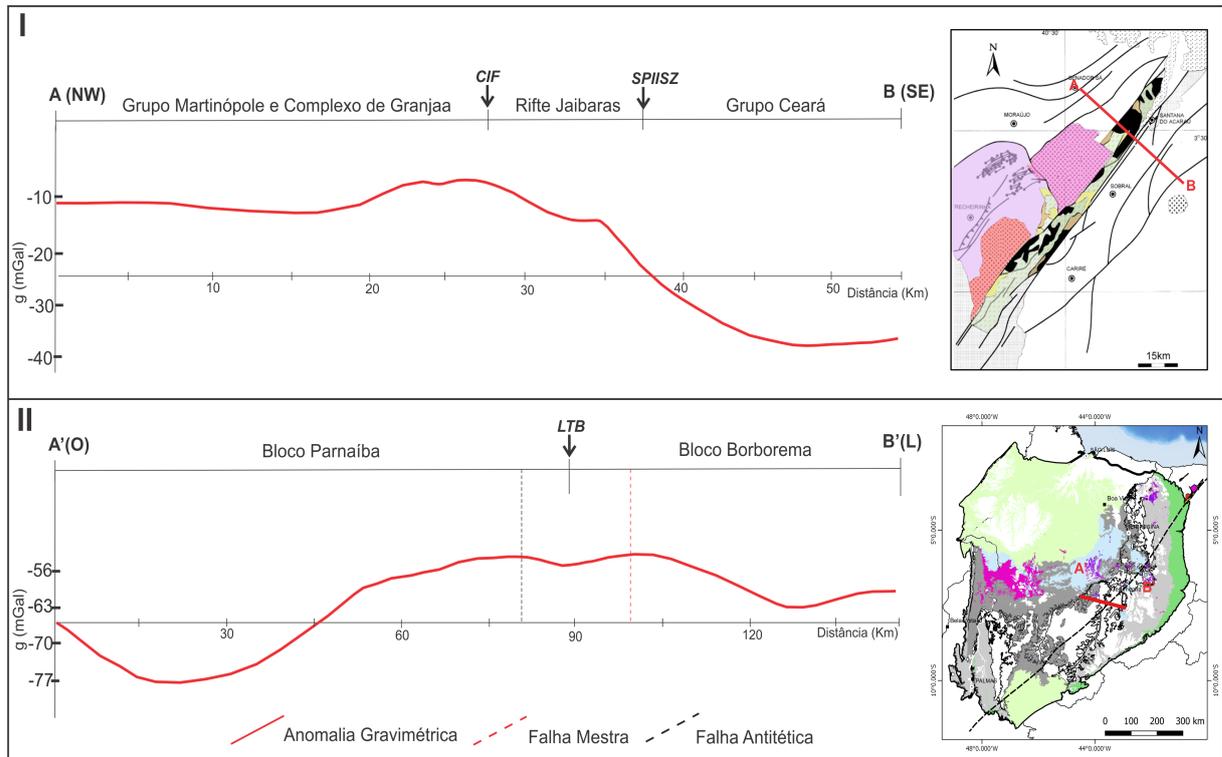


Figura 32 - Comparativo entre perfil de anomalia gravimétrica *Bouguer* ao longo da Bacia do Jaibaras e perfil de anomalia gravimétrica *Bouguer* ao longo da linha sísmica 0295-007.



Legenda: I) Perfil de anomalia gravimétrica *Bouguer* de uma seção (A-B) ao longo da Bacia do Jaibaras, modificado de PEDROSA *et al.* 2017. II) Perfil de anomalia gravimétrica *Bouguer* de uma seção (A'-B') ao longo da linha sísmica 0295-007. As linhas tracejadas ao longo do perfil indicam a projeção da falha mestra e antitética oriundas da interpretação na sísmica.

Fonte: O autor, 2019

Inferese-se que o alto gravimétrico na região central é causado por excesso de massa em profundidade abaixo da bacia. Possíveis fontes poderiam ser relacionadas a processos de afinamento crustal, desenvolvidos durante a instalação da bacia, capaz de trazer rochas de composição mantélicas de elevada densidade para próximo da superfície ou a instalação de um corpo de elevada densidade. No entanto, os modelos propostos por Watts *et al.* (2018) e Tozer, Watts e Daly (2017) indicam que não existe um afinamento crustal na zona em estudo e que o alto gravitacional central poderia ser causado por intrusões de elevada densidade intraplaca. Levando em consideração tal informação, um corpo intrusivo de elevada densidade foi inserido no modelo, entre a crosta superior e a crosta média e ao longo da zona de falha do LTB, no limite entre o Bloco Parnaíba e a Província Borborema, como indicado na Figura 33.

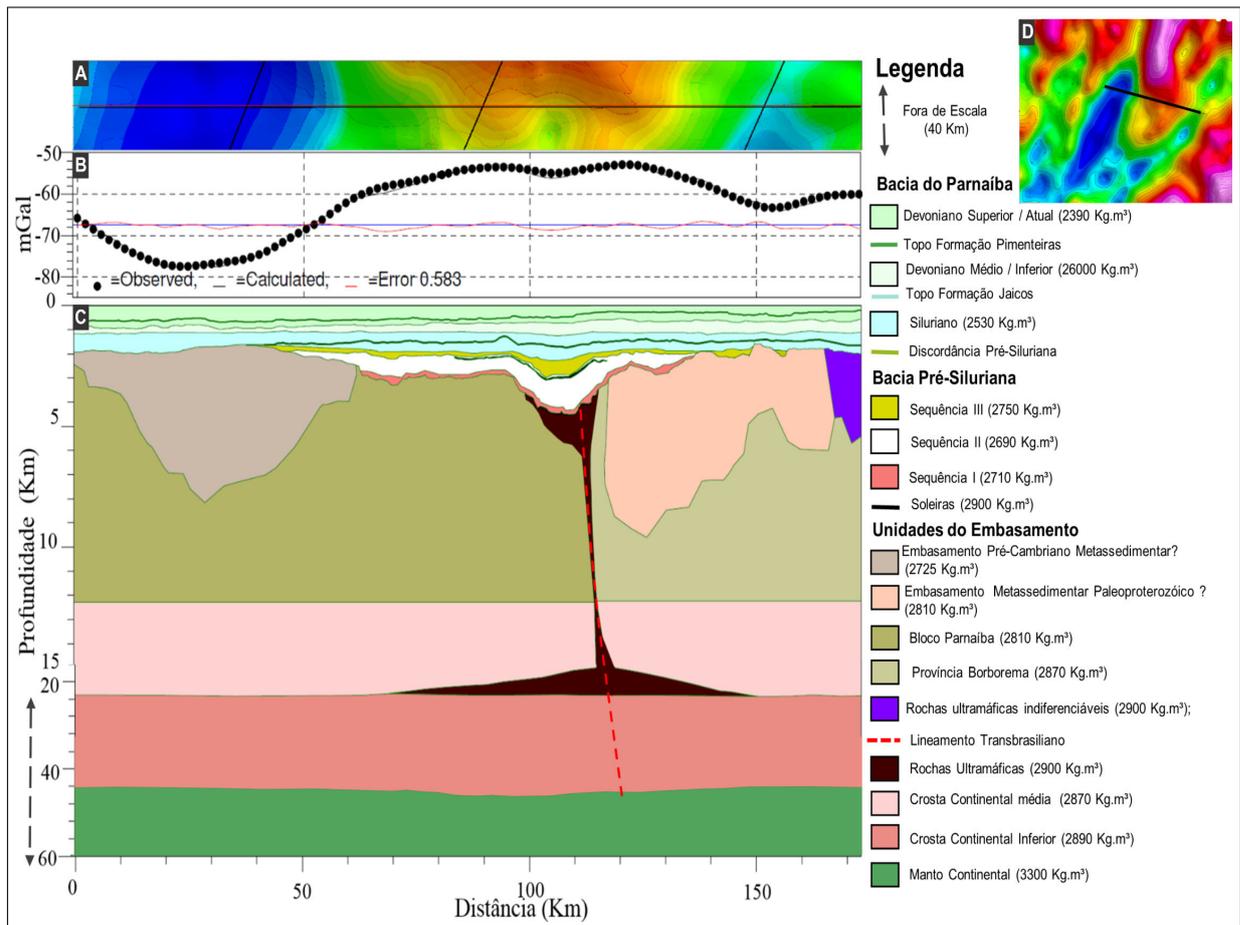
Os baixos gravimétricos observados no extremo Oeste e extremo Leste da seção gravimétrica (Figura 32) foram associados a influências de rochas de baixa densidade em nível crustal. O resultado das interpretações de seções sísmicas deste trabalho (Figuras 16, 17, 18 e 19) permitiu a identificação de estruturas no embasamento cristalino que poderiam se relacionar

com diferenças de litologia. Modelos geológicos da Bacia do Parnaíba propostos por Castro *et al.* (2016), indicam a presença de rochas metassedimentares de idade proterozoica instaladas no embasamento. Tais blocos podem ser observados em superfície ao longo da Bacia do Jaibaras no mapa geotectônico da América do sul (CORDANI *et al.*, 2016).

Num recente trabalho de modelagem gravimétrica na Bacia do Jaibaras, Pedrosa *et al.* (2017), correlacionou os baixos gravimétricos com rochas de baixa densidade, em específico as rochas metassedimentares do Grupo Martinópolis e as rochas metassedimentares do Domínio Ceará Central. O modelo geológico de Castro *et al.* (2016) associado ao mapa geológico de Cordani *et al.* (2016) e ao resultado da modelagem gravimétrica na Bacia do Jaibaras realizado por Pedrosa *et al.* (2017), forneceram a base necessária para a inserção no modelo de rochas metassedimentares do embasamento, nas regiões de baixos gravimétricos do perfil. Com base nesta análise, foi escolhido para o baixo gravimétrico localizado à oeste do perfil gravimétrico (Figura 5 b) valores de densidade das rochas metassedimentares de idade neoproterozoica, análogas ao Grupo Martinópolis. Já o baixo gravimétrico observado à leste do perfil gravimétrico (Figura 5 b) foi associado às rochas metassedimentares análogas ao Domínio Ceará Central (Meso ou Paleoproterozoico). Seus valores de densidade podem ser observados na Figura 31. Com a inserção dessas unidades no modelo foi obtido um bom ajuste com o dado observado.

No extremo leste do perfil gravimétrico (Figura 33 b) observa-se um repentino aumento dos valores de anomalia gravimétrica, com variação de -64 a -60 *mGal*, provavelmente originado pela influência de rochas de elevada densidade. A anomalia gravimétrica observada foi relacionada ao um embasamento ultramáfico indiferenciável Paleoproterozoico, comumente observado na Província Borborema. A falta de informações de poço na região de estudo capaz de comprovar a existência de tais rochas fez com que se utilizasse o termo "indiferenciável". Rochas magmáticas de alta densidade (Mesozoicas - Formação Sardinha) afloram no extremo leste do perfil sísmico, como mostra a Figura 8. A influência de rochas magmáticas em superfície possivelmente contribuem com os valores de anomalia positiva observada.

Figura 33 - Modelagem gravimétrica direta 2D ao longo do perfil sísmico 0295-007.



Legenda: A) Vista superior do mapa de anomalia *Bouguer* ao longo do perfil, B) Curva de anomalia *Bouguer* calculada e observada e o erro *RMS*, C) Estruturas inseridas no modelo, D) Mapa anomalia *Bouguer* e o perfil utilizado para modelagem.

Fonte: O autor, 2019

6 DISCUSSÃO

A interpretação sísmica detalhada, integrada aos dados potenciais, permitiu a caracterização do embasamento pré-Siluriano da Bacia do Parnaíba em sua porção sudeste e deflagrou a presença de uma bacia grabenforme subjacente a ela e alinhada ao longo do Lineamento Transbrasiliano. Esta bacia já havia sido identificada por outros autores, (NETO *et al.*, 2013), (PORTO *et al.*, 2018), (CASTRO *et al.*, 2016), (ABELHA; PETERSOHN; BASTOS, 2018), mas ainda não descrita com detalhes em termos sísmo-estratigráficos. Mesmo sem dados geológicos diretos disponíveis na região, tais como dados de poços, tentou-se no presente estudo separar em sequências deposicionais e estabelecer correlações com a geologia de superfície, além de esboçar uma evolução tectônica para o Paleozóico Inferior (Siluriano e Pré-Siluriano) nesta área.

Como resultado da interpretação sísmica, duas grandes sequências bem distintas foram identificadas, a sequência da Bacia do Parnaíba e a Bacia Pré-Siluriana encaixada entre uma discordância pré-siluriana e o embasamento cristalino. Espessos pacotes sedimentares foram identificados, atingindo valores de até 2400 m de espessura, conforme se observa nos mapas de isópacas (Figura 24). Foi realizada aqui uma tentativa de separar sequências deposicionais desta bacia através de critérios sísmo-estratigráficos (terminações dos refletores, geometria interna e discordâncias). Além disso, o mapa de calhas dos grabens pré-silurianos (Figura 26) interpretados por meio de dados sísmicos permitiu uma identificação mais exata de seus limites. Assim, três sequências sísmo-estratigráficas foram identificadas compondo a Bacia Pré-Siluriana, sequências I, II e III, da base ao topo.

Os mapas de isópacas das sequências (Figura 24) mostram seus limites e sua espessura total. Observa-se claramente uma diferença quanto aos padrões deposicionais da sequência I em relação aos das sequências II e III. As sismofácies da sequência I apresentam alta resposta de amplitude e refletores contínuos, com alto grau de dobramentos e pouco ou nenhum espessamento contra as falhas limítrofes do graben. Na verdade, seu mapa de espessura (Figura 24 a) possui um padrão bem diferente das demais sequências, não sendo alinhado ao *trend* NE-SW do LTB. Tal estrutura que pode ser um indicador de alteração de litologia quando comparado as demais sequências. Por isso, foi possível inferir que as sequências do depósito I são correlatos aos carbonatos do Grupo Ubajara, de idade ediacarana (Neoproterozoico), segundo Chiglino *et al.* (2015) representa a sequência pré-rifte. As sequências II e III apresentam padrão sísmico não muito diferente, com sismofácies caóticas. Ambas demonstram espessamento ao longo da calha principal da bacia, NE-SW, conforme observado ao longo das seções sísmicas (Figuras 16, 17, 18 e 19). Neste trabalho, a sequência II, limitada no topo pela sequência III e na base pela sequência I, foi correlacionada a Formação Massapê/Pacujá, o contato entre as sequências II e III ocorre ao longo de um refletor de elevada amplitude, possivelmente caracterizando uma discordância erosiva que separa tais estratos.

Assume-se que a sequência III seja correlata à Formação Aprazível, relacionada aos últimos episódios de sedimentação na Bacia do Jaibaras. Foram identificadas intrusões nos sedimentos pré-silurianos, em todas as sequências, I, II e III. Essas intrusões poderiam estar correlacionadas com a Formação Parapuí, que datam do Cambro-Ordoviciano (NOVAIS; NEVES; KAWASHITA, 1979), ou ainda também serem relacionadas aos episódios magmáticos do Mesozoico (Mosquito e Sardinha), uma vez que algumas soleiras parecem atingir níveis superiores, sendo portanto mais jovens do que a instalação do graben pré-Siluriano. Devido ao seu contexto geológico e à sua posição geográfica, o Graben Pré-Siluriano mapeado foi correlacionado ao Graben do Jaibaras, descrito por Oliveira e Mohriak (2003) como uma bacia do tipo rifte.

A direção principal das falhas mapeadas na sísmica coincidem com a direção NE-SW do LTB. Em seção, elas foram interpretadas como subverticais, tonando-se de menor ângulos em maior profundidade e mergulhando para o centro da calha principal, sintética ou antitéticas à falha mestra. Observa-se no sul um ligeiro deslocamento do depocentro para oeste (entre linhas 0295-005 e 0295-004; Figura 24). Este deslocamento pode estar associado a uma zona de transferência, comum em sistemas distensivos e até mesmo transtensivos. Ao norte, há uma inflexão abrupta do sistema NE-SW para leste-oeste. Tal quebra, observada no mapa das principais calhas interpretadas (Figura 26), possivelmente é relacionada ao Lineamento Cococi (HEILBRON *et al.*, 2018), que está associado aos lineamentos leste-oeste da Província Borborema. Esta quebra infere que estes sedimentos podem também ser correlatos àquelas depositados no Graben de Cococi, considerado por muitos autores de mesma idade e origem da Bacia do Jaibaras (Figura 2). Apenas duas linhas sísmicas (0240 e 0295-009) por estarem localizadas no segmento NE da área de estudo identificaram esta mudança de direção das calhas pré-silurianas.

A interpretação sísmica ao longo da Bacia do Parnaíba identificou estratos pouco perturbados e plano paralelos. Os mapas de isópaca das Formações Itaim, Tianguá e Ipu (Figura 22) identificam uma considerável variação na espessura sedimentar ao longo das calhas do LTB. Tal espessamento sedimentar (atingindo até 1000 m ao longo do graben pré-siluriano) indica a forte atuação do LTB ainda nos processos de sedimentação do Grupo Serra Grande, em especial as Formações Tianguá e Ipu, mesmo após a erosão dos sedimentos pré-Silurianos, evidenciada pela PSU. Segundo Vaz *et al.* (2007), importantes lineamentos, como o LTB, controlaram as direções dos eixos deposicionais da bacia em sua fase inicial e durante sua evolução. Discute-se um novo sistema petrolífero na Bacia do Parnaíba, o Siluriano Tianguá-Ipu. Acredita-se no potencial exploratório nesta região ao longo do LTB, onde observam-se espessos pacotes sedimentares de rocha rica em matéria orgânica (Formação Tianguá) associados a estruturas magmáticas, como estruturas em salto de soleiras, que podem vir a ser importantes estruturas para aprisionamento de gás

A interpretação sísmica do LTB e as falhas associadas evidenciam pulsos de reativação ao longo do desenvolvimento da bacia. Ao analisar as linhas sísmicas interpretadas (Figura 21), observam-se processos de reativação que se estendem até os estratos mais superiores da bacia, capazes de deformar estruturas de soleiras intrudidas na seção sísmica, podendo ser um indica-

dor de reativações tectônicas durante os eventos magmáticos do Mesozoico. Esta reativação é mais evidente ao longo da falha mestra, principalmente na linha 0295-007, daí também o motivo desta falha ser considerada a falha principal do graben. No entanto, tais reativações não ficam claras no mapa topográfico (Figura 26), onde os baixos topográficos tem direção N-S e sem relação com a direção preferencial do graben mapeado, de N45E.

Os horizontes sísmicos interpretados foram inseridos no modelo gravimétrico 2D (Figura 33) e não foi suficiente para o ajuste da anomalia gravimétrica observada e calculada. Tal resultado já era esperado uma vez que os principais *trends* dos baixos gravimétricos do mapa de anomalia *Bouguer* não acompanham o principal depocentro da bacia, que atinge valores de até 4500 m de profundidade ao longo das principais calhas do Lineamento Transbrasiliano. Os dados potenciais que melhor se ajustam à resposta da bacia e de estruturas rasas foram os mapas de anomalia *Bouguer* residual (Figura 29 c) e o mapa de anomalia magnética (Figura 29 d). Ambos caracterizam os principais *trends* da bacia, o complexo sistema de falha do lineamento Transbrasiliano e as influências de intrusões magmáticas na zona de estudo. A modelagem gravimétrica ao longo da linha sísmica 0295-007 (Figura 33) realizada neste trabalho teve que considerar heterogeneidades na crosta superior. Estas heterogeneidades já haviam sido propostas por Daly *et al.* (2018), Watts *et al.* (2018) que inferiram o limite crosta manto em 42 km, profundidade utilizada no modelo. Ainda foi considerada no modelo a intrusão de um corpo de elevada densidade (possivelmente rochas ultramáficas) no limite da crosta continental superior/inferior numa profundidade de 25 km, esta poderia estar correlacionada com a reflexão de crosta média observada por Daly *et al.* (2018) (Figura 5) no centro da Bacia do Parnaíba. A profundidade da fonte gravimétrica inserida no modelo foi o resultado da aplicação de deconvolução de Euler, conforme a Figura 30. Um grande número de resultados de fontes foi encontrado ao longo dos limites entre anomalias positivas e negativas no mapa de anomalia *Bouguer*. Duas soluções foram calculadas ao longo da linha sísmica 0295-007, com profundidade próxima de 20 km. Utilizando o resultado do mapa gerado por deconvolução de Euler e informações da literatura, foi instalado no modelo um corpo de elevada densidade (2900 kg/m^3 - ultra-máfica?) em profundidades entre 20 e 25 km e ao longo da zona de cisalhamento do LTB, que poderia ter funcionado como conduto dos derrames magmáticos Mesozoicos ou ainda mais antigos. Porém, numa outra interpretação, a zona ao longo do LTB poderia vir a ser relacionada com rochas milonitizadas de alta densidade, por ser uma zona de intenso cisalhamento, no contato entre os dois blocos (Parnaíba e Borborema).

Nos trabalhos propostos por Nunes (1993) e Castro *et al.* (2014), estruturas graben-formes foram mapeadas com ênfase nos baixos de anomalia gravimétrica. Observa-se neste trabalho uma divergência entre os limites dos grabens pré-silurianos mapeados pelos autores (Figura 4) e os limites dos grabens interpretados nas linhas sísmicas deste trabalho (Figura 26). A resposta gravimétrica representada pela cobertura sedimentar desses grabens não é identificada ao longo do mapa de anomalia *Bouguer*, que muitas vezes, como se observa na Figura 29, apresenta elevados valores de anomalia gravimétrica na calha principal.

Observou-se também que os baixos gravimétricos analisados não se relacionam com a calha mapeada, nem com estruturas presente na bacia. Provavelmente são relacionados à influência gravimétrica de rochas de baixa densidade em nível crustal, como, por exemplo, blocos metassedimentares. Terrenos supracrustais originados nos processos de colisão do *Gondwana* durante o Neoproterozoico geraram os blocos metassedimentares que atualmente estão inseridos sob a Bacia do Parnaíba (CASTRO *et al.*, 2016). Tais blocos poderiam ser a fonte dos baixos gravimétricos deste trabalho, que atingem valores de -60 mGal a -80 mGal , com formas alongadas e de direção N30E (Figura 29) ao longo do perfil gravimétrico. A introdução de tais blocos metassedimentares no modelo gravimétrico (Figura 33) foi suficiente para o ajuste do modelo final. Porém, num recente trabalho de Pedrosa *et al.* (2017), associaram os baixos gravimétricos ao longo da Bacia do Jaibaras com blocos graníticos expostos em superfície. A assinatura gravimétrica do perfil ao longo da Bacia do Jaibaras analisado por Pedrosa *et al.* (2017) e o perfil utilizado neste trabalho (Figura 32) possuem um elevado grau de correlação, possibilitando assim uma nova alternativa para as fontes de anomalia gravimétrica negativas na zona de estudo.

Finalmente, o presente estudo revela uma bacia pré-Siluriana que provavelmente tem idade cambro-ordoviciana, devido ao seu contexto geológico e à sua posição geográfica acredita-se ser correlacionada às Bacias do Jaibaras e Cococi, que preserva ainda sua fase pré-rifte (Sequência I), provavelmente de idade neoproterozoica, e duas fases sin-riftes (Sequência II e Sequência III) depositadas por pelo menos dois pulsos distintos de rifteamento. Essa bacia se instalou em uma crosta heterogênea, como indica a análise dos dados potenciais, ao longo do Lineamento Transbrasiliano, mas também truncada por outros lineamentos, como é o caso de sua inflexão leste-oeste na altura do Lineamento Cococi. O sistema de falhas responsável pela instalação deste graben parece ter sofrido diversas reativações em diferentes fases após o Cambro-Orodviciano, tendo influenciado a deposição inicial do Grupo Serra Grande, fato demonstrado pelo mapa de isópacas de suas formações Ipu e Tianguá, no Siluriano. Além também de possivelmente ser reativado durante o Mesozoico, capaz de controlar e deformar as intrusões ígneas deste período. Cacama *et al.* (2015), por meio de análise de dados de sensoriamento remoto e de campo, caracterizou quatro fases de deformação na Bacia do Parnaíba: a primeira fase ocorre ao longo do Graben do Jaibaras com desenvolvimento de estruturas de temperatura mais elevada, as demais fases são eventos deformacionais subsequentes, que ocorrem afetando o Graben do Jaibaras como sequências paleozoicas, com geração de estruturas em temperatura baixa. De acordo com as interpretações sísmicas deste trabalho (Figuras 16, 17, 18, 19), foram observadas falhas que se limitam apenas nos depósitos da Sequência I, outras, de maior amplitude, cortam praticamente toda a bacia. Tais conjuntos de falhas podem ser correlacionados com a análise proposta por Cacama *et al.* (2015).

Essas suposições acima apresentadas ainda precisam ser corroboradas por dados mais precisos. Segundo Abelha, Petersohn e Bastos (2018), com o intuito de se estudar o potencial petrolífero desta área, foi anunciado o planejamento para a perfuração de um poço estratigráfico no ano 2018/2019, no graben ao longo da linha sísmica 0295-007, que poderá vir a confirmar tais conclusões.

CONCLUSÃO

Os resultados apresentados nesta dissertação contribuem de forma significativa para a caracterização estrutural e estratigráfica do embasamento da Bacia do Parnaíba em seu segmento Sudeste, ao longo do Lineamento Transbrasiliano. Novos mapas de isópacas do Grupo Serra Grande (Siluriano) e de sequências pré-silurianas foram importantes para um melhor entendimento da evolução geológica desta região durante o Paleozoico Inferior.

Com extensão de 240km na direção NE-SW e largura de até 17km na calha principal, estendendo-se por até 115km fora dela, a Bacia Pré-Siluriana atinge 2380m de espessura próximo à cidade de Jerumenha, no Piauí, e é discordantemente sobreposta por um pacote de até 1680m de espessura do Grupo Serra Grande. Em seu interior foram caracterizados três sequências sísmicas separadas por discordâncias, e foi proposto que tais sequências são correlatas às sequências da Bacia do Jaibaras, que, segundo Oliveira e Mohriak (2003), se caracterizam por três principais fases tectônicas, a primeira pré-rifte e outras duas sin-rifte, caracterizando pelo menos dois pulsos tectônicos durante sua instalação. A sequência pré-rifte, denominada Grupo Ubajara, foi correlacionada à sequência I com espessura máxima de 400m. Já as sequências II (sin-rifte I) e III (sin-rifte II) foram correlacionadas, respectivamente às Formações Maspê/Pacujá, com espessura máxima de 1500m e Aprazível com espessura máxima de 1200m. As falhas limítrofes do graben pré-siluriano são paralelas à direção do LTB, NE-SW, mas parecem sofrer inflexões, como na região norte da área, onde mudam sua direção abruptamente para leste-oeste na altura da Bacia do Cococi, esta de idade e contexto geológico similar aos do Graben Jaibaras (Cambro-Ordoviciano). O graben aqui estudado possui formato triangular e grosseiramente simétrico, no entanto, uma falha principal, denominada, falha mestra, foi aqui escolhida pois parece ter sido reativada durante a evolução posterior da Bacia do Parnaíba, atingindo horizontes mais rasos. Ela também coincide com uma anomalia magnética positiva linear e, assim como na Bacia do Jaibaras (Falha Sobral-Pedro Segundo), localiza-se na margem sudoeste do graben. Foram observadas soleiras ígneas no interior do graben, algumas também atingindo níveis mais rasos, indicando possivelmente os eventos Magmáticos do Mesozoico na região. Foi possível mostrar que as estruturas sedimentares inseridas na Bacia do Parnaíba e na Bacia Pré-Siluriana não apresentam relação direta com o mapa de anomalia *Bouguer* total e regional. Possivelmente tais anomalias gravimétricas no mapa *Bouguer* se relacionam a heterogeneidades do embasamento, ou ainda de variações no limite crosta/manto.

A modelagem gravimétrica 2D permitiu um melhor entendimento da estrutura crustal e da arquitetura da bacia. O corpo magmático de alta densidade inserido no limite da crosta superior/inferior, justificou o alto gravimétrico na região do Lineamento Transbrasiliano. Os baixos gravimétricos localizados fora dos principais depocentros da bacia, foram correlacionados a blocos metassedimentares inseridos na crosta superior, assim como proposto por Castro *et al.* (2016).

Porém, numa outra análise, poderiam ser correlacionados a blocos graníticos de baixa densidade, tais como aqueles de idade Cambriana presentes na borda do Graben do Jaibaras, como apresentado por Pedrosa *et al.* (2017).

Finalmente, a interpretação apresentada no presente trabalho deflagra inferências tanto sobre a evolução da Bacia do Parnaíba como do Lineamento Transbrasiliano durante o Paleozoico Inferior. Propõe-se um sistema de bacias de idade cambro-ordoviciana ao longo do Lineamento Transbrasiliano e também ao longo de lineamentos leste-oeste da Província Borborema, incluindo, além da calha aqui estudada em subsuperfície, as bacias aflorantes do Nordeste brasileiros, tais como as do Jaibaras e Cococi. Essas bacias foram formadas possivelmente em regime distensivo ou transtensivo dextral, como propõe Neto *et al.* (2013), e passaram por pelo menos dois pulsos de abertura e sedimentação (sequências II e III). Possivelmente, uma depressão ou reativações de suas falhas no início do Siluriano controlaram a deposição inicial da Bacia do Parnaíba, como demonstra o mapa de isópacas do Grupo Serra Grande. Além disso, essas falhas também foram reativadas posteriormente durante a evolução da bacia do Parnaíba, como propõe Cacama *et al.* (2015). Recomendamos para a melhor apuração de tais hipóteses em estudos futuros, a perfuração de um poço na região, já previsto por Abelha, Petersohn e Bastos (2018), além também de um trabalho detalhado de geologia estrutural a fim de entender a cinemática associada ao sistema de falhas do Lineamento Transbrasiliano durante o Paleozoico Inferior e suas fases de reativação.

REFERÊNCIAS

- ABELHA, M.; PETERSOHN, E.; BASTOS, G. New insights into the Parnaíba Basin : results of investments by the Brazilian National Petroleum Agency. 2018. Disponível em: <<http://sp.lyellcollection.org/content/specpubgsl/472/1/361.full.pdf>>.
- ALMEIDA, A. O magmatismo parapuí e a evolução geológica da bacia de jaibaras. DEGEO, Universidade Federal do Ceará, 1998.
- ARAUJO, C. E. G. de *et al.* U–pb detrital zircon provenance of metasedimentary rocks from the ceará central and médio coreaú domains, borborema province, ne-brazil: Tectonic implications for a long-lived neoproterozoic active continental margin. *Precambrian Research*, v. 206-207, p. 36 – 51, 2012. ISSN 0301-9268. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301926812000745>>.
- BLAKELY, R. *Potential theory in gravity and magnetic applications*. [S.l.: s.n.], 1996. ISBN 0-521-41508-X.
- BULHÕES, E. M. Técnica “volume de amplitude” para mapeamento de feições estruturais. 1999.
- BULHÕES, E. M.; AMORIM, W. N. Princípio da sismocamada elementar e sua aplicação à Técnica Volume de Amplitudes(TecVA). *International Congress of the Brazilian Geophysical Society*, d, p. pub. eletrônica, 2005.
- BULHÕES, F. C. *et al.* Fluxo para Construção do Modelo de Velocidade Regional da Bacia de Campos Bacia de Campos. n. Vi, 2014.
- CACAMA, M. S. J. B. *et al.* Assinatura estrutural e geofísica da Porção Norte (fronteira Ceará- Piauí) do Lineamento Transbrasiliano: reativação na Bacia do Parnaíba. *Geologia USP - Serie Científica*, 2015. ISSN 1519874X. Disponível em: <<http://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/20169>>.
- CAPUTO, M. Estratigrafia, idade e correlação do grupo Serra grande - Bacia do parnaíba. *Anais do xxxIII Congresso Brasileiro de Geologia*, 1984.
- CASTRO, D. L. de *et al.* Geophysical evidence of pre-sag rifting and post-rifting fault reactivation in the parnaíba basin, brazil. *Solid Earth*, Directory of Open Access Journals, v. 7, n. 2, p. 529–548, 2016. ISSN 18699529. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/301199732_Geophysical_evidence_of_pre-sag_rifting_and_post-rifting_fault_reactivation_in_the_Parnaiba_basin_Brazil>.
- CASTRO, D. L. de *et al.* Crustal structure beneath the paleozoic parnaíba basin revealed by airborne gravity and magnetic data, brazil. *Tectonophysics*, Elsevier, v. 614, p. 128–145, 2014.
- CHIGLINO, L. *et al.* Acritarchs of the ediacaran frecheirinha formation, ubajara group, northeastern brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, SciELO Brasil, v. 87, n. 2, p. 635–649, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0001-37652015000200635&script=sci_arttext>.
- CHOPRA, S.; MARFURT, K. J. Seismic attributes for prospect identification and reservoir characterization. *Geophysical Development Series No. 11*, 2007.

- CORDANI, U. G. *et al.* Tectonic map of South America. p. 16, 2016. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/16750>>.
- COSTA, M. *et al.* Geologia da bacia jaibaras; ceará, piauí e maranhão. *Projeto Jaibaras. DNPM/CPRM. Recife*, 1973.
- DALY, M. C. *et al.* Brasiliano crustal structure and the tectonic setting of the parnaíba basin of ne brazil: Results of a deep seismic reflection profile. *Tectonics*, v. 33, n. 11, p. 2102–2120, 2014. Disponível em: <<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/2014TC003632>>.
- DALY, M. C. *et al.* Cratonic basin formation: a case study of the Parnaíba Basin of Brazil. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1144/SP472.20>>.
- DAVIS, J. C. *Statistics and data analysis in Geology, 3rd ed . Clarification of zonation procedure described on pp . 238-239.* [S.l.: s.n.], 2002. v. 3. 646 p.
- De Castro, D. L. Modelagem gravimétrica 3-D de corpos graníticos e bacias sedimentares com embasamento estrutural de densidade variável. *Revista Brasileira de Geofísica*, 2005. ISSN 0102261X. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0102-261x2005000300008&script=sci_arttext>.
- DEWANGAN, P. *et al.* Automatic interpretation of magnetic data using euler deconvolution with nonlinear background. *Pure and Applied Geophysics*, v. 164, n. 11, p. 2359–2372, 2007. ISSN 00334553.
- DIX, C. H. Seismic velocities from surface measurements. *GEOPHYSICS*, 1955. ISSN 0016-8033.
- FUCK, R. *et al.* Transbrasiliano lineament: a review and new data from airborne surveys and srtm data. *Gondwana*, v. 14, p. 117, 2011.
- GARDNER, G. H. F. Formation velocity and density - The diagnostic basics for stratigraphic traps. *GEOPHYSICS*, 1974. ISSN 0016-8033.
- GEOSOFT. Gravity/Magnetic Modeling Software: User Guide Versin 4.9. NGA Inc.,. *Geosoft user Guide*, p. 101, 2004.
- GEOSOFT. MAGMAP Filtering Extensão montaj desenvolvida pela Geosoft. 2009. Disponível em: <https://www.geosoft.com/media/uploads/resources/brochures/om_magmap_b_2011_09_pt_web.pdf>.
- GÓES, A.; FEIJÓ, F. J. Bacia do Paranaíba. *Boletim de Geociencias da Petrobras*, v. 8, n. 1, p. 57–67, 1994.
- GÓES, A. M. A Formação Poti (Carbonífero Inferior) da Bacia do Parnaíba. p. 171, 1995.
- GOES, A. M. O. Estagio exploratorio e perspectivas petroliferas da bacia do parnaiba. *B. Geoci. PETROBRAS*, v. 4, p. 55–64, 1990. Disponível em: <<https://ci.nii.ac.jp/naid/10003533873/en/>>.
- GORAYEB, P. *et al.* Relações estratigráficas entre o granito meruoca e a sequência ubajara-jaibaras. In: *SBG, Congresso Brasileiro de Geologia*. [S.l.: s.n.], 1988. v. 35, p. 2678–2688.

- HANSEN, D. M.; CARTWRIGHT, J. A.; THOMAS, D. 3D Seismic Analysis of the Geometry of Igneous Sills and Sill Junction Relationships. *Geological Society, London, Memoirs*, v. 29, n. 1, p. 199–208, 2004. ISSN 0435-4052. Disponível em: <<http://mem.lyellcollection.org/lookup/doi/10.1144/GSL.MEM.2004.029.01.19>>.
- HEILBRON, M. *et al.* Geochemical and temporal provinciality of the magmatism of the eastern Parnaíba Basin, NE Brazil. *Cratonic Basin Formation: A Case Study of the Parnaíba Basin of Brazil*, v. 472, p. 1–28, 2018. ISSN 0305-8719. Disponível em: <<http://sp.lyellcollection.org/lookup/doi/10.1144/SP472.11>>.
- HEILBRON, M. *et al.* Magmatismo Da Porção Leste Da Bacia Do Parnaíba : Implicações Geodinâmicas). *Cbg*, 2016. Disponível em: <http://cbg2017anais.siteoficial.ws/ste01/ID9142_113103_52_Heilbron2016_Parnaiba.pdf>.
- NETO, J. M. *et al.* Expressão sísmica das reativações tectônicas do lineamento transbrasileiro na bacia do parnaíba. 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Joao_Morais_Neto/publication/264424423_Expressao_sismica_das_reativacoes_tectonicas_do_Lineamento_Transbrasileiro_na_Bacia_do_Parnaiba/links/56a655c308ae6c437c1aeacd.pdf>.
- NETO, J. M. M. *et al.* Revisão geocronológica e correlação regional do magmatismo fanerozóico na bacia do parnaíba e adjacências. p. 2, 2016.
- NEUMANN, P. E.-r. *et al.* Emplacement Mechanisms and Magma Flow in Sheet Intrusions in Sedimentary Basins Volcanic Basins Emplacement. p. 1–10, 2003.
- NOVAIS, F. G.; NEVES, B. d. B.; KAWASHITA, K. Reconhecimento cronoestratigráfico na região noroeste do ceará. In: *SBG, Simposio de Geologia do Nordeste*. [S.l.: s.n.], 1979. v. 9, p. 91–110.
- NUNES, K. C. Interpretação integrada da Bacia do Parnaíba com ênfase nos dados aeromagnéticos. In: *Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica*. [S.l.: s.n.], 1993. ISSN 0266-4909, 0266-4909.
- OLIVEIRA, D. C. de; MOHRIAK, W. U. Jaibaras trough: An important element in the early tectonic evolution of the Parnaíba interior sag basin, Northern Brazil. *Marine and Petroleum Geology*, 2003. ISSN 02648172. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264817203000448>>.
- PARENTE, C. *et al.* Bacias do estágio de transição do domínio setentrional da província borborema. *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo, Beca, p. 525–536, 2004.
- PEDROSA, N. C. *et al.* Architecture of the intracontinental Jaibaras Rift, Brazil, based on geophysical data. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 74, 2017. ISSN 08959811. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981114000868>>.
- PLANKE, S. *et al.* Seismic characteristics and distribution of volcanic intrusions and hydrothermal vent complexes in the Vøring and Møre basins. *Petroleum Geology: North-West Europe and Global Perspectives – Proceedings of the 6th Petroleum Geology Conference*, p. 833–844, 2005. ISSN 20479921. Disponível em: <<http://pgc.lyellcollection.org/lookup/doi/10.1144/0060833>>.

- PORTO, A. Mapeamento sísmico de intrusões ígneas na porção sudeste da bacia do parnaíba e suas implicações para um modelo de sistema petrolífero não convencional. *Monografia de Graduação, Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro*, 2013.
- PORTO, A. *et al.* The pre-Silurian Riachão basin: a new perspective on the basement of the Parnaíba basin, NE Brazil. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1144/SP472.2>>.
- ROSA, A. L. R. *Análise do sinal sísmico*. 1. ed. Rio de Janeiro: SBGF, 2010. 668 p. ISBN 09788588690158.
- SCHOBENHAUS, C. . B. B. N. A geologia do Brasil no contexto da plataforma Sul-Americana. In: *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. [S.l.: s.n.], 2003. ISBN 85-230-0790-3.
- SOARES, J. E. P. *et al.* Structure of the crust and upper mantle beneath the Parnaíba Basin, Brazil, from wide-angle reflection-refraction data. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.c.4058582>>.
- TALWANI, M. Computation with the help of a digital computer of magnetic anomalies caused by bodies of arbitrary shape. *Geophysics*, 1964. ISSN 1070485X.
- TALWANI, M.; WORZEL, J. L.; LANDISMAN, M. Rapid gravity computations for two-dimensional bodies with application to the Mendocino submarine fracture zone. *Journal of Geophysical Research*, 1959. ISSN 01480227.
- THOMPSON, D. T.; REID, a. B. EULDPH: A new technique for making computer-assisted depth estimates from magnetic data. *Geophysics*, 1982. ISSN 1070485X.
- TOZER, B.; WATTS, A. B.; DALY, M. C. Crustal structure, gravity anomalies, and subsidence history of the Parnaíba cratonic basin, Northeast Brazil. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, v. 122, n. 7, p. 5591–5621, 2017. ISSN 21699356. Disponível em: <<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2017JB014348>>.
- VASCONCELLOS, R. M. d. *et al.* Geofísica em levantamentos geológicos no Brasil. CPRM, 1990.
- VAZ, P. T. *et al.* Bacia do parnaíba. *Boletim de Geociências da Petrobras*, v. 15, n. 2, p. 253–263, 2007. ISSN 01029304.
- VIGNERESSE, J. L. Control of granite emplacement by regional deformation. *Tectonophysics*, 1995. ISSN 00401951.
- WATTS, A. B. *et al.* A comparative study of the Parnaíba, Michigan and Congo cratonic basins. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1144/SP472.6>>.
- WHITE, R.; SIMM, R. Tutorial: Good practice in well ties. *First Break*, v. 21, n. 10, p. 75–83, 2003. ISSN 02635046.
- WINOGRAD, S. On computing the Discrete Fourier Transform. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 73, n. 4, p. 1005–1006, 1976. ISSN 0027-8424. Disponível em: <<http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.73.4.1005>>.

WON, I. J.; BEVIS, M. Computing the gravitational and magnetic anomalies due to a polygon: Algorithms and Fortran subroutines. *GEOFYSICS*, 1987. ISSN 0016-8033.

ZALÁN, P. Influence of pré-Andean Orogenesis on the Paleozoic Intracratonic Basins of South America. *Simposio Bolivariano IX*, v. 7, 1991.