

ABSTRACTS OF THESES AND DISSERTATIONS

EVIDÊNCIAS GEOFÍSICAS DE DOMEAMENTO NA ESTRUTURAÇÃO PROFUNDA DA PORÇÃO CENTRAL DA FAIXA SERIDÓ (NE-BRASIL)

Nitzschia Regina Rodrigues Domingos

GEOLOGIA E GEOFÍSICA DE ROCHAS ULTRAMÁFICAS E CARBONATITOS EDIACARANOS INTRUSIVOS NO COMPLEXO SENADOR ELÓI DE SOUZA, MACIÇO SÃO JOSÉ DO CAMPESTRE, PROVÍNCIA BORBOREMA - NE DO BRASIL

Marcella Samyla de Miranda Silva

MODELAGEM DE FÍSICA DE ROCHAS E ANÁLISE DOS COEFICIENTES DE REFLEXÃO E DOS ATRIBUTOS ELÁSTICOS DOS RESERVATÓRIOS TURBIDÍTIOS MAASTRICHIANO DO CAMPO DE RONCADOR, BACIA DE CAMPOS

Mario Florencio Barreto Paiva

GEOPHYSICAL CONTRIBUTION TO THE ANALYSIS OF THE TECTONIC FRAMEWORK IN THE GOIÁS ALKALINE PROVINCE / CONTRIBUIÇÃO GEOFÍSICA A ANÁLISE DO ARCABOUÇO TECTÔNICO NA PROVÍNCIA ALCALINA DE GOIÁS

Elainy do Socorro Farias Martins

CONSTRUÇÃO DE UM MODELO TECTONO-ESTRATIGRÁFICO COM FOCO NO RESERVATÓRIO CARBONÁTICO DO PRÉ-SAL DO PROSPECTO DE GATO DO MATO, BACIA DE SANTOS

Raisa Carvalho Silva

EVIDÊNCIAS GEOFÍSICAS DE DOMEAMENTO NA ESTRUTURAÇÃO PROFUNDA DA PORÇÃO CENTRAL DA FAIXA SERIDÓ (NE-BRASIL)

Nitzschia Regina Rodrigues Domingos

Advisor: Dr. Walter Eugênio de Medeiros (PPGG/UFRN)

91 p. – Master Dissertation – January 8, 2020

ABSTRACT. The Seridó Belt (SB) is a Neoproterozoic schist belt in Borborema Province, northeast Brazil. It was deformed and metamorphosed in the context of the Pan-African/Braziliano orogeny. During this tectonic event, the crust was partially melted, particularly at the connection between the Patos shear zone and SB, thus altering its rheological properties and, consequently, influencing its deformation. Among the occurrences of rocks associated with partial melting, the Santa Luzia anatetic dome (c. 575 Ma) is particularly noteworthy. The aeromagnetic map of SB shows an expressive long-wavelength (>25 km) regional anomaly in the south-central part of the area. This anomaly is sigmoidal in shape and its central axis rotates from NNE-SSW to E-W near the Patos shear zone. Local anomalies with small wavelengths (<25 km) and large amplitudes (up to 2200 nT) overlap this regional anomaly. The limits of the magnetic anomalies often coincide with regional shear zones, thus revealing that the shear zones exert important tectono-structural control on the anomaly sources. Comparison with gravity data shows that both types of anomalies share the same common anomalous sources, being more magnetic and less dense than the surrounding crust. On the other hand, correlation with surface geology shows that the geophysical anomalies often occur in association within homogeneous magnetite-bearing migmatites and granites. We adopted two modelling approaches to analyse the available geophysical datasets. First, a three-dimensional (3D) automatic constrained inversion of the magnetic data was performed and, second, a two-and-a-half-dimensional (2.5D) interpreter-guided joint model was constructed based on magnetic and gravity datasets from three profiles. Through this work, we show the existence of a regional domical structure in the south-central part of SB. This large-scale gneiss dome is composed of four elongated internal structures, geophysically modelled as four anomalous bodies, besides the surrounding material. Together, these form a crustal structure with a long axis in the NE-SW direction that rotates to the E-W direction following the Patos shear zone. The Santa Luzia dome is a local small-scale example of this crustal-scale structure. The metasediments of the Seridó Group occur along synforms surrounding the internal structures that form the regional dome. In particular, because of the remarkable role of the Patos shear zone in shaping this crustal dome, the conception that the Patos shear zone was a very important tectonic constraint during the Pan-African/Braziliano orogeny.

RESUMO. A Faixa Seridó (FS) é um cinturão de rochas metassedimentares localizado na Província Borborema (NE do Brasil). Ela foi deformada e metamorfozada no contexto da Orogênese Pan-Africana/Brasiliiana. Neste evento tectônico, a crosta foi parcialmente fundida, particularmente na conexão da zona de cisalhamento Patos com a FS, alterando suas propriedades reológicas e, conseqüentemente, sua deformação. O domo anatético de Santa Luzia (~ 575 Ma) se destaca dentre as ocorrências de rochas associadas à fusão parcial. O mapa aeromagnético da FS mostra uma expressiva anomalia regional de longo comprimento de onda (> 25 km) em sua porção centro-sul. Esta anomalia apresenta forma sigmoidal e seu eixo central rotaciona de NNE-SSW para E-W próximo a zona de cisalhamento Patos. Anomalias de curto comprimento (< 25 km) e de grande amplitude (até 2.200 nT) se sobrepõem a anomalia regional. Os limites das anomalias magnéticas, frequentemente, coincidem com zonas de cisalhamento regionais, revelando que estas estruturas exercem importante controle tectono-estrutural sobre as fontes das anomalias. A comparação com dados gravimétricos evidencia que ambos os tipos de anomalias compartilham das mesmas fontes anômalas, sendo estas mais magnéticas e menos densas que a crosta circundante. Por outro lado, a correlação com a geologia de superfície mostra que as anomalias geofísicas muitas vezes ocorrem associadas com migmatitos e granitos ricos em magnetita. Nós realizamos duas abordagens de modelagem para os dados geofísicos: a primeira foi uma inversão automática 3D dos dados magnéticos e a segunda foi uma modelagem conjunta 2.5D, guiada pelo intérprete, dos dados magnéticos e gravimétricos ao longo de três perfis. Como resultado da análise integrada dos dados geofísicos e geológicos e da modelagem, nós evidenciamos a existência de uma estrutura dômica regional na porção centro-sul da FS. Este domo gnáissico em grande escala é composto por quatro estruturas internas alongadas, geofisicamente modeladas como quatro corpos anômalos, além do material circundante. Em conjunto, eles formam uma estrutura crustal com eixo principal na direção NE-SW que rotaciona para E-W, seguindo a zona de cisalhamento Patos. O domo de Santa Luzia é apenas um domo local em pequena escala dessa estrutura. Os metassedimentos do Grupo Seridó ocorrem em sinformes em torno das estruturas que compõem o domo regional. Em particular, devido ao notável papel da zona de cisalhamento Patos na formação da grande estrutura crustal, é reforçada a concepção de que este lineamento foi um limite tectônico importante durante a Orogênese Pan-Africana/Brasiliiana.

GEOLOGIA E GEOFÍSICA DE ROCHAS ULTRAMÁFICAS E CARBONATITOS EDIACARANOS INTRUSIVOS NO COMPLEXO SENADOR ELÓI DE SOUZA, MACIÇO SÃO JOSÉ DO CAMPESTRE, PROVÍNCIA BORBOREMA - NE DO BRASIL**Marcella Samyla de Miranda Silva**

Advisor: Dr. Zorano Sérgio Souza (PPGG/UFRN)

67 p. – Master Dissertation – December 15, 2020

ABSTRACT. Located in the São José do Campestre Massif, the Senador Elói de Souza Complex is a geological unit composed of 3.03 Ga granitic to tonalitic orthogneisses, mafic and ultramafic rocks characterized by metagabbros, metaclinopyroxenites and anorthosites with garnet and oligoclase, with the ultramafic bodies and carbonatites dated by the U-Pb method at 600 ± 03 Ma. These bodies have contact features evidenced through magmatic breccias with carbonate matrix and involving pyroxenite fragments. In addition, field data and 2D gravimetric modeling allowed interpreting carbonatites and pyroxenites as ellipsoidal bodies, the first one less expressive along the borders of the intrusion complex. The analysis of gravimetric data suggests they are shallow bodies and appear to truncate the low angle structures of the basement gneiss rocks. Clinopyroxenites have a well-preserved igneous texture, a low fractional pattern of rare earth elements $[(La_N / Yb_N) = 8.9-49.8]$ and negative Eu anomaly of $(Eu/Eu^* = 0.39-0.88)$. Carbonatites are calcite-rich, with diopside, phlogopite and olivine as main mafic phases, low concentration of rare earth elements, with parallel and slightly inclined patterns $[(La_N / Yb_N) = 1.5-8.6]$, in addition to enrichment of rare earth elements lightweight compared to heavy rare earth elements. The distinct geochemical behavior between these lithologies in Harker-type diagrams, in addition to a magmatic gap, suggests partial mixture of magmas. Occurrences of symplectite between clinopyroxene and plagioclase and grossular partially consumed generating scapolite indicate retrogression processes in clinopyroxenite. Recrystallization of calcite, serpentinization of olivine and deformation of phlogopite in carbonatite indicate the action of metamorphic events and fluid-rich (CO_2 , H_2O) metasomatism. The geological and geophysical data reported here may contribute to understand the Ediacaran mantle events in the Archean domain of the São José do Campestre Massif.

RESUMO. Localizado no Maciço São José do Campestre, o Complexo Senador Elói de Souza é uma unidade geológica composta por ortogneisses graníticos a tonalíticos de 3,03 Ga, rochas máficas e ultramáficas caracterizadas por metagabbros, metaclinopiroxenitos e anortositos com granada e oligoclásio, sendo os corpos ultramáficos e carbonatíticos datados pelo método U-Pb em zircão em 600 ± 03 Ma. Estes corpos possuem feições de contato evidenciados através de brechas magmáticas com matriz carbonática e envolvendo fragmentos de piroxenito. Além disso, dados de campo e modelagem gravimétrica 2D permitiram interpretar carbonatitos e piroxenitos como corpos elipsoidais, com os primeiros menos expressivos nas bordas dos complexos intrusivos. A análise de dados gravimétricos sugere corpos de baixa profundidade e truncamento de estruturas de baixo ângulo das rochas gnáissicas do embasamento. Os clinopiroxenitos possuem textura ígnea bem preservada, padrão pouco fracionado de elementos terras raras $[(La_N/Yb_N) = 8,9-49,8]$ e anomalia negativa de Eu $(Eu/Eu^* = de 0,39-0,88)$. Os carbonatitos são ricos em cálcio, com diopsídio, flogopita e olivina como fases máficas principais, baixa concentração de elementos terras raras, com padrões paralelos e levemente inclinados $[(La_N/Yb_N) = 1,5-8,6]$, além de enriquecimento de elementos terras raras leves em relação aos elementos terras raras pesados. O comportamento geoquímico distinto entre essas litologias em diagramas tipo Harker, além de brecha magmática, sugere mistura parcial de magmas. Ocorrências de simplectito entre clinopiroxênio e plagioclásio e grossulária parcialmente consumida gerando escapolita indicam processos de retrogressão no clinopiroxenito. Recristalização de calcita, serpentinização de olivina e deformação de flogopita em carbonatito indicam a atuação de eventos metamórficos e metassomatismo com fluidos ricos em CO_2 e H_2O . Os dados geológicos e geofísicos reportados neste trabalho podem contribuir para a compreensão de eventos ediacaranos no domínio arqueano do Maciço São José do Campestre.

MODELAGEM DE FÍSICA DE ROCHAS E ANÁLISE DOS COEFICIENTES DE REFLEXÃO E DOS ATRIBUTOS ELÁSTICOS DOS RESERVATÓRIOS TURBIDÍTICOS MAASTRICHIANO DO CAMPO DE RONCADOR, BACIA DE CAMPOS

Mario Florencio Barreto Paiva

Advisor: Dr. Wagner Moreira Lupinacci (UFF)

213 p. – Master Dissertation – April 27, 2021

ABSTRACT. Quantitative interpretation studies involving rock physics modeling and amplitude versus offset (AVO) analysis in Brazilian basins are still rare, although there are several publications with work successfully applied in several reservoirs around the world. Thus, this work proposes a study of quantitative interpretation, applying the most current knowledge and best industry practices to the turbiditic reservoirs of the RO 330 interval, Maastrichian age, from the high block of Roncador field, in the Campos Basin. Thus, an extensive review of all the theory necessary for the developed workflows is presented. The Roncador Field was responsible for the fifth largest daily national oil production in 2020, being the largest producer in a siliciclastic environment in activity in Brazil. Through the classical rock physics models of Gardner, Greenberg & Castagna, Gassmann's fluid substitution and cement models it was possible to discuss the results in terms of diagenetic processes that affect the elastic and petrophysical properties of rocks, bringing a different view on the environment of Roncador Field. This allowed us to apply the siliciclastic diagenesis and patchy cement models to estimate and modeling the elastic and petrophysical responses in the wells of this project. The interpretation and modeling of seismic amplitudes, based on reflection coefficients and AVO 1D analysis, revealed that some elastic attributes are sensitive to fluid and lithology discrimination. This finding, together with the results obtained in rock physics analysis, allowed the development of an elastic attribute, from the AVO Impedance (AVOI) technique, capable of satisfactorily capturing the geological and physical information discussed throughout this work for reservoir and non-reservoir rocks of RO 330 interval of the Roncador Field.

RESUMO. Estudos de interpretação quantitativa que envolvam modelagem de física de rochas e análise de amplitude versus offset (AVO) nas bacias brasileiras ainda são raros, embora existam várias publicações com trabalhos aplicados com sucesso em diversos reservatório ao redor do mundo. Dessa forma, esse trabalho se propõe a um estudo de interpretação quantitativa, aplicando os conhecimentos mais atuais e as melhores práticas da indústria aos reservatórios turbidíticos do intervalo RO 330, de idade Maastrichiana do bloco alto do Campo de Roncador, na Bacia de Campos. Assim, é apresentada uma extensa revisão de toda a teoria necessária aos fluxos de trabalho desenvolvidos. O Campo de Roncador foi responsável pela quinta maior produção nacional diária de petróleo em 2020, sendo o maior produtor em ambiente siliciclástico em atividade no Brasil. Através dos modelos clássicos de física de rochas de Gardner, Greenberg & Castagna, substituição de fluidos e os modelos de cimentação foi possível discutir os resultados em termos dos processos diagenéticos que afetam as propriedades elásticas e petrofísicas das rochas, trazendo uma visão diferente sobre o ambiente geológico do Campo de Roncador. Isso permitiu aplicar os modelos de diagênese siliciclástica e cimento irregular para estimar e modelar as respostas elásticas e petrofísicas nos poços deste projeto. A interpretação e modelagem das amplitudes sísmicas, baseada nos coeficientes de reflexão e análise de AVO 1D, mostrou que alguns atributos elásticos possuem sensibilidade para discriminação de fluidos e litologias. Esta constatação, juntamente com os resultados obtidos na análise de física de rochas, permitiu desenvolver um atributo elástico, a partir da técnica de Impedância de AVO (AVOI), capaz de capturar satisfatoriamente as informações geológicas e físicas discutidas ao longo deste trabalho para as rochas reservatório e não reservatório do intervalo RO 330 do Campo de Roncador.

GEOPHYSICAL CONTRIBUTION TO THE ANALYSIS OF THE TECTONIC FRAMEWORK IN THE GOIÁS ALKALINE PROVINCE

CONTRIBUIÇÃO GEOFÍSICA A ANÁLISE DO ARCABOUÇO TECTÔNICO NA PROVÍNCIA ALCALINA DE GOIÁS

Elainy do Socorro Farias Martins

Advisor: Dr. Roberta Mary Vidotti (IG/UnB)

91 p. – Doctorate Thesis – August 13, 2021

ABSTRACT. The Mesozoic Alkaline Magmatism on the South American Platform is related to the Gondwana breakup and the opening of the South Atlantic Ocean. This magmatism was responsible for the emplacement of the eight alkaline provinces in the central-south of Brazil, among them the Goiás Alkaline Province, target of this work. Some of the Goiás Alkaline Province complexes outcrop and others was indirectly mapped by magnetic data. The morphology of these bodies and type of the emplacement is not known and some authors claim that the reactivation of old zones of weakness from the Brazilian Precambrian basement, Brasiliano orogeny, may have been responsible for the structuring and emplacement of few bodies in these provinces. This work used geophysical processing techniques to interpret magnetic and gravity data, from 2.5 D gravity forward modeling and 3D Magnetic Vector Inversion. The geophysical data processing shows a tectonic control over the Goiás Alkaline Province, along the Brasiliano and Mesozoic structures and there was no predominance of alkaline bodies along the Azimuth 125. We find that the Brasiliano orogeny structures limited the crustal block that contains this Province and Gondwana breakup possibly created and reactivated these structures. The 3D Magnetic Vector Inversion allowed the identification of ten new smaller complexes. It was observed that the geometry of the bodies is varied, and the forms of the emplacement are pipe, t-shape, funnel, finger and dike, and the Registro do Araguaia complex is the one complex that reaches the greatest depth in subsurface, approximately, 19 km.

RESUMO. A quebra do Gondwana e abertura do Oceano Atlântico Sul foram responsáveis pelo magmatismo alcalino mesozoico que afetou a Plataforma Sulamericana. Este magmatismo foi responsável pela implantação de oito províncias alcalinas na porção centro-sul do Brasil, entre elas a Província Alcalina de Goiás, alvo deste trabalho. Alguns dos complexos da Província Alcalina de Goiás afloram e outros foram mapeados indiretamente por dados magnéticos. A morfologia desses corpos e o tipo de emplacement são desconhecidos, e alguns autores afirmam que a reativação de antigas zonas de fraqueza do embasamento pré-cambriano brasileiro, relacionadas à Orogenia Brasiliana, podem ter sido responsáveis pela estruturação e colocação de corpos nessa província. Este trabalho utilizou técnicas de processamento geofísico para interpretar dados magnéticos e gravimétricos, a partir da modelagem direta 2,5 D de dados gravimétricos e inversão do vetor magnético 3D. O processamento dos dados geofísicos mostrou um controle tectônico sobre a Província Alcalina de Goiás, ao longo das estruturas brasileiras e mesozóicas, e não houve predominância de corpos alcalinos ao longo do Azimute 125. Verificamos que as estruturas da Orogenia Brasiliana limitaram o bloco crustal que contém esta Província e a quebra do Gondwana possivelmente criou e reativou essas estruturas. A inversão do vetor magnético 3D permitiu a identificação de dez novos complexos menores. Observou-se que a geometria dos corpos é variada, e as formas de colocação são pipe, t-shape, funnel, finger e dique, e o complexo Registro do Araguaia é o que atinge maior profundidade em subsuperfície, aproximadamente, 19 km.

CONSTRUÇÃO DE UM MODELO TECTONO-ESTRATIGRÁFICO COM FOCO NO RESERVATÓRIO CARBONÁTICO DO PRÉ-SAL DO PROSPECTO DE GATO DO MATO, BACIA DE SANTOS

Raisa Carvalho Silva

Advisor: Dr. Wagner Moreira Lupinacci (UFF)

111 p. – Master Dissertation – August 23, 2021

ABSTRACT. The Santos Basin is the largest Brazilian offshore basin and is currently the main hydrocarbon producer in the country, comprising an area of approximately 350,000 km². Given the importance of understanding and analyzing its carbonate reservoirs, I propose the creation of a tectono-stratigraphic model of the Wildcat Prospect, which is located in the outer high, main region of the presalt carbonate reservoirs in the Santos Basin. The 3D model is focused on the presalt reservoir and the understanding of the main tectonic structures in this area and their relationships that conditioned the carbonate rocks deposition. I perform the following steps to analyze geological configurations and build the tectono-stratigraphic model: (I) Project creation, data loading and quality control; (II) Generation and analysis of seismic attributes, allowing identify and characterize the seismic terminations, seismic facies (debris, build-up, carbonate platform and lake bottom) and assist in tectono-stratigraphic analysis; (III) Well correlation and analysis, helped to understand that the wells 1-SHELL-23 and 3-SHELL-27-RJS are located on build-up seismic facies and have better permeability than the well 1-SHELL-26-RJS, located on the carbonate platform facies; (IV) Seismic interpretation of horizons and faults, that were used as input for the modeling of surfaces; (V) Isopach maps, showed that the wells located on the build-ups facies presented greater thickness in the upper part of the Barra Velha Formation; and (VI) Construction of the structural-stratigraphic model, that allowed to perform the compartmentalization of the blocks generating a three-dimensional understanding of the Wildcat Prospect. This study helps to understand the depositional and structural evolution of the presalt and provides a three-dimensional understanding of the influence of faults on the reservoir geometry. Faults influenced the eroded zone observed in the upper portion of Barra Velha Formation, since this erosion occurs mainly at the edges of the large-throw faults. The build-up seismic facies, the main reservoirs in the study area, have a trend NNW-SSE following the large-throw faults.

RESUMO. A Bacia de Santos é a maior bacia *offshore* e a principal produtora de hidrocarbonetos do Brasil, com uma área total de mais de 350,000 quilômetros e está localizada na plataforma continental brasileira. Dada a importância de melhor entender e analisar seus reservatórios carbonáticos, foi proposto a criação de um modelo geológico tectono-estratigráfico para o Prospecto de Gato do Mato. Este prospecto está localizado no Alto Externo, região que se encontra os principais reservatórios carbonáticos do pré-sal na Bacia de Santos. Este modelo 3D criado tem como foco o reservatório do pré-sal, o entendimento das principais estruturas encontradas nessa área e suas relações que condicionaram a deposição das rochas carbonáticas. Para analisar as configurações geológicas e desenvolver o modelo tectono-estratigráfico, foram realizados os seguintes passos: (I) criação do projeto, carregamento dos dados e controle de qualidade; (II) geração e análise de atributos sísmicos, que permitiu identificar e caracterizar as terminações sísmicas, e as fácies sísmicas (*debris*, *build up*, plataforma carbonática e fundo de lago), bem como auxiliou na análise tectono-estratigráfica; (III) análise poço-sísmica e correlação de poços, que permitiu compreender que os poços 1-SHELL-23 e 3-SHELL-27-RJS que estão localizados sobre a fácies *build-up* e apresentavam maiores valores de porosidade e permeabilidade do que o poço 1-SHELL-26-RJS, localizado sobre a fácies plataforma carbonática; (IV) interpretação sísmica de horizontes e falhas, que foram utilizados como dados de entrada para a modelagem das superfícies e dos planos de falhas; (V) construção de mapas de isópacas, ilustrando que os poços localizados sobre a fácies *build-ups* apresentavam maior espessura na Formação Barra Velha; e (VI) construção do modelo tectono-estratigráfico, que permitiu realizar a compartimentalização dos blocos, gerando um entendimento tridimensional do Prospecto de Gato do Mato. Este trabalho auxiliou na compreensão de como ocorreu a evolução deposicional e estrutural do pré-sal na área de estudo e forneceu um entendimento tridimensional da influência das falhas na geometria do reservatório. As falhas influenciaram a zona erodida observada na parte superior da Formação Barra Velha, uma vez que essa erosão ocorre principalmente nas bordas das falhas de grande rejeito. Por outro lado, quando são analisadas as localizações das fácies sísmicas do tipo *build-ups*, principal reservatório da área de estudo, observa-se que eles apresentam um *trend* preferencial NNW-SSE, seguindo as falhas de grandes rejeitos.