

RADIOMETRIA E GRAVIMETRIA ASSOCIADAS A ESTRUTURAS GEOLÓGICAS DA BACIA PARAÍBA, LIMITE SUL

Edlene Pereira Silva¹
Joaquim Alves da Motta²
Paulo de Barros Correia³

¹ Departamento de Geologia, Centro de Tecnologia e Geociências, UFPE. Email: edlenegeo@yahoo.com.br

² Departamento de Geologia, Centro de Tecnologia e Geociências, UFPE. Email: jam@ufpe.br

³ Departamento de Geologia, Centro de Tecnologia e Geociências, UFPE. Email: paulobc@ufpe.br

RESUMO

Estudos geológicos associados a geofísica foram desenvolvidos e consolidados neste trabalho, possibilitando identificar, localizar e caracterizar feições existentes em parte da Bacia Paraíba. Os Mapas Gravimétrico Bouguer, Regional e Residual fornecem informações para o desenvolvimento do Mapa de Contorno Estrutural, o qual permitiu o descobrimento de estruturas existentes na região estudada. O levantamento radiométrico não registrou valores cintilométricos anômalos, ajudando, contudo, na identificação de elementos litológicos da área, o qual mostra suaves aumentos de valores a oeste da região, associados à presença de rochas alteradas do embasamento. Sismicidade foi registrada ao longo das bordas do Graben de Goiana, indicativo forte de “acomodação de blocos” possivelmente relacionados a este graben.

Palavras-chave: Gravimetria, Radiometria, Bacia da Paraíba, estruturas geológicas, sismicidade.

ABSTRACT

Geological studies associated to Geophysics were developed and consolidated in this work as a safe source of information, allowing us to identify, locate and characterize features that exist in part of the Paraíba Basin. The Bouguer, Regional and Residual Gravimetric Maps furnished enough information for the development of a structural contour map, which allowed the discovery of existing structures in the studied region. The Radiometric Survey did not register anomalous scintillometric values, helping, however, in the identification of lithological elements in that area, which in turn show a soft value heightening to the west of that region associated to the presence of altered rocks in the basement. Seismicity was registered around the borders of the Goiana Graben, strong indicative of “block accommodation” possibly related to that Graben.

Keywords: Gravimetry, Radiometry, Paraíba Basin, geological structures, seismicity.

INTRODUÇÃO

A análise do arcabouço estrutural de uma bacia, litologia e processos envolvidos em sua gênese, possibilitam avaliar seu potencial produtor de óleo e gás. O desenvolvimento de estudos geológicos é imprescindível e quando associado à Geofísica consolida-se como fonte preciosa e segura de informações, porque possibilita identificar, posicionar e caracterizar as estruturas da bacia.

Objetivamos com este trabalho, contribuir com novas informações, interpretativas e conclusivas favoráveis ao

estudo relacionados com hidrocarbonetos e/ou sua possível ocorrência em parte da Bacia da Paraíba, através de estudo geológico e mapeamento geofísico com método potencial (Gravimetria) e Radiométrico.

Geograficamente, a área de estudo encontra-se posicionada na Região Nordeste do Brasil, entre as coordenadas de longitude 270.000 e 304.000 e latitude 9.150.000 e 9.176.000, a qual abrange uma área total de 327,726Km², situada no litoral entre as cidades de Goiana (PE) e Pitimbu (PB) (Figura 1).

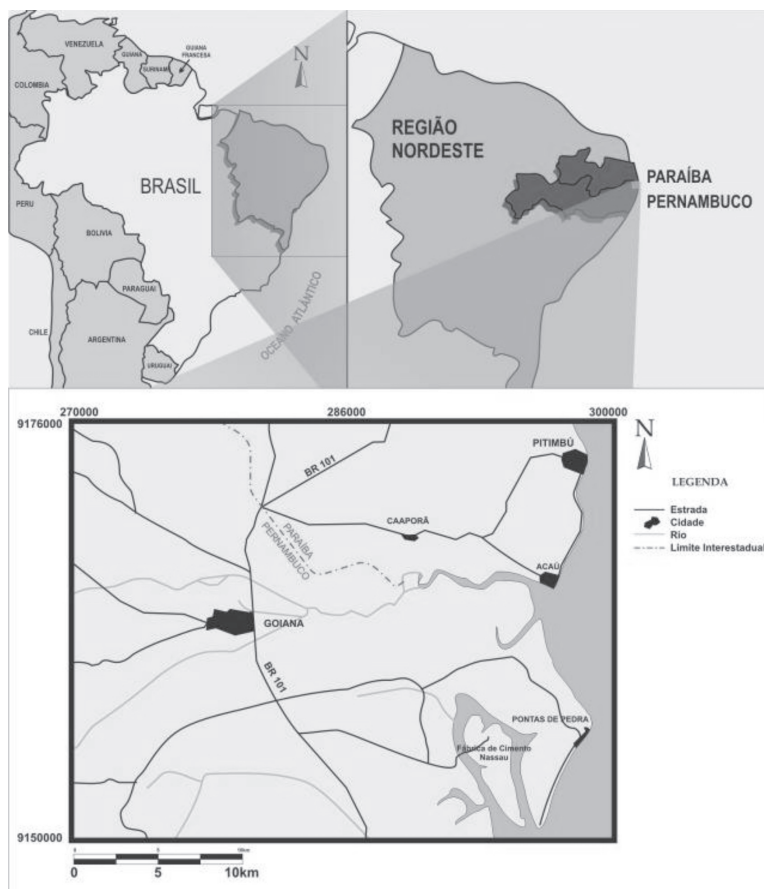


Figura 1 – Localização da área de estudo, situada entre as cidades de Goiana (PE) e Pitimbu (PB)

Apresenta-se aqui a análise qualitativa do resultado do mapeamento gravimétrico-estrutural e geológico de parte das Sub-Bacias Olinda e Alhandra contidas na Bacia da Paraíba, a qual ocupa estreita faixa costeira entre o Lineamento Pernambuco e a Falha de Mamanguape localizada ao norte da cidade de João Pessoa - PB (Feitosa & Feitosa, 1986; Barbosa, 2004). Por outro lado, o mapeamento radiométrico executado serviu como referência para a caracteri-

zação das feições geológicas da área, haja vista o intenso intemperismo químico e o desenvolvimento de monocultura controlável que dificultaram sobremaneira o estudo geológico pretendido na área.

GEOLOGIA DA REGIÃO

A área de estudo está situada em parte das Sub-Bacias Olinda e Alhandra contidas na Bacia costeira da Paraíba, (Figura 2).

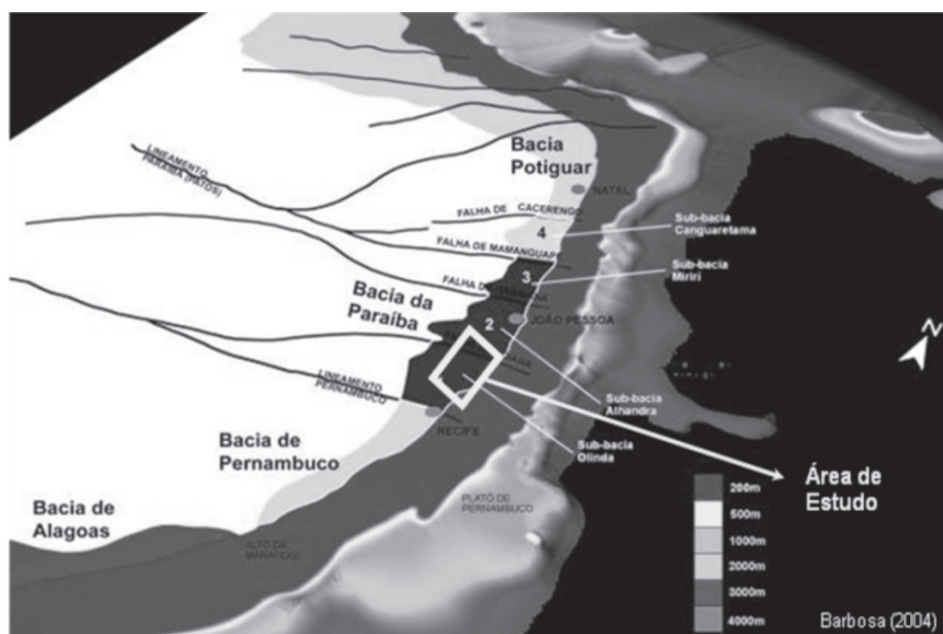


Figura 2 – Limites estruturais da Bacia Paraíba com destaque da área de estudo

Os atuais conhecimentos geológicos da Bacia Paraíba evoluíram a partir de diversos trabalhos. Dentre as idéias que melhor a descreve destacam-se: A Bacia Paraíba é a região onde ocorreu a ligação final entre os continentes Sul-Americano e Africano (Beurlen, 1962); Esta bacia possui como característica estrutural um padrão homoclinal, apresentando diferenciação de preenchimento lítico-sedimentar (Mabesoone & Alheiros, 1991); Presen-

ta embasamento formado por rochas pré-cambrianas, pertencentes à Província Borborema (Santos, 1996), e estruturalmente se comporta como uma rampa inclinada para o atlântico, mostrando grande diferenciação no padrão de evolução em relação às vizinhas (Barbosa & Lima Filho, 2004, 2005).

Tavares Júnior (2008), através de estudos magnéticos e gravimétricos integrados, fornece uma interpretação qualitativa

e também quantitativa por meio da análise de mapas e modelamento onde reconhece e caracteriza as estruturas existentes, propondo um modelo de cisalhamento rúptil dextral para a área.

Carta estratigráfica da Bacia Paraíba: É formada de várias unidades litoestratigráficas, assim classificadas (Figura 3):

A sequência siliciclástica de mar baixo/ transgressiva, que é composta pelas Formações Beberibe (clásticos grossos) e Itamaracá (clásticos grossos e finos) e um

horizonte de fosfato que representa uma superfície de inundação máxima;

A sequência carbonática de mar alto/ Regressiva englobando as formações Gramame (calcários interdigitando-se com fosforitos) e Maria Farinha (calcarenitos);

As Formações Superficiais Cenozóicas, representadas pela Formação Barreiras (sedimentos em falésias junto ao mar de idade incertezas) e por depósitos quaternários de diversas origens, correspondentes às sequências aluvionares ou elúvio/ coluvionares.

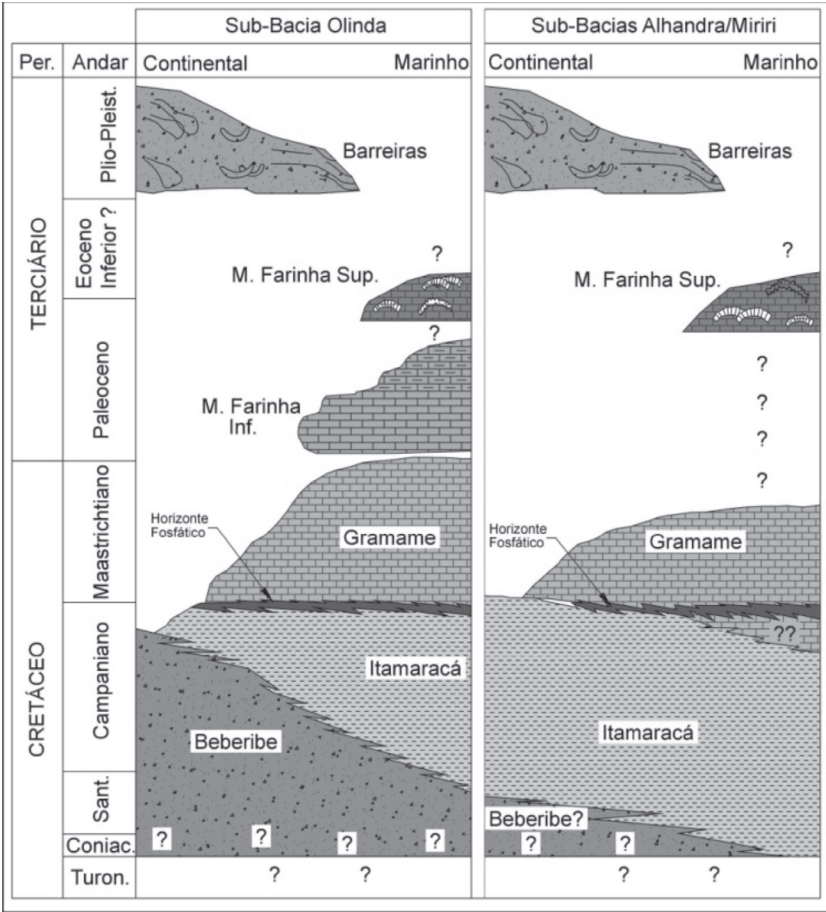


Figura 3 – Coluna Litoestratigráfica da Bacia Paraíba (Barbosa, 2004)

METODOLOGIA

Os levantamentos gravimétrico e radiométrico foram realizados em escala regional com espaçamento variando entre 1 e 3km, de acordo com as necessidades. As estações foram estabeleci-

das ao longo das estradas principais e carroçáveis (Foto 1 e Foto 2), e excepcionalmente em caminhos próximos às margens de rios (Foto 3A, 3B e 4), onde as aquisições eram freqüentemente de difícil acesso.



Foto 1 – Estação ao longo da BR-101



Foto 2 – Estação em estrada carroçável da área de estudo



Foto 3A e 3B – Estação à margem do Rio Goiana



Foto 4 – Estação à margem do Rio Mega Ó (PE)

Para aquisição dos dados utilizaram-se nas Estações Gravimétricas os gravímetros La Coste & Romberg, modelos G-939

e G-994 ((Foto 5 e 6), ambos com precisão de 0,01 mgal auxiliado por posicionamento com GPS.



Foto 5 – Instrumentos usados em campo



Foto 6 – Gravímetro La Coste & Romberg, usado no campo

Paralelamente, obtiveram-se leituras de radiação total utilizando o cintilômetro de contagem total, de fabricação nacional,

marca MICROLAB, calibrado para medir radiações em contas por segundo (cps) (Foto 7).



Foto 7 – Cintilômetro MICROLAB sendo usado em campo

Os valores obtidos em campo foram reduzidos considerando a Fórmula Internacional de Gravidade de 1967, valores de exatidão na ordem de 0,02mgal e 2,67 g/cm³ para a densidade Bouguer.

DISCUSSÃO E RESULTADOS

Gravimetria

A partir do levantamento Gravimétrico, foram obtidos os Mapas Gra-

vimétricos Bouguer, Regional e Residual (respectivamente Figuras 4, 5 e 6), usando a técnica de separação do método gaussiano com o objetivo de fornecer informações para compor um Mapa de Contorno Estrutural do Embasamento (Figura 7), usados como suporte para a elucidação das estruturas presentes na região estudada, posicionando-as tectonicamente.

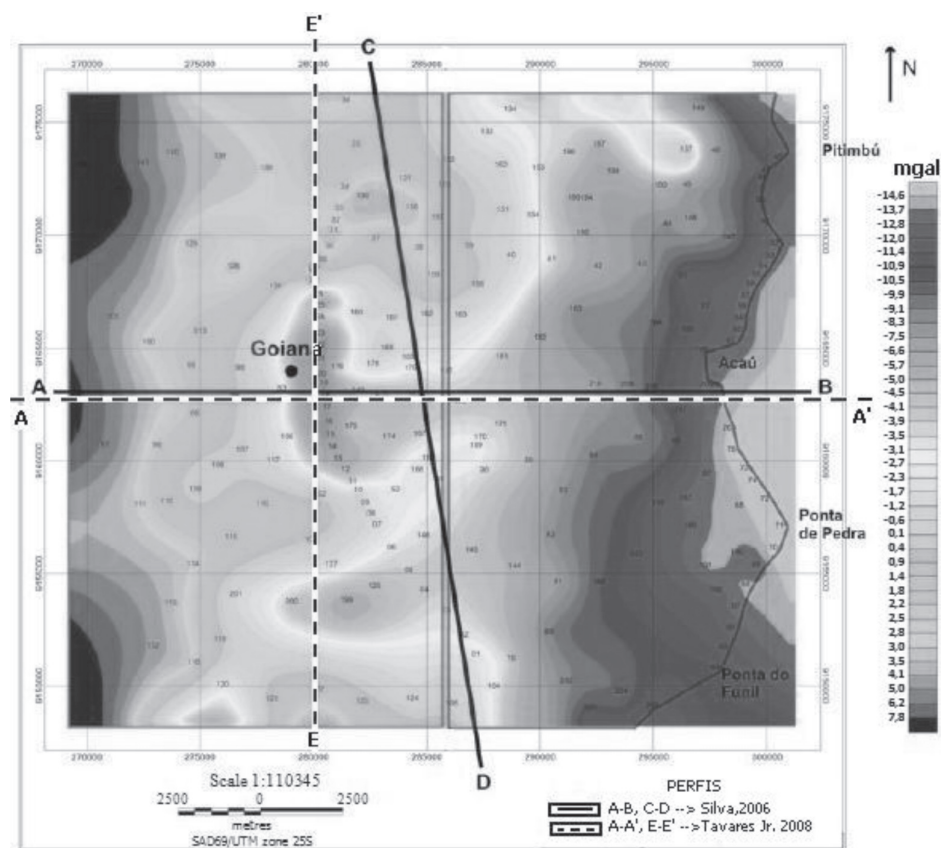


Figura 4 – Mapa Gravimétrico Bouguer com as estações e a localização dos Perfis A-B e C-D (Silva, 2006) e A-A' e E-E', traçado (Tavares Júnior, 2008), os quais caracterizam as principais feições estruturais do embasamento

A interpretação gravimétrica qualitativa aqui desenvolvida auxiliou na análise dos mapas produzidos. O Mapa Gravimétrico Bouguer (Figura 4) é caracterizado

por duas principais feições apresentadas pelas curvas de contorno: primariamente, notam-se alinhamentos subparalelos à costa, com a existência de um forte gradiente

mascarando o contraste de densidade entre os sedimentos e o cristalino. Segundo Rand (1977) a causa desse gradiente originar-se-ia pela subida do manto nesta região. Secundariamente são perceptíveis alinhamentos sub-perpendiculares à costa, no sentido Norte – Sul do mapa. Estes, caracterizam lineações transversais sub-perpendiculares à costa, as quais limitam blocos positivos e negativos e se intercalam mostrando basculamento em degrau ou tipo grabens e horst. Os blocos negativos correspondentes respectivamente à Lineação Goiana e à Lineação Itapessoca, ambas estudadas por Rand & Manso (1990) e entre esses se constata a existência de um bloco positivo, então denominado de Horst Santa Tereza (Silva, 2006).

Trabalhos desenvolvidos por Tavares Júnior (2008), onde foram utilizados os mesmos dados gravimétricos, forneceram resultados similares, embora esse autor tenha desenvolvido estudos mais aprofundados que fornecem uma análise não só qualitativa da área em estudo.

Como resultado de suas análises são reconhecidas, posicionadas e caracterizadas estruturas (grabens e horst) distribuídos de norte a sul da área estudada da bacia, o que concorda com a proposta dos

trabalhos de Rand & Manso (1990), Menor (2006), Silva (2006) e Silva et al (2006). Ressalta-se, entretanto, que uma nomeação nova e/ou diferente foi atribuída a algumas dessas estruturas em seus trabalhos, onde, por exemplo, o Graben de Itapessoca (Rand & Manso, 1990) é o equivalente do Graben de Itapirema e o Horst Santa Tereza (Silva, 2006) é o correspondente ao Horst Tejucupapo.

Esse autor reconhece dois grabens da área como depocentro: O graben de Goiana que se estende 10km N-S e 19km E-W é o maior deles, atingindo aproximadamente 300m de profundidade e o Graben de Itapessoca (o qual denomina Itapirema) alongado 12km na direção ENE-WSW e alcançando 250m de profundidade.

Em relação ao Mapa de Campo Residual Gravitacional (Figura 6), diversas anomalias sobressaem-se, correspondendo a anomalias residuais de curto comprimento de onda, atribuídas à pequena profundidade. Observa-se ainda que o Mapa Regional Gravimétrico (Figura 5) obedece, de forma geral, ao posicionamento, forma e orientação das estruturas apontadas no Mapa Gravimétrico Bouguer, o que sugere que as principais anomalias apresentam caráter profundo.

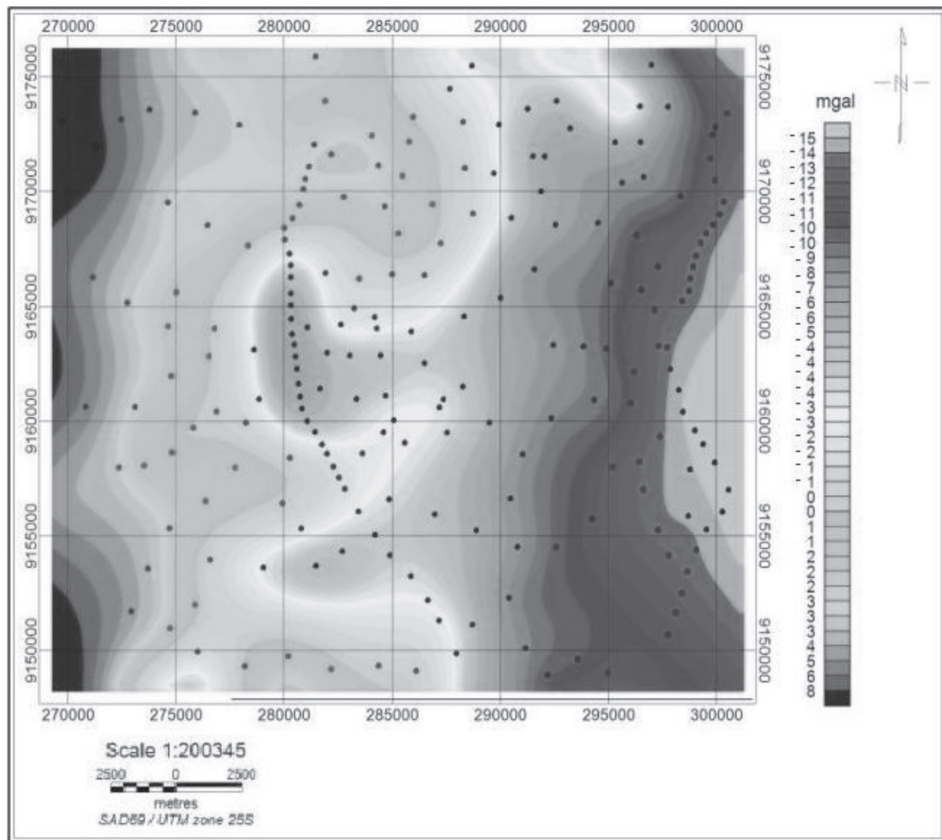


Figura 5 – Mapa Gravimétrico Regional mostrando a distribuição das estações e apresentando as principais anomalias de caráter profundo

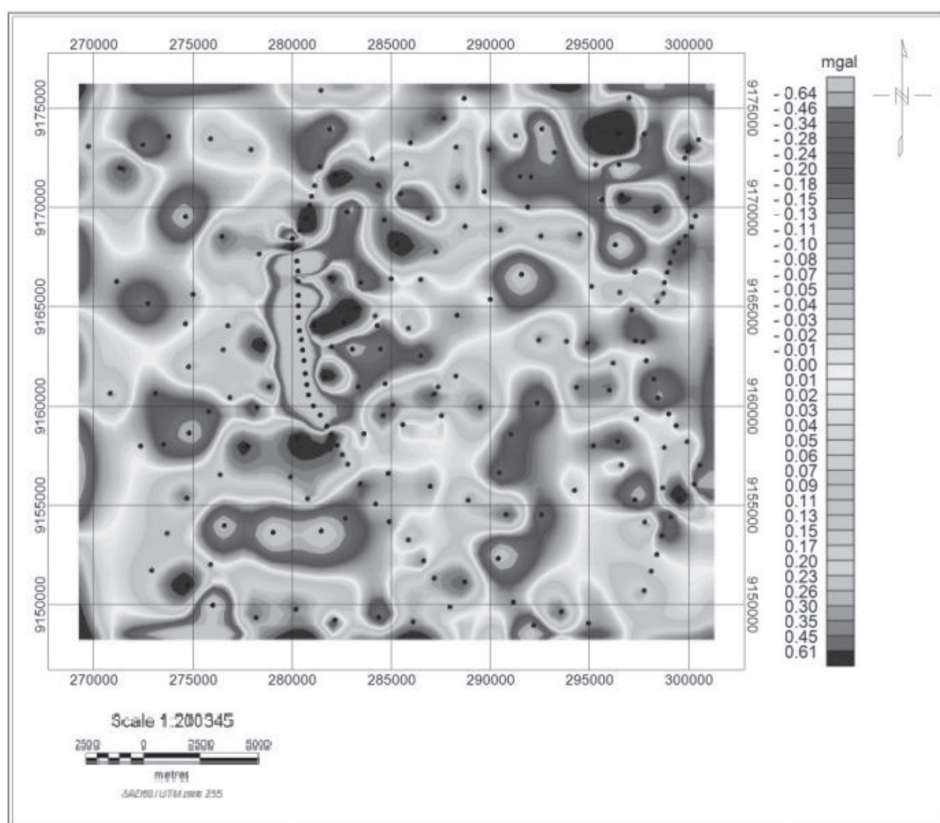


Figura 6 – Mapa Gravimétrico Residual exibindo anomalias residuais de curto comprimento de onda e mostrando a distribuição das estações

A partir das informações obtidas nos mapas gravimétricos (Bouguer, Regional e Residual), foi elaborado o Mapa de Con-

torno Estrutural do Embasamento (Figura 7), no qual estão posicionadas as estruturas tectônicas presentes na região estudada.

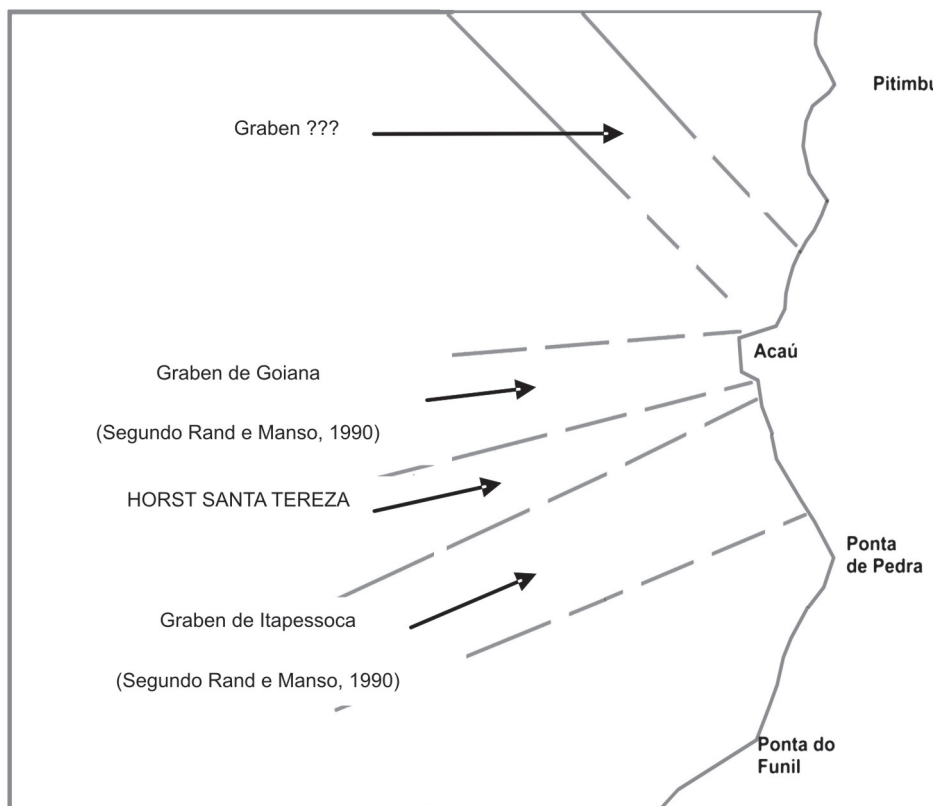


Figura 7 – Mapa de Contorno Estrutural do Embasamento posicionando as estruturas tectônicas presentes na região (Modificado de Silva, 2006)

Com a finalidade de propor uma idéia no que concerne ao posicionamento das estruturas, foram reavaliados os perfis A-B (Figura 8) e C-D (Figura 9) esquemáticos, resultantes de uma análise gravimétrica qualitativa da área (Silva, 2006), apontados no Mapa Gravimétrico Bouguer (Figura 4). O primeiro (Figura

8) apresenta uma estrutura em rampa, sugerida para o embasamento cristalino, no sentido de oeste-leste; o segundo (Figura 9) corta os grabens de Goiana e Itapessoca (blocos negativos), sugeridos por Manso e Rand (1990) e o horst, denominado Horst Santa Tereza (bloco positivo entre os grabens).



Figura 8 – Perfil A – B sugestivo de estrutura em rampa para o embasamento cristalino, no sentido de oeste-leste (Modificado de Silva, 2006)



Figura 9 – Perfil C – D mostrando as estruturas em blocos (horst e grabens) sugerido na análise qualitativa do Mapa Gravimétrico Bouguer (Modificado de Silva, 2006)

Tavares Júnior (op. cit.) obteve os perfis A-A' e E-E' (Figuras 10 e 11, respectivamente) apontados na Figura 4, a partir da integração dos modelos magnéticos e gravimétricos 2D e modelo gravimétrico 3D do topo do embasamento. Comparando seus dados de perfil com os de Silva (2008), observamos que de uma forma geral, os resul-

tados apresentam concordância em relação ao perfil C-D e E-E' que corta os grabens e horst, mas, não coincide exatamente com o perfil A-B e A-A' por este mostrar maior nível de irregularidades no embasamento, sem, no entanto, discordar da existência de blocos basculhados que, no conjunto, são descendentes com suave mergulho para leste.

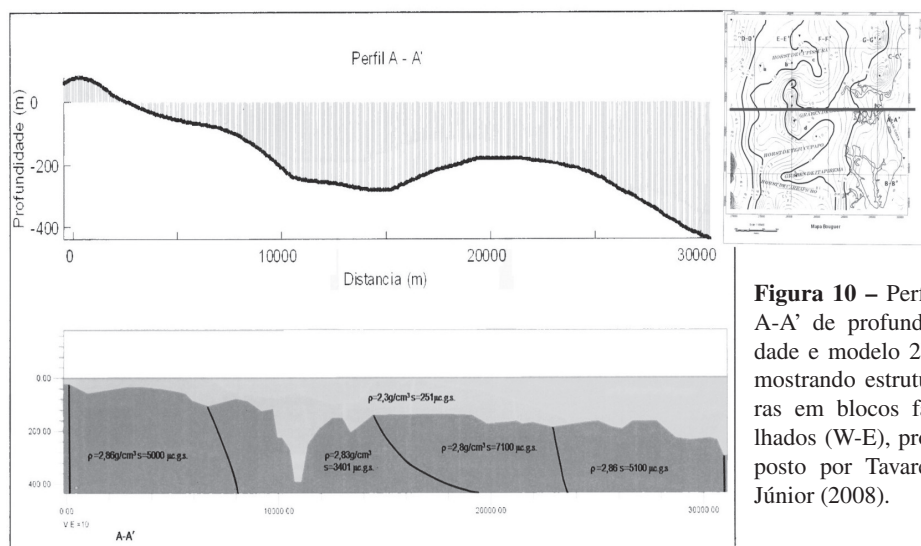


Figura 10 – Perfil A-A' de profundidade e modelo 2D mostrando estruturas em blocos falhados (W-E), proposto por Tavares Júnior (2008).

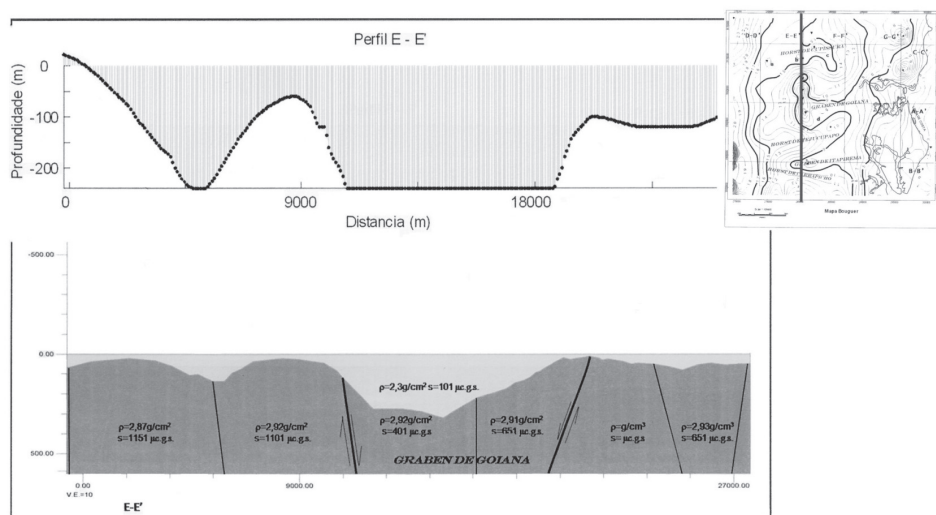


Figura 11 – Perfil E-E' de profundidade e modelo 2D mostrando as estruturas de grabens e horst (S-N), segundo Tavares Júnior (2008)

Radiometria

O desenvolvimento de monocultura controlável e o intenso intemperismo químico presente na área em estudo conduziram ao estudo geológico da região através método geofísico Radiométrico, possibilitando assim, inferir informações a respeito da geologia local.

Como resultado do levantamento Radiométrico, não foram registrados valores radiométricos anômalo, encontrando apenas diferenciações sutis nos valores de radiação a nível de background. Foi identificado, comparando os valores radiométricos e os litológicos da área,

que os valores maiores estão relacionados com afloramentos da Formação Barreiras, ressaltando-se, entretanto, que os das extremidades sudeste e norte do mapa (Figura 12), representam erros de borda de mapa gerados pelo programa; notou-se ainda um pequeno acréscimo nos valores de radiação na porção centro-oeste da malha em pontos que provavelmente correspondem à exposição do cristalino. O mapa radiométrico (Figura 12) apresenta ainda um suave aumento de valores para oeste da área associado à presença de rochas alteradas do embasamento.

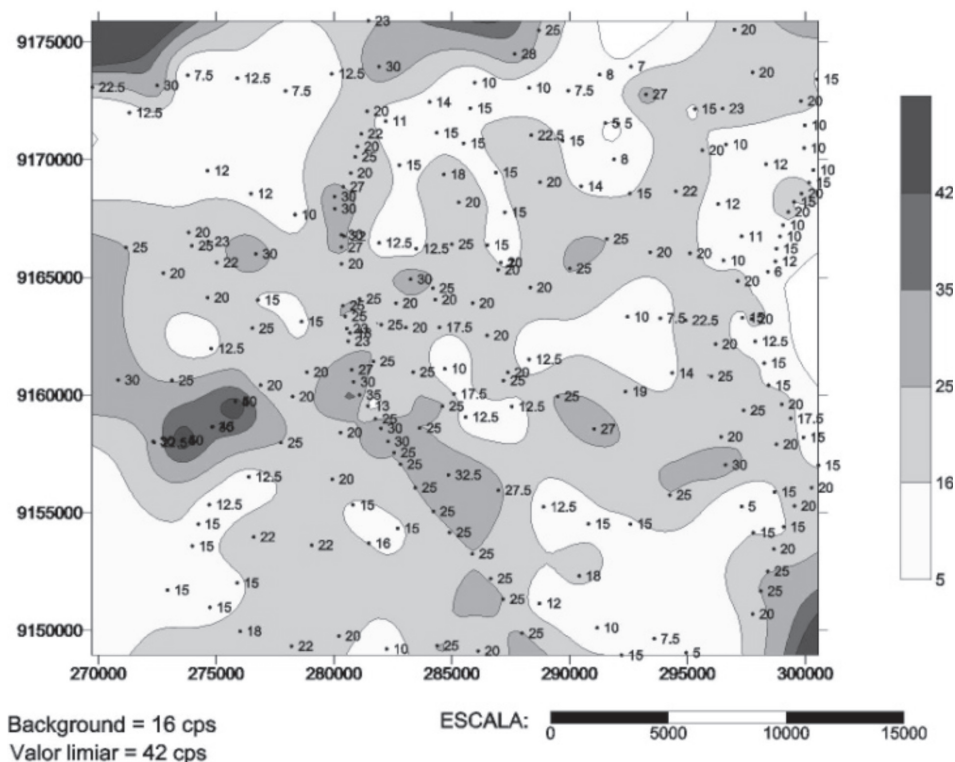


Figura 12 – Mapa Radiométrico da área mostrando as estações medida (pontos) e seus respectivos valores de radiação

Os dados obtidos foram tratados estatisticamente, calculando-se o background (16 cps) e o valor limiar de radiação (42 cps), a fim de encontrar o intervalo de radiações característico das unidades presentes na área estudada. Posteriormente, eles foram comparados com os trabalhos desenvolvidos em regiões vizinhas por Manso (1982), Motta (1986) e Correia

(1986), e apresentam valores compatíveis. Esses autores estabeleceram, com um bom nível de precisão, a correspondência entre radiação e a unidade litológica (Tabela 1), onde os valores mais altos de emissões radiométricas estão situados em porções do embasamento, enquanto os mais baixos são atribuídos à área de sedimentos aluvionares.

UNIDADE LITOLÓGICA	VALOR RADIAÇÃO EM CPS/S		
	MANSO (1992)	MOTTA (1986)	CORREIA (1986)
Background da área	10 - 100	20 - 90	10 - 100
Areia quartzosa	10 - 15	20 - 30	10 - 15
Cobertura sedimentar	30 - 40	30 - 40	30 - 45
Sedimentos do Barreiras	50 - 70	50 - 70	50 - 70
Rochas cristalinas	75 - 100	75 - 90	75 - 100

Tabela 1 - Correspondência entre radiação e unidade litológica, segundo os autores Manso (1982), Motta (1986) e Correia (1986).

Na tentativa de estabelecer uma correspondência com o Mapa Geológico (CPRM, 2001) visto na figura 13, podemos afirmar que, especificamente na área de estudo, os valores mais altos corres-

pondem aos afloramentos do Barreiras e os mais baixos aos sedimentos do Quaternário, sem haver diferenciações significativas para as Formações Gramame e Beberibe.

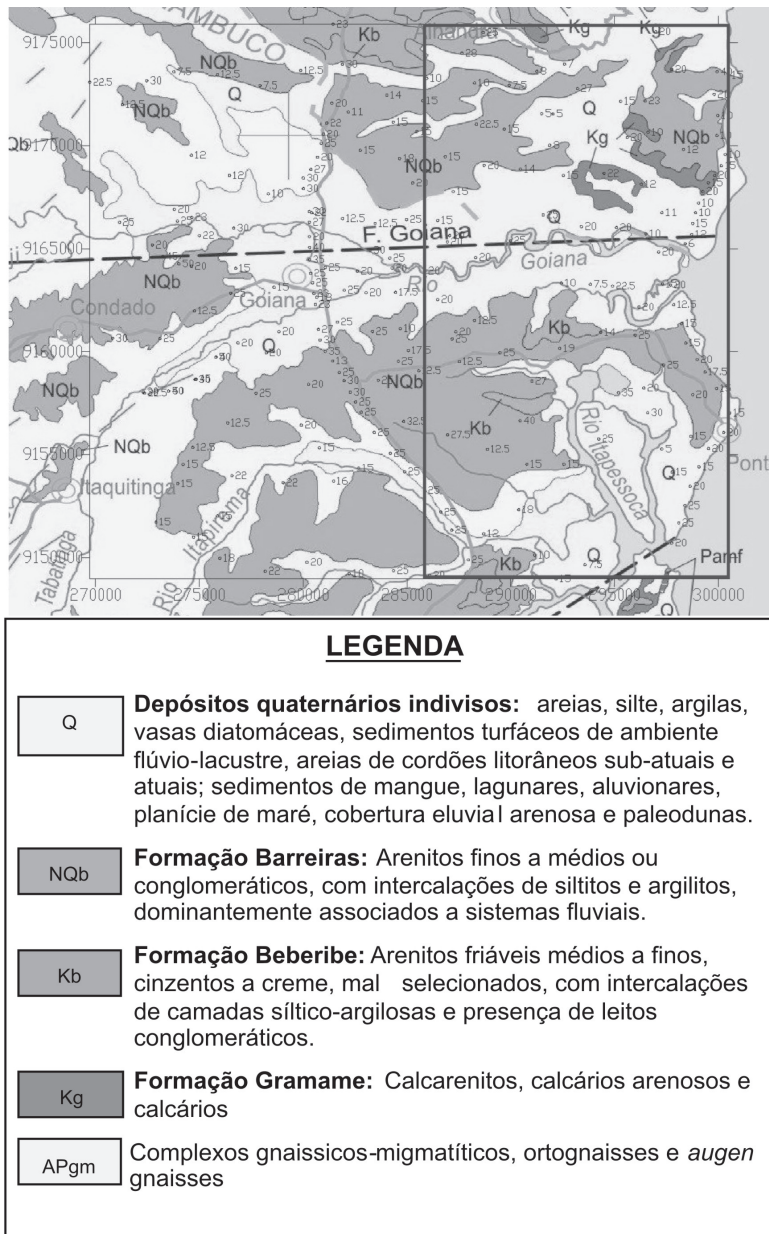


Figura 13 – Mapa Geológico da Área de estudo (CPRM, 2001).

ATIVIDADE SÍSMICA DA ÁREA

Durante a aquisição dos dados geofísicos, registrou-se a ocorrência de “sismicidade”, nas regiões de borda do Graben Goiana. Esse fato foi registrado pelo gravímetro, através da identificação de microrondas em três leituras obtidas a norte e ao sul do graben Goiana (PE) e na região litorânea de Acaú (PB).

Essa instabilidade das leituras é um forte indicativo de que a área se encontra em estágio de “acomodação de blocos”, no caso, o Graben de Goiana.

CONCLUSÕES

1. Os alinhamentos paralelos à costa concordam com os trabalhos de Rand e Manso (1990) no que concerne a existência de um gradiente forte no sentido oeste- leste que caracteriza a subida do manto nesta região. A espessura de aproximadamente 400m de sedimentos perfurados na Ilha de Itamaracá-PE (Poço 2 IST-01-PE), não é suficiente para compensar o efeito de subida do manto resultando em um gradiente positivo no sentido de oeste para leste.
2. Lineamentos perpendiculares à costa (Norte-Sul) mostram estruturas do tipo basculamento de blocos em grabens e horts associadas à dinâmica de expansão do assoalho oceânico.
3. A ocorrência de sismicidade nas regiões de borda do Graben Goiana é um indicativo de instabilidade tectônica da área, possivelmente associados aos efeitos, mesmo que tardio, dos movimentos de expansão ainda ativos. Estudos sismológicos poderão esclarecer sua tipologia de caráter tectônico ou atectônico.
4. O levantamento Radiométrico, apesar de não registrar valores de cinti-

lometria anômalos, caracterizou-se como boa ferramenta na identificação da geologia da área, apresentando suave aumento de valores radiométricos para oeste da área, associado à presença de rochas alteradas do embasamento.

Algumas estruturas limítrofes não puderam ser melhor estudadas. Estas podem responder a questões não resolvidas no presente trabalho; assim, propomos estudo complementar para estas áreas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos pelo suporte financeiro à ANP e ao CNPq (através do processo 620046/04-0) e pelo estímulo e apoio técnico ao LGA.

REFERÊNCIAS

- Barbosa J. A. 2004. Evolução da Bacia Paraíba Durante o Maastrichtiano - Paleoceno – Formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil. Centro de Tecnologia e Geociências. Universidade Federal de Pernambuco. Dissertação de Mestrado. 229 p.
- Barbosa A. J., Lima Filho. M.F. 2005. Os domínios da Bacia da Paraíba. 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, Salvador.
- Beurlen, K. 1962. O desenvolvimento paleogeográfico do Oceano Atlântico Sul. Arquivos de Geologia. Escola de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco. (2): p.21-36.
- Correia, P. B. C. 1986. Geofísica e sedimentologia da Região de També e Pedra de Fogo – PB. Dissertação de Mestrado, UFPE - Recife. 152 p.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. 2001. Geologia e recursos minerais do Estado de Pernambuco. Wanderley, A. A.; Santos, E. J. (orgs). Recife – PE. 101 p. il. 2 mapas Escala 1:500000.

- Feitosa, E. C. & Feitosa, F. A. C. 1986. Considerações sobre a Bacia Potiguar – Bacia Costeira Pernambuco-Paraíba. Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco. Série Estudos Geológicos. 8: p.71-78.
- Mabesoone, J. M.; Alheiros, M. M. 1991. Base Estrutural - Faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte. In: Estudos Geológicos. Recife – PE. Universidade Federal de Pernambuco. Departamento de Geologia. Estudos e Pesquisas. V.10. Série B. p.33 – 43.
- Manso, V. A. V. 1982. Geofísica e Sedimentologia da Região de Itabaiana - PB. Dissertação de Mestrado, UFPE - Recife. 96 p.
- Menor, E. N. 2006. Mapeamento Gravimétrico e Cintilométrico da Bacia da Paraíba entre as Latitudes de Pitimbu e Ponta do Funil (Porção Ocidental). Monografia, UFPE – Recife. 63 p.
- Motta, J. A. 1986. Reconhecimento Geofísico e Sedimentológico da Região de Cajá - Santa Rita - Paraíba. Dissertação de Mestrado, UFPE - Recife. 155 p.
- RAND, H. M. 1977. Reconhecimento gravimétrico da Bacia João Pessoa. Bol. Núcleo Nordeste. Soc. Bras. Geol. 6 – Atas VIII Simp. Geol. Nordeste, Campina Grande, 429-438p.
- Rand, H. M. & Manso, V. A. V. 1990. Mapas Gravimétricos e Magnetométricos da Faixa Costeira do Nordeste do Brasil. XXXVI Congresso Brasileiro de Geologia. Natal - RN. Anais... 5: p.2431-2438.
- Santos, E. J. 1996. Ensaio preliminar sobre a geologia os terrenos e acrecionária na Província da Borborema. In Congresso Brasileiro de Geologia 39, Salvador. Anais. v.7 p. 47-50.
- Silva, E. P. 2006. Mapeamento Gravimétrico e Cintilométrico das estruturas da Bacia Paraíba (Parte Oriental) entre os paralelos da Ponta do Funil (PE) e Pitimbu (PB). Monografia, UFPE – Recife. 66 p.
- Tavares Júnior, J. R. Correia, P. B. Motta J. A. 2008. Mapeamento da Sub-Bacia Olinda-PE e Sub-Bacia Alhandra Miriri-PB usando filtros espectrais e modelagem gravimétrica e magnetométrica 2-D e 3-D. Anais do 44º Congresso Brasileiro de Geologia. Curitiba-PR. p 851.
- Tavares Júnior, J. R. 2008. Mapeamento do embasamento da Sub-Bacia Olinda-PE e Sub-Bacia Alhandra-PB usando modelagem gravimétrica e magnetométrica 2-D e 3-D. Tese de Doutorado. UFPE – Recife. 166 p.