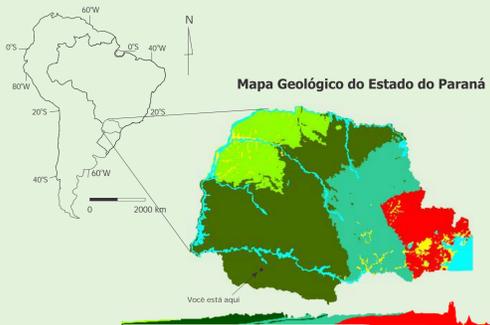


Geologia do Estado do Paraná



EON	ERA	PERÍODO	ÉPOCA	Idade (em milhões de anos)	Características	Geologia		
Fenozóico	Cenozóico	Quaternário	Holoceno	0	Aparecimento do homem e Início da Era do Gelo no Hemisfério Norte	Sedimentos		
			Pleistoceno	11 mil anos				
		Terciário	Plioceno	3,2		Sedimentos		
			Mioceno	23				
	Mesozóico	Cretáceo	Oligoceno	34	Proliferação dos primatas	Bacia do Paraná		
			Eoceno	53				
		Jurássico	Paleoceno	65	Primeiras cavatas	Escudo Paranaense		
			Triássico	142	Extinção dos Dinosaurios e plantas com flores			
		Paleozóico	Permiano	Triássico	206	Primeiros pássaros e mamíferos	Bacia do Paraná	
				Triássico	248	Primeiros Dinosaurios		
			Carbonífero	Triássico	280	Extinção dos trilobitas		Rochas sedimentares
				Carbonífero	354	Extinção dos trilobitas		
			Devoniano	Carbonífero	354	Extinção dos trilobitas		Escudo Paranaense
				Devoniano	372	Primeiras aranhas		
Ordoviciano	Devoniano	442	Primeiras plantas terrestres	Escudo Paranaense				
	Ordoviciano	485	Primeira peixe					
Cambriano	Ordoviciano	485	Primeira cavata? Trilobitas	Escudo Paranaense				
	Cambriano	545	Primeiros organismos multicelulares					
Precambriano	Arqueano	Proterozóico	2500	Primeira atmosfera multicelular	Escudo Paranaense			
		Arqueano	4000	Primeira atmosfera oxidativa				
		Hadeano	4560	Início da Terra				

A estrutura geológica do Paraná é reconhecida cruzando-se o Estado de leste para oeste. Na região litorânea estão as rochas mais antigas, com mais de três bilhões de anos. Tanto no litoral quanto em todo o Primeiro Planalto Paranaense, bem como na região da Serra do Mar, afloram rochas ígneas e metamórficas de idades entre o Arqueano e início do Paleozóico. São rochas resistentes e responsáveis pelo forte relevo e altas declividades da paisagem. Esta parte do Estado é denominada de ESCUDO PARANAENSE.

A oeste, o Escudo é recoberto por uma espessa seqüência de rochas sedimentares e vulcânicas, denominada BACIA DO PARANÁ. Esta seqüência começa na Escarpa da Serrinha (Serra de São Luis do Purunã), chegando à divisa oeste do Estado, abrangendo o Segundo e Terceiro Planaltos Paranaenses. Sua formação teve início no Siluriano, terminando no Período Cretáceo. No início de sua formação as posições dos continentes eram muito diferentes da atual, a América do Sul ligava-se à África, formando o megacontinente Gondwana. Na época ainda não existia o Oceano Atlântico.

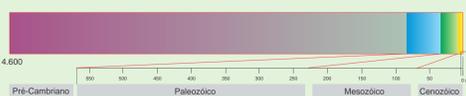
A evolução da BACIA DO PARANÁ, que durou mais de 350 milhões de anos, se fez em grandes ciclos geológicos, acompanhados de avanços e recuos da linha de costa de um antigo oceano que cercava o supercontinente Gondwana. Essas mudanças muito lentas, comparadas com a escala de tempo de eventos humanos, possibilitaram a formação de rochas de diversas origens: marinhas, lacustres, fluvial, glacial, que formam a seqüência sedimentar paleozóica da Bacia do Paraná.

Durante o Jurássico, esta extensa bacia transformou-se num imenso deserto (o deserto Botucatu) com mais de 1,5 milhões de km², que cobriu parte do que é hoje o sul do Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina.

No Cretáceo teve início a grande ruptura do supercontinente Gondwana com a separação dos atuais continentes sul americano e africano, e a formação do Oceano Atlântico Sul. Esta separação promoveu a liberação de magma, formando extensos derrames de lavas basálticas sobre as unidades sedimentares paleozóicas. Estes derrames atingiram até 1.500m de espessura e cobriram mais de 1.200.000 km². A alteração destas lavas resulta na famosa "terra roxa", solo de alta fertilidade agrícola. Sobre estas rochas, no Noroeste do Estado, ocorrem os chamados arenitos Caiuá, também formados em ambiente desértico ao final do Cretáceo. Estas rochas formam solos muito suscetíveis à erosão e pobres do ponto de vista agrícola.

As últimas unidades geológicas a se formarem no Paraná são os sedimentos da Era Cenozóica. Os exemplos mais expressivos são os originados em clima semi-árido, que recobrem boa parte dos municípios de Curitiba e Tijucas do Sul; os depósitos sedimentares originados do intemperismo das rochas cristalinas da Serra do Mar que ocorrem na descida para o litoral; os depósitos marinhos de areia da orla costeira e, por fim, os inúmeros aluviões recentes dos rios que cortam o território paranaense.

O tempo geológico Se colocarmos todo o tempo de vida da Terra, os 4,6 bilhões de anos em apenas 1 ano - 365 dias - o homem teria aparecido quase na festa de passagem de ano, às 20h14min do dia 31 de dezembro, ou seja, teria vivido apenas as últimas três horas e quarenta e seis minutos do ano. Para comparar, os Dinosaurios viveram mais de 100 milhões de anos, equivalente há oito dias e meio.



Sítio Geológico

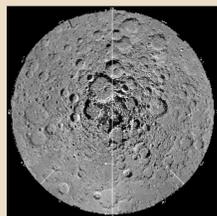
A Cratera de Impacto de Vista Alegre



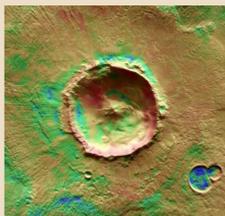
O que são crateras de impacto?

As crateras de impacto são estruturas formadas quando um corpo planetário (como a Terra ou a Lua) é atingido por outro de menores dimensões. Esses corpos são meteoritos, asteroides ou cometas, que vagam pelo espaço interplanetário. Meteoritos e asteroides são fragmentos rochosos, enquanto os cometas são uma mistura de fragmentos de rochas, poeira e gelo.

As marcas deixadas por essas colisões interplanetárias são as crateras de impacto. Contudo, não se vêem muitas crateras na Terra. O motivo é que, com o decorrer do tempo geológico, os fenômenos de erosão, sedimentação e movimentos de placas tectônicas tendem a apagar as marcas deixadas pelos impactos em nosso planeta. Já em outros corpos planetários, como a Lua ou Marte, isto não ocorre.



Vista do pólo norte da Lua, com suas múltiplas crateras.



A cratera Bacolor, em Marte.

O que acontece quando há um impacto e com que frequência isto ocorre?

Os impactos de grandes dimensões liberam quantidades monumentais de energia e seus efeitos podem ser extremamente danosos à superfície do planeta e aos seres vivos que nele habitam. Uma das crateras mais jovens conhecidas na Terra, a Cratera do Meteoro no estado do Arizona, Estados Unidos, formou-se há cerca de 50 mil anos. Ela tem um diâmetro de 1.200 metros, com uma profundidade de 190 metros e se encontra muito bem preservada da erosão. A quantidade de energia liberada pelo impacto que formou essa cratera foi da ordem de 2.000 bombas semelhantes à que destruiu a cidade japonesa de Hiroshima na 2ª. Guerra Mundial.

Crateras muito maiores do que a do Arizona foram formadas ao longo das últimas centenas de milhões de anos da história da Terra. Uma das maiores encontra-se no fundo do Golfo do México. Sua formação, há cerca de 65 milhões de anos, pode ter sido responsável pela extinção dos dinossauros e de muitas outras formas de vida então existentes. Trata-se da cratera de Chicxulub, localizada na Península de Yucatán no México, com 170km de diâmetro.

Para benefício dos seres humanos, esses fenômenos são muito pouco frequentes e a possibilidade de que nossa civilização venha a testemunhar um fenômeno de impacto de grandes dimensões são extremamente reduzidas.



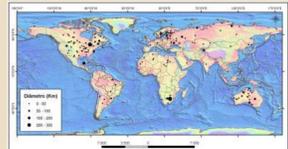
A Cratera do Meteoro, Arizona, EUA.

Localização das crateras no Brasil e no mundo

Até hoje, 172 crateras foram descobertas em toda a Terra. No Brasil há apenas 5 crateras conhecidas. A cratera de Vista Alegre foi descoberta em 2004 por pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), juntando-se às crateras do Domo de Araguainha (MT/GO), Riachão (MA), Serra da Cangalha (TO) e Domo de Vargeão (SC). Esta última localiza-se a apenas 100 km de Vista Alegre, sugerindo a possibilidade de serem "crateras gêmeas". Crateras deste tipo se formam quando um mesmo asteroide ou cometa se rompe em dois corpos menores ao entrar na atmosfera da Terra.



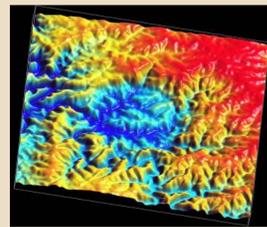
Mapa da ocorrência e distribuição das crateras de impacto comprovadas em território brasileiro



Mapa da ocorrência e distribuição das crateras de impacto no mundo.

A Cratera de Vista Alegre

O bairro de Vista Alegre, no município de Coronel Vivida, está localizado no interior de uma depressão circular que representa o remanescente de uma cratera de impacto formada há milhões de anos. A ação da erosão ao longo do tempo geológico resultou nas formas de relevo que representam atualmente a cratera de Vista Alegre. Quando vista em imagens obtidas por satélites, a topografia da região indica uma depressão nitidamente circular, com um diâmetro aproximado de 9,5 quilômetros, circundada por serras. Essas serras correspondem às bordas da cratera, sendo que o desnível topográfico entre essa borda e as partes internas da cratera, que representam o seu assoalho, é superior a 100 metros.



Modelo tridimensional do relevo topográfico da cratera de Vista Alegre em imagem obtida pelo ônibus espacial Endeavour, da NASA. As cores vermelhas correspondem às partes mais elevadas da topografia, passando gradativamente para as áreas mais baixas, representadas em azul.

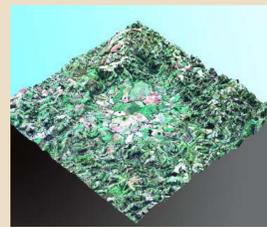


Imagem do satélite Landsat combinada com o modelo tridimensional do relevo, mostrando a cratera de Vista Alegre.

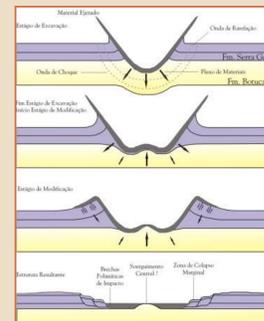
Como e quando ocorreu este impacto?

A idade precisa em que ocorreu o impacto que formou a cratera de Vista Alegre ainda não foi determinada. Sabe-se contudo que, quando o corpo celeste se chocou contra a Terra, as rochas que existiam na superfície desta região eram os basaltos do período Cretáceo, pertencentes à unidade geológica denominada Formação Serra Geral. Estas são rochas vulcânicas de cor cinza escura, popularmente conhecidas como "pedra-ferro", originadas quando o continente sul-americano iniciava o processo de separação do continente africano. Pode-se deduzir então que o impacto foi posterior à consolidação destas lavas, cujas idades são em torno de 128 milhões de anos.

Que modificações o impacto causou?

Em geral, asteroides viajam no espaço a velocidades muito elevadas, entre 4.000 a 26.000 km/h. Por esse motivo, a energia liberada em decorrência de um impacto é igualmente muito alta. Estima-se que, para formar a cratera de Vista Alegre, a energia liberada pelo impacto tenha sido equivalente a mais de 250 mil bombas iguais à que destruiu a cidade de Hiroshima. As rochas basálticas existentes neste local foram profundamente deformadas em decorrência da liberação de toda essa energia.

Outro efeito foi a elevação do fundo da cratera escavada pelo impacto, de modo semelhante ao que ocorre imediatamente após a queda de uma pedra sobre a água. Em Vista Alegre esse fenômeno provocou a ascensão de camadas dos arenitos da Formação Botucatu, situados a várias centenas de metros de profundidade. Fragmentos desses arenitos, de cor esbranquiçada, podem ser ocasionalmente encontrados em alguns locais dentro da cratera.



Modelo de formação da Cratera de Vista Alegre. Adaptado de French, 1998.

O que aconteceu com as rochas que existiam no local?

Tanto as rochas que existiam no local do impacto, como também o corpo celeste que provocou a colisão, foram profundamente transformados em decorrência do impacto. Eles foram instantaneamente fragmentados, pulverizados e fundidos, formando uma nuvem de detritos que foi arremessada para o alto. A maior parte da nuvem de detritos se espalhou por uma grande região em torno da cratera e uma parte menor se depositou em seu fundo. Esses depósitos formaram um novo tipo de rocha chamada de "brecha de impacto", constituída por fragmentos das rochas que existiam no local (basaltos e arenitos), muitas vezes deformados e fundidos, e por poeira das rochas.

Uma parte dessas brechas foi preservada da erosão e pode ser vista até os dias atuais, como na pequena pedreira localizada próxima à entrada do bairro de Vista Alegre. São estas brechas as principais fontes de informação que permitiram aos geólogos determinar a origem da cratera de Vista Alegre e estudar como ela se formou.



Rocha denominada "brecha polimítica de impacto", formada pela fragmentação das rochas basálticas e areníticas pré-existentes no local em decorrência do impacto.



Cone de estilhaçamento ("shatter cones") formado em fragmentos areníticos em meio à brecha polimítica. Os cones estrados formam-se pela passagem da onda de choque do impacto através das rochas.

Realização: UNICAMP, IGE, MINEROPAR, SERVIÇO GEOLOGICO DO PARANÁ, GOVERNO DO PARANÁ

Parceiros: PARANÁ TURISMO, Cultura, SEMA, IAP

Elaboração: Alvaro Perinetti Costa, Rafael de Aguiar Farias, César Augusto Vieira, G. F. Peckarz

Geologia: Alvaro Perinetti Costa, Rafael de Aguiar Farias, César Augusto Vieira, G. F. Peckarz

Design gráfico: André Sobierá e André Roberto H. Parin