

# ***TERÁ UM METEORITO ATINGIDO, EM TEMPOS IMEMORIAIS, A PRAIA DA VITÓRIA NA ILHA TERCEIRA - AÇORES?***

**Sofia Chaves e Félix Rodrigues**  
**Universidade dos Açores – Campus de Angra do Heroísmo**

## **Resumo**

Este trabalho de investigação centrou-se na análise física e química de uma amostra de material invulgar recolhido no centro da Baía da Praia da Vitória, na ilha Terceira, Açores – Portugal, aquando de uma dragagem de areias aí realizada em 2009.

Após a análise microscópica da amostra colocaram-se três hipóteses de investigação principais: a) a amostra ser um carvão vegetal muito antigo, associado a uma erupção da ilha, b) ser um hidrocarboneto pesado formado em condições extremas de pressão e temperatura, trazido de outro local do globo, e, c) ser um meteorito carbonoso.

A análise da densidade da amostra não nos permitiu rejeitar qualquer hipótese de partida mas o facto da sua temperatura de combustão ser superior a 500°C, levou-nos a abandonar a primeira hipótese.

A amostra não reagiu com ácidos fortes ou fracos bem como com todas as substâncias inorgânicas (soluções aquosas de sais) testadas, todavia apresentou ligeira solubilidade em solutos orgânicos polares próticos e apróticos.

Efetou-se uma análise de absorção atómica de chama a algumas soluções da amostra e estranhamente, verificou-se que o álcool extrai muito mais cálcio e magnésio da amostra do que a solução de ácido concentrado. A proporção cálcio/magnésio encontrada na amostra é compatível com uma origem orgânica.

Nada se conclui acerca da origem ou génese da amostra estudada, mas pode-se rejeitar com razoável certeza a hipótese interpretativa que apontava para um possível carvão mineral. A hipótese de se tratar de um meteorito, ainda não pode ser totalmente descartada. A hipótese de ser um hidrocarboneto pesado também não pode ser totalmente rejeitada, mas não é suficiente robusta para ser aceite de imediato, uma vez que tal hipótese não é compatível com uma explicação que assenta em condições de pressão e temperaturas elevadas que originaram diaclasses, bem visíveis na amostra.

Palavras Chave: Geologia, Química, Análises, Física, Génese.

## **Introdução**

Em 2009, aquando de uma dragagem de areias, no centro da baía da Praia da Vitória, na ilha Terceira – Açores – Portugal, foi encontrada uma estranha amostra de um material escuro, aparentemente cristalino, com cerca de 100 kg. A Universidade dos Açores possui parte dessa amostra, todavia, ainda não conseguiu determinar a sua hipotética origem, pelo facto desse material não ter qualquer semelhança com os materiais geológicos ou fossilizados que se encontram na ilha.

Este trabalho de investigação pretendeu dar um pequeno contributo para a compreensão da origem dessa amostra, cujo interesse científico pode ser de facto muito importante, se se provar que é originária da ilha Terceira, ou então, se tiver uma génese muito singular. A partir da observação direta da amostra recolhida, começou-se por colocar diferentes hipóteses interpretativas para a sua origem. As hipóteses de investigação colocadas foram as seguintes: a amostra ter uma origem vulcânica e local, ser uma rocha

petrolífera, um hidrocarboneto pesado, ser uma rocha constituída por ferro, ser uma rocha metamórfica, ser um carvão fóssil ou um meteorito carbonoso.

Sabendo que as rochas são agregados naturais de um ou mais minerais. e algumas vezes de substâncias não cristalinas, a análise visual permitiria testar algumas das hipóteses. A maior parte das rochas são heterogêneas e, portanto, constituídas por diversos tipos de minerais. Só algumas são homogêneas ou monominerálicas (Domingos, 2011).

Nas rochas, além de se determinar a sua composição mineralógica é necessário estabelecer as diferentes proporções em que cada um dos seus componentes estão presentes, quer à escala geológica quer à escala microscópica. As rochas normalmente são agrupadas, de acordo com a sua origem, em três grandes classes: magmáticas ou ígneas, metamórficas e sedimentares (Domingos, 2011).

As rochas magmáticas derivam da solidificação e consolidação do magma, daí o nome de rochas magmáticas, também conhecidas como rochas ígneas. O magma é um material pastoso com presença de sílica que, há biliões de anos, deu origem às primeiras rochas do nosso planeta, ainda existindo no interior da Terra. De acordo com o local de formação e o tempo de solidificação, as rochas magmáticas são classificadas em dois tipos fundamentais: Vulcânicas (extrusivas) e Plutónicas (intrusivas) (Emerson, 2010).

Ao contrário das rochas vulcânicas, as rochas plutónicas são formadas devido à lenta cristalização do magma em profundidade. Como, em geral, o seu arrefecimento é lento, ocorre a cristalização de todos os seus minerais. Normalmente estas rochas apresentam uma estrutura maciça e são granulares ou com textura granulosa, ocupando grandes espaços (Figueiredo, 2011).

Por seu turno, as rochas metamórficas são formadas a partir de qualquer rocha levada para um ambiente de altas temperaturas e pressões, sendo essas condições físicas diferentes daquelas onde a rocha se formou. Nesse ambiente, os minerais podem-se tornar instáveis e reagir formando outros minerais estáveis (Oliveira, 2009).

A classificação das rochas metamórficas é feita com base na sua textura, pois a composição química e mineralógica não são muito relevantes para a sua classificação.

As rochas sedimentares são compostas por sedimentos carregados pela água, vento e outros agentes de meteorização. Os locais mais comuns de solidificação dos sedimentos são os lagos, baías, lagunas, estuários, deltas e fundo de oceanos (Emerson, 2010).

Existem três tipos fundamentais de rochas sedimentares: rochas sedimentares detríticas, quimiogénicas e biogénicas. O tipo mais comum de rochas sedimentares é detrítico, pois os sedimentos que constituem essa rocha são predominantemente de origem inorgânica. Porém, há outro tipo de rocha sedimentar cuja matéria que a forma é predominantemente orgânica e recebe o nome de rocha sedimentar orgânica ou biogénica (Emerson, 2010).

Dentro das rochas biogénicas, e por ter semelhanças com a amostra em investigação, há a destacar as rochas carbonáceas cuja formação ocorre pela intervenção direta de matéria orgânica, resultante de seres vivos e sujeita às alterações químicas do ambiente (Nascimento, 2010).

No caso do carvão mineral ou vegetal, é constituído predominantemente por carbono e pode ter quantidades vestigiais de outros elementos. Apresenta uma cor característica - preta com presença ou não de brilho. Por outro lado considera-se o petróleo como uma combinação complexa de hidrocarbonetos, composta na sua maioria de hidrocarbonetos alifáticos, alicíclicos e aromáticos, podendo conter também quantidades pequenas de azoto, oxigénio, compostos de enxofre e iões metálicos (Nascimento, 2010).

Os hidrocarbonetos são compostos químicos constituídos essencialmente por átomos de carbono e de hidrogénio. Essa composição pode ser compatível com a hipótese de hidrocarbonetos pesados colocada nesta investigação, todavia, existem milhares de

hidrocarbonetos com características físicas muito diferentes. No entanto, todos os hidrocarbonetos apresentam uma propriedade comum: oxidam-se facilmente liberando calor (Bergamim, 2008).

De acordo com o autor anterior, os hidrocarbonetos naturais formam-se a grandes pressões no interior da Terra, ao serem trazidos para zonas de menor pressão através de processos geológicos, podem formar acumulações comerciais (petróleo, gás natural, carvão etc.), sendo pouco comum a formação de compostos sólidos, mas, sendo o petróleo, uma mistura complexa, esta apresenta na sua constituição parafínicos, cicloparafínicos (nafténicos) e compostos aromáticos. Sendo essas moléculas mais pesadas e complexas, os hidrocarbonetos podem aparecer também no estado sólido. Assim, segundo alguns autores, o petróleo é considerado como um mineral enquanto, para outros, é considerado como uma rocha.

É sabido que meteorito é a denominação dada quando um meteoróide, formado por fragmentos de asteroides ou cometas ou ainda restos de planetas desintegrados alcançam a superfície terrestre. Podem ser classificados em aerólito (rochoso), siderito (metálico) ou siderólito (metálico-rochoso) (Astronomia on-line, 2011). Esta hipótese também foi investigada, mas refira-se desde já que não há memória de qualquer meteorito ter caído na ilha Terceira. A ter ocorrido, só poderá ter sucedido em período anterior à descoberta dos Açores, ou seja, data anterior ao século XV.

À medida que o meteoróide penetra na atmosfera, ocorre uma interação com as camadas de ar que oferecem resistência à sua passagem (força de atrito). Assim, ocorre um aquecimento provocado pela força de atrito. Se o corpo apresenta velocidades na ordem de 45 km/s, geram-se temperaturas que variam de 3000°C até cerca de 7000°C, dependendo dos materiais que compõem o meteoróide. Com temperaturas tão elevadas a parte externa tem a tendência a ficar mais volátil e gera-se combustão (CDA, 2000).

Os meteoritos que atingem a superfície da Terra não são consumidos completamente pelo fogo e na maioria das vezes não contêm misturas de elementos. Assim, poderão ser constituídos por cóndrulos carbonáceos ou condritos (podem conter moléculas complexas de hidrocarbonetos) podendo também conter partículas de ferro (Astronomia on-line, 2011).

O principal objetivo deste trabalho foi contribuir para o esclarecimento da génese da amostra invulgar encontrada acidentalmente no meio da baía da Praia da Vitória. Ao longo dos testes físicos e químicos realizados, as hipóteses iniciais de trabalho foram sendo reformuladas ou excluídas.

## **Metodologia**

Para fazer uma análise física e química o mais detalha possível da amostra, cuja origem era totalmente desconhecida, foi necessária a realização de variados testes físicos e químicos, com ênfase para a densidade, determinada por picnometria de sólidos, análise de solubilidade (dissolução da amostra em vários solutos), reação de solução da amostra com vários reagentes iónicos e orgânicos, iluminação das soluções com radiação ultravioleta e espectroscopia de absorção atómica de chama (apenas determinação de cálcio e magnésio).

Inicialmente realizou-se uma análise visual para verificar o aspeto e textura da amostra, recorrendo a uma lupa electrónica com câmara e escala associada.

Ainda se realizou testes de queima: queima direta com chama, aquecimento com microondas e um teste de queima a temperatura controlada (500°C).

Efetou-se também uma análise à capacidade da amostra poder formar colóides.

## Resultados

A análise visual da amostra à lupa apresenta aparentes camadas laminares comprimidas de cor preta brilhante, nas quais se encontram partículas cristalinas planas muito variadas. Foram também observadas estruturas filiformes cristalinas (ver figura 1), mas não foi notada a presença de foliação na amostra, o que permite concluir que esta não é uma rocha metamórfica.



**Figura 1 – Imagem ampliada 60 vezes, da amostra em análise, na qual se observa uma estrutura cristalina filiforme.**

Colocou-se a hipótese das estruturas cristalinas filiformes observadas serem constituídas por cloreto de sódio, dado que a amostra foi encontrada em água do mar, e quando seca, teria formado essas estruturas lineares de cloreto de sódio, resultantes da evaporação da água retida em pequenas reentrâncias da amostra. Verificou-se que esses cristais não são solúveis em água, levando ao abandono dessa hipótese.

Esses cristais filiformes também não são destruídos pelo ácido sulfúrico, levando-nos a concluir não se tratar de matéria orgânica que se tenha depositado sobre a amostra. A composição das estruturas filiformes não foi devidamente investigada neste trabalho.

A observação visual ainda mostrou a existência de diáclases na amostra. As diáclases desenvolvem-se sobretudo nas rochas duras, intersetando-se em diversas direções e originando uma rede de fraturas que facilita a sua separação em blocos e, portanto, a sua desagregação. Todavia, a rocha em análise não é dura, desfaz-se razoavelmente por ação mecânica. Essas diáclases aparentam então resultar de processos de meteorização por ação do calor.

A análise visual pormenorizada da amostra ainda permite rejeitar as hipóteses de se tratar de uma rocha vulcânica (o que não quer dizer que no seu processo de formação

não possam estar fenômenos relacionados com o vulcanismo, por transformação por essa via de materiais), e de ser um material férrico ou ferroso.

A amostra quando sujeita a queima direta por chama é incombustível, não se detetando qualquer alteração da sua superfície, todavia, parece haver libertação de vapores com um cheiro próximo daquele que ocorre na queima do enxofre.

A colocação da amostra no forno de micro-ondas, durante 10 minutos, na potência máxima, não provocou qualquer alteração visível da amostra, tendo-se anotado outra vez, a libertação reduzida de vapores com um cheiro semelhante à queima do enxofre.

Sujeitou-se então a amostra em estudo a elevadas temperaturas com o objetivo de saber quais as temperaturas que a amostra suporta sem ser alterada. Ao tentar alterar a amostra com uma fonte de calor sem chama, durante 24 horas, verificou-se que aos 500°C esta fica parcialmente calcinada, ou seja, uma parte fica reduzida a cinzas. Tal resultado aponta para que a amostra possa suportar grandes temperaturas sem entrar em ignição.

Os resultados dos testes de temperatura apontam para a exclusão da hipótese de que a amostra seja um polímero do tipo plástico (um tipo específico de hidrocarboneto), por estes não suportam temperaturas muito elevadas.

A densidade da amostra foi então determinada pelo método de picnometria, recorrendo à utilização de um picnómetro de sólidos. A densidade média encontrada foi de 1,0308 g/cm<sup>3</sup>. Este valor não nos permite confirmar qualquer hipótese, mas aponta para a possibilidade de se tratar de um hidrocarboneto pesado, uma vez que a sua densidade se enquadra bem nos intervalos de densidades referidos na bibliografia para hidrocarbonetos pesados, derivados do petróleo. Perante isso foi-se testar a solubilidade da amostra em vários solventes.

À luz visível não foi observado qualquer indício de solubilidade da amostra em água, ácido sulfúrico, ácido clorídrico, metanol, acetona, hexano, éter do petróleo, acetato de etilo, solução de sabão, mistura de sabão e água e mistura de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, todavia, o mesmo já não ocorre quando se observam as soluções à luz ultravioleta. Tais resultados apontam para estarmos perante uma amostra razoavelmente inerte.

Uma das técnicas utilizadas para detetar a presença de hidrocarbonetos policromáticos halogenados é a de fluorescência desses compostos, que é desencadeada quando se incide luz ultravioleta sobre uma amostra.

O maior efeito de fluorescência observado ocorreu na solução da amostra em acetato de etilo, seguindo-se por ordem decrescente de fluorescência a solução de acetona, éter do petróleo, metanol, o ácido sulfúrico, ácido clorídrico e água. As soluções de hexano e de sabão não apresentaram qualquer fluorescência.

Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, não aparentam reagir com a amostra, todavia, dividem-na em partículas finas, algumas delas capazes de formar coloides. Essa divisão da amostra em partículas finas também se observa no acetato de etilo, acetona, metanol, éter do petróleo e ácido sulfúrico muito diluído. Em qualquer uma das situações anteriores, a extensão dessa divisão foi muito reduzida, indiciando mais uma vez tratar-se de uma amostra quimicamente inerte. No sentido dessa inércia química estão os resultados negativos da reação das soluções com reagentes variados: sulfato de cobre, azul-de-metileno, dicromato de potássio, hidróxido de sódio, cloreto de sódio, hipoclorito de sódio, ácido fosfórico, solução de amónia, permanganato de potássio, entre outros.

Procedeu-se à determinação de cálcio e magnésio presentes em diversas soluções da amostra, por espectroscopia da absorção atômica de chama. Não se determinaram as concentrações desses metais, uma vez que a amostra se revelou ser praticamente

insolúvel nos solventes anteriormente referidos, o que quer dizer que a massa de amostra colocada em solução não se desfazia, sendo por isso impossível avaliar a massa dissolvida, e por consequência, a concentração da solução. Assim sendo, neste trabalho apresentam-se apenas as razões encontradas entre os teores de cálcio e magnésio. Também é de referir que todas as amostras apresentaram valores de cálcio e magnésio superiores ao padrão inferior (0,1 ppm) e por vezes ultrapassaram o padrão máximo (5 ppm), pelo que aí se procedeu a uma diluição.

O soluto que mais cálcio extraiu da amostra foi o metanol e os que mais extraíram magnésio, praticamente na mesma quantidade, foram o ácido sulfúrico e o ácido clorídrico. O soluto que menos extraiu esses metais da amostra foi a mistura de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos.

A acetona extraiu grandes quantidades de cálcios e valores medianos de magnésio. Em termos de proporcionalidade, a acetona extraiu oito vezes mais cálcio do que magnésio. O metanol também extraiu mais cálcio do que magnésio, numa proporção de 6:1. O metanol extrai menos magnésio do que a acetona.

O sabão não parece ter qualquer efeito na extração dos metais em análise, uma vez que o metanol com sabão extrai o mesmo que o metanol puro. Esses resultados apontam para estarmos na presença de uma amostra contendo complexos orgânicos.

A existência de níveis elevados de cálcio e magnésio na amostra apontariam para uma possível origem terrestre da amostra, associada a uma transformação de matéria vegetal, todavia, torna-se muito claro que essa amostra não é carvão. Por outro lado, os meteoritos condritos, também possuem enxofre, carbono, cálcio e magnésio, o que torna difícil a decisão acerca da génese da amostra investigada.

## **Conclusões**

Os testes levados a cabo neste trabalho permitiram rejeitar um conjunto de hipóteses previamente estabelecidas para a uma amostra invulgar, colhida na Baía da Praia da Vitória, na Ilha Terceira – Açores –Portugal: não é uma rocha vulcânica, uma rocha metamórfica ou um carvão fóssil, todavia resta ainda provar se se trata de um meteorito, que em tempos anteriores à ocupação da ilha caiu nesse local ou se é apenas uma rocha petrolífera perdida por um navio que por aí passou. Não há dúvidas de que a amostra tem na sua composição hidrocarbonetos, alguns deles na forma de complexos metálicos. O odor a enxofre libertado pela amostra quando aquecido indicia a presença desse elemento, que tanto está presente nos meteoritos condriticos como nas rochas petrolíferas. O mesmo se pode afirmar relativamente ao cálcio e ao magnésio.

Dada a grande inércia química da amostra, não foi possível calcular concentrações de metais ou outros compostos naquelas soluções onde se observou haver, via fluorescência por irradiação com luz ultravioleta, dissolução parcial da amostra.

A génese e origem desta amostra poderá ser esclarecida realizando-se mais análise de metais pesados, aconselhando-se a aplicação da técnica de INAA (Instrumental Neutron Activation Analysis) na determinação desses metais e dado que essa técnica não necessita de soluções, podendo ser realizada com amostras sólidas.

## **Bibliografia**

Domingos, L. 2012. *Rochas*. [http://domingos.home.sapo.pt/rochas\\_1.html](http://domingos.home.sapo.pt/rochas_1.html). Data de consulta: 6 de janeiro de 2012.

Emerson, S. 2010. *Rochas Magmáticas*. <http://www.infoescola.com/geologia/rochas-magmaticas/>. Data de consulta: 6 de janeiro de 2012.

Figueiredo, L. 2011. *Rochas Plutônicas*. <http://geodiversidadepb.blogspot.com/2011/03/rochas-plutonicas.html>. Data de consulta: 6 de janeiro de 2012.

Oliveira, S. 2009. *Metamorfismo*. <http://eporteflio.blogspot.com/2009/04/metamorfismo.html>. Data de consulta 7 de janeiro de 2012.

Nascimento, S. 2010. *Rochas Sedimentares Biogénicas*. <http://www.slideshare.net/sandranascimento/v-rochas-biognicas>. Data de consulta: 6 de janeiro de 2012.

Bergamim, R. 2008. *Hidrocarbonetos*. <http://www.agracadaquimica.com.br/quimica/arealegal/outros/85.pdf>. Data de consulta: 7 de janeiro de 2012.

Astronomia on-line, 2011. *Meteoros, Meteoritos e Impacto*. [[http://www.ccvalg.pt/astronomia/publicacoes/meteoros\\_meteoritos.htm](http://www.ccvalg.pt/astronomia/publicacoes/meteoros_meteoritos.htm)]. Data de Consulta: 7 de janeiro de 2012.

CDA, 2000. *Meteoroides*. <http://www.cdcc.usp.br/cda/aprendendo-basico/sistema-solar/meteoroide.html>. Data de consulta: 7 de janeiro de 2012.