

*[texto suprimido]*

*[texto suprimido]*

A modelagem de custo realizada nesta pesquisa permite uma primeira análise de custos específicos para CCS na Bacia de Campos. Através dos parâmetros analisados conclui-se que a prática de CCS nos reservatórios da referida bacia sedimentar é viável economicamente. Os resultados da análise de custo reafirmam a maior potencialidade dos campos de petróleo com maiores capacidades de armazenamento para a prática de CCS na Bacia de Campos, ao contrário do que o apontou o estudo de potencialidade realizado na 2ª etapa desta pesquisa, o qual indicou os campos de Pampo, Badejo e Linguado como os campos com maior potencialidade, principalmente pela proximidade com maior número de fontes emissoras de CO<sub>2</sub> e infraestrutura de dutos dentro do raio de 300 km. Estes 3 campos, mesmo estando mais próximos geograficamente de maior quantidade de CO<sub>2</sub> proveniente de fontes emissoras e linhas de dutos instaladas não são os mais viáveis economicamente (considerando-se só os custos para armazenamento de CO<sub>2</sub>, incluindo monitoramento) a ponto de justificar o maciço investimento necessário para a implantação de CCS primeiramente nos mesmos, *[texto suprimido]*. Assim, conclui-se que a metodologia utilizada na segunda etapa desta pesquisa necessita aprimoramento, no que diz respeito aos pesos atribuídos à cada critério avaliado, sendo que a etapa de armazenamento deve possuir maior peso, seguido das etapas de captura e transporte.

A estimativa de óleo recuperável através de recuperação avançada de petróleo (EOR) demonstra que a Bacia de Campos possui grande potencial para esta atividade, *[texto suprimido]*. A quantidade de CO<sub>2</sub> necessária para a recuperação do montante total de óleo potencialmente recuperável nestes campos fica em torno de *[texto suprimido]*. Considerando a recuperação de petróleo em função da injeção anual de CO<sub>2</sub> modelada para 2025 em cada um dos campos *[texto suprimido]*, verifica-se que o campo com maior potencial de recuperação de óleo é o campo de *[texto suprimido]*. Verificou-se também que os custos do empreendimento de CCS-EOR podem vir a se tornar negativos com o retorno financeiro proveniente da venda do óleo recuperado por EOR na Bacia de Campos, demonstrando assim, o lucro desta atividade integrada. *[texto suprimido]*. Neste contexto, reafirma-se a potencialidade da Bacia de Campos para a prática do armazenamento geológico de CO<sub>2</sub>, tanto para fins de mitigação de mudanças climáticas quanto para a recuperação avançada de petróleo (EOR). Os valores de

receita gerada com a prática de EOR na Bacia de campos são estimativas preliminares e apontam um bom potencial desta bacia para esta atividade, porém, cabe ressaltar a necessidade de estudos mais detalhados de viabilidade de projetos de CCS-EOR na Bacia de Campos.

É muito importante salientar que, além dos benefícios econômicos da implantação de CCS-EOR constatados nesta pesquisa, existem também os benefícios sociais e ambientais decorrentes da implantação desta atividade, tendo em vista que o objetivo de tal prática é a estabilização/redução de gases de efeito-estufa na atmosfera para mitigação de mudanças climáticas.

O refinamento da associação entre fontes e reservatórios de CO<sub>2</sub> no Brasil – estudo de caso da Bacia de Campos – realizado nesta pesquisa é de extrema importância para subsidiar a tomada de decisão no planejamento empresarial para captura, transporte e armazenamento geológico de CO<sub>2</sub> no Brasil. Atualmente, as intenções de investimento em armazenamento geológico de CO<sub>2</sub> tem se voltado especificamente para as camadas do pré-sal, considerando-se que os poços do mesmo emitem cerca de 3-4% a mais de CO<sub>2</sub> que os poços comuns de outros campos. Assim, a presente pesquisa é de grande valia para as análises de associação fontes-reservatórios que possam vir a surgir decorrente desta nova demanda em torno do sequestro geológico de carbono no pré-sal, visto que existe um grande potencial do CO<sub>2</sub> proveniente do mesmo ser armazenado em campos de petróleo para fins de recuperação avançada (EOR) na Bacia de Campos. Assim, estudos de viabilidade nesta área específica são necessários. O conteúdo desta pesquisa visa contribuir para o planejamento territorial por parte de empresas que visam a prática de sequestro geológico de CO<sub>2</sub>.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABLER, R. F. Awards, rewards, and excellence: keeping geography alive and well. **Professional Geographer**, v. 40, n.2, p.135-40, 1988.

ALLIS, R.; CHIDSEY, T.; GWYMM, W.; MORGAN, C. Natural CO<sub>2</sub> reservoirs on the Colorado Plateau and Southern Rocky Mountains: Candidates for CO<sub>2</sub> Sequestration. In: **First National Conference on Carbon Sequestration**: 14-17 Maio de 2001, Washington, DC. Proceedings... DOE NETL.

AMBROSE, W. A.; BRETON, C.; HOLTZ, M. H.; NÚÑEZ-LÓPEZ, V.; HOVORKA, S. D.; DUNCAN, I. J. CO<sub>2</sub> source-sink matching in the lower 48 United States, with examples from the Texas Gulf Coast and Permian Basin. **Environmental Geology**, v.57, p.1537–1551, 2009.

ANDERSON, Pamela K.; CUNNINGHAM, Andrew A.; PATEL, Nikkita G.; MORALES, Francisco J.; EPSTEIN, Paul R.; DASZAK, Peter. **TRENDS in Ecology and Evolution**, v.19, n.10, p.535-544, out. 2004.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 2ª Edição. Brasília: ANEEL. 2005. 243p. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/Atlas/index.html> e <http://sigel.aneel.gov.br/brasil/viewer.htm>. Acesso em: ago/2008.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis**. Rio de Janeiro: ANP, 2001-2009a.



ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Banco de Dados de Exploração e Produção (BDEP)** - Dados de poços: Planilha de Poços Disponíveis no BDEP. Disponível em: <<http://www.bdep.gov.br/>>. Arquivo atualizado em: mar. 2009b.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Boletim anual de reservas (31/12/2008)**. 1pg. 2008.

APEC (Asia Pacific Economic Cooperation). **Assessment of Geological Storage Potential of Carbon Dioxide in the APEC Region – Phase 1: CO<sub>2</sub> Storage Prospectivity of Selected Sedimentary Basins in the Region of China and South East Asia**. APEC Energy Working Group EWG Project 06/2003. Canberra, Australia: Innovative Carbon Technologies Pty Ltd and Geoscience Australia, jun. 2005. 232p.

ARONOFF, Stanley. **Geographic Information Systems: A Management Perspective**. Ottawa: WDL Publications. 1989. 294p.

ASSIS O.C.; BECKER M.R.; MELO J.R.C.; FRANZ E.P.; ALVES R.R.P.; RODRIGUEZ M.R.; MACIEL W.B.; SOUZA JUNIOR O.G., Johann P.R.S. Barracuda and Caratinga giant oil fields, deep- water Campos Basin, Brazil. In: **Annual Offshore Technology Conference**, 30 th , OTC 8879, Houston, Texas, 4-7 May, Proceedings..., p.611-617, 1998.

AYDIN, Gokhan; KARAKURT, Izzet; AYDINER, Kerim. Evaluation of geologic storage options of CO<sub>2</sub>: applicability, cost, storage capacity and safety. **Energy Policy**, v.38, p.5072–5080, 2010.

BACHU, S. Screening and ranking of sedimentary basins for sequestration of CO<sub>2</sub> in geological media in response to climate change. **Environmental Geology**, v. 44, n. 3, p. 277–289, 2003.

BACHU, S. Sequestration of CO<sub>2</sub> in geological media: criteria and approach for site selection in response to climate change. **Energy Conversion & Management**, v.41, p.953-970, 2000.

BACHU, S.; ADAMS, J.J. Sequestration of CO<sub>2</sub> in geological media in response to climate change: capacity of deep saline aquifers to sequester CO<sub>2</sub> in solution. **Energy Conversion and Management**, v. 44, p. 3151-3175, 2003.

BACHU, S., BONIJOLY, D., BRADSHAW, J., BURRUSS, R., HOLLOWAY, S., CHRISTENSEN, N.P., MATHIASSEN, O.M. CO<sub>2</sub> storage capacity estimation: methodology and gaps. **International Journal of Greenhouse Gas Control I**, p. 430-443, 2007.

BACHU, S.; SHAW, J.C. CO<sub>2</sub> storage in oil and gas reservoirs in western Canada: Effect of aquifers, potential for CO<sub>2</sub>-flood enhanced oil recovery and practical capacity. In: **7th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies (GHGT-7)**: 2004, Vancouver (Canada). Proceedings..., v.I, p. 361-370.

BACHU, S.; SHAW, J.C.; PEARSON, R.M. Estimation of oil recovery and CO<sub>2</sub> storage capacity in CO<sub>2</sub> EOR incorporating the effect of underlying aquifers. In: **Fourteenth SPE/DOE Improved Oil Recovery Symposium**: 2004 Tulsa, OK, April 17–21. Anais... SPE Paper 89340, 13 p.

BACHU, S.; GUNTER, W.D.; PERKINS, E.H. Aquifer disposal of CO<sub>2</sub>: hydrodynamic and mineral trapping. **Energy Conversion and Management**, v.35, n.4, p.269–279. 1994.

BAGCI, A. S. Immiscible CO<sub>2</sub> Flooding through Horizontal Wells. **Energy Sources – Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects**, v.29, n.1, p.85-95, 2007.

BEECY, D. J.; KUUSKRAA, V. A. Status of U.S. geologic carbon sequestration research and technology. **Environmental Geosciences**, v. 8, p. 152-159, set. 2001.

BEECY D.; KUUSKRA V. A. Basin strategies for linking CO<sub>2</sub> enhanced oil recovery and storage of CO<sub>2</sub> emissions. In: **7th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies (GHGT-7)**: 2004, Vancouver (Canada) September 5–9. Proceedings... v.1, 351-360.

BENSON, Sally M. Overview of geologic storage of CO<sub>2</sub>. In: THOMAS, D.C.; BENSON, S.M. (Eds.). **Carbon Dioxide Capture for Storage in Deep Geologic Formations**: Results from the CO<sub>2</sub> Capture Project. Elsevier Science, London, v.2, chapter 1, p.665-672, 2005.

van BERGEN, Frank; PAGNIER, Henk; KRZYSTOLIK, Pawel. Field experiment of enhanced coalbed methane-CO<sub>2</sub> in the upper Silesian basin of Poland. **Environmental Geosciences**, v.13, n.3, p.201-224, set. 2006.

BERGMAN, P.D.; WINTER, E.M.; CHEN, Z-Y. Disposal of power plant CO<sub>2</sub> in depleted oil and gas reservoirs in Texas. **Energy Conversion and Management**, **38** (Suppl.), S211–S216. 1997.

BERR – Department for Business Enterprise & Regulatory Reform. **Development of a CO<sub>2</sub> transport and storage network in the North Sea**. Report to the North Sea Basin Task Force. Department for Business Enterprise & Regulatory Reform in association with Element Energy Ltd., Pöyry Energy and the British Geological Survey, UK. 2007. 52p.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**: Textos, mapas e SIG. [BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. (eds.)]. Brasília, CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2003. 692p.

BLUNT, M.; FAYERS, F.J.; ORR, F.M. Carbon dioxide in enhanced oil recovery. **Energy Conversion and Management**, v. 34, p. 1197-1204, 1993.

BOSCO, Flávio. Mais energia para o seu negócio. **Petro & Química**, Ed. 299, 2007. Disponível em: <[http://www.petroequimica.com.br/edicoes/ed\\_299/299.html](http://www.petroequimica.com.br/edicoes/ed_299/299.html)>. Acesso em: 13 abr. 2010.

BRADSHAW, John. Storage risk exercise/Carbon dioxide phase exercise/ World storage potential exercise. 52 f. Porto Alegre, 5-6 Nov. 2008. (Apostila do curso sobre Armazenamento Geológico de CO<sub>2</sub> – Greenhouse Gas Storage Solutions/CEPAC)

BRADSHAW, J.; ALLINSON, G.; BRADSHAW, B.E.; NGUYEN, V.; RIGG, A.J.; SPENCER, L.; WILSON, P. Australia's CO<sub>2</sub> geological storage potential and matching of emission sources to potential sinks. **Energy**, v. 29, p.1623-1631, 2004.

BRADSHAW, J.; BRADSHAW, B.E.; ALLINSON, G.; RIGG, A.J.; NGUYEN, V.; SPENCER, L. The potential for geological sequestration of CO<sub>2</sub> in Australia: preliminary findings and implications for new gas field development. **APPEA Journal**, p. 25-46, 2002.

BRADSHAW, John; DANCE, Tess. Mapping geological storage prospectivity of CO<sub>2</sub> for the world's sedimentary basins and regional source to sink matching. In: **7<sup>th</sup> International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies (GHGT-7)**: 2004, Vancouver (Canada), september 5-7. Proceedings... v.I, p.583-592.

BRADSHAW, J. RIGG, A. The GEODISC program: research into geological sequestration of CO<sub>2</sub> in Australia. **Environmental Geosciences**, v.8, n.3, p.166-176, 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº357, de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2005, n. 53, Seção 1, p. 58-63.

BREDERODE, Evelien K. **Tuning a large-scale CO<sub>2</sub> infrastructure to the future energy supply system in the Netherlands**. Utrecht, 2008. 98p. (Mestrado em

Ciência de Energia). Departamento de Ciência, Tecnologia e Sociedade / Instituto Copérnico para o Desenvolvimento Sustentável e Inovação, Universidade de Utrecht, Holanda.

BRENNAN, S.T.; BURRUSS, R.C. **Specific Sequestration Volumes: A Useful Tool for CO<sub>2</sub> Storage Capacity Assessment**. 2003. USGS OFR 03-0452. Disponível em: <at <http://pubs.usgs.gov/of/2003/of03-452/>>.

BRESSAN, Lia Weigert. **Geoquímica e integridade mineralógica de reservatórios do campo de Buracica para armazenamento geológico de CO<sub>2</sub>**. Porto Alegre, 2009. 182p. (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais). Faculdades de Engenharia, Física e Química, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil.

BRETERNITZ, Vivaldo José. **Sistemas de informações geográficas: uma visão para administradores e profissionais de tecnologia da informação**. Monografias.com S.A. [1997]. Disponível em: <<http://www.monografias.com/trabajos10/sisin/sisin.shtml?relacionados>>. Acesso em: mar. 2009.

van den BROEK, Machteld; BREDERODE, Evelien; RAMÍREZ, Andrea; KRAMERS, Leslie; van der KUIP, Muriel; WILDENBORG, Ton; FAAIJ, André; TURKENBURG, Wim. An integrated GIS-MARKAL toolbox for designing a CO<sub>2</sub> infrastructure network in the Netherlands. **Energy Procedia**, 1, 2009, p.4071-4078.

van den BROEK, Machteld; FAAIJ, André; TURKENBURG, Wim. Planning for an electricity sector with carbon capture and storage: case of the Netherlands. **International Journal of Greenhouse Gas Control**, 2, 2008, p. 105-129.

van den BROEK, Machteld; RAMÍREZ, Andrea; GROENENBERG, Heleen; NEELE, Filip; VIEBAHN, Peter; TURKENBURG, Wim; FAAIJ, André. Feasibility of storing CO<sub>2</sub> in the Utsira formation as part of a long term Dutch CCS strategy: An evaluation

based on a GIS/MARKAL toolbox. **International Journal of Greenhouse Gas Control**, 4, p.351–366, 2010.

BRUCE, J.P.H.L.; HAITES, E.F. **Climate Change 1995: Economic and social dimensions of climate change**. New York: Cambridge University Press. 1996.

BRUHN, C. H. L. Deep-water reservoirs from the eastern Brazilian rift and passive-margin basins. In: **AAPG International Conference and Exhibition**, Rio de Janeiro, 8-11 nov., Course No. 6, Part 2, 1998.

BRUHN, Carlos H. L.; WALKER, Roger G. High-resolution stratigraphy and sedimentary evolution of coarse-grained canyon-filling turbidites from the Upper Cretaceous transgressive megasequence, Campos Basin, offshore Brazil. **Journal of Sedimentary Research**, Nov. 1995; 65: 426 - 442.

CÂNDIDO, Aladino. Desenvolvimento e estratégia de produção do campo de Albacora. **Boletim de Geociências da PETROBRAS**, Rio de Janeiro, 4 (2): p. 175-181, abr/jun. 1990.

CAPORALE, Giancarlo; MACALOS, Carolina Lacerda; ROCKETT, Gabriela Camboim; ROCHA, Luiz Henrique Souza da; KETZER, João Marcelo. Construção do Mapa de Seqüestro de Carbono, Bacia do Paraná. In: VIII SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8., 2007, Porto Alegre. **Anais....** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. 1 CD-ROM.

CARR, T.; IQBAL, A.; CALLAGHAN, N.; HELJESON, D-A.; LOOK, K.; SAVING, S.; NELSON, K. A national look at carbon capture and storage - National Carbon Sequestration Database and Geographical Information System (NatCarb). **Energy Procedia**, 1, p.2841-2847, 2009.

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Manual de Capacitação sobre Mudança do Clima e Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)**. Brasília, DF: 2008. 278p.

CHEN, W.; TENG, F.; XU, R.; ZENG, R.; DOMPTAIL, K.; ALLIER, D.; LE NINDRE, Y-M. CCS Scenarios optimization by spatial-multi-criteria analysis: Application to multiple source-sink matching in the Bohai Basin (North China). **Energy Procedia**, 1, p.4167-4174, 2009.

CHEN, W.; LE NINDRE, Y-M.; XU, R.; ALLIER, D.; TENG, F.; DOMPTAIL, K.; XIANG, X.; GUILLON, L.; CHEN, J.; HUANG, L.; ZENG, R. CCS Scenarios optimization by spatial-multi-criteria analysis: Application to multiple source sink matching in Hebei province. **International Journal of Greenhouse Gas Control**, 4, p.341-350, 2010.

CHRISTENSEN, Niels Peter; HOLLOWAY, Sam. **European potential for geological storage of CO<sub>2</sub> from fossil fuel combustion – The GESTCO Project: summary report**. European Union fifth framework programme for R&D Project No. ENK6-CT-1999-00010, 2ed., 32p. nov. 2004.

CNT – Confederação Nacional do Transporte (Brasil). Boletim Estatístico. Abril 2008. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/>>. Acesso em: 30 jan. 2008.

CO<sub>2</sub> Capture Project. **Three basic methods to separate gases**. 2p. 2008. Disponível em: <[www.co2captureproject.com](http://www.co2captureproject.com)>.

COSTA, Isabela Vaz Leal da. Análise do potencial técnico do seqüestro geológico de CO<sub>2</sub> no setor do petróleo no Brasil. In: Ziliotto, M.A.. (Org.). **Mudanças Climáticas, Sequestro e Mercado de Carbono no Brasil**. Curitiba/PR: Instituto Ecoclima/UFPR, 2009, p. 323-345.

COSHAM, A.; EIBER, R. Fracture control in carbon dioxide pipelines. **Global Pipeline Monthly**, v. 3, n. 6, p. 14, 2007.

COWEN D.J. SIG versus CAD versus DBMS: what are the differences? In: PEUQUET, D.J.; MARBLE, D.F. (org) **Introductory readings in Geographic Information Systems**. Londres: Taylor and Francis. 1990. p. 52-61.

DAHOWSKI, RT; DOOLEY, JJ; DAVIDSON, CL; BACHU, S; GUPTA, N. **Building the Cost Curves for CO<sub>2</sub> Storage**: North America Technical Report 2005/3. IEA Greenhouse Gas R&D Programme, Cheltenham, United Kingdom, 2005. 136p.

DAHOWSKI, Robert T; LI, Xiaochun; DAVIDSON, Casie L.; WEI, Ning; DOOLEY, James J. **Regional Opportunities for Carbon Dioxide Capture and Storage in China**: A Comprehensive CO<sub>2</sub> Storage Cost Curve and Analysis of the Potential for Large Scale Carbon Dioxide Capture and Storage in the People's Republic of China. Prepared for the U.S. Department of Energy (DOE), Contrato DE-AC05-76RL01830. PNNL-19091, dez. 2009. 85p.

DAMEN, K.; FAAIJ, A.; TURKENBURG, W. Pathways towards large-scale implementation of CO<sub>2</sub> capture and storage: a case study for the Netherlands. **International Journal of Greenhouse Gas Control**, 3, p.217-236, 2009.

DAVIDSON, J.; FREUD, P.; SMITH, A. **Putting carbon back into the ground**. IEA Greenhouse Gás R&D Programme Report, 2001, 32p.

DOE/NETL – U.S Department of Energy / National Energy Technology Laboratory (Estados Unidos). Carbon Sequestration Atlas II of the United States and Canada, 2008.

DOE/EIA – U.S. Department of Energy / Energy Information Administration (Estados Unidos). **World Energy Outlook**. DOE/EIA-0484. Jul. 2010. 338p.

DOOLEY, J.J.; DAHOWSKI, R.T.; DAVIDSON, C.L.; BACHU, S.; GUPTA, N.; GALE, J. A CO<sub>2</sub> storage supply curve for North America and its implications for the deployment of carbon dioxide capture and storage systems. In: **7th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies (GHGT-7)**. Proceedings... v.I, p.593-602, Vancouver, Canada, set. 5–9, 2004.



DUAN, Z. H.; MOLLER, N.; WEARE, J. H. An equation of state (EOS) for CH<sub>4</sub>-CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O system: I. pure systems from 0 to 1000 C and from 0 to 8000 bar. **Geochim. Cosmochim. Acta.**, v.56, p. 2605-2617, 1992.

DUEKER, Kenneth J. Land resources information systems: a review of fifteen years' experience. **Geo-Processing** 1 (2), p.105-128, 1979.

ESSANDOH-YEDDU, J.; GÜLEN, G. Economic modeling of carbon dioxide integrated pipeline network for enhanced oil recovery and geologic sequestration in the Texas Gulf Coast region. **Energy Procedia**, v.1, p.1603-1610, 2009.

FERRAZ, Simone Erotildes Teleginski; AMBRIZZI, Tércio. Mudanças climáticas globais e regionais: estudo de caso no sul e sudeste do Brasil. In: SANQUETA, C.R.; ZILLOTTO, M.A.; CORTE, A.P.D. (Eds). **Carbono: desenvolvimento tecnológico, aplicação e mercado global**. Curitiba: UFPR, 2006, p. 168-178.

FIGUEROA, José D.; FOUT, Timothy; PLASYNSKI, Sean; MCILVRIED, Howard; SRIVASTAVA, Rameshwar D. Advances in CO<sub>2</sub> capture technology – The U.S. Department of Energy's Carbon Sequestration Program. **International Journal of Greenhouse Gas Control**, 2, p.9–20, 2008.

FONTANELLI, Paola De Rossi; DE ROS, Luiz Fernando; REMUS, Marcus Vinicius Dorneles. Provenance of deep-water reservoir sandstones from the Jubarte oil field, Campos Basin, Eastern Brazilian Margin. **Marine and Petroleum Geology**, v.26, n.7, p.1274–1298, 2009.

FRIEDMANN, S. Julio; DOOLEY, James J.; HELD, Hermann; EDENHOFER, Ottmar. The low cost of geological assessment for underground CO<sub>2</sub> storage: Policy and economic implications. **Energy Conversion and Management**, v.47, p.1894–190, 2006.

GALE, John. Geological storage of CO<sub>2</sub>: What do we know, where are the gaps and what more needs to be done? **Energy**, v.29, p.1329–1338, 2004.

GALE, J.; DAVISON, J. Transmission of CO<sub>2</sub> - safety and economic considerations. **Energy**, v.29, p.1319–1328, 2004.

GOMES, Ana Sofia Ferrada. **Matching CO<sub>2</sub> large point sources and potential geological storage sites in mainland Portugal**. 2008. 135p. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

GOUZALPOUR, F.; REN, S.R.; TOHIDI B. CO<sub>2</sub> EOR and Storage in Oil Reservoirs, **Oil & Gas Science and Technology Rev. IFP**, v. 60, n. 3, p. 537-546, 2005.

GRANIERI, D.; CHIODINI, G.; MARZOCCHI, W.; AVINO, R. Continuous monitoring of CO<sub>2</sub> soil diffuse degassing at Phlegraean Fields (Italy): influence of environmental and volcanic parameters. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 212 n. 1–2, p. 167–179, 2003.

GUARDADO, L.R.; GAMBOA, L.A.P.; LUCCHESI, C.F. Petroleum geology of the Campos Basin, Brazil, a model for a producing atlantic type basin. In: EDWARDS, J.D. & SANTOGROSSI, P.A. (Eds.) **Divergent/Passive Margin Basins**. Tulsa: AAPG Memoir 48, p. 3-79, 1989.

GUARDADO, L. R.; SPADINI, A. R; BRANDÃO, J. S. L.; MELLO, M. R. Petroleum system of the Campos Basin, Brazil. In: MELLO M. R.; KATZ, B. J. (eds.). **Petroleum systems of South Atlantic margins**: AAPG Memoir 73, 2000, p. 317–324.

GUJARATI, Damodar N. **Econometria Básica**. Ed. Campus, 2006, 4<sup>a</sup> edição. 812p.

HANSEN, James E. A slippery slope: how much global warming constitutes “dangerous anthropogenic interference?”. **Climatic Change**, v. 68, p. 269-279, 2005.

HANSEN, James; SATO, Makiko; KHARECHA, Pushker; BEERLING, David; BERNER, Robert; MASSON-DELMOTTE, Valerie; PAGANI, Mark; RAYMO, Maureen; ROYER, Dana L.; ZACHOS, James C. Target Atmospheric CO<sub>2</sub>: Where Should Humanity Aim? **The Open Atmospheric Science Journal**, v.2, p.217-231, 2008.

HARVELL, C. Drew; MITCHELL, Charles E.; WARD, Jessica R.; ALTIZER, Sonia; DOBSON, Andrew P.; OSTFELD, Richard S.; SAMUEL, Michael D. Climate Warming and Disease Risks for Terrestrial and Marine Biota. **Science**, v.296, p. 2158-2162, 2002.

HASZELDINE, R. Stuart. Carbon Capture and Storage: How green can black be? **Science**, v.325, 2009, p.1647-1652.

HEDDLE, G.; HERZOG, H.; KLETT, M. **The economics of CO<sub>2</sub> storage**. Laboratory for energy and environment. Massachusetts Institute of Technology. MITT-LFEE 2001-03RP. Cambridge, USA, 2003.

HEEMANN, R.; CORRÊA DA SILVA, Z.C.; KETZER, J.M.; ARAÚJO, C.V. CO<sub>2</sub> storage in coal seams in Brazil: the example from the Porto Batista Pilot site, Paraná Basin (South Brazil). In: **62th Meeting of the International Committee for Coal and Organic Petrology (ICPP)**: Serbian academy of sciences and arts. Belgrado, Sérvia, 26 set. – 2 out. 2010. Abstracts book..., p.1-2.

HEIDARYAN, Ehsan; MOGHADASI, Jamshid; QUIJADA, Marylena Garcia. A simulation approach: Miscible carbon dioxide injection in a carbonate reservoir. **Petroleum Science**, v.7, n.2, p. 257-262, jun. 2010.

HERZOG, Howard; MELDON, Jerry; HATTON, Alan. **Advanced Post-Combustion CO<sub>2</sub> Capture**. Prepared for the Clean Air Task Force, 39p. abr. 2009.

HENDRIKS, Chris; GRAUS, Wina; VAN BERGEN, Frank. **Global carbon dioxide storage potential and costs**. Relatório EEP-02001, Ecofys-TNO, Utrech, 71p. 2004.

HOEGH-GULDBERG, Ove; BRUNO, John F. The Impact of Climate Change on the World's Marine Ecosystems. **Science**, v.328, p.1523-1528, 2010.

HOLLOWAY, S. Carbon dioxide capture and geological storage, **Philosophical Transactions of The Royal Society**, v.365, p.1095-1107, 2007.

HOLLOWAY, S. (ed.). **The underground disposal of carbon dioxide**. Final report of Joule 2 Project No. CT92-0031. British Geological Survey, Keyworth, Nottingham, UK, 1996. 355 pp.

HOLTZ, M.H.; NANCE, P.K.; FINLEY, R.J. Reduction of greenhouse gas emissions through CO<sub>2</sub> EOR in Texas. **Environmental Geosciences**, v. 8 n. 3, p. 187–199, 2001.

HOPPE, Letícia. **Geração de energia limpa e diversificação da matriz energética**: a viabilidade da produção de gás natural a partir do armazenamento geológico de CO<sub>2</sub> na jazida de Charqueadas. Porto Alegre. 2009. 112p. (Mestrado em Economia do Desenvolvimento). Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil.

HORSCHUTZ, P.M.C.; FREITAS, L.C.S.; STANK, C.V.; BARROSO, A.S.; CRUZ, W.M. The Linguado, Carapeba, Vermelho and Marimbá Giant Fields, Campos Basin, Offshore Brazil. In: HALBOUTY, M.T. (Ed.) **Giant oil and gas fields of the decade, 1978-1988**. Tulsa: American Association of Petroleum Geologists, AAPG Memoir n. 54, p. 137-153, 1992.

HOUGHTON, John T.; MEIRA FILHO, L. Gylvan; GRIGGS, David J.; MASKELL, Kathy. (Eds). **Stabilization of Atmospheric Greenhouse Gases**: Physical,

Biological and Socio-Economic Implications. IPCC Technical Paper III. Geneva: IPCC, 1997. 52p.

IEA GHG – International Energy Agency Greenhouse Gas R&D Programme. **Capture and storage of CO<sub>2</sub>**. Greenhouse gas R&D Programme, 2005. Disponível em: <<http://www.ieagreen.org.uk/ccs.html>>. Acesso em: 20 nov. 2008.

IEA GHG – International Energy Agency Greenhouse Gas R&D Programme. **Building the Cost Curves for CO<sub>2</sub> Storage - Part 1: Sources of CO<sub>2</sub>**. PH4/9, July, 2002. 48p.

IEA GHG – International Energy Agency Greenhouse Gas R&D Programme. **Building cost curves for CO<sub>2</sub> storages: European sector**. TNO, BGS, Ecofys and GEUS. Report number 2005/2, Fev. 2005a.

IEA GHG – International Energy Agency Greenhouse Gas R&D Programme. **Building the cost curves for CO<sub>2</sub> storage: North America**. Relatório nº 2005/3, Cheltenham. 2005b. 136p.

IEA GHG – International Energy Agency Greenhouse Gas R&D Programme. **CO<sub>2</sub> Emissions Database**. 2006. Disponível em: <<http://www.co2captureandstorage.info/co2emissiondatabase/co2emissions.htm>>. Acesso em: fev.2009.

IEA GHG – International Energy Agency Greenhouse Gas R&D Programme. **Enhanced coal bed methane recovery with CO<sub>2</sub> sequestration**. Cheltenham: UK :CRE Group Ltd., 1998. 139p.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2005: **IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage**. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Metz, B., O. Davidson, H. C. de Coninck, M. Loos, and L. A. Meyer (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 431 p.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007a: **Summary for Policymakers**. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 18p.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007b: **Climate Change 2007 – The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Marquis, M.; Averyt, K.; Tignor, M.; Miller, H.; Chen, Z. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 996p.

JAHNERT, Ricardo Jorge. Gradiente geotérmico da Bacia de Campos. **Boletim de Geociências da PETROBRAS**, 1 (2): p. 183-189, ago/dez, 1987.

KHASNIS, Atul A.; NETTLEMAN, Mary D. Global Warming and Infectious Disease. **Archives of Medical Research**, v.36, n.6, p. 689-696, 2005.

KETZER, João Marcelo. Redução das emissões de gases causadores do efeito estufa através da captura e armazenamento geológico de CO<sub>2</sub>. In: SANQUETA, C.R.; ZILIOOTTO, M.A.; CORTE, A.P.D. (Eds). **Carbono: desenvolvimento tecnológico, aplicação e mercado global**. Curitiba: UFPR, 2006, p.280-293.

KETZER, J.M.; CARPENTIER, B.; LE GALLO, Y; LE THIEZ, P. Geological sequestration of CO<sub>2</sub> in mature hydrocarbon fields – basin and reservoir numerical modelling of the Forties Field, North Sea. **Oil & Gas Science and Technology Rev. IFP**, v.60, n.2, pp. 259-273, 2005.

KETZER, J.M.; IGLESIAS, R.S.; EINLOFT, S. Reducing greenhouse gas emissions with CO<sub>2</sub> capture and geological storage. *In press*.

KETZER, João Marcelo; VILLWOCK, Jorge Alberto; CAPORALE, Giancarlo; ROCHA, Luiz Henrique S. da; ROCKETT, Gabriela; BRAUM, Henry; GIRAFFA, Lúcia. Opportunities for CO<sub>2</sub> capture and geological storage in Brazil: The Carbmap Project. In: **SIXTH ANNUAL CONFERENCE ON CARBON CAPTURE & SEQUESTRATION**, 7-10 mai. 2007, Pittsburgh, Pensilvânia. Resource Book... Pittsburgh: DOE/NETL, 2007.

KOBOS, Peter H.; MALCZYNSKI, Leonard A.; BORNS, David J.; MCPHERSON, Brian J. The 'String of Pearls': The Integrated Assessment Cost and Source-Sink Model. In: **SIXTH ANNUAL CONFERENCE ON CARBON CAPTURE & SEQUESTRATION**, 7-10 mai. 2007, Pittsburgh, Pensilvânia. Conference proceedings... Pittsburgh: DOE/NETL, 2007.

KORBOL, R.; KADDOUR, A. Sleipner Vest CO<sub>2</sub> Disposal – Injection of Removed CO<sub>2</sub> into the Utsira Formation. **Energy Conversion and Management**, v.36, n.6-9, p.509–12, 1995.

KOUKOUZAS, N.; ZIOGOU, F.; GEMENI, V. Preliminary assessment of CO<sub>2</sub> geological storage opportunities in Greece. **International Journal of Greenhouse Gas Control**, v.3, p.502–513, 2009.

KOVSCHEK, A. R. Screening criteria for CO<sub>2</sub> storage in oil reservoirs. **Petroleum Science and Technology**, v. 20 n. 7–8, p. 841–866, 2002.

LARSEN, M.; CHRISTENSEN, N.P.; REIDULY, B.; BONIJOLY, D.; DUSAR, M.; HATZIYANNIS, G.; HENDRIKS, C.; HOLLOWAY, S.; MAY, F.; WILDENBORG, A. Assessing European potential for geological storage of CO<sub>2</sub> - the GESTCO project. In: **7th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies (GHGT-7)**: 2004, Vancouver (Canada), september 5–9. Proceedings...

LINDEBERG, E.; BERGMO, P.2002: The Long-term Fate of CO<sub>2</sub> Injected into an Aquifer. In: **6th International conference on Greenhouse Gas Control Technology (GHGT-6)**, 2002, Kyoto (Japão), 1-4 October. Abstracts...

LINO, U.R.A. An Evaluation of Natural Gas Huff 'n' Puff Field Tests in Brazil. In: **SPE Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference**. Buenos Aires (Argentina), 27-29 abr., N. artigo: 26974-MS, 1994.

LINO, U.R.A. Case History of Breaking a Paradigm: Improvement of an Immiscible Gas-Injection Project in Buracica Field by Water Injection at the Gas/Oil Contact. In: **SPE Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference**. Rio de Janeiro (Brasil), 20-23 jun.. N. artigo: 94978-PP, 2005.

MACHADO, C. X.; KETZER, J. M. M.; MARASCHIN, A. J.; ROCKETT, G. C.; SBRISSA, G. F.; CAPORALE, G.; MACALOS, C. L.; ROCHA, L. H. S.; CENTENO, C. I.; CRUZ, A. O. Construção de um SIG para associação de fontes estacionárias e reservatórios geológicos de CO<sub>2</sub> no Brasil. In: Ziliotto, M.A.. (Org.). **Mudanças Climáticas, Sequestro e Mercado de Carbono no Brasil**. Curitiba/PR: Instituto Ecoclima/UFPR, 2009, p. 267-279.

MACHADO, C. X.; KETZER, J. M. M.; ROCKETT, G. C.; CENTENO, C. I. Brazilian Atlas on CO<sub>2</sub> capture, transport and storage: developing methodology. In: **Rio Oil&Gas Expo and Conference**, Rio de Janeiro, 13-16 set. 2010. Anais... Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Óleo, Gás e Biocombustíveis (IBP), 2010, p. IBP2892\_10.

MARTENS, Willem J. M.; NIESSEN, Louis W.; ROTMANS, Jan; JETTEN, Theo H.; McMICHAEL, Anthony J. Potential Impact of Global Climate Change on Malaria Risk. **Environmental Health Perspectives**, v. 103, p. 458-464, 1995.

MARTIN, David F.; TABER, J.J. Carbon Dioxide Flooding. **Journal of Petroleum Technology**, v.4, n.4, p.396-400, 1992.



MARTINS, João Miguel Faim. **Reservatórios estratégicos de CO<sub>2</sub> para futuro uso em projetos de recuperação avançada de petróleo e armazenamento geológico de CO<sub>2</sub> no Brasil**. Porto Alegre, 62p. 2009. (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais). Faculdades de Engenharia, Física e Química, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil.

MEEHL, Gerald A.; WASHINGTON, Warren M.; COLLINS, William D.; ARBLASTER, Julie M.; HU, Aixue; BUJA, Lawrence E.; STRAND, Warren G.; TENG, Haiyan. How Much More Global Warming and Sea Level Rise? **Science**, v.307, p.1769-1772, 2005.

MILANI, Edison José; ARAÚJO, Laury Medeiros de. Recursos Minerais energéticos: petróleo. In: BIZZI, Luiz Augusto; SCHOBENHAUS, Carlos; VIDOTTI, Roberta Mary; GONÇALVES, João Henrique (orgs.). **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: textos, mapas e SIG**. Brasília: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2003 p. 565-568.

MILANI, E.J.; RANGEL, H.D.; BUENO, G.V.; STICA, J.M.; WINTER, W.R.; CAIXETA, J.M.; NETO, O.C.P. Cartas Estratigráficas. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 15, n.2, p.183-205, 2007.

MILLER, Dennis J.; KOWSMANN, Renato O. Occurrence of Authigenic Carbonate Chimneys and Crusts in the Campos Basin Continental Slope - SE Brazil. In: **AAPG International Conference and Exhibition**, 15-18 November 2009, Rio de Janeiro, Brazil. Pôster.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES (BRASIL). Plano Nacional de Logística e Transporte (PNLT). 2007. Disponível em: <[www.transportes.gov.br](http://www.transportes.gov.br)>. Acesso em: ago. 2008.

MORAES, Marco A. S.; MACIEL, Walter B.; BRAGA, Mario Sérgio S.; VIANA, Adriano R. Bottom-current reworked Palaeocene-Eocene deep-water reservoirs of

the Campos Basin, Brazil. **Geological Society**, London, Special Publications, 276, p.81 – 94, 2007.

MUSTAFA, G. S.; BARBOSA, A. O. A.; ROCHA, P. S. M. Utilização de emissões industriais gasosas para rejuvenescimento de campos maduros de petróleo. **Engenharia sanitária e ambiental**, v. 8, n.4, p. 209-212, Out.-Dez. 2003.

NAKANISHI, Shigetaka; MIZUNO, Yasunobu; OKUMURA, Tadahiko; MIIDA, Hideaki; SHIDAHARA, Takumi; HIRAMATSU, Shin-ichi. Methodology of CO<sub>2</sub> aquifer storage capacity assessment in Japan and overview of the project. **Energy Procedia**, v.1, p.2639–2646, 2009.

OLIVIER, J.G.J. Part III – Greenhouse gas emissions. In: CO<sub>2</sub> emissions from fuel combustion 1971-2004. 2006 Edition, pp. III.1-III.41. International Energy Agency (IEA), Paris. 2006.

ONIP - Organização Nacional da Indústria do Petróleo (Brasil). Mini Glossário. Disponível em: < <http://www.onip.org.br/>>. Acesso em jan. 2010.

OWEN, Wilfred. **Estratégia para os transportes**. Tradução de David H. Fastings. São Paulo: Pioneira, 1975. 205p.

PACALA, Stephen; SOCOLOW, Robert. Stabilization Wedges: solving the climate problem for the next 50 years with current technologies. **Science**, v. 305, pp. 968-972, ago. 2004.

PERRY, K.F. Natural gas storage industry experience and technology: Potential application to CO<sub>2</sub> geological storage. In: BENSON, S.M. (ed.). **Carbon Dioxide Capture for Storage in Deep Geologic Formations**: Results from the CO<sub>2</sub> Capture Project. Elsevier Science, London, v. 2, chapter 9, pp. 815–826, 2005.

PETROBRAS - Petróleo Brasileiro S/A. Bacia de Campos - A maior reserva de petróleo do Brasil. Disponível em:

<[http://www2.petrobras.com.br/Petrobras/portugues/plataforma/pla\\_bacia\\_campos.htm](http://www2.petrobras.com.br/Petrobras/portugues/plataforma/pla_bacia_campos.htm)>. Acesso em: fev. 2010a.

PETROBRAS - Petróleo Brasileiro S/A. Gasodutos. 2003. Disponível em: <http://www2.petrobras.com.br/ri/port/DestaquesOperacionais/GasEnergia/MapaGasodBrasil.asp>. Acesso em: jun. 2008.

PETROBRAS - Petróleo Brasileiro S/A. Manual de Procedimento de Estimativa de Reservas: Critérios para estimativa de reservas. Disponível em: <[http://www2.petrobras.com.br/ri/port/DestaquesOperacionais/ExploracaoProducao/ManualProcedimentos\\_EstimativasReservas.asp](http://www2.petrobras.com.br/ri/port/DestaquesOperacionais/ExploracaoProducao/ManualProcedimentos_EstimativasReservas.asp)>. Acesso em: abr. 2010b

PETROBRAS - Petróleo Brasileiro S/A. Plataformas. Disponível em: <[http://www2.petrobras.com.br/Petrobras/portugues/plataforma/pla\\_tipo\\_plataforma.htm](http://www2.petrobras.com.br/Petrobras/portugues/plataforma/pla_tipo_plataforma.htm)>. Acesso em: mai. 2010d.

PEZZA, A. B.; SIMMONDS, I. The first South Atlantic hurricane: Unprecedented blocking, low shear and climate change. *Geophysical Research Letters*, v.32, L15712, 5 pp, 2005. (doi:10.1029/2005GL023390)

PINTO, A.C. Capeleiro; BRANCO, C.C. M.; DE MATOS, J.S.; VIEIRA, P.M.; GUEDES, S. da Silva; PEDROSO JR., C.; COELHO, A.C. Decnop; CECILIANO, M.M. Offshore Heavy Oil in Campos Basin: The Petrobras Experience. In: **Offshore Technology Conference**, Houston, Texas, 5-8 May 2003, Proceedings... OTC 15283.

POUNDS, J. Alan; BUSTAMANTE, Martín R.; COLOMA, Luis A.; CONSUEGRA, Jamie A.; FOGDEN, Michael P. L.; FOSTER, Pru N.; LA MARCA, Enrique; MASTERS, Karen L.; MERINO-VITERI, Andrés; PUSCHENDORF, Robert; RON, Santiago R.; SÁNCHEZ-AZOFEIFA, G. Arturo; STILL, Christopher J.; YOUNG, Bruce E. Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature*, v.439, n.12, p.161-167, jan. 2006.

PRESTON, C.; MONEA, M.; JAZRAWI, W.; BROWN, K.; WHITTAKER, S.; WHITE, D.; LAW, D.; CHALATURNYK, R.; ROSTRON, B. IEA GHG Weyburn CO<sub>2</sub> monitoring and storage project. **Fuel Processing Technology**, v.86, n.14-15, p.1547-1568, out. 2005.

Carbon Dioxide Capture and Sequestration

RAMIREZ, C.A.; HAGEDOORN, S.; KRAMERS, L.; WILDENBORG, T.; HENDRIKS, C. Screening CO<sub>2</sub> storage options in the Netherlands. **Energy Procedia I**, 2009, p.2801-2808.

RANGEL, Hamilton Duncan; GUIMARAES, Paulo de Tarso M; SPADINI, Adali Richardo. Barracuda and Roncador giant oil fields; deep-water Campos Basin, Brazil. **AAPG Memoir**, 78; p. 123-137. 2003.

RANGEL, H.D.; MARTINS, C.C. Main exploratory compartments, Campos Basin, chapter 2: Geologic scenario in the Brazilian sedimentary basins. In: Schlumberger. Searching for oil and gas in the land of giants. **Search**, nov. 1998, p. 32-40.

RAVAGNANI, Ana Teresa F.S.G. 2007. **Modelagem Técnico-Econômica de Seqüestro de CO<sub>2</sub> considerando Injeção em Campos Maduros**. 2007. 201p. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Petróleo), Faculdade de Engenharia Mecânica/Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

RAVAGNANI, Ana Teresa F.S.G.; SUSLICK, Saul B. Modelo dinâmico de seqüestro geológico de CO<sub>2</sub> em reservatórios de petróleo. **Revista Brasileira de Geociências**, 38 (1 - Suplemento): 39-60, mar. 2008.

RIGG, Andy; BRADSHAW, John. The GEODISC program: research into geological sequestration of CO<sub>2</sub> in Australia. In: WILLIAMS, D.J.; DURIE, R.A.; McMULLAN, P.; PAULSON, C.A.; SMITH, A.Y. (eds). In: **5<sup>th</sup> International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies (GHGT-5)**: 2000, Cairns (Australia). Proceedings..., p. 254-259.

RINGROSE, Philip; ATBI, Mansour; MASON, David; ESPINASSOUS, Marianne; MYHRER, Øyvind; IDING, Martin; MATHIESON, Allan; WRIGHT, Iain. Plume development around well KB-502 at the In Salah CO<sub>2</sub> storage site. **First Break**, Jan. 2009, v. 27, p.85-89.

ROCHA, Luiz Henrique Souza da; CAPORALE, Giancarlo; ROCKETT, Gabriela Camboim; MACALOS, Carolina Lacerda; BRAUN, Henry. Mapeamento das Fontes Estacionárias Emissoras de CO<sub>2</sub> no Brasil e sua Associação com Possíveis Sumidouros Geológicos. In: **SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, v. 8, 2007, Porto Alegre. Anais.... Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. 1 CD-ROM.

ROCHA, L. H. S. ; CAPORALE, G. ; ROCKETT, G. C. ; MERG, C. V. Mapeamento das Fontes Emissoras Estacionárias de CO<sub>2</sub> no Brasil. In: **VII Salão de Iniciação Científica da PUCRS**, 2006, Porto Alegre. Anais do Salão de Iniciação Científica. Porto Alegre : EDIPUCRS, 2006. v. 7, CD-ROM.

ROCHA, Paulo Sérgio; DINO, Rodolfo; SANCHES, Christovam; LE THIEZ, Pierre. Assessing the CO<sub>2</sub> Storage as a By-Product of EOR Activities in the Buracica Oil Field – Recôncavo Basin, NE Brazil. In: **SIXTH ANNUAL CONFERENCE ON CARBON CAPTURE & SEQUESTRATION**, 2007, Pittsburgh, Pensilvânia. Resource Book... Pittsburgh: 2007.

ROCKETT, Gabriela Camboim. 2008. **Transformações na paisagem geográfica com a implantação de dutovias: analogia com carbodutos para seqüestro geológico de CO<sub>2</sub>**. 2008. 135p. Monografia (Bacharelado em Geografia), Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas – Departamento de Geografia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ROCKETT, G. C.; MACHADO, C. X.; DADALT, R. C.; OLIVEIRA, W. S.; KETZER, J.M. Utilização de um Sistema de Informações Geográficas para identificação de áreas potenciais para armazenamento geológico de CO<sub>2</sub> no Brasil. In: **Simpósio Integrado de Geotecnologias do Cone Sul (SIG-SUL 2010)**, 2010, Canoas. Anais... 1 CD-ROM.

RUBERTI, Excelso; SZABÓ, Gergely A.J.; MACHADO, Rômulo. Rochas Metamórficas. In: TEIXEIRA, Wilson; TOLEDO, Maria Cristina Motta de; FAIRCHILD, Thomas, Rich; TAIOLI, Fabio (orgs.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2ª reimpressão, 2003. p. 381-398.

SEEVAM, P.N.; RACE, J.M.; DOWNIE, M.J. Carbon dioxide pipelines for sequestration in the UK: An engineering gap analysis. **Global Pipeline Monthly**, v.3, n.6, p.16, 2007.

SILVA, R. R.; DIAS, P. S.; GANDU, A.; MOREIRA D. S. Impactos da temperatura da superfície do mar no Ciclone Catarina. In: **Congresso Brasileiro de Meteorologia: 2004**, 8 ed., Fortaleza. Anais... Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2004.. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/index.php>>. Acesso em: 15 jul. 2010.

SILVESTRE, Bruno dos Santos; DALCOL, Paulo Roberto Tavares. Geographical proximity and innovation: evidences from the Campos Basin oil & gas industrial agglomeration – Brazil. **Technovation** 29, 2009, p.546-561.

SOCLOW, Robert; HOTINSKI, Roberta; GREENCLATT, Jeffery B.; PACALA, Stephen. Solving the Climate Problem: Technologies Available to Curb CO<sub>2</sub> Emissions. **Environment**, v. 46, n. 10, pp. 8–19, 2004.

SOCLOW, Robert H.; PACALA, Stephen. A Plan to Keep Carbon in Check. **Scientific American**, p.50-57, Sept. 2006

STEVENS, S.H.; KUUSKRA, V.A.; GALE, J.; BEECY, D. CO<sub>2</sub> injection and sequestration in depleted oil and gas fields and deep coal seams: worldwide potential and costs. **Environmental Geosciences**, v. 8, n. 3, p. 200–209, 2001.

SVENSSON, R.; ODENBERGER, M.; JOHNSON, F.; STRÖMBERG, L. Transportation infrastructure for CCS – experiences and expected development. In:

**7th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies (GHGT-7):** 5-9 set. 2004, Vancouver (Canada). Proceedings..., v.I, Poster 350.

TORVANGER, Asbjørn; RYPDAL, Kristin; KALLBEKKEN, Steffen. Geological CO<sub>2</sub> storage as a climate change mitigation option. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v.10, n.4, p.693–715, 2005.

TRANSPETRO – Petrobras Transporte S. A. Mapa Portal. 2008. Disponível em: [www.transpetro.com.br](http://www.transpetro.com.br). Acesso em: abr. 2008.

TRENBERTH, K.E.; SHEA, D.J. Atlantic hurricanes and natural variability in 2005. *Geophysical Research Letters*, v.33, p.1-4, 2006.

VILLELA, Iarides Aparecida de Castro; SILVEIRA, José Luz. Ecological efficiency in thermoelectric power plants. **Applied Thermal Engineering**, 27, 2007, p.840–847.

XU, T.; APPS, J.A.; PRUESS, K. Reactive geochemical transport simulation to study mineral trapping for CO<sub>2</sub> disposal in deep arenaceous formations. **Journal of Geophysical Research**, v. 108, n. B2, p. 2071–2084, 2003.

WILDENBORG, Ton; COUSSY, Paula; DOUKELIS, Aggelos; EKSTRÖM, Clas; GEORGIU, George; GKOUNTANIS, Sergios; KRAMERS, Leslie; van der KUIP, Muriel; LINDEBERG, Erik; NORDBØ, Øyvind; SERBUTOVIEZ, Sylvain; SIMONSSON, Daniel. Scenario for large-scale implementation of CCS in Europe. **Energy Procedia I**, 2009, p.4265-4272.

WILDENBORG, T.; GALE, J.; HENDRIKS, C.; HOLLOWAY, S.; BRANDSMA, R.; KREFT, E.; LOKHORST, A. Cost curves for CO<sub>2</sub> storage: European sector. In: **7th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies (GHGT-7):** Vancouver (Canada), september 5–9 2004. Proceedings... v.I, p. 603-610.

WINGE, M. et al. 2001. **Glossário Geológico Ilustrado**. Publicado na Internet, disponível em: <<http://www.unb.br/ig/glossario/>>. Acesso em: 18 mar. 2010

WINTER, E.M.; BERGMAN, P.D. Availability of depleted oil and gas reservoirs for disposal of carbon dioxide in the United States. **Energy Conversion and Management**, v. 34, n. 9–11, p. 1177–1187, 1993.

ZHANG, Z.X.; WANG, G.X.; MASSAROTTO, P.; RUDOLPH, V. Optimization of pipeline transport for CO<sub>2</sub> sequestration. **Energy Conversion and Management**, v. 47, p. 702–715, 2006.

ZHENG, Zhong; GAO, Dan; MA, Linwei; LI, Zheng; NI, Weidou. CO<sub>2</sub> capture and sequestration source-sink match optimization in Jing-Jin-Ji region of China. **Frontiers of Energy and Power Engineering in China**, v.3, n.3, p. 359–368, set. 2009.

ZWEIGEL, Peter; ARTS, Rob; LOTHE, Ane E.; LINDEBERG, Erik B. G. Reservoir geology of the Utsira Formation at the first industrial-scale underground CO<sub>2</sub> storage site (Sleipner area, North Sea). Baines, Shelagh J.; Worden, Richard H. (eds). Geological storage of carbon dioxide. Londres, The Geological Society (Geological Society Special Publications; 233), 2004. 255 p.



