



SIGEP

Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil

SIGEP 052

Pavimento Estriado de Calembre, Brejo do Piauí Registro de geleiras continentais há 360 milhões de anos no Nordeste do Brasil

Mario Vicente Caputo¹
Luiza Corral Martins de Oliveira Ponciano^{2,3,4}

¹ Consultor independente. caputo@interconect.com.br

² Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ, bolsista doutorado CNPq. Av. Athos da Silveira Ramos, 274, CCMN, Cidade Universitária, 21941-916, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. luizaponciano@gmail.com

³ Departamento de Geologia e Paleontologia, Museu Nacional/UFRJ. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ.

⁴ Laboratório de Estudos de Comunidades Paleozóicas, Departamento de Ciências Naturais, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro/UNIRIO, Avenida Pasteur, 458, 22.240-290, Rio de Janeiro, RJ.

© Caputo, M.V.; Ponciano, L.C.M.O. 2010. Pavimento Estriado de Calembre, Brejo do Piauí - Registro de geleiras continentais há 360 milhões de anos no Nordeste do Brasil. *In*: Winge, M.; Schobbenhaus, C.; Souza, C.R.G.; Fernandes, A.C.S.; Berbert-Born, M.; Sallun filho, W.; Queiroz, E.T.; (Edit.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Publicado na Internet em 01/07/2010 no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio052/sitio052.pdf>
[atualmente <http://sigep.cprm.gov.br/sitio052/sitio052.pdf>]

[Ver versão final do [CAPÍTULO IMPRESSO](#) em: Winge, M. *et al.* (Ed.). 2013. Sítios geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília: CPRM, 2013, 332p.; v.3. il. 30cm. ISBN 978-85-7499-198-6]

(A referência bibliográfica de autoria acima é requerida para qualquer uso deste artigo em qualquer mídia, sendo proibido o uso para qualquer finalidade comercial)

Pavimento Estriado de Calembre, Brejo do Piauí

Registro de geleiras continentais há 360 milhões de anos no Nordeste do Brasil

SIGEP 052*

Mario Vicente Caputo¹

Luiza Corral Martins de Oliveira Ponciano^{2,3,4}

RESUMO - Na Bacia do Parnaíba, a influência glacial na porção mais superior da Formação Cabeças, de idade fameniana terminal, é evidenciada pela presença de clastos estriados, facetados e polidos em pavimentos estriados e tilitos, ritmitos com seixos pingados, matacões exóticos do embasamento e arenitos e tilitos glacialmente deformados. Nos municípios de Brejo do Piauí e Canto do Buriti (Estado do Piauí), afloram pavimentos estriados, destacando-se aquele nas proximidades do povoado Calembre, por sua maior dimensão e melhor qualidade de preservação. O citado pavimento é estriado, em parte polido, com cristas e sulcos subparalelos que apresentam espaçamentos decimétricos irregulares e profundidades centimétricas, tendo sido esculpido em arenitos conglomeráticos maciços ou com estratificação cruzada. Na superfície do pavimento ocorrem clastos, com tamanhos variando de seixos a blocos, alinhados ou dispersos e encravados no arenito, com feições de abrasão glacial. As estrias, cristas e sulcos possuem uma orientação média de N60°W neste pavimento. O deslocamento das geleiras de sudeste para noroeste, determinado pelas formas de desgaste em alguns clastos encravados, é coincidente com o sentido da paleocorrente principal do sistema fluvial da parte superior da Formação Cabeças. Em direção à margem oeste da bacia, os tilitos devonianos sobrepõem-se aos pavimentos estriados, às unidades estratigráficas cada vez mais antigas e ao embasamento, indicando que o processo relacionado à erosão glacial produziu uma significativa discordância na Bacia do Parnaíba. Apesar de este evento glacial ter abrangido todas as bacias sedimentares paleozóicas brasileiras e o embasamento pré-neo-ordoviciano, pavimentos resultantes desta glaciação têm sido identificados exclusivamente na Bacia do Parnaíba, constituindo a principal evidência direta da glaciação neofameniana no Supercontinente Gondwana Ocidental.

Palavras-chave: pavimento estriado; Formação Cabeças; idade neofameniana; tilito; Bacia do Parnaíba.

Striated Pavement of Calembre, Brejo do Piauí, State of Piauí

Record of 360 million years old continental glaciers in Northeastern Brazil

ABSTRACT – In the Parnaíba Basin, evidence of latest Famennian glacial influence is manifested in the uppermost portion of the Cabeças Formation, notably in the form of striated, faceted and polished clasts in tillites, striated pavements, rhythmites with dropstones, exotic basement boulders and deformed sandstones and tillites. Striated pavements are well-represented in the municipalities of Brejo do Piauí and Canto do Buriti (State of Piauí), particularly in outcrops near the locality of Calembre. This remarkably extensive and well-preserved pavement is polished and striated, with subparallel ridges and grooves that have irregular decimetric spacings and centimetric depths and are sculptured into massive conglomeratic or cross-stratified sandstones. Clasts occurring on the pavement surfaces vary in size from large pebbles to small cobbles; these are aligned or irregularly dispersed and embedded into the sandstone, some showing features of glacial abrasion. Striae, ridges and grooves generally trend N60°W. Southeast to northwest displacement of the glaciers, evidenced by the shape of some abraded clasts, coincides with the main paleocurrent direction of the upper Cabeças Formation's fluvial system. Toward the western margin of the Parnaíba Basin, Devonian tillites overlap striated pavements, progressively older stratigraphic units, and basement rocks, indicating that glacial erosion produced a significant unconformity in the Parnaíba Basin. Although the glacial event affected all Brazilian Paleozoic sedimentary basins and the pre-Late Ordovician basement, pavements resulting from this glaciation have only been identified in the Parnaíba Basin, thus providing direct evidence of latest Famennian glaciation on the Western Gondwana supercontinent.

Key words: striated pavement, Cabeças Formation, late Famennian, tillite, Parnaíba Basin.

* Publicado na Internet em 01/07/2010 no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio052/sitio052.pdf>

¹ Consultor independente. caputo@interconnect.com.br

² Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ, bolsista doutorado CNPq. Av. Athos da Silveira Ramos, 274, CCMN, Cidade Universitária, 21941-916, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. luizaponciano@gmail.com

³ Departamento de Geologia e Paleontologia, Museu Nacional/UFRJ. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ.

⁴ Laboratório de Estudos de Comunidades Paleozóicas, Departamento de Ciências Naturais, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro/UNIRIO, Avenida Pasteur, 458, 22.240-290, Rio de Janeiro, RJ.

INTRODUÇÃO

Pavimentos estriados constituem a principal evidência direta de glaciação pretérita em uma região, onde informações como a direção e o sentido de movimentação das geleiras ainda podem ser recuperadas. Além disso, auxiliam no desenvolvimento de estudos sobre paleoambientes deposicionais e reconstituições paleogeográficas, tendo sua relevância paleoclimática muito valorizada atualmente, devido ao crescente interesse da sociedade pelas mudanças climáticas pretéritas e futuras.

A característica fundamental de uma geleira é a sua capacidade de mover-se pela ação da gravidade. O gelo isento de fragmentos tem um poder erosivo insignificante. Os pavimentos se formam pelo atrito da geleira, carregada em sua base com fragmentos de rochas duras, durante seu movimento sobre um substrato rochoso menos resistente. A espessa massa de gelo funciona como uma lixa gigante ao longo dos vales e superfícies glaciais, raspando o substrato e produzindo uma “farinha” de rochas que, juntamente com os fragmentos remanescentes da fusão do gelo, forma uma rocha classificada como tilito. Durante a fase de crescimento do gelo na geleira (fase expansiva) predomina a erosão e quando a geleira recua devido ao degelo (fase retrativa) deposita o tilito. Tilito é um termo genético que pode ser descrito como uma rocha formada sob influência e contato glacial, sendo constituída por fragmentos de rochas de grande variedade petrográfica e com diversos tamanhos, dispersos em uma matriz siltico-argilosa. Diamictito é um termo descritivo (não genético) que abrange também os tilitos. Todo tilito é um diamictito, mas nem todo diamictito é um tilito. Deve ser provada a influência glacial na sedimentação do tilito, pois existem diamictitos de outras origens, como os resultantes de fluxo de detritos. No tilito, os fragmentos de rocha podem apresentar estrias, facetas, polimento e adquirir formato de ferro de engomar. Blocos de gelo flutuantes (*icebergs*) podem liberar fragmentos de rochas em meio aquoso, que se incorporam aos sedimentos do fundo lacustre ou marinho e são denominados de seixos pingados.

Várias glaciações foram identificadas no registro geológico do Brasil, dentre elas a que ocorreu no final do Devoniano. Nas bacias paleozóicas brasileiras, somente há pouco mais de duas décadas a glaciação neodevoniana foi confirmada e passou a ser analisada detalhadamente (Caputo, 1984a-b; Caputo 1985; Caputo & Crowell, 1985; Caputo *et al.*, 2006a-b; Caputo *et al.*, 2008). Apesar de o evento glacial neodevoniano ter abrangido todas as grandes bacias sedimentares paleozóicas do Brasil, pavimentos estriados do Neodevoniano foram identificados exclusivamente na Bacia do Parnaíba, onde se localizam os melhores registros deste evento glacial.

Na Bacia do Amazonas os afloramentos de camadas desta idade (exibindo influência glacial) são mais restritos, enquanto nas bacias do Paraná e do Solimões tais sedimentos são encontrados apenas em subsuperfície (Caputo *et al.*, 2008).

Na região andina da Argentina, Bolívia e Peru também foram identificadas formações com influência glacial (Díaz-Martínez & Isaacson, 1994; Díaz-Martínez *et al.*, 1999; Isaacson *et al.*, 1999; Carlotto *et al.*, 2006), de mesma idade que nas bacias brasileiras. Na África há vários países que apresentam evidência glacial no Devoniano terminal, dentre os quais podem ser citados: Líbia, Níger, Gana e África do Sul (Caputo, 1985; Streel *et al.*, 2000a). Outros países africanos também possuem registros de glaciação, mas sua idade devoniana ainda não foi definitivamente comprovada. Mais recentemente, pesquisadores americanos reconheceram que a parte leste dos Estados Unidos da América também apresenta vestígios de uma glaciação neodevoniana (diamictitos e laminitos com alguns seixos estriados e pingados), em uma faixa com cerca de 400 km de extensão, desde o Estado da Virgínia Ocidental ao Estado da Pensilvânia (Cecil *et al.* 2002, 2004; Brezinski *et al.*, 2008). O fato de ainda não terem sido encontrados pavimentos estriados nessa região tem provocado a contestação da interpretação glacial, por parte de alguns investigadores. Porém, esses depósitos são contemporâneos aos da América do Sul e da África, sugerindo que o esfriamento climático no final do Neodevoniano também foi de caráter global, envolvendo grande parte do Supercontinente Gondwana Ocidental e alcançando, inclusive, uma porção adjacente do Supercontinente Laurásia. Esta condição paleoclimática sugere que o oceano, que separava estes supercontinentes no fim do Devoniano, era muito mais estreito do que mostram as reconstituições paleogeográficas, realizadas por vários autores.

O mesmo episódio de esfriamento climático também é detectado indiretamente no registro geológico de outros continentes, através de estudos sedimentológicos, geoquímicos e paleontológicos que evidenciam discordâncias estratigráficas, rebaixamento do nível do mar, redução da biodiversidade e extinções faunísticas no final do Devoniano (Isaacson *et al.*, 1999; Streel *et al.*, 2000b; Caputo *et al.*, 2008).

Deste modo, os pavimentos estriados dos municípios de Canto do Buriti e Brejo do Piauí (onde se localiza o maior pavimento exposto, no povoado Calembre, Estado do Piauí) tornam essa região muito importante para a interpretação da paleoclimatologia na parte final do Período Devoniano (Fig. 1). Além disso, no registro geológico, são raras as ocorrências de afloramentos com pavimentos estriados. Trata-se de um tipo de feição de difícil preservação, pois se limita a uma superfície. O pavimento estriado de

Calembre deve ser protegido, pois além do seu valor científico único, poderá ser utilizado na ampliação do roteiro turístico do Estado do Piauí.

Atualmente, excursões com enfoques educativos, turísticos e culturais são realizadas principalmente no Parque Nacional da Serra da Capivara, em São

Raimundo Nonato, abrangendo os afloramentos ao norte do parque (que se encontram próximos à Calembre). Complementando este roteiro figuram os belos afloramentos da Formação Cabeças no Parque Nacional de Sete Cidades, no Município de Piripiri.



Figura 1 - Vista parcial do pavimento estriado de Calembre, com seixos e blocos esparsos encravados no arenito da parte superior da Formação Cabeças. Martelo na parte central da foto como escala. Foto: L.C.M.O. Ponciano, 2008.

Figure 1 - Partial view of the striated pavement of Calembre, with sparse pebbles and cobbles embedded in sandstone of the uppermost part of the Cabeças Formation. Scale indicated by hammer in center of photo. Photo: L.C.M.O. Ponciano, 2008.

LOCALIZAÇÃO

O sítio localiza-se, por via rodoviária, a 423 km ao sul da capital do Estado do Piauí, Teresina. O pavimento em questão ocorre no Município de Brejo do Piauí, na estrada de terra próxima ao povoado Calembre. As coordenadas geográficas do pavimento, aferidas por GPS, são: 08°15'02"S - 042°52'57"W, com elevação de 271m.

O acesso a esta feição pode ser feito através de duas rodovias asfaltadas. O povoado Calembre é cruzado por uma estrada de terra que comunica as rodovias estaduais PI-140 e PI-141.

O primeiro acesso ao pavimento localiza-se 21 km ao sul de Canto do Buriti, em direção a Brejo do Piauí.

A partir de Canto do Buriti, deve-se seguir por 10 km na rodovia PI-140 (Canto do Buriti - São Raimundo Nonato), e entrar à esquerda na rodovia PI-141, em direção a Brejo do Piauí. Nesta, continuar por cerca de 3 km para leste até a Escola Elesbão Marques e a partir desse ponto virar à direita, percorrendo a estrada de terra por mais 8 km até Calembre.

O segundo acesso é feito a partir de Canto do Buriti em direção a São Raimundo Nonato, através da rodovia PI-140, seguindo por 16 km para sul, ou seja, 6 km após o cruzamento das estradas PI-140 e PI-141. Nesse ponto, onde há uma tabuleta com o nome do povoado, dobra-se a esquerda e percorre-se 2,5 km de estrada de terra até Calembre. O pavimento fica a cerca de 600 m ao sul deste povoado (Fig. 2).

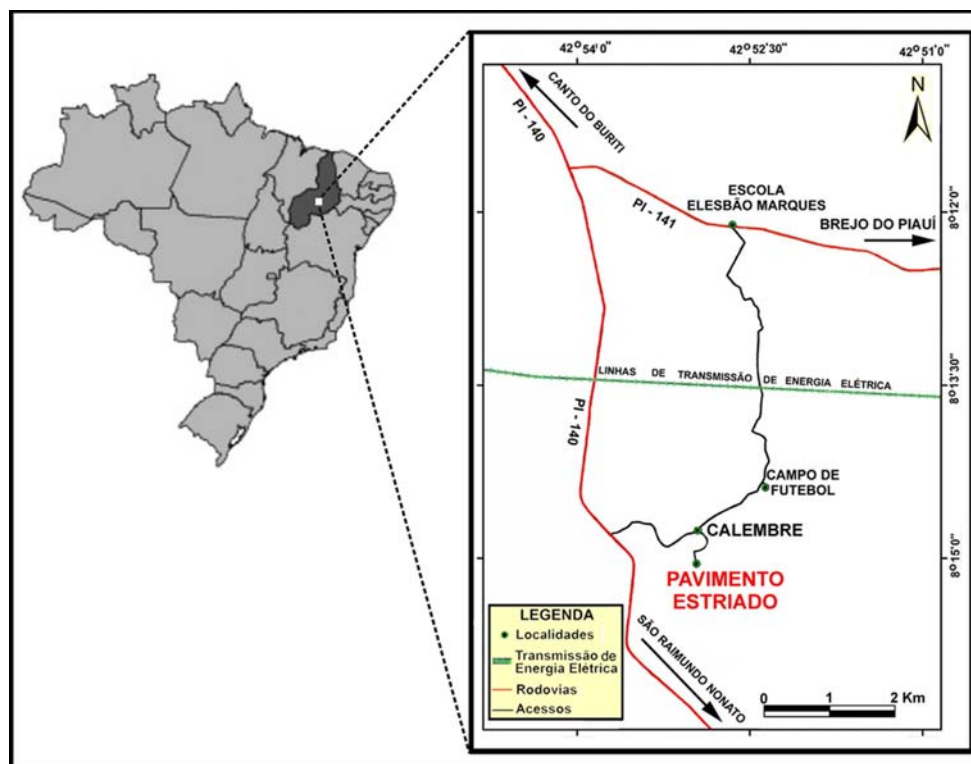


Figura 2 – Mapa índice e localização do sítio Pavimento estriado de Calembre, no Município de Brejo do Piauí, Estado do Piauí. Figura: M.V. Caputo & L.C.M.O. Ponciano.

Figure 2 - Index map showing site location of the striated pavement of Calembre, Brejo do Piauí Municipality, State of Piauí. Figure: M.V. Caputo & L.C.M.O. Ponciano.

HISTÓRICO

A primeira menção, na literatura brasileira, sobre camadas devonianas de origem glacial deve-se a Moura (1938), que interpretou os diamictitos de testemunhos de sondagens rasas, no Município de Itaituba (Estado do Pará), como tendo sido depositados sob condições glaciais na Bacia do Amazonas (Formação Curuá). Na borda oeste da Bacia do Parnaíba, os diamictitos foram interpretados primeiramente por Kegel (1953) como tilitos, em função de suas feições texturais e seixos estriados, em testemunhos do poço 1-CL-1-MA, no Município de Carolina (Estado do Maranhão). Malzahn (1957) mapeou tilitos e varvitos com seixos pingados sobrepostos a pavimentos estriados na porção sudeste da Bacia do Parnaíba, ao longo da antiga estrada (atualmente abandonada) de Canto do Buriti para São Raimundo Nonato, 51,8 km a SSE da primeira cidade (Bigarella, 1973), no Estado do Piauí.

A atribuição litoestratigráfica desses sedimentos permaneceu incerta por muitos anos, e variou desde a parte superior da Formação Serra Grande (Malzahn, 1957; Bigarella, 1973), passando pela Formação Pimenteira (Malzahn, 1957; Barbosa *et al.*, 1966; Andrade & Daemon, 1974), até a parte média da Formação Longá (Kegel, 1953; Barbosa *et al.*, 1966). Moore (1963), em seu mapeamento realizado no sudeste da Bacia do Parnaíba, situou o tilito de

Carolina na parte superior da Formação Cabeças. Aguiar (1971) também posicionou os diamictitos de forma idêntica, caracterizando a Formação Cabeças como composta predominantemente por arenitos finos, médios e grossos, quartzosos, com delgadas intercalações de siltitos e folhelhos. Essa unidade apresenta em sua parte superior tilitos, os quais, por sua vez, são sucedidos por delgadas camadas de arenito (5-10 m), que localmente podem estar ausentes, ou por folhelhos ainda do Devoniano da Formação Longá. Na parte sudeste da Bacia do Parnaíba ocorrem também diamictitos e arenitos grossos com matações dispersos de quartzo e quartzito, estes provavelmente de origem proglacial (Caputo, 1985; Caputo *et al.*, 2005).

Daemon (1974), baseado em estudos palinológicos, referiu estes tilitos ao Estruniano (Fameniano terminal). Loboziak *et al.* (1991, 1992, 1993), Melo *et al.* (1998) e Melo & Loboziak (2003) refinaram a bioestratigrafia dos mesmos, correlacionando-os com as zonas de esporos *Retispora lepidophyta-Indotriradites explanatus* (LE) e *Retispora lepidophyta-Verrucosisporites nitidus* (LN) da Europa Ocidental, ambas correspondentes ao final do Fameniano. Conjuntamente, as duas palinozonas equivalem à Zona *praesulcata* de conodontes, o que restringe o tempo deposicional dos estratos glaciogênicos aos últimos três milhões de anos do período Devoniano, segundo a escala geocronológica

de Gradstein *et al.* (2004), ou aos últimos dois milhões de anos, conforme a escala de Kaufmann (2006). A idade do fim do Devoniano estimada por Gradstein *et al.* (2004) é 359,2 +/- 2,5 Ma e por Kaufmann (2006) é 360,7 +/- 2,7 Ma.

Houve muita polêmica quanto à natureza dos tilitos devonianos, pois as primeiras interpretações foram recebidas com ceticismo pela grande maioria da comunidade geológica. À época, poucos geólogos trataram do assunto. Os sedimentos eram considerados como resultantes de correntes de turbidez por Ludwig (1964), fluxo de lama ou sedimentação glacial por Rodrigues (1967), ou fluxo de detritos relacionados a falhas por Lima (1978) e Lima & Leite (1978). De acordo com Della Piazza *et al.* (1966), os seixos pingados nos ritmitos de pequena espessura e localizados, que ocorrem no flanco leste da bacia, poderiam ser originados pela ação de jangadas. Estes autores não discutem a natureza das jangadas. Andrade & Daemon (1974) contestaram a deposição desses sedimentos em condições glaciais ou por correntes de turbidez, argumentando que a fauna da Formação Cabeças era incompatível com o ambiente glacial e que o ambiente deposicional era demasiado raso para o desenvolvimento de correntes de turbidez. Sabe-se hoje, porém, que os macrofósseis marinhos da Formação Cabeças limitam-se somente à parte basal e mais antiga da unidade, designada Membro Passagem por Plummer (1948) e cuja idade é givetiana (Melo, 1988). Esses arenitos costeiros, de ocorrência restrita ao flanco leste da bacia, interdigitam-se com pelitos e arenitos givetianos de plataforma rasa da Formação Pimenteira (como visto, por exemplo, na localidade Barreiro Branco, Estado do Piauí), sendo provavelmente separados do restante da Formação Cabeças (fameniana) por uma discordância regional.

Muitos investigadores também não reconheceram a ocorrência de glaciação durante o Devoniano (Dickins, 1993, da Austrália e Mabesoone, 1975, do Brasil), alegando que durante todo este período o clima manteve-se quente e úmido, também no nordeste do Brasil. Outros geólogos argumentaram que, se realmente os sedimentos tivessem sofrido influência glacial, eles poderiam ter sido depositados apenas em condições alpinas. Se fossem depósitos de altitude, não implicariam na existência de uma verdadeira idade glacial, nem em uma refrigeração climática de caráter mundial no Devoniano. Contudo, estudos palinológicos confirmaram a influência marinha e a idade devoniana terminal dos tilitos (Loboziak *et al.*, 1991, 1992, 1993).

Diversas evidências foram coletadas, organizadas e apresentadas por Caputo (1984, 1985) e Caputo *et al.* (2005, 2008) sobre os tilitos presentes em superfície (bacias do Parnaíba e do Amazonas) e em subsuperfície (bacias do Paraná, Parnaíba, Amazonas,

Solimões, Marajó e Jatobá). Elas comprovam definitivamente a influência glacial nestes sedimentos da América do Sul, depositados em paleoambientes continentais e marinhos no final do Devoniano.

DESCRIÇÃO DO SÍTIO

Embora outras ocorrências de pavimentos estriados tenham sido relatadas por Malzahn (1957), Bigarella (1973) e Caputo (1984a-b, 1985) no Estado do Piauí, o afloramento de Calembre é a melhor região exposta deste tipo de feição na borda sudeste da Bacia do Parnaíba, ocupando uma área aproximada de 350 m².

No local encontra-se um pavimento horizontal, relativamente plano, polido e estriado, com cristas e sulcos subparalelos, espaçamentos irregulares decimétricos e profundidades centimétricas.

O pavimento foi esculpido em arenitos conglomeráticos maciços ou com estratificação cruzada, com a superfície endurecida e enegrecida por óxidos de ferro, situados na porção superior da Formação Cabeças, de idade neofameniana (Fig. 3). Esta feição é parcialmente cruzada por uma antiga estrada de terra (felizmente desativada) e por um riacho, que em épocas de cheia extravasa por sobre o pavimento, ora lavando, ora cobrindo com detritos a superfície exposta.

Estão presentes na superfície do pavimento clastos de tamanhos diversos, variando de seixos a blocos, alinhados ou dispersos e encravados no arenito (Fig. 4), alguns dos quais apresentando também feições de abrasão glacial, como faces, estrias e polimento (Figs. 5 e 6). A profusão de clastos, com feições de abrasão glacial ocorrida dentro da geleira e no arenito do pavimento, sugere que o arenito seja de origem interglacial e proglacial, situação esta que ocorre em outras localidades como em Pedro Afonso (Estado do Tocantins), onde dois níveis de diamictito estão separados por um corpo de arenito interglacial.

As estrias, cristas e sulcos do pavimento possuem uma orientação média de N60°W neste local. O deslocamento das geleiras, de sudeste para noroeste, determinado pelas formas de desgaste em alguns dos seixos encravados, é coincidente com o sentido da paleocorrente principal do sistema fluvial da parte superior da Formação Cabeças (Ponciano, 2009).

Malzahn (1957), o primeiro a divulgar a presença de pavimento estriado nesta bacia, na antiga estrada Canto do Buriti-São Raimundo Nonato, descreveu acima da superfície estriada tilito (1,5m), seguido por varvito (ritmito-3,5m) e no topo do platô, arenito síltico e silito (2,0m). Afloramento este também descrito por Bigarella (1973) que informou que os sulcos apresentam 5 cm de profundidade e o diamictito apresenta uma espessura de 3,5m.



Figura 3 - Seção transversal do arenito conglomerático maciço ou com estratificação cruzada, no topo da Formação Cabeças, com sulcos e estrias na superfície e de provável origem proglacial. Foto: L.C.M.O. Ponciano, 2008.

Figure 3 - Cross-section of massive conglomeratic or cross-stratified sandstone beds at the top of the Cabeças Formation, with striae and grooves on the surface. These strata are probably of proglacial origin. Photo: L.C.M.O. Ponciano, 2008



Figura 4 - Superfície estriada e endurecida com sulcos, cristas e clastos encravados, alinhados ou dispersos. Foto: L.C.M.O. Ponciano, 2008.

Figure 4 - Hardened striated surface showing ridges and grooves with embedded, aligned or dispersed clasts. Photo: L.C.M.O. Ponciano, 2008



Figura 5 - Seixo biselado pela ação glacial encaixado no pavimento, indicando o sentido do transporte do gelo, da direita para a esquerda (N60oW). Foto: M.V. Caputo, 1998.

Figure 5 - Glacially beveled pebble embedded in the pavement, indicating the direction of ice transport from right to left (N60oW). Photo: M.V. Caputo, 1998.



Figura 6 – Seixo facetado encaixado no arenito do pavimento da Formação Cabeças. A geleira aplainou a superfície do seixo. Foto: M.V. Caputo, 2010.

Figure 6 – Faceted pebble embedded in the pavement of the Cabeças Formation. The glacier planed the pebble surface. Photo: M.V. Caputo, 2010.

Num antigo acesso ao pavimento, a partir da rodovia PI-140 (atualmente desativado), ocorrem tilitos pouco consolidados e bastante alterados, com coloração castanha amarelada ou avermelhada, que capeiam também os platôs da região. O tilito devoniano alterado vinha sendo confundido com sedimentos terciários nos mapas geológicos da região (Lima & Leite, 1978; Correia Filho, 2006, 2009). Estes depósitos apresentam vários metros de espessura e incluem alguns clastos com característica abrasão glacial, tais como seixos estriados e com forma de sabonete ou de ferro de engomar.

Em direção à margem oeste da bacia, os tilitos devonianos sobrepõem-se discordantemente aos pavimentos estriados, às unidades estratigráficas cada vez mais antigas e ao embasamento. Isso comprova que o processo relacionado à erosão glacial foi muito energético, tendo produzido, em curto espaço de tempo, uma notável discordância anteriormente insuspeitada na Bacia do Parnaíba (Loboziak *et al.*, 2000; Caputo & Reis, 2006). Localmente, a erosão glacial removeu a porção arenosa da Formação Cabeças, abaixo dos tilitos, e ainda as formações Pimenteira, Itaim e Jaicós, assentando os sedimentos glaciais diretamente sobre o embasamento metamórfico, como ocorre em Colinas do Tocantins (Fig. 7). Ali, os tilitos da Formação Cabeças interpõem-se entre o embasamento e a Formação Longá. O perfil esquemático da figura 7 exclui as formações mais novas que o Eocarbonífero nos poços amostrados. O perfil começa no poço 1-CA-1-MA (Caraíba - Estado do Maranhão), passa pelo poço 1-CL-1-MA (Carolina – Estado do Maranhão), alcança os afloramentos na estrada Belém-Brasília (Estado do Tocantins), onde também ocorrem pavimentos, e termina nos afloramentos da estrada que dá acesso à cidade de Colinas do Tocantins.

Ainda na borda ocidental da bacia, a datação bioestratigráfica de diferentes camadas da Formação Pimenteira, sotopostas aos tilitos, mostra que elas se tornam mais antigas para oeste (Loboziak *et al.*, 2000). Fragmentos de folhelhos e oólitos ferruginosos de níveis inferiores da Formação Pimenteira foram erodidos e incorporados ao tilito, enquanto que em outros locais, o mesmo contém matacões do arenito Itaim e do embasamento (Ribeiro, 1984).

Os tilitos e ritmitos da borda oeste também exibem uma proporção muito elevada (até 95%) de palinomorfos eifelianos a famenianos retrabalhados, oriundos de formações devonianas mais antigas (Streel *et al.*, 1993; Streel *et al.*, 2000b; Loboziak *et al.*, 2000), sugerindo intenso retrabalhamento e rápida erosão durante o evento glacial. A existência de tilitos sobre várias unidades estratigráficas levou à formulação de 3 hipóteses errôneas, como a de que existiriam tilitos de diferentes idades, ou ainda, que o contato dos tilitos com outras formações aflorantes seria indicativo de falhas ou o desaparecimento das areias da Formação Cabeças, sob os diamictitos, seria devido à mudança de fácies para os folhelhos da Formação Pimenteira.

SINOPSE SOBRE A ORIGEM, EVOLUÇÃO GEOLÓGICA E IMPORTÂNCIA DO SÍTIO

Durante o Devoniano, o clima global manteve-se relativamente quente e uniforme até o fim do Frasniano, quando o nível do mar apresentou uma das maiores elevações na história da Terra, inundando grandes áreas no interior dos continentes, e

originando plataformas mais amplas e mares epicontinentais. A elevação eustática subtraiu grande quantidade de CO₂ da atmosfera e do mar, o qual foi incorporado na forma de matéria orgânica em sedimentos marinhos acumulados sob condições anóxicas. Esta enorme e contínua depleção em CO₂ atmosférico causou um efeito anti-estufa que

desencadeou a glaciação do final do Fameniano (Caputo, 1994). Em consequência, o nível do mar baixou acentuadamente, e a parte ocidental do Continente Gondwana, então situada sobre a região do Polo Sul, foi encoberta por geleiras que promoveram extensa erosão glacial. (Fig. 8)

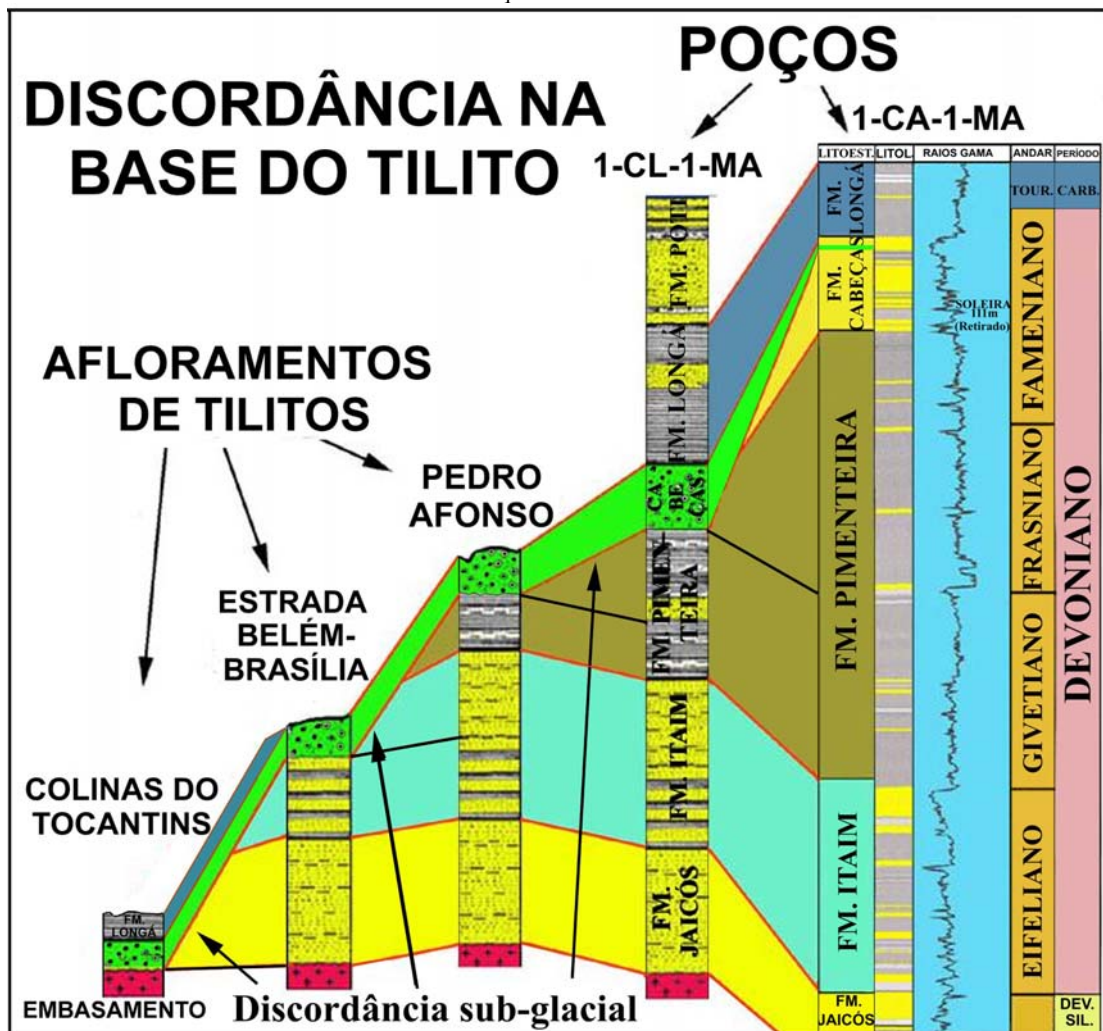


Figura 7 - Em direção à margem sudoeste da Bacia do Parnaíba, os tilitos devonianos sobrepõem-se aos pavimentos estriados, às unidades litoestratigráficas cada vez mais antigas e ao embasamento. Figura: M.V. Caputo.

Figure 7 - Toward the western margin of the Parnaíba Basin, Devonian tillites overlap striated pavements, increasingly older stratigraphic units, and basement rocks. Figure: M.V. Caputo.

A fase erosiva (expansiva) com o avanço das geleiras resultou na ausência, sob o tilito, da Palinozona LL (*lepidophyta-literatus*) por praticamente toda a extensão da Bacia do Parnaíba, o mesmo se verificando nas bacias do Amazonas e Solimões. A fase deposicional, (retrativa) originou tilitos e outros sedimentos glaciogênicos portadores da Palinozona LE (*lepidophyta-explanatus*) e parte da Palinozona LN (*lepidophyta-nitidus*). Levando em conta a correlação destas três palinozonas com as zonas de conodontes neodevonianos da Europa Ocidental (Streel *et al.*, 1987; Maziane *et al.*, 1999), e a calibração

geocronológica destas últimas segundo as escalas de Gradstein *et al.* (2004) e Kaufmann (2006), as fases glaciais expansiva e retrativa de geleiras teriam tido durações aproximadas de 1-1,5 Ma e 2,5-3 Ma, respectivamente. Portanto, em conjunto, ambas correspondem a uma duração de cerca de 3,5-4,5 Ma do período Devoniano. Entretanto, cerca de 500.000 anos antes do fim do Devoniano cessou a glaciação, iniciando a acumulação dos folhelhos da Formação Longá, ainda dentro da parte superior da Palinozona LN situada no Devoniano. O topo da Palinozona LN marca o topo do Devoniano.

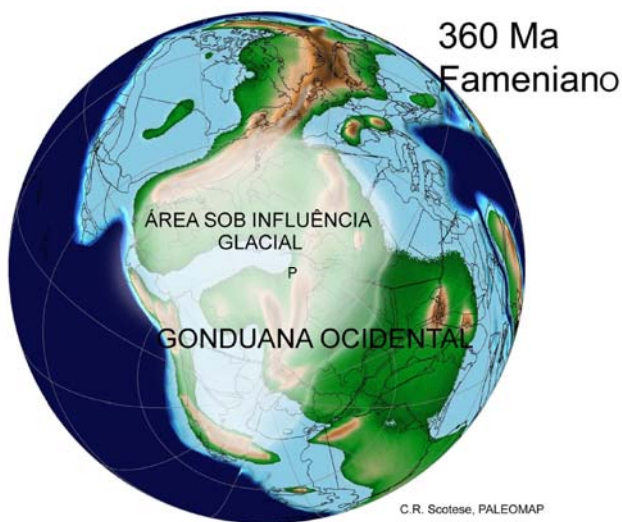


Figura 8 - Área do Continente Gondwana Ocidental sob influência glacial no Fameniano. Pavimento estriado (P) plotado sobre uma reconstituição continental devoniana preparada pessoalmente por C. R. Scotese.

Figure 8 - Western Gondwana area under glacial influence in Famennian time. Striated pavement (P) plotted on a Continental Devonian assembly prepared personally by C. R. Scotese.

Na Bacia do Parnaíba, a vigência de climas muito frios durante o final do Neodevoniano é indicada pelos sedimentos glaciogênicos da parte superior da Formação Cabeças. Além dos tilitos na borda oeste da Bacia do Parnaíba (Kegel, 1953), a influência glacial nesta unidade também é observada, na borda leste, através da presença de pavimentos estriados e tilitos com clastos facetados, polidos e estriados, matacões exóticos do embasamento, ritmitos com clastos pingados e arenitos com estruturas de escorregamento sinsedimentares, convolutas e deformadas.

Apesar do evento glacial no Devoniano terminal ter abrangido todas as grandes bacias sedimentares paleozóicas brasileiras (Caputo *et al.*, 2008), além de africanas e a bacia apalachiana (EUA), pavimentos resultantes desta glaciação foram até o presente identificados exclusivamente na Bacia do Parnaíba, onde se localizam os melhores registros em superfície deste evento glacial, o que torna este sítio de grande importância.

No Município de Brejo do Piauí, os pavimentos estriados apresentam maior dimensão e melhor qualidade de preservação, tornando essa região muito importante para a interpretação da paleoclimatologia no final do Período Devoniano. Nos arredores do povoado Calembre encontra-se um extenso pavimento polido, com estrias, cristas e sulcos subparalelos, esculpido em arenitos da porção superior da Formação Cabeças, de idade neofameniana. As formas de abrasão nos seixos permitem inferir que o deslocamento das geleiras na

região ocorreu de sudeste para noroeste, coincidindo com o sentido da paleocorrente principal do sistema fluvial da parte superior da Formação Cabeças. Na estrada de terra abandonada que dá acesso ao pavimento, e no topo dos platôs da região, também estão presentes tilitos, já bastante alterados e um tanto desagregados pelo intemperismo.

O estudo da relação estratigráfica entre os pavimentos estriados neodevonianos e os tilitos presentes em superfície (bacias do Parnaíba e Amazonas) e subsuperfície (bacias do Paraná, Parnaíba, Amazonas, Solimões, Marajó e Jatobá), comprovou definitivamente a influência glacial nestes depósitos da América do Sul, após vários anos de questionamentos sobre a gênese dos diamictitos e a idade da glaciação relacionada aos mesmos.

MEDIDAS DE PROTEÇÃO

Vulnerabilidade do Sítio

O sítio se encontra numa região rural, sem perspectivas de desenvolvimento urbano ou industrial significativo. Não existem atividades de mineração na área, mas, devido à falta de esclarecimentos sobre sua importância, há marcas de clastos que foram arrancados do pavimento.

Além disso, o fluxo de veículos e o contínuo asfaltamento das estradas da região também constituem ameaças potenciais à preservação do citado pavimento. Localmente, o afloramento está sendo exumado e destruído pela erosão superficial e pelas águas de um riacho que atravessa parcialmente o local. Apesar disso, o pavimento ainda se encontra em bom estado, pois o tráfego de veículos sobre esta superfície ainda é raro. Esta importante feição geológica não está incluída em uma unidade de conservação, nem existe um órgão responsável por sua proteção.

Sugestões dos Autores

Pretende-se iniciar um trabalho de conscientização da população local sobre a importância da preservação do sítio, durante os trabalhos de campo e através de palestras nas escolas da região, principalmente nas unidades escolares Elesbão Marques e Pedro Francisco dos Santos, no povoado Calembre. Atualmente o retorno que o município vizinho (São Raimundo Nonato) tem recebido do turismo já provocou uma mudança no interesse dos moradores sobre esta nova forma de fonte de renda. Alguns deles já retornaram às escolas e estão se formando como guias de turismo para atender a demanda da Serra da Capivara. Em decorrência disso, passaram a buscar cada vez mais informações sobre a gênese e a importância das rochas de sua região.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a José Henrique Gonçalves de Melo (Petrobras/Cenpes) e Geoffrey Playford (The University of Queensland - Austrália) por sugestões que resultaram no aprimoramento do texto e pela revisão lingüística e Christopher C. Scotese da Paleomap pela confecção da Figura 8 para este artigo. Mario Caputo agradece ao geólogo Raimundo Oliver Brasil dos Santos (Consultor independente) pelo apoio no trabalho de campo.

Luiza Ponciano agradece a Sônia M. O. Agostinho (Universidade Federal de Pernambuco/UFPe), Mário F. de Lima Filho (UFPe), Cristiano Aprigio dos Santos (UFPe), Victor Hugo Santos (Universidade Estadual do Norte Fluminense/Uenf) e Helio J.P. Severiano Ribeiro (Uenf) pela oportunidade de conhecer o citado pavimento durante o trabalho de campo organizado pelos mesmos e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq pela concessão da bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, G.A. 1971. Revisão geológica da Bacia Paleozóica do Maranhão. *In*: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 25, Anais, vol. 3, p. 113-122.
- Andrade, S.M.; Daemon, R.F. 1974. Litoestratigrafia e bioestratigrafia do flanco sudoeste da Bacia do Parnaíba (Devoniano e Carbonífero). *In*: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 28, Anais, v. 2, p. 129-137.
- Barbosa, O.; De Ramos, J.R.A.; Gomes, F.A.; Hembold, R. 1966. Geologia Estratigráfica, Estrutural e Econômica da Área do “Projeto Araguaia”. *Monografia da Divisão de Geologia e Mineralogia*, 19, 94 p.
- Bigarella, J.J. 1973. Paleocorrentes e deriva continental. *Boletim Paranaense de Geociências*, 31: 141-224.
- Bizzi, L.A.; Schobbenhaus, C.; Vidotti, R.M.; Gonçalves, J.H. 2004. Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. 1. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, v. 1, 4 CD ROM.
- Brezinski, D.K.; Cecil, B.; Skema, V.W.; Stamm, R. 2008. Late Devonian glacial deposits from the eastern United States signal an end of the mid-Paleozoic warm period. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 268: 143-151.
- Caputo, M.V. 1984a. *Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology and paleogeography of northern of Brazil*. PhD Thesis - University of California, Santa Barbara, 583 f.
- Caputo, M.V. 1984b. Glaciação neodevoniana no Continente Gondwana Ocidental. *In*: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 33, Anais, v. 2, p. 725-740.
- Caputo, M.V. 1985. Late Devonian glaciation in South America. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 51: 291-317.
- Caputo, M.V. 1994. Atmospheric CO₂ depletion as glaciation and biotic extinction agent: the Late Devonian-Early Carboniferous glacial examples. *In*: SBG, Simpósio de Geologia da Amazônia, 4, Boletim de Resumos Expandidos, p. 194-197.
- Caputo, M.V.; Crowell, J.C. 1985. Migration of glacial centers across Gondwana during Paleozoic Era. *Geological Society of America Bulletin*, 96: 1020-1036.
- Caputo, M.V.; Reis, D.E.S. 2006. Discórdância glacial na Formação Cabeças (margem oeste da Bacia do Parnaíba). *In*: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 43, Anais, p. 279.
- Caputo, M.V.; Iannuzzi, R.; Fonseca, V.M.M. 2005. Bacias sedimentares brasileiras: Bacia do Parnaíba. *Phoenix*, 81: 1-6.
- Caputo, M.V.; Streeel, M.; Melo, J.H.G.; Vaz, L.F. 2006a. Glaciações neodevonianas e eocarboníferas na América do Sul. *In*: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 43, Anais, p.103.
- Caputo, M.V.; Streeel, M.; Melo, J.H.G.; Vaz, L.F. 2006b. Late Devonian and Early Carboniferous glaciations in South America: *Geological Society of America Abstracts with Programs*, 38: 266.
- Caputo, M.V.; Melo, J.H.G.; Streeel, M.; Isbell, J.L. 2008. Late Devonian and Early Carboniferous glacial records of South America. *Geological Society of America Special Papers*, 441: 161-173.
- Carlotto, V.; Díaz-Martínez, E.; Cerpa, L.; Arispe, O.; Cárdenas, J. 2006. Late Devonian glaciation in northern central Andes: new evidence from southeast Peru. *Geological Society of America Abstracts with Programs*, 38: 205-12.
- Cecil, C.B., Skema, V., Stamm, R.; Dulong, F.T. 2002. Evidence for Late Devonian and Early Carboniferous global cooling in the Appalachian Basin. *Geological Society of America Abstracts with Programs*, 34(7): 500.
- Cecil, C.B.; Brezinski, D.K.; Dulong, F. 2004. The Paleozoic Record of Changes in global climate and sea level: central Appalachian Basin. *In*: SOUTHWORTH, BURTON (eds.). *United States Geological Survey Circular*, 1264, p. 77-135.
- Correia Filho, F.L. 2006. Mapa Geológico do Estado do Piauí. CPRM.
- Correia Filho, F.L. 2009. Projeto Borda Sudeste da Bacia Sedimentar do Parnaíba –PI/BA. CPRM
- Daemon, R.F. 1974. Palinomorfos-guias do Devoniano Superior e Carbonífero Inferior das bacias do Amazonas e Parnaíba. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 46: 549-587.
- Della Piazza, H.; Santos, D.B.; Maingué, E. 1966. Geologia da área de Floriano. Petróleo Brasileiro S.A., Região de Exploração do Norte, Belém, Brasil. Relatório Interno nº 261, 58 p.
- Díaz-Martínez, E.; Isaacson, P.E. 1994. Late Devonian glacially-influenced marine sedimentation in Western Gondwana: The Cumaná Formation, Altiplano, Bolivia. *In*: EMBRY, BEAUCHAMP, GLASS (eds.). *Pangea: Global Environments and Resources: Canadian Society of Petroleum Geology Memoir*, 17: 511-522.
- Díaz-Martínez, E.; Vavrdová, M.; Isaacson, P.E. 1999. Late Devonian (Famennian) glaciation in Western Gondwana: evidence from central Andes. *In*: FEIST, TALENT, DAURER (eds), *North Gondwana: Mid-Paleozoic Terranes, Stratigraphy and Biota*, 1999. *Wien, Jahrbuch der Geologischen Bundesamts*, 54: 213-237.
- Dickins, J.M. 1993. Climate of the Late Devonian to Triassic. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 100: 89-94.
- Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Smith, A.G. 2004. *A geologic time scale*. Cambridge University Press, Cambridge, 610 p.
- Isaacson, P.E., Hladil, J., Shen, J.W., Kalvoda, J., Grader, G., 1999. Late Devonian (Famennian) glaciation in South America and marine offlap on other continents. *In*: FEIST, TALENT, DAURER (eds.), *North Gondwana: Mid-Paleozoic Terranes, Stratigraphy and Biota*. *Wien, Jahrbuch der Geologischen Bundesamts*, 54: 239-257.
- Kaufmann, B. 2006. Calibrating the Devonian time scale: a synthesis of U-Pb ID-TIMS ages and conodont stratigraphy. *Earth-Science Reviews*, 76: 175-190.
- Kegel, W. 1953. Contribuição para o estudo do Devoniano da Bacia do Parnaíba, Brasil. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia*, 141: 1-48.
- Lima, E.A.M. 1978. Relacionamento geológico dos supostos diamictitos glaciais com falhamentos sindeposicionais da Bacia do Meio Norte. *In*: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 30, Anais, p. 53.

- Lima, E.A.M.; Leite, J.F. 1978. Projeto estudo global dos recursos minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba: integração geológico-metalogenética. Relatório final da etapa III. *Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais*, 212 p.
- Loboziak, S.; Streeel, M.; Caputo, M.V., Melo, J.H.G. 1991. Evidence of West European-defined miospore zones in the uppermost Devonian and Lower Carboniferous of the Amazonas Basin (Brazil). *Géobios*, 24 (1): 5-11.
- Loboziak, S.; Streeel, M.; Caputo, M.V., Melo, J.H.G. 1992. Middle Devonian to Lower Carboniferous miospore stratigraphy in the central Parnaíba Basin (Brazil). *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 115 (1): 215-226.
- Loboziak, S.; Streeel, M.; Caputo, M.V., Melo, J.H.G. 1993. Middle Devonian to Lower Carboniferous miospores from selected boreholes in Amazonas and Parnaíba Basins (Brazil): additional data, synthesis, and correlation. *Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon*, 125: 277-289.
- Loboziak, S.; Caputo, M.V.; Melo, J.H.G. 2000. Middle Devonian-Tournaisian miospore biostratigraphy in the southwestern outcrop belt of the Parnaíba Basin, north-central Brazil. *Revue de Micropaléontologie*, 43 (4): 301-318.
- Ludwig, G. 1964. Nova divisão estratigráfico-faciológica do Paleozóico da Bacia do Amazonas. Petrobras/Cenap. Monografia I, Brasil.
- Mabesoone, J.M. 1975. Desenvolvimento Paleoclimático do Nordeste Brasileiro. In: SBG, Simpósio de Geologia, 7, Atas, p.75-93.
- Malzahn, E. 1957. Devonisches Glazial in Staate Piauí (Brasilien), ein neuer Beitrag zur Eiszeit des Devons. *Beihfte zum Geologischen*, 25: 1-30.
- Maziane, N.; Higgs, K.; Streeel, M. 1999. Revision of the late Famennian miospore zonation scheme in eastern Belgium. *Journal of Micropalaeontology*, 18: 17-25.
- Melo, J.H.G. 1988. The Malvinokaffric Realm in the Devonian of Brazil. In: MCMILLAN, EMBRY, GLASS (eds). Devonian of the World. *Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir*, 14: 669-703.
- Melo, J.H.G.; Loboziak, S.; Streeel, M. 1998. Latest Devonian to early Late Carboniferous biostratigraphy of northern Brazil: an update. *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine*, 22(1): 13-33.
- Melo, J.H.G.; Loboziak, S. 2003. Devonian - Early Carboniferous miospore biostratigraphy of the Amazon Basin, northern Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 124 (3-4): 131-202.
- Moore, B. 1963. Geological Reconnaissance of the Southwest corner of the Maranhão Basin. Petróleo Brasileiro S.A., Região de Exploração do Norte, Belém, Brasil. Relatório Interno no. 210, 74 p.
- Moura, P. 1938. Geologia do Baixo Amazonas. *Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico*, Rio de Janeiro, 91, 94 p.
- Ponciano, L.C.M.O. 2009. *Tafofácies da Formação Cabeças, Devoniano da Bacia do Parnaíba, Piauí*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 100p.
- Plummer, F.B. 1948. Estados do Maranhão e Piauí. In: BRASIL, Conselho Nacional do Petróleo. Relatório de 1946. Rio de Janeiro: Conselho Nacional do Petróleo. p. 87- 134.
- Ribeiro, C.C. 1984. *Caractérisation sédimentologique et géochimique d'un milieu sédimentaire. Cas du Dévonien Moyen et Supérieur de la région de Paraiso do Norte – Miranorte (Basin de Maranhão-Goiás – Brésil)*. Dissertação de Mestrado, Institut National Polytechnique de Lorraine, Nancy Université, 257p.
- Rodrigues, R. 1967. Estudo sedimentológico e estratigráfico dos depósitos silurianos e devonianos da Bacia do Parnaíba. Rel. Int. 273/M. Petróleo Brasileiro S.A. Região de Exploração do Norte, Belém, Brasil (PETROBRAS, Sistema de Informação em Exploração - SIEX 130-3339), 63 p.
- Streeel, M., Loboziak, S., 1987. Nouvelle datation par miospores du Givétien-Frasnien des sédiments non marins du sondage de Booisshot (Bassin de Campine, Belgique). *Bulletin de la Société Géologique de Belgique*, 96: 99-106.
- Streeel, M.; Loboziak, S.; Caputo, M.V.; Thorez, J. 1993. Miospores from Late Famennian varves and tillites of Brazil. *Commission Internationale de Microflore du Paleozoïque Newsletter*, 45: 6.
- Streeel, M.; Caputo, M.V.; Loboziak, S.; Melo, J.H.G. 2000a. Late Frasnian - Famennian climates based on palynomorph analyses and the question of the Late Devonian glaciations. *Earth Science Reviews*, 52: 121 - 173.
- Streeel, M.; Caputo, M.V.; Loboziak, S.; Melo, J.H.G.; Thorez, J. 2000b. Palynology and sedimentology of laminites and tillites from the latest Famennian of the Parnaíba Basin, Brazil. *Geologica Belgica*, 3: 87-96.

CURRICULUM VITAE SINÓPTICO DOS AUTORES



Mario Vicente Caputo - Graduado em Geologia (1961 – UFRGS), com doutorado em Geologia (1984 – Universidade da Califórnia, Santa Barbara - EUA). Trabalhou na Petrobras de 1962 até 1992 e no mesmo ano ingressou como professor de Recursos Energéticos na Universidade Federal do Pará. Lecionou até 2008, quando se aposentou na mesma instituição. Na Petrobras, teve responsabilidade pela descoberta de petróleo (campos de gás e condensado) na área do Rio Juruá, na Bacia do Solimões. Sua área de atuação, além de geologia do petróleo, inclui mapeamento de unidades geológicas das bacias do Solimões, Amazonas e Parnaíba, com ênfase em estratigrafia, geologia estrutural e paleoclimatologia. Evidenciou e estudou diversas glaciações de idade pré-neocarbonífera em bacias intracratônicas brasileiras. Atualmente exerce consultoria sobre bens minerais das bacias sedimentares do norte do Brasil.



Luiza Corral Martins de Oliveira Ponciano - Atualmente realiza Doutorado em Geologia na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), bolsista CNPq). Mestre em Ciências – Geologia pela UFRJ. Bacharel e Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Participa das exposições de Paleontologia do Museu Nacional/UFRJ e de projetos do Laboratório de Estudos de Comunidades Paleozóicas/UNIRIO. Tem desempenhado atividades profissionais na área de Geociências, com ênfase em Invertebrados Paleozóicos. Sua área atual de especialização é a tafonomia e paleoecologia de macroinvertebrados devonianos das bacias do Parnaíba e Amazonas. Também realiza trabalhos associados às áreas de Geoconservação e Museus.

SIGEP 052 - Pavimento Estriado de Calembre, Brejo do Piauí, PI

PROPOSTA DA ÁREA DE PROTEÇÃO



Coordenadas do polígono da área do Pavimento Estriado de Calembre

A - Latitude SUL $8^{\circ} 15' 04,84''$ e Longitude OESTE $42^{\circ} 52' 59,56''$

B - Latitude SUL $8^{\circ} 15' 03,41''$ e Longitude OESTE $42^{\circ} 52' 58,76''$

C - Latitude SUL $8^{\circ} 15' 04,28''$ e Longitude OESTE $42^{\circ} 52' 56,88''$

D - Latitude SUL $8^{\circ} 15' 06,41''$ e Longitude OESTE $42^{\circ} 52' 58,58''$

Área proposta por **Mario Vicente Caputo** e **Luiza Corral Martins de Oliveira Ponciano**
em outubro de 2012