



DEFORMAÇÃO ESTRUTURAL DE CRATERAS DE IMPACTO (ASTROBLEMAS)

Rodrigo Batista de Oliveira¹ Karine Bueno Vargas²

RESUMO: Para a gênese dos contornos da superfície do planeta Terra, atuam dois agentes: um, de procedência endógena, constituído pelas forças internas da superfície terrestre, como vulcanismo, tectonismo, e de origem exógena, representado pelas forças externas à superfície da Terra, como a ação das águas, vento, intemperismo. Todavia, como forças exógenas, há também os corpos celestes: meteoros, asteróides e cometas, que ao se colidirem com a superfície terrestre, promovem novas formas de relevo na área atingida. Formas estas conhecidas como crateras de impacto. O objetivo do trabalho é verificar a deformação estrutural destas crateras, com foco na cratera Vista Alegre do Paraná. Os estudos inerentes aos fatos e fenômenos para a formação e deformação estrutural de uma cratera de impacto, se deu através de método interpretativo, embasamentos teóricos e conceituais, aliado a uma revisão bibliográfica desta temática; utilizando-se material cartográfico já desenvolvido e imagens de satélite Landsat-7/ETM.

Palavras-chave: Deformação estrutural; Crateras de impacto; Astroblemas; Agentes modeladores do relevo.

1 INTRODUÇÃO

A heterogeneidade de elementos com idades diferentes no espaço geográfico, o qual é miscigenado por formas ancestrais e recentes, traz uma interação que cotidianamente passa despercebida, porém, estão estampadas na paisagem, deste modo os relevos proporcionam saliências e depressões originárias das eras geológicas passadas, as quais são conhecidas como acidentes de primeira ordem e se configuram nas montanhas, planaltos, planícies e depressões; além desses acidentes existem outros menores: as chapadas, as cuestas e as depressões periféricas.

Estes acidentes resultaram da ação de dois tipos de agentes ou fatores do relevo, de origem interna (vulcanismo, tectonismo e outros) e de origem externa (água corrente, temperatura, chuva, vento, geleiras, seres vivos). Todavia, além desses agentes modeladores do relevo que são mais estudados, os meteoros, asteróides e cometas, quando atingem a superfície terrestre, atuam também como modeladores, visto que, imprimem novas formas àquela determinada superfície.

Desta forma o presente trabalho objetiva apontar o atual estágio de conhecimento das estruturas de impacto meteoríticas, expressando-as, e buscar a compreensão das formas de relevo que essas crateras apresentam, visto que são geradas por conta da alta velocidade e pressão que um corpo celeste aplica sobre a antiga forma do relevo. Buscando entender como um impacto meteorítico, gera uma nova forma de relevo. Levando-se em conta, que os meteoros, asteróides ou cometas agem como uma força exógena de modelagem da paisagem.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Serão apresentadas no presente trabalho as seis crateras meteoríticas do Brasil já comprovadas cientificamente, com ênfase na cratera Vista Alegre do Paraná. Há outras seis possíveis crateras meteoríticas ainda em estudos para a comprovação, as quais serão apresentadas suas localizações e morfologias, desta mesma forma serão tratadas as principais crateras não brasileiras. Para assimilar e explicar os fatos e fenômenos inerentes ao estudo utilizou-se método interpretativo das bases teóricas e conceituais pertinentes as crateras de impacto, através de uma revisão bibliográfica acerca desta temática. Empregando material cartográfico já desenvolvido e imagens de satélite Landsat-7/ETM.

Crateras meteoríticas são feições raras na superfície da Terra e ainda carecem de estudos mais detalhados. As pesquisas podem fornecer dados importantes a respeito dos efeitos dos impactos desses corpos celestes no planeta. As feições de relevo, também podem vir a constituir importantes sítios turísticos, com grande potencial para a exploração econômica e crescimento social.

¹ Professor Me. do Curso de Geografia (EAD) do Centro Universitário de Maringá – UNICESUMAR, Maringá, membro do grupo de pesquisa “O uso da cartografia temática no planejamento do espaço geográfico urbano em pequenas cidades”.

² Professora Me. do Curso de Geografia (EAD) do Centro Universitário de Maringá – UNICESUMAR, Maringá, membro do grupo de pesquisa “O uso da cartografia temática no planejamento do espaço geográfico urbano em pequenas cidades”.



3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao todo no planeta Terra, já foram comprovadas 176 crateras de impacto, porém a primeira cratera a ser reconhecida como meteorítica na Terra foi a cratera do Arizona também conhecida como cratera de Barringer³, descoberta na década de 1920 por trabalhadores que encontraram fragmentos de meteoritos associados à cratera em si. Muitas outras crateras pequenas foram descobertas posteriormente todas com fragmentos meteoríticos, por muitos anos pensaram que as crateras meteoríticas estavam diretamente associadas à descoberta de fragmentos meteoríticos que comprovassem a sua origem. Entretanto hoje se sabe que na formação de crateras maiores nenhum fragmento sobrevive ao intacto, Filho (2000).

Nesses eventos massivos causados por enormes meteoritos, a pressão e temperaturas geradas pelas ondas de choques são tremendamente altas vaporizando completamente o meteorito e o solo formando uma mistura com a rocha alvo e após muitos milhares de anos qualquer componente meteorítico detectável já se erodiu. Em alguns casos, uma abundância relativa de elementos siderofílicos pode ser detectada nas rochas fundidas pelo impacto dentro das crateras gigantes como uma assinatura química de origem meteorítica.

Segundo Theilen (1981), a cratera do Arizona ou Barringer fica no deserto do estado americano do Arizona, possui 1,6 km de largura, 200 metros de profundidade. É circundada por uma muralha de material fragmentado com cerca de 50 metros de altura acima do nível médio do terreno adjacente. Quando foi descoberta, a planície ao redor, num raio de 3 km, estava coberta por cerca de 30 toneladas de pequenos fragmentos de meteorito ferroso. Sua idade é de 50.000 anos e foi produzida pelo impacto de um meteorito quase que totalmente composto por níquel e ferro, com 50 metros de diâmetro, pesando 300.000 toneladas e viajando a uma velocidade de 43.000 km por hora (12 km/s). A força do impacto foi equivalente a uma explosão 150 vezes maior do que a provocada pela bomba atômica de Hiroshima. Por ser relativamente recente, essa cratera sofreu menores efeitos erosivos, apresentando sua forma bem caracterizada, é uma das crateras mais conservadas, ela se encontra também entre as conhecidas turisticamente.

O Brasil apresenta seis estruturas em anel comprovadas cientificamente como feições de crateras meteoríticas, as quais foram bem estudadas e são reconhecidas como astroblemas, outras seis estruturas morfológicas apresentam algumas características semelhantes a crateras de impacto, mas que estão em processo de estudos conclusivos (Figura 1). Segundo Crósta (2006), este número é reduzido face às características geológicas do território (embora, terrenos tectonicamente estáveis e porcentagem expressiva de terrenos sedimentares de idade Paleozóica ou mais jovens) quando comparado com áreas similares do planeta, onde há grande concentração de estruturas deste tipo, como o Canadá, Austrália e Estados Unidos. O motivo é a falta de mapeamentos geológicos básicos em escalas adequadas que pudessem identificar sítios potenciais de impacto, aliado ao relativo desconhecimento e a pouca difusão desse tipo raro de estrutura geológica, mesmo entre os profissionais de Geociências.



Figura 1 - Localização das Crateras de Impacto no Brasil.
Fonte: http://www.meteoritos_brasileiros.kit.net/craterasbrasil.htm

³ Daniel Barringer (1860-1929) foi o primeiro a identificar uma cratera de impacto. As idéias de Barringer não foram aceitas inicialmente, e quando a origem da cratera do meteoro foi reconhecida, seu nome ficou em sua honra.



Quanto aos meteoritos, a carência de informação e legislação, além de condições naturais adversas, também faz com que o número de exemplares no Brasil ainda seja reduzido em comparação a outros países. O Brasil tem 55 meteoritos reconhecidos pela ciência, apesar de as estatísticas sugerirem a existência de milhares de exemplares espalhados por seu território, além pelo menos uma centena preservada por particulares. Deste modo será apresentada uma sinopse das informações atuais das seis estruturas (astroblemas) reconhecidas no Brasil, Neves (1979).

- Domo do Araguaia (Figura 2) têm seu centro nas coordenadas 16°46'S/52°59'W, na divisa entre Mato Grosso e Goiás. O Domo do Araguinha é o maior astroblema conhecido na América do Sul. Trata-se de uma cratera erodida de natureza complexa, com 40 km de diâmetro, formada próxima ao limite Permiano-Triássico⁴. Esta estrutura é o resultado da colisão de um corpo celeste contra a superfície da Terra, representada à época por uma plataforma marinha rasa, Martine (2000). As rochas afetadas pelo impacto incluem desde o embasamento cristalino (granito) de idade Ordoviciano⁵, que se encontra exposto no centro do núcleo soerguido do astroblema, com 6,5 km de diâmetro, até unidades sedimentares Paleozóicas da Bacia do Paraná (formações Furnas, Ponta Grossa, Aquidauana e Estrada Nova), dispostas de forma anelar ao redor do núcleo da estrutura.

As feições de metamorfismo de impacto reconhecidas em Araguinha incluem a presença de shatter cones⁶ em arenitos da Formação Furnas, diversas formas de brechas de impacto, feições planares em grãos de quartzo, feldspato e mica, tanto no embasamento granítico quanto nas brechas, feições de intensa deformação e bombas de impacto compostas por hematita (Crosta, 2002). A morfologia do Domo de Araguinha forma uma notável estrutura anelar, consistindo de um núcleo central soerguido, depressões e vales anelares, arcos de colinas isoladas e terraços escarpados.



Figura 2 – Imagem Landsat Domo Araguaia
Fonte: <http://zeca.astronomos.com.br/sci/crateras.htm>

Uma pequena bacia de formato elíptico constitui o centro do núcleo soerguido, correspondendo em sua maior parte à área de exposição do embasamento granítico. Um anel interno de elevações, formado principalmente pelo granito deformado pelo choque e por brechas de impacto sobrejacentes, circunda essa bacia, que é drenada pelo Córrego Seco. Este anel é por sua vez circundado por outro anel de montanhas e picos, tendo entre 6,5 e 8 km de diâmetro, formado por arenitos devonianos Kazuo (2004). Furnas, cujas camadas mergulham em alto ângulo, chegando a 90° em alguns pontos.

Na porção norte do núcleo central, os blocos de arenito Furnas encontram-se localmente metamorfizados por choque em quartzitos, alcançando até 150 m de altura em relação às áreas circunvizinhas. O núcleo central é circundado por uma depressão anelar, com um piso ligeiramente ondulado e algumas poucas colinas isoladas, correspondendo às áreas de exposição da Formação Ponta Grossa (Devoniano) e da Formação Aquidauana (Carbonífero). De acordo com a descrição geomorfológica do Domo feita por Theilen-Willige (1981), o aspecto mais conspícuo do astroblema de Araguinha é a existência de múltiplos anéis concêntricos formados por cristas,

⁴ A extinção do Permiano-Triássico ou extinção Permo-Triássica foi uma extinção em massa que ocorreu no final do Paleozóico há cerca de 251 milhões de anos.

⁵ Era Paleozóica (570 milhões de anos atrás): dividi-se em períodos Cambriano, Ordoviciano, Siluriano, Devoniano, Carbonífero, Permiano.

⁶ São cones de estilhamento, ou seja, feições estriadas de formato cônico que ocorrem geralmente na forma de agregados, com dimensões dos cones individuais variando entre poucos centímetros até vários metros, formadas pela deformação resultante da passagem das ondas de choque provocadas pelo impacto de corpo celeste; as estrias dos cones de estilhamento irradiam-se a partir do ápice abrindo-se em direção à base, à maneira de um rabo-de-cavalo, lembrando a estrutura sedimentar cone-em-cone; essa estrutura forma-se de maneira mais conspícuo em rochas homogêneas e de granulação fina, como carbonatos e arenitos, submetidas a processos de impacto.



colinas, faixas deprimidas e vales. As cristas anelares foram cortadas por sistemas de drenagem. Crósta (1982) mostrou que essas feições morfológicas são controladas por sistemas de falhas anelares e radiais, típicas de estruturas de impacto, Hachiro (2010)..

A depressão anelar principal é cortada pelo Rio Araguaia, que nela instalou o seu vale. A borda externa do Domo de Araguinha é constituída por cristas, representando os remanescentes de grabens⁷ semi-circulares, formados por falhas anelares de colapso que mergulham em direção ao centro da estrutura. Estes grabens contêm sedimentos permianos do Grupo Passa Dois/Formação Estrada Nova, altamente deformada. Em termos gerais, o Domo de Araguinha é uma cratera de impacto profundamente erodida, ou um astroblema. A profundidade de escavação induzida pelo impacto foi estimada por Engelhardt et al. (1982) em 2.400 m, que representam 1/10 do diâmetro da cratera inicialmente formada (cratera transitória, formada imediatamente após o impacto), estimada em 24 km. Este diâmetro da cratera transitória representa, por sua vez, 60% do diâmetro final da cratera (40 km), Hachiro (1994).

- Serra da Cangalha (Figura 3), apresenta seu centro nas coordenadas 8°05`S/46°52`W, localizada no nordeste do estado de Tocantins, diâmetro de 12 km e idade máxima de cerca de 200 a 240 milhões de anos. Morfologia: cratera do tipo complexa, com aspecto multi-circular e um proeminente núcleo central soerguido com 3 km de diâmetro, tendo uma forma de anel. Feições de impacto de deformação planar (PDFs) em minerais e shatter cones (cones estilhaçados). O impacto fraturou a crosta terrestre e o intenso calor gerado pela energia do impacto fundiu rochas formando a Serra da Cangalha. O conjunto da Serra é uma cratera, sendo a segunda maior do país e uma das mais perfeitas entre das 12 crateras presentes na América do Sul (Crosta, 2006).

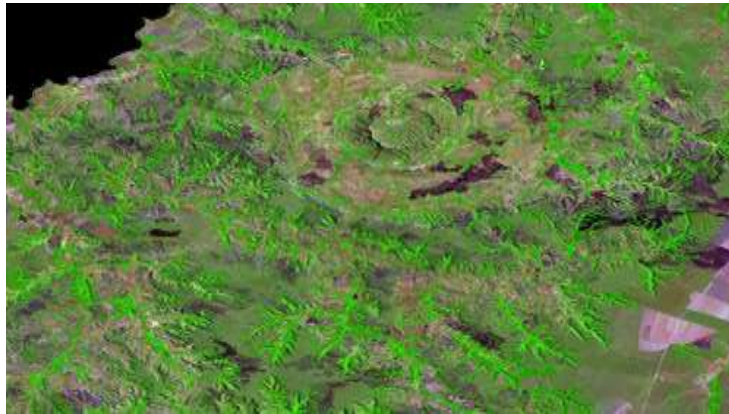


Figura 3 - Imagem Landsat 7 da Cratera Serra da Cangalha
Fonte: <http://zeca.astronomos.com.br/sci/crateras.htm>

- Riachão (Figura 4), possui seu centro em 7°43`S/46°39`W, no estado do Maranhão, diâmetro: 4,5 km e idade desconhecida. Morfologia: cratera do tipo complexa, com núcleo central soerguido de 1 km de diâmetro. Feições de impacto: feições de deformação planar (PDFs) em grãos de quartzo e brechas de impacto. E está localizada a 43 km da Serra da Cangalha.



Figura 4 - Imagem Landsat 7 da Cratera Riachão
Fonte: <http://zeca.astronomos.com.br/sci/crateras.htm>.

⁷ Grabens são feições geomorfológicas e estruturais formadas por falhamentos normais, típicos de ambientes estensionais.



- Domo de Vargeão (Figura 5), seu centro se encontra nas coordenadas 26°49'S/52°10'W, no estado de Santa Catarina, diâmetro de 12 km e idade máxima de 120 milhões de anos. Na década de 70, estudos geológicos constataram na superfície do vale de Vargeão a presença de areia da formação geológica Botucatu. Trata-se de uma camada extensa e contínua de arenitos no Sul do país, mas com o detalhe de que no oeste catarinense ela se encontra a mais de 700 metros de profundidade Feruie (2006).

A explicação mais plausível é que um grande impacto removeu enorme quantidade de rocha e que, aos poucos, os arenitos ascenderam para compensar a remoção de massa, estabilizando assim o terreno. “Trata-se de um mecanismo comum durante o processo de formação e posterior estabilização de crateras de impacto”, explica Crosta (1987). Contudo, a mera presença destas rochas na superfície não comprova o impacto de asteróide ou cometa. “Brechas também são formadas por vulcanismo. Como a brecha vulcânica tem características diferentes das provocadas por impacto, há a necessidade das análises em laboratório” Crosta (1987).

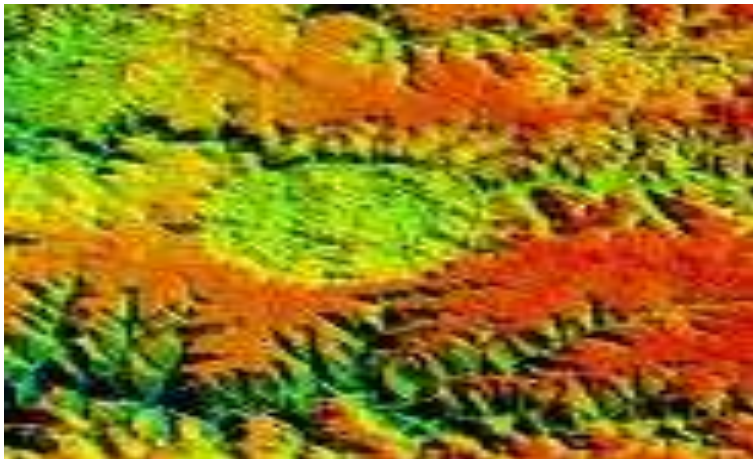


Figura 5 - Imagem Landsat 7 da Cratera de Vargeão
Fonte: <http://zeca.astronomos.com.br/sci/crateras.htm>

Vista Alegre (Figura 6) foi descoberta em 2004, possui diâmetro de 9,5 km e forma uma depressão circular com bordas externas bastante íngremes, com relevo interno suave. Sendo a mesma a primeira cratera meteorítica no Estado do Paraná. A última cratera comprovada constituída por impacto no Brasil havia sido descoberta no início da década de 1980. A cratera de Vista Alegre vem ser o quinto astroblema comprovado, perdendo seu posto de mais nova comprovação para a cratera Cerro do Jarau no município de Quaraí no Rio Grande do Sul, comprovada em fevereiro deste ano Filho (2000).

Embora tenha sido identificada em 2004, foi transformada em sítio geológico voltado para o turismo e para a divulgação científica somente em 16 de dezembro de 2006. De acordo com o Jornal da UNICAMP nº 426 a Cratera de Vista Alegre passou a integrar o patrimônio histórico do Paraná a partir da cerimônia de tombamento ocorrida às vésperas do natal de 2008.

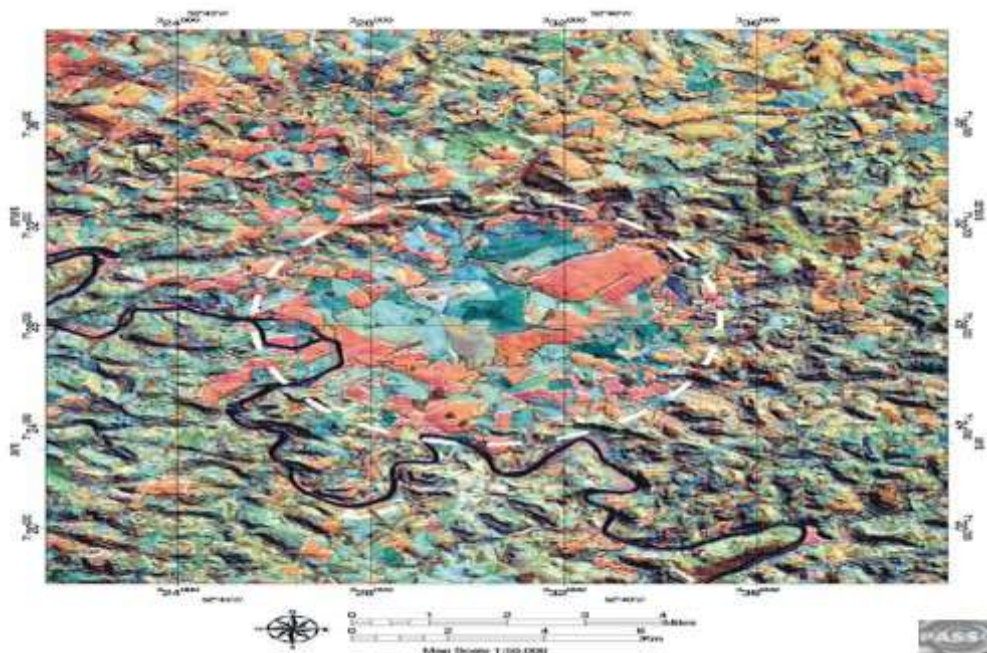




Figura 6 – Cratera de Vista Alegre – PR.

Fonte: Landsat-7/ETM+ image of bands 4, 5 and 3 (inRGB) with the outline of the crater. Image provided courtesy of Alvaro P. Crósta et al (2004).

- Cerro do Jarau (Figura 7), comprovada em fevereiro de 2010, é a mais recente cratera de impacto comprovada cientificamente no Brasil. A origem geológica do Cerro do Jarau, localizada no município gaúcho de Quaraí, na fronteira Brasil/Uruguai, é meteorítica, de acordo com evidências identificadas pelo professor Alvaro Crósta e pela geóloga Fernanda Lourenço, do Instituto de Geociências (IG) da Unicamp. Na edição 452 do Jornal da Unicamp de 1º a 7 de março de 2010 Crósta (2010) coloca que muitas vezes, entre a descoberta de uma estrutura que pode ser uma cratera meteorítica e a comprovação segura de sua origem, podem se passar décadas. Foi justamente isso que ocorreu com a cratera de Cerro do Jarau, cuja possível origem meteorítica já havia sido aventada por pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul na década de 1980. Mas ainda não tinham sido encontradas as evidências de deformação por impacto necessário para a comprovação da origem.

O mérito do trabalho realizado pelos pesquisadores da Unicamp no Cerro do Jarau, na opinião do professor, foi conseguir encontrar as feições específicas de uma cratera meteorítica. Muitas vezes, essas feições são muito difíceis de encontrar, o que torna necessária a análise de uma grande quantidade de material.

Existem várias estruturas similares no mundo, que apesar de terem toda a aparência de crateras meteoríticas, não se conseguiu até hoje comprovar a origem, declara. Trata-se da quarta cratera formada em rochas basálticas em todo o planeta, sendo que três delas encontram-se no sul do Brasil: Vargeão, em Santa Catarina, Vista Alegre, no Paraná, e agora a Cerro do Jarau, no Rio Grande do Sul. Seu centro se encontra em 56°33'W/30° 12'S, com diâmetro de 10,5 km. Morfologia: cratera circular, marcada por bordas suaves e destacada porção elevada no centro.

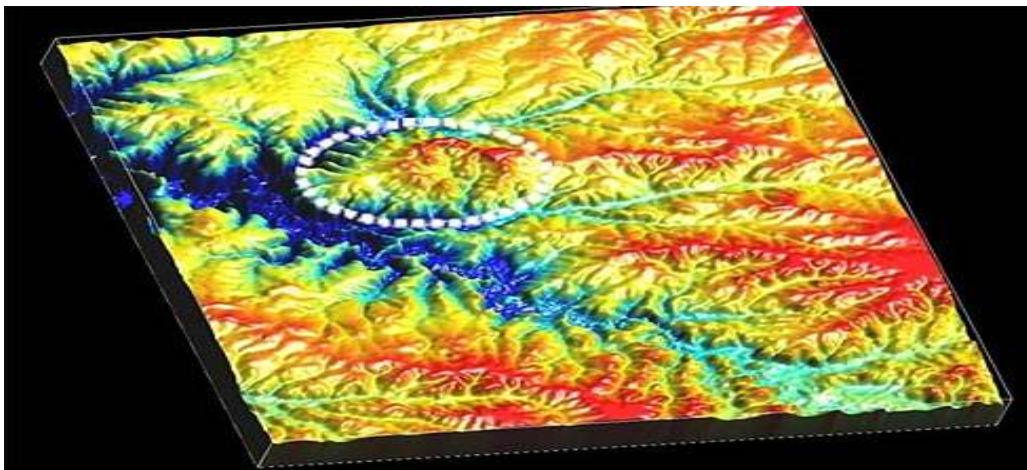


Figura 7 - Imagem Landsat 7 da Cratera do Jarau

Fonte: www.apolo11.com/imagens/2010/cerro_do_jarau

4 CONCLUSÃO

É da natureza humana a curiosidade em conhecer suas origens. Assim, geólogos, paleontólogos e geofísicos, geomorfólogos, entre outros se esforçam no estudo dos astroblemas com o objetivo de compreender o passado e o presente da Terra e, se possível, encontrar respostas sobre o futuro, em face de eventual recorrência desses eventos Crosta (2004).

Mesmo que em um primeiro momento muitos dos questionamentos relativos à origem, formação, e morfologia das crateras tenham sido respondidos, alguns aspectos detalhados dos processos de crateramento permanecem mal compreendidos. Estas perguntas mais detalhadas envolvem as fontes, fluxos, e características de projéteis, os mecanismos físicos específicos e sucessões de eventos em grandes e pequenas escalas de tempo envolvidas no processo de escavação de crateras; como também os efeitos de choque em materiais planetários, um forte programa de pesquisa de cratera deve ser mantido para responder as dúvidas e novas questões que por ventura advirem dessas e de outras novas descobertas, como a cratera do Cerro de Jarau e a cratera de Wilkes Land na Antártida.

Acredita-se que um grande asteróide ou cometa chocou-se com a Terra há 66 milhões de anos atrás ao término do Período Cretáceo. Uma crise ambiental acionada por uma gigantesca colisão contribuiu para as extinções. Estudos baseados em registros de impactos mostraram existir uma aparente correspondência entre as variações periódicas na extinção da vida marinha e impactos registrados, alguns cientistas sugerem que impactos



de grandes meteoritos e ou cometas podem ser o metrônomo que fixa o ritmo da evolução biológica da Terra uma hipótese ainda não comprovada, mas muito intrigante.

Na edição 452 de 1º a 7 de março de 2010 do Jornal da Unicamp, Álvaro Crósta informa que a poucas décadas atrás não se dava importância ao processo de formação de crateras, hoje é considerado fundamental na evolução da superfície de todos os corpos planetários sólidos. As crateras de impacto são importantes, pois representam o registro parcial do que ocorreu na Terra, segundo Crósta, “elas são amostras que utilizamos para analisar a evolução da superfície do nosso planeta”.

A conscientização e o reconhecimento das crateras de impacto trarão o anseio por conhecimentos mais específicos e o desejo de preservar e estudar o ambiente em questão, englobando aspectos astronômicos, ambientais e sociais, trazendo a possibilidade de um desenvolvimento cultural, turístico e econômico para a população local das áreas as quais forem localizadas tais crateras.

REFERENCIAS

BARRETTO, Pierson. **Estudo de caso, o astroblema da Panela no estado de Pernambuco, Brasil**. 9º Encontro de Astronomia. Brasília, 2006.

CRATERAS METEORÍTICAS NO BRASIL. Disponível em:
<http://www.meteoritos_brasileiros.kit.net/craterasbrasil.htm> Acesso: 05 mai 2010.

CRÓSTA, Alvaro Penteado. **Mapeamento geológico do Domo de Araguinha utilizando técnicas de sensoriamento remoto**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Dissertação de Mestrado, 90 p. São José dos Campos, 1982.

_____. 1987. **Impact structures in Brazil**. In: J. Pohl (ed.) Research in Terrestrial Impact Structures. Wiesbaden, Vieweg & Sons, 30 – 38.

_____. 2002 **Crateras meteoríticas no Brasil. Textos de Glossário Geológico Ilustrado**. Disponível em:
<<http://www.unb.br/ig/glossario/>> 2006. Acesso: 05 jun 2010.

CRÓSTA, A P. KAZZUO, Vieira C. and Schrank, A. **Vista Alegre: A newly discovered impact crater in Southern Brazil**. 67th Annual Meteoritical Society Meeting, Rio de Janeiro, Brazil. Abstract 5051. 2004.

_____. **Crateras meteoríticas no Brasil**. Textos de Glossário Geológico ilustrado. Universidade Nacional de Brasília. Disponível em: <www.unb.br/ig/glossario> Acesso: 15 mai 2010.

FILHO, A.P. **Estratigrafia e tectônica do nível de riodacitos pórfiros da Formação Serra Geral**. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Unesp, Rio Claro, 2000.

FURUIE, R A; CRÓSTA, A.P.; KAZZUO, Vieira C. – 2006 - **Astroblema de Vista Alegre, PR: Análise das Características Geológicas e das Feições de Impacto**. XLIII Congresso Brasileiro de Geologia, Aracaju, 03-08 de setembro de 2006. Anais, p. 113

HACHIRO, J. et al. **O Astroblema de Piratininga (São Paulo, Brasil)**. Boletim do 3º Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, Unesp, Rio Claro, 1994. p. 93-96.

_____. **Crateras por impacto de corpos extraterrestres – Astroblemas**. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. Disponível em <<http://www.igc.usp.br/geologia/astroblemas.php>> Acesso: 28 mai 2010.

KAZZUO, Vieira C; CRÓSTA, Álvaro P. – 2004 – **Utilização de modelos digitais de elevação na caracterização de estruturas geológicas: o exemplo dos astroblemas de Vargeão (SC) e Vista Alegre (PR)**. XLII Congresso Brasileiro de Geologia, Araxá, 17-22 de outubro de 2004.

MARTINI, Paulo Roberto. **Sensoriamento remoto de uma possível cratera meteorítica na Província Argentina de São Luis**. Simposio Latinoamericano de Percepcion Remota Y Sistemas de Information Espacial, 10; Reunion Plenaria de SELPER, 21. Cochabamba, Bolivia ,2002.

NEVES, M E S; CURVELLO, V S. **Os meteoritos e a formação do sistema solar**. (monografia) Universidade do Rio de Janeiro – Instituto de Geociências – Departamento de Astronomia – Observatório do Valongo – Rio de Janeiro, 1979.



THEILEN, Willige B. 1981. ***O impacto estrutural Araguinha. Central Brazil.*** Revista Brasileira de Geociências, 11:91-97.