



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS IBAMA
DIRETORIA DE ECOSSISTEMAS – DIREC
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS – CECAV
PRODUTO 10 (atual produto 4)



ELABORAÇÃO DO PLANO DE MANEJO ESPELEOLÓGICO FASE I E II DA GRUTA DOS ECOS, COCALZINHO – GO.

Relatório Técnico de consolidação da primeira e segunda etapas de campo da Fase I: Estudos Geológicos e Hidrogeológicos Relativos a Gruta dos Ecos, Cocalzinho – GO.

André Luiz de Moura Cadamuro

Brasília, 14 de dezembro de 2001



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS IBAMA
DIRETORIA DE ECOSSISTEMAS – DIREC
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS – CECAV
PRODUTO 10 (atual produto 4)

INTRODUÇÃO

Dando andamento aos estudos referentes à caracterização do meio físico do Plano de Manejo da Gruta dos Ecos – GO, este relatório traz uma descrição completa da morfologia interna da Gruta, além de trazer algumas informações importantes, a respeito da gênese de espeleotemas, condutos, salões e galerias, que serviram de suporte para a elaboração de uma proposta de evolução genética para a Gruta dos Ecos. Cinco ciclos de evolução foram diferenciados, baseados na morfologia dos condutos, salões e galerias e também na evolução geológica e geomorfológica externa.

Apesar de já serem conhecidos os motivos e já haverem justificativas para a proposição de uma série de áreas de zoneamento ambiental interno e externo da Gruta dos Ecos, ainda não está completa a digitalização da área total de influência da Gruta. Tanto este zoneamento, como o mapa geológico interno da Gruta, depende da digitalização dessa carta. Assim, aguarda-se a finalização deste mapa base, para que as informações temáticas sejam lançadas.

O CARSTE DA GRUTA DOS ECOS

Dentro do contexto das compartimentações geomorfológicas descritas para a região da Gruta dos Ecos, o carste da região da Gruta possui algumas peculiaridades que o diferem dos demais carstes com ocorrência de cavernas vadosas do Brasil, principalmente dos carstes de rocha carbonática. Não que o carste de Ecos não seja um carste formado em rochas carbonáticas, é que conforme a geologia local, anteriormente descrita (Cadamuro, 2001), o carste deve ser constituído de ocorrências localizadas, conforme a ocorrência das rochas metacarbonáticas da região. Apesar de ainda não estar definido a posição estratigráfica desses lentes, ou seja se são lentes do grupo Paranoá ou Araxá, o importante é que são lentes discretas e isoladas umas das outras o que também implica em carstificações e isoladas. A água subterrânea, dentro do ciclo hidrogeológico local e acompanhando o gradiente regional, passa por micaxistos e lentes metacarbonáticas, constituindo dois subsistemas aquíferos distintos dentro do sistema aquífero Araxá, onde a química e o comportamento físico (condutividade hidráulica) da água em cada um deles, também deve ter suas diferenças, apesar de encontrarem-se no domínio fraturado. Esses subsistemas foram classificados, conforme proposta desse trabalho (Cadamuro, 2001), em:

- ✓ Subsistema mpp (fraturado) – referente à água reservada e/ou que percorre através das fraturas do micaxisto; e
- ✓ Subsistema c (carstico) – referente à água reservada e/ou que circula através das fraturas e/ou cavernas vadosas e freáticas desenvolvidas nas lentes metacarbonáticas, como acontece na Gruta dos Ecos.

Desta forma os carstes da região a oeste do distrito federal, como o carste de Ecos, na verdade estão limitados a ocorrência discreta dessas lentes metacarbonáticas e são formados pela circulação da água subterrânea no subsistemas c.

A região da Gruta dos Ecos, diferentemente de outras regiões onde ocorrem carstificação das rochas, não apresenta uma infiltração elevada e escoamento superficial baixo. Isso, apesar da ausência de dados de infiltração (condutividade hidráulica) nos solos, pode ser claramente observado nas fotos aéreas da região onde observam-se grandes quantidades de microbacias, normalmente de drenagens intermitentes, formadas devido aos elevados valores de escoamento superficial (*run off*), onde uma grande porcentagem do excedente hídrico durante o período chuvoso nem alcança os subsistemas mpp e c, sendo conduzida até as grandes drenagens nas regiões de planície, como o vale do córrego Cuiabá a nordeste da Gruta dos Ecos. Apenas os volumes que infiltram nos solos das pequenas chapadas, e os volumes drenados para a dolina da 2ª entrada da Gruta, chegam a alcançar os aquíferos fraturados, principalmente o subsistema cárstico no qual desenvolveu-se a Gruta dos Ecos.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS IBAMA
DIRETORIA DE ECOSISTEMAS – DIREC
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS – CECAV
PRODUTO 10 (atual produto 4)



Em Ecos o carste é subterrâneo e não aflora em superfície. Os processos de corrosão e dissolução no metacarbonato ocorrem em profundidade, como em um carste nu, no entanto o carste de Ecos não é um carste nu, ou seja sem vegetação, pelo contrário, ainda há a ocorrência de extensas áreas de cerrado campo sujo e campo limpo sobre o carste. Por outro lado, não existe o epcarste, como era de se esperar em um carste coberto por vegetação, que se desenvolveria, na vertical, com a dissolução do carbonato até a saturação da solução, onde a solução infiltrante perde o poder de corrosão. Essas características não são por acaso. A geologia da região de Ecos é a responsável pelas peculiaridades do aquífero cárstico de Ecos. Os micaxistos que sobrepõe por empurrão a lente carbonática de Ecos, desfavorece a infiltração devido à estruturação predominantemente horizontal, além de não ser uma rocha tão solúvel o que favorece a dissolução subterrânea, isto é na zona freática e na região de oscilação do nível d'água subterrânea, em detrimento da dissolução superficial da rocha na base do solo, como ocorreria em áreas cársticas onde a rocha carbonática é aflorante. Desta forma as contribuições para carstificação na região de Ecos são predominantemente autógenas, enquanto que as contribuições alógenas estão limitadas as áreas de pequenas chapadas onde a água infiltra através do solos e acaba por ser drenada para as fraturas do micaxisto e a área de microbacias drenadas pela dolina da 2ª entrada da Gruta dos Ecos, onde a água drenada nas drenagens intermitentes acaba por ser injetadas naturalmente no aquífero através da dolina de Ecos.

Feições Externas

Na região de Ecos, como já havia sido descrito anteriormente na geomorfologia, não há nenhuma feição de relevo, com exceção da dolina da Gruta dos Ecos, que lembre regiões tipicamente cársticas. Não existe qualquer forma de relevo que lembre as áreas cársticas comumente conhecidas, como lapias, torres, e polge. A vegetação é tipicamente o cerrado, havendo algumas matas ciliares em algumas drenagens intermitentes. Poucos e de pequeno porte são os afloramentos de micaxisto e não há afloramento superficial de metacarbonato, apenas nas drenagens, principalmente perenes e a nordeste da caverna são encontradas boas exposições de micaxisto, principalmente nas escarpas provocadas por fraturamento regional. São nessas escarpas que encontram-se também as duas bocas da Gruta dos Ecos. A boca principal encontra-se a menos de 200 metros da estrada de acesso (de terra). Trata-se de um maciço de porte médio e isolado, com cerrado denso, onde a entrada posiciona-se na sua base e, a partir daí, a Gruta desenvolve-se no micaxisto. É uma entrada de porte médio, ampla e de forma elíptica, com aproximadamente 2,5 metros de altura no centro e 50m de largura. A segunda boca, a uns 300 metros da estrada de acesso, também conhecida como boca da dolina, encontra-se em um maciço rochoso de grande porte que constitui o contorno norte, em forma de paredão, de uma dolina assimétrica seca e com bastante vegetação, principalmente no topo do paredão de micaxisto, onde várias microbacias deságuam. A entrada posiciona-se no fundo da dolina, que pode ser classificada como dolina de colapso (Figura 1). É uma entrada de difícil acesso em meio a blocos abatidos, um quebra corpo que termina numa encosta interna de deslizamento com grande quantidade de blocos rolados.



Figura 1 - Foto da dolina de Ecos, entrada sudeste da Gruta.
(Foto: Régio Rodrigues)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS IBAMA
DIRETORIA DE ECOSSISTEMAS – DIREC
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS – CECAV
PRODUTO 10 (atual produto 4)

Feições Internas

A gruta dos ecos possui um desenvolvimento linear, predominantemente horizontal de 1580 metros, onde distinguise quatro grandes salões, o Salão de Entrada, posicionado logo após a Boca Principal (1ª entrada), o Salão das Nuvens, o Salão dos Morcegos e o Salão da Argila, localizado logo após a Boca da Dolina (2ª entrada), e quatro galerias, a Galeria do Lago, a Galeria da Itália, a Galeria Mirim e a Galeria Açú, cujo desenvolvimento liga o Salão das Nuvens ao Salão da Argila.

Morfologicamente a caverna possui um único nível de formas retilíneas com amplos salões e extensas e amplas galerias subparalelas de direção NE-SW ou NW-SE (mapa em anexo). Também é possível distinguir três feições morfológica típicas dentro da caverna, que são elas:

- ✓ Salões e galerias de blocos abatidos;
- ✓ Salões e condutos freáticos;
- ✓ Salões sedimentares; e
- ✓ Galeria alagada.

O Salão da Argila é o único salão completamente sedimentar, localiza-se logo após a entrada da dolina, iniciando-se após o término da encosta interna de abatimento de blocos, seus sedimentos são alóctones e autóctones, com predomínio do ultimo tipo. Possui desenvolvimento linear máximo horizontal, de 80 metros na direção N20°W, largura máxima de 40 metros e altura variando entre 10 e 15 metros. Suas seções transversais são predominantemente poligonais. Não possui nenhuma ornamentação, apenas finas capas de gipsita encobrendo localmente as paredes e normalmente relacionadas a fraturamentos subverticais (Figura 2). Este salão possui uma grande importância na recarga natural do aquífero carstico da Gruta. É nele que toda a água de excedente hídrico drenada pelas microbacias até a dolina de Ecos é acumulada, infiltrando, com pouquíssima ou quase nenhuma perda por evaporação, haja vista a ausência de radiação solar. Ao longo do salão observam-se pequenos canais fluviais intermitentes, da ordem de 1,5 metros de largura, que conduzem a água drenada até a área de empoçamento ou até as paredes, lugares nos quais ocorre a recarga natural dos aquífero carstico através das fraturas do micaxisto. Desta forma este salão representa uma área de recarga natural interna de aquíferos que deve ser mantida o mais intacta possível. As microbacias devem ser preservadas, não havendo qualquer variação no relevo dentro da área de microbacias hidrográficas localizada imediatamente acima da Gruta, para garantir a condução da água de *run off* que deságua na dolina e conseqüentemente chegam até o local de recarga natural, dentro da gruta, o Salão da Argila. A vegetação das microbacias externas e também da própria dolina deve ser preservada para que não ocorra assoreamento e/ou entupimento dos blocos abatidos. A impermeabilização, por meio de compactação do sedimento no salão deve ser evitada ao máximo, garantindo a manutenção das reservas hídricas no carste, a manutenção do lago e a evolução da caverna.

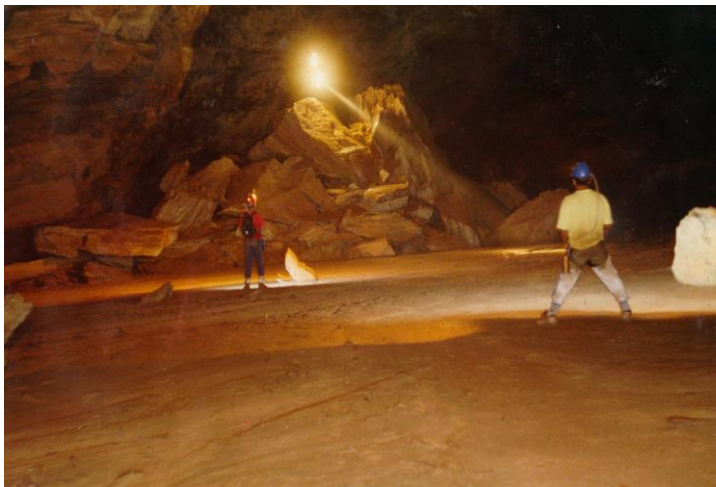


Figura 2 - Sedimentação alóctone e autóctone no Salão da Argila.
(Foto: Máguino Augusto)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS IBAMA
DIRETORIA DE ECOSISTEMAS – DIREC
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS – CECAV
PRODUTO 10 (atual produto 4)



O Salão dos Morcegos, localizado no extremo noroeste da caverna, tem um desenvolvimento linear de 200 metros, largura de 100 metros e altura aproximada de 15m. Suas seções transversais são normalmente elípticas podendo ser também poligonal nas laterais do salão. É um salão predominantemente constituído de blocos abatidos, alguns podendo chegar a até dez metros de altura. Há neste salão um trecho de inundação situado ao longo da lateral esquerda do salão (sentido NW) chamado de praínha, cuja morfologia é completamente distinta do resto do salão. São 100 metros de desenvolvimento linear onde predominam sedimentos autóctones arenosos e argilosos e ocorrem condutos freáticos formados no metacarbonato, com paredes abauladas e côncavas. Esse trecho possui largura máxima de 60 metros e altura variando entre 7 e 0,6 metros. Outros trechos da caverna, principalmente nas margens do lago, onde aflora o metacarbonato, também são caracterizados por essa forma de condutos e salões freáticos. Normalmente são de pequeno porte e dimensões reduzidas, sendo sempre inundados durante o período de máxima no nível do lago.

O Salão de entrada, localizado logo após a entrada principal da Gruta, com desenvolvimento linear de 120 metros na direção S70°W (direção de desenvolvimento da caverna), largura de 160 metros e alturas menores que 10 metros, onde o teto chega até mesmo a encostar nos blocos abatidos do salão. Esse salão possui o maior desnível, cerca de 125 metros. Suas seções transversais são predominantemente elípticas, onde sua feição principal é a de blocos abatidos (figura 3). Nas proximidades da boca principal há um grande acúmulo de sedimentos alóctones trazidos pelo escoamento superficial durante o período da chuva (Figura 4). De uma certa forma a boca principal também contribui para a recarga do aquífero, apesar da área de microbacias, que conduz a água até ela ser bem menor que a área da dolina na outra entrada. É no salão da entrada que se encontram, entre os blocos abatidos da borda esquerda, espeleotemas do tipo flores de gipsita, formadas por água de exudação.



Figura 3 – Aspecto morfológico predominante no Salão de Entrada.
(Foto: Guilherme Vendramine)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS IBAMA
DIRETORIA DE ECOSSISTEMAS – DIREC
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS – CECAV
PRODUTO 10 (atual produto 4)



Figura 4 – Vista de dentro da Boca Principal no Salão de Entrada.
(Foto: André Cadamuro)

O salão das nuvens é o salão mais amplo da caverna (figura 5), seu nome foi dado devido a ocorrência de faixas de estalactites que acompanham as direções de fraturamento no teto e dão a aparência de nuvens brancas no meio da escuridão. A direção de desenvolvimento é a mesma do Salão de Entrada. Possui até 180 metros de largura, é predominantemente horizontal, com grandes blocos abatidos de dezenas de metros cada e apresenta uma altura geralmente constante, que varia entre 15 e 20 metros. Seu desenvolvimento linear é de 120 metros. Suas seções transversais são elípticas e nas laterais encontram-se pequenas ocorrências de estalactites, estalagmites, canudos, pequenas cortinas e couve-flor, são espeleotemas de águas de circulação e exudação (figura 6). É nesse salão onde ocorre a visitação mais intensa de turistas. As estalagmites no centro do salão, abaixo das "nuvens", encontram-se completamente depredadas. Na lateral direita, aflora o metacarbonato, onde é possível observar o contato de empurrão entre as duas litologias, o micaxisto sobrepõem a primeira rocha. É também nessa lateral, no metacarbonato que ocorrem alguns condutos e salões inundáveis de morfologia freática como aqueles descritos no Salão dos Morcegos.



Figura 5 – Ponto de antiga visitação turística no Salão das Nuvens, Bloco do Obelisco.
(Foto: Máguino Augusto)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS IBAMA
DIRETORIA DE ECOSSISTEMAS – DIREC
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS – CECAV
PRODUTO 10 (atual produto 4)



Figura 6 - Raros espeleotemas na lateral direita do Salão das Nuvens. Pequena estalactite incrustada por couve flor.
(Foto: Máguino Augusto)

Dentre as quatro galerias, a Galeria Açú é a mais extensa delas, possuindo um desenvolvimento linear perpendicular ao Salão das Nuvens e conectando-o ao Salão da Argila e à segunda entrada (Boca da Dolina). Essa galeria possui largura máxima de 40 m e altura máxima de 20m, com seções transversais normalmente poligonais, podendo ser também elípticas nas proximidades do Salão da Argila. Inicia-se logo após o final do Salão da Argila, a partir do qual nota-se a passagem desse salão, com predomínio de sedimentos de argila e um amplo espaço sem obstáculos, para uma grande concentração de blocos abatidos que estende-se por mais 250 metros, na direção N40°W, até passar abruptamente para o Salão das Nuvens. Essa passagem é notada quando findam-se as seções transversais poligonais da Galeria Açú e iniciam-se as seções transversais elípticas do Salão das Nuvens.

A Galeria do Lago, que faz a ligação entre o Salão das Nuvens e o Salão dos Morcegos é constituída de dois trechos distintos. No início, tem-se um trecho, também conhecido como salão do lago, onde parte dele é bordada por blocos abatidos de até 3 metros de altura e 2 de largura. Em suas laterais, principalmente na lateral direita encontram-se pequenos salões e condutos freáticos, que ficam expostos durante o período de mínima no nível do lago (figura 7). O outro trecho é um longo conduto inundado, onde o lago apresenta largura de até 15 metros, enquanto que no primeiro trecho o lago apresenta largura próxima a 70 metros. Ambos os trechos foram formados no metacarbonato, onde observa-se perfeitamente, nas paredes do primeiro trecho, o bandamento composicional subhorizontal dessa rocha (figura 8), apresentando também estruturas do tipo *box-work*. Normalmente, era no trecho inicial da galeria que ocorria o banho dos turistas, quando da época das visitas. Esse trecho e a galeria como um todo possuem seções transversais retangulares com altura máxima de 25 metros. O lago em seu período de cheia possui desenvolvimento linear de 340 metros, com direção subparalela à direção da Galeria Açú. Há períodos em que o lago seca, permanecendo apenas pequenas poças d'água em toda da galeria.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS IBAMA
DIRETORIA DE ECOSSISTEMAS – DIREC
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS – CECAV
PRODUTO 10 (atual produto 4)



Figura 7 – Pequeno salão freático formado na zona saturada.
(Foto: André Cadamuro)



Figura 8 – Bandamento composicional do metacarbonato, abaixo dos micaxistos, Galeria do Lago.
(Foto: Máguino Augusto)

As duas últimas galerias da Gruta dos Ecos, que também são as menores, possuem direção NE-SW, sendo paralelas aos salões de Entrada e das Nuvens, localizando-se uma no extremo NW da gruta, perpendicular ao Salão dos Morcegos e outra no extremo SE da gruta, perpendicular à Galeria Mirim. A primeira, Galeria da Itália, possui desenvolvimento linear de 200 metros no sentido NE, com seções transversais semicirculares de até 30 metros de altura por 45 metros de largura. A segunda, Galeria Mirim, possui desenvolvimento linear de 150 metros no sentido SW, com seções transversais retangulares de 10 metros de altura por 20 metros de largura. Ambas são predominantemente formadas por abatimentos de blocos do micaxisto, mas na Galeria da Itália, no seu fundo, encontram-se um pequeno salão a esquerda onde, durante os períodos de cheia do lago, forma-se um pequeno lago.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS IBAMA
DIRETORIA DE ECOSISTEMAS – DIREC
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS – CECAV
PRODUTO 10 (atual produto 4)

A tabela abaixo traz um resumo das feições internas bem como a morfologia da Gruta dos Ecos.

	Feições genética			Seção transversal		Sedimentação		
	blocos abatidos	água	feições freáticas	inclinação < 30°	poligonal	elíptica	alóctone	autóctone
Salão de Entrada	X			X		X		
Salão da Nuvens	X					X		
Salão dos Morcegos	X	X	X			X		X
Salão da Argila					X		X	X
Galeria da Itália	X	X				X		X
Galeria do Lago	X	X	X		X			X
Galeria Açu	x	X			X			
Galeria Mirim	X				X			

OBSERVAÇÕES IMPORTANTES

Em 1996, o Grupo Espeleológico da Geologia – UnB (GREGEO), logo após o término do mapeamento topográfico, chegaram a realizar algumas saídas de campo com o intuito de fazer o mapeamento geológico interno da Gruta dos Ecos. Apesar do mapa geológico nunca ter ficado pronto, alguns ótimos resultados foram alcançados.

Foi então que foram encontradas as flores de gipsita (figura 9), um peculiar espeleotema de aproximadamente 5 cm, que junto com a informação geológica da grande ocorrência de blastos de pirita limonitizada no micaxisto, serviram como importantes informações para o entendimento e formulação da proposta de evolução genética para a Gruta dos Ecos que se segue nesse trabalho.

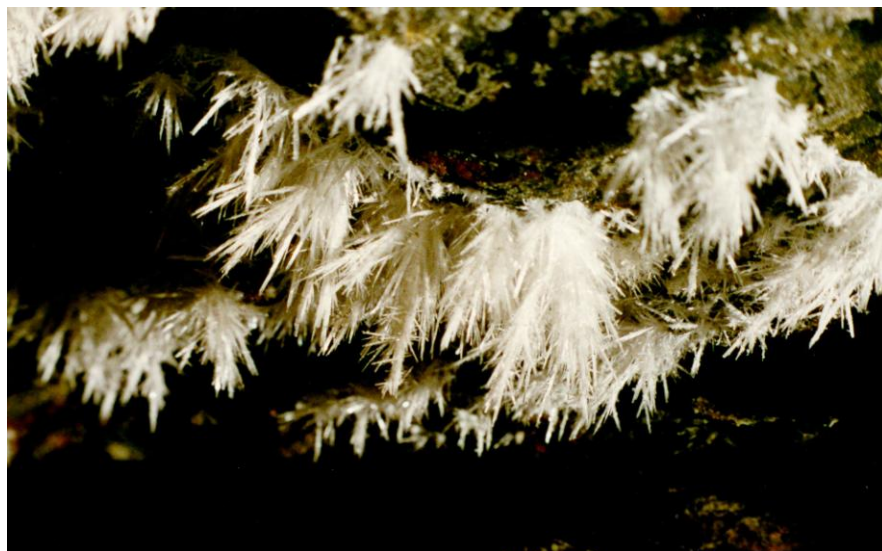


Figura 9 – Flores de gipsita, formadas na interface parede - ar.
(Foto: André Cadamuro)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS IBAMA
DIRETORIA DE ECOSISTEMAS – DIREC
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS – CECAV
PRODUTO 10 (atual produto 4)



Com o auxílio do Laboratório de Difractometria de Raios X da Universidade de Brasília, na pessoa da Prof. Dr^a Edi Guimarães, foram realizadas análises para determinação do mineral que forma as flores encontrada no Salão de Entrada da Gruta dos Ecos. O difratograma (anexos) revelou tratar-se de gipsita, ou seja um sulfato de cálcio, isso implicaria na percolação e dissolução de carbonato por ácido sulfúrico, provavelmente proveniente da ação do intemperismo sobre os blastos de pirita existentes no micaxisto. Esse resultado mudou a idéia de que o carste de Ecos fosse exclusivamente formado pela corrosão do carbonato por ácido carbônico.

Outra observação importante é a oscilação anual do lago de Ecos, que em determinados períodos chega a ficar seco permitindo a travessia da Galeria do Lago a pé, enquanto que em outros períodos a mesma travessia só pode ser realizada a nado (figura 11). Quando o nível do lago encontra-se baixo é possível acessar alguns condutos e pequenos salões de morfologia freática nas laterais direitas do primeiro trecho da Galeria do Lago. Esses salões mostram a importância da oscilação do lago na gênese e evolução do carste de Ecos.



Figura 11 - Primeiro trecho da Galeria do Lago, foto durante o período de cheia. (Foto: Máguino Augusto)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS IBAMA
DIRETORIA DE ECOSISTEMAS – DIREC
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS – CECAV
PRODUTO 10 (atual produto 4)



GÊNESE DA GRUTA DOS ECOS

A evolução do carste da região da gruta dos Ecos pode ser cronologicamente igual a evolução do relevo da região e como este, ainda encontra-se em evolução e progressivo processo de dissolução do metacarbonato. Falar em 50 milhões de anos não é um absurdo, haja vista a carstificação só ter ocorrido após a abertura do Oceano Atlântico e também, após a erosão da cadeia de montanhas formada na durante o ciclo de dobramentos do Brasileiro (faixa Brasília).

Foram os processos e fatores responsáveis pela ampliaram do volume da porosidade secundária na lente de metacarbonato, através da dissolução da rocha carbonática e dos sistemas de fluxo hidrogeológico regional, formando posteriormente condutos ao longo das interseções de planos preferencias, que deram origem aos aquíferos cársticos existentes nessas lentes de metacarbonatos. Dessa forma, a água subterrânea, obedecendo apenas ao gradiente hídrico, foi formando e ainda está formando os reservatórios naturais no metacarbonato, no entanto essa água necessariamente passou pelo micaxisto, haja vista a rocha carbonática encontrar-se sob a forma de lentes e portanto totalmente envolvida por micaxisto. A morfologia predominante da Gruta dos Ecos.

A morfologia de Ecos, com salões e galerias repletas de blocos abatidos, nos leva à conclusão imediata de que a gruta foi formada por grandes abatimentos. Esta conclusão não é completamente errada, no entanto é errado pensar que a evolução genética de Ecos foi direta, formada por desmoronamentos. Mesmo porque, só para efeito de comparação, um muro de tijolos bem empilhados ocupa um volume menor do que se estivesse completamente desmoronado em forma de um morro de tijolos. Sendo assim, como é possível que o desmoronamento dos blocos de micaxisto ainda fosse capaz de criar grandes volumes vazios, que atualmente constituem a Gruta? Nessas condições, é imprescindível imaginar que devia haver outro vazio antes dos desmoronamentos e que parte desse vazio foi ocupada e que por isso, outro vazio foi formado no micaxisto. Mas, que vazio foi esse? Em qual rocha? No próprio micaxisto? Como foi possível a criação do primeiro vazio? Essas são perguntas inerentes ao raciocínio lógico provocado pela simples observação da geologia, e geomorfologia interna da Gruta dos Ecos.

Talvez seja assim, mais coerente, pensar em uma evolução cíclica e constituída de processos espeleogenéticos distintos para cada um desses ciclos. Logo de início pode-se pensar em dois ciclos evolutivos para a Gruta dos Ecos. Um primeiro ciclo onde predominaram processos corrosivos e de dissolução do metacarbonato sotoposto ao micaxisto e um segundo ciclo de instabilidade nos micaxistos sobre o vazio criado pela dissolução, o que teria causado o desmoronamento e a formação da Gruta. No entanto, quando fala-se em dissolução de rocha carbonática, ou seja em um carste, devesse lembrar de uma variável que normalmente faz-se vista grossa para sua existência: a água subterrânea. A água, como todo líquido, é uma substância incompressível e, sendo assim, como poderia ter ocorrido o desmoronamento do micaxisto, se o "vazio" abaixo dessa rocha deveria estar completamente ocupado preenchido de água? Caso contrário não seria uma dissolução cárstica típica, que inicia-se com dissolução e formação de condutos localizados dentro da zona saturada, ou seja completamente lotados de água. Portanto, deve-se imaginar também, que a água subterrânea existente nos reservatórios da carstificação do metacarbonato, primeiramente foi drenada para outro lugar, para que fosse possível se iniciar o ciclo de instabilidade no micaxisto.

O carste de Ecos pode ser comparado a um carste sem cobertura vegetal, um carste nu, haja vista a ausência de epcarste. Essa comparação só pode ser feita porque o micaxisto, empurrado sobre a lente, funciona como uma tampa, que impede o contato do metacarbonato com o solo e, conseqüentemente, com a vegetação rica em CO₂. Assim, a percolação da água de precipitação, que ao passar pela vegetação dissolvendo o CO₂ e se enriquecendo em ácido carbônico (HCO₃⁻) (r1), não entra em contato direto com o metacarbonato, passando primeiro pelas fraturas do micaxisto. Dessa maneira há muito pouco ou quase nada de contribuição externa, ou seja, de injeção alogênica rica em ácido carbônico, para a formação do carste de Ecos.



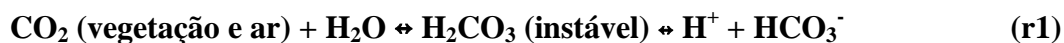
SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS IBAMA
DIRETORIA DE ECOSISTEMAS – DIREC
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS – CECAV
PRODUTO 10 (atual produto 4)

Em carstes nu, ou no caso de Ecos, há o predomínio da dissolução subterrânea em detrimento da dissolução superficial, ou seja, há um predomínio da formação de condutos freáticos, devido exclusivamente à ação da dissolução por meio da mistura de soluções com concentrações distintas, que só ocorre na área de oscilação do nível freático. Nessa região, as soluções saturadas em carbonato, sem poder de corrosão, encontram a água subterrânea do carste, com concentração de carbonato distinta. A mistura de soluções com concentrações distintas dão origem a outra solução com poder de corrosão maior, provocando a dissolução e o alargamento, ou a formação de condutos ao longo dos planos de interseção de fraturas e de fraturas com o acamamento sedimentar da rocha carbonática. Claro, que em um carste típico esse processo é bem mais intenso do que no carste de Ecos, devido a grande abundância de carbonato em contato com a superfície coberta por vegetação, no entanto, em Ecos isso a ausência desse contato é compensada por outros fatores.

No caso do carste de Ecos, há uma grande incidência de blastos de pirita no micaxisto (quartzo-muscovita-micaxistos e calcixistos, com intercalações centimétricas de calcário calcítico). A presença de pirita na rocha sobre a lente de metacarbonato faz com que a água, que infiltra na área de pequena chapada imediatamente acima de Ecos, forme não apenas o ácido carbônico, mas também ácido sulfúrico (H_2SO_4), a partir da oxidação desse mineral sob ação do intemperismo (r2) (Calandri, 1979, 1980b). Esse ácido segue percolando pelas fraturas da zona vadosa do domínio fraturado no micaxisto até encontrar, ainda na zona vadosa, o metacarbonato, que então é atacado, formando uma solução rica em sulfato (SO_4^{2-}) e cálcio (Ca^{+2}), que posteriormente é carregada pelas fraturas para dentro da gruta e na interface parede – ar, onde o CO_2 pode ser liberado para a atmosfera da gruta, ocorre a precipitação da gipsita (r5) (Onac, 1991). Essa solução também pode alcançar diretamente a água subterrânea insaturada em relação ao $CaCO_3$, sem passar por um trecho de gruta vadosa, nesse caso, ocorreria uma mistura de soluções provocando o aumento da dissolução do metacarbonato, graças ao aumento da concentração de íon comum (Ca^{+2}) na água subterrânea, o que deslocaria a reação 5 (r5) para a direita aumentando a diluição de CO_2 (r1), que por sua vez, provocaria um aumento na dissolução do metacarbonato (r3). Essa dissolução compensa a falta de HCO_3^- devido ao fato de não haver contato entre a lente de metacarbonato e a vegetação superficial.

Dessa forma são duas as reações de formação de ácido nas zonas vadosas dos meios porosos e fraturados acima do carste de Ecos, que são:

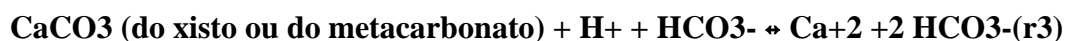
✓ *FORMAÇÃO DE ÁCIDO CARBÔNICO*



✓ *FORMAÇÃO DE ÁCIDO SULFÚRICO*



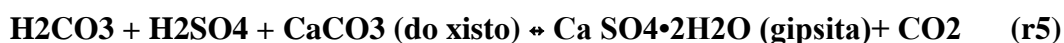
✓ *DISSOLUÇÃO DO CALCÁRIO ATRAVÉS DA CORROSÃO POR ÁCIDO CARBÔNICO*



O produto dessa reação ao encontrar a gruta vadosa, como já se sabe, pode formar espeleotemas de $CaCO_3$, através da liberação de CO_2 , como mostra a reação a seguir:



✓ *DISSOLUÇÃO DO CALCÁRIO ATRAVÉS DA CORROSÃO POR ÁCIDO SULFÚRICO*





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS IBAMA
DIRETORIA DE ECOSISTEMAS – DIREC
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS – CECAV
PRODUTO 10 (atual produto 4)



Os processo geoquímicos de diluição, mais representativos parado a evolução genética de uma caverna, calcário em qualquer carste, respeitam a posição de ocorrência, ou seja, sempre ocorrem ao longo a do nível freático e em sua faixa de oscilação. Isso pode ser simplificado da seguinte forma: todo aquífero, seja ele poroso, fraturado ou cárstico, possui uma zona vadosa, acima do nível freático e outra zona freática, abaixo do mesmo nível. No caso do carste, na base da zona vadosa, ou seja imediatamente acima do nível freático, tem-se a zona de enchente. Acima dessa zona tem-se a zona inativa. A primeira representa o nível máximo, num período de cheia, que a zona freática pode alcançar, nessa região a dissolução é temporariamente ativa e depois cessa com o rebaixamento do nível freático. A segunda zona representa uma região da zona vadosa em que a dissolução é mínima ou mesmo inativa, como diz o próprio nome. Por outro lado, no topo da zona freática (saturada), ou seja, imediatamente abaixo do nível freático, tem-se a zona freática alta e abaixo dela tem-se a zona freática profunda. A primeira representa a região ao longo da qual ocorre as misturas nas interseções das fratura, além de ser a área de maior dissolução e que mais contribui para o alargamento e conexão dos condutos. A segunda é uma região muito profunda em relação ao nível freático e distante da região de influência das dissoluções causadas pelas misturas, porém ainda ocorrem uma dissolução incipiente, causada principalmente por causa das condições de pressão e/ou temperatura.

Ciente das informações químicas a respeito das reações responsáveis pela formação de espeleotemas e evolução de condutos devido a corrosões, bem como após a compreensão de como funciona os processo geoquímicos de diluição mais significativos, na evolução genética de uma caverna, este trabalho elabora uma proposta de evolução genética para a Gruta dos Ecos. São cinco (5) fases ou ciclos de evolução, que representam uma seqüência cronológica evolutiva, diretamente relacionada à evolução do relevo externo (geomorfologia externa) à Gruta. Assim, tem-se:

- 1. *Início da carstificação na lente metacarbonática;***
- 2. *Elevação da posição da lente;***
- 3. *Surgimento das nascentes a nordeste e início da instabilidade no micaxisto;***
- 4. *Abatimentos do micaxisto; e***
- 5. *Carstificação atual.***

INÍCIO DA CARSTIFICAÇÃO NA LENTE METACARBONÁTICA;

Este primeiro ciclo genético, corresponde ao período em que se iniciavam os processos de carstificação da lente metacarbonática. Nessa período, em avançado estágio de erosão da cadeia de montanhas formada durante o ciclo de dobramentos do Brasiliano, provavelmente depois da metade do Terciário, o relevo da região de Ecos era bem mais elevado e acidentado, que atualmente. Nessa época, a posição da lente carbonática em relação ao relevo e ao nível freático, era muito profundo, muito abaixo da zona vadosa e da zona freática alta, que devia encontrar-se exclusivamente no micaxisto. A lente metacarbonática que hoje abriga a Gruta dos Ecos encontrava-se numa zona freática profunda, onde a dissolução do metacarbonato ao longo das intercessões de fraturas e destas com o acamamento, era mínima, provocada pelas elevadas condições de pressão. A essa profundidade, o fluxo subterrâneo, que então atravessava a lente, era um fluxo regional obedecendo a um gradiente hidráulico regional, onde as áreas de descarga situavam-se muito distantes do local da lente. Foi nesse época o iniciou da formação de pequenos condutos, que futuramente foram ampliados e vieram a formar um grande reservatório cárstico.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS IBAMA
DIRETORIA DE ECOSISTEMAS – DIREC
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS – CECAV
PRODUTO 10 (atual produto 4)

ELEVAÇÃO DA POSIÇÃO DALENTE:

Com o avanço da erosão superficial e conseqüente modelagem do relevo, que aproximava-se do quadro geomorfológico atual, formando as chapadas, a lente metacarbonática passou a posicionar-se numa situação mais próxima da superfície, havendo também um aumento na porosidade secundária, devido à intensificação dos faturamentos de alívio. Nessa época, a lente metacarbonática passa a posicionar-se numa posição de zona freática alta, onde a dissolução do carbonato é intensa devido às misturas de soluções ácidas, que ocorrem nessa posição do freático. É aí que ocorre o alargamento das intercessões das fraturas e intercessões das fraturas com acamamento, ampliando os reservatórios cársticos, apesar de ainda encontrarem-se na zona saturada. Dessa forma inicia-se uma rede de condutos e salões freáticos ao longo de toda a lente metacarbonática, ampliados pelas oscilações, ora mais profundo e ora mais rasa da zona freática alta.

SURGIMENTO DAS NASCENTE A NORDESTE E INÍCIO DA INSTABILIDADE DO MICAXISTO

Provavelmente nesse período, surgem fraturamentos de direção NW-SE, posicionados a nordeste da lente carbonática, que foram responsáveis pela subsidência do relevo a nordeste, dando origem a várias nascentes de água proveniente, diretamente, do domínio fraturado e também, conseqüentemente, do carste de Ecos. Com o surgimento dessas nascentes, a lente metacarbonática de Ecos passa a inserir-se dentro do contexto de fluxos subterrâneos locais, o que provoca o rebaixamento abrupto do nível freático, iniciando o esvaziamento dos reservatórios na lente e ampliando drasticamente os salões freáticos, devido ao aprofundamento da zona freática alta.

Com a existência de grandes volumes vazios na lente metacarbonática, ou seja, sem o preenchimento de água subterrânea, inicia-se um processo de desestabilização do teto.

ABATIMENTOS DO MICAXISTO

Com o aumento do processo de desestabilização do teto, inicia-se os episódios de abatimento e colapso do teto, inicialmente no próprio metacarbonato e posteriormente propagando-se à superfície através do micaxisto, posicionado acima da lente. Os desmoronamentos vão entupindo o vazio existente no metacarbonato e criando outro vazio no micaxisto, até que uma condição de equilíbrio e estabilidade do teto fosse novamente alcançada, esse reequilíbrio pode ser associado ao surgimento das duas entradas da Gruta dos Ecos. É a partir desse momento que se inicia, através das duas entradas, os processos de sedimentação dentro da gruta e recobrimento dos blocos abatidos próximos às entradas, dando origem ao Salão da Argila.

CARSTIFICAÇÃO ATUAL

O rebaixamento do nível freático e conseqüentemente da zona freática alta, não passou muito abaixo do contato entre o micaxisto e o metacarbonato, atualmente o nível freático posiciona-se aproximadamente a uns 20 metros do contato, como indica o lago de Ecos na Galeria do Lago. As oscilações do nível freático ainda permanecem dentro das dimensões do primeiro trecho da Galeria do Lago, de forma que, durante o período de mínima no nível do lago, que as vezes chega a secar dentro da caverna, é possível observar salões e condutos formados na zona de enchente, logo acima da zona freática alta. Esses salões mostram que a dissolução do carbonato e evolução do carste de Ecos ainda está em andamento e que a desestabilização do teto pode novamente ocorrer, desde que ocorra outro rebaixamento significativo do nível freático dentro da lente metacarbonática.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS IBAMA
DIRETORIA DE ECOSISTEMAS – DIREC
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS – CECAV
PRODUTO 10 (atual produto 4)



CONCLUSÕES E SUJESTÕES

A organização das informações existentes a respeito da Gruta dos Ecos, bem como aquelas até então obtidas nesse trabalho, a respeito da geomorfologia externa, hidrogeologia, geologia externa e interna, morfologia e gênese, forma parte do quadro que compõe o meio físico da região dos Ecos, as conclusões obtidas a partir dessas informações vem dar suporte na utilização do meio físico como um importante fator determinante para o zoneamento ambiental a ser apresentado no Plano de Manejo Espeleológico da Gruta dos Ecos. Essas informações servem como suporte par criação de um tema que sobreposto a outros temas como as informações biológicas e socio-econômicas, vão definir e condicionar o uso turístico da Gruta. De certa forma a garantia de utilização sustentável de uma gruta, como patrimônio cultural da união, passa pela caracterização do meio físico, haja vista esse ser o principal atrativo turístico. Sem uma gestão dos recursos naturais existentes dentro de uma gruta torna-se impossível o aproveitamento turístico da mesmo. Comprometendo a preservação do meio físico, compromete-se também o meio biótico e o próprio patrimônio natural.

Dentro das informações contempladas sobre a gênese e evolução da Gruta dos Ecos, ainda restam serem alcançadas algumas informações a respeito da mineralogia dos espeleotemas, ou seja fica a recomendação de se definir a mineralogia de todos os espeleotemas como forma de informação suporte na comprovação da evolução genética proposta. Também são ainda necessárias análises físico-químicas, em sito e em laboratório, da água subterrânea de Ecos bem como da água da nascente do meio fraturado, que pode ter ligação direta com o lago, isso poderia poupara a utilização de traçadores para definição de condutos subterrâneo. Também é aconselhável a realização de um monitoramento do clima interno e externo à Gruta para caracterização da relação existente entre eles, bem como que tipo de impacto poderia ser causado pela ação turística ao ambiente da Gruta. Deve-se ainda realizar-se um monitoramento das oscilações do nível do lago para determinação das zonas de corrosão e da relação deste com a hidrologia externa. O mapeamento geológico também pode vir a dar suporte à informação morfológica e à evolução genética cíclica da Gruta dos Ecos.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS IBAMA
DIRETORIA DE ECOSISTEMAS – DIREC
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS – CECAV
PRODUTO 10 (atual produto 4)



VI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CADAMURO, A. L. M. 2001. Elaboração do Plano de Manejo Espeleológico Fase I E II da Gruta dos Ecos, Cocalzinho – GO. Primeira Etapa de Campo, Fase I: Estudos Geológicos e Hidrogeológicos Relativos a Gruta dos Ecos, Cocalzinho – GO. 7p.
- CALANDRI, G. 1979. I Cristalli di Gesso em Grotte Calcaree: Soc. Speleol. Ital., v. 2, p. 45-47.
- CALANDRI, G. 1980b. The Deposition of Gypsum in Caves: Caving Int., no. 9, p. 44-46.
- ONAC, B.P. 1991. New Data on Some Gypsum Speleothems in the Vîntului (Padurea Craiului Mountains) and Rastoce (Somesan Plateau) Caves: Trav. Instit. Spéol. "É Racovita," Vv. 30, p. 189-193.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS IBAMA
DIRETORIA DE ECOSISTEMAS – DIREC
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS – CECAV
PRODUTO 10 (atual produto 4)



ANEXOS



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS IBAMA
DIRETORIA DE ECOSISTEMAS – DIREC
CENTRO NACIONAL DE ESTUDO, PROTEÇÃO E MANEJO DE CAVERNAS – CECAV
PRODUTO 10 (atual produto 4)



Brasília, 18 de dezembro de 2001.

André Luiz de Moura Cadamuro
Consultor Técnico
Geólogo CREA – 10366/D - DF