

Temporal na Ilha da Madeira

Causas, consequências e formas mitigadoras dos danos

BRUNO VALENTE

Eng. Civil, Mestre em Geotecnia, Professor Convidado na Universidade da Madeira

A precipitação anormal de chuva ocorrida no passado dia 20 de Fevereiro de 2010 na Ilha da Madeira, que deu origem às “aluviões” (torrentes de lama e pedras) com características demolidoras, resulta de um fenómeno meteorológico raro com probabilidade de ocorrência secular.

Geomorfologicamente, a Ilha da Madeira, de origem vulcânica, é caracterizada por bacias hidrográficas curtas, com linhas de água principais de extensão média de 10km e desníveis abruptos, superiores a 1400m, entre as cabeceiras e a foz, que confere ao escoamento fluvial um regime turbulento e torrencial. Como exemplo temos: o Pico Ruivo, com 1862 metros de altitude; o Pico do Areeiro, com 1818 metros; o Pico Grande, com 1657m; o Paul da Serra, com 1500m; o Pico das Urzes, com 1418m de altitude, entre outros.

Do ponto de vista geológico, a Ilha da Madeira, dada a sua origem vulcânica, apresenta, como característica directa da sua génese, formações de natureza essencialmente basáltica, constituídas por **formações sedimentares** (a-Aluviões; A-Cascalheiras e areias de praias modernas; A'-Depósitos de vertente e de “Fajãs”; Ad-Areias de dunas com moluscos terrestres da Ponta de S. Lourenço; Q-Cascalheiras



Foto 2 – Depósito de vertente antigo consolidado, parcialmente removido pelo regime torrencial da ribeira. Sítio da Serra de Água – Ribeira Brava

fluviais e marinhas, quaternária); **materiais piroclásticos** (principais depósitos de materiais piroclásticos predominantemente finos; aparelhos vulcânicos, cones de escórias e materiais piroclásticos grosseiros) e por **escoadas lávicas de natureza essencialmente basáltica** nos mais diversos estados de alteração (β -Basalto s.i.; ha-Hawaiitos; μ -Mugearitos; be-Benmoreitos).

As **Aluviões** que se encontram nos vales das grandes ribeiras (ribeira da Madalena, ribeira Brava, ribeira dos Socorridos, ribeira de Machico, etc.) são depósitos heterogêneos, geralmente muito grosseiros, acumulados nos leitos, constituídos por blocos arredondados de rocha essencialmente basáltica, calhaus rolados e seixos envolvidos por matriz muito arenosa desagregável, apresentando-se soltos, com baixa coesão.

Os **Depósitos de vertente e de “Fajãs”** encontram-se nos vales e na periferia da ilha. Os depósitos de vertente resultam do desprendimento/colapso das formações que constituem os taludes rochosos mais declivosos e escarpados com consequente acumulação ao longo e na base das vertentes (podendo coincidir ou não com a linha de água). Como tal, são depósitos muito heterogêneos, constituídos por fragmentos de solos e rochas diversas, com predominância dos basaltos, e de dimensões variáveis, desde blocos que podem atingir os 3m de diâmetro até pequenos fragmentos angulosos a sub-rolados, envolvidos por uma matriz argilo-silto-arenosa. Estes depósitos encontram-se numa situação de equilíbrio limite, pelo que se instabilizam facilmente, dando origem (dada a sua elevada espessura) a escorregamentos que afectam áreas importantes. Nos vales das grandes ribeiras é frequente a ocorrência de depósitos aluvionares intercalados no seio do depósito de vertente, evidenciando a presença do curso das linhas de água no passado em posições distintas das actuais. A evolução do vale tipo destas ribeiras tem sido feita à custa



Foto 1 – Córregos – Vale da Ribeira Brava



Foto 3 – Erosão provocada por ravinamento e avalanche em encostas com cobertura florestal de grande porte – Vasco Gil – Funchal

do transporte e da erosão das mesmas, devido aos sucessivos abatimentos e escorregamentos das suas margens, fazendo mudar o seu curso ao longo do tempo (ver foto 6). Os depósitos apresentam uma superfície mais ou menos inclinada conforme os pontos.

Por acção dos agentes físicos e químicos da natureza, as formações vulcânicas (basaltos, brechas e piroclastos), alternadas com sedimentos, de compacidade, coesão e resistência distintas, sofrem erosão diferencial com maior desgaste das formações piroclásticas finas e grosseiras, com a formação de consolas nos materiais mais resistentes e pesados (escoadas basálticas), pelo que a ruptura, quando ocorre, envolve sempre grande volume de materiais. Esta ruptura, devido à natureza litológica das formações, é quase sempre planar e vertical, com queda instantânea, dando origem a depósitos de vertente mais ou menos possantes, muitas vezes com obstrução das linhas de água. Sendo instantâneos, as linhas de água, na maior parte das vezes, não têm capacidade para a sua remoção e transporte, ocasionando alteração do seu curso.

Outro fenómeno que converge para a mesma situação é o “Toppling”, caracterizado pela abertura de fendas sub-verticais, paralelas à escarpa natural e que resulta da perda de confinamento (por erosão dos materiais da base ou remoção dos depósitos de vertente que tem um carácter temporário e estabilizador), alterando o estado de tensão *in situ* do maciço e originando uma ruptura por tracção.

Nos córregos (linhas de água de pequeno porte que na Ilha da Madeira apresentam inclinações verticais a sub-verticais), rodeados de vegetação exuberante, acumulam ao longo dos anos depósitos de materiais soltos temporários que, em situações limite, podem conduzir a avalanches, a derrocadas e a deslizamentos localizados.

Esta incapacidade das linhas de água removerem de imediato os materiais depositados conduz a uma contínua acumulação no seu leito, os quais só são removidos em situações limites de cheias, potenciadoras de risco elevado.

Os materiais mais susceptíveis de serem transportados pelo fenómeno ocorrido são os depósitos de vertente confinantes com linhas de água, os materiais que se encontram retidos pela vegetação nas encostas íngremes, os que se encontram a cobrir parte das cabeceiras das bacias hidrográficas e que apresentam espessura mais ou menos reduzida conforme aumenta ou diminui a inclinação das encostas e os taludes sensíveis ao aumento do teor de água no solo.

Nas zonas montanhosas, de reduzida cobertura vegetal, verificou-se a erosão superficial acelerada da camada de solo pouco espessa, provocada pelo excesso de escoamento de água superficial e sub-superficial provocando a ruptura hidráulica dos solos e consequente obstrução das linhas de água adjacentes. A vegetação arbustiva (urzes e outros arbustos de pequeno porte) apresentou um bom desempenho, contrariando a erosão dos solos.

Na foto 3 verifica-se, à esquerda, a erosão por ravinamento; ao centro e à direita a erosão, por avalanche, das encostas bastante inclinadas com cobertura florestal de grande porte (eucaliptos, pinheiros e acácias, etc.), com consequentes danos nas construções localizadas na base da encosta e deposição destes materiais nas linhas de água, causando a obstrução das mesmas.

Outro acidente geotécnico que ocorreu de forma generalizada foi o deslizamento de taludes naturais, alguns artificiais, localizados nas vertentes sobranceiras das estradas regionais e de zonas ocupadas pelo homem, com consequente obstrução e dano em estradas, muros de suporte, edificações e equipamentos.

Este fenómeno está directamente relacionado com a saturação dos solos e com a criação de gradientes hidráulicos na interface entre o maciço terroso e o maciço rochoso, conduzindo ao aumento do peso volúmico dos solos e à diminuição do coeficiente de segurança ao deslizamento dos taludes e estruturas de suporte.

Das múltiplas observações feitas ao longo dos concelhos mais afectados, verifica-se que os depósitos de vertente confinantes com as linhas de água e os materiais depositados nos leitos das ribeiras a montante



Foto 4 – Erosão dos depósitos de vertente mais ou menos antigos/consolidados acumulados ao longo dos vales das ribeiras – Colmial – Fajã Escura, Curral da Freiras



Foto 5 – Erosão do depósito de vertente sobre uma Aluvião antiga, com edificações no topo – Sítio da Serra de Água – Ribeira Brava

das zonas canalizadas foram os que mais contribuíram para avolumar a carga sólida transportada pelas ribeiras. Estes volumosos caudais, com carga sólida elevada, com um potencial destruidor e com grande capacidade de arrasto, transportaram, até à foz das ribeiras, materiais sólidos com diâmetros consideráveis que atingiram os 2m.

A diminuição da capacidade de transporte das ribeiras nas zonas menos declivosas (centros urbanos), combinada com a incapacidade da foz em encaixar estes volumosos caudais, fizeram com que a diminuição brusca da velocidade de escoamento junto ao mar proporcionasse a acumulação da carga sólida para montante.



Foto 6 – Obstrução total da Ribeira de São João junto à foz, provocada pela carga sólida transportada pela ribeira

Esta incapacidade instantânea da foz absorver esta carga sólida transportada provocou a colmatção total da secção de vazão das ribeiras e o consequente transbordo das mesmas, causando danos e prejuízos avultados na cidade do Funchal, que é atravessada por três ribeiras: a de São João, a de Santa Luzia e a de João Gomes, estas duas últimas com partilha da mesma foz.

Após a redução a zero da capacidade de transporte, a ribeira de S. João transbordou e encontrou saída pelo túnel rodoviário de acesso à marginal do Funchal, com consequente inundação de lojas, centros comerciais e outros espaços localizados na sua mediação, com consequente acumulação de milhares de toneladas de materiais sólidos nas vias circundantes.



Foto 7 – Acumulação de materiais sólidos transportados pela enxurrada e depositados nas vias de circulação – Funchal



Foto 8 – Colmatção total da ribeira de Santa Luzia com consequente transbordo – Funchal



Foto 9 – Múltiplas rupturas localizadas, com origem na fundação – Muralha antiga da Ribeira de Santa Luzia – Funchal

Idêntico cenário, mas com maior intensidade, foi encontrado na ribeira da Tabua e ribeira Brava, em resultado da pouca intervenção humana, onde a exposição dos depósitos de vertente aos caudais limites produziu mais carga sólida (ver foto 2 e foto 13). A ribeira da Tabua, com uma predominância de depósitos de vertente ao longo de todo o seu curso, encontra-se canalizada apenas em cerca de 300m no seu troço final, ficando a maior parte das suas margens expostas



Foto 10 – Ruptura localizada, com origem na fundação – Muralha antiga da Ribeira de Santa Luzia – Funchal



Foto 11 – Vale da ribeira da Tabua a jusante da estrada regional

à erosão provocada por caudais limites.

Os vales da ribeira da Tabua e ribeira Brava são caracterizados por uma predominância de aluviões, antigas e recentes, cobertas parcialmente por depósitos de vertente mais ou menos consolidados, sobre os quais estão edificadas construções mais ou menos dispersas e onde a intervenção humana no curso das ribeiras é reduzida.

Os materiais depositados pela natural evolução da ilha ao longo dos anos, nas margens e leito destas ribeiras, a montante das zonas canalizadas, foram trazidos de forma abrupta para a foz, em consequência dos volumosos caudais que se produziram.

Embora o leito da ribeira da Tabua no seu troço final tenha uma boa inclinação, de cerca de 7% em comparação com as ribeiras do Funchal, a carga sólida transportada foi de tal ordem que a ponte junto à marginal limitou a capacidade da foz para receber estes materiais arrastados pela torrente de pedras e lama.

Após a obstrução junto à ponte, verificou-se a acumulação de material sólido de grandes dimensões (ver foto 13), numa extensão de cerca de 300m, com alturas consideráveis, provocando danos nas construções vizinhas.

Relativamente à ribeira Brava, a carga sólida de grandes dimensões ficou retida a montante do troço canalizado onde a inclinação da ribeira é menos acentuada e o vale é mais largo.

CONCLUSÃO

Deste modo, podemos concluir que o fenómeno que ocorreu no passado dia 20 de Fevereiro de 2010, e que teve consequências trágicas, resultou de um conjunto de factores naturais, próprios da natural



Foto 12 – Deposição da carga sólida transportada pela ribeira da Tabua junto à Foz – Conselho da Ribeira Brava

evolução orográfica da ilha da Madeira, mas cujas consequências podem e devem ser minimizadas. De entre os principais factores que mais contribuíram para a tragédia, destacam-se os seguintes:

- A falta de zonas de retenção da carga sólida a montante das zonas canalizadas e fortemente urbanizadas;
- A existência de múltiplos depósitos de vertente muito possantes, que resultam da evolução natural dos maciços altamente heterogéneos da ilha ao longo dos cursos de água de maior expressão e que contribuem, de forma significativa, para a carga sólida transportada pelas grandes ribeiras em situações de caudais limites;
- A existência, nos leitos das grandes ribeiras, para montante das zonas canalizadas, de grande quantidade de materiais facilmente desagregáveis e que podem ser transportados pelo regime torrencial;
- A incapacidade da foz das grandes ribeiras em absorver carga sólida elevada;
- A existência de múltiplos taludes naturais, e alguns artificiais, em estado de equilíbrio limite e, como tal, muito susceptíveis à variação do teor em água nos solos;
- A existência de um conjunto significativo de construções localizadas em zonas de riscos geológicos e geotécnicos elevados;
- A existência de áreas nas cabeceiras das bacias hidrográficas despidas de cobertura arbustiva, proporcionando o arrastamento dos solos para as linhas de água.



Foto 13 – Depósito de carga sólida transportada pela ribeira da Tabua – Conselho da Ribeira Brava

Apontam-se as seguintes formas mitigadoras do problema:

- A criação de zonas de retenção da carga sólida a montante das zonas canalizadas e respectiva limpeza sazonal;
- A correcção e alargamento da canalização de alguns troços das grandes ribeiras nas zonas urbanizadas, de forma a impedir o arrastamento dos depósitos de vertente;
- A dragagem da foz, de modo a aumentar a capacidade de recepção da carga sólida transportada pelas ribeiras;
- A reconstrução das pontes destruídas ou afectadas, com vãos maiores e gabarits mais elevados;
- A Identificação das zonas de risco geológico e geotécnico onde as construções devem ser evitadas e, em alguns casos, demolidas;
- A estabilização de taludes que apresentem grau elevado de risco para as populações;
- A reflorestação de áreas montanhosas despidas com espécies arbustivas endémicas. ■