

7.1 Riscos “Naturais” e Vulnerabilidade

Os riscos naturais, são, fundamentalmente, fenómenos que podem produzir danos e estão associados à evolução da Terra ao longo dos tempos. Esta é a denominação usada para fazer referência aos riscos que não podem ser facilmente atribuídos ou relacionados com a acção humana. No entanto, nos dias de hoje, essa “é uma tarefa cada vez mais difícil” (Rebelo, 2003).

Risco, “enquanto conceito é entendido no seu sentido mais restrito, *hazard* ou *aléas* designa a probabilidade espacial e temporal de ocorrência de um fenómeno, neste caso um fenómeno indesejado, pelas consequências negativas de que se reveste para o Homem e para a sociedade” (Cunha e Dimuccio, 2002).

Tem sido diversas as abordagens aos fenómenos naturais, sociais, no desenvolvimento de teorias de risco. O estudo dos riscos naturais, seja segundo uma perspectiva mais naturalista, mais social ou mais economicista, é necessário, por modo a compreendê-los prevê-los para que se possam mitigar as suas ocorrências.

“A ideia de risco tem acompanhado desde sempre o homem. No princípio, os riscos eram exclusivamente naturais; a pouco e pouco, além desses apareceram outros como consequência das suas próprias actividades, tendo ou não componente natural. Hoje, os riscos são já de toda a ordem, desde os naturais aos socioeconómicos ou aos tecnológicos (Faugères, 1991), é impossível analisá-los em separado, pois constituem-se em verdadeiros complexos de riscos. Os riscos naturais, nunca podem ser analisados isoladamente” (Rebelo, 2001 e 2003). Estes resultam da conjugação de dois aspectos, o primeiro da dinâmica do meio físico (que envolve perigo para a presença do homem ou seja que apresenta *perigosidade* e o segundo da exposição de uma comunidade em relação aos perigos resultantes dessa dinâmica, logo a *vulnerabilidade*.

Resumido, o risco natural aparece ligado ao meio físico como elemento activo, e à presença do homem como elemento passivo.

Citando alguns nomes, Varnes (1984), dita que “... um “Hazard” natural significa a probabilidade de ocorrência num período específico de tempo e numa determinada área de um fenómeno potencialmente danoso...” por outro lado, K. Smith (1992), define o risco como sendo directamente dependente da probabilidade de ocorrência de um acontecimento natural ou não, considerando que a ocorrência de um “Hazard”, não é mais que uma ameaça potencial para a humanidade. Resumindo, o que para Smith é um “Risk”, para Varnes é um “Hazard”.

Como se verifica esta questão ficou longe de ser consensual, no entanto independentemente da terminologia utilizada, será ponto assente que o conceito de risco, no

fundo, encerra todos estes conceitos (*aleatório, acaso, casualidade e perigosidade*) mais, a adição de algo que resulta da presença directa ou indirecta do homem, portanto a vulnerabilidade.

“O conceito de risco mais vulgarizado depende directamente da probabilidade de ocorrência de um perigo, um acontecimento natural ou não, que pode vir a manifestar-se. Logo, próxima de um sentimento de incerteza, ainda que não de fatalidade (de certa forma associada ao conceito de *hazard*” (Dauphiné, 2001)), “diferentemente percebida e sentida pela população em função do tempo histórico, mas também do estatuto económico, social e cultural e em função de outros dados demográficos, como o sexo e a idade, ou geográficos, como o local de naturalidade, residência ou vivência” (Teles, 2001; Santos, et al. 2001).

A noção de vulnerabilidade, associada à noção de risco, tem sido matéria de discussão, entre os vários estudiosos destas matérias. Contudo, merecem destaque, as considerações efectivadas por Rebelo (2003). Segundo este autor subsiste uma confusão entre os termos utilizados para tratar de riscos e vulnerabilidades. Enquanto os franceses optaram pela ideia de “*aleatório*” logo, do *aléa*, os anglo-saxónicos preferiram a de “*acaso*” ou “*casualidade*” portanto, o *hazard*; ao passo que alguns espanhóis, italianos e portugueses, para exprimir a ideia de ameaça preferiram as palavras *peligrosidad, pericolosità* e “*perigosidade*”, respectivamente.

O mesmo autor considera que existe um ponto de confluência. “Independentemente das palavras utilizadas, está, na prática, aceite, por quase todos os que se dedicam a este tipo de estudos, que o risco é, então, o somatório de algo que nada tem a ver com a vontade do homem (*aleatório, acaso, casualidade* ou *perigosidade*), com algo que resulta da presença directa ou indirecta do homem, ou seja, a vulnerabilidade” (Rebelo, 2003). Neste contexto e segundo Rebelo (2003), surgem fórmulas de quantificação do risco, assentes em operações aritméticas simples. Primeiro optaram pelo somatório, mas depois houve autores que preferiram a multiplicação.

Para autores da língua francesa, o Risco (R) é igual ao somatório do Aléas (A) e da Vulnerabilidade (V). Para os da língua Inglesa, o Risco (R) é o resultado do somatório da vulnerabilidade (V) com o Hazard (H).

$$R=A+V$$

Ou

$$R=H+V$$

No intuito de criar uma “fórmula do risco” houve quem valorizasse mais a vulnerabilidade para a mesma importância do *aléa* ou *hazard*, daí o produto em vez da soma

entre o Aléas (A) e a Vulnerabilidade (V), portanto a multiplicação e não a soma. Surge então, na tentativa de “melhor traduzir o conceito de risco natural”.

$$R=A.V \text{ ou } R=H.V$$

Outra opção veio a ser a função definida caso a caso, como refere, por exemplo, André Dauphiné (2001). Nesta “Risco = F (aléa, vulnerabilidade), onde F é uma relação que depende do problema analisado (Rebelo, 2003).

$$[R=F(A, V) \text{ ou } R=F(H, V)]$$

As diversas fórmulas do risco constituem apenas opções metodológicas, que podem ser utilizadas em inumeráveis casos, conforme as características geográficas e do tema a estudar em cada região ou lugar.

Atendendo à primeira fórmula do risco $R=A+V$, que utiliza a soma da probabilidade da intensidade dos processos com a vulnerabilidade, tem em conta que basta a presença de um processo (A), ou a possibilidade de surgir um fenómeno extremo, para que exista um risco (R). Deste modo, se a vulnerabilidade for igual a zero ($V=0$)¹, o risco resultante da soma da probabilidade de um processo potencialmente perigoso e esta, dará o valor 1.

$$R=1+0=1$$

Na área em estudo (Concelho da Ribeira Brava) constatamos que tem aplicação prática estas fórmulas, na análise de situação de risco no Concelho, particularmente na vila da Ribeira Brava. Aqui o risco (R) de cheia/inundação no centro da vila, é uma ameaça sempre que se verificam quantitativos de precipitação elevados. É também no centro e ao longo curso da ribeira que é elevada a concentração urbana, e localizam-se as instituições mais importantes do concelho, portanto será também elevada a vulnerabilidade. Nesta situação de risco, o processo potencialmente perigo (A) é representado pela cheia da ribeira, por exemplo em períodos de chuva intensa. A vulnerabilidade (V) está relacionada à presença das casas, da população, das infra-estruturas, entre outras, nas planícies de inundação, ou seja, nas áreas sujeitas ao processo potencialmente perigoso. A fórmula aritmética aplicada a este exemplo pode ser deste modo equacionada.

$$R=A+V$$

Para existir risco é necessário que se verifique o processo potencialmente perigoso e elementos expostos - vulneráveis. Contudo e segundo refere Rebelo (2003) “o risco está sempre presente, mesmo que um dos elementos da aritmética seja nulo ou inexistente. Com

¹ Vulnerabilidade define-se segundo Varnes (1984) e Fell (1994), “como o grau de dano sofrido por um dado elemento ou elementos, provocados por um escorregamento de determinada dimensão e intensidade, é expresso numa escala de 0 (ausência de dados) a 1 (danos totais) ”.

maior ou menor importância, a vulnerabilidade está sempre presente e, por conseguinte, o risco também. A vulnerabilidade é intrínseca à noção de risco e quase não vemos a necessidade de falar em “aleatório”, “acaso”, “casualidade” ou “perigosidade”.

Perante isto, qualquer uma das fórmulas supracitadas deixa de ter importância e meramente por questões metodológicas, poderemos aceita-las. Trata-se portanto, de garantir um modo de aplicar com diversos graus de vulnerabilidade, como muito baixa, Baixa, moderada, elevada e muito elevada.

Cada vez mais nos apercebemos da pertinência de conhecer os factores que estão na sua génese, como também determinar os efeitos perturbadores que causam às populações afectadas. Estas inserem-se, em sociedades que criam a sua própria vulnerabilidade aos fenómenos naturais. Reflectem portanto, diferentes graus de preparação face aos fenómenos. Por esse motivo, perante o mesmo tipo de fenómeno, ocorrendo com a mesma intensidade em sociedades diferentes, pode provocar fortes disfunções numa, não afectando outras. White (1974) regista:”By definition, no natural hazard exists apart from human adjustment to it. It always involves human initiative and choice”.

A verdadeira dificuldade na quantificação do risco advém da dificuldade da quantificação da vulnerabilidade. Em 1984, era entendida como o “grau de perda ou de estragos (prováveis) provocados num dado elemento em risco ou num conjunto de elementos em risco (população, actividades económicas) resultante da ocorrência de fenómenos naturais” (Nações Unidas, 1984). Dez anos depois era já considerada como o “conjunto de características inerentes a uma pessoa ou a um grupo, relativas à capacidade para prever, gerir, resistir e voltar à normalidade, após o impacto causado por um risco natural” (P. Blaikie, 1994).

Logo, a vulnerabilidade é de vários tipos: humana (quantidade e concentração da população, pobreza, estrutura etária, etc) material (edificado relacionado com o desenvolvimento económico e social); funcional (gestão dos sistemas socioeconómicos); ambiental (perda de biodiversidade, destruição de ecossistemas); e multidimensional. Daqui decorre que a vulnerabilidade é variável (hora do dia) e é dinâmica.

As ilhas revelam-se muito vulneráveis aos desastres naturais, principalmente as de reduzida dimensão. Atendendo a que, nestas, os eventos quando atingem proporções devastadoras afectam todo o seu território. O seu elevado grau de vulnerabilidade resulta, segundo Rodrigues (2005), “do facto destas se situarem em zonas de alta perigosidade mas também por dependerem muitas vezes de poucas e limitadas fontes de riqueza, normalmente a agricultura e o turismo”.

Efectivamente, a Região Autónoma da Madeira, e particularmente o concelho em estudo, apresenta estas características. Como vimos no capítulo II, o tecido empresarial e económico da Região assenta em actividades tradicionais e de fracos rendimentos, na construção civil e obras públicas e no turismo, o que a torna mais vulnerável a fenómenos extremos. “(...) todas as ilhas são atingidas periodicamente por tempestades e fenómenos geoclimáticos violentos, especialmente a ilha da Madeira e dos Açores onde as inundações e os movimentos de vertente que resultam de períodos de intensa precipitação são frequentes” (Rodrigues, 2005).

A Região Autónoma da Madeira é uma região ultraperiférica e apresenta vulnerabilidade aos fenómenos geoclimáticos, pelo que, consideramos o seu estudo necessário, pois só conhecendo as suas vulnerabilidades, poderemos reduzi-las. Desse modo, a elaboração de cartas de risco geomorfológico e hidrológico, e de vulnerabilidade do concelho (que assentará numa análise qualitativa ou semi - quantitativa sempre que possível) torna-se imprescindível.

Os riscos naturais e induzidos pelo Homem apresentam uma grande diversidade e um carácter multi-sectorial, dependendo muito de local para local. Na Região, são considerados mais relevantes os riscos derivados das condições meteorológicas e associados às características geomorfológicas da ilha da Madeira, como as cheias rápidas e inundações, os deslizamentos, as derrocadas e as tempestades, ou, embora não sejam tratados neste estudo, os fogos florestais e os derrames de hidrocarbonetos no mar. O transporte de substâncias perigosas, merece atenção para futuros estudos, pelos prejuízos (monetários e humanos) que podem causar.

A Região tem sofrido crises importantes, tendo algumas delas sido originadas ou agravadas pela acção do Homem, com perdas de vidas humanas, alterações ambientais e avultados prejuízos materiais, que justificam que esta matéria seja abordada com uma atenção, muito especial no âmbito da política de ambiente.

Embora não seja possível eliminar o risco, é possível gerir a exposição aos riscos (“hazards”), bem como controlar determinados factores que podem atenuar a magnitude ou a sua gravidade. Neste contexto, é importante uma gestão dos riscos adequada, ou seja, que condicione certos usos do solo de acordo com o grau e a probabilidade de ocorrência de crises, e actue na correcção de deficiências que em determinadas circunstâncias possam, atingir a dimensão da catástrofe ou agravar os seus efeitos.

7.2 Os SIG e a sua Contribuição para a Cartografia do Risco e da Vulnerabilidade do Território

Os sistemas de informação geográfica (SIG) são instrumentos poderosos que estão a ser postos ao serviço da organização espacial e podem contribuir, sem dúvida, para preparar um futuro favorável que não se afigura fácil de gerir.

A utilização plena das potencialidades dos sistemas de informação geográfica implica a superação de alguns obstáculos, tais como, entre outros, as dificuldades na obtenção de informação digitalizada; as dificuldades institucionais, e/ou as dificuldades de formação.

A importância dos SIG consiste na sua capacidade em relacionar diferentes informações num determinado contexto espacial e permitir uma conclusão sobre essas relações, num curto espaço de tempo.

Um SIG, é uma aplicação básica, que permite a constituição de uma base cartográfica georreferenciada que pode servir às diversas entidades e instituições que gerem o território. Trata-se de construir uma base de dados informatizada que reproduza a configuração do território, no caso em estudo, o Município da Ribeira Brava, identificando os usos do solo.

A importância de recorrer a este tipo de ferramentas de trabalho, para a análise dos riscos e das vulnerabilidades do território, prendem-se com o prever situações extremas, contribuindo para diminuir a vulnerabilidade numa sociedade cada vez mais artificializada. “Quanto mais modificamos a realidade, mais riscos corremos de perder o contacto com ela (...) nas últimas gerações temos construído um tecido social com tantas implicações, tão intrincado e integrado, que as nossas instituições e a nossa capacidade de governo já não são capazes de o controlar,” (Brito, 1983). Esta afirmação é apoiada pelo crescimento do número de acidentes ecológicos de grande dimensão, nos oceanos, na atmosfera e na terra, ocorridos nos últimos anos.

A metodologia a usar na elaboração de cartografia dos riscos geomorfológicos e hidrológicos numa base de SIG, em ambiente ESRI, consistirá na avaliação do risco aos movimentos de massa, que terá por base técnicas de avaliação relativa de relevância paleogeográfica, que se basearam na distribuição dos movimentos de vertente e no seu relacionamento com os factores condicionantes do terreno, critérios de automatismo computacional e critérios de interpretação.

Dentro dos modelos relativos, a elaboração da carta de risco aos movimentos de vertente, teve por base a cartografia directa, baseando-se num levantamento geomorfológico, com a identificação e localização de crises, seus efeitos e factores desencadeantes.

Posteriormente, o levantamento das formas e a localização das crises foram introduzidos num SIG, definindo um padrão espacial dos movimentos de massa no espaço geográfico concelhio.

Na de áreas de susceptibilidade às quedas de blocos/desabamentos, foram utilizados critérios de automatismo. Estas foram baseadas num modelo de declives, gerado a partir de um MDT, dos quais foram seleccionadas as áreas que possuíssem um declive superior a 30%, que são essenciais no despoletar deste tipo de movimento. Foi também considerado o tipo de vegetação existente, atendendo a que esta pode ser, como já foi mencionado, um importante agente protector dos solos contra a erosão. Sendo também considerada vegetação rara, como a de laurissilva, que se mostra vulnerável pela sua raridade no contexto do concelho.

Depreendemos a partir da análise dos capítulos anteriores que, devido à orografia acentuada, aos declives elevados, à vegetação e as precipitações intensas, toda uma conjugação de factores condicionantes, determinam o desenvolvimento de movimentos morfo e volumetricamente relevantes.

Metodologia semelhante será a usada na elaboração das cartas de susceptibilidade e de vulnerabilidade do concelho aos riscos hidrológicos.

Neste contexto, foram atribuídos, às áreas mais susceptíveis, índices de ponderação consoante as condicionantes físicas do terreno, nomeadamente, em zonas críticas das bacias hidrográficas onde se verifica a confluência de linhas de água com uma hierarquia superior a 2ª ordem².

Posteriormente, foi tida em conta a distribuição espacial das crises históricas ocorridas na área em estudo, permitindo a delimitação de pontos críticos de escoamento, por forma a definir as áreas de risco hidrológico.

Como veremos, a facilidade de cruzar informação em ambiente SIG, é uma mais valia para quem se dedica ao estudos dos riscos.

7.3 Riscos Geomorfológicos

Os riscos geomorfológicos prendem-se com a actuação dos processos morfogenéticos que se traduzem em erosão de vertentes. De entre estes, destacam-se o risco de ravinamento e o risco de movimentos de massa (desabamentos, deslizamentos e fluxos), até porque são os mais frequentes nas nossas condições meteorológicas.

² Segundo a Classificação de Strahler

A maioria dos processos geomorfológicos tem lugar de forma gradual, com magnitudes que não representam perigo para as populações nem afectam o normal funcionamento das suas actividades. No entanto, em determinados locais e em certos momentos, ocorrem fases críticas, durante as quais a magnitude dos processos é muito superior à habitual. Levando a perdas de vidas humanas, das suas obras e actividades, bem como à desorganização social e económica das comunidades, constituindo, desse modo, constrangimentos ao desenvolvimento das regiões afectadas. “As fases críticas em processos geológicos, apesar de não serem frequentes, são uma característica quase constante do funcionamento desses processos sendo, portanto, possíveis de prever em determinadas condições e situações” (Smith, 1985).

As características geomorfológicas e climáticas da Região Autónoma da Madeira, tornam o nosso território particularmente vulnerável à ocorrência destas crises, ocasionadas por razões exclusivamente naturais, ou por razões que combinam factores naturais e humanos.

A acção humana interventiva, passa pela forma como se utiliza o meio, especificamente o uso do solo. Pois um uso inadequado pode afectar substancialmente o meio físico e a sociedade.

Com efeito, dentro das alterações implementadas pelas actividades humanas com consequentes implicações nas roturas de declive, destacam-se os trabalhos relativos à criação de infra-estruturas viárias e à criação de áreas aplanadas para uso essencialmente urbano (residencial e industrial). Os aterros também configuram situações de instabilidade geomorfológica, pois os materiais são remexidos e depositados na maioria dos casos em unidades diferentes de vertente, da original. Assim, além da alteração da geometria das vertentes, observa-se a impermeabilização de certas áreas, decorrente principalmente da compactação do material superficial para a construção de arruamentos e edificações urbanas que, aquando de eventos extremos, como por exemplo chuvas intensas em curtos períodos de tempo, potenciam processos erosivos característicos como os ravinamentos, isto, devido à sua susceptibilidade.

As alterações ou abandono de práticas agrícolas, são também factores que, em inter-acção e interdependência, implicam mudanças no funcionamento morfodinâmico e no comportamento geomecânico das vertentes, potenciando desse modo, situações de riscos geomorfológicos mais elevados.

Para melhor compreendermos estes processos passaremos à caracterização dos diversos movimentos de vertente que ocorrem com maior frequência na ilha, estudando com maior pormenor o concelho da Ribeira Brava. Mas antes, iremos debruçar-nos sobre uma

breve análise dos usos do solo no nosso concelho. Estes usos irão determinar o incremento ou não da vulnerabilidade, que nos ajudou também a definir as áreas susceptíveis aos movimentos de vertente e a cheias/inundações.

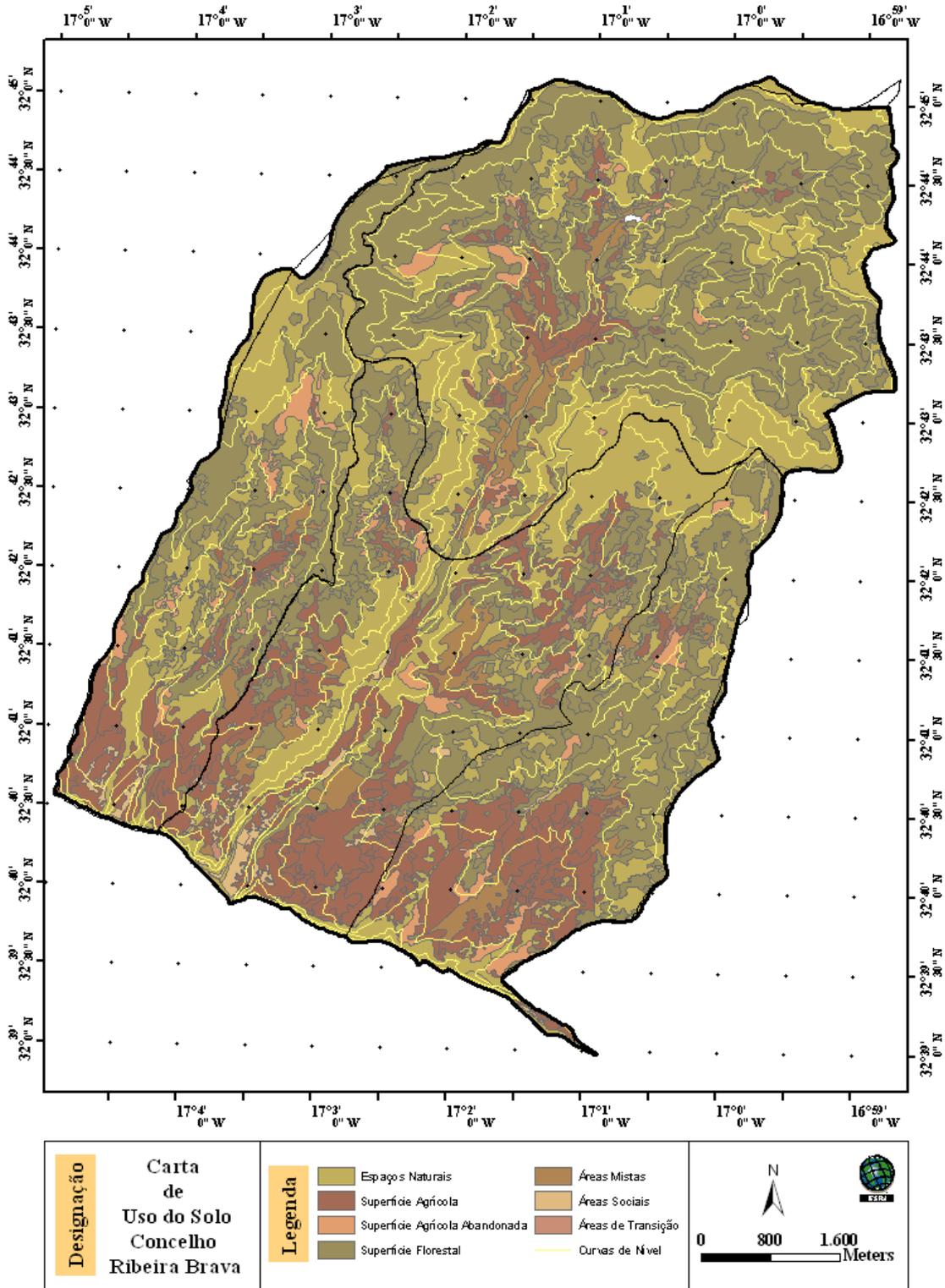


Figura 49 - Carta dos usos do solo

Com base nos dados da PRAM (2002), foi-nos possível elaborar uma carta dos usos do solo. Tencionamos demonstrar com esta carta os usos do solo, estando nela representada a

superfície florestal, espaços naturais, a superfície agrícola, a área social, a área mista, e a área de transição (figura 49).

Numa análise mais detalhada à carta de usos do solo, verificamos que da superfície florestal, a floresta exótica é aquela que ocupa a maior parcela. A estes sucede-se a urzal de altitude. As restantes utilizações, nomeadamente, o mato, possuem algum significado a nível concelhio. Relativamente aos espaços naturais, temos o domínio do prado natural.

No que concerne à superfície agrícola teremos em atenção o seu estado de actividade/inactividade. Esta área adquire uma grande importância no concelho. As áreas agricultadas ocupam uma boa parte do litoral sul do concelho e ao longo do vale e na freguesia da Serra de Água. A superfície agrícola inactiva adquire pouca expressão, no contexto do concelho.

Quanto as áreas sociais, são ocupadas predominantemente por áreas urbanas. De menor representatividade, constamos a existência de outras áreas sociais. As áreas mistas, consistem em áreas de transição entre o espaço rural e o urbano, e ocupam como podemos ver na carta de usos do solo que estes ocupam áreas junto à freguesia da serra de Água, e para Este e Oeste do lugar da vila., que é considerado área social.

7.3.1 Movimentos de Vertente

Os movimentos de vertente descrevem uma grande variedade de processos. Estes subdividem-se em desabamentos, deslizamentos, fluxos e ravinamento.

O estudo de movimentos de massa considera, conforme o que se pretende e a disponibilidade de dados, as variáveis climáticas, geológicas, antrópicas (estas relacionadas ao uso e cobertura do solo), geotécnicas, pedológicas e geomorfológicas.

Deste modo e no que concerne às variáveis climáticas, estas relacionam-se, principalmente, com a precipitação e as suas consequências sobre os processos morfogenéticos. Em domínios morfoclimáticos onde se verifica elevada humidade teremos a saturação do solo, o que favorece os movimentos de massa. “A intensidade da chuva (dada em mm/hora) relaciona-se com a energia cinética desta que, por sua vez, está relacionada com a erosão (potencial que um processo tem para causar desagregação de material, como solo ou rocha) ” (Selby, 1982) e conseqüente transporte de material. As medidas de pluviosidade (totais diários, médias mensais, entre outros) fornecem uma aproximação da intensidade da chuva (Guerra, 1994). Com uma precipitação pluvial prolongada, a infiltração é contínua, o que satura o solo, reduzindo a coesão do material da vertente e a resistência desse material à

erosão, devido à expansão de cisalhamento em rochas ou contacto rocha/solo e de interstícios do solo, o que favorece os deslizamentos (Tricart, 1972; Thomas, 1979; Selby, 1982). As variações microclimáticas, como diferenças de precipitação ao longo de uma vertente, podem determinar pontos preferenciais de ocorrência de desabamentos e de deslizamentos.

Parece ser unânime que no despoletar destes movimentos de vertente é determinante:

➤ A natureza e a estrutura dos materiais, que podem ser rochas, solos ou ambos e podem deslocar-se, por queda livre ou tombamento (queda de blocos/desabamentos), deslizamento ou por fluxos de detritos.

➤ A quantidade de água existente nos materiais superficiais: quanto maior a humidade do solo, maior a sua plasticidade.

➤ O declive: os declives acima de 30% apresentam risco de deslizamentos mais frequente (Tricart, 1972; Thomas, 1979).

Assim, pode-se deduzir que regiões fortemente dissecadas (ou seja, com alta densidade de drenagem) e com elevados declives apresentam maior número de pontos favoráveis a riscos de deslizamentos e desabamentos, como indicado por Tricart (1972) e Thomas (1979). Como já verificamos no enquadramento geotectónico da ilha, o concelho apresenta uma elevada área de declives superiores a 30% o que coloca o concelho num patamar de risco elevado no respeitante a movimentos de vertente, particularmente, a queda de blocos e grandes desabamentos.

Na área em estudo, a orografia acentuada e o grau de incisão hidrográfica, associados a valores elevados de precipitação (praticamente todos os casos relatados no levantamento dos eventos registados na RAM, estão associados a períodos de precipitação, sendo que quanto mais intensa, maior a severidade destes acontecimentos), estarão na origem dos registos históricos de movimentos de vertente, os quais, com a progressiva ocupação e transformação antrópica revelam um incremento de actividade do número de manifestações.

São fenómenos naturais, incontroláveis e imprevisíveis. Prova disso são os diversos desabamentos que têm ocorrido ao longo dos tempos, sob as mais diferentes condições meteorológicas. O movimento de vertente é um fenómeno que coexiste connosco. Assim, da mesma maneira que os Japoneses e Açorianos aprenderam a lidar com os sismos, nós temos que aprender a viver com os movimentos de vertente.

Indubitavelmente, é necessário explicar e distinguir os conceitos que tipificam os vários tipos de riscos geomorfológicos na região, que analisaremos seguidamente.

7.3.2 Desabamentos/Derrocadas/Avalanches Rochosas e Queda de Blocos

Estes movimentos caracterizam-se por um brusco desprendimento, muitas vezes devido a fracturas e diáclases que deixam em desequilíbrio estruturas rochosas coesas.

Um factor importante no desencadear destes movimentos são as condições de forte declive, por conseguinte, intervêm as roturas de declive e o factor gravidade. Efectivamente, o que desencadeia todo o processo, é a perda da base de sustentação ou de apoio, embora não seja de negligenciar a acção da água infiltrada nas diáclases ou fissuras (principalmente em acção de gelo/degelo que no concelho se verificam no Inverno nas áreas mais altas, particularmente na Trompica a NE da vila e, a NO na vertente do Paúl da Serra) e das próprias raízes das árvores, na abertura de cavidades que retiram a estabilidade e coesão aos materiais rochosos.

Os desabamentos recebem muitas vezes o nome de “Quebradas” ou “Derrocadas” na Região e podem resultar da acção frequente das chuvas e/ou de desabamentos provocados pelo crescimento de raízes (como no Cabo Girão, e em algumas áreas ao longo do vale da ribeira Brava).

O acidentado do nosso relevo, em que vales profundos contrastam com montanhas pontiagudas, favorecido por vários agentes atmosféricos, explica esses desabamentos de rochas e terras, que, por vezes, abrange uma grande extensão e em algumas circunstâncias causa a perda de vidas e grandes prejuízos materiais. As estradas abertas a meio de vertentes subverticais e com rochas sobranceiras são de vez em quando destruídas ou tornadas intransitáveis pelos desabamentos que se despregam da encosta. O mesmo acontece com as levadas de rega, particularmente no nosso concelho, na levada do norte (como veremos mais à frente).

Geologicamente, os basaltos que constituem a principal rocha da ilha da Madeira são caracterizados pela abundância de fracturas, o que, associado à morfologia acidentada, dá origem a desabamentos, principalmente em períodos de chuvas e nas áreas mais declivosas.

Estas crises, têm, ao longo da história, causado prejuízos materiais e humanos, muitas vezes associados também às cheias (estas últimas analisaremos no ponto seguinte). Quando estas ocorrem nas vertentes das linhas de água, contribuem, para além dos danos directos que podem causar, para o aumento do caudal sólido dos cursos de água, pelo que é habitual, perante essas condições e na sequência de uma chuvada intensa, o leito de um curso de água subir em pouco tempo, ficando desse modo assoreado e agravando os riscos de cheias futuras.

Não nos podemos esquecer que mais de metade da ilha da Madeira têm declives superiores a vinte e cinco por cento (25%). Assim, as chamadas derrocadas por vezes, podem ser desabamentos em massa ou simples quedas individuais de blocos.



Figura 50 - Escarpa do Cais da Ribeira Brava onde a queda de blocos é uma constante, onde podemos observar a cobertura parcial da vertente com “rede” de protecção.

Às vezes consideram-se as derrocadas escorregamentos superficiais ou movimentos por erosão hídrica de materiais, do tipo fluxos de detritos, aqui, de origem piroclástica, lávica ou florestal, que podem formar grandes depósitos de materiais. A concentração destes depósitos de materiais deu origem às “famosas” fajãs no interior e no litoral da Madeira. São alguns exemplos, a Fajã dos Padres (Campanário), entre outras existentes na região.

As derrocadas na orla marítima ou junto ao mar, também representam grande perigo (figura 50), no entanto, este por estar associado à erosão litoral, que será tratado mais à frente.

As chamadas localmente avalanches rochosas consistem em movimentos de vertente maciços, de transporte aéreo, rápidos, constituídos essencialmente por grandes blocos e por uma grande quantidade de material assimétricos que originam depósitos com uma estrutura completamente fragmentada. Estes estão espacialmente referenciados ao longo do vale da Ribeira Brava, onde constatamos a existência de alguns registos históricos deste tipo de movimento, alguns dos quais de volume significativo. Existem vários factores determinantes nos processos como a alternância de lavas e tufos, a inclinação das “bancadas”, a ausência de

uma rede filoniana e as infiltrações de águas, que favorecem a ocorrência deste tipo de movimentos, bem como os declives bastante acentuados, quando conjugados com a precipitação intensa e a falta de coberto vegetal.

Em relevos modelados sobre basalto, é frequente a ocorrência de blocos soltos (*fall*) formados a partir do alargamento de fendas geradas por diáclases, devido ao alívio de pressão proporcionado pelo intemperismo. Esses blocos podem, dependendo-se de sua posição topográfica, gerar movimentos em queda livre.

A queda de blocos é um movimento de massa simples, de transporte aéreo, rápido e com material de tamanho muito variável, que ocorre preferencialmente, em taludes naturais ou antrópicos (construção de estradas ou socalcos).



Figura 51 – Tombamento no Complexo Basáltico Superior do Paúl da Serra

Estes movimentos ocorrem fundamentalmente nos taludes da orla costeira, como consequência da dinâmica litoral, ou nas encostas dos vales mais encaixados, como resultado da conjugação entre declives elevados, ausência de coberto vegetal e a elevada precipitação. Segundo Rodrigues (2005) verificam-se, normalmente, em qualquer tipo de litologia, solo ou rocha, sendo o tamanho dos materiais muito variável. Na sua maioria, as quedas são constituídas por grandes blocos individuais provenientes de escoadas ou filões, que apresentam uma disjunção esferoidal, prismática ou planar, o que favorece, com o avançar da erosão, a desagregação e a conseqüente queda. Contudo, as quedas podem também ser constituídas por grandes volumes de material, mormente de rocha ou solos (figura 50, 51 e 52).

São diversos os locais no concelho que apresentam elevada fracturação nos basaltos. No entanto, merece menção a disjunção em colunas no lugar “Cima da Rocha”, por se encontrar na sua base uma estrada bastante movimentada e por, recentemente, quando do Arraial do Senhor Santíssimo Sacramento, se terem desprendido do lado oeste alguns materiais, quando do fogo-de-artifício, cujo posto estava instalado sobre esta encosta, tendo a vibração emitida, contribuído para a queda de pequenos blocos.



Figura 52 – Disjunção em colunas e blocos de escoada lávica com fracturação acentuada, evidenciando algumas colunas sinais de tombamento, no lugar “Cima da rocha”, freguesia do Campanário.

Este facto faz-nos reflectir, acerca do que estará a acontecer aos nossos maciços que têm sido atravessados por túneis, abertos com recurso a “dinamite”. Alguns desprendimentos que têm ocorrido ao longo da ilha, parecem coincidir com “momentos” ou “momentos pós” rebentamento da dinamite. As autoridades não se pronunciam e quando o fazem, desmentem a preocupação da população. De qualquer modo, o estudo do efeito da utilização desses materiais numa ilha já propensa a movimentos de vertente, seria de estudar minuciosamente os seus efeitos na coesão das nossas rochas.

Este movimento de massa em vertentes é aquele que causa mais mortes. Isto em virtude do elevado número de ocorrências e do facto de se localizarem, frequentemente, em áreas sobranceiras a habitações e a vias de comunicação. A área de maior susceptibilidade a este tipo de eventos, no concelho da Ribeira Brava, é a freguesia do mesmo nome, a da Tabua e a Serra de Água, particularmente na marginal entre a Ribeira Brava e a Tabua.

Ao longo da faixa litoral concelhia existem outras áreas que determinam um elevado grau de perigosidade relativamente a este processo, como o talude costeiro entre o cais da Ribeira Brava e o Calhau da Lapa (Campanário) e deste até à Fajã dos Padres (Figura 53).



Figura 53 - Costa litoral entre a Ribeira Brava e a Fajã dos Padres

Os solos desprovidos de vegetação, quer no interior do concelho, quer no litoral, favorecem o despoletar destes acontecimentos.

Como sabemos, solos desprovidos de vegetação estão mais expostos aos agentes erosivos. Como podemos verificar pela figura 54, as áreas de elevada altitude do concelho estão desprovidas de vegetação. Podemos ainda observar na margem direita “Caos de Blocos” que provêm do tombamento em coluna dos basaltos. A localização desta representa um elevado perigo, atendendo a que na base da encosta existem habitações (logo, a vulnerabilidade é elevada).



Figura 54 - Lado Este do Vale da Ribeira Brava, área de grande susceptibilidade ao processo de queda de blocos/desabamentos. À direita na foto é possível observar “Caos de blocos, resultante do tombamento de coluna.



Figura 55 – Bloco de grandes dimensões proveniente desabamento da Serra de Água.



Figura 56 – Bloco de grande dimensão, que permitiu a instalação de uma gruta habitável.

As figuras 55 e 56 elucidam-nos da dimensão dos blocos que podem atingir o vale da Ribeira. A dimensão do bloco da figura 8 é grande o suficiente para lá terem instalado uma “gruta” com dois compartimentos.

À semelhança destes, são muitos os vestígios paleogeográficos existentes, particularmente no vale da Ribeira Brava, onde estes movimentos são muito frequentes.

O lugar da Fajã das Flores (anteriormente a 2008 conhecido como Fajã dos Bichos), situado na vertente Este da ribeira da Ribeira Brava, a estrada da Encumeada e a estrada do Paúl da Serra, são algumas das áreas de elevada perigosidade, sendo frequente a queda de material com a destruição do pavimento da estrada.

A marginal que liga a Ribeira Brava à Tabua, tem um longo historial em manifestações deste tipo de crises sob as mais diversas condições atmosféricas (apesar de ser entre Setembro e Abril que mais se verificam), que provocam mortes, feridos e elevados

danos materiais, essencialmente em veículos e nas infra-estruturas existentes. Admitindo novamente que os dados podem apresentar lacunas, sabemos comprovadamente que nesta artéria e fruto deste tipo de movimentos pereceram cinco indivíduos entre os séculos XVI e o ano de 2008 do século XXI. Importa salientar, que durante muitos anos existiam sérias dificuldades de comunicação entre a Ribeira Brava e o Funchal (onde eram publicados os jornais da época). Facto porque acreditamos que alguns casos e mesmo vítimas, não tenham sido noticiados. O que leva a pensar que este número possa ser muito maior.



Figura 57 – Marginal da Ribeira Brava entre a Ribeira Brava e a Tabua, e encosta sobranceira à referida estrada.

Acredito piamente que este número só não é mais elevado, porque sempre que se verificavam queda de pedras na marginal da Ribeira Brava/Tabua, mesmo que de pequenas dimensões, as entidades competentes procediam ao encerramento da mesma, o que contribuía para a redução dos elementos expostos. Hoje, esta artéria encontra-se encerrada ao trânsito automóvel, fruto do elevado perigo de derrocadas e de quedas de blocos, que representa. Contudo, a parte a Este é usada para estacionamento e a Oeste para acesso à Bomba de Gasolina, que se situa na base da encosta e que constantemente é afectada pelas quedas de blocos. Reduziu-se a vulnerabilidade, mas não se eliminou.



Figura 58 - Vista do Lugar do Espigão no Lado Este do Vale da Ribeira Brava, Canto Superior: Pormenor de Uma Queda de Blocos e Danos no Pavimento.

Merecem ainda menção a estrada que liga o lugar de São Paulo ao Espigão, na qual ao longo do percurso são visíveis as marcas no pavimento e, sempre que chove, as pedras de várias dimensões caem sobre a estrada, causando transtornos ao trânsito, danos em veículos e danificando-a (figura 58). A frequência da queda de blocos neste troço, aumenta significativamente entre Outubro e Abril.

Também na estrada que liga a Encumeada ao Paúl da Serra, como já verificamos no levantamento histórico, registaram-se algumas vítimas em resultado da queda de blocos. Aqui o perigo é iminente, encontrando-se devidamente sinalizado (figura 59). Como em outras estradas ao longo do concelho, de que também é exemplo a estrada regional no lugar da Meia Légua, que passa ao lado do hipermercado Modelo, há uma área de elevada susceptibilidade a movimentos de vertente.

Voltando à estrada de acesso ao Paúl da Serra, vários são os vestígios no pavimento da Estrada da queda de blocos e um olhar atento sobre a encosta sobranceira a esta estrada permite observar várias fendas nos basaltos do complexo basáltico do Paúl da Serra. Este troço da estrada é também frequentemente condicionado ao trânsito, em função de pequenos deslizamentos que se verificam na berma, contribuindo para o aparecimento de fendas e

sucessivo abatimento da estrada. Na Primavera de 2009 vários eram os locais sinalizados pela autarquia (figura 60).



Figura 59 – Estrada que liga a Encumeada ao Paúl da Serra, área de elevado perigo de queda de blocos.



Figura 60 – Pormenor de um deslizamento que está a provocar o abatimento da estrada, apresentando algumas fendas.

As estradas de acesso ao Pomar da Rocha e ao Lugar da Furna, também apresentam vestígios da queda de blocos ao longo da via. Ambas as vias têm o seu traçado pelo meio da encosta, longitudinalmente.

Por todo o concelho existem vários depósitos de vertente, resultantes de movimentos de relativas dimensões e que podemos observar parcialmente. Encontram-se na sua grande maioria, inactivos e possuem depósitos constituídos por material detrítico e com grande quantidade de blocos de volumetria considerável. Estes poderão ser encontrados facilmente ao longo do vale da ribeira da Ribeira Brava, como já vimos no esboço geomorfológico do concelho.



Figura 61 - Vista do talude subvertical que ascende aos 200 m de altura, na Serra de Água, junto à Estação de Distribuição de Água e pormenor do referido depósito.

No talude Este do vale da Ribeira da Serra de Água, é possível observarmos a existência de um depósito de vertente que, devido à grande volumetria dos seus blocos e a área que cobriu, cerca de 500.000m², permite-nos especular sobre um possível desabamento.



Figura 62 - Levada do Norte trajecto na vertente este da ribeira da Ribeira Brava

Este movimento originou uma superfície de arranque considerável, com uma escarpa principal praticamente vertical, de aproximadamente 200m de altura (figura 61), e terá desviado o curso da ribeira para Oeste. Algum desse material já foi remobilizado por acção da erosão, contudo, é observável ainda uma quantidade significativa dele, bem como uma impressionante superfície de arranque (figura 61).

Caminhando para Sul, verificaremos a existência de outras avalanches rochosas de natureza semelhante, cujas, superfícies de deslizamento apresentam-se subverticais e de elevada altitude.

Outras áreas do concelho apresentam elevada susceptibilidade aos movimentos de vertente, do tipo queda de blocos e desabamentos.

Se percorrermos a levada do Norte entre o Campanário e a Encumeada, facilmente nos apercebemos dos riscos geomorfológicos a que o concelho está exposto. Se a frequência, com que ocorre determinado evento é determinante para considerar, que numa determinada área, o risco é efectivo, então nesta levada encontramos parte da resposta.

Numa distância de cerca de 13 km, entre basaltos, alguns fortemente fracturados, e tufos vulcânicos que se deixam ver bastante finos e igualmente fracturados, o perigo é premente. Pois, alguns metros à frente da Eira do Mourão, verificamos que o perigo existe, olhamos a encosta



Figura 63 – Área de elevada probabilidade de queda de blocos e derrocada sobre o curso da Levada do Norte.

e verificamos que o basalto que assenta sobre uma camada de tufo, encontra-se fortemente fracturado, dentro da levada e na pequena área disponível para podermos passar observamos algumas pedras, sendo que algumas destas têm mais de dois ou três quilos.

Mais à frente, onde de um lado temos a parte superior da encosta e do outro a inferior com declives que rondam os 90°, verificamos mais situações como a descrita anteriormente, mas com maiores dimensões (figura 62).

A levada em vários pontos está entupida com o entulho que caiu da encosta sobranceira (figura 63 e 64); fruto destas situações, esta levada foi desactivada no último Inverno para evitar que a água caísse pela encosta livremente, constituindo um enorme perigo para a população que reside no sopé da vertente. Também observamos áreas de onde terão sido arrancados materiais, que no passado, terão contribuído para o agravar das difíceis situações que se viveram ao logo do vale da ribeira Brava.



Figura 64 – Queda de Blocos no Curso da Levada do Norte, interrompendo o Seu Curso.



Figura 65 – Área de desprendimentos de blocos na encosta a Este da ribeira da Ribeira Brava

7.3.3. Deslizamentos

Os escorregamentos, em sentido restrito, são entendidos como movimentações de massa, em que não se perdem as distâncias relativas entre os elementos movimentados vêm-se com frequência nas bermas das estradas construídas sobre materiais rochosos de fraca coesão, em geral com alguma riqueza de argilas ou em aterros sobre os quais elas são construídas.

Nos deslizamentos, a água tem de estar presente no interior da massa, conferindo-lhe um maior peso de modo a criar a movimentação, que se fará ao longo de uma superfície de arranque, logo que seja ultrapassado o limite da plasticidade. “Os deslizamentos embora semelhantes aos desabamentos, por também serem movimentos bruscos e também por se

poderem desencadear na sequência de roturas de equilíbrio naturais ou artificiais, exigem quase sempre a presença de água” (Rebelo, 2003).

Os deslizamentos não são todos iguais, dividem-se em translacionais e rotacionais, tendo em conta a forma da superfície de deslizamento, planar ou côncava respectivamente.

Segundo Rodrigues (2005), na ilha da Madeira, os escorregamentos com maior volumetria ocorrem preferencialmente em vales, originando os *Landslide-Dam* (deslizamentos - barragem), e na orla costeira, formando os *Costal Landslides* (deslizamentos costeiros). Na área em estudo existem alguns registos de deslizamentos - barragem, o mesmo autor refere, que estes ocorrem normalmente em regiões montanhosas e de relevo acentuado, sendo assim denominados, quando o material do deslizamento bloqueia, total ou parcialmente, uma linha de água, formando a montante um reservatório natural ou lago.

Os deslizamentos podem ser de solo, de rocha ou de solo e rocha. No que diz respeito aos constituintes, os taludes naturais são formados, em geral, de solo e rocha, cuja proporção entre eles depende de uma série de factores.

Como factores condicionantes dos deslizamentos, temos o declive, a geologia (superficial), o comportamento dos materiais e a cobertura vegetal, bem como, o uso do solo.

Como factores desencadeantes temos a existência de água nas vertentes (a água caída nas chuvadas, bem como a água vinda de nascentes, resultante de uma época de chuvas), o trabalho de sapa (homem, mar, linhas de água), mas também vibrações, carga, etc.

O deslizamento é um movimento rápido de material, que, todavia não teve início repentinamente. Existem vários indícios no terreno (local e imediações) que indicam que o processo está em andamento. O aparecimento de fendas e degraus no terreno, são indícios claros de que se está a desencadear uma ruptura do talude.

Na região, as chuvas concentram-se de Outubro a Abril, portanto nos meses de Outono, Inverno e início da Primavera, exactamente quando predominam esses fenómenos, como mencionado anteriormente.

Na área em estudo estão identificados movimentos de massa, relacionados com depósitos de vertente imaturos, muito grosseiros, de matriz argilosa, resultantes da acumulação em áreas de fraco declive. Estes, possuem um deslocamento lento, sendo que a sua velocidade está correlacionada com a intensidade e quantidade de precipitação anual acumulada. Este tipo de movimento é especialmente referenciado no vale da Tabua e Campanário.

O movimento de massa existente na freguesia do Campanário ocupa um lugar central na freguesia que é uma área de cerca 118000 m², com um comprimento de 475 m e de largura

250 m, sendo servida por duas vias de comunicação. Uma destas aparenta passar na parte mais baixa do deslizamento e outra aproximadamente a meio. A primeira estrada a atravessar esta área foi a estrada regional, que desde cedo passou a evidenciar a instabilidade daquele terreno. Durante muitos anos, a Direcção Regional de Estradas interveio naquele lugar, no sentido de manter a estrada transitável, pois frequentemente a estrada precisava que o seu trajecto fosse corrigido e o asfalto reparado. Esta situação melhorou significativamente, quando da abertura da estrada de acesso ao Lugar da Serra. Uma vez que ao atravessar esta área os técnicos encontraram materiais plásticos, foi necessária a construção de canais por modo a escoar as águas subterrâneas e a manter a estabilidade dos terrenos. Este intento foi conseguido, tendo inclusivamente contribuído para a redução da velocidade com que esta área escorregava.



Figura 66 - Campanário - Vista aérea de uma área de movimento de massa muito lento na freguesia do Campanário.

Fonte: DRAmb

Apesar de ser do conhecimento geral que aquela área não era propensa a construção, (os antigos nunca lá se instalaram, usavam-na simplesmente para a prática agrícola), tem-se vindo a assistir ao longo dos tempos à instalação de residências (figura 66).

Primeiramente começaram por ocupar as áreas circundantes, com o tempo e com a canalização das águas aquando da abertura da estrada referida anteriormente, caiu como que em esquecimento, que esta, é uma área instável.



Figura 67 – Casa apresentando fracturas.

Apesar da velocidade deste movimento ter diminuído, constata-se algumas fracturas em algumas residências, como passaremos a ilustrar.

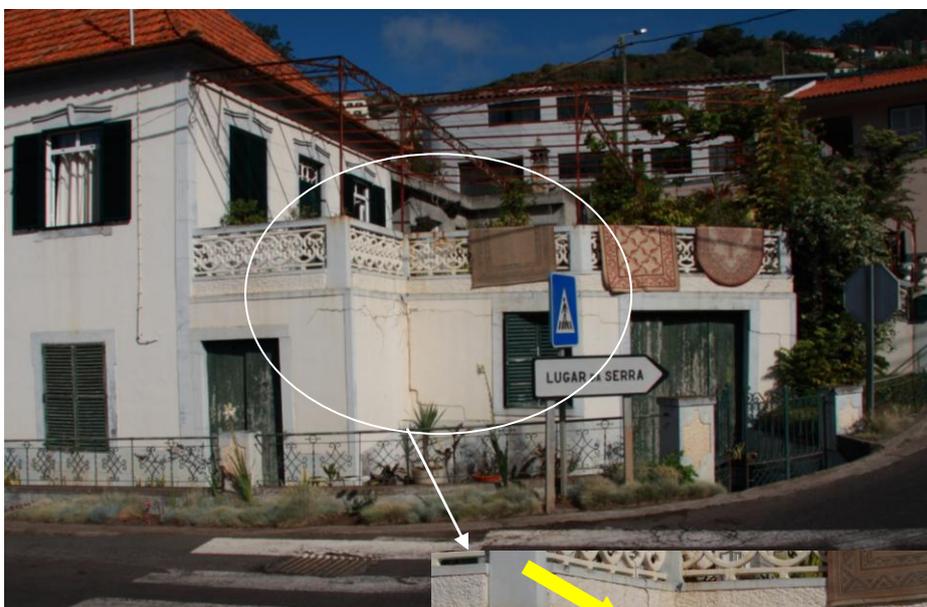


Figura 68 – Casa apresentando fracturas estruturais



Figura 69 – Pormenor das fracturas

No centro da área de deslizamento, a norte da estrada que liga a freguesia ao Lugar da Serra, podemos observar algumas fracturas em residências, como são exemplo os casos das figuras 67, 68 e 69.

Próximo da localização anterior, mas a sul, no entroncamento da estrada regional com a do Lugar da Serra, é possível verificar fracturas numa outra habitação.

Para Oeste destas residências a instabilidade é maior, não se encontrando construções acima da estrada regional (figura 66). Importa salientar que no final do ano de 2008, tentou-se construir uma moradia nesse espaço. Depois do aterro tirado e quando da construção da parede de suporte traseira, os construtores verificaram que não conseguiam estabilizar a vertente. Após várias tentativas, desistiram da construção naquele local.



Figura 70 - Tabua - Vista aérea de uma área de um movimento de massa muito lento, na freguesia da Tabua.

Fonte: DRAmb



Figura 71 – Fenda estrutural numa casa na Tabua



Figura 72 – Vista parcial da casa na Tabua



Figura 73 – Sistema automático de rega instalado nos terrenos em redor da casa.

Apesar de hoje, na estrada regional, os danos sucederem mais lentamente, verificamos a existência de pequenas fendas no piso.

Um movimento muito lento, semelhante a este, é o movimento da Tabua que ocupa uma área de aproximadamente 115500 m², com um comprimento de cerca 550 m e de largura de 210 m (figura 70). Este, à

semelhança do anterior, é constituído por argilas e fragmentos de rochas de diversas dimensões. “Estes materiais são de grande plasticidade e movimentam-se a uma velocidade que atinge os 1 – 2 cm por ano e com uma relação directa do movimento com a precipitação” (Rodrigues, 2005). A velocidade de escorregamento destas áreas, variam com precipitações excessivas ou mesmo por

acção antrópica, sendo que nesses casos podem atingir vários metros por mês, causando danos no edificado.

Já na década de 80, nesta área, um grande deslizamento causou a destruição de várias residências e danos noutras. “Esse movimento terá sido potenciado pelo aporte de água excessivo por uma levada levando ao escorregamento do “depósito de vertente com espessuras de cerca de 20 metros” (Rodrigues, 2005).

Apesar das várias intervenções no sentido de desviar a água desta área, tem-se notado, ao longo dos tempos, que algumas residências evidenciaram fracturas estruturais (figura 71 e 72). No último ano temos assistidos ao aumento das fracturas, e percebe-se o porquê, pois, se olharmos à volta, observamos que foi ali instalado um sistema de rega (figura 73). A disponibilidade de água, tem contribuído para tornar os materiais mais plásticos e, conseqüentemente, para fomentar o escorregamento.

Na parte mais a sul do deslizamento verificamos um conjunto de muros de suporte dos terrenos para agricultura caídos, como pretendemos mostrar pela figura 74. Apesar de ser visível em toda a área a queda de muros, na parte direita da foto é mais perceptível o derrube de muros com poucos anos de existência, cuja queda não se processa de forma ordenada. Ao centro podemos observar um abatimento dos respectivos terrenos, como indicado na foto.



Figura 74 – Vista parcial do movimento de massa da Tabua, área de queda de muros e de abatimento de terrenos.

Um outro deslizamento com características semelhantes é o deslizamento do Lombo Cesteiro, na freguesia da Ribeira Brava, na vertente Oeste da ribeira Brava. Foi identificado no final de 2007.

Este é um deslizamento recente de que, por se verificar em área habitada, a população se apercebeu através do abatimento e da abertura de fendas no meio dos seus terrenos, tendo alertado as autoridades para uma possível catástrofe.

Efectivamente, estes são terrenos com uma componente de margas importante. A NO do deslizamento existem algumas fontes “tipo grutas”, que ficaram secas após a abertura da estrada de acesso ao Pomar da Rocha.

Segundo a população, a responsável pela secura das “fontes naturais” foi a abertura da estrada. É que, alguns anos depois, começaram a verificar-se nos terrenos alguns pequenos abatimentos, a que atribuíram pouca importância.

No entanto, no ano de 2007, começaram a ser de maiores dimensões e a verificar-se também fendas. Segundo os populares, a decisão de comunicar o assunto às autoridades decorreu do facto de, no noticiário da região, estar a ser discutida a “fenda do Massapez” no concelho da Calheta e formas de intervenção. Estes afirmam que só nessa altura tomaram consciência do perigo que corriam. A SE do referido deslizamento existe o abismo e, por baixo, a Fajã do Cerejo e os Bombeiros Voluntários da Ribeira Brava.

Outros registos paleogeográficos de deslizamentos existem no concelho.

É ao longo do vale da ribeira Brava que observamos vários registos paleogeográficos de movimentos de vertente. Principalmente o de configuração tipo deslizamentos barragem, de que fala Rodrigues (2005).



Figura 75 – Depósito de vertente da Fajã da Ribeira

Na margem direita da ribeira, encontramos a Fajã da Ribeira, um deslizamento Barragem com cerca de 76500m², com um comprimento de 510 m e uma largura de 150 m (figura 75). Possui uma morfologia típica dos deslizamentos rotacionais, com a escarpa principal a apresentar uma forma ligeiramente concava, característica deste tipo de movimento, uma superfície ligeiramente aplanada de fraco declive, na parte superior do corpo principal, e encontra-se limitada por cornijas na parte frontal. Este apresenta uma estrutura caótica e fracturada, com grandes blocos pelo meio, não sendo perceptível a estratificação de camadas originais.

Este depósito é bastante antigo, pelo que, não sendo completamente perceptível a superfície de ruptura, que devido à sua antiguidade, sofreu um desgaste nas suas formas originais, é-nos possível observar, por exemplo, várias linhas de água que atravessam o referido deslizamento. Este terá contribuído para o desvio do curso de água para Oeste.

Continuando no sentido ascendente da ribeira, encontramos a Fajã Redonda, cuja origem é bastante simétrica à anterior.

As formas originais desta fajã encontram-se também muito alteradas, por acção da erosão, sendo ainda visíveis alguns indícios da sua superfície de ruptura.

A sua antiguidade permitiu já a instalação de um curso de água bem delineado.



Figura 76 – Depósito de vertente da Fajã Redonda

A Fajã Redonda é igualmente um registo paleogeográfico de um deslizamento barragem. A sua superfície de arranque encontra-se igualmente bastante alterada, não sendo

perfeitamente perceptível a sua superfície de rotura que, devido à antiguidade, sofreu um desgaste nas suas formas iniciais, sendo visível uma linha de água que atravessa o material deslizado, e que se encontra bem definida e encaixada (figura 76). Este é um deslizamento que se desenvolveu por uma área com de 42000m^2 , um comprimento de 420 m e uma largura de 100 m.

No lado oposto da ribeira (margem direita), verificamos ter existido um deslizamento de grandes dimensões. Com uma área ocupada por materiais deslizados de 348300m^2 , com um comprimento de aproximadamente 430 m e uma largura de cerca de 810 m, dá pelo nome de sítio da Quebrada. Esta área do ponto de vista da sua fisionomia assemelha-se a uma fajã.

A área possui a morfologia típica dos deslizamentos rotacionais, com a escarpa principal a apresentar uma forma ligeiramente côncava, característica deste tipo de movimento e uma superfície aplanada de fraco declive, na parte superior do corpo principal, encontrando-se limitada por cornijas na parte frontal, ligeiramente inclinadas para trás (backtilting), fazendo lembrar as “socas holandesas”.

Posteriormente ao acontecimento, grande parte do material deslizado foi remobilizado pelo transporte fluvial, tendo-se também verificado um desvio da ribeira para este.



Figura 77 – Depósito de vertente do sítio da Quebrada

Este deslizamento foi um dos maiores do concelho e apresenta uma superfície de deslizamento côncava. Fruto da sua antiguidade é-nos possível verificar que esta área está fortemente alterada, quer pelos elementos naturais presentes, quer pelo homem.



Figura 78 – Vista de SE – NO do depósito de vertente do sítio da Quebrada



Figura 79 – Deslizamento secundário no depósito de vertente do sítio da Quebrada.

Do ponto de vista físico há linhas de água que atravessam a área, e mesmo na própria superfície de deslizamento é possível verificar pequenas linhas de água (figura 78, 79 e 80). Na base do que foi um deslizamento é-nos possível vislumbrar, em alguns afloramentos do corpo principal, uma estrutura completamente caótica e fracturada, com grandes blocos pelo meio.

Neste depósito é-nos possível observar pequenos deslizamentos de origem recente, que evidenciam a estrutura e os materiais que o compõem (figura 79).



Figura 80 – Vista de E – O do depósito de vertente do sítio da Quebrada e respectiva superfície de deslizamento.



Figura 81 – Depósito de vertente da Fajã das Flores

A Fajã das Flores é uma região de declive suave que resultou de um deslizamento, que assentou sobre uma “bancada” basáltica e que por isso se encontra na margem esquerda da Ribeira. É um registo paleogeográfico com uma área de 192500 m², tendo um comprimento de 770 m e uma largura de 250 m. É um registo que se encontra bastante alterado e que, à

semelhança de outros que encontramos no concelho, apresenta já linhas de água a norte do depósito, bem definidas e no seu interior algumas linhas de água pouco cavadas, e, uma outra a sul. Apesar de muito alterada, é-nos possível observar uma superfície de arranque.

Esta fajã encontra-se coberta por uma densa vegetação e áreas agrícolas/antropizadas, tornando-se difícil a análise da massa deslizada e da estrutura das formações envolventes (figura 81).

Continuando para norte, encontraremos outro depósito de vertente na Meia Léguas, que, à semelhança dos anteriores, encontra-se bastante alterado no que concerne às suas formas originais. É um depósito com cerca de 134000 m², apresentando um comprimento de 670 m e uma largura de 200 m. É-nos possível observar alguns deslizamentos de pequena dimensão, no referido depósito (figura 82).



Figura 82 – Depósito de vertente da Meia Léguas

O deslizamento da Fajã Pequena é outro registo paleogeográfico de morfogénese antiga de um movimento de massa (figura 83).

Ocupa uma área de 67500 m², com um comprimento de 250 m e uma largura de 270 m. Verificamos ainda a existência de linhas de água, algumas das quais bem definidas. É uma fajã de características próximas às da Fajã das Flores, e apresenta um depósito caótico.



Figura 83 - Depósito de vertente da Fajã Pequena

O depósito da Fajã dos Aparícios, também conhecido como Achada dos Aparícios, encontra-se na vertente NO da Serra de Água, e lá se instalou a Central Hidroelétrica.

Com uma área de 121900 m², um comprimento de 460 m e uma largura de 265 m. Este depósito apresenta materiais fortemente fragmentados.

Este deslizamento tem uma morfologia típica deste tipo de movimento, uma superfície aplanada e que localmente recebe o nome de fajã. É de fraco declive. Verifica-se também um constrangimento da ribeira contra o talude oposto do vale (figura 84).

A montante e a Oeste deste deslizamento existem outros, de dimensões variáveis, mas cuja génese é idêntica. Trata-se de deslizamentos já muito antigos, por possuírem à semelhança da Fajã dos Aparícios um sistema de drenagem definido e de parte do material deslizado ter sido removida pela erosão.

Muitos destes deslizamentos que se verificaram um pouco por todo o concelho, mas aparecem em maior número ao longo do vale da Ribeira Brava e na subida para a Encumeada, são de pequena dimensão e encontram-se cobertos por uma densa vegetação, por áreas agrícolas ou antropizadas, tornando-se por isso, difícil a análise da massa deslizada e das estruturas envolventes. Dentre os vários existentes, podemos destacar, a Fajã dos Vinháticos e a Fajã das Éguas.



Figura 84 – Depósito de vertente da Fajã dos Aparícios

Na freguesia do Campanário também existem alguns movimentos que merecem a nossa atenção, como sendo os deslizamentos no lugar da Chamorra, a O e a NO do Pico Alto. Aqui podemos observar o registo de um deslizamento – barragem, de dimensão considerável. Este é um deslizamento rotacional, sendo perceptível uma escarpa principal côncava, que resultado da sua antiguidade, apresenta desgaste nas formas iniciais, sendo visível a presença de duas linhas de água relativamente jovens que atravessam o dito deslizamento (figura 85).

O deslizamento a NO tem uma área de cerca de 27500m^2 , com um comprimento de 275 m e uma largura de aproximadamente 100 m. Aquele que se situa mais a O possui aproximadamente uma área de 172550m^2 , com um comprimento de 595 m, e uma largura de 290 m. Ambos os deslizamentos provocaram temporariamente a interrupção do curso de água, com a criação provisória de um lago a montante. Observa-se também um ligeiro constrangimento, resultado da ocupação da ribeira dos Melões, pelo material deslizado.



Figura 85 – Deposito de vertente no lugar da Chamorra e Porta Nova

Para Norte deste deslizamento, observamos outro de menor dimensão, mas do mesmo tipo. Com uma área de 27500 m² este movimento à semelhança do anterior terá provisoriamente criado um lago a montante do deslizamento.



Figura 86 – Deposito de vertente da Fajã Velha

Próximo destes deslizamentos, mas mais para Sul, temos o deslizamento da Fajã Velha. Apresenta uma área de 66250 m², com um comprimento de aproximadamente 250 m e uma largura de 265 m (figura 86).

Na mesma freguesia um outro movimento de vertente muito lento, entre sítio da Pedra Nossa Senhora e a Porta Nova, tem causado alguns estragos, sendo os últimos danos na estrada que liga a estrada regional à capelinha da Glória (figura 87).



Figura 87 – Fendas na estrada de ligação a capela da Glória, uma área de susceptibilidade a movimentos de vertente.

Com uma orografia bastante incisiva, os taludes do vale da Ribeira Brava possuem as características que permitem o despoletar deste tipo particular de movimentos em vertente, nomeadamente a combinação entre declives elevados, ausência de coberto vegetal e elevada precipitação. São áreas susceptíveis a este tipo de ocorrência onde a erosão basal do talude provoca instabilidade dos materiais suprajacentes e fomenta a queda.

Na restante área em estudo, nomeadamente, na vertente Sul do concelho, foram encontrados registos de deslizamentos de morfogénese recente, que podemos observar principalmente no litoral entre o Cais do concelho e o Calhau da Lapa.

7.3.4. Fluxos de Detritos

Ainda dentro dos movimentos em vertentes, temos os fluxos de detritos que, dependem absolutamente da presença da água.

Os movimentos do tipo de fluxo transportam materiais não consolidados (solo e rocha), que devido à presença de grandes quantitativos de água, se encontram envolvidas em lama,

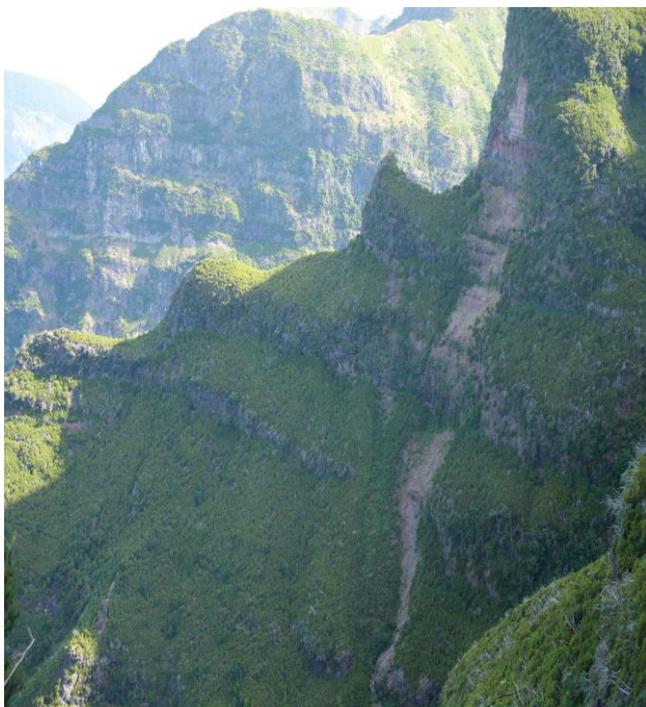


Figura 88 – Fluxo de detritos na encosta Oeste do vale da Ribeira Brava, junto a uma linha de água.

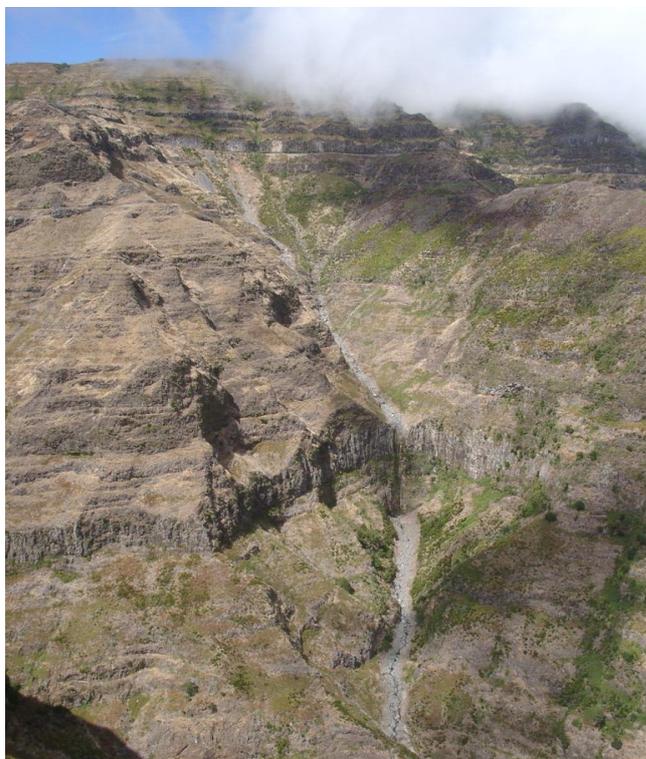


Figura 89- Fluxo de detritos na encosta Oeste do vale da Ribeira Brava num curso de 1ª ordem.

tornando-se, portanto, fluídos. São movimentos que também se operam em velocidade, com particularidades que os distinguem, como o seu carácter de plasticidade e liquidicidade. Denota-se que a grande diferença, está na necessidade de água e na própria saturação do material rochoso, que por seu turno, tem obrigatoriamente que ser material não consolidado.

Neste movimento de vertente específico, existem duas tipologias que poderam ser aplicadas na área em estudo e que se diferenciam consoante a quantidade de água necessária no desencadear do fenómeno.

O primeiro, um tipo de fluxo predominantemente seco (menor teor de água) e que ocorre preferencialmente ao longo das vertentes mais incisivas, nomeadamente nos canais de 1ª ordem³, onde o factor gravidade adquire uma grande importância.

Os segundos, um tipo de fluxo que ocorre nas confluências das ribeiras, onde o papel da água passa a ser mais preponderante e consequentemente, remobilizando uma maior quantidade de material. “Os fluxos de detritos podem ser iniciados por ruptura de uma barragem

³ Classificação de Stranher

natural, escorregamento superficial ou erosão do leito” (Hungr, 2001 e Takahashi, 1991, *in* Rodrigues, 2005).

Segundo Rodrigues (2005), este é o tipo de “fenómeno que ocorre na ilha com mais incidência e magnitude, sendo o responsável por, ao longo dos tempos, ter provocado inúmeras vítimas e avultados prejuízos materiais”. No concelho da Ribeira Brava, a área mais susceptível, aquela que reúne as melhores condições para o desencadear deste tipo específico de movimento de vertente, localiza-se, predominantemente ao longo das linhas de água.

No concelho, podemos encontrar vários casos deste tipo de movimento de vertente, iremos, contudo, enumerar somente alguns.

A figura 88 exemplifica perfeitamente o tipo de fluxo predominantemente seco e situa-



Figura 90 – Fluxo de detritos na encosta Oeste do vale da Ribeira Brava

se numa área montanhosa, na proximidade do Lombo do Mouro. Trata-se de uma área propícia a este tipo de fenómenos, por possuir todos os factores que originaram o processo. Tratou-se de um movimento de cariz superficial, sendo um movimento de pequeno volume.

Um segundo movimento também na vertente oeste do concelho, nas proximidades do Paul da Serra, ter-se-á desencadeado ao longo de uma linha de

água de 1ª ordem, que, fruto da ausência de coberto vegetal e por se encontrar numa área de grande declive, terá arrastado algum material ao longo do curso de água.

Um terceiro movimento ocorreu em 2008 e, posteriormente, no mesmo local, outro verificou-se no início do ano de 2009, ocorreu na vertente oeste do lugar da vila, na encosta subjacente ao túnel de acesso à Ponta do Sol.

Quando de um período de chuvas intensas em 2008 e posteriormente em 2009, assistiu-se a meio da encosta ao brotar de uma corrente de água, que pouco tempo depois arrastou os materiais que encontrou pelo caminho. Juntamente com os materiais arrastados, em ambos os movimentos, uma pedra de grandes dimensões despregou-se da encosta e só por

sorte não atingiu nenhum veículo nem transeunte. Em ambos os casos foi necessário inclusivamente a presença de uma máquina para remover a dita pedra (figura 90).

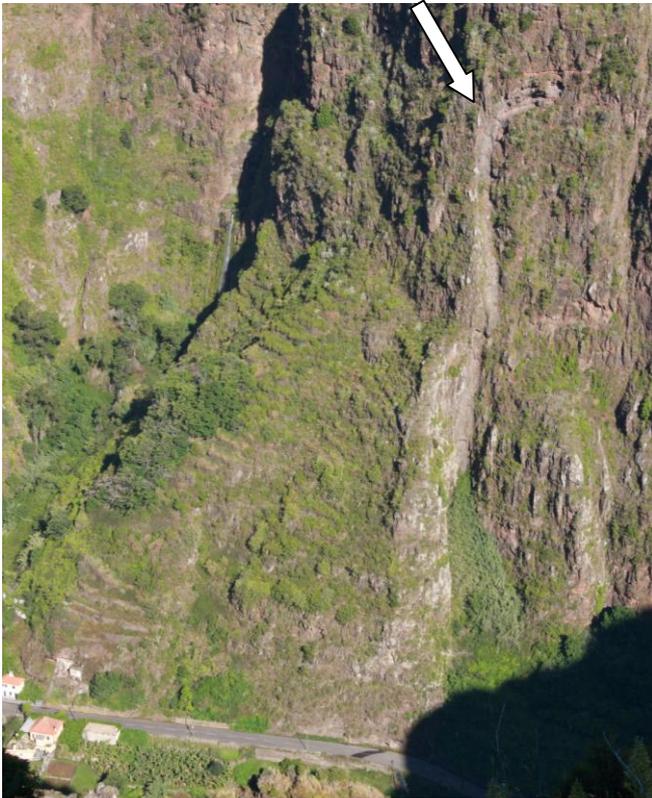


Figura 91 – Fluxo de detritos na vertente oeste do vale da Ribeira Brava.

Ao longo das vertentes do vale da ribeira Brava é comum verificar-se este tipo de fluxo e apesar de não ser possível precisar a data, tem um outro vestígio no lugar da Meia Légua e que parece ter tido origem semelhante ao anterior (figura 91).

Outros vestígios deste tipo de movimentos de massa, podem ser observados no concelho, particularmente ao longo da vertente Oeste do vale da ribeira Brava. No talude Este, são mais frequentes a queda de blocos e as derrocadas, factos que podem ser comprovados numa simples observação do terreno.

7.3.5. Ravinamento

Os ravinamentos desempenham um papel de muita importância na evolução das vertentes. Estão em conexão directa com o escoamento superficial, portanto, com a acção das



Figura 92 - Ravinamentos na encosta sobranceira à estrada no sítio da Adega, Campanário.

águas superficiais, que escavam córregos longitudinais nas vertentes.

São três os factores que dominam a explicação dos ravinamentos: o material rochoso, os agentes erosivos e os declives. Sendo que a vegetação desempenha um importante papel, como elemento de

protecção e prevenção, quando ela é destruída, o solo fica exposto ao fenómeno, como já referido no capítulo II.

A sua génese está primeiramente relacionada com a ocorrência de chuvas intensas, isto é, chuvas abundantes em pouco tempo. Se as águas dessas chuvas não forem contrariadas pelo coberto vegetal, depressa se passará de pequenos canais, que definem a escorrência difusa, aos barrancos, que definem a escorrência concentrada. Existem outros factores que ajudam na sua formação, para além do coberto vegetal, tais como os declives pequenos e médios (8 a 24%) e o material rochoso pouco coerente, como a alterite e depósitos de vertente (Rebelo, 1982).

Como refere Rebelo in Lema e Rebelo (1997), “(...) em condições de declives suaves a médios e de materiais rochosos incoerentes ou de fraca coesão, a ausência ou a pequena densidade do coberto vegetal acarreta um importante risco de ravinamento”.



Figura 93 – Ravinamentos em aterro na vertente Este do vale da Ribeira do Espigão.



Figura 94 – Ravinamentos na encosta Oeste do vale da Ribeira Brava

No concelho, é possível verificarmos ravinamentos em áreas de aterros, em vertentes junto às estradas que, quando da sua abertura, ficaram expostas a este risco, ou aos materiais que são deitados na berma da estrada (acção antrópica).

7.3.6. Levantamento dos Movimentos de Vertente Registados no Concelho

Na área de estudo e no período em análise, constatamos que são as derrocadas os movimentos que mais ocorrem, tendo-se registado um total de 78 no período analisado (1601 a 2008). Segue-se a queda de blocos, com 30 casos registados. Os deslizamentos são os que se registaram menor número, 8 eventos (Tabela IX).

Registaram-se 11 mortos, 5 feridos foi o resultado destes processos. Para além das perdas humanas, também foram vários os danos materiais. Aqui somente apresentamos aqueles que foi possível quantificar e que se resumem a vinte e seis veículos danificados e três embarcações.

A maior parte das vítimas que pereceram e as que ficaram feridas resultaram da queda de blocos, que ocorre com elevada frequência na marginal do concelho.

Tabela IX – Total de crises geomorfológicas (1601 a 2008) no concelho da Ribeira Brava

| Processos | Total |
|-----------------|-------|
| Desabamentos | 75 |
| Deslizamentos | 10 |
| Queda de Blocos | 30 |

Fonte: Elucidário Madeirense, Diário de Noticias da Madeira, Quintal (1999).

Tabela X - Total de crises hidrológicas (1601 a 2008) no concelho da Ribeira Brava.

| Perdas e Danos | Total |
|----------------|-------|
| Mortos | 11 |
| Feridos | 5 |
| Veículos | 29 |
| Embarcações | 3 |

Fonte: Elucidário Madeirense, Diário de Noticias da Madeira, Quintal (1999).

Se atentarmos ao gráfico seguinte, verificamos que nos meses de Outono e Primavera que se verifica o maior número de casos, sendo de destacar que é o mês de Outubro aquele que mais acontecimentos regista. Este aspecto, aliás, aplica-se a toda a ilha, pois é neste mês que, além de ocorrerem com maior frequência, também são mais devastadores.

Constatamos ainda que os meses de Fevereiro e Julho não registaram nenhum evento publicado na imprensa regional. Denota-se também que o número de movimentos de vertente é menor nos meses de Verão e maior nos de Outono.

Esta relação resulta claramente das condições meteorológicas que se registam nos meses de Verão, na qual situações de mau tempo e de elevadas precipitações são muito raras.

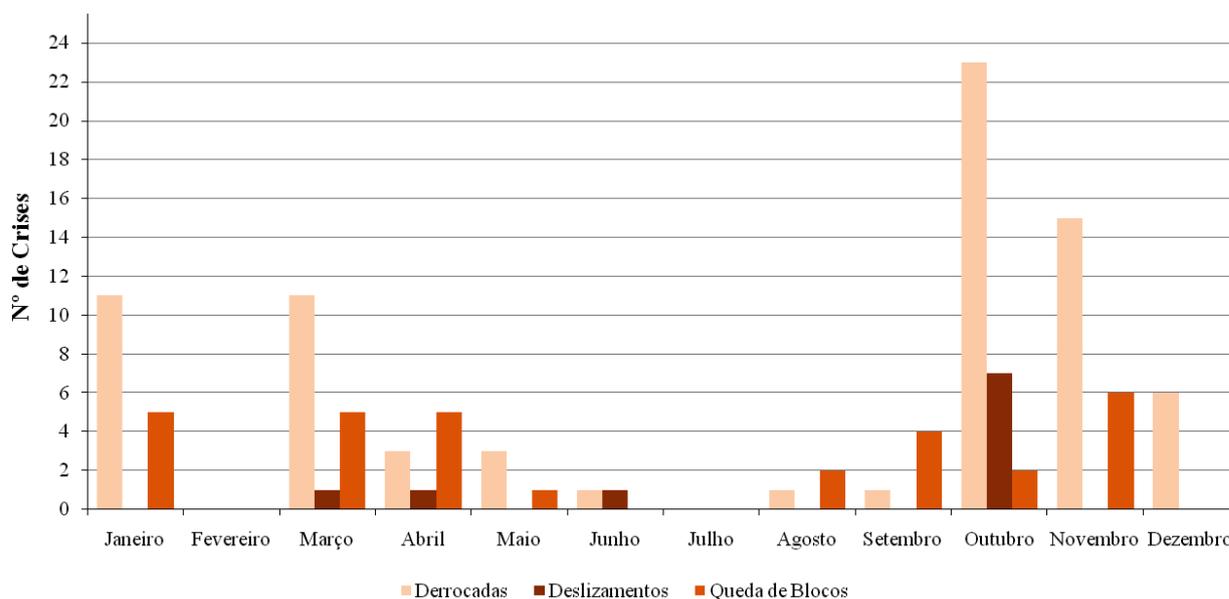
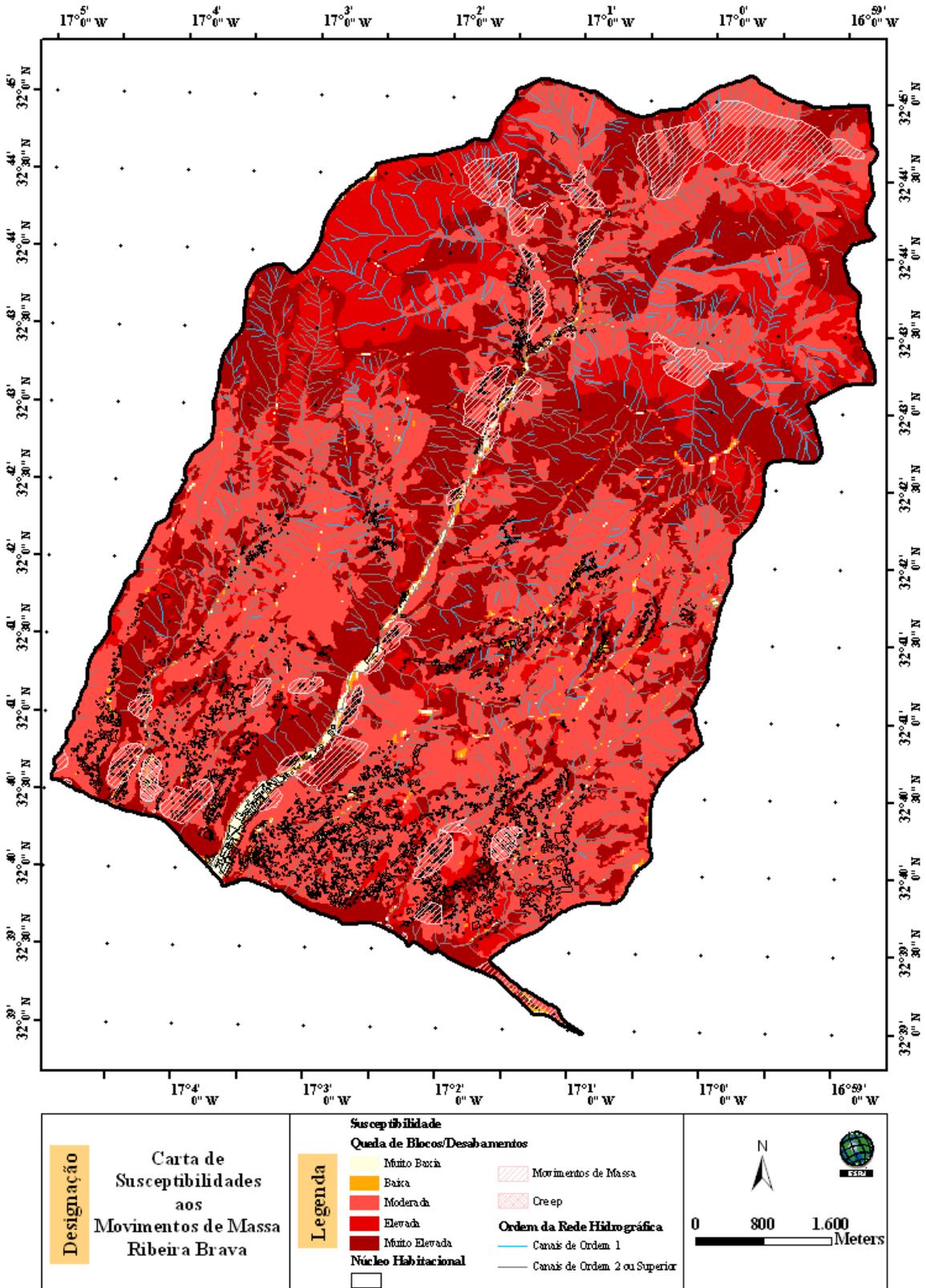


Gráfico 52 - Total de crises geomorfológicas no concelho da Ribeira Brava segundo o mês

Fonte: Elucidário Madeirense, Diário de Noticias da Madeira

Em suma, a precipitação ou a presença de água é fundamental para a ocorrência destes eventos. Como vimos, na análise sociológica ao risco, um número de indivíduos pequeno, demonstra ter a percepção das áreas de maior risco, que coincidem com as áreas na quais se registaram ao longo da história o maior número de eventos e os mais destrutivos, como é o caso da marginal Ribeira Brava – Tabua, o litoral, entre outros.



251 Figura 95 – Carta de susceptibilidade aos movimentos de vertente

Deste modo e no intuito de cartografar as áreas de susceptibilidade aos movimentos de massa em vertente, elaboramos uma carta para o município em estudo.

Para a sua elaboração consideraram-se os declives, a vegetação e os usos do solo. Assim sendo considerou-se que declives que declives superiores a 30% eram áreas de elevada susceptibilidade aos ditos movimentos. Consideramos as áreas desprovidas de vegetação e as áreas agrícolas abandonadas, com áreas de elevada susceptibilidade a estes movimentos.

Do cruzamento dessa informação resultou a carta que apresentamos seguidamente, cuja relação é coincidente entre as áreas de elevada susceptibilidade e as áreas onde têm ocorrido mais eventos ao longo dos tempos.

Algumas áreas situadas no interior do concelho apresentam susceptibilidade elevada, o que se deve ao facto de serem áreas agrícolas abandonadas, áreas desprovidas de vegetação ou ainda áreas de aterros, aliadas aos factores referidos anteriormente, em especial aos elevados declives.

Elaboramos também uma carta de vulnerabilidade aos movimentos de vertente. Após o seu término, verificamos que as áreas mais vulneráveis estendem-se ao longo do vale das



Figura 96 – Casa no cimo da encosta, exposição elevada ao risco, tendo como elemento vulnerável a habitação e seus ocupantes.

ribeiras, particularmente da ribeira Brava e no litoral do concelho. Claro está que a elevada vulnerabilidade nestas áreas resulta da forte ocupação do espaço por habitações e infra-estruturas ao longo do vale, por exemplo (figura 101).

Como já verificamos antes, particularmente na Caracterização Humana do Concelho, as infra-estruturas do concelho, as infra-estruturas de apoio médico e social, as habitações, entre

outros, ocupam a área mais a litoral ou estendem-se ao longo dos vales, de que é claro exemplo o vale da ribeira Brava onde se verifica uma intensa ocupação do solo.

Em algumas áreas a Norte, Este e Oeste do concelho, verificamos algumas manchas de vulnerabilidade elevada. Trata-se de áreas ocupadas pela floresta laurissilva, considerada Património Mundial e que apresenta perante estes fenómenos elevada vulnerabilidade, que resulta da sua raridade (figura 95).

Outras áreas existem no concelho, cuja vulnerabilidade resulta da incúria do homem, como nos mostra a figura seguinte, onde uma habitação se encontra construída no topo de uma vertente, na ribeira Brava (figura 96).

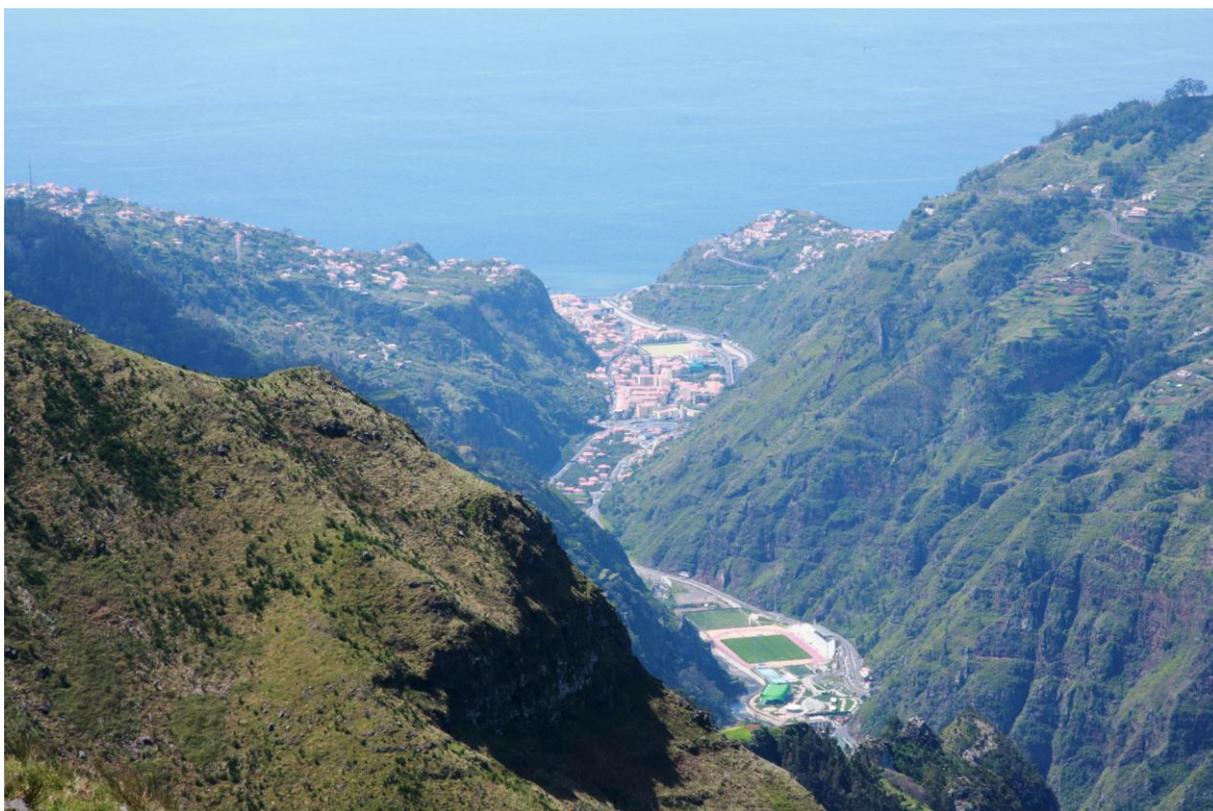


Figura 97 - Vista Norte para Sul do vale da Ribeira Brava, fortemente antropizado e de elevada vulnerabilidade.

Como verificamos na figura 97, a vulnerabilidade é elevada. Aqui os elementos vulneráveis, são as residências, os veículos, os transportes e duas infra-estruturas (muito importantes para actuar em caso de emergência), os Bombeiros Voluntários da Ribeira Brava e o Centro de Saúde e de Urgência local.

Estes são elementos expostos no caso de movimentos de vertente e também em caso de cheias rápidas/inundações. Se atendermos à figura 100, verificaremos que do outro lado da ribeira, a vulnerabilidade é também elevada.



Figura 98 – Vista de Sul para Norte do vale da Ribeira Brava



Figura 99 – Vista de elementos vulneráveis a movimentos de vertente na encosta Oeste da ribeira Brava



Figura 100 – Área de elevada susceptibilidade a movimentos de vertente, com elevada vulnerabilidade na sua base.

À semelhança das áreas de elevada vulnerabilidade, como as anteriormente identificadas, muitas outras existem no concelho, tendo algumas delas já merecido a intervenção das autoridades, quer no consolidar da vertente, quer na interrupção do trânsito para diminuir os elementos expostos e assim diminuir os danos materiais e humanos.

Um outro aspecto que importa salientar, prende-se com o facto da rede viária do concelho se encontrar, quase toda ela, em áreas de elevada susceptibilidade a estes movimentos, o que pode pôr em causa o socorro, e determinar o isolamento de algumas partes do concelho em caso de uma crise.

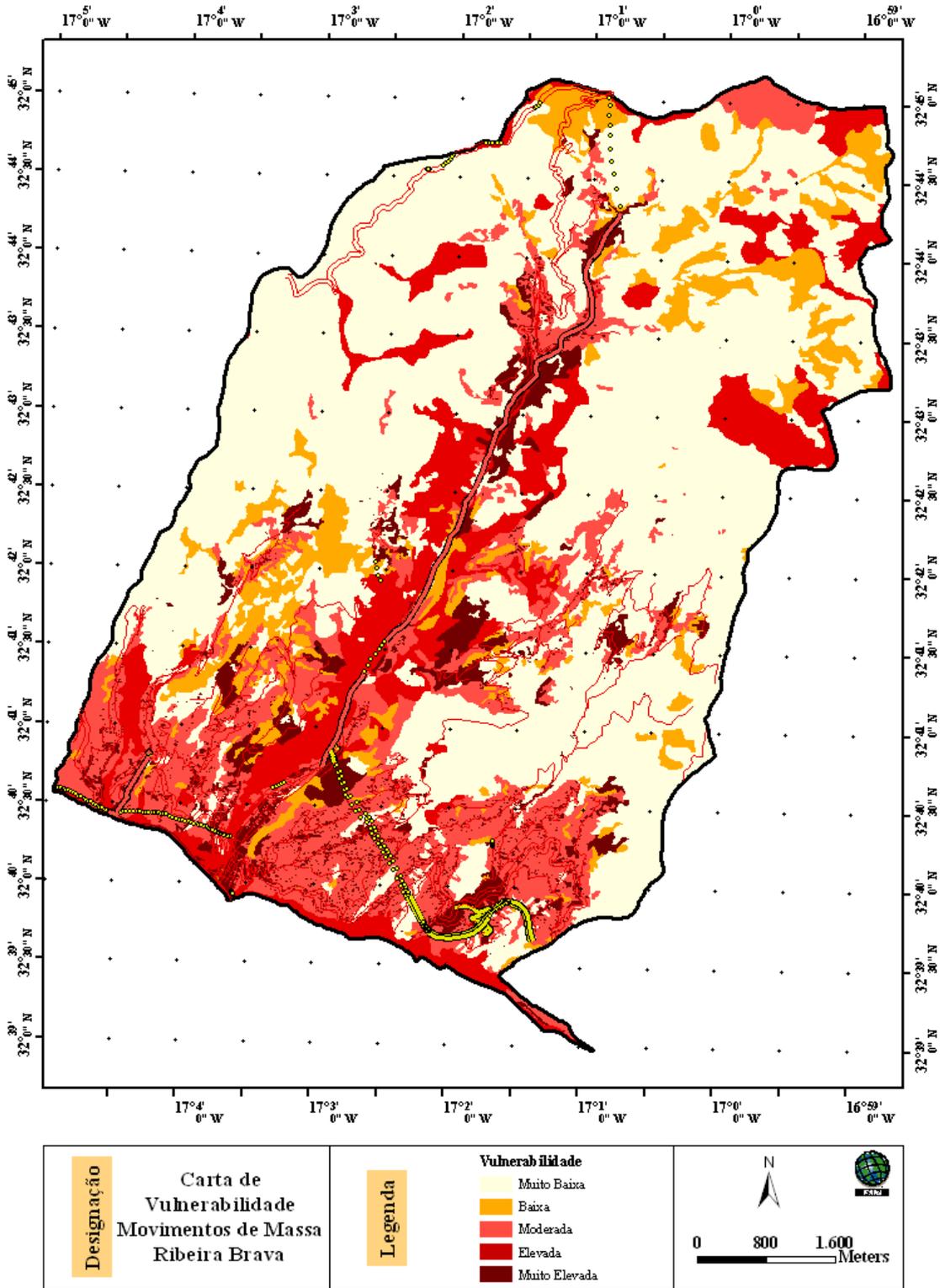


Figura 101 – Carta de vulnerabilidade a movimentos de massa.

7.4. Riscos hidrológicos

Os riscos hidrológicos, particularmente os de cheias e de inundações, relacionam-se com os riscos climáticos. Implicam, portanto, a consideração de diversos elementos naturais, como os declives, permeabilidade ou impermeabilidade do substrato rochoso, dimensão e forma da bacia hidrográfica, características do coberto vegetal, entre outros, e elementos humanos como os modos de ocupação e uso do solo.

A ribeira e o mar foram ao longo dos anos os causadores de cheias e inundações, que na vila da Ribeira Brava, acontecem quando a água do mar invade a terra por influência das marés vivas, elevada pluviosidade, ventos fortes e forte ondulação provocada por tempestades. As cheias embora sejam um processo natural, são agravadas pela acção humana. A ocupação da faixa litoral e do leito de inundação da ribeira cria as vulnerabilidades que fazem aumentar o risco, agravando a possibilidade de prejuízos materiais e/ou perigo para a vida humana.

Os prejuízos resultantes das cheias são frequentemente avultados, podendo conduzir a perda de vidas humanas e bens. O impacto no tecido socioeconómico da região afectada é geralmente significativo, podendo levar à destruição completa, por exemplo de explorações agrícolas. A prevenção das cheias e a mitigação dos seus efeitos são, por isso, de extrema importância.

Concretamente, em relação aos riscos de cheias rápidas, que assumem uma grande importância na ilha da Madeira, essencialmente devido à gravidade dos danos e à frequência com que ocorrem, são de referir algumas causas de degradação, que contribuem para a sua ocorrência. Por exemplo o empobrecimento da cobertura florestal das cabeceiras das ribeiras na costa sul da ilha, principalmente provocado pelo pastoreio desregrado e pelos incêndios, que tendem a facilitar a erosão e a diminuir o tempo médio de cheia das bacias hidrográficas. Mas também o lançamento de terras, materiais de construção e resíduos nas linhas de água (figura 102), que podem diminuir as secções de vazão, sobretudo ao acumularem-se em determinados estrangulamentos (pontes, obstáculos). E ainda construções em leitos de ribeira e leitos de cheia, tendem a estrangular os cursos de água; tal como a cobertura irregular de pequenos cursos de água com pontões para acesso automóvel e a falta de limpeza do leito de algumas ribeiras.

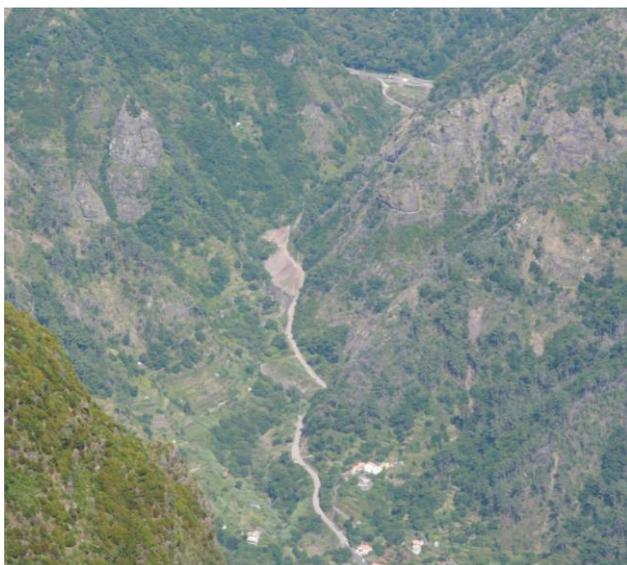


Figura 102 – Vista do Vale da Ribeira Brava (montante), com aterros no meio do curso de água.

Estes aspectos, associados às características dos cursos de água, à geologia e à orografia da ilha e particularmente à do concelho, acentuam a erosão e, por isso, a torrencialidade, agravando desse modo os riscos a que está exposta. Como vimos no Enquadramento Humano, a vila cresceu e continua a crescer em torno da sua “brava” ribeira e para o mar, fomentando desse modo o aumento dos elementos expostos, logo, o aumento da vulnerabilidade.

7.4.1. Cheias Rápidas e Forte Ondulação

Desde os primórdios da colonização da ilha da Madeira, que esta é fortemente devastada por inúmeros episódios catastróficos de cheias rápidas, que na região são denominados “Aluviões”.

Estes episódios também são conhecidos por “enxurradas”. Trata-se de torrentes de água formada pelas chuvas torrenciais. Quando acompanhadas de deslizamentos de vertente, avalanches rochosas, desabamentos ou queda de rochas, sofrem o efeito de barragem, que determina a subida do nível freático. Por outro lado, considerando os materiais que lhes chegam das vertentes, transformam-se num fluxo aquoso detrítico em movimento de dimensões consideráveis. Este fluxo, aliado ao declive acentuado da orografia do Concelho da Ribeira Brava, atinge velocidade e energia tal que transborda dos leitos, inunda e deposita nas cotas mais baixas o material detrítico transportado, caracterizando-se, assim, uma aluvião. As aluviões são pouco frequentes, mas são os desastres naturais que mais tem feito vítimas humanas e danos materiais na Ribeira Brava, no seu curto período histórico. Em termos de riscos, áreas mais estreitas situadas abaixo do nível da ribeira canalizada, pode facilmente prever-se que um dia a crise chegará e poderá ser catastrófica – a vulnerabilidade tem vindo sempre a aumentar.

Na Madeira, o perigo das cheias nunca será totalmente eliminado, pois decorre do declive da ilha e das chuvas torrenciais que têm lugar entre os equinócios de Outubro e da Primavera. Motivo que faz aumentar subitamente o caudal das ribeiras, levando as suas águas

a galgar as margens, arrastando pedras, lama e tudo o que estiver à frente. “Ao invadir campos ou ruas, as águas podem destruir margens naturais ou obras humanas, do mesmo modo, no fim do processo de inundação ao retornarem ao seu leito, as águas podem ser ainda mais agressivas e o risco de erosão fluvial ou marinha é então acrescido” (Rebelo in Lema e Rebelo, 1997).

Todos nós sabemos do perigo de intervenções nos cursos de água da Região. As maiores catástrofes que aconteceram na nossa ilha foram devidas aos aluviões das ribeiras que causaram grandes devastações. Segundo a sabedoria popular, em termos de calamidades, que “os sismos estão para os Açores, como as cheias rápidas (aluviões) estão para a Madeira”.

“Este fenómeno enquadra-se nas cheias de montanha ou cheias rápidas, características de uma rede hidrográfica extremamente jovem, com pequenas bacias hidrográficas em forma de funil e perfis longitudinais com declives bastante acentuados, que se observam mesmo nas ribeiras mais evoluídas” (Dias, 2000), como é o caso da ribeira Brava. A degradação dos cobertos florestais (como já referido em capítulos anteriores) em algumas das bacias hidrográficas acentua a erosão e a torrencialidade, agravando desse modo os riscos.

Estas cheias são o resultado de elevados níveis de precipitação que se registam em curtos períodos de tempo, desencadeados, fundamentalmente, por depressões convectivas (gotas de ar frio), particularmente activas, ou depressões resultantes da interacção das circulações polar e tropical. Estas condições convectivas foram estudadas por Brum Ferreira (1993), são muito frequentes numa área compreendida entre o sudoeste da Península Ibérica, a ilha da Madeira e o Arquipélago dos Açores e resultam de invasões de ar frio (polar ártico) em altitude, que se estendem até às nossas latitudes (entre os 40° e 30°N).

No intuito de reduzir os riscos de cheias/inundações na vila da Ribeira Brava, construiu-se “em 1502 foram construídos uns anteparos para protecção de alguns casais, mais ameaçados com as enchentes de inverno” (Ribeiro, 1998). “Em 1847 fizeram-se algumas arrumações de pedra na Ribeira Brava e obras mais sólidas se efectuaram aí, recentemente com o fim de proteger a ilha contra o perigo das inundações” (Silva e Menezes, 1997). Como depreendemos, há muito que o homem ribeirabravense tem consciência do risco de cheias. Tanto, que há muito se esforça por contê-las.

As chuvas de maior intensidade, que propiciam o despoletar deste tipo de cheias, ocorrem quando “existe um forte gradiente vertical da temperatura, entre a advecção fria em altitude e o ar quente e húmido da baixa troposfera que fornece o vapor de água necessário às condensações abundantes” (Ventura, 1987). O Outono é a época do ano mais problemática, não só porque o Oceano tem uma maior quantidade de calor armazenada, mas também devido

ao enfraquecimento do anticiclone dos Açores e à intensificação da circulação meridiana que favorece a individualização das “gotas frias”.

Este facto é claramente comprovado pela análise histórica deste tipo de fenómeno, segundo a qual, noventa e nove cheias rápidas registaram-se desde o século XVI ao ano de 2008 do século XXI, sendo a sua maioria nesta estação do ano, particularmente no mês de Outubro. Destes noventa e nove casos de cheias, sendo que a sua maioria ocorreu no mês de Outubro, dezoito cheias ocorreram no concelho, oito das quais no mês citado, como veremos mais à frente.

Aqui importa lembrar que estes valores são certamente superiores, atendendo a que



Figura 103 - Vila da Ribeira Brava aquando de uma situação de vagas alterosas.

no passado os dados são poucos, pois os relatos chegavam tardiamente ao Funchal, e muitos concerteza não iam para além dos limites do concelho, não chegando a ser noticiados na imprensa.

As cheias são portanto, fenómenos naturais extremos e temporários, provocados por precipitações moderadas e permanentes ou por precipitações repentinas e de elevada intensidade.

Elevada pluviosidade num curto espaço de tempo, é um fenómeno bastante significativo e de consequências extremamente graves para as áreas onde ocorre. Esta diferença de concentração, é a principal responsável pelas consequências mais graves que se observam, quando das cheias.

Incluídos ainda no conjunto de riscos associados às condições climáticas, temos as



Figura 104 - Vila da Ribeira Brava aquando de uma situação de inundações costeiras.

tempestades marítimas, por vezes confundidas com marés vivas, e os ventos fortes que têm sido também, com alguma frequência, a causa de acidentes e estragos significativos, particularmente junto à costa, registando-se, por exemplo, a danificação de construções na orla costeira, a queda de árvores e postes, a destruição de algumas culturas como a bananeira, entre outros.

No concelho da Ribeira Brava registaram-se entre 1601 e 2008, 21 fortes ondulações (Tabela XI).

As inundações costeiras, são eventos despoletados por temporais, principalmente em ocasiões de marés vivas. Estas podem, apesar de esporadicamente, ser produzidas por tsunamis, como alguns casos que já se verificaram na região e que resultaram essencialmente do desprendimento de grande parte das vertentes litorais, que ao caírem sobre o mar provocaram ondas que causaram destruições nas áreas mais baixas da região, como já vimos no levantamento histórico da RAM. Na área em estudo, este tipo específico de processo hidrológico (forte ondulação), causou já inúmeros prejuízos materiais e humanos na orla costeira, ao longo do período em análise.

Como vemos nas figuras 103 e 104, a faixa litoral da vila foi completamente inundada pelas ondas e atulhadas de material trazido pelo mar, particularmente de calhaus. É-nos possível concluir também que a vulnerabilidade é elevada, pois para além dos danos nas infra-estruturas a população teima em não se afastar da costa, ficando como espectadores, incrementando assim, a vulnerabilidade.

7.4.2. Levantamento dos Registos de Eventos Hidrológicos no Concelho.

No concelho e no período em estudo constatamos que se verificaram 18 acontecimentos de forte ondulação, o mesmo número de cheias rápidas e inundações.

Estes eventos provocaram 4 mortos, igual número de feridos e trinta e sete veículos danificados alguns dos quais foram arrastados pelas forças das ondas para o fundo do mar. Também há a registar 1 contentor destruído e 3 embarcações (Tabela XII).

Tabela XI - Total de crises hidrológicas (de 1601 a 2008) concelho da Ribeira Brava

| Processos | Total |
|------------------|--------------|
| Forte Ondulação | 21 |
| Cheias | 21 |

Fonte: Elucidário Madeirense, Diário de Notícias da Madeira, Quintal (1999).

Tabela XII - Total de perdas e danos (de 1601 a 2008) concelho da Ribeira Brava

| Perdas e Danos | Total |
|-----------------------|--------------|
| Mortos | 4 |
| Feridos | 4 |
| Veiculos | 37 |
| Contentor | 1 |
| Embarcações | 3 |

Fonte: Elucidário Madeirense, Diário de Notícias da Madeira, Quintal (1999).

Estes são alguns dos danos que foi possível quantificar, pois quando se verificam situações de forte ondulação no concelho, muitos são os danos nas infra-estruturas, sendo, por isso, difícil de quantificar, atendendo a que muitas vezes não é dado a conhecer o montante a gastar para a reparação dos danos. Particularmente no cais do concelho, no Calhau da Lapa, na faixa litoral da freguesia da Ribeira Brava.

Igual situação verifica-se quando de situações de cheias, para além destes danos, as águas causam danos nos interiores das habitações, destroem culturas, infra-estruturas, e por vezes quantificar esses danos é muito difícil.

É claro que, estes factos ocorrem essencialmente nas estações do Outono, Inverno e início da Primavera. Sendo no Inverno que se registam o maior número (gráfico 61).

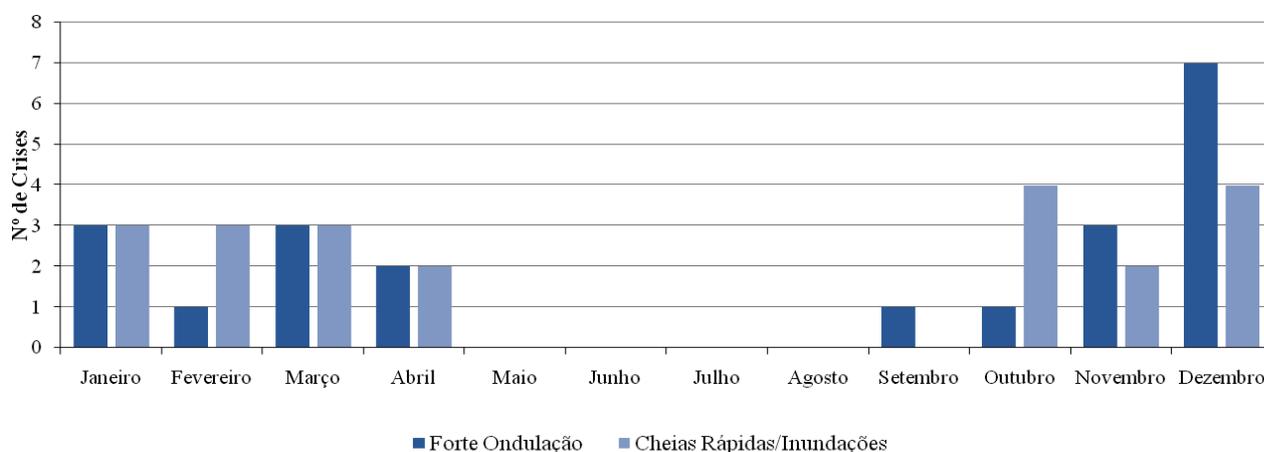


Gráfico 53 - Total de inundações hidrológicas no concelho da Ribeira Brava segundo o mês.
Fonte: Elucidário Madeirense, Diário de Noticias da Madeira, Quintal (1999).

Pela análise do gráfico facilmente depreendemos que, no concelho da Ribeira Brava, o mês no qual se registaram mais crises hidrológicas, foi o de Dezembro, sendo a forte ondulação aquela que se registou mais vezes, sete vezes só nesse mês. Também foi neste mês que se registaram mais cheias rápidas no concelho, um total de quatro cheias.

Verificamos, claramente, que estes eventos se verificaram entre Setembro e Abril, ou seja, entre o início do Outono e o início da Primavera. Esta relação verifica-se também em toda a ilha da Madeira. À semelhança dos movimentos de vertente, também estes eventos hidrológicos se localizam primordialmente neste período.

A partir de Maio e até Agosto não se registaram nem fortes ondulações, nem cheias no concelho que tenham merecido destaque. Este facto prende-se essencialmente com as condições meteorológicas que se fazem sentir nesta época do ano.

No intuito de minimizar o risco de cheias rápidas e de fortes ondulações o município tem vindo a realizar algumas obras de relativa dimensão. Contudo, consideramos que algumas dessas medidas deixam antever não a resolução de um problema criado pela acção antrópica,

mas em alguns casos criar a ilusão de que as obras realizadas protegem o lugar, podendo levar a população a não estar alerta.

Para proteger o lugar da forte ondulação construiu-se um enrocamento que serve de protecção à marginal da vila e à área balnear (figura 105).



Figura 105 – Vista da faixa litoral do lugar da vila e respectivos enrocamentos de protecção do lugar.

Claro que este enrocamento foi construído na foz da ribeira da vila. No entanto, já se assistiu a momentos de vagas alterosas que invadiram a vila, como no dia 28 de Junho de 2009, no dia do Arraial de São Pedro, destruindo, desse modo, o negócio de algumas barracas que se encontravam distribuídas pelo calhau.

Das ribeiras do concelho aquela que merece maior atenção é a ribeira Brava, quer pelo seu historial, quer pela exposição de elementos ao risco.

Desde há muito que se tenta defender o lugar da vila, tendo-se construído muralhas. No entanto, como qualquer outro espaço dinâmico, a vila também o é. A vila tem crescido, como mencionado anteriormente, em direcção ao mar e ao longo das margens da ribeira.

Hoje a ribeira Brava encontra-se encanada desde a sua foz até à Meia Légua numa extensão de 7km. O encanamento pode ter ajudado a disciplinar o seu curso, contudo e se se verificarem episódios extremos como já se verificaram no passado associados a derrocadas ou avalanches rochosas, entre outros, a vila será seriamente ameaçada.

Recorrendo ao método directo e no intuito de se analisar a vulnerabilidade, verificamos já no capítulo III, que são muitos os elementos expostos ao longo do curso da ribeira Brava, e que têm aumentado ao longo dos tempos. Se, no passado, poucos eram aqueles que construíam nos leitos de cheia, hoje assistimos quer a construções particulares, quer empresariais, quer de infra-estruturas vitais a utilizar em caso de se verificar algum acontecimento extremo. Como é o caso da construção do quartel dos Bombeiros no leito de cheia da Ribeira, tal como o Centro de Saúde, entre outros (figura 108).

Ao longo do curso de água, temos alguns pontos críticos no que concerne ao escoamento. Como nos mostra a figura 106, as áreas nas quais a ribeira é atravessada por pontes, como a que se localiza na Ponte Vermelha, onde para além da inflexão do curso da ribeira para sudoeste, temos uma ponte somente com uma largura de aproximadamente quatro metros e uma altura de cerca de dois metros, para escoamento. Já no passado esta área apresentou problemas de escoamento, em períodos de chuvas intensas e concentradas.



Figura 106 – Ponte Vermelha área de elevada susceptibilidade a cheias/inundações

Assistimos também na margem esquerda a uma maior acção erosiva, resultado da mudança de direcção do curso de água e uns metros mais à frente, atrás dos Bombeiros na margem direita da ribeira, novamente uma mudança de direcção do curso de água para sul. Outro ponto crítico, localiza-se mais perto da foz, onde uma ponte já muito antiga atravessa o respectivo curso de água (figura 107).



Figura 107 – Vista do lugar da vila, onde se indica a localização das pontes que atravessam a ribeira Brava



Figura 108 – Vista de elementos vulneráveis a movimentos de vertente na encosta Oeste da ribeira Brava.

A estrutura de ambas as pontes permite a acumulação de entulho (árvores ou outros materiais que podem ser arrastados pelas águas) quando de grandes cheias.

Recentemente, uma ponte na Serra de Água ameaçou ruir. Tendo-se verificado o desabamento das partes laterais da ribeira, que provocaram o deslocamento dos pilares de sustentação da ponte levando à abertura de algumas fendas. A autarquia rapidamente procedeu a obras de reparação que estão a decorrer (figura 109).

A ribeira da Tabua, também apresenta algumas áreas problemáticas, resultado mais uma vez da ocupação do leito de inundação da referida ribeira, tendo um ponto crítico junto à ponte existente ao pé da igreja.



Figura 109 – Ponte da Serra de Água, com sinais claros de ruptura.

Outras ribeiras existem no concelho e que merecem menção apesar de historicamente, serem poucos os casos relatados. É de referir a ribeira do Campanário e a dos Melões, ambas na freguesia do Campanário.

Apesar da curta extensão da ribeira dos Melões e do seu perfil bastante encaixado, a forte ocupação antrópica do leito da ribeira, particularmente por aterros, como se verifica no sítio da adega, onde dois grandes aterros interromperam o curso da ribeira, obrigando ao encanamento da mesma.

Entre um aterro e outro, por modo a poder-se canalizar os tributários desta ribeira, construiu-se um “dique” para receber as suas águas e direccioná-las para os tubos que actualmente existem sob o aterro sobre o qual se construiu um campo de futebol. Seguindo para sul, verificamos que, quer a ribeira, quer os tributários estão a necessitar de uma limpeza no intuito de permitir o eficaz fluir das águas.

Como já referido anteriormente, vários são os aspectos que podem contribuir para a ocorrência de um acontecimento que cause grande dano, contudo, o homem neste caso é fortemente responsável. Se percorrermos as ribeiras do concelho, assistimos à criação de aterros ao longo dos cursos de água, alguns relativamente organizados, outros simplesmente



Figura 110- Falta de limpeza e deposição sobre um tributário da ribeira do Campanário.

atiram a terra, lixo etc. para o curso de água, formando barragens provisórias que podem, perante situações de precipitações intensas, criar situações de catástrofe. Neste âmbito, importa salientar que nem sempre é o cidadão mal informado, com fracas habilitações, o prevaricador.

São muitas vezes as próprias empresas, como mostra a figura 110, que depositam postes de electricidade de cimento sobre um tributário da ribeira do Campanário.

O risco de erosão marinha/litoral, merece também menção neste estudo. Pois, em toda a costa madeirense as arribas são apenas interrompidas na foz das ribeiras principais, excepção feita às baías de Machico e do Funchal.

Onde o recuo da arriba foi mais rápido que o encaixe das ribeiras, aparecem vales suspensos “despejando” água em cascatas. No caso do concelho, temos algumas ribeiras que desaguam em “cascata” sobre o mar. Particularmente as que “desaguam” entre o Cais da Ribeira Brava e o Calhau da Lapa, na sua maioria são pequenas ribeiras, já ilustradas no capítulo do Enquadramento Geotectónico.

O recuo do litoral depende da energia do mar e da resistência das rochas. Deste modo, as mais duras mantêm-se firmes e as mais brandas, cedem à pressão do oceano originando pequenas enseadas.

A acção do mar (abrasão marinha) com o auxílio dos temporais, reduziu consideravelmente o litoral das ilhas do arquipélago e fez variar a linha de costa das mesmas. Assim, a costa a Norte das ilhas expostas às fortes correntes marítimas de superfície, influenciadas pelos ventos predominantes do quadrante norte, foi visivelmente corroída e a costa sul sensivelmente “aumentada”, com a acumulação de sedimentos. Como exemplo,

poderemos apontar a Praia do Porto Santo e as praias do Funchal e de Machico, da Madalena do Mar e da Ribeira Brava.

A abrasão marinha é claramente mais intensa no litoral norte e consequentemente as arribas são de modo geral mais elevadas e mais abruptas que as do sul da ilha, o que não significa que no sul estas não existam, são sim, menos regulares. Pois é mesmo na costa meridional que existem arribas como o litoral entre a freguesia do Campanário e o Cabo Girão, este último que atinge os 580 metros de altura.

Numa tentativa de identificarmos as áreas de susceptibilidade, elaboramos com base no declive, vegetação, usos do solo e eventos históricos, a carta de susceptibilidade hidrológica para o concelho da Ribeira Brava.

A metodologia de representação foi elaborada com base num SIG, à semelhança da carta de susceptibilidade a movimentos de vertente.

Neste contexto foram atribuídos, às áreas mais susceptíveis, índices de ponderação consoante as condicionantes físicas do terreno, nomeadamente em áreas críticas das bacias hidrográficas onde se verifica a confluência de linhas de água com uma hierarquia superior a 2ª ordem.

Posteriormente foi tido em conta a distribuição espacial dos eventos históricos ocorridos na área em estudo, permitindo a delimitação de pontos críticos de escoamento. Claro que muitas vezes estes pontos críticos de escoamento, são muitas vezes condicionados pelos usos do solo.

Assim sendo, constatamos que a susceptibilidade concelhia a cheias rápidas e inundações, verifica-se ao longo das principais linhas de água, nomeadamente naquelas que possuem um perfil longitudinal mais incisivo e com inúmeras roturas de declive. A manifestação deste tipo de evento está, normalmente, correlacionado com a ocorrência de precipitações extraordinárias.

Na área em estudo e segundo a análise da carta de susceptibilidade, as cheias e inundações (figura 111), constatamos que ao longo da ribeira Brava e da ribeira da Tabua, nas respectivas planícies aluvionares, a probabilidade de ocorrência deste tipo de fenómeno é elevada, resultado da massificação dos seus leitos de cheias por actividades antrópicas e pelo encanamento das linhas de água cada vez mais a montante.

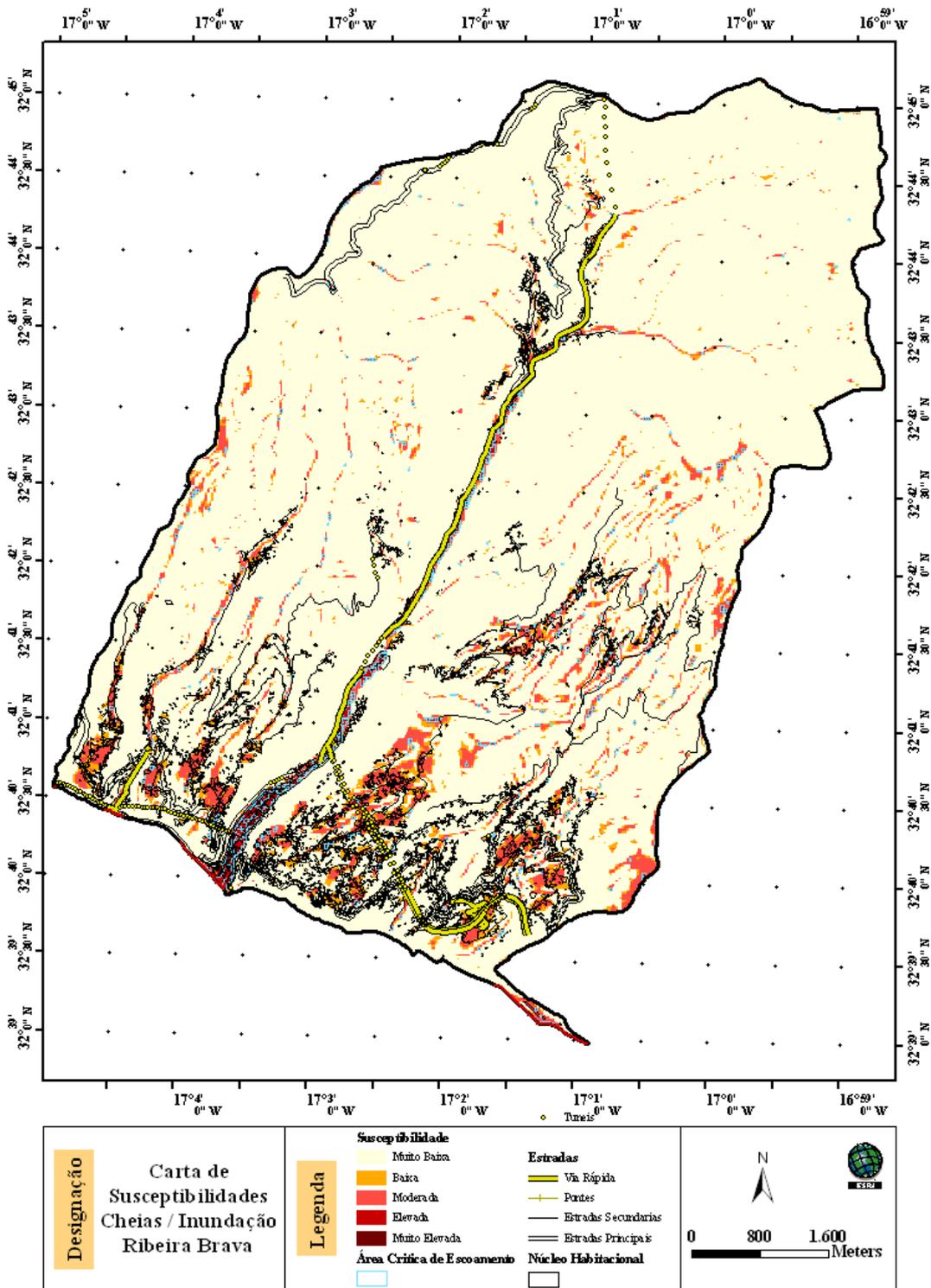


Figura 111 – Carta de susceptibilidade a cheias rápidas e inundações, município da Ribeira Brava

A análise dos registos históricos, permite-nos verificar que a maioria das crises ocorreram na planície aluvionar dos principais cursos de água, essencialmente na ribeira Brava e nalguns casos, ao longo do seu curso. Foi também ao longo do percurso desta ribeira,

que se verificaram os casos mais graves. Pois a vulnerabilidade ao longo desta é elevada a cheias rápidas/inundações (figura 112).

No que concerne às inundações costeiras, a susceptibilidade existe nas áreas de “costas baixas”, destacando-se as áreas litorais na foz das ribeiras da Tabua e da Ribeira Brava, no Calhau da Lapa e na Fajã dos Padres.

No que concerne às vulnerabilidades e recorrendo à mesma ferramenta que temos usado (Arcgis 9.2 em ambiente ESRI), elaboramos com base numa análise directa do território uma carta de vulnerabilidade.

Podemos constatar pela análise da figura 112 que é ao longo dos vales que a vulnerabilidade é mais elevada. Para Este, no lugar da vila, verificamos também algumas manchas de elevada vulnerabilidade, esta resulta essencialmente da ocupação de área de relevo suave, onde constantemente se verificam algumas inundações. É também nesta planície aluvionar que se encontram as infra-estruturas de apoio em caso de catástrofe, como já mencionamos anteriormente. Sendo que perante um suposto evento extremo o espaço no qual se insere ficará inoperacional.

A Ribeira da Tabua e da Caixa apresentam também elevada vulnerabilidade, pois aqui mais uma vez a ocupação humana da planície aluvionar é elevada.

No conjunto do concelho, é a freguesia de Campanário aquela que apresenta menor vulnerabilidade, resultado da sua posição e modos de ocupação do espaço.

Junto à linha de costa, verificamos que as áreas que apresentam maior vulnerabilidade são a Fajã dos Padres, o Calhau da Lapa e a frente mar do Lugar da Vila. Esta vulnerabilidade será distinta dependendo da hora e da época do ano em que determinada crise possa ocorrer. Por esse motivo, considerou-se o momento no qual os elementos exposto é mais elevado.

Do que temos dito, verificamos que a rede viária, também neste caso, se encontra nas áreas de maior susceptibilidade a cheias rápidas/inundações, determinando assim, uma elevada exposição e conseqüentemente, um elevado grau de vulnerabilidade das estradas e das populações servidas por estas, que em caso de um evento extremo podem ficar provisoriamente isoladas.

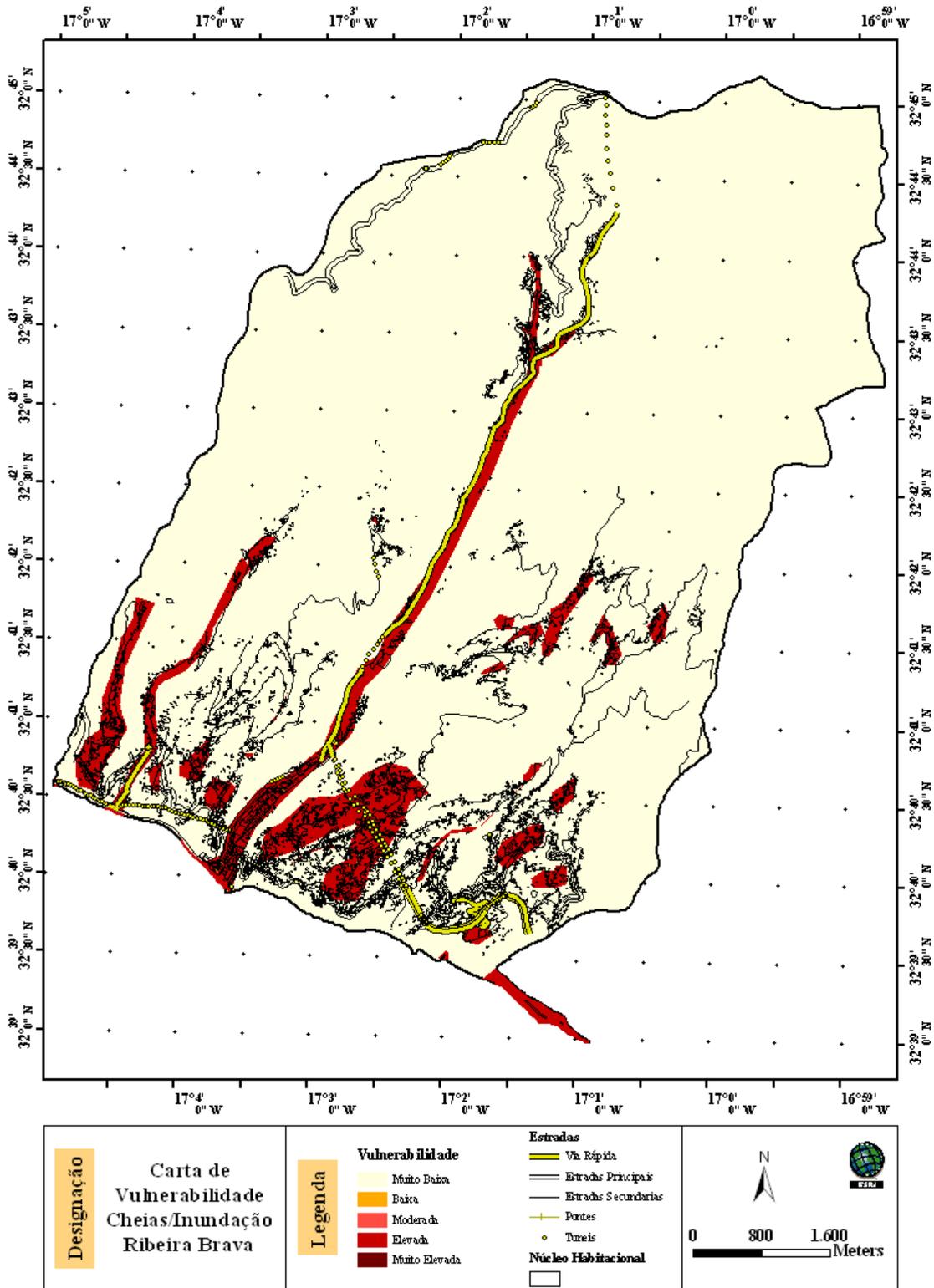


Figura 112 – Carta de vulnerabilidade a cheias rápidas e inundações no município da Ribeira Brava