

# RESULTADOS PRELIMINARES DO RESGATE DE FITOFÓSSEIS NO MONUMENTO NATURAL DAS ÁRVORES FOSSILIZADAS DO TOCANTINS, BACIA DO PARNAÍBA, TOCANTINS, BRASIL.

Marjorie Kauffmann<sup>1</sup>; Fresia Ricardi-Branco<sup>1</sup>; Etiene Fabbrin Pires<sup>2</sup>;  
José Rafael Wanderley Benicio<sup>3</sup>; André Jasper<sup>3</sup>.

1-Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Estadual de Campinas, DGRN - Instituto de Geociências Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP Cx. Postal 6152 CEP. 13083-970 Campinas, SP – Brasil. [marjoriekauffmann@yahoo.com.br](mailto:marjoriekauffmann@yahoo.com.br); [fresia@ige.unicamp.br](mailto:fresia@ige.unicamp.br);

2-Universidade Federal do Tocantins, Laboratório de Paleobiologia, Rua 07, Quadra 15, Jardim dos Ipês, Porto Nacional, TO – Brasil. [tinadefel@yahoo.com.br](mailto:tinadefel@yahoo.com.br);

3-Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento, Centro Universitário UNIVATES (PPGAD/UNIVATES), Av. Avelino Talini, 171, Bairro Universitário, Lajeado, RS – Brasil. [jose.benicio@universo.univates.br](mailto:jose.benicio@universo.univates.br); [ajasper@univates.br](mailto:ajasper@univates.br).

Recebido em 6 de setembro de 2013; aceito em 27 de dezembro de 2013

**Resumo:** A Constituição Federativa do Brasil de 1988, em seu Artigo 216, Inciso V, declara que “os sítios paleontológicos ou qualquer material oriundo deles são classificados como patrimônio cultural brasileiro” para fins de proteção. O Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) ratifica que: “A extração de fósseis deve ter a sua autorização de acordo com o Decreto Lei 41.146/42”. Por outro lado, mesmo com a existência de legislação federal que controla a exploração dos sítios fossilíferos, em muitos casos, a mesma não é respeitada. Com isso a perda de patrimônio natural (fósseis) acaba se acentuando, e as lacunas no conhecimento científico sobre ele se perpetuam. O Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Tocantins (MNAFTO) é uma unidade de proteção integral, criada após manifestação formal da Sociedade de Paleontologia Brasileira no sentido de proteger esse patrimônio do tráfico ilegal. A necessidade de desenvolvimento e o avanço das cidades sobre o território brasileiro tem sido um fator de degradação considerável. Os grandes empreendimentos, apesar de gerarem esses impactos realizam prospecções e salvamentos, impostos pelos órgãos fiscalizadores para viabilização das obras. Observando essa realidade o presente estudo buscou apresentar um método de coleta de fitofósseis dentro do MNAFTO, que possa ser eficiente tradutor da riqueza local. Como pano de fundo, foram utilizados cinco tipos de relevo pré-determinados pelo CPRM e três subclasses de localização de pontos de coleta. Parcelas foram distribuídas aleatoriamente em toda a extensão área da reserva. Dentro das parcelas foram coletados dados quali-quantitativos dos fitofósseis presentes. Os resultados foram submetidos a testes estatísticos de ANOVA, TUKEY, GLM (General Linear Model). Foram testadas as variáveis diâmetro e número de indivíduos nos diferentes tipos de relevo e subclasses de localização, tendo sido encontradas diferenças significativas entre elas no que se refere ao diâmetro das amostras e ao número de indivíduos. Com os estudos realizados até o momento pode-se concluir que no tipo de relevo Domínio de Colinas Amplas e Suaves os fósseis possivelmente sofreram, e ainda sofrem rolamento, tendo em vista que as amostras de maior diâmetro ocorrem na subclasse de localização “baixadas”, enquanto que, nos topos de morro permanecem apenas os fragmentos menores. Acredita-se que o aumento da amostragem trará resultados mais consistentes e permitirá o planejamento da preservação e coleta de fitofósseis na área.

**Palavras-chave:** MNAFTO, método de salvamento, paleobotânica.

**ABSTRACT:** PRELIMINARY RESULTS OF FITOFOSSILS RESCUE FROM THE NATURAL FOSSIL TREES MONUMENT OF TOCANTINS, PARNAÍBA BASIN, TOCANTINS, BRAZIL. The Federal Constitution of Brazil from 1988, in its Article 216, Incise V, states that "paleontological sites or any material found there are considered Federal Cultural Heritage", whereas the National Department of Mineral Production, confirms that: "The extraction of fossil must be authorized in accordance with Decree Law 41.146/42." On the other hand, even with the existence of federal laws which control the operation of fossils sites, in many cases it is not respected. Because of that, the loss of natural heritage (fossil) increases and perpetuates the gaps in scientific knowledge about it. The Natural Monument of the Tocantins Fossil Trees (NMTFT) is an integral protection unit, created after a formal manifestation of the Brazilian Society of Paleontology in order to protect this heritage from illegal trafficking. The necessity for development and the cities advancement on Brazilian territory have been a factor of considerable degradation. Large enterprises, despite generating these impacts, make prospects and rescues imposed by the regulatory agencies responsible for enabling the works. Noting this fact, the present study sought to create plant fossil collecting methodologies for the NMTFT, which may be effective translators of the local wealth. CPRM pre-determined relief types were used as backdrops and three collection sites locations and permanent plots were randomly distributed. Inside the plots, qualitative and quantitative data of the existent plant fossils were collected. The results were subjected to statistical tests of ANOVA, Tukey, GLM (General Linear Model). The occurrence or absence of significant differences in variables as diameter and number of individuals between the relief types and collection sites were tested. It could be observed that significant differences between the relief types and collection sites occurred. The number of individuals also differed statistically for each relief type. With the studies conducted so far it is possible to conclude that in the relief type “Domain of Soft and Spacious Hills”, fitofossils possibly suffer rolling, because the larger diameter samples occur more frequently at the bases of the hills, while on the tops still remain only the smallest samples. The increase of sampling will surely bring more concise results about the relationship between parameters here studied and the occurrence of fossils, supporting the fitofossil preservation and rescue.

**Keywords:** NMTFT, rescue methodologies, palaeobotany

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com Ruban (2012), a geoconservação tem por finalidade promover o adequado manejo e a preservação do patrimônio geológico e, por consequência, paleontológico, para fins científicos,

educacionais e turísticos. Todavia, o rápido crescimento do geoturismo global nas últimas duas décadas vem gerando problemas de correlação entre esta nova prática e os objetivos básicos da conservação, gerando conflitos legais e de sustentabilidade das áreas prioritárias (Wimbledon

et al. 1995; Wimbledon, 1996; Baretino et al., 1999, 2000; Gray, 2004, 2008; Prosser et al., 2006; Dowling & Newsome, 2010).

Em termos internacionais, os conceitos que tentam definir o patrimônio geológico e paleontológico são variados e, em sua maioria, focam a conservação de grandes áreas, como os geoparques, sítios paleontológicos e afloramentos geológicos (Leman et al. 2008). Assim, de acordo com Cairncross (2011), as legislações e os programas de preservação ficam restritos principalmente a orientações acerca da manutenção das áreas em que ocorrem os elementos fossilíferos e não a eles em específico.

Já no Brasil, a legislação é bastante restritiva quanto à exploração de fósseis. De acordo com Jasper (2010), em 1935, o Decreto Lei nº 25 (federal) tratava da importância dos “monumentos naturais notáveis” onde se pode incluir os jazigos fossilíferos. Depois disso, em 1942, o Decreto Lei nº 4.146 (federal) definiu que “os depósitos fossilíferos são propriedade da Nação”, e em seguindo orientações da UNESCO, o Decreto nº 72.312 (federal) confirmou que a venda e transferência ilegal de fósseis para o exterior estava em desacordo com a legislação brasileira.

As metodologias para procedimentos de pesquisa e os crimes decorrentes do não cumprimento da legislação vigente foram regulamentados através de Leis Complementares, Decretos e Portarias. [1990: Decreto nº 98.830 (regula a coleta de fósseis por estrangeiros); 1990: Portaria MCT nº 55 (define procedimentos para coleta científica de material fóssil por estrangeiros); 1991: Lei nº 8.176 (define como crime contra a ordem a exploração de fósseis sem autorização do DNPM); 1998: Lei nº 9.605 (define as sanções/punições para os crimes contra o patrimônio fossilífero)].

Por outro lado, mesmo com a existência de legislação federal que controla a exploração dos sítios fossilíferos, em muitos casos, a mesma não é respeitada. Com isso, os danos ao patrimônio acabam se acentuando, ampliando-se, desta forma, as lacunas no conhecimento científico sobre ele se perpetuam.

No caso específico dos sítios paleobotânicos brasileiros, pode se afirmar que o patrimônio está sob considerável ameaça, principalmente pela sua conversão em áreas de exploração mineral e dado o comércio ilegal de fósseis. Neste sentido, as “florestas petrificadas”, registradas em praticamente todos os continentes (Dias-Brito et al. 2007), acabaram por se tornar ícones de preservação,

sendo transformadas em áreas de proteção ou unidades de conservação.

Neste contexto, no mês de outubro de 2000, o estado do Tocantins, através da Lei Estadual nº 1.179, tombou uma área de 32.152 ha na sua porção nordeste, baseado em manifestação formal da Sociedade Brasileira de Paleontologia (SBP) no sentido de proteger o patrimônio ali registrado do tráfico ilegal. Assim, parte da Floresta Petrificada do Tocantins Setentrional [FPTS (Dernbach, 1996; Dias-Brito et al. 2007)] foi transformada em Unidade de Conservação de Proteção Integral denominada Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Tocantins (MNAFTO).

Apesar da criação do MNAFTO, as associações lignoflorísticas ali presentes sofrem com constantes intervenções irregulares, gerando, em muitos casos, não somente problemas legais, perda ou alteração de informações de cunho científico. Assim, o mapeamento de sítios fossilíferos já estudados e, principalmente, inéditos, torna-se elemento de grande importância na área, visando a sua posterior avaliação científica de seu conteúdo paleontológico e, em casos específicos, sua preservação.

O presente trabalho aplica uma ferramenta de avaliação e resgate dos elementos paleobotânicos encontrados na área de estudo, analisando estatisticamente a sua eficiência e correlação com classes de relevo. Espera-se que esta metodologia venha, no futuro, embasar projetos e ações de preservação e salvamento do material fitofossilífero para áreas com abundância deste tipo de registro.

## 2. CONTEXTO GEOLÓGICO

As áreas definidas como FPTS e MNAFTO constituem registros fitofossilíferos preservados em níveis sedimentares das formações Pedra de Fogo, Sambaíba e Motuca (Dias-Brito et al. 2007), Bacia Sedimentar do Parnaíba, Estado do Tocantins, Brasil. Esta Bacia ocupa uma área de 600.000Km<sup>2</sup> (Fig. 01), tendo sua ocorrência registrada também nos estados do Piauí, Maranhão, Pará, Ceará e Bahia (Junior & Nogueira, 2013). Segundo Vaz et al. (2007), esta bacia era conhecida anteriormente como integrante da Bacia do Maranhão, ou do Piauí-Maranhão e teve origem desenvolvendo-se sobre um embasamento continental durante o Estágio de Estabilização da Plataforma Sul-Americana (Almeida & Carneiro, 2004). A sucessão de rochas sedimentares e magmáticas pode ser explicada como reflexo de cinco Supersequências: Siluriana, Mesodevoniana-Eocarbonífera, Neocarbonífera-Eotriássica, Jurássica e Cretácea, que são delimitadas por discordâncias que se estendem por toda sua extensão ou abrangem vastas coberturas (Vaz et al, 2007).

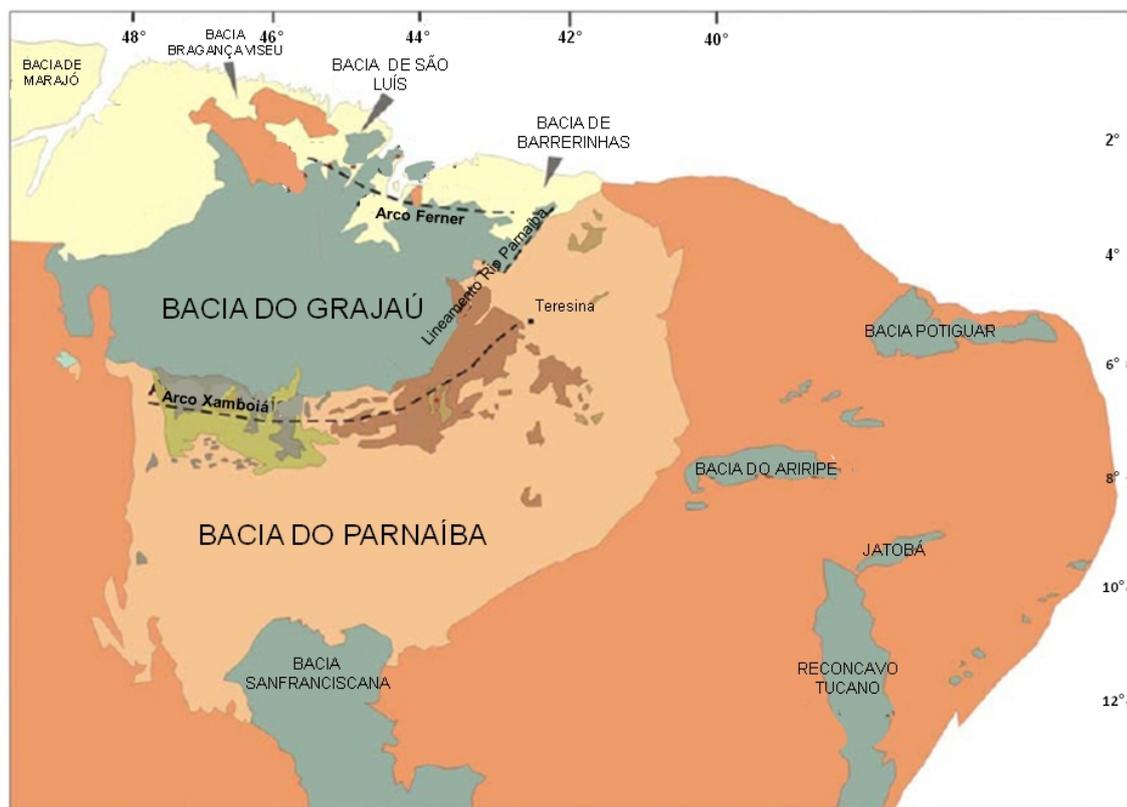


Figura 1 - Mapa de localização da Bacia do Parnaíba no contexto da porção Norte-Nordeste do Brasil (Extraído de Goes et al. 1993)

Tradicionalmente, a grande quantidade de fósseis na porção tocantinense da Bacia Sedimentar do Parnaíba, tem sido relacionada à Formação Pedra de Fogo (Lima & Leite, 1978; Petri & Fulfaro, 1983; Coimbra & Mussa, 1984; Mussa & Coimbra, 1987; Caldas *et al.*, 1989; Goés & Feijó, 1994; Röbller & Galtier, 2002a,b; Röbller & Noll, 2002; Röbller & Galtier, 2003; Santos & Carvalho, 2004) incluída em distintos estágios estratigráficos, desde o Eomesopermiano (Goés & Feijó, 1994) até o Neopermiano (Cox & Hutchinson, 1991).

Segundo Brito (1981) o topo desta formação contém árvores petrificadas do gênero *Psaronius* e sua parte inferior, composta por leitos delgados de pederneira e folhelhos silicosos, apresenta restos de ostracodes e, em algumas localidades, espinhos de *Ctenacanthus*, dentes de *Pleuracanthus* (= *Xenacanthus*), escamas de paleoniscídeo e restos de labirintodontes.

A Formação Pedra de Fogo, descrita em detalhe por Dino *et al.* (2002), é caracterizada por uma considerável variedade de rochas que se dispõem dentro da sequência de calcário oolítico e pisolítico creme a branco, eventualmente estromatolítico, intercalado com arenito fino a médio amarelado, folhelho cinzento, siltito, anidrita e dolomito. Essas rochas sedimentares, segundo Goés & Feijó (1994), teriam sido depositadas em um ambiente marinho raso a litorâneo com planícies de *sabkha*, sob ocasional influência de tempestades.

Para esta formação infere-se a predominância de um clima quente, com variações na umidade ao longo de sua história, sendo que em situações de balanço hídrico negativo, teria se dado o acúmulo de carbonatos e evaporitos (Faria & Truckenbrodt, 1980; Oliveira, 1982; Coimbra, 1983; Goés & Feijó, 1994; Dino *et al.* 2002).

Outros autores têm considerado que, especificamente com relação aos lenhos fósseis, estes podem estar incluídos também na Formação Motuca, sobrejacente à Formação Pedra de Fogo (Faria Jr. & Truckenbrodt, 1980; Caputo *et al.*, 2005). Já para Dias-Brito *et al.* (2007), os lenhos estão exclusivamente incluídos na Formação Motuca, cuja deposição ocorreu em ambiente estritamente continental.

A Formação Motuca possui arenitos basais, seguidos por folhelhos vermelhos, anidritos e calcários e, novamente, arenitos no topo. Tem espessura máxima de 280 m (Petri & Fulfaro, 1983; Goés & Feijó, 1994). Esta formação pode ser dividida em três membros. O Membro Inferior consiste em arenitos finos a muito finos e com coloração vermelho-tijolo. O Membro Médio é composto, principalmente, por intercalações de siltitos com bancos carbonáticos, seguidos por camadas de gipsita e/ou anidrita. Finalmente, no Membro Superior ocorrem arenitos muito finos e siltitos vermelho tijolo. Ocorre estratificação cruzada em arenitos desta formação (Melo & Prade, 1968).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A partir dos atributos disponibilizados pela base de dados do CPRM, foram testados diferentes “panos de fundo” para a ocorrência de fitofósseis no cenário do MNAFTO. Assim, foram levadas em consideração as diferentes características geomorfológicas atuais da área e selecionados os tipos de relevo ocorrentes na área do MNAFTO, a constar: 1) Superfícies Aplainadas Conservadas; 2) Domínios de Colinas Amplas e Suaves; 3) Tabuleiros Dissecados, Planaltos e Baixos Platôs; 4) Domínios de Colinas Dissecadas e; 5) Morros Baixos.

Para fins de avaliação da potencialidade de ocorrência dos fitofósseis, foram constituídas, em cada tipo de relevo, três parcelas quadradas de 25m<sup>2</sup> (Fig. 02), distribuídas de forma aleatória no terreno e divididas em três subclasses de localização: I) topo de morro; II) áreas inclinadas e; III) baixadas. Para cada uma destas unidades amostrais foram coletados dados individuais dos espécimes ali encontrados: a) circunferência e b) comprimento.

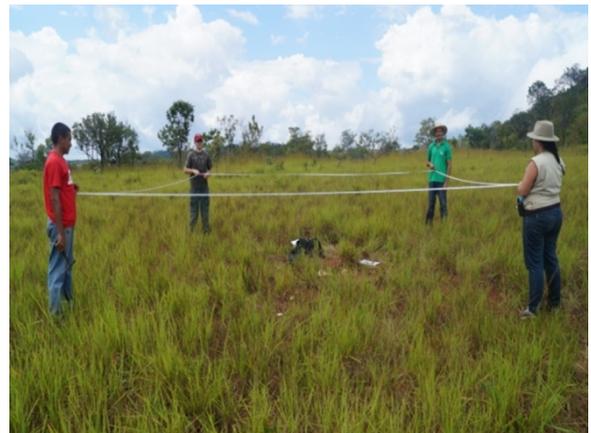


Figura 2 - Detalhe da marcação das parcelas em campo e sistemática de trabalho da equipe durante a coleta de dados.

As parcelas foram distribuídas de forma aleatória dentro dos diferentes tipos de relevo na área do MNAFTO (Fig. 03), sendo que cada parcela teve seus fitofósseis avaliados individualmente (Fig. 04).

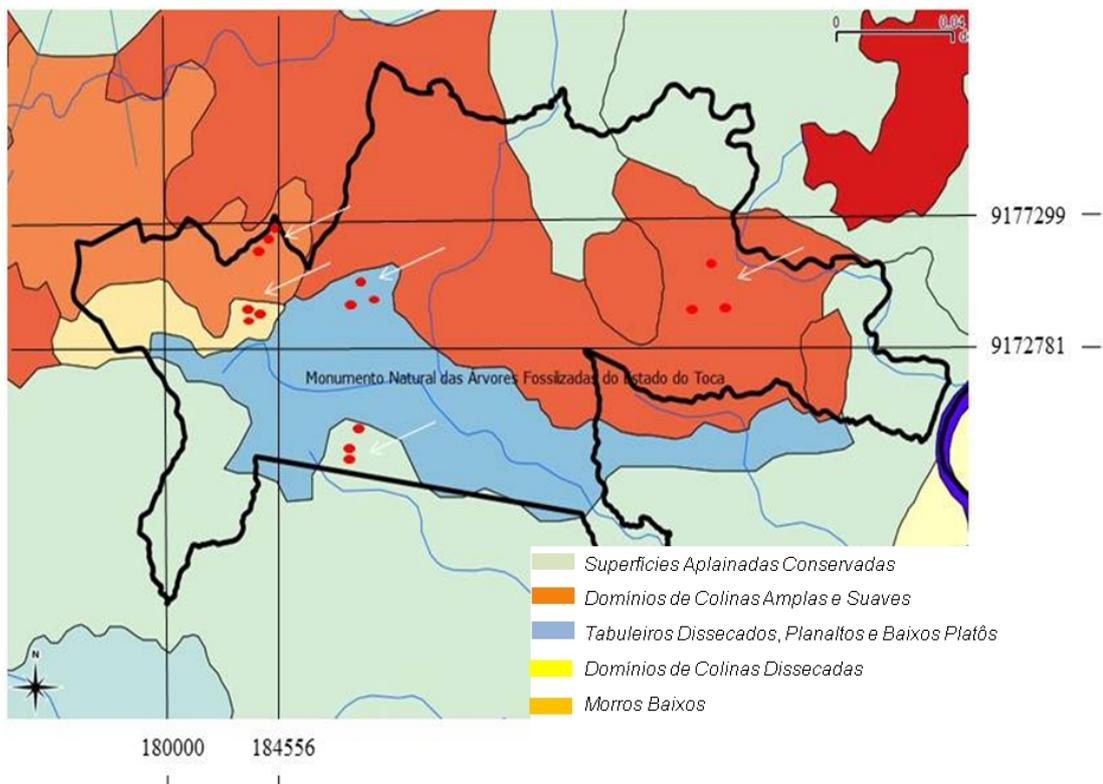


Figura 3 - Mapa de distribuição das parcelas amostrais dentro no perímetro do MNAFTO

Os dados foram organizados em tabelas de campo que, posteriormente, organizados em tabelas de dados, as quais serviram de base para testes estatísticos (ANOVA e *General Linear Model* – GML). Com a aplicação destas análises, foi verificada a existência, ou não, de diferenças significativas entre as tipologias de unidades geomorfológicas e de relevo e a representatividade das amostras de fitofósseis.

A interpretação dos resultados permitiu a verificação dos padrões de distribuição dos fitofósseis dentro da área do MNAFTO. Essas análises têm, como pano de fundo, a potencialidade de servir de base para o estabelecimento de ações de incremento dos processos de salvamento de patrimônio fitofossilífero na área.



Figura 4 - Detalhe dos indivíduos e dos procedimentos de medições dentro das parcelas amostradas.

#### 4. RESULTADOS

A partir da coleta de dados em campo e com a aplicação das análises estatísticas foi possível observar que:

- a) *O diâmetro dos fitofósseis difere entre tipos de relevo e entre as subclasses de localização.*

Para o teste estatístico da ANOVA de dois fatores, foram considerados os tipos de relevo e as subclasses de localização das coletas, buscando-se chegar à variável resposta descrita pelo diâmetro. Na análise foi utilizado o logaritmo do diâmetro para atender ao pressuposto de normalidade e homogeneidade de variância nos dados. Cada indivíduo foi utilizado como uma 'réplica' sendo  $n = 629$ .

Os resultados indicam que o diâmetro dos fósseis difere estatisticamente de acordo com o relevo ( $p < 1.27^{-07}$ ) e a subclasse de localização ( $p = 8.96^{-10}$ ), ambos obedecendo à regra de  $p < 0,05$ .

Para o teste estatístico de Tukey, obtiveram-se as respostas de quais relevos e subclasses de localização diferem entre si significativamente.

Os resultados apresentaram a seguinte realidade: o "relevo 1" (Superfícies Aplainadas Conservadas) difere dos demais, apresentando fósseis com menor diâmetro. Além disso, a

"subclasse de localização I" (topos de morro) difere da "subclasse de localização II" (áreas inclinadas) e da "subclasse de localização III" (baixadas), apresentando fósseis com menor diâmetro.

Como demonstrado na representação gráfica da distribuição (Fig. 05) as interações entre tipos de relevo e subclasses de localização das parcelas é definidora. Destaca-se, também, que as linhas ali inseridas servem para ilustrar a tendência e cada ponto localizado em um tipo de relevo, indicando a média da um.

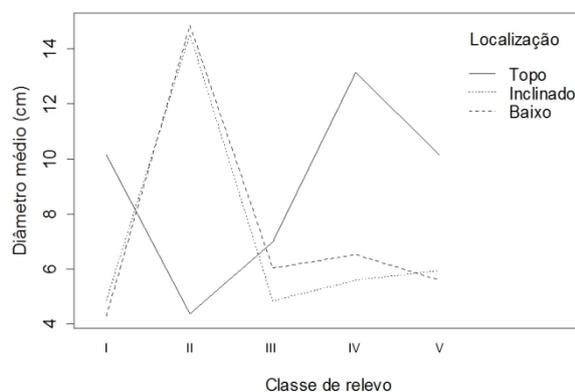


Figura 5 - Características de relevo atuais e o diâmetro médio das amostras.

Observa-se que, no caso das interações, na "subclasse de localização II" e na "subclasse de localização III", o diâmetro dos fitofósseis é maior no

“relevo 2” (Domínios de Colinas Amplas e Suaves) e menor nos demais. Porém, no caso da “subclasse de localização I” do “relevo 2” o diâmetro é menor, o que é completamente o oposto do que ocorre nesta mesma subclasse no “relevo 4” (Domínios de Colinas Dissecadas), onde os diâmetros são os maiores. Essas relações foram testadas par-a-par na análise, sendo as interações relevantes.

b) *O número de fitofósseis difere entre tipos de relevo e entre as subclasses de localização.*

A análise GLM de dois fatores foi utilizada tendo em vista que, embora seja semelhante à ANOVA, permite que se usem outras distribuições além da normal. Tomando como princípio que os dados são de contagem, foi utilizada, também, a distribuição de Poisson para a análise. A variável resposta utilizada neste caso foi o número total de indivíduos por parcela.

Verificou-se que houve diferença significativa no número de indivíduos entre tipos de relevo ( $p < 2.2e-16$ ) e entre subclasses de localização ( $9p = 3.449e-11$ ).

Para saber quais relevos diferem entre si repetiu-se a análise comparando os relevos par-a-par, totalizando 10 comparações. A mesma análise foi feita para comparar as subclasses de localização par-a-par, totalizando três comparações.

Em função do grande número de comparações foi necessário utilizar uma correção de Bonferroni onde o valor de alfa é dividido pelo número de comparações (13). Assim, valores de p considerados significativos são os menores que 0,003. Somente não houve diferença no número de indivíduos entre o “relevo 3” (Tabuleiros Dissecados, Planaltos e Baixos Platôs) e o “relevo 5” (Morros Baixos). Também as subclasses de localização diferiram no número de indivíduos entre todos os pares.

## 5. CONCLUSÃO

Com base nas análises estatísticas realizadas foi possível concluir que:

a) há diferenças significativas no diâmetro dos fitofósseis nas cinco tipologias de relevo avaliadas e nas suas subclasses de localização;

b) o número de indivíduos difere estatisticamente para cada tipo de relevo considerado;

c) no tipo de relevo “Domínio de Colinas Amplas e Suaves” os fitofósseis foram, possivelmente, rolados, sendo que as amostras de maior diâmetro ocorrem nas “baixadas”, enquanto que, nos “topos de morro” são encontrados os fragmentos de menor diâmetro;

d) o aumento da amostragem na área deverá trazer resultados mais consistentes sobre a relação existente entre parâmetros aqui avaliados e a ocorrência de fitofósseis, permitindo, assim, a definição de áreas prioritárias à preservação e resgate de material.

## 6. AGRADECIMENTOS:

M. Kauffmann agradece o apoio financeiro do CNPq e da UNIVATES e ao apoio em campo da UFT e Naturatins. F. Ricardi-Branco agradece o apoio financeiro do CNPq e da FAPESP. A Jasper agradece ao auxílio financeiro do CNPq, CAPES e FAPERGS, por meio de apoio à pesquisa e bolsa de produtividade em pesquisa. José Rafael Benicio agradece à FAPERGS pela concessão de bolsa de mestrado.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F. F. M. & Carneiro, C. D. R. 2004. Inundações marinhas fanerozóicas no Brasil e recursos minerais associados. In: Mantesso, Neto, V.; Bartolreli, A.; Carneiro, C. D. R.; Brito-Neves, B. B. (Org.). Geologia do Continente sul-americano: a evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: BECA.
- Barettino, D.; Vallejo, M.; Gallego, E. (Eds.). 1999. Towards the Balanced Management and Conservation of the Geological Heritage in the New Millenium. Madrid: SGE.
- Barettino, D.; Wimbledon, W. A. P.; Gallego, E. (Eds.). 2000. Geological Heritage: Its Conservation and Management. Madrid: ITGE.
- Brito, I. M. 1981. Estratigrafia da Bacia do Parnaíba II – As seqüências Sedimentares Superiores. Anais Academia brasileira de Ciências. Rio de Janeiro, n.9, p.529-549.
- Cairncross, B. 2011. The National Heritage Resource Act (1999): Can legislation protect South Africa's rare geoheritage resources? Resources Policy 36 (2011) 204–213
- Caldas E. B.; Mussa D.; Lima Filho, F. P. G. & Rösler O. 1989. Nota sobre a ocorrência de uma floresta petrificada de idade permiana em Teresina, Piauí. Boletim IGUSP, Publicação Especial, 7: 69-87.
- Caputo M. V.; Iannuzzi R.; Fonseca V.M.M. 2005. Bacias Sedimentares Brasileiras. Bacia do Parnaíba. Phoenix, 7(81): 1-6.
- Coimbra, A. M. & Mussa, D. 1984. Associação lignitaoflorística na Formação Pedra-de-Fogo, (Arenito Cacunda), Bacia do Maranhão – Piauí, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 33, Rio do Janeiro. Anais..., SBG. p. 591-605.
- Coimbra, A. M. 1983. Estudo sedimentológico e geoquímico do Permo-Triássico da Bacia do Maranhão. São Paulo. USP. Inst. Geoc. 2v. (Tese).
- Cox, C. B. & Hutchinson, P., 1991. Fishes and amphibians from the Late Permian Pedra do Fogo Formation of Northern Brazil. *Palaeontology*, 34:561-573.
- Dernbach, U. 1996. Petrified Forests. D'óro Verlag, Heppenheim, 188 p.
- Dias-Brito, D.; Rohn, R.; Castro, J. C.; Dias, R. R. & Rossler, R. 2007. Floresta Petrificada do Tocantins Setentrional – o mais exuberante e importante registro florístico tropical-subtropical permiano no Hemisfério Sul. In: Winge, M.; Schobbenhaus, C.; Berbert-Born, M.; Queiroz, E. T.; Campos,

- D. A.; Souza, C. R. G. & Fernandes, A. C. S. (Eds.). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. DNPM/CPRM – SIGEP, Brasília, Brazil. Disponível em: <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio104/sitio104.pdf>. Acesso em junho 2013.
- Dino, R.; Antonioli, I.; Braz, S. M. N. 2002. Palynological data from the Trisidela Member of Upper Pedra de Fogo Formation (“Upper Permian”) of the Parnaíba Basin, Northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 3: 24-35.
- Dowling, R. & Newsome, D. (Eds.). 2010. *Global Geotourism Perspectives*, Good-fellow Publishers, Woodeaton.
- Faria Jr., I. E. & Truckenbrodt, W. 1980. Estratigrafia e Petrografia da Formação Pedra de Fogo, Permiano da Bacia do Maranhão. *An. XXXI Cong. Bras. Geol.*, v.2, p.740-754.
- Góes, A. M. O. & Feijó, F. 1994. Bacia do Parnaíba. *Bol. Geoc. Petrobrás*. Rio de Janeiro. 8 (1): 57-67.
- Gray, M. 2004. *Valuing and Conserving Abiotic Nature*. John Wiley, Chichester.
- Gray, M. 2008. Geodiversity: developing the paradigm. *Proceedings of the Geologists’ Association* 119, 287-298.
- Jasper, A. 2010. Legislação para exploração (mineração) e venda de Fósseis: caracterização da realidade brasileira. *GEONOMOS* 18(1): 38-40.
- Júnior, F. R. A. & Nogueira, A. C. R. 2013. Reconstituição paleoambiental das formações Motuca e Sambaíba, Permo-Triássico da Bacia do Parnaíba no sudoeste do Estado do Maranhão, Brasil. *Revista do Instituto de Geociências – USP. Geol. USP, Sér. cient.*, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 6-82.
- Leman, M. S. & Reedman, A.; Pei, C. S. 2008. *Geoheritage of East and Southeast Asia*. Ampang Press SDN, BHD, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Lima, E. & Leite, J. F. 1978. Projeto e estudo global dos recursos In: *Integração Geológica Metalogenética minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba*. Recife, v. 1.
- Melo, U. & Prade, G.O. 1968. Geologia da região sudeste de São Raimundo das Mangabeiras-Maranhão. São Luís, PETROBRÁS Relatório Técnica, n. 257, 36p.
- Mussa, D. & Coimbra, A. M. 1987. Novas perspectivas de comparação entre as taofloras permianas (de lenhos) das bacias do Parnaíba e do Paraná. In: 72º Congresso Brasileiro de Paleontologia, 10, 1987, Rio de Janeiro. Anais: 201-221.
- Oliveira, C. M. de. 1982. O padrão de distribuição dos elementos traços na Formação Pedra de Fogo, Permiano da Bacia do Maranhão e seu emprego como indicador de ambientes de sedimentação. (Dissertação de Mestrado). Belém: UFPA. Centro de Geociências. p.94.
- Petri S. & Fulfaro V. J. 1983. Bacia do Parnaíba. In: *Geologia do Brasil (Fanerozóico)*. TA Queiroz / EDUSP, São Paulo, 110-117.
- Prosser, C.; Murphy, M.; Larwood, J. 2006. *Geological Conservation: A Guide to Good Practice*. English Nature, Peterborough.
- Röbber R. & Galtier J. 2002a. First *Grammatopteris* tree ferns from the Southern Hemisphere – new insights in the evolution of the Osmundaceae from the Permian of Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 121: 205-230.
- Röbber R. & Galtier, J. 2002b. *Dernbachia brasiliensis* gen. nov. et sp. nov. – a new small tree fern from the Permian of NE Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 122: 239-263.
- Röbber R. & Galtier, J. 2003. The first evidence of the fern *Botryopteris* from the Permian of the Southern Hemisphere reflecting growth from diversity. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 127: 99-124.
- Röbber R. & Noll, R. 2002. Der permische versteinerte Wald von Araguaína/Brasilien – Geologie, Taphonomie und Fossilführung. *Veröffentlichung Museum für Naturkunde Chemnitz*, 25: 5-44.
- Ruban, D. A. 2012. Geoconservation versus legislation and resources policy: Newachievements, new questions – Comment on Cairncross. *Resources Policy*.
- Santos, M. E. de C. M.; Carvalho, M. S. S. 2004. Paleontologia das Bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís. CPRM, Rio de Janeiro, 212p.
- Vaz, P. T.; Rezende, N. G. A. M.; Wanderley, F. J. R., Travessos, W. A. S. 2007. Bacia do Parnaíba. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, p. 253–263. 2007.
- Wimbledon, W. A. P. 1996. Geosites a new conservation initiative. *Episodes* 19, 87–88.
- Wimbledon, W. A., Benton, M. J., Bevins, R. E., Black, G. P., Bridgland, D. R., Cleal, C. J., Cooper, R. G., May, V. J. 1995. The development of a methodology for the selection of british geological sites for conservation: part 1. *Modern Geology* 20, 159–202.