

Hinc patriam sustinet

**Instituto Superior de Agronomia
Universidade Técnica de Lisboa**



Análise da Evolução da Ocupação e Uso do Solo no Concelho de Angra do Heroísmo

Influência nos Movimentos de Terreno e de Vertente

Carmen Sofia Rocha Silva

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Arquitectura Paisagista

Orientador: Doutora Maria Manuela Silva Nunes Reis Abreu

Júri:

Presidente: Doutora Maria Manuela Cordes Câbedo Sanches Raposo de Magalhães,
Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica
de Lisboa;

Vogais: Doutora Maria Manuela Silva Nunes Reis Abreu, Professora Catedrática do Instituto
Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutor Luís Paulo Faria de Almeida Ribeiro, Professor Auxiliar do Instituto Superior
de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Lisboa, 2010

“A vida açoriana não data espiritualmente da colonização das ilhas; antes se projecta num passado telúrico que os geólogos reduziram a tempo, se quiserem... Como homens, estamos soldados historicamente ao povo de onde viemos e enraizados pelo *habitat* a uns montes de lava que soltam da própria entranha uma substancia que nos penetra. A geografia, para nós, vale tanto como a história, e não é de balde que as nossas recordações escritas inserem 50% de relatos de sismos e enchentes. Como sereias temos uma dupla natureza; somos de carne e de pedra. Os nossos ossos mergulham no mar.”

Vitorino Nemésio (1932, p. 57)

INDICE

| | |
|--|-------------|
| INDICE DE FIGURAS | iv |
| INDICE DE QUADROS | vi |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS | vii |
| AGRADECIMENTOS | viii |
| RESUMO | ix |
| ABSTRACT | x |
| EXTENDED ABSTRACT | xi |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| I. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 3 |
| 2. A Geomorfologia no Ordenamento e Desenvolvimento Sustentável da Paisagem Açoriana | 3 |
| 3. Tipologia e Actividade dos Movimentos de Terreno e de Vertente nos Açores | 4 |
| 3.1. Relevo Vulcânico | 4 |
| 3.2. Terminologia e conceitos: landslide, movimento de vertente, movimento de massa, movimento de terreno | 7 |
| 4. Tipos de Movimentos de Terreno | 8 |
| 4.1. Desabamento | 9 |
| 4.2. Balançamento | 10 |
| 4.3. Deslizamentos | 10 |
| 4.4. Expansão lateral | 12 |
| 4.5. Escoda | 13 |
| 5. Causas dos Movimentos de Terreno e de Vertente nos Açores | 14 |
| 5.1. Factores Condicionantes e Desencadeantes da Instabilidade | 14 |
| 5.1.1. Precipitação | 16 |
| 5.1.2. Actividade Sísmica | 17 |
| 5.1.3. Actividade Vulcânica | 18 |
| 5.1.4. Acção Antrópica | 19 |
| 5.1.5. Erosão do Solo | 22 |
| 6. O Significado sócio-económico do Risco Geomorfológico | 22 |
| II. CASO DE ESTUDO – ACÇÃO ANTRÓPICA E A SUSCEPTIBILIDADE GEOMORFOLÓGICA NO CONCELHO DE ANGRA DO HEROISMO | 26 |
| 1. Área de Estudo | 26 |
| 1.1. Metodologia | 26 |

| | |
|--|-----------|
| 2. Análise da Acção Antrópica | 28 |
| 2.1. Enquadramento territorial | 28 |
| 2.2. Evolução histórica da ocupação do território | 29 |
| 2.3. Caracterização Demográfica | 32 |
| 2.3.1. Evolução da População Residente | 32 |
| 2.3.2. Emigração | 34 |
| 2.3.3. Sismo de 1980 | 35 |
| 2.3.4. Distribuição Espacial da População | 35 |
| 2.4. Uso do Solo | 37 |
| 2.4.1. Transformação do uso do solo desde 1595 | 38 |
| 2.4.2. Uso do Solo em 2000 | 40 |
| 2.4.3. Espaço Agrícola | 42 |
| 2.4.3.1. Pastagens | 43 |
| 3. ANÁLISE BIOFÍSICA | 43 |
| 3.1. Geologia-Litologia | 43 |
| 3.2. Vulcanologia | 47 |
| 3.3. Tectónica e Sismicidade | 49 |
| 3.4. Clima | 51 |
| 3.5. Hipsometria | 52 |
| 3.6. Declives | 52 |
| 3.7. Hidrografia | 54 |
| 3.8. Exposição solar | 55 |
| 3.9. Solos | 56 |
| 3.9.1. Andossolos | 57 |
| 3.9.1.1. Andossolos Típicos | 57 |
| 3.9.1.2. Andossolos Vítricos | 57 |
| 3.9.1.3. Andossolos Ferruginosos | 57 |
| 3.9.2. Litossolos e Solos Litólicos | 58 |
| 3.9.3. Histossolos | 58 |
| 3.10. Vegetação | 59 |
| 3.11. Geomorfologia | 64 |
| 3.11.1. Formas predominantes associadas à actividade vulcânica | 64 |
| 3.11.2. Formas predominantes associadas à erosão | 65 |
| 3.11.3. Formas associadas a movimentos tectónicos ou vulcanotectónicos | 66 |
| 3.11.4. Grandes Unidades de Relevo | 66 |

| | |
|---|-----------|
| 4. Análise Hidrogeológica do concelho de Angra do Heroísmo | 67 |
| 4.1. Permeabilidade Potencial | 68 |
| 4.2. Permeabilidade Actual | 69 |
| 4.3. Áreas de Máxima Infiltração | 70 |
| 5. Síntese e Diagnóstico | 71 |
| 5.1. Análise dos factores intervenientes | 71 |
| 5.2. Susceptibilidade do Concelho de Angra do Heroísmo aos Movimentos de Terreno na Actualidade | 72 |
| 6. Proposta para o Desenvolvimento e Ordenamento Sustentável da Paisagem Açoriana | 73 |
| 6.1. Proposta de Acções de Estabilização da Paisagem | 73 |
| 7. Conclusão | 77 |
| 8. Bibliografia | 79 |
| ANEXOS | 87 |
| ANEXOS I | 88 |
| ANEXOS II | 89 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Desabamento (adaptado de Highland e Browsky, 2008) | 9 |
| Figura 2 - Balançamento (adaptado de Highland e Browsky, 2008) | 10 |
| Figura 3 - Deslizamento rotacional (adaptado de Highland e Browsky, 2008) | 11 |
| Figura 4 - Deslizamento translacional (adaptado de Highland e Browsky, 2008) | 11 |
| Figura 5 - Expansão lateral (adaptado de Highland e Browsky, 2008) | 12 |
| Figura 6 - Escoada (adaptado de Highland e Browsky, 2008) | 13 |
| Figura 7 - Factores intervenientes nos movimentos de terreno (adaptado de Popescu, 1994) | 15 |
| Figura 8 - Esquema conceptual do risco geomorfológico (adaptado de Zêzere, 2005) | 24 |
| Figura 9 – Metodologia proposta para determinar a susceptibilidade do Concelho de Angra do Heroísmo aos Movimentos de Terreno e de Vertente | 27 |
| Figura 10 - O arquipélago dos Açores e a sua localização no Atlântico Norte (www.google.pt/images) | 28 |
| Figura 11 - Localização do concelho de Angra do Heroísmo (CAOP, 2009) | 28 |
| Figura 12 - Açores Insulae, Abraham Ortelius, 1584 (www.raremaps.com) | 29 |
| Figura 13 - Descrição da Ilha de Bom Jesus, chamada Terceira, 1582 (Campos, 1983) | 29 |
| Figura 14 - Evolução do crescimento demográfico em Angra do Heroísmo entre 1864 e 2008 (Fonte: SREA Censos) | 33 |
| Figura 15 - A cidade de Angra segundo a gravura de Jan Linschotten, de 1595 (Palma, 2008) | 38 |
| Figura 16 - Aglomerados Urbanos no Concelho de Angra do Heroísmo em 1900 (Fonte: DROTRH) | 39 |
| Figura 17 - Áreas Edificadas no Concelho de Angra do Heroísmo em 2000 (Fonte: DROTRH) | 41 |
| Figura 18 - Carta Vulcanológica (CVARG, 2010) | 48 |
| Figura 19 - Enquadramento geotectónico dos Açores no Atlântico Norte (adaptado de Buforn <i>et al.</i> , 1987, in Cota Rodrigues, 2002) | 50 |
| Figura. 20 - Principais alinhamentos tectónicos da ilha Terceira (CVARG, 2010) | 50 |
| Figura 21 - Ribeira do Pesqueiro (S. Bartolomeu) | 54 |
| Figura 22 - Serra de St ^a . Bárbara (Ilha Terceira, Açores) | 61 |
| Figura 23 - Encosta escarpada (Ribeirinha) | 62 |
| Figura 24 - Costa de derrames lávicos (Vila Maria e S. Mateus) | 62 |
| Figura 25 - Carta Geomorfológica da ilha Terceira (CVARG, 2010) | 66 |
| Figura 26 - Carta de Permeabilidade Potencial no concelho de Angra do Heroísmo | 68 |

| | |
|---|----|
| Figura 27 - Carta de Permeabilidade Potencial do concelho de Angra do Heroísmo com área impermeabilizada e cartografada em 2000 (DROTRH, 2000) | 69 |
| Figura 28 - Áreas de Máxima Infiltração em Áreas Impermeáveis (conflito) | 70 |
| Figura 29 - Susceptibilidade geomorfológica aos movimentos de terreno (2000) | 72 |

INDICE DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 – Abrangência dos termos Movimentos de vertente, Movimentos de terreno e Movimentos de massa (adaptado de Varnes (1978) e Zêzere (2005)) | 8 |
| Quadro 2 – Classificação dos movimentos de terreno, segundo Varnes (1978) e Dikau <i>et al.</i> , (1996) | 9 |
| Quadro 3 – Classificação dos deslizamentos (adaptado de Dikau <i>et al.</i> , 1996) | 11 |
| Quadro 4 – Distribuição da população residente e densidade populacional por freguesias do concelho de Angra do Heroísmo em 2001 (Fonte: SREA-INE, Censos 2001) | 37 |
| Quadro 5 – Uso do solo em Angra do Heroísmo em 1900. (Fonte: DROTRH) | 39 |
| Quadro 6 – Uso do Solo em 2000 no concelho de Angra do Heroísmo em 2000. (Fonte: DROTRH) | 40 |
| Quadro 7 - Esquema vulcano-estratigráfico proposto para Angra do Heroísmo. Adaptado de Self (1976), Lloyd e Collis (1981), Fernandes (1985b) e Cota Rodrigues (2002). | 44 |
| Quadro 8 - Caracterização hidrogeológica das Formações presentes no concelho de Angra do Heroísmo (adaptado de Cota Rodrigues, 1993, 2002) e correspondente susceptibilidade aos movimentos de terreno. | 47 |
| Quadro 9 – Atribuição de valores, para cada classe de declives, de capacidade para promover a infiltração e susceptibilidade aos movimentos de terreno (adaptado de Gama (2007) e Pena (2008)) | 53 |
| Quadro 10 - Descrição dos Solos (Pinheiro, 1990; Cota Rodrigues, 1993, 2002; Pereira, 2004) e Classificação proposta para a permeabilidade dos solos e susceptibilidade aos movimentos de terreno em Angra do Heroísmo. | 59 |
| Quadro 11 - Áreas e percentagem da Permeabilidade relativamente à área total do concelho de Angra do Heroísmo | 69 |
| Quadro 12 - Áreas e percentagem das Áreas de Máxima Infiltração em conflito com áreas impermeabilizadas no concelho de Angra do Heroísmo (2000) | 70 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAOP – Carta Administrativa Oficial de Portugal

CMAH – Câmara Municipal de Angra do Heroísmo

CVARG – Centro de Vulcanologia e Avaliação de Riscos Geológicos

DCA – Departamento de Ciências Agrárias

DROTRH – Direcção Regional de Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos

INE – Instituto Nacional de Estatística

MDT – Modelo Digital de Terreno

N^a Sr^a – Nossa Senhora

RAA – Região Autónoma dos Açores

SREA – Secretaria Regional de Estatística dos Açores

Sta. – Santa

TIN – Triangular Irregular Network

UAC – Universidade dos Açores

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

AGRADECIMENTOS

Ao longo deste trabalho, foram várias as pessoas e as instituições que me apoiaram e deram um valioso contributo para a sua realização, pelo que quero expressar os meus sinceros agradecimentos.

Em primeiro lugar agradeço à minha orientadora, Professora Doutora Maria Manuela Abreu, pela disponibilidade, ensinamento, críticas e sugestões pertinentes durante a elaboração deste trabalho, e sobretudo pelo carinho e amizade.

De uma forma muito especial agradeço à minha família, pais e irmãos, que com sacrifício e muita saudade me proporcionaram a realização deste curso, e pelo apoio e incentivo que sempre me demonstraram, apesar da distância. Ao Nuno, que me apoiou e me apoia em todos os momentos da minha vida. À Rita, pelo companheirismo e amizade.

À UAC, em Angra do Heroísmo, e à DROTRH pela disponibilização da informação cartográfica referente à Ilha Terceira.

Aos diversos professores com quem contactei, no ISA e na UAC, agradeço o apoio prestado no esclarecimento de dúvidas e sugestões que muito contribuíram para o bom desenvolvimento desta tese de mestrado.

Finalmente, a todos os que aqui não mencionei, e que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigado.

RESUMO

Esta dissertação de mestrado aborda o estudo das tipologias e processos dinâmicos dos movimentos de terreno, assim como a identificação dos factores que os condicionam e desencadeiam, fazendo-se a aplicação dos conceitos e conhecimentos ao concelho de Angra do Heroísmo na Ilha Terceira dos Açores. Para além disso, procura identificar as actuais áreas susceptíveis aos movimentos de terreno, no concelho de Angra do Heroísmo, com o objectivo de contribuir para o planeamento e ordenamento do território, onde as condições naturais favoráveis à instabilidade geomorfológica são agravadas pelas intervenções antrópicas desajustadas.

São várias as causas dos movimentos de terreno e a sua atribuição a um só factor desencadeante da instabilidade geomorfológica, não é só difícil como incorrecto. Foi dada particular importância à acção antrópica, que numa perspectiva de ordenamento e desenvolvimento sustentável, permite compreender como pode ser, em determinadas intervenções, prejudicial e decisiva a sua acção.

Na perspectiva de determinar a influência da acção antrópica nos movimentos de terreno, bem como a caracterização da susceptibilidade geomorfológica, delimitaram-se as áreas de Máxima Infiltração, pois são uma das figuras do Ordenamento do Território mais importantes de preservar, e muitas vezes têm ocupações antrópicas desajustadas. Elaboraram-se assim a carta actual de susceptibilidade aos movimentos de terreno no concelho de Angra do Heroísmo, a partir da análise dos vários factores que condicionam a permeabilidade das formações e consequente infiltração da água de precipitação no território.

Por fim, propuseram-se acções de protecção, conservação, ou recuperação, das áreas sensíveis e essenciais para o equilíbrio da Paisagem, de modo a prevenir possíveis catástrofes.

Palavras-Chave: Acção Antrópica; Angra do Heroísmo; Áreas de Máxima Infiltração; Movimentos de Terreno; Susceptibilidade Geomorfológica

ABSTRACT

This master dissertation aims to study mass movements dynamics and its classification, as well as the identification of the factors that control and initiate them. These concepts and knowledge were applied to the district of Angra do Heroísmo in Terceira's island of the Azores in order to elaborate a map where the areas showing susceptibility to mass movements were identified. This identification and mapping of mass movements is a contribution to the planning and management of the municipality territory, where the natural conditions are favorable to the geomorphic instability. The misadjusted human actions in this vulnerable region can improve the landscape instability.

There are several causes for the mass movements starting. Usually, the beginning of a mass movement is attributed to a single factor, as for instance an unusual precipitation, however this does not correspond to the reality, as a complex number of factors are involved. It was given highlight in this study to the human action as a trigger factor, that in a perspective of sustainable management and development, allow to understand how devastation and significant can be his action.

In a perspective of identifying the impact of human actions in the mass movements, as well as the characterization of the geomorphic susceptibility of the area in study, the maximum infiltration areas were delimited. The maximum infiltration areas are one of the most important territory management figures to preserve, and several times have misadjusted human occupation. In order to delimitate these areas, as well as to elaborate the mass movements susceptibility map for the district of Angra do Heroísmo, several physical characteristics of the region were analysed: geology/lithology, volcanic activity and seismicity, geomorphology, soils, etc. The Permeability of the geologic formations and the soils was also evaluated.

Intervention actions for the area were recommended to implement in the most instable areas, in order to promote its protection, conservation or recuperation. These measures are considered crucial to maintain the balance of the Landscape, and prevent the occurrence of possible catastrophic events.

Key Words: Human Action; Angra do Heroísmo; Maximum Infiltration Areas; Mass Movements; Geomorphologic Susceptibility

EXTENDED ABSTRACT

This dissertation focuses on the classification of mass movements and its dynamics, as well as the identification of the factors and the causes that can initiate and control them. Additionally, it was evaluated the susceptibility associated to those mass movements, in the municipality of Angra do Heroísmo in Terceira Island (Azores). This is a contribution to the territory planning and management. In this municipality the biophysical conditions are favorable to the geomorphologic instability, which have been influenced by unsuitable human activities.

The risks associated to the processes of landscape instability like mass movements have been frequently underestimated, and are frequently attributed to factors, like an intense rain, vibrations from earthquakes or volcanic eruptions. Consequently, it becomes fundamental, for a better comprehension of the dynamics of the landscape in a specific region, to identify and to analyze the factors that can influence the mass movements.

The objective of this dissertation was accomplished with the utilization of a System of Geographical Information through the *software* ArcGis 9.2 of ESRI. The system of cartographic projection utilized was the *Transverse-Mercator Datum D_WGS_1984*. The digital cartography was obtained from several sources, namely the Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos, Azores University (Angra do Heroísmo), and the printed cartography from the site of the Câmara Municipal of Angra do Heroísmo. The use of these cartographic documents, in an appropriated scale, is a privileged tool for the analysis of the landscape characteristics and human activities, and it is extremely useful for a better perception of the agents generators of the instability.

For a better comprehension of the human action in the Angra do Heroísmo municipality, an historical analysis of the evolution of the human occupation and soil use was done based on ancient documents. For the recent human occupation and soil uses of the region, the analysis was done through the available cartographic documents regarding the years of 1900 and 2000.

The study of the demographic evolution is a very important parameter for the comprehension of the territorial reality, which shows the dispersion and the rank of spatial density of the human action in the municipality, identifying the tendencies of growth of the urban frame and, consequently, the most vulnerable areas to its actions.

The biophysical characterization of the territory is fundamental in any master plan, in order to manage, in a rational way, the existing natural resources. The comprehension of the landscape dynamics requires the knowledge of several factors, as the geology/lithology, volcanology, tectonic and seismicity, climate, hydrography, soils, geomorphology, soil use

and all the expressions of the human activity in a time perspective, as well as to its articulation in a natural structure very characteristic of the Azores archipelago.

To evaluate and understand the land movements that can occur in the Angra do Heroísmo municipality, maps of the potential and real permeability has been elaborated, and the areas of maximum infiltration were delimited. The map of potential permeability evidences the areas classified as low, moderate and moderate to high permeability. Extensive areas of medium to elevated aptitude to the water infiltration were identified, while only 10% of the municipality area was classified as presenting high permeability.

The potential permeability, slopes, geology/lithology, seismic activity, tectonic (faults) and morphology of the landscape of the Angra do Heroísmo municipality were the considered factors for the delimitation and mapping the areas showing susceptibility to the mass movements. It was considered three sensitivity unit classes: units of elevated sensitivity, moderate sensitivity, and low sensitivity. The first one corresponds to the volcanic complex lithology highly susceptible to mass movements, areas of low permeability and with slopes above 15 %. The units of moderate sensitivity coincide with the geology/lithology complex of moderate sensitivity to the mass movements, with slopes between 8 and 15 % and potential moderate permeability. The units of low sensitivity were all those whose lithology complex has low to low moderated sensitivity, slopes lower than 8 % and high permeability. It were also considered, the tectonic alignments and the fault-line scarps because, besides they were considered areas that promote the infiltration they are also favourable to mass movements due to the potential seismicity in the tectonic alignments.

In conclusion, it was established that in the Angra do Heroísmo municipality predominates the susceptible areas to the geomorphological instability, corresponding, basically, to the zonation where dominate the high slopes and where the lithologic formations show less permeability. Measures and actions of intervention for safe guard, preserve or conserve these fragile areas were proposed, with the objective of prevent possible catastrophes.

Key Words: Human Activities; Angra do Heroísmo municipality; Maximum Infiltration Areas; Mass Movements; Geomorphologic Susceptibility

1. INTRODUÇÃO

O estudo dos processos que modelaram uma determinada região, determinando uma morfologia específica, bem como os processos geomorfológicos que aí ocorrem são fundamentais para a avaliação das condições que poderão desencadear movimentos de terreno, levando à destabilização/destruição da paisagem, com consequentes riscos para pessoas e bens, representando níveis de perigosidade que podem ser muito altos. Assim, o conhecimento das condições geomorfológicas permite prever as consequências que as intervenções antrópicas podem ter sobre a estabilidade do território.

Para a determinação das áreas susceptíveis a movimentos de terreno, é indispensável o estudo de vários factores, entre os quais se referem os geológicos, climáticos, solos, geodinâmica interna (tectónica e vulcanismo), geomorfológicos e coberto vegetal, através da delimitação e análise das áreas com diferentes graus de permeabilidade.

A ilha Terceira situa-se em pleno oceano Atlântico, e está sujeita a condições climáticas adversas. Além disso, terão de ser levadas em consideração as alterações climáticas que se tem vindo a observar ao longo dos anos, através da ocorrência de períodos de precipitação intensa seguidos de períodos de seca, que não eram habituais neste território. Por se tratar de uma região vulcânica, os factores climáticos tornam estas ilhas susceptíveis aos movimentos de terreno e de vertente, pelo facto de o substrato geológico ser constituído por materiais litológicos com estruturas e características diferentes e, por isso, com comportamentos também diferentes face às águas de precipitação. Assim, essas formações, conjuntamente com outros factores, como os climáticos, o declive, etc., podem propiciar o movimento de detritos e/ou solo até às cotas mais baixas, ou mesmo até ao mar. A estes factores, devem também acrescentar-se e salientar-se a actividade sísmica e a acção antrópica que determinam ainda um risco acrescido dos movimentos de terreno.

Este trabalho tem como objectivo o estudo e análise dos movimentos de terreno e de vertente, assim como a identificação dos factores que os condicionam e desencadeiam no concelho de Angra do Heroísmo na Ilha Terceira. Para além disso, pretende-se avaliar os riscos e perigos que daí advém para as populações e seus bens materiais, numa contribuição para o ordenamento e gestão de um território, onde as condições naturais favoráveis à instabilidade geomorfológica tem sido agravadas pelas acções antrópicas desajustadas.

O trabalho organiza-se ao longo de duas partes, sendo a primeira, que compreende a revisão bibliográfica do tema em estudo, dividida em cinco capítulos principais. No primeiro tema é dado a conhecer o papel da Geomorfologia no Ordenamento do Território para a promoção de uma Política e Gestão territorial sustentável. No segundo capítulo

identificam-se as morfologias características das ilhas vulcânicas, e caracterizam-se os grandes tipos de movimentos de terreno. No terceiro capítulo referem-se os tipos de movimentos de terreno que ocorrem nestas ilhas. No quarto capítulo descrevem-se os factores que desencadeiam a instabilidade, caracterizando os modelos da susceptibilidade e perigosidade geomorfológica. No quinto capítulo faz-se a revisão de conceitos fundamentais referentes às dinâmicas geomorfológicas da paisagem, assim como à avaliação da instabilidade geomorfológica, e dos riscos sócio-económicos associados aos movimentos de terreno nas ilhas Açorianas. Na segunda parte, procedeu-se à análise da área de estudo nas suas componentes antrópica e biofísica, na perspectiva de determinar a influência da acção antrópica nos movimentos de terreno. Para tal, elaboraram-se as cartas de permeabilidade potencial e actual, e das áreas de máxima infiltração para a determinação das áreas susceptíveis a movimentos de terreno. Por fim, propuseram-se acções de estabilização da Paisagem para as diferentes unidades de susceptibilidade a movimentos de terreno no concelho de Angra do Heroísmo.

I. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2. A Geomorfologia no Ordenamento e Desenvolvimento Sustentável da Paisagem Açoriana

A Geomorfologia é o ramo da Geologia que estuda e interpreta o relevo, as suas formas, evolução, origem e idade (Abreu, 2008). Segundo o mesmo autor, esta ciência possui várias vertentes, das quais as vertentes dinâmica e aplicada levam à análise integrada dos factores, mecanismos e processos subjacentes à paisagem, permitindo determinar e definir medidas de intervenção na paisagem, no sentido da sua recuperação ou conservação. São os próprios agentes naturais que transformam permanentemente a paisagem, desenvolvendo mudanças constantes, determinando as formas de relevo, a génese dos solos, sobre os quais se desenvolvem actividades humanas. Ao longo dos tempos o Homem criou paisagem, operando sobre a natureza, de acordo com as suas necessidades de recursos, de segurança e valores. Actualmente, “a paisagem alargou a sua primitiva e limitada consideração estética a uma interpretação mais larga que abrange também a sua história, os aspectos biológicos e físicos que a informam e as sociedades e culturas que a modelam, transformam e lhe dão sentido humano” (Ribeiro Telles, 1994).

A Paisagem constitui um sistema complexo e dinâmico, no qual as componentes naturais e culturais interagem entre si, evoluindo em conjunto, determinando e sendo determinados pela estrutura global (Magalhães, 2005). Numa perspectiva geomorfológica, a interpretação da paisagem tem como base o sentido de que se trata de um sistema aberto e integrado, no qual existe uma relação de interacção de fluxos de energia e matéria com o exterior, sendo essas componentes independentes. Deste modo, “o conceito de paisagem enquanto sistema é considerado dinâmico, visto que o seu funcionamento resulta da resposta a uma série de forças que actuam sobre ela, ao mesmo tempo que actuam sobre si, de forma a atingir um equilíbrio dinâmico através de um ajustamento das formas do próprio sistema” (Abreu, 2008). Tendo a noção do equilíbrio dinâmico referido, compreende-se que a paisagem não pode ser encarada como algo estático e imutável, pois que é resultante da adaptação das componentes internas de auto-regulação dentro das estruturas que a compõem, às condições externas às quais está submetida. Assim, o estudo e interpretação da Geologia-Geomorfologia de uma região, feita numa base ecológica, permite o conhecimento biofísico do território, contribuindo para a tomada de decisões a nível de projecto e planeamento (Abreu, 2008), numa perspectiva sustentável.

As ilhas açorianas são conhecidas pela sua paisagem única com características naturais exuberantes, onde a sua descoberta é sentida com um misto de beleza, mistério e

respeito pela força da natureza marcada pela água, pelas forças do interior e da superfície da Terra, representada nas mais variadas manifestações do oceano e dos fenómenos vulcânicos, os quais proporcionaram formas de relevo diversas.

A paisagem do arquipélago dos Açores, apesar da reduzida dimensão do território insular (de cerca de 2323 km²), apresenta um vasto conjunto de formas, rochas e estruturas ímpares, que derivam, entre outros factores, da natureza dos magmas, do tipo de erupção que as originou, da sua dinâmica e da posterior actuação dos agentes externos da hidrosfera, atmosfera e biosfera (Nunes *et al.*, 2010).

A expressão desta diversidade, é representada pelas grandiosas morfologias e estruturas de natureza vulcânica, como caldeiras, campos lávicos, cordilheiras vulcânicas, serras, lagoas, etc.. De acordo com Nunes *et al.* (2010), a geodiversidade dos Açores, juntamente com outros factores determinantes, como a sua dimensão, dispersão, distanciamento aos continente europeu e americano, e o seu clima, são responsáveis por condições ecológicas distintivas, que traduzem, de forma singular, a estreita relação entre a geodiversidade do arquipélago.

A análise e o diagnóstico das características e funcionamento dos elementos físicos dos sistemas ambientais, principalmente os condicionantes geológicos e geomofológicos, permitem desenvolver e proporcionar, medidas e programas políticos de desenvolvimento e planeamento sustentáveis. Na sua formulação devem ser consideradas as potencialidades dos recursos naturais de modo a garantir a sustentabilidade económica, social, política e ambiental do seu património.

3. Tipologia e Actividade dos Movimentos de Terreno e de Vertente nos Açores

3.1. Relevo Vulcânico

A morfologia do terreno é um importante indicador do funcionamento ecológico da Paisagem, sendo reveladora, em certa medida, dos processos geomorfológicos que a originaram e que determinam a sua evolução. As formas de relevo são fortemente condicionadas por factores de ordem variada tais como, a litologia, o clima, a tectónica, e o tempo. A estes factores temos que acrescentar, pelo significado que pode ter, a acção antrópica. O relevo permite diferenciar as distintas áreas ecológicas em termos das suas aptidões para a instalação das actividades humanas (Magalhães, 2001). As formas simples de relevo podem definir-se da seguinte maneira (Abreu, 2007): *Monte* – intercepção de duas encostas; *Encosta* – mede-se a partir do cimo do monte até o ponto de inflexão geométrica da vertente do vale, e está relacionada com a hidrologia do cimo do monte; *Vertente* – está

relacionada directamente com a hidrologia do fundo do vale, mede-se a partir do ponto onde todas as águas superficiais e subterrâneas são drenadas para o vale; *Vale* – depressão alongada, composta pelo talvegue e pelas duas vertentes; *Talvegue* – é a linha de maior declive, unindo os pontos de menor cota de um vale; *Interflúvio* – compreende uma charneira (linha de cumeadas, linha de separação das águas ou linha de festo) e duas encostas; *Bacia de Recepção* – é a zona a montante onde, por concentração das águas de precipitação, se forma um curso de água, do qual constitui o troço superior.

O relevo é, portanto, a componente principal da Paisagem. A forma global do terreno, caracterizada pelas principais situações ecológicas de base física, constitui um importante indicador do comportamento dos processos ecológicos e um instrumento muito útil para a compreensão e intervenção na Paisagem (Magalhães, 2001). De acordo com o mesmo autor distinguem-se três zonas ecológicas geradas pela morfologia do terreno: *Cabeços* – são constituídos pelas cumeadas e pelas zonas contíguas, mais ou menos aplanadas, consoante a formação litológica onde são modelados. São do ponto de vista ecológico, zonas extremamente sensíveis, no entanto, numa perspectiva da sua utilização pelas actividades humanas, se os cabeços forem suficientemente largos, assumindo a forma de planaltos, são considerados zonas com aptidão para a instalação de mata, agricultura de sequeiro ou edificação ou ainda vias de comunicação (Magalhães, 2001). *Zonas Adjacentes às Linhas de Água* – são zonas mais ou menos aplanadas contíguas às linhas de água. As baixas temperaturas nocturnas e os elevados teores de humidade no ar e no solo fazem destas áreas particularmente favoráveis à produção de biomassa e, por oposição, áreas particularmente desfavoráveis para a edificação, devido à instabilidade que oferecem para as fundações, as péssimas condições de conforto que as caracterizam, e ainda o risco de cheias a que estão sujeitas (Magalhães e Cunha, 2007). *Vertentes* – são particularmente favoráveis, quer à implantação de edifícios quer à instalação de culturas agrícolas de sequeiro ou silvícolas, considerando-se como a situação ecológica que comporta um leque mais amplo de aptidões (Magalhães, 2001). A vertente deve ser considerada um sistema sensível, que segundo Abreu (2007) evolui em função da litologia, da tectónica e das condições climáticas. De acordo com o mesmo autor, em climas tropicais húmidos (como é o caso dos Açores), onde se verificam condições para a ocorrência de meteorização intensa, os cursos de água com elevado caudal e energia cinética tendem a desencadear sapamento intenso nas vertentes, assim sendo, estas tendem a adquirir uma morfologia convexa. Segundo Magalhães (2007) o declive das vertentes depende em grande parte da dureza do substrato, da tectónica e da idade do curso de água. Substratos mais duros determinam, em regra, encaixes mais profundos das linhas de água e declives mais acentuados das vertentes.

O conjunto de formas que compõe o modelado vulcânico é muito rico e diversificado. O Arquipélago dos Açores, como região vulcânica que é, apresenta uma morfologia complexa, evidenciando-se o carácter montanhoso em quase todas as ilhas de forma mais ou menos diversa, consoante a antiguidade e violência das manifestações a que lhes deram origem (Madruga, 1991).

Os relevos vulcânicos assumem dois tipos de formas (Abreu, 2007): **Formas de construção e Formas de destruição**: Nas primeiras referem-se as escoadas lávicas, Agulhas e Domos e Campos de cinzas, Acumulação de Piroclástos, Vulcões Escudo e Estrato-vulcões. *Escoadas Lávicas* – são o produto vulcânico característico das manifestações efusivas e a velocidade de progressão da lava é função da sua viscosidade, da taxa de efusão, da densidade, do volume e das características do meio onde circula, como o declive e a forma da superfície de escorrência. *Agulhas e Domos* – resultam do arrefecimento de lavas muito viscosas. *Acumulação de Piroclástos* – as formas de relevo resultantes da acumulação de piroclastos apresentam como característica mais importante a forma cónica nítida, como é o caso dos cones de escória (Nunes, 2003). Segundo o mesmo autor, são formados por piroclastos basálticos soltos, com dimensões variadas (bombas, *lapilli* e cinzas). Estes cones são rapidamente sujeitos à erosão com formação de barrancos. *Vulcões Escudo* - são aparelhos vulcânicos de grande dimensão em forma de cone achatado coroados por uma cratera-caldeira preenchida de lava em fusão no período de actividade em que o cone é resultante do empilhamento das lavas derramadas a partir da cratera pois não há materiais de projecção (Abreu, 2007). *Estrato-vulcões* – são aparelhos vulcânicos constituídos por empilhamento de camadas de materiais vulcânicos mais ou menos regulares (Abreu, 2007). São a forma mais comum de vulcão, composto por níveis piroclásticos intercalados com níveis lávicos (Nunes, 2003). Segundo o mesmo autor, o declive das suas vertentes varia em função do ângulo de equilíbrio dos piroclástos (o qual depende, nomeadamente, da dimensão e morfologia destes materiais), enquanto que os níveis lávicos são os responsáveis pela resistência e capacidade de suporte do edifício vulcânico. **Formas de destruição**: As depressões de menor dimensão são as crateras e as de maior dimensão são denominadas de caldeiras. *Crateras*: são depressões topográficas e circulares situadas no topo do aparelho vulcânico. As crateras (de explosão e abatimento) são depressões fechadas rodeadas por paredes abruptas, devidas quer a abatimento quer a explosão do chão da cratera (Abreu, 2007). *Caldeiras* – são antigas crateras de abatimento ou de explosão de grandes dimensões, normalmente de alguns quilómetros de diâmetro. Resultam da emissão repentina de grandes volumes de material durante a erupção ou da subsidência do topo do edifício vulcânico, ao longo de fracturas, em consequência do rápido

esvaziamento da câmara magmática. Outras formas de relevo vulcânico com menor expressão são as *Achadas* e as *Fajãs*.

3.2. Terminologia e conceitos: landslide, movimento de vertente, movimento de massa, movimento de terreno

O termo *landslide* é utilizado de modo generalizado por geólogos, engenheiros, e outros profissionais, com várias interpretações, as quais não são, muitas vezes, devidamente explicitadas, o que causa vários problemas de interpretação. A diversidade de definições reflecte a natureza complexa das várias disciplinas que estudam os processos designados como deslizamentos (*landslide*). Para Highland e Bobrowsky (2008), o termo *landslide* é geralmente utilizado para descrever o movimento descendente ao longo das vertentes de massas de solo, rocha, e materiais orgânicos, por acção da gravidade e função da morfologia da vertente. Foi acordado em 1993 pela *Working Party on Word Landslide Inventory*, pela Associação Internacional de Engenharia Geológica sob a égide da UNESCO, seguir a definição de alguns autores, nomeadamente Terzaghi (1952), Varnes (1978) e Cruden (1991), para os quais o termo *landslide*, em sentido lato, seria “o movimento de descida, numa vertente, de uma massa de rocha ou solo em que o centro de gravidade do material afectado progride para jusante e para o exterior.”

Movimento de vertente foi recentemente definido (CVARG, 2010) como todo o deslocamento de massas instabilizadas de rocha ou solos, que se destacam de um maciço rochoso ou terreno devido à ocorrência de ruptura, ao longo de uma ou mais superfícies de ruptura, seguindo-se a sua movimentação, mais ou menos rápida, na direcção do sopé da vertente, podendo essa movimentação envolver vários processos, tais como quedas, balançamentos, deslizamentos, expansões laterais e escoadas, adicionando à massa instabilizada outras massas ou mesmo vegetação.

Os movimentos de terreno implicam uma ruptura e movimento simultâneo da massa afectada e englobam todas as formas de deslocação que se podem verificar (abatimentos, desabamentos, deslizamentos, escoadas, etc.) e todos os materiais que podem ser colocados em movimento (Flageollet, 1989). Nesta concepção os movimentos de terreno têm uma abrangência maior incluindo os movimentos de vertente, os movimentos de subsidência (abatimentos e assentamentos) e os movimentos associados à expansão/retracção de solos argilosos.

O termo movimento de massa é por vezes utilizado indiscriminadamente, como sinónimo de *landslide* ou movimento de vertente. Assim, de acordo com Hutchinson (1968) o termo movimento de massa inclui “todos os movimentos induzidos pela gravidade, com a

exclusão daqueles onde o material é mobilizado por um agente de transporte, como o gelo, neve, água ou ar, designados por transporte em massa”. Sob esta designação, o autor inclui os movimentos de vertente, os movimentos de subsidência (abatimentos e assentamentos), reptação (*creep*), e processos ligados à acção da neve e do gelo. No Quadro 1 estão sistematizados os graus de abrangência mais frequentemente assumidos para os diferentes termos baseada em Varnes (1978) e Zêzere (2005).

Quadro 1 – Abrangência dos termos Movimentos de vertente, Movimentos de terreno e Movimentos de massa (adaptado de Varnes (1978) e Zêzere (2005))

| TERMO | ABRANGÊNCIA |
|-------------------------------------|--|
| Movimentos de Vertente (Landslides) | Desabamento Balançamento Deslizamento Expansão Lateral Escoada |
| Movimentos de Terreno | Movimentos de vertente Subsidência (abatimentos; assentamentos) Expansão-retracção em solos argilosos |
| Movimentos de Massa | Movimentos de terreno Reptação (<i>creep</i>) Movimentos associados ao gelo e à neve |

4. Tipos de Movimentos de Terreno

A classificação dos tipos de movimento de terreno é aqui apresentada de acordo com a classificação europeia da *UNESCO Working Party on World Landslide Inventory* (WP/WLI, 1993; Cruden e Varnes, 1996 in Zêzere, 2010b), baseada no tipo de mecanismo envolvido e com quatro critérios secundários: tipo de material, actividade, velocidade de avanço e conteúdo em água (Quadro 2). Estes tipos de movimentos são divulgados e descritos na literatura técnica e científica, baseados nos critérios anteriormente descritos, conjuntamente com o tipo de mecanismo, morfologia e idade da vertente, tipo de ruptura, geometria da área de ruptura e/ou depósito resultante, causas de ruptura, estado da actividade, amplitude do movimento, entre muitos outros critérios, de modo a obter-se uma descrição o mais completa possível dos movimentos.

Quadro 2 – Classificação dos movimentos de terreno, segundo Varnes (1978) e Dikau *et al.*, (1996)

| TIPO DE MOVIMENTO | | | TIPO DE MATERIAL | | |
|---|----------------|------------------------|---|---|---|
| | | | Substrato rochoso | Solos | |
| | | Predominante grosseira | | Predominante fina | |
| Desabamentos (<i>falls</i>) | | | rochoso | de detritos | de terra |
| Balançamentos (<i>topples</i>) | | | rochoso | de detritos | de terra |
| Deslizamentos (<i>slides</i>) | Rotacionais | Poucas unidades | rotacional rochoso | rotacional em detritos | rotacional em terra |
| | Translacionais | Muitas unidades | translacional em bloco rochoso translacional rochoso | translacional em bloco de detritos translacional de detritos | translacional em bloco de terra translacional de terra |
| Expansões laterais (<i>lateral spreads</i>) | | | de rocha | de detritos | de terra |
| Escoadas (<i>flows</i>) | | | de rocha | de detritos | de terra |
| | | | Reptação (<i>creep</i>) | | |
| Complexos (<i>complex</i>) | | | Combinação de dois ou mais tipos de movimentos principais | | |

4.1. Desabamento

O desabamento ou queda (*fall*) é definido pela WPWLI (1993) como a deslocação de solo ou rocha a partir de um abrupto, ao longo de uma superfície onde os movimentos tangenciais são nulos ou reduzidos (Fig. 1).

O material desloca-se predominantemente pelo ar, por queda, saltação ou rolamento. Um desabamento inicia-se quando ocorre destacamento de material numa encosta íngreme, ao longo de uma superfície, onde não ocorre ou ocorre pouco deslocamento por cisalhamento (Dikau *et al.*, 1996). Trata-se de um movimento de massa brusco, caracterizado pela elevada velocidade que pode atingir, em relação à queda livre que ocorre pelo menos em parte da deslocação.

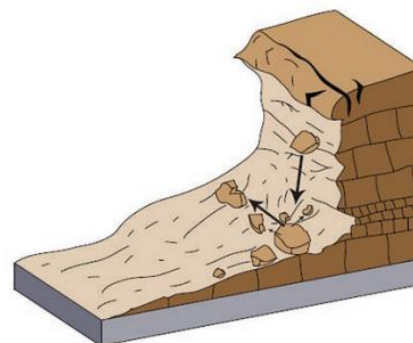


Figura 1 – Desabamento (adaptado de Highland e Browsky, 2008).

Zêzere (2005) considera quatro critérios para a classificação dos desabamentos: (i) material afectado (desabamento rochoso, desabamento de detritos, desabamento de terra); (ii) geometria da ruptura (planar, em cunha, em escadaria, vertical); (iii) proveniência do material desabado (desabamentos primários e desabamentos secundário); (iv) volume do material afectado. De acordo com Dikau *et al.* (1996), os desabamentos podem ocorrer em locais variados, tais como, arribas costeiras, barrancos nas margens de um rio, bordo de um planalto, ou uma escarpa. Os desabamentos também podem ocorrer em paredes artificiais como os taludes de uma estrada, escavações para implementação de estradas ou pedreiras.

Os mecanismos que desencadeiam os desabamentos são: o processo natural da erosão na base das vertentes pelos cursos de água; os ciclos de gelo/degelo da água infiltrada no solo; actividades humanas como as escavações durante a construção ou manutenção de estradas; sismos ou outras vibrações intensas (Highland e Bobrowsky, 2008).

4.2. Balançamento

O balançamento ou tombamento (*topple*) (Fig. 2) consiste na rotação de uma massa de solo ou rocha, a partir de um ponto ou eixo situado abaixo do centro de gravidade da

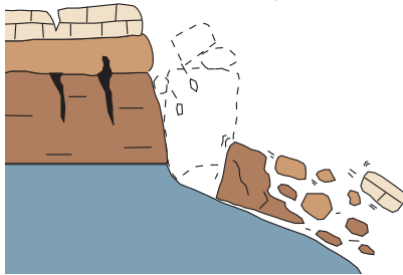


Figura 2 – Balançamento (adaptado de Highland e Browsky, 2008).

massa afectada (WPWLI, 1993). O movimento ocorre por influência da gravidade e pela acção de forças laterais, exercidas quer por unidades adjacentes, quer por fluidos presentes em diaclases e fracturas. O material envolvido normalmente inclina-se para a frente, caindo pela base, e a vertente rapidamente roda (Dikau *et al.*, 1996), em função da geometria da massa afectada e da extensão e orientação dos planos de estratificação e/ou diaclases. Este tipo de movimento é frequente em massas rochosas com descontinuidades inclinadas de modo contrário ao declive.

De acordo com Zêzere (2005), este tipo de movimento é condicionado por: (i) força da gravidade; (ii) pela força lateral exercida por unidades adjacentes; (iii) e pela força lateral exercida pela água presente em diaclases e fracturas da rocha.

4.3. Deslizamentos

Deslizamentos ou escorregamentos (*slides*) são movimentos de solo ou rocha que ocorrem predominantemente ao longo de planos de ruptura ou de zonas relativamente estreitas, alvo de intensa deformação tangencial (WPWLI, 1993). O movimento não ocorre sobre toda a superfície inicial de ruptura; o volume de material deslocado aumenta a partir da área onde ocorre a falha no local (Highland e Bobrowsky, 2008).

Por vezes os deslizamentos podem ser considerados lamacentos (*mudslide*) ou de queda de terra em fluxo (*slump-earthflow*), especialmente em vertentes íngremes em formações argilosas ou sedimentares afectadas por tectónica (Picarelli, 2001 *in* Malet, 2009).

De acordo com Dikau *et al.* (1996), o tipo de ruptura tangencial conjuntamente com as características do material afectado, constituem os critérios fundamentais para a subdivisão dos deslizamentos (Quadro 3).

Quadro 3 – Classificação dos deslizamentos (adaptado de Dikau *et al.*, 1996)

| TIPOS DE DESLIZAMENTOS | | TIPO DE MATERIAL | | |
|---|-----------------------|---|--|---|
| | | ROCHA | DETRITOS | SOLO |
| Rotacionais (<i>rotational</i>) | | Simple; Múltiplo; Sucessivo | Simple; Múltiplo; Sucessivo | Simple; Múltiplo; Sucessivo |
| Translacionais (<i>translational</i>) | Com Ruptura Compósita | Deslizamento de rocha em bloco (<i>block slide</i>) | Deslizamento de detritos em bloco (<i>block slide</i>) | Deslizamento de solo em bloco (<i>slab slide</i>) |
| | Com Ruptura Planar | Deslizamento de rocha (<i>rock slide</i>) | Deslizamento de detritos (<i>debris slide</i>) | Deslizamento lamacento (<i>mudslide</i>) |

a) Deslizamentos rotacionais

Os deslizamentos rotacionais (Fig. 3) ocorrem ao longo de superfícies de ruptura curvas, em meios geralmente homogêneos e isotrópicos, cuja forma topográfica é caracterizado por um plano de deslizamento côncavo. Varnes (1978) defende que se trata de um movimento mais ou menos rotacional, sobre um eixo paralelo aos contornos da vertente, envolvendo deslocamento (*sliding*) por cisalhamento ao longo da concavidade da superfície de ruptura, a qual é visível ou inferida.

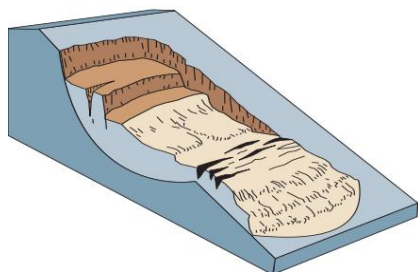


Figura 3 – Deslizamento rotacional (adaptado de Highland e Browsky, 2008).

É comum fazer-se a subdivisão de movimentos rotacionais em simples, múltiplos e sucessivos. As rupturas simples ou individuais envolvem geralmente argilas com carácter homogêneo e ocorrem sobretudo em argilas brandas consolidadas. As rupturas múltiplas são comuns em argilas duras, consolidadas e fissuradas (Dikau *et al.*, 1996).

b) Deslizamentos translacionais

Neste tipo de deslizamento o material movimentado é muito deformado e composto por materiais heterogêneos. Neste processo ocorre uma pequena movimentação de rotação que desencadeia uma movimentação sobre superfícies ligeiramente planas (Amaral, 2007) (Fig. 4). Este tipo de deslizamento pode atingir distâncias consideráveis se a superfície de ruptura for suficientemente inclinada, em contraste com os deslizamentos rotacionais, onde há a tendência de reequilibrar a massa instável do deslizamento (Highland e Browsky, 2008).

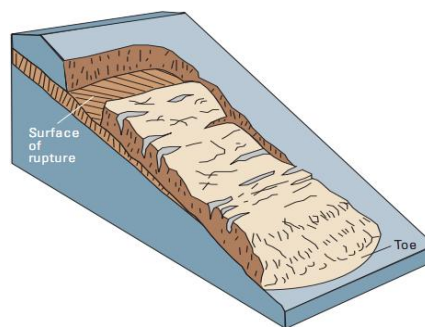


Figura 4 – Deslizamento translacional (adaptado de Highland e Browsky, 2008).

Os deslizamentos translacionais podem ser de dois tipos: com ruptura compósita e com ruptura planar. Os deslizamentos translacionais com ruptura compósita, encontram-se na transição entre os rotacionais e os translacionais planares. Segundo Hutchinson (1988 *in* Dikau *et al.*, 1996) e Zêzere (2005) o plano de ruptura destes deslizamentos tende a apresentar duas secções: forma circular ou planar com forte inclinação, a montante e estilo marcadamente translacional e inclinação muito mais reduzida, a juzante.

Nos deslizamentos translacionais com plano de ruptura planar, o plano de ruptura desenvolve-se ao longo de superfícies de fraqueza marcadas por uma resistência ao corte reduzida, como falhas, planos de estratificação, diaclases, ou o contacto entre uma cobertura detrítica e o substrato rochoso (Zêzere, 2005). A superfície de ruptura planar condiciona, frequentemente, a deslocação do material instabilizado para além dos limites do plano de deslizamento. É possível fazer uma subdivisão deste tipo de deslizamento em função do material afectado: (i) deslizamentos de rocha (*rockslides*); (ii) deslizamentos de detritos (*debris slides*); (iii) deslizamentos lamacentos (*mudslides*) (Dikau *et al.*, 1996).

4.4. Expansão lateral

A expansão lateral (*lateral spreads*) (Fig. 5) corresponde à deslocação lateral de massas coesivas de solo ou rocha, combinada com uma subsidência geral no material brando subjacente, alvo de liquefacção ou escoada (WPWLI, 1993; Malet *et al.* (2009). Estes movimentos de vertente são marcados pela ausência de rupturas basais bem definidas. Segundo Amaral (2007) o material subjacente pode sofrer rotação, translação, escoamento, desintegração e subsidência.

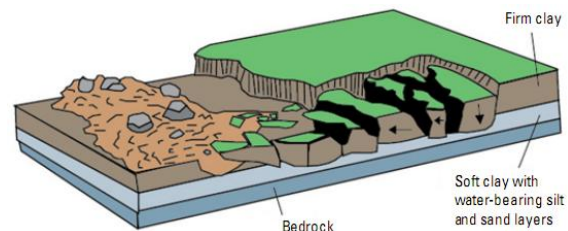


Figura 5 – Expansão lateral (adaptado de Highland e Browsky, 2008).

Argilas e siltes, submetidas às vibrações por actividade sísmicas e liquefacção de camadas arenosas, podem provocar a fracturação e espalhamento do material sobrejacente.

O movimento de expansão lateral é dividido em dois subtipos de acordo com o tipo de material Zêzere (2005): expansão lateral em rocha (representa um movimento muito lento, resultante de deformações visco-plásticas profundas); expansão lateral em solo (movimento muito rápido, associado ao colapso, por liquefacção, de uma camada de solo a uma certa profundidade, seguida do assentamento ou da ruptura progressiva do material sobrejacente).

4.5. Escoda

Escoda ou fluxo (*flows*) é o movimento espacialmente contínuo onde as superfícies de tensão tangencial são efémeras e frequentemente mal preservadas (Fig. 6). As tensões verificam-se em toda a massa afectada e a distribuição das velocidades no material instabilizado assemelha-se à de um fluido viscoso (WPWLI, 1993). Fisicamente o fluxo é

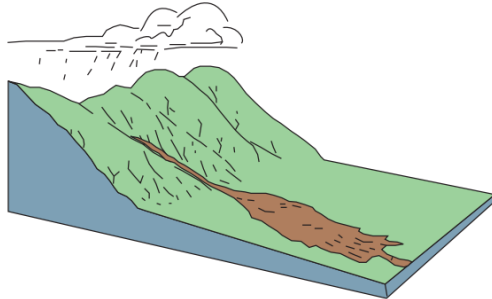


Figura 6 – Escoda (adaptado de Highland e Browsky, 2008).

definido como uma deformação, contínua e irreversível de um material, que ocorre em resposta ao stress aplicado (Dikau *et al.*, 1996). As tensões distribuem-se por toda a massa afectada, sendo responsáveis por uma grande deformação interna dos materiais (Zêzere, 2005). As escoadas em rocha (*rock flows*) são deformações gravíticas profundas, que afectam massas rochosas muito diaclasadas ou estratificadas, em vertentes montanhosas, extremamente lentas e permanentes no tempo (Varnes, 1978). As escoadas lamacentas (*soil flows; earth flows*) “consistem num movimento de escoda de massa de água com terrenos que contêm, pelo menos, 50 % de partículas da dimensão da areia, silte e argila. A velocidade do movimento pode variar do muito lento a muito rápido” (Zêzere, 2005). As escoadas de detritos (*debris flows*) resultam da mistura de material fino (areia, silte, argila) e material grosseiro (calhaus, blocos) que em mistura com água, forma uma massa que se desloca em direcção à base da vertente, em função da força gravítica, atingindo velocidades diferenciadas, quase sempre maiores junto à superfície (Highland e Browsky, 2008).

Os movimentos de massa mais importantes nas vertentes vulcânicas são, de acordo com Nunes (2003), as devidas a processos de solifluxão, que são responsáveis pela formação dos *lahars*, i. e. *mud flows*, inserindo-se assim nas encostas. Segundo o mesmo autor, os processos de solifluxão (liquefação) ocorrem quando as formações detríticas, sobretudo cinzas, são saturadas em água e tornam as vertentes instáveis. Ultrapassado o limite de liquidez da formação, esta vai movimentar-se ao longo da vertente do aparelho vulcânico, sob a forma de “escoadas (ou fluxos) de lama” ou de “escoadas detríticas”.

Os *lahars* podem estar directamente associados a uma erupção vulcânica ou ocorrer independentemente de um episódio eruptivo. No primeiro caso, os *lahars* primários, formam-se, por exemplo, devido às grandes chuvadas que acompanham muitas erupções vulcânicas explosivas, devido ao transbordo de um lago por uma abertura que se forma na depressão em consequência da erupção ou, ainda, devido à rápida fusão de gelo e neve (glaciares) acumulados nas encostas de um vulcão em actividade (Nunes, 2003). No segundo caso, os *lahars* secundários, a movimentação de materiais vulcânicos previamente

saturados em água (logo instáveis), pode dar-se na sequência de um abalo sísmico, como terá acontecido na destruição de Vila Franca do Campo (S. Miguel), devido ao sismo de Outubro de 1522, ou simplesmente, pode ocorrer na sequência de precipitação excepcionalmente elevada (CVARG, 2010).

5. Causas dos Movimentos de Terreno e de Vertente nos Açores

O peculiar enquadramento geodinâmico do arquipélago dos Açores, nomeadamente, o facto de se localizar na zona onde contactam as placas litosféricas americana, eurasiática e africana, reflecte-se na actividade sísmica e vulcânica registada na região, marcando a História dos Açores desde o início do seu povoamento. Importantes movimentos de massa, quer associados a terremotos ou a erupções vulcânicas, quer gerados na sequência de condições meteorológicas extremas ou simples processos de erosão costeira, têm igualmente afectado as ilhas.

Os movimentos de terreno são particularmente importantes no litoral das ilhas açorianas onde ocorrem desabamentos e deslizamentos rotacionais, muito frequentes em locais onde, principalmente, a altura das arribas atingem centenas de metros. Os desabamentos podem estar associadas directamente a erupções vulcânicas, devido ao colapso de uma parte da superfície do vulcão (Nunes, 2003). Os deslizamentos dão-se preferencialmente ao longo dos níveis de separação entre escoadas lávicas, e a sequência estratigráfica original é muitas vezes preservada no depósito de gravidade final (Nunes, 2003). Conforme defende Ferreira (2005), estes movimentos de terreno são favorecidos pela erosão marinha e pela estrutura geológica dos estrato-vulcões, mas muitos deles terão sido desencadeados pela própria vibração sísmica.

5.1. Factores Condicionantes e Desencadeantes da Instabilidade

Por norma, as causas dos movimentos de vertente são múltiplas e verificam-se, frequentemente, em simultâneo. Tentar definir qual delas é responsável pela ruptura pode ser, não só difícil, como incorrecto. Quase sempre, a causa final não é mais do que um mecanismo desencadeante (*triggering factor*) que coloca em movimento uma massa que se encontrava no limiar da ruptura (Zêzere, 2010a).

Foi proposto por Popescu (1994), retomando a ideia de Crozier (1986 *in* Zêzere, 2005), a distinção entre factores condicionantes e factores desencadeantes, baseada na concepção de três estádios de estabilidade, dependentes do tipo e intensidade dos agentes

actuantes, ou seja, dos agentes de predisposição, factores preparatórios e factores desencadeantes (Fig. 7).

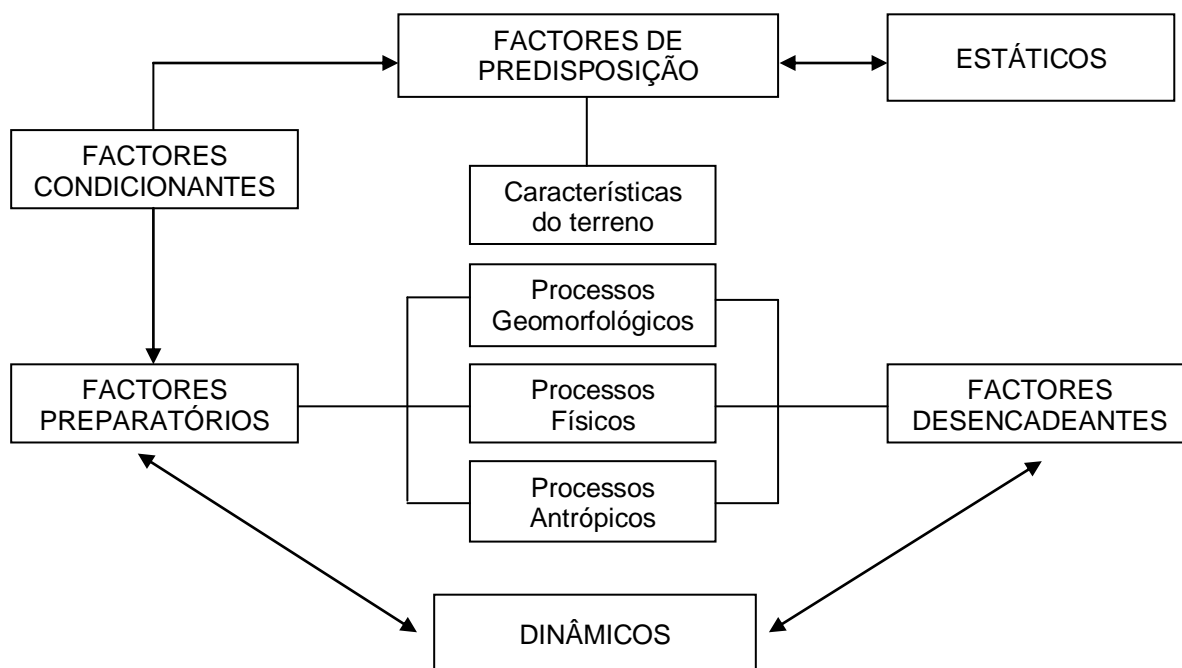


Figura 7 – Factores intervenientes nos movimentos de terreno (adaptado de Popescu, 1994)

Os factores de predisposição são estáticos e inerentes ao terreno, condicionando o grau de instabilidade potencial das formações das vertentes e determinam a variação espacial da susceptibilidade do território à instabilidade. Traduzem a maior ou menor susceptibilidade dos terrenos à ruptura, ao nível da litologia, estrutura das formações geológicas, morfologia e hidrologia. Os factores preparatórios são dinâmicos e promovem o decréscimo da margem de estabilidade sem iniciar o movimento. Os factores desencadeantes representam a causa imediata da instabilidade e determinam o ritmo temporal dos movimentos de vertente, como a precipitação, fusão de neve e de gelo, erupções vulcânicas e tremores de terra (Zêzere, 2010a).

As características do terreno (geologia, morfologia) funcionam sempre como factores de predisposição da instabilidade. Os restantes factores podem funcionar como mecanismo preparatório ou desencadeante da instabilidade, em função da sua intensidade e duração, bem como do estágio de estabilidade prévia da vertente. Assim sendo, “além dos factores que condicionam a evolução das vertentes, há sempre pelo menos um ou outro que contribui para o rompimento da anterior situação de equilíbrio instável e que, normalmente, é a água proveniente da chuva, a qual, muitas vezes, também origina cheias nas ribeiras açorianas” (Lourenço, 2008).

O modo como estes agentes atribuem características aos movimentos de terreno, ao nível da sua geometria, velocidade e duração, conduziu Popescu (1994) a sistematizar as seguintes causas dos movimentos de vertente: (1) características do terreno; (2) processos geomorfológicos; (3) processos físicos; (4) processos antrópicos:

- 1 - Características do terreno:** 1.1. Factores geológicos: (i) Presença de rochas argilosas com comportamento mecânico plástico; (ii) Presença de depósitos sedimentares não consolidados ou fracamente consolidados (ex: loess, argilas glacio-marinhas, siltes finos); (iii) Presença de solos pouco espessos assentes sobre rochas maciças, impermeáveis; (iv) Presença de rochas alteradas, esmagadas ou fissuradas; (v) Existência de discontinuidades estruturais (planos de estratificação, planos de xistosidade, falhas, diaclases) e sua concordância com o declive; (vi) Contrastes na permeabilidade e seus efeitos no regime hidrológico dos terrenos. 1.2. Factores morfológicos: (i) A forma das vertentes. A influência da forma da vertente na distribuição da água no solo. As concavidades topográficas são as áreas aonde a saturação do solo é atingida mais rapidamente, devido à convergência da escorrência superficial e do escoamento sub-superficial. (ii) O declive das vertentes.
- 2 Processos geomorfológicos:** (i) Levantamento tectónico e encaixe da rede hidrográfica; (ii) Descompressão e expansão volumétrica por recuo dos glaciares; (iii) Erosão fluvial, marinha ou glaciária na base das vertentes; (iv) Erosão subterrânea; (v) Deposição de sedimentos e aumento da carga nas vertentes.
- 3 Processos físicos:** (i) Meteorização física; (ii) Precipitação: chuvas intensas e concentradas; chuvas abundantes e prolongadas; (iii) Fusão da neve e do gelo; (iv) Abaixamento súbito do nível da água, na sequência de picos de cheia, marés elevadas; (v) Expansão-retracção em solos argilosos; (vi) Actividade sísmica; (vii) Erupções vulcânicas.
- 4 Processos antrópicos:** (i) Escavação a meio ou na base da vertente; (ii) Sobrecargas no topo da vertente (por exemplo, aterros); (iii) Rega; (iv) Manutenção deficiente dos sistemas de drenagem; (v) Remoção da vegetação; (vi) Actividades mineiras e pedreiras; (vii) Vibrações artificiais: tráfego rodoviário, maquinaria pesada, etc..

Dada a importância da precipitação, da actividade sísmica, da actividade vulcânica e da acção antrópica, para o desencadeamento dos movimentos de terreno e de vertente nos Açores, estes serão referidos com mais pormenor.

5.1.1. Precipitação

A vasta bibliografia pesquisada demonstra a importância da precipitação como agente desencadeador de deslizamentos e outros tipos de processos de instabilidade de

vertentes, sendo que, em nenhuma situação, deve ser considerado como o único agente de instabilidade. A influência da água na instabilidade dos terrenos pode ser sistematizada: (i) pelas alterações dos parâmetros de resistência mecânica dos materiais pela diminuição da coesão aparente, eliminação das tensões capilares (ou pressão negativa nos poros), e pela dissolução de cimentos; (ii) pelo aumento da massa específica dos materiais constituintes das encostas; (iii) com o avanço da frente de saturação nos maciços, ocorre o desenvolvimento de pressões positivas nos poros dos solos, sub-pressões nas discontinuidades rochosas e forças de percolação (Amaral, 2007). É geralmente reconhecido que os movimentos de terreno induzidos pela chuva são causados pelo aumento da pressão nos poros e pela força da infiltração da água durante o período de chuva intensa (Sassa *et al.*, 2007).

Os deslizamentos de terrenos por indução da queda das chuvas apresentam riscos significativos em várias partes do mundo, especialmente em áreas montanhosas com clima chuvoso. As precipitações elevadas e intensas, ou seja, muita chuva caída num curto período de tempo, distribuídas mais ou menos uniformemente pelas respectivas bacias hidrográficas, costumam determinar consequências catastróficas nas povoações localizadas junto às ribeiras. Essas ribeiras correm em vales bastantes encaixados, ou seja, estreitos e profundos, como sucede nalgumas áreas dos Açores, razão pela qual existem diversos registos de episódios dramáticos, com esta origem (Lourenço, 2008). Este autor refere ainda que tanto a forte intensidade como a concentração espacial das chuvas, provocam o aumento brusco ou a entrada em funcionamento das ribeiras, cujo poder erosivo deixa cicatrizes irremediáveis na paisagem das ilhas montanhosas, sobretudo nas vertentes mais abruptas, e transporta vagas de lama e de cascalho para as regiões mais aplanadas, situadas a cotas mais baixas, arrasando culturas, infra-estruturas e, até, casas. Assim sendo, dentro do perigo dos movimentos de terreno induzidos pela chuva, os deslizamentos de carácter fluido são por norma os mais perigosos e destruidores porque costumam ocorrer inesperadamente e são caracterizados por um movimento rápido percorrendo grandes distâncias (Sassa *et al.*, 2007).

5.1.2. Actividade Sísmica

O papel da actividade sísmica no desencadeamento dos movimentos de vertente é resultado do efeito directo da propagação das ondas sísmicas, através da aceleração horizontal nos terrenos. Os efeitos da aceleração horizontal na instabilidade das vertentes traduzem-se, segundo Zêzere (2005), essencialmente através de: (i) modificação das forças de um modo equivalente ao de um aumento súbito e temporário do declive; (ii) sujeição dos solos/materiais geológicos a ciclos alternados de carga e descompressão, que podem

produzir mudanças irreversíveis na pressão intersticial e na resistência ao corte dos solos/materiais geológicos.

As condições do terreno que propiciam a ocorrência de movimentos de vertente de grande magnitude, na sequência de sismos, são sobretudo a existência de uma camada saturada na estrutura geológica do terreno, e na presença de solos susceptíveis à liquefacção, generalizada ou localizada, ao longo do plano de ruptura. De acordo com Keefer (1984 *in* Zêzere, 2005), a determinação das distâncias máximas de diferentes tipos de movimentos de vertente aos epicentros, são em função da magnitude sísmica. Ou seja, quanto maior for a magnitude do sismo maior será a distância percorrida por aquele movimento.

A história dos Açores é marcada pela ocorrência na região de importantes terremotos e inúmeras crises sísmicas de que resultaram vários milhares de mortos e avultados danos materiais. Merecem especial destaque, os devastadores terremotos de 1 de Janeiro de 1980, o qual afectou de modo particular as ilhas Terceira, S. Jorge e Graciosa, e o de 9 de Julho de 1998, que atingiu fortemente as ilhas do Faial e do Pico (CVARG, 2010). O estudo da sismicidade histórica, baseado na análise de elementos documentais e da sismicidade instrumental, evidencia claramente a importância da actividade sísmica, de origem tectónica ou vulcânica, no contexto global dos riscos naturais existentes nos Açores, sendo as zonas sismogénicas mais importantes as que se situam ao nível do *Rift* da Terceira e da Crista Médio-Atlântica, estruturas que evidenciam uma microssismicidade permanente, pontualmente marcada por eventos potencialmente destruidores e crises de apreciável duração (CVARG, 2010). Assim sendo, devemos referir que as ilhas dos Grupos Oriental e Central são, naturalmente, as mais expostas a tal tipo de ocorrência.

5.1.3. Actividade Vulcânica

Para além dos sismos de origem tectónica, também os abalos que antecedem ou acompanham as erupções vulcânicas, nomeadamente os devidos a explosões magmáticas ou freatomagmáticas, podem ser a causa próxima de movimentos de terreno de grande amplitude, provocando, além do desabamento de cornijas, verdadeiros colapsos dos flancos dos estrato-vulcões (Ferreira, 2005). As estruturas vulcânicas recentes, nomeadamente os aparelhos vulcânicos, como são a maioria das dos Açores, são, em geral, não consolidadas e geologicamente instáveis, as quais, em muitos casos, podem levar ao colapso dos materiais causando deslizamentos de rochas, de terra e avalanches (Highland e Browsey, 2008)

Do ponto de vista geomorfológico, os vulcões actuam de dois modos distintos sobre a superfície terrestre (Nunes, 2003): (i) directamente, originando novas formas, em resultado das erupções vulcânicas, que são na sua maioria formas construtivas, ou seja, resultantes de acumulações dos produtos vulcânicos (como é o caso dos cones de escórias), mas são igualmente destrutivas, associadas a explosões e a colapsos (crateras); (ii) os vulcões actuam, também, de um modo indirecto, em resultado da variedade de litologias que originam. Além disso, as rochas vulcânicas nem sempre são facilmente meteorizadas e podem mesmo permanecer inalteradas por longos períodos geológicos após o termo da actividade que as originou. Uma vez cessada a actividade vulcânica, as rochas daí resultantes ficam expostas à acção dos processos de meteorização e erosão, que são condicionados por diversos factores, em que os mais importantes são a natureza do material emitido, o clima, a topografia, a drenagem da região e o tempo de actuação destes processos (Nunes, 2003).

Desde cedo que os açorianos aprenderam a viver de perto com os vulcões, com os seus perigos e consequências por vezes destruidoras, mas, beneficiando também das suas virtudes, nomeadamente, dos solos férteis, dos diversos recursos geológicos e da beleza única da sua paisagem. De acordo com o CVARG (2010), existem nos Açores 26 sistemas vulcânicos activos, oito dos quais submarinos. A ilha Terceira apresenta quatro vulcões activos, o Vulcão de Santa Bárbara, o Sistema Fissural da Terceira, o Pico Alto, e o Sistema Vulcânico Submarino da Crista da Serreta.

5.1.4. Acção Antrópica

A evolução natural das vertentes e dos movimentos de terreno ocorrem em função de factores naturais, como a geologia, o clima, entre outros. A actuação do Homem interfere no ritmo dessa evolução, acelerando-a ou diminuindo-a, conforme a interacção ocorrida (Amaral, 2007). A acção antrópica faz-se sentir, quer de modo directo quando altera a morfologia do terreno, quer de modo indirecto através de alterações na cobertura vegetal, na rede hidrográfica e no próprio clima (alterações climáticas). Nos Açores, das actividades humanas que mais interferem com a estabilidade dos terrenos salientam-se a construção de infra-estruturas viárias, as expansões urbanas e consequente impermeabilização dos terrenos, actividades agrícolas, pastoreio, desflorestação e com menor representatividade as explorações de bagacina.

Expansão urbana e Construção de infra-estruturas

O povoamento nos Açores fez-se, por razões climáticas e de comunicação, a baixa altitude, “bordejando a ilha ao redor dos maciços montanhosos centrais, dispondo-se as

casas como que numa renda branca ao longo das estradas, sobretudo litorais” (Maduro-Dias, 1991). Reflectindo sobre os factores e consequências da acção antrópica na paisagem, verifica-se que esta afecta primeiramente a vegetação e os solos. A expansão urbana deverá ser planeada de modo a não ameaçar estes recursos naturais, destruindo e levando à impermeabilização de solos com elevado potencial de infiltração das águas e produção de biomassa.

Uma correcta expansão urbana deve ter em conta as situações onde as dinâmicas da paisagem ainda estão muito activas, ou seja, áreas que necessitam de preservação e estabilização. Nestas áreas não deverá haver expansão urbana, por não estarem criadas as condições de estabilidade necessárias à implementação de comunidades antrópicas.

Agricultura

Os problemas associados às práticas agrícolas surgem, à partida, por estas serem uma substituição da vegetação natural por uma vegetação artificial. Esta problemática adquire maior importância no momento em que o solo está a descoberto (Tricart, 1994), pois as terras lavradas ficam submetidas a processos de perda de solos/materiais até que as plantas cresçam o suficiente para promover a sua protecção.

Outro mecanismo de degradação do solo associado a práticas agrícolas incorrectas é a ausência ou redução da matéria orgânica. As culturas, de uma forma geral, diminuem o fornecimento de biomassa de que o solo beneficiaria. Isto acontece devido à maior parte das plantas ser colhida, ficando apenas uma parte diminuta na parcela que é posteriormente enterrada (aquando dos trabalhos agrícolas), tornando assim o solo deficiente em matéria orgânica. Esta situação faz diminuir a actividade dos microrganismos e desequilibra o sistema. A adaptação de técnicas, e práticas agrícolas ao meio, é o ponto de partida para uma utilização racional e sustentada. Para tal é necessário um bom conhecimento do meio, de como este se modifica e de que modo evolui (Tricart, 1994).

A agricultura não é apenas um sector de actividade económica mas representa, também uma forma específica do quadro de vida, uma ligação com os costumes e as tradições e um equilíbrio com o ecossistema em que se desenvolve (Mendes, 1991). Assim sendo, é dever da sociedade interrogar-se sobre a qualidade e a responsabilidade da gestão do espaço agrícola e rural, e do património natural de cada região.

Pastoreio

O pastoreio pode contribuir para a degradação da paisagem através da compactação do solo e da diminuição da vegetação para alimentação dos animais. Ambas favorecem o escoamento superficial desorganizado, quer pela redução da infiltração das águas da chuva

no solo, devido à compactação, quer pela redução da interceptação feita pela vegetação às gotas de chuva, facilitando os processos erosivos. Assim, a gestão correcta do pastoreio é um factor determinante para a conservação da água e do solo, pois é frequente nos Açores, e de acordo com Garcia e Furtado (1991), em dias de elevada pluviosidade, ver-se o mar manchado de castanho, devido ao arrastamento de solo, proveniente, sobretudo, das áreas de pastagens. Segundo o mesmo autor, a preparação das terras para a pastagem, deixando a descoberto, durante longos períodos, o solo arável, faz com que as chuvas arrastem as camadas mais ricas em nutrientes e matéria orgânica. Assim sendo, as áreas ocupadas por pastagens, correspondem, no geral, a locais de reduzida infiltração. Esta circunstância vai determinar o aumento do escoamento superficial desorganizado que, depois, acaba por se concentrar em vales com acentuado declive e de elevada torrencialidade (Lourenço, 2008).

Nos Açores, são várias as situações em que as vertentes dos cones vulcânicos, com declives superiores a 25 %, se encontram ocupadas com pastagem. Numa situação destas, a rentabilidade destes solos é reduzida pois o seu declive acentuado não favorece, como é óbvio, uma intensificação cultural, nem tão pouco possibilita um pastoreio eficiente (Madruga, 1991).

Desflorestação

A floresta é certamente um dos recursos mais importantes dos Açores. Esta protege e conserva o solo e a água, e constitui áreas de grande diversidade faunística e florística.

A desflorestação determina a exposição completa do solo ao sol, vento e precipitação, a redução drástica de matéria orgânica no solo e de biomassa, e a cessão da função termo-reguladora das árvores, o que tem consequências drásticas para o equilíbrio do ecossistema. Os primeiros povoadores a chegar aos Açores, depararam-se com ilhas revestidas com um denso coberto vegetal de difícil penetração. Desde logo, procederam a grandes queimadas com o fim de obter clareiras para a agricultura e para edificações dos primeiros povoados. A destruição de grandes extensões de mata deixou o solo muito a descoberto e sujeito às enxurradas nos declives, daí a construção de muros de suporte, paralelos em degraus, formando as chamadas velgas, de que são riscadas as encostas açorianas (Narciso, 1939).

As formações vegetais, controlando a interceptação das gotas de chuva, a evapotranspiração e diminuindo a erosão, têm um papel importante na estruturação e estabilização de linhas de água. Neste contexto (Cota Rodrigues, 1993), a presença de cobertos vegetais do tipo turfeira nas áreas mais altas e pluviosas da ilha Terceira, parece desempenhar um papel de relevo no controlo das escorrências e na retenção de água.

5.1.5. Erosão do Solo

Os factores determinantes da erosão do solo são a erosividade do agente erosivo, a erodibilidade do solo, o declive das encostas, a natureza do coberto vegetal e a presença ou ausência de medidas de preservação (Magalhães e Cunha, 2007). Assim sendo, o grau de erosão está dependente do modo como estes factores actuam no sistema e a predominância de uns em relação aos outros.

Uma das principais causas do empobrecimento acelerado dos solos insulares, e em particular dos açorianos, é a erosão (Garcia e Furtado, 1991). Entre outros tipos de erosão, é a erosão hídrica do solo, que se encontra muito frequente nos Açores. A erosão é causada pela acção agressiva da precipitação, resultante do impacto das gotas de chuva, e pelo escoamento superficial desorganizado a que as chuvas dão origem (Fontes, 1999). Danos devidos a esta forma de erosão surgem sobretudo em vertentes escarpadas sob a forma de sulcos, valeiros ou barrancos (DREPA, 1988). Esta situação é particularmente visível quando o solo se encontra ausente de revestimento vegetal. O poder de dispersão e de transporte é determinado pelo efeito da desagregação do solo provocado pelas gotas de água, pela quantidade e velocidade do escoamento e, em último lugar, pela resistência do solo à desagregação e ao movimento (Fontes, 1999; Magalhães e Cunha, 2007).

Factores como o acentuado declive das vertentes e as más condições de permeabilidade dos horizontes superficiais do solo, agindo em conjunto, podem fazer acelerar a dinâmica do processo de transporte dos materiais mobilizáveis, e trazer, como consequência, o rápido aparecimento de formas resultantes de erosão acelerada (DREPA, 1988). É de salientar, que nos Açores, nas zonas onde as pastagens estão submetidas a um excessivo pastoreio, principalmente em encostas de grandes declives, a presença de fenómenos de erosão devido ao pisoteio do gado é bem visível.

6. O Significado sócio-económico do Risco Geomorfológico

Os riscos associados aos processos de instabilidade da paisagem e dos movimentos de terreno, têm sido frequentemente subestimado devido, por um lado, a uma ignorância generalizada acerca da sua natureza, significado, dinâmica, factores desencadeantes dessa instabilidade e particularmente dos movimentos de terreno e, por outro lado, à sua frequente atribuição a outros factores (quase sempre o mecanismo desencadeante), como uma chuvada intensa, um sismo ou uma erupção vulcânica (Smith, 1992). Na história dos Açores tem-se verificado que os movimentos de terreno, enquanto manifestações de instabilidade geomorfológica, podem colocar em risco vidas humanas e afectar significativamente todas as actividades antrópicas desenvolvidas nas ilhas. A atenção para estes processos tem

vindo a aumentar, por parte das populações e entidades responsáveis pelo ordenamento do território, na sequência dos eventos catastróficos ocorridos em várias ilhas nos últimos anos. O movimento de terreno mais catastrófico de que há memória nos Açores ocorreu, segundo Ferreira (2005), na sequência do sismo de 22 de Outubro de 1522, tendo soterrado a povoação mais importante na ilha de São Miguel, na freguesia da Vila Franca do Campo, causando a morte da quase totalidade dos seus habitantes (cerca de 5000). As catástrofes registadas posteriormente, não tiveram esta dimensão, no entanto, na história dos Açores registaram-se desastres desde género, como por exemplo: na freguesia da Ribeira Quente (ilha de São Miguel), no ano de 1997, em que ocorreram vários movimentos de terreno após intensas chuvadas; em Julho de 1998, devido ao sismo sentido em todo o Grupo Central, principalmente nas ilhas do Faial, Pico, Terceira e S. Jorge onde ocorreram vários movimentos de terrenos na faixa litoral; em 2003, devido a elevadas precipitações em S. Jorge, ocorreu o deslizamento de uma arriba com cerca de 500 metros de altura que originou um movimento de vertente obstruindo a estrada de acesso à Fajã dos Cúbres; e, recentemente a 15 de Dezembro de 2009, na ilha Terceira, na freguesia da Agualva e arredores, após intensas chuvadas ocorreram vários movimentos de terreno, destruindo várias habitações e infra-estruturas.

A terminologia internacional de movimentos de terreno foi sistematizada por Varnes (1984) e pela *International Association of Engineering Geology Commission on Landslides and Other Mass Movements on Slopes*, no âmbito do Programa de Ciências da Terra da UNESCO (1993). Para aquele autor, a *perigosidade natural* (*natural hazard*) é definida como a “probabilidade de ocorrência de um fenómeno potencialmente destruidor, num determinado período de tempo e numa dada área” (op. cit., p. 10). A *vulnerabilidade* (*vulnerability*) do território corresponde ao grau de perda de um dado elemento ou conjunto de elementos em risco (população, equipamentos, propriedades, actividades económicas, etc.), em resultado da ocorrência de um fenómeno natural de determinada magnitude. O conceito de *risco* (*risk*), associado aos anteriores, exprime a possibilidade da ocorrência de consequências gravosas, económicas ou mesmo para a segurança das pessoas, em resultado da ocorrência de um fenómeno natural ou induzido pela actividade antrópica (Varnes, 1984), num determinado período de tempo e numa dada área. A *instabilidade geomorfológica*, particularmente no que respeita aos movimentos de terreno, é uma das componentes da perigosidade natural que ocorre sobre os elementos de risco quando estão vulneráveis aos fenómenos perigosos (Fig. 8) (Zêzere, 2005).

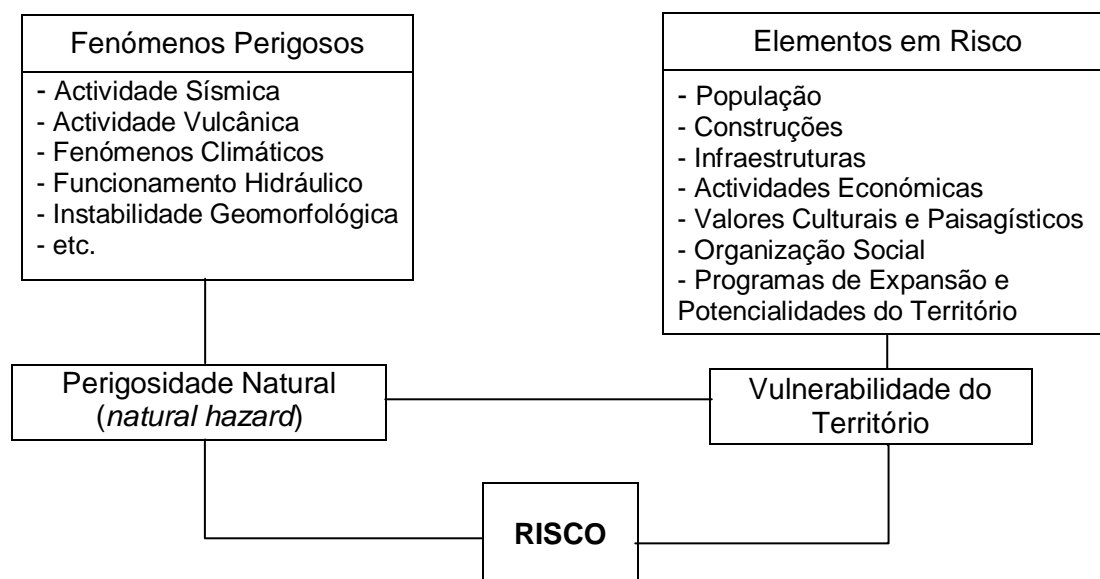


Figura 8 – Esquema conceptual do risco geomorfológico (adaptado de Zêzere, 2005).

De acordo com Lee *et al.* (2004), o risco associado aos processos de movimentos de terreno numa área é determinado pelo tipo de movimento que pode ocorrer e a potencialidade de desencadear consequências adversas.

O modelo conceptual proposto para a avaliação da perigosidade geomorfológica baseia-se na correlação directa ou indirecta de vários factores (geologia/litologia, estrutura das formações, características do clima, geomorfologia, declive, rede de drenagem, solo, coberto vegetal, intervenções antrópicas, etc.) com as manifestações de instabilidade. Este modelo é sustentado pelas seguintes etapas do processo de avaliação da susceptibilidade e da perigosidade geomorfológica (Varnes, 1984; Lee *et al.*, 2004; Zêzere, 2005): a primeira compreende o inventário e análise das manifestações de instabilidade já verificadas, ou seja, a verificação de precedentes; a segunda corresponde à identificação dos vários factores condicionantes (para a avaliação da susceptibilidade) e desencadeantes (para a avaliação da perigosidade) responsáveis pelo aparecimento ou aceleração dos movimentos, quer seja por experiência ou conhecimento, quer através de estudos de engenharia; a terceira etapa indica a interpretação dos factores com recurso a modelos de relação espacial, directa ou indirecta, de modo a obter a previsibilidade desses acontecimentos.

O risco natural, segundo Cantos e Javier (2002), é a possibilidade de um território e a sua estrutura social ser afectado por um evento natural de dimensões extraordinárias. Por sua vez, catástrofe, é o efeito perturbador que um episódio natural provoca nesse mesmo espaço, tendo em conta a perda de vidas humanas. O conceito de *catástrofe natural*, ou desastre natural, tem subjacente a ocorrência de impactos negativos significativos sobre as

sociedades, em termos sociais, económicos e/ou ambientais, que decorrem, directa ou indirectamente, da actividade de um ou de vários fenómenos naturais com elevado potencial destruidor (Zêzere, 2010a). Se a consequência desse evento natural for de grande magnitude, ao ponto de ser necessária ajuda externa, a terminologia adoptada será a de calamidade, aludindo à deterioração da economia e ao drama social de uma região, provocado pela perda de inúmeras vidas humanas (Abreu *et al.*, 2008). Contudo, na acepção de Lourenço (2008), não existe diferenciação entre estes dois últimos conceitos, aludindo à origem semântica da terminologia que é diferente, nomeadamente *disaster*, de origem anglo-saxónica, e *catastrophe*, de origem francesa.

A avaliação dos graus de risco implica a estimativa do nível provável dos estragos, para cada elemento ou conjunto de elementos em risco no território. Consoante a natureza dos elementos afectados, pode-se distinguir a tipologia dos danos, de acordo com o tipo de elementos em risco. Definem-se, assim, os danos estruturais, para os bens materiais e naturais, prejuízos corporais para as pessoas atingidas, e perturbações funcionais para as diversas actividades e funções desenvolvidas no território (Leone *et al.*, 1995). Segundo o mesmo autor, existe uma necessidade actual de desenvolver metodologias de avaliação da vulnerabilidade através da definição das tipologias dos respectivos fenómenos, dos elementos expostos e o tipo de danos e perdas associadas, com o fim de melhorar progressivamente a matriz de correspondência entre esses tipos de fenómenos e os tipos de elementos expostos em termos de perdas e danos.

De acordo com Varnes (1984) e Zêzere (2005), a avaliação rigorosa da vulnerabilidade implica a articulação de dados relativos à perigosidade e aos elementos vulneráveis, dos quais destacam as características dinâmicas, mecânicas e geométricas do movimento de vertente (tipo, volume, velocidade e energia), as propriedades intrínsecas dos elementos (tipo, dimensão, construção e estado de conservação), e a capacidade das estruturas ou infra-estruturas de resistir aos fenómenos perigosos.

II. CASO DE ESTUDO – ACÇÃO ANTRÓPICA E A SUSCEPTIBILIDADE GEOMORFOLÓGICA NO CONCELHO DE ANGRA DO HEROÍSMO

1. Área de estudo

Os conceitos referidos foram aplicados ao concelho de Angra do Heroísmo, localizado na ilha Terceira na Região Autónoma dos Açores, para a elaboração da carta de susceptibilidade aos movimentos de terreno.

1.1. Metodologia

O desenvolvimento da metodologia para determinar a influência da ocupação e uso do solo nos movimentos de terreno e de vertente no concelho de Angra do Heroísmo, assim como a determinação das áreas susceptíveis a esses movimentos tem como base vários conceitos, definidos anteriormente, que servem de suporte e orientação ao desenvolvimento deste trabalho. A estes conceitos articulam-se as particularidades Biofísicas desta ilha do Arquipélago dos Açores, com o crescimento urbano que se tem vindo a observar ao longo dos últimos anos. A ocupação e uso do solo quando realizada em áreas vulneráveis à ocorrência de movimentos de terreno e de vertente, potenciam a susceptibilidade e ameaçam a integridade do território assim como a vida e habitações e outras infra-estruturas das populações que sobre ele se instalaram. Assim, é fundamental a realização de um levantamento dessas áreas vulneráveis, para a prevenção e orientação das populações para a construção de infra-estruturas ou uso do solo adequado. Para a obtenção destas áreas deve-se ter por base de estudo todas as características deste território, que numa perspectiva metodológica devem ser desagregadas de modo a serem analisadas e introduzidas como factores importantes no desencadear dos movimentos de terreno e de vertente. A sua obtenção resulta do conhecimento das dinâmicas naturais dos sistemas biofísicos no concelho de Angra do Heroísmo, sendo os parâmetros geomorfológicos a base fundamental para esta análise. São as variáveis, biofísicas e humanas, que determinam a Paisagem deste concelho. A metodologia deste estudo, representado esquematicamente na Figura 9, foi elaborada em três fases distintas: análise, síntese e diagnóstico, e proposta.

O trabalho foi efectuado com a utilização de um Sistema de Informação Geográfica através do *software* ArcGis 9.2 da ESRI. O sistema de projecção cartográfico utilizado foi o *Transverse-Mercator Datum D_WGS_1984*. A obtenção de toda a cartografia necessária foi proveniente de várias fontes, nomeadamente da Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos, Universidade dos Açores (Angra do Heroísmo), e cartografia impressa do site da Câmara Municipal de Angra do Heroísmo.

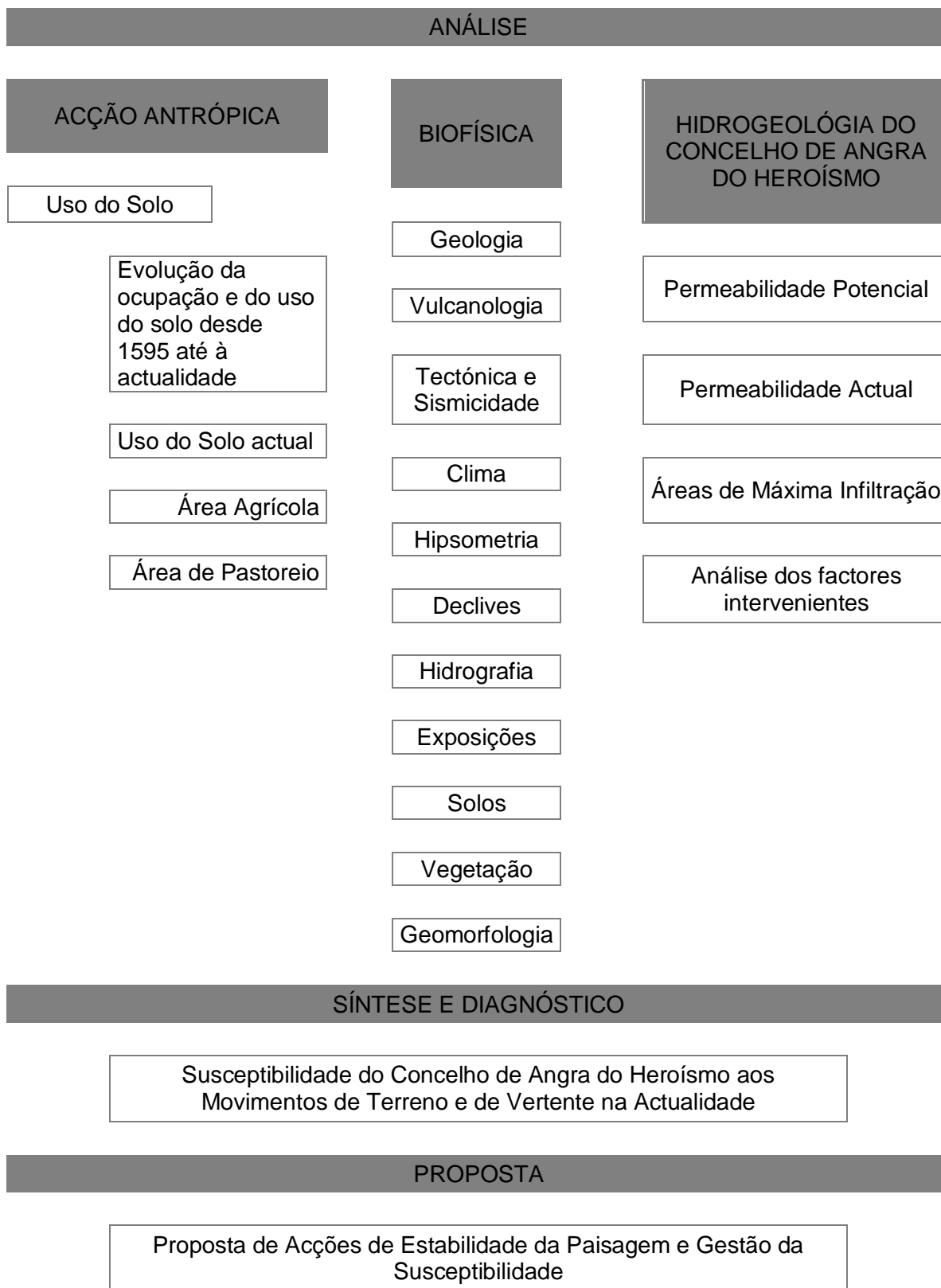


Figura 9 – Metodologia proposta para determinar a susceptibilidade do Concelho de Angra do Heroísmo aos Movimentos de Terreno e de Vertente.

2. Análise da Acção Antrópica

2.1. Enquadramento territorial

O arquipélago dos Açores situa-se em pleno Oceano Atlântico, a uma latitude próxima da de Lisboa, à distância de aproximadamente 2000 km da costa ocidental do Continente Europeu e a menos de 3000 km do extremo oriental da América do Norte (Fig. 10). É formado por nove ilhas, distribuídas entre 36° 55' e 39° e 42' de latitude N e 25° e 31° 30' W de longitude. As ilhas dispõem-se assim por uma vasta área segundo uma linha NW/SE, que na maior largura atinge cerca de 615 km entre as suas ilhas extremas (ilha de Santa Maria e ilha do Corvo). Isto significa que Santa Maria no extremo SE, está aproximadamente no mesmo paralelo do Algarve (Sagres), enquanto o Corvo, a NO, fica mais ou menos no paralelo de Leiria.



Figura 10 - O arquipélago dos Açores e a sua localização no Atlântico Norte (www.google.pt/images).

Devido à sua dispersão, a região autónoma dos Açores, foi subdividida em grupos de ilhas: o Grupo Ocidental, formado pelas ilhas das Flores e Corvo, o Grupo Central, ao qual pertencem as ilhas Terceira, Faial, Pico, S. Jorge e Graciosa, e o Grupo Oriental, constituído por S. Miguel e Santa Maria.

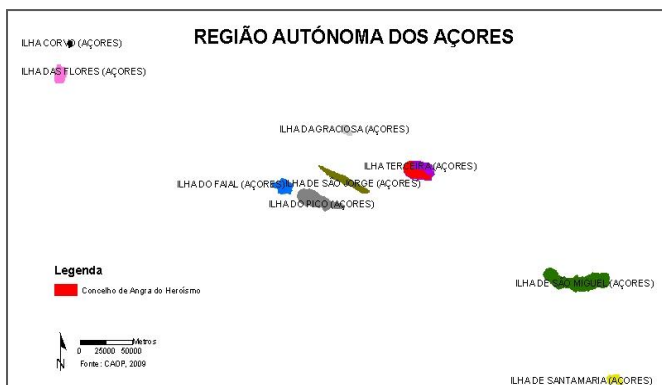


Figura 11 - Localização do concelho de Angra do Heroísmo (CAOP, 2009).

A ilha Terceira apresenta uma forma mais ou menos elíptica, de área total de 40192 ha, com cerca de 29 km de comprimento e 17 km de largura. O concelho de Angra do Heroísmo ocupa 239,88 km², o que corresponde a cerca de 60 % da área total da Ilha Terceira (Fig. 11). Actualmente, o concelho encontra-se dividido em 19 freguesias (Carta 1, Anexo I), cinco das quais - Sé, São Pedro, Nossa Senhora da Conceição, São Bento e Santa Luzia compõem a sede do concelho, e as restantes 14 - Feteira, São Mateus da Calheta, Ribeirinha, Terra Chã, Porto Judeu, Vila de São Sebastião, Cinco Ribeiras, Santa Bárbara, Doze Ribeiras, Posto Santo, São Bartolomeu de Regatos, Serreta, Raminho e Altares, são freguesias rurais (CAOP, 2009).

2.2. Evolução histórica da ocupação do território

A fixação de grupos humanos nestas ilhas foi, sem dúvida, um enorme desafio pelo facto desta região se localizar muito longe do continente Europeu, estarem desabitadas e cobertas por uma vegetação densa.

Abraham Ortelius, nascido na Bélgica em 1527, foi cartógrafo e geógrafo flamengo, considerado o criador do primeiro Atlas moderno do mundo. Desenhou as ilhas dos Açores em 1584 (Fig. 12) e classificou cada uma descrevendo as suas principais características. Em 1582, esboçou a ilha Terceira fazendo uma breve descrição desta no próprio mapa (Fig. 13).



Figura 12 - Acores Insulae, Abraham Ortelius, 1584. (www.raremaps.com)

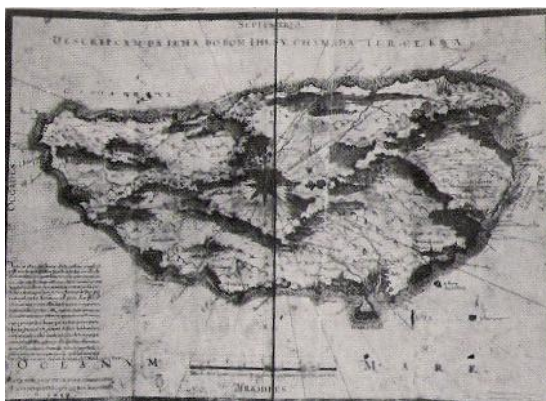


Figura 13 - Descrição da ilha de Bom Jesus, chamada Terceira, 1582 (Campos, 1983).

panos em Flandres, França e as mais partes do norte dela se provêem. Razão também porque as Armadas a ela vêm diferir, é porque tem o porto mais capaz para poderem surgir por ter dois portos, um é o de Angra, junto à cidade, o outro do Fanal que com duvidosos tempos podem estar em cada um, que são de uma parte e outra do Brasil (monte Brasil), que é a ponta que mostra ser alta. Chama-se ilha de Bom Jesus e vulgarmente Terceira, porque vindo no descobrimento delas (ilhas) esta foi a terceira depois de acharem S. Miguel e Santa Maria” (in Campos, 1983).

As características geográficas, geomorfológicas e condições climáticas que a ilha Terceira apresenta, foram as razões que ditaram a ocupação humana neste território. Desde logo, a aptidão de um solo fértil para a cultura cerealífera e as excepcionais condições

ambientais para a criação de gado, tornaram factores decisivos, que facilitam a fixação do Homem (Fernandes, 1985a).

Permanecem obscuras as datas exactas da descoberta do arquipélago dos Açores. Provavelmente assinaladas ainda no reinado de D. Afonso IV, no primeiro quartel do século XIV, as ilhas foram certamente reconhecidas na primeira metade do século seguinte (Fernandes, 1989). Santa Maria e S. Miguel foram as primeiras a serem povoadas, sob o comando de Frei Gonçalo Velho que posteriormente as doou ao Infante D. Henrique (Fernandes, 1985a). Este, enviou para as ilhas “alguns navios carregados de gado de diversa sorte para o lançar nelas antes de se povoarem, porque, multiplicando na terra os povoadores que viessem a elas, passados alguns tempos, achassem já mantimentos e instrumentos, para se poderem ajudar deles quando a beneficiassem e cultivassem; pelo que, quando, depois, el-Rei D. Afonso deu licença que todas se povoassem no ano de 1449, pela fertilidade e fresquidão que delas se contava, e por estas coisas que já nelas havia, folgavam de vir a elas e, principalmente, gente muito honrada e nobre, de que todas se povoaram em poucos anos” (Fruituoso, 2005). É durante este período que se edificam as primeiras povoações e se fazem as primeiras culturas, se divide a terra em lotes pelos primeiros habitantes, constroem-se estradas e se desbravam os matos, praticando-se todos os trabalhos próprios da ocupação de um território deserto, e por ser ainda uma era de paz, que contrasta com os períodos guerreiros (Bruges, 1915).

Cronologicamente, a ilha a ser povoada a seguir a S. Miguel, foi a Terceira, o que aconteceu já depois da morte do Infante¹, embora em carta de 21 de Março de 1450 ele conceda a capitania da ilha ao flamengo Jácome de Bruges, para que ele a povoasse (Fernandes, 1985a). O povoamento da ilha Terceira terá começado em 1450, segundo alguns historiadores, ou 1460, segundo outros (Silva, 2006).

Jácome de Bruges, natural da Flandres, e que à ilha deu o nome de “Jesus Cristo” (Silva, 2006), por própria iniciativa, recrutou agricultores do norte de Portugal para a ilha. No regresso do continente voltou pela Madeira trazendo Diogo de Teive, o mesmo que descobrira as Flores, vindo também para a Terceira, Álvaro Martins Homem, a quem, por recomendação de 1461, seriam dadas terras para povoar e cultivar (Fernandes, 1989).

Em 1474 a ilha Terceira foi dividida em duas capitánias, a de Praia, sob a chefia de Álvaro Martins Homem e a de Angra, entregue a João Corte Real (Fernandes, 1985a). Esta subdivisão administrativa é benéfica à ilha, que conhece então uma época de verdadeira expansão no desenvolvimento social e económico. O ritmo construtivo aumentou com João

¹ Antes da sua morte, Infante D. Henrique doou em 22 de Agosto de 1460 a ilha Terceira ao sobrinho Infante D. Fernando.

Vaz, o primeiro donatário da Capitania de Angra, que foi elevada a vila por volta de 1478 (Dias, 2008).

Em 1489, o rei D. João II doa por carta ao duque Dom Manuel a ilha de Jesus Cristo, já então chamada Terceira (Fernandes, 1989). Por ter sido a terceira a ser descoberta passou, posteriormente, assim a ser conhecida (Silva, 2006).

A transição do século XV para o século XVI parece ter sido chave para um surto de desenvolvimento e de aumento de população nos Açores, devido à migração dos Judeus para Portugal, os quais teriam contribuído para o povoamento daquelas ilhas, depois da sua entrada no reino em 1492, expulsos de Castela (Fernandes, 1989). Aos Judeus seguem-se, por importância numérica os Flamengos, os espanhóis, os franceses e alemães (Fernandes, 1985a).

A intenção primária de fixação em Angra dos primeiros povoadores era essencialmente comercial e estratégica (Maduro-Dias, 1991). As vantagens naturais que esta ilha oferece não vão ser desprezadas e, a população vive uma duradoura época de verdadeiro prestígio, com o desenvolvimento do comércio marítimo (Fernandes, 1985a). “Os discordes ânimos da Terceira, passados os limites da razão, traziam no mar navios a roubar, metiam na pátria estrangeiros, pagavam à sua custa guarnições, tinham continua ordem de vigias, fortificavam as praias, impossibilitavam passos que podiam dar entrada aos inimigos e, com horrenda confusão de pareceres, ardiam em confusos pareceres, juntaram a tantos males maiores outros, roubando os cansados navios que, oprimidos do longo fastio da viagem, demandavam com desejo aquele porto, em refeição e prémio do trabalho” (Frutuoso, 2005). A necessidade de regularização e fiscalização leva D. Manuel I a criar, em 1499, o Tribunal Real ou de Alfândega, com sede na Vila de Angra (Fernandes, 1985a). Assim, o porto de Angra, situado na costa sul da ilha, foi muito importante pelo abrigo protector da sua «angra», como escala naval e passa a ser lugar de transbordo de mercadorias e local de passagem do intenso tráfego com o exterior.

Devido aos serviços prestados pelos moradores e pelo crescente aumento populacional, assim como a utilidade do porto de Angra nos socorros e provimentos que davam às armadas e naus da Índia, Angra, então vila (Maduro-Dias, 1991), foi elevada à categoria de cidade, por carta de Foral concedida em Évora a 21 de Agosto de 1534 por el-rei D. João III, tornando-se na mais antiga cidade dos Açores. Nesse mesmo ano, o Papa Paulo III liberta os Açores da tutela eclesiástica da Madeira e cria, pela Bula de 3 de Novembro, o Bispado dos Açores com sede na Diocese de Angra (Fernandes, 1985a).

Segundo Fernandes (1985a), por essa altura já havia na Terceira todas as aldeias e vilas que existem actualmente. Por sua vez, Angra ganha dimensões de cidade europeia. É a primeira localidade dos Açores a desenvolver-se segundo um plano de urbanização. O

seu traçado, muito semelhante ao da Lisboa Pombalina, mas com quase três séculos de antecedência, ficou a dever-se ao mérito do capitão Álvaro Martins Homem (Fernandes, 1985a). A cidade foi planeada com precocidade, com uma provável influência da Ordem de Cristo, sediada em Tomar, com retícula urbana do século XV (Fernandes, 2008). Na segunda metade do século XVI e durante a primeira metade do século seguinte construíram-se grandes complexos religiosos que criaram novos pólos de desenvolvimento em seu redor, rompendo com os limites da malha anteriormente definida (Dias, 2008).

Outras influências urbanísticas, na mesma época, foram possivelmente trazidas pelos náuticos, marinheiros e comerciantes que então frequentavam a cidade (Fernandes, 2008). O resultado deste processo foi a forma urbana da área histórica de Angra, ainda hoje quase intacta e reconhecível, que podemos designar por uma “geometria orgânica”, inserida na tradição urbana geral das cidades da Expansão Portuguesa da mesma época, do Brasil à Índia (Fernandes, 2008).

As relações comerciais referidas trazem aos habitantes hábitos de construção requintadas. Angra é então verdadeira capital do Arquipélago, centralizando em si o poder político, o poder administrativo, o poder religioso e a cultura (Fernandes, 1985a), onde desempenhou ainda (Fernandes, 1989), papel notável nas fases históricas da Ocupação Filipina e da Restauração da Independência de Portugal, bem como no período das lutas entre liberais e absolutistas, já no século XIX, quando recebeu o título «do Heroísmo».

Em 1983, Angra foi elevada cidade «Património Cultural da Humanidade» pela UNESCO, na sequência de um porfiado esforço de recuperação urbanística e arquitectónica iniciada logo após o sismo de 1 de Janeiro de 1980, que destruiu grande parte das construções e danificou muitas outras (Fernandes, 1989).

2.3. Caracterização Demográfica

O estudo demográfico é um factor muito importante para a compreensão da realidade territorial a nível da densidade de ocupação do solo, definindo assim, as áreas que estão mais propícias e sujeitas à acção do Homem. O estudo e análise da sua dispersão, assim como a previsão das tendências para o seu crescimento são factores importantes para a identificação de áreas sujeitas à maior pressão, definindo assim as áreas a proteger.

2.3.1. Evolução da População Residente

Sabe-se pela sua história, que as várias ilhas dos Açores não foram povoadas por gentes da mesma origem. Para a Terceira terão vindo, nos primeiros tempos do povoamento, famílias quase exclusivamente de beirões e nortenhos, acompanhados por um contingente relativamente apreciável de flamengos (Fernandes, 1985a). Mais tarde, grupos

menores de mouros, negros, madeirenses e judeus ali aportaram para dar o seu contributo na humanização da ilha.

Segundo Dias (2008), em 1558 Angra já teria cerca de 4000 habitantes. Notícias referentes a meados do século XVI (pouco mais de 100 após o início do povoamento), indicam valores populacionais da ordem dos 16000 a 17000 habitantes (cerca de 40 hab./km²), metade dos quais residiam na cidade de Angra, obtendo-se uma densidade populacional rural não superior a 20 hab./km² (Fernandes, 1985a).

O aumento da população teve, naturalmente, reflexos na distribuição espacial da população. A cidade de Angra do Heroísmo continua a reflectir certo peso demográfico, pois concentrava quase a terça parte (27 %) da população da ilha (Fernandes, 1985a).

Desde 1864 até 1900, a evolução da população continua a processar-se muito lentamente, variando nesses 34 anos, segundo uma taxa de crescimento médio anual de 0,16 % (Fernandes, 1985a).

A crise do primeiro quartel do século XX, ocasionada pelos acontecimentos ligados à Primeira Grande Guerra, vai originar oscilações muito acentuadas nos valores demográficos de todas as ilhas do Arquipélago. Na ilha Terceira, o declínio demográfico correspondente a este período traduz-se num saldo negativo de cerca de 5 %.

A partir dos anos 20, deu-se uma mudança brusca na tendência evolutiva na curva demográfica, o saldo relativo à ilha Terceira fixou-se em valores bastante mais elevados, da ordem dos 54,7 % (Fernandes, 1985a). Este crescimento ainda se prolongou até 1960 (Fig 14). Neste ano, a ilha Terceira tinha 71610 habitantes, valor que traduz uma densidade de 387 hab./km², a mais elevada densidade populacional de todo o Arquipélago (Fernandes, 1985a).

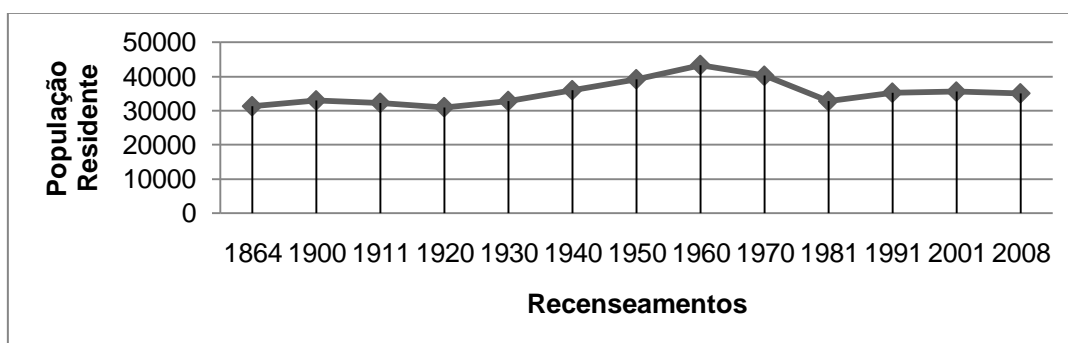


Figura 14 - Evolução do crescimento demográfico em Angra do Heroísmo entre 1864 e 2008. Fonte: SREA Censos

Em termos gerais pode dizer-se que a curva da evolução demográfica determinada a partir de 1964 para a ilha Terceira é semelhante, no seu traçado, à do Arquipélago, e até,

caso curioso, à do Continente. Apresentam nas mesmas épocas oscilações positivas ou negativas, embora haja variação na amplitude dessas flutuações. No caso da ilha Terceira e dos Açores em geral, essas oscilações devem-se, principalmente, a factores de ordem conjuntural internos ou exógenos como as crises sísmicas ou vulcânicas, as duas Grandes Guerras, a Guerra colonial ou a crise financeira em Portugal após o 25 de Abril (Fernandes, 1985a).

De 1960 a 1981 a população dos Açores desceu de cerca de 84000 habitantes, voltando a valores próximos do recenseamento de 1911 (DREPA, 1988). Foi o período da grande emigração deste século, que alterou profundamente a distribuição espacial da população nos Açores.

2.3.2. Emigração

A evolução da população dos Açores, como acontece em qualquer grupo populacional humano é definido por variáveis, tais como os valores da natalidade, da mortalidade, das migrações no interior do próprio país e das emigrações para o estrangeiro.

A emigração, que de forma incontornável marcou a personalidade do arquipélago, é ainda um dos factores apontados para o empobrecimento da ilha Terceira (Silva, 2006). Em Angra do Heroísmo, no ano de 1900, dos 33214 habitantes, 931 eram emigrantes, que no ano de 1910, passaram para 1069 (Bruges, 1915).

Se bem que não se possa situar com precisão a data do seu início, a emigração, segundo os historiadores, terá começado na época do povoamento (Silva, 2006). A principal causa deve-se à procura de trabalho, emigrando para territórios onde havia maior necessidade de mão-de-obra (Campos, 1983). Foram cinco os destinos que receberam a maioria dos emigrantes açorianos: Brasil, Estados Unidos da América, Bermudas, Hawaii e Canadá (Silva, 2006).

O primeiro grande surto de emigrantes, particularmente terceirenses, com características sistemáticas, ocorreu em 1847 com a saída de cerca de seis mil pessoas para o Brasil (Silva, 2006). Uma das razões foi o facto de, em meados 1780, face à crise cerealífera que se abatia, sobretudo nas ilhas do Grupo Central, o próprio Governador que, em apoio de uma representação da Câmara de Angra, considerava haver um excesso de população que deveria ser canalizada para o exterior (Madeira, 1999). Tratava-se sem dúvida, de uma situação de desespero motivada pelas dificuldades que se faziam sentir na época.

Os Estados Unidos surgem, na segunda metade do século XVIII, em segundo lugar nas preferências dos que procuravam uma nova vida (Silva, 2006). Mas só na segunda metade do século XIX se pode passar a considerar os EUA como destino preferencial (Silva,

2006). É ainda de referir, que no período 1981-1985, cerca de 50 % do total de emigrantes com profissão eram agricultores (DREPA, 1988).

O regresso de emigrantes para a ilha foi um factor que influenciou na tipologia de construção nas habitações, principalmente nas freguesias rurais.

2.3.3. Sismo de 1980

A ilha Terceira foi cenário ao longo dos séculos de diversos sismos destruidores, o último dos quais ocorreu a 1 de Janeiro de 1980 que atingiu o grau 8 na escala de *Mercalli*, afectando as ilhas Terceira, S. Jorge e Graciosa. O sismo de 80 foi, sem dúvida, um desastre que assolou a ilha Terceira e que ainda hoje é recordado com muita tristeza, pelos estragos causados, quer a nível das construções, quer a nível do número de mortos registados. A metade sudoeste da Terceira foi a mais atingida e Angra do Heroísmo viu cerca de 50 % das suas construções afectadas (Maduro-Dias, 1991). Ficaram destruídas 1814 casas dentro das 4602 existentes, ou seja, 39,41 % (Fernandes, 1985a).

Após o sismo de 1980 a população começou cada vez mais a fixar-se fora do centro histórico da cidade, sobretudo nas áreas a poente (São Pedro) (Fernandes, 1989). Também na sequência dos programas de realojamento (Maduro-Dias, 1991) foram construídos os bairros de St^a Luzia, do Lameirinho e da Terra Chã, havendo assim, o alastramento da população para as freguesias mais afastadas.

2.3.4. Distribuição Espacial da População

Na ilha Terceira, os factores determinantes do povoamento foram o relevo, a evolução histórica e a estrutura fundiária (Fernandes, 1985a). Esta última está ligada à maneira como, no início do povoamento das ilhas, as propriedades foram distribuídas. Como já foi referido, a ilha Terceira foi doada ao flamengo Jácome de Bruges que, como capitão donatário, usufruía, entre outros direitos, o de conceder, aos fidalgos e lavradores que o acompanharam, terras para a agricultura, das quais eles poderiam tirar todo o proveito, embora reservando para o capitão donatário certos exclusivos (moinhos, sal, etc.) (Fernandes, 1985a). Cada “terra dada” era uma porção de terreno desenvolvida para o interior da ilha, que abrangia uma área menos elevada junto do litoral, destinada a culturas, uma área intermédia de matas e, uma terceira, ainda mais para o interior, chamada “terras pobres”, destinada ao pastoreio dos gados. Como nessa época o número de habitantes era ainda muito reduzido, a limitada dimensão espacial da ilha, não era então factor condicionante. Assim, foram nascendo, pequenas aglomerações de casas, implantadas junto às poucas estradas inscritas na “roda do capote”, denominação dada na ilha à faixa do litoral até cerca dos 300 metros de altitude, privilegiada para a agricultura.

O factor determinante para o povoamento nesta ilha, foi sem dúvida o relevo que, actuando quer directamente, pelo declive das vertentes, quer indirectamente, pelas relações com o clima, circunscreveu a área de ocupação humana à faixa periférica menos elevada que circunda a ilha (Fernandes, 1985a). Para o interior, as vertentes são demasiado declivosas, o clima é demasiado agreste, pela intensidade do vento e da precipitação e pela baixa temperatura durante os meses de Inverno, dificultando a continuidade de práticas agrícolas e a fixação de habitações.

As áreas mais altas, que são também as mais declivosas, acima dos 700 metros de altitude, estão envoltas por frequentes nevoeiros e recebem intensas precipitações. Aí, a humidade satura a atmosfera durante quase todo o ano, criando condições ambientais difíceis tanto para o Homem, como para os animais. Assim sendo, verifica-se que os centros populacionais das freguesias se localizam em zonas próximas do litoral, unindo-se pela estrada principal existente em torno da ilha.

Em 2001, Angra do Heroísmo registava 35581 habitantes, o que se traduzia numa densidade populacional de 149,80 habitantes/km² (Quadro 4). Em termos de distribuição por freguesias, a maioria da população encontrava-se na freguesia da N^a Sr^a da Conceição com 4509 habitantes. Foi no local desta freguesia, que se instalaram as primeiras habitações, continuando actualmente a constituir o maior agregado populacional da ilha. No entanto, é na freguesia de Santa Luzia onde se observa a maior densidade populacional com 2500,83 habitantes/km² (Carta n^o 2, Anexo I).

Quadro 4 – Distribuição da população residente e densidade populacional por freguesias do concelho de Angra do Heroísmo em 2001. Fonte: SREA-INE, Censos 2001

| | Nº Hab | % | Densidade Populacional (Hab/km²) | Área (km²) |
|----------------------------------|---------------|----------|--|------------------------------|
| Altares | 884 | 2,48 | 33,95 | 26,04 |
| Nª Srª da Conceição (A.H) | 4509 | 12,67 | 1825,51 | 2,47 |
| Santa Luzia (A.H) | 3001 | 8,43 | 2500,83 | 1,2 |
| São Pedro (A.H) | 3638 | 10,22 | 944,94 | 3,85 |
| Sé (A.H) | 1200 | 3,37 | 652,17 | 1,84 |
| Cinco Ribeiras | 684 | 1,92 | 60,11 | 11,38 |
| Doze Ribeiras | 559 | 1,57 | 53,91 | 10,37 |
| Feteira | 1044 | 2,93 | 338,96 | 3,08 |
| Porto Judeu | 2425 | 6,82 | 83,91 | 28,9 |
| Posto Santo | 967 | 2,72 | 43,54 | 22,21 |
| Raminho | 550 | 1,55 | 48,89 | 11,25 |
| Ribeirinha | 2733 | 7,68 | 345,95 | 7,9 |
| Santa Bárbara | 1366 | 3,84 | 83,14 | 16,43 |
| São Bartolomeu | 1569 | 4,41 | 59,34 | 26,44 |
| São Bento | 1968 | 5,53 | 227,25 | 8,66 |
| São Mateus da Calheta | 3343 | 9,40 | 531,48 | 6,29 |
| Serreta | 374 | 1,05 | 26,03 | 14,37 |
| Terra-Chã | 2783 | 7,82 | 265,55 | 10,48 |
| São Sebastião | 1984 | 5,58 | 81,44 | 24,36 |
| Total a Nível Concelhio | 35581 | 100,00 | 149,80 | 237,52 |

2.4. Uso do Solo

De acordo com o que foi referido, a ocupação humana da ilha Terceira terá começado pelos locais de mais fácil acesso por mar, por onde houvesse enseadas para abrigo das embarcações e encostas pouco declivosas que permitissem cultivar e áreas para assentar as primeiras moradias. Desde muito cedo “as terras de cultivo começaram a alargar as suas manchas, galgando as vertentes e ocupando os vales, cedo também se concluiria que nos Açores, a transformação do meio pelo homem seria maior do que a transformação do homem pelo meio” (Costa, 1978).

Com a destruição das matas, o solo a descoberto ficaria sujeito aos vários agentes de erosão. Para evitar as perdas de solo pela acção da chuva, procedeu-se ao levantamento de muros de suporte, e também a plantação de sebes vegetais ao longo de alguns terrenos destinados a agricultura, para defesa contra os ventos e o sal do mar.

2.4.1. Transformação do uso do solo desde 1595

O estudo da transformação do uso do solo, ao longo de vários anos, permite analisar os tipos de usos dominantes e a evolução da respectiva distribuição espacial, bem como as áreas mais pressionadas segundo os diferentes tipos de pressão. A informação cartográfica disponível para este concelho é muito escassa. A imagem mais antiga de que se dispõe, corresponde à carta de 1595, que caracteriza a paisagem cerca de 100 anos após o seu povoamento. A informação cartográfica disponível das ocupações e usos do solo para o concelho de Angra do Heroísmo, correspondem aos anos de 1900 e 2000.

Uso do solo em 1595

A descrição da vegetação original dos Açores pode ser obtida a partir das primeiras descrições dos cobertos vegetais destas ilhas, que possuem informação suficiente para se



Figura 15 – A cidade de Angra segundo a gravura de Jan Linschotten, de 1595 (adaptado de Palma, 2008).

ter uma imagem da sua constituição (Dias, 1996).

O holandês Jan Huyaghen van Linschoten que por aqui passou nos anos 90 do século XVI viu-se forçado, por várias circunstâncias, a viver na ilha Terceira. Navegante de muitos conhecimentos, a ele se ficou a dever o legado de variada e valiosa documentação, entre a qual a carta da

cidade de Angra, conhecida como *Carta de Linschotten* (Fig. 15) desenhada em 1589 e gravada em 1595 (Fernandes, 1985a). Esta foi a primeira imagem da cidade onde se pode observar, tanto a projecção urbana da cidade como os espaços agricultados em torno desta. Ainda hoje, se mantém, sem grandes alterações esse núcleo urbano primitivo (Dias, 2008).

A agricultura era a base económica da maioria da população da ilha. O único produto agrícola produzido para a exportação era o pastel, comercializado com países estrangeiros em troca de várias mercadorias, entre elas, fazendas (Fernandes, 1985a). A população rural era sustentada sobretudo, a partir da comercialização do pastel e do gado.

O mosaico agrícola de então não difere, em termos gerais, do existente actualmente. Assim, as terras baixas da periferia da ilha destinavam-se à agricultura, e o interior era povoado por grandes matas de cedros e de sanguinho.

Uso do solo em 1900

A Fig. 16 mostra as áreas dos aglomerados urbanos em 1900 e foi fornecida pelo DROTRH em suporte digital ArcGis 9.2. O uso do solo, assim como as manchas edificadas, foram obtidos através de levantamentos no terreno da responsabilidade de vários Departamentos do Governo Regional dos Açores na primeira década do século XX (Carta nº 3, Anexo I). Como na maioria das ilhas, a população

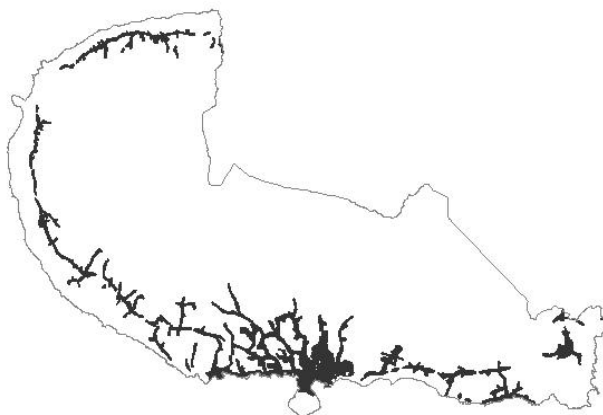


Figura 16 – Aglomerados urbanos no concelho de Angra do Heroísmo em 1900 (Fonte: DROTRH).

distribuiu-se de preferência no litoral, e quase todas as suas povoações são edificadas perto do mar (Bruges, 1915). Como se observou na carta de 1595, o principal aglomerado urbano teve início no centro da cidade de Angra. Pela análise da carta de 1900 verifica-se um aumento demográfico concelhio nesse mesmo centro, que posteriormente se foi alastrando continuamente, seguindo as estradas das freguesias envolventes, seguindo-as e crescendo quase por uma linha paralela à costa do mar.

O aumento significativo da área de pastagem em detrimento das terras aráveis e o aumento da área de matos são sem dúvida os aspectos mais relevantes da mudança estrutural da ocupação dos solos desde 1965 (DREPA, 1988). Como se pode verificar no Quadro 5, a área de pastagem e incultos ocupavam cerca de 75 % da paisagem do concelho.

Quadro 5 – Uso do solo em Angra do Heroísmo em 1900. (Fonte DROTRH)

| Uso do Solo Antigo (1900) | Área (km ²) | % |
|---------------------------|-------------------------|--------|
| Aglomerado Urbano | 17,93 | 5,24 |
| Campo Golfe | 0,43 | 0,12 |
| Pastagem e Incultos | 256,46 | 74,94 |
| Mato | 15,88 | 4,64 |
| Industria | 0,46 | 0,13 |
| Vegetação Natural | 29,99 | 8,76 |
| Floresta | 21,02 | 6,14 |
| Lagoas | 0,04 | 0,01 |
| Total a Nível Concelhio | 342,22 | 100,00 |

No entanto, nos anos 80 do século XX, devido ao impulso dado à exploração pecuária, a área ocupada pelas pastagens cultivadas aumentou gradualmente em detrimento das terras agricultadas, quase confinadas às proximidades das povoações e vilas (Fernandes, 1985).

2.4.2. Uso do Solo em 2000

A noção de uso de solo introduz a acção do Homem como factor responsável pelos usos e ocupações ocorridos num determinado território. No entanto, o uso do solo também pode ser entendido como instável, quando o coberto vegetal numa determinada área não é a mais correcta. A carta de uso do solo (Fig. 17 e Carta nº 4, Anexo I) foi produzida segundo levantamentos realizados sob a responsabilidade de vários Departamentos da Região Autónoma dos Açores, em 2000, e foi-nos fornecida pela DROTRH.

Pela observação da carta de uso do solo, e pelas suas respectivas áreas expressas no Quadro 6, é possível identificar, fundamentalmente, cinco realidades de uso do solo: *áreas de pastagem*, que representam a maior área da ilha; *área de vegetação natural*; *área agrícola*; *área florestal* e *área urbana*. Como seria de esperar pela história deste concelho, a área de pastagem ocupa a maior parte do território, com cerca de 43 % do território em estudo, ou seja, quase metade de toda a área concelhia, apesar deste tipo de ocupação ter vindo a diminuir desde 1900.

Quadro 6 – Uso do Solo em 2000 no concelho de Angra do Heroísmo em 2000. (Fonte: DROTRH)

| Uso do Solo em 2000 | | Área (km ²) | % |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-------|
| Urbano | | 18,64 | 6,53 |
| | Áreas Portuárias | 0,15 | 0,05 |
| Industrial | | 1,41 | 0,49 |
| Agrícola | | 47,46 | 16,62 |
| | Culturas Perm_Pomares | 2,10 | 0,74 |
| | Culturas Perm_Vinha | 0,60 | 0,21 |
| Pastagem | | 123,95 | 43,39 |
| Florestal | | 35,59 | 12,46 |
| Vegetação Natural | | 50,57 | 17,71 |
| Áreas Descobertas | | 0,16 | 0,05 |
| | Rocha-nua | 5,00 | 1,75 |
| | Pedreiras | | |
| | Praia | | |
| Lagoas | | 0,01 | 0,00 |
| Total a Nível Concelhio | | 285,63 | 100 |

As áreas de vegetação natural correspondem sobretudo a áreas com vegetação endémica dos Açores e em particular à da própria ilha. Este tipo de vegetação tem incidência sobretudo nos locais centrais de maior altitude (a maior mancha existe na Serra de Santa Bárbara), e a sul da ilha no Monte Brasil (local de recreio). A área agrícola tem uma expressão significativa em todo o concelho com ocupação de cerca de 16,62 %. Estas áreas localizam-se sobretudo em locais próximos do litoral em grandes manchas, seguindo a linha de ocupação do território pelo edificado. Aqui predominam as plantações de milho para consumo da população e feno para o gado, inclui também pequenas hortas, assim como as culturas permanentes de pomares (dominância na zona este no Porto Judeu) e vinhas que têm vindo a ser abandonadas ao longo dos anos, e a ser ocupadas por edificações (muito visível, por exemplo, a oeste na Serreta, e a sul na Serretinha).

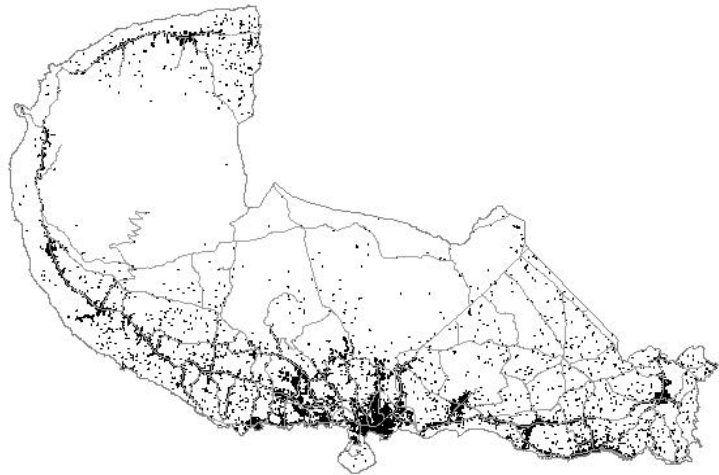


Figura 17 – Áreas edificadas no concelho de Angra do Heroísmo em 2002 (Fonte: DROTRH)

As áreas florestais têm uma presença de 12,46 %, composta por pequenas manchas na sua maioria de florestas resinosa (*Cryptomeria japonica* (L. f.) D. Don) em que as maiores manchas se encontram nas freguesias da Terra-Chã, São Bartolomeu, Serreta e nas vertentes do complexo vulcânico de Santa Bárbara seguindo as linhas das ribeiras até próximo do litoral.

As áreas de carácter urbano correspondem a espaços urbanos, urbanizáveis, de equipamento e industriais, e representam cerca de 7 % da ocupação no concelho em estudo. É de facto notável, o crescimento de áreas edificadas que se tem vindo a verificar nas últimas décadas. Algumas das áreas de média e baixa altitude, anteriormente ocupadas por florestas e matas são hoje zonas habitadas. A maior parte destas estão a crescer para o interior da área concelhia, como é o exemplo da freguesia do Posto Santo, e para as áreas litorais, seguindo a estrada secundária paralela à linha de costa (S. Mateus, S. Pedro, Ribeirinha, Feteira (Serretinha) e Porto Judeu). Segundo Dias (1989), a intensa ocupação humana em “anel” em torno da ilha, quer como ocupação social, quer como agrícola, explica a total inexistência de exemplos de floresta de média e baixa altitude.

2.4.3. Espaço Agrícola

Com o povoamento das ilhas, iniciou-se a exploração económica através dos recursos naturais existentes. O seu denso arvoredo foi aproveitado para exportação e construção de embarcações surgindo inúmeros estaleiros ao longo do litoral, como por exemplo no Porto Pipas na baía de Angra. Esta actividade ganhou importância nos séculos XV e XVI nomeadamente nas ilhas de S. Miguel e Terceira (Silva, 2006).

Devido às características climáticas, rapidamente os povoadores iniciaram todo um processo de preparação do solo e plantação de produtos agrícolas, excepto nas áreas onde a aspereza das terras e a aridez da montanha o não permitia. Nas zonas mais baixas predominou a cultura dos cereais (Silva, 2006).

Os cereais produzidos na ilha são quase exclusivamente o trigo e o milho (Fernandes, 1985a). A cultura do trigo foi a mais antiga e mais importante das culturas da ilha Terceira (Bruges, 1915). O depauperamento das terras e o aparecimento de pragas (*Puccinea*) levaram, a partir de meados do século XVI, à sua progressiva substituição pelo milho (Fernandes, 1985a). Ainda hoje, é produzido na faixa litoral da ilha onde, no entanto, é prejudicado pelo vento e pela humidade. O milho era cultivado em larga escala para forragem, sendo em algumas áreas a única forragem verde para o gado (Bruges, 1915).

O milho terá sido introduzido na ilha provavelmente no século XVIII (Fernandes, 1985a). Mercê da sua boa adaptação às condições do solo e do clima, e da variedade da sua utilização, como alimento para o Homem e para o gado, rapidamente se popularizou, sendo (ainda hoje) a cultura que maior área ocupa e com maiores produções. No século XIX (1800-1899) era a cultura dominante (Silva, 2006).

A fruticultura (pomares) foi no século XIX uma actividade de grande importância no contexto da agricultura da ilha. O ciclo de produção onde melhor se integram os conhecimentos sobre o meio ecológico açoriano foi o da laranja. O declínio da cultura da laranja², que no século XIX era o principal factor do equilíbrio económico da região, deixou a agricultura e a economia açoriana em grave crise (Fernandes, 1985a). Como tentativa de superar a crise então instalada, surgiu um novo “ciclo” na economia açoriana, o “ciclo da vaca” que tinha por finalidade a produção de leite e de carne. A lavoura, com incidência para a pecuária, tornou-se então na principal fonte de receita na economia do arquipélago (Madruga, 1995).

A Carta do Espaço Agrícola do concelho em estudo (Carta nº 5, Anexo I) foi fornecida pela DROTRH em formato digital ArcGis 9.2.

² O elevado preço dos transportes marítimos, acabaram por lhe retirar a competitividade no mercado exterior.

2.4.3.1. Pastagens

Poucas são as regiões no globo que terão recursos naturais tão adequados à criação e desenvolvimento pecuário como os Açores. Pelas características geológicas e geomorfológicas da ilha, as encostas dos maciços vulcânicos são predominantes e, normalmente, terminam na linha de costa, por isso o principal factor a que parecem obedecer as pastagens é a altitude (Dias, 1989). Em consequência das particulares condições climáticas, as pastagens encontram condições favoráveis de desenvolvimento desde o nível do mar até altitudes próximas dos 1000 m (Dias, 1989).

As pastagens são renovadas, regra geral, de 10 em 10 anos e a composição florística é normalmente constituída por gramíneas e leguminosas (DREPA, 1988). Os excessos de produção são normalmente transformados em silagem ou feno-silagem e são consumidos pelo gado em épocas de maior carência alimentar, no Inverno.

3. ANÁLISE BIOFÍSICA

O planeamento e análise da sustentabilidade do Ordenamento do Território exige o estudo aprofundado das suas características físicas e paisagísticas, de modo a que os recursos naturais existentes sejam geridos de forma racional. Para a compreensão da paisagem é necessário o conhecimento de vários factores naturais como a geologia, litologia, vulcanologia, tectónica, sismicidade, clima, solos, relevo, hidrografia, geomorfologia, uso do solo, e todos os factores resultantes da actividade humana realizada ao longo do tempo, assim como a sua articulação numa estrutura natural muito característica do arquipélago dos Açores.

3.1. Geologia-Litologia

As ilhas do arquipélago Açoriano resultaram de actividade vulcânica, que começou no período Miocénico da Era Terciária, isto é, há cerca de vinte milhões de anos (Silva, 2006). Estas ilhas correspondem a elevações do fundo oceânico, resultantes da acumulação de materiais vulcânicos (Costa, 2002). Os seus materiais constituintes são quase totalmente de origem vulcânica, em consequência da diferenciação magmática e dos diferentes tipos de vulcanismo. Assim sendo, encontram-se nestas ilhas materiais de composição química e mineralógica muito diferenciados.

A Terceira parece ser a ilha dos Açores mais complexa, por possuir uma maior variedade de rochas. Como critério de organização espaço-temporal, Cota Rodrigues (2002) utilizou para referência os mesmos horizontes estratigráficos considerados por Self (1974,

1976) e Self e Gunn (1976, *in* Cota Rodrigues, 2002), constituídos pelos depósitos ignimbríticos das Lages e de Angra. Em função destes níveis, as rochas e formações de Angra do Heroísmo foram agrupadas em duas unidades: uma inferior constituída por formações e estruturas mais antigas do que estes depósitos, e uma superior, que inclui estes dois níveis de referência, mais os materiais e estruturas depositados após a sua emissão (Quadro 7).

O primeiro levantamento geológico da ilha Terceira foi realizado por Zbyszewski e seus colaboradores, no ano de 1971, e que daria origem à primeira carta geológica da ilha, elaborada à escala de 1: 50 000 (Zbyszewski *et al.*, 1971).

Os produtos vulcânicos insulares foram agrupados por aqueles autores em formações sedimentares, materiais piroclásticos e rochas vulcânicas, incluindo-se nestas últimas, materiais do tipo traquítico, traquiandesítico e basáltico.

Quadro 7 - Esquema vulcano-estratigráfico proposto para Angra do Heroísmo. Adaptado de Self (1976), Lloyd e Collis (1981), Fernandes (1985b) e Cota Rodrigues (2002)

| | | Período | Época |
|---|-------------------------------|--------------|------------|
| Unidade Superior | Dunas e Depósitos de Praia | Quaternário | Holocénico |
| | Basaltos de 1761 | | |
| | Traquito dos Mistérios Negros | | |
| | Algar | | |
| | Galiarte | | |
| | Pico Gordo | | |
| | Pico da Bagacina | | |
| | Terra-Chã | | |
| | Monte Brasil | | |
| | Formação Basáltica Superior | | |
| Formação de Brecha dos Biscoitos | Quaternário | Holocénico | |
| Formação Perialcalina do Pico Alto e Sta. Bárbara | | | |
| Formação Ignimbrítica das Lages | | | |
| Formação Ignimbrítica de Angra | | | |
| Formação Ignimbrítica Inferior | | | |
| Unidade Inferior | Plistocénico | Plistocénico | |
| Formação Basáltica Inferior | | | |
| Formação Basáltica de Sta Bárbara | | | |
| Formação Traquítica de G. Moniz | | | |
| Formação Traquibasáltica dos Cinco Picos | | | |

A carta geológica (Carta nº 6, Anexo I) usada neste trabalho foi realizada com base na primeira carta digitalizada à escala 1: 50 000, de Zbyszewski *et al.* (1971), adaptada por Self (1973), Lloyd e Collis, (1981) e recentemente, por Cota Rodrigues (2002). Nela, distinguem-se as seguintes unidades geológicas de Angra do Heroísmo, também sintetizadas no Quadro 8:

- a) **Dunas e areias de praia** – no concelho em estudo, observam-se pequenos afloramentos nas baías de Angra do Heroísmo e nas Contendas (S. Sebastião).
- b) **Basaltos de 1761** – localizados na zona norte da ilha Terceira, constituem os materiais vulcânicos mais recentes da ilha (Zbyzewski *et al.*, 1971).
- c) **Basaltos das Veredas** – englobam escoadas lávicas basálticas e pequenos cones de escórias, (Fernandes, 1985b; Cota Rodrigues, 2002), como basaltos da Terra-Chã. Estes recobrem as escoadas basálticas inferiores e ainda a formação traquítica de Guilherme Moniz (Pereira, 2004).
- d) **Basaltos do Pico da Bagacina** – englobam depósitos de escórias e uma extensa ocorrência lávica emitida do Pico da Bagacina, no centro da ilha.
- e) **Basaltos do Pico Galiarte** – os basaltos do Pico Galiarte resultam das escoadas lávicas saídas do próprio aparelho vulcânico, localizado no centro oeste da ilha.
- f) **Basaltos do Pico Gordo** – englobam escoadas lávicas e escórias soltas provenientes do cone vulcânico do Pico Gordo.
- g) **Formação basáltica de Santa Bárbara** – os basaltos de Santa Bárbara incluem um conjunto de escoadas lávicas e materiais de projecção de natureza basáltica, emitidos pela cratera central do vulcão de Santa Bárbara, antes do primeiro colapso da caldeira e pelos diversos cones adventícios localizados nos flancos deste aparelho (Self e Gunn, 1976 *in* Cota Rodrigues, 2002).
- h) **Formação basáltica Inferior** – a formação é essencialmente constituída por escoadas lávicas e depósitos piroclásticos de natureza basáltica emitidos a partir do Dorso Central e dos flancos dos vulcões de Guilherme Moniz e dos Cinco Picos (Cota Rodrigues, 2002). Os seus principais afloramentos apresentam, geralmente, pequenas continuidades laterais, surgindo sob a forma de manchas pouco extensas nos três grandes maciços estruturais que constituem a ilha. No Maciço dos Cinco Picos, onde estes exibem maior extensão, destacam-se os dispostos no interior da sua caldeira, na vertente sudoeste da Serra da Ribeirinha, e na zona do Porto Judeu.
- i) **Formação basáltica Superior** – esta formação inclui escoadas lávicas e depósitos piroclásticos de natureza basáltica, extruídos a partir do Dorso central e flancos dos vulcões de Santa Bárbara e dos Cinco Picos (Lloyd e Collis, 1981, *in* Cota Rodrigues, 2002), e ocupam os níveis estratigráficos superiores da ilha.
- j) **Formação de brecha dos Biscoitos** – estão incluídos nesta formação um conjunto de pequenas escoadas piroclásticas indiferenciadas, brechas vulcânicas e depósitos do tipo *lahar* (Cota Rodrigues, 2002). Observam-se na Caldeira de Guilherme Moniz (a sul da Terra Brava).

- k) Formação ignimbrítica** – o grau de soldadura e consolidação dos diferentes membros desta formação é muito diversificado, existindo variações dentro de cada escoada ou das próprias unidades (Cota Rodrigues, 2002). Observam-se estas formações a sul da ilha, nas imediações de Angra, que inclui os ignimbritos do Fanal, do Castelinho e do Porto das Pipas, e a leste do concelho de Angra do Heroísmo.
- l) Formação perialcalina do Pico Alto e de Santa Bárbara** – esta formação corresponde a um conjunto de cúmulo-domos, domos-escoada e depósitos piroclásticos, de natureza perialcalina, associados à actividade eruptiva dos vulcões de Guilherme Moniz e de Santa Bárbara, após o abatimento das respectivas caldeiras³ (Lloyd e Collis, 1981 *in* Cota Rodrigues, 2002).
- m) Formação traquibasáltica dos Cinco Picos** – considerada a mais antiga da ilha Terceira (Cota Rodrigues, 1993) é constituída por escoadas lávicas e depósitos piroclásticos sobrepostos, de natureza traquibasáltica extruídos pelo Vulcão dos Cinco Picos. Nos afloramentos destas formações, situados nas arribas litorais compreendidas entre a Grotta do Vale e a Serretinha, a sua espessura ultrapassa os 50 metros.
- n) Formação traquítica de Guilherme Moniz** – a formação traquítica da caldeira de Guilherme Moniz inclui um conjunto de lavas e depósitos piroclásticos de natureza traquítica, associados à actividade eruptiva do vulcão de Guilherme Moniz, antes do abatimento da respectiva caldeira (Lloyd e Collis, 1981 *in* Cota Rodrigues, 2002).

³ De acordo com Self (1976), o colapso da caldeira de Santa Bárbara terá ocorrido há cerca de 25000 anos e o de Guilherme Moniz no final da época Plistocénica.

Quadro 8 - Caracterização hidrogeológica das Formações presentes no concelho de Angra do Heroísmo (Adaptado de Cota Rodrigues, 1993, 2002) e correspondente susceptibilidade aos movimentos de terreno

| Unidades Litológicas | Descrição | Permeabilidade (Classes) | Susceptibilidade (Classes) |
|---|--|---------------------------------|-----------------------------------|
| Aluviões, Dunas, Depósitos de Praia, etc. | Formações sedimentares dos tipos aluvião, depósitos de vertente e depósitos de ribeira | Alta (5) | Baixa (3) |
| Basaltos de 1761 | Constituem os materiais vulcânicos mais recentes da ilha | | |
| Traquito dos Mistérios Negros | | | |
| Formação Basáltica Superior Algar Galiarte Pico Gordo Pico da Bagacina Terra-Chã Monte Brasil | Correspondem a escoadas basálticas recentes, extruídas nos últimos 23 000 anos por uma série de cones vulcânicos, situados maioritariamente na zona de fissura | | |
| F. de Brecha dos Biscoitos | Conjunto de pequenas escoadas piroclásticas indiferenciadas, brechas vulcânicas e depósitos do tipo <i>lahar</i> . | Moderada (3) | Moderada (2) |
| F. Pericalcalina do Pico Alto e Sta. Bárbara | Constituídas por escorrências e domos de natureza traquítica | Moderada a Alta (4) | Baixa (3) |
| F. Ignimbrítica das Lages | Correspondem a extensas escoadas piroclásticas | Moderada (3) | Moderada (2) |
| F. Ignimbrítica de Angra | | Baixa a Moderada (2) | Elevada (3) |
| F. Ignimbrítica Inferior | | | |
| F. Basáltica Inferior | Escoadas lávicas e depósitos piroclásticos | Moderada a Alta (4) | Baixa (1) |
| F. Basáltica de Sta. Bárbara | Escoadas basálticas e depósitos piroclásticos associados | | |
| F. Traquítica de G. Moniz | Depósitos piroclásticos, escorrências e domos de natureza traquítica sobrepostos | Moderada (3) | Moderada (2) |
| F. Traquibasáltica dos Cinco Picos | Formação mais antiga da Ilha | Baixa a Moderada (2) | Alta (3) |

No quadro 8 apresentam-se as Formações presentes no concelho de Angra do Heroísmo e a atribuição de valores de permeabilidade e de susceptibilidade aos movimentos de terreno de cada Formação.

3.2. Vulcanologia

Tal como as restantes ilhas do arquipélago açoriano, a ilha Terceira é um edifício resultante de várias manifestações vulcânicas, constituída essencialmente por lavas e por

materiais de projecção, com alternâncias de fases efusivas e explosivas (Fig. 18 e Carta nº 7, Anexo I).

Segundo Cota Rodrigues (2002) o vulcanismo insular assentou num conjunto de processos que envolveram manifestações de carácter basáltico, traquibasáltico e traquítico, com estilos e formas de actividade muito diversificados.

Aquele autor defende que as manifestações basálticas, com origem em magmas provenientes do manto superior, estão directamente relacionadas com a faixa de fracturas do Dorso Central e caracterizam-se por emissões estrombolianas, que ocorreram associadas a fracturas localizadas no centro e centro-oeste da ilha.

O vulcanismo traquibasáltico e traquítico está associado a processos de diferenciação e assimilação magmática ocorridos em câmaras pouco profundas (Fernandes, 1985b). Aquele vulcanismo é responsável pela edificação dos estrato-vulcões dos Cinco Picos e de Guilherme Moniz - Pico Alto.

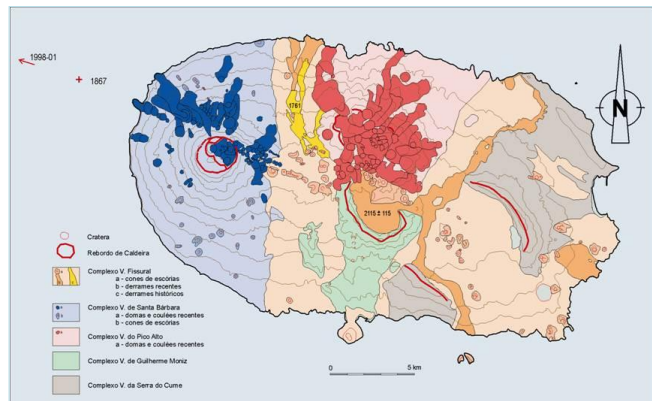


Figura 18 – Carta Vulcanológica (CVARG, 2010)

Cota Rodrigues (2002) definiu dois tipos de vulcanismo para a ilha, (1)

Vulcanismo associado ao dorso da Terceira; (2) Vulcanismo associado ao dorso central. O primeiro, associado ao *Rift* da Terceira, expressa-se na superfície da ilha pela actividade eruptiva dos vulcões dos Cinco Picos e de Guilherme Moniz.

O **Vulcão dos Cinco Picos** é o vulcão mais antigo da ilha, assente num conjunto de processos vulcânicos insulares associados à actividade eruptiva do *Rift* da Terceira. As emissões vulcânicas insulares iniciaram-se provavelmente já no Quaternário, na Época Plistocénica. Este vulcão, segundo França *et al.* (2003) mostra-se constituído por uma alternância de escoadas lávicas e depósitos piroclásticos, incluindo importantes ignimbritos, que representam as formações mais antigas da ilha. A actividade vulcânica envolvida foi essencialmente estromboliana, com a emissão de lavas e produtos piroclásticos de composição traquibasáltica (Fernandes, 1985b). Actualmente bastante erodido, este vulcão exhibe uma caldeira de grande dimensão, a Caldeira dos Cinco Picos, com cerca de 7 km de diâmetro e vestígios bem evidentes das suas bordaduras a NE-SW, nomeadamente, nas serras do Cume (na Praia da Vitória) e da Ribeirinha.

Embora a estrutura do **Vulcão Guilherme Moniz** se encontre bastante erodida pode observar-se a existência de domos traquíticos e de centros eruptivos basálticos (dois cones surtseianos – o Monte Brasil e o Ilhéu das Cabras, e ignimbritos) (França *et al.*, 2003). O

primeiro período de actividade vulcânica deste vulcão iniciou-se naturalmente com os episódios terminais do vulcanismo submarino e com a emissão fissural subaérea de um conjunto de cúmulo-domos e domos escoadas traquíticas ao longo de fracturas associadas ao *Rift* da Terceira⁴ (Cota Rodrigues, 2002). O segundo período, provavelmente processado logo após o colapso da caldeira (Fernandes, 1985b), ocorreu no sector norte desta depressão, com o surgimento do Centro Vulcânico do Pico Alto (Lloyd e Collis, 1981, *in* Cota Rodrigues (2002)).

O vulcanismo associado ao dorso central da ilha corresponde a manifestações vulcânicas maioritariamente de natureza basáltica, responsáveis pela edificação do estrato-vulcão de Santa Bárbara e pela faixa central da ilha, que se desenvolve desde o *graben* do Pico Gaspar, até ao centro da depressão dos Cinco Picos, passando pelo centro da caldeira Guilherme Moniz (*central rift zone*) (Cota Rodrigues, 2002).

O **Vulcão de Santa Bárbara** é o mais jovem e ocidental da ilha Terceira. Foi construído em duas fases distintas, que envolveram estilos eruptivos diferentes. Segundo França *et al.* (2003) ter-se-á iniciado por um vulcanismo mais básico, predominantemente do tipo mugearítico e havaítico, que terá evoluído para um vulcanismo nitidamente mais explosivo, responsável pela formação de domos traquíticos e por espessos depósitos pomíticos de queda.

Dorso Central: as erupções ocorridas na faixa central da ilha, na sua maioria de carácter basáltico, desenvolveram-se ao longo de um conjunto de fissuras entre o flanco leste do Vulcão de Santa Bárbara, o Pico da Bagacina e o extremo sudeste da ilha, passando pelo centro das caldeiras de Guilherme Moniz e dos Cinco Picos.

3.3. Tectónica e Sismicidade

A “plataforma oceânica onde se situa o arquipélago dos Açores bem como cada um dos edifícios insulares que nela assentam, são afectados por uma série de fracturas as quais, ao terem servido de condutas de ascensão e emissão de magmas gerados em profundidade, estão directamente relacionados com a sua origem” (Cota Rodrigues, 1993). Estas descontinuidades, para além de marcarem a topografia da ilha e conseqüentemente a distribuição da precipitação e da rede hidrográfica, podem condicionar localmente a permeabilidade dos terrenos, pelo facto de na sua vizinhança, as formações se apresentarem no geral, muito fracturadas.

⁴ Estas estruturas lávicas, ao coalescerem e se sobreporem entre si, formaram provavelmente todo o terço central da ilha.

3.4. Clima

Localizado em pleno Oceano Atlântico, os Açores têm um clima com características marítimas, que se traduz em temperaturas amenas com pequenas amplitudes térmicas diárias e anuais, pluviosidade elevada e grandes teores de humidade relativa do ar (DREPA, 1988). Assim sendo, o clima da Terceira é ditado fundamentalmente pela sua localização geográfica, pela influência da massa oceânica e pela sua topografia.

Todos os factores supracitados são responsáveis por um clima que pode ser classificado como temperado, oceânico, húmido e chuvoso (Pinheiro, 2001).

A distribuição espacial das temperaturas no Arquipélago está condicionada por factores fisiográficos (altitude e exposição), proximidade do mar e coberto vegetal (DREPA, 1988). A temperatura média diminui à medida que aumenta tanto a altitude como a distância ao mar, que aumentam em conjunto na maioria das vezes (Fig. 1, Anexo II). Poderá afirmar-se que a variação da temperatura do ar aumenta a uma taxa aproximada de 0,6 °C por cada 100 metros de altitude, para todo o Arquipélago (Bettencourt, 1979). Pelos valores médios das temperaturas máximas e mínimas diárias registadas, verifica-se que a média máxima é atingida em Agosto, com 24 °C, e a mínima em Fevereiro situando-se nos 11 °C (Bettencourt, 1979).

As águas que rodeiam o arquipélago dos Açores são anormalmente quentes quando comparadas com outras zonas do globo com latitude equivalente devido à corrente do Golfo, sendo a temperatura do ar, por consequência, também ligeiramente superior às temperaturas do continente numa mesma latitude (Pinheiro, 2001).

A costa norte da ilha, directamente exposta a ventos polares mais frios e secos, é menos húmida do que a costa sul, exposta a ventos tropicais húmidos (Pinheiro, 2001). Os meses de Verão são os menos húmidos do ano (média de 70 %), enquanto que no Inverno os valores médios por norma são superiores a 80 %.

Na Figura 2, Anexo II, estão indicados os valores médios (mensais e anuais) da humidade relativa do ar na ilha Terceira.

Os factores que condicionam a precipitação são fundamentalmente, o relevo e a posição geográfica. Na costa norte a pluviosidade é superior à da costa sul. Assim como no interior montanhoso da ilha, os valores de precipitação são muito superiores aos valores verificados nas áreas mais baixas do litoral. A Figura 3 em Anexo II apresenta os valores da precipitação média anual observados na ilha Terceira.

Nos Açores, o vento é bastante inconstante em velocidade e direcção, fortemente influenciado pelo relevo dos cones vulcânicos de maior altitude.

O sistema de circulação superficial é definido pela posição do anticiclone dos Açores, verificando-se todo o ano, ventos predominantemente do quadrante Oeste (Pinheiro, 2001). A maior frequência de ventos verifica-se entre os quadrantes Sul e Oeste e entre o Norte e o Nordeste, de acordo com a localização na zona de transição entre os ventos gerais (alíseos) e os ventos variáveis a Oeste (DREPA, 1988).

Relativamente à caracterização do clima açoriano, apesar de muito se ter já estudado, o facto é que ainda há muito a fazer. A especificidade da sua localização geográfica, a pequena dimensão, dispersão e orografia do território, fazem com que, em diferentes pontos do arquipélago e na mesma ilha, se verifiquem condições climáticas diferentes (Azevedo, 1991).

3.5. Hipsometria

A carta hipsométrica (Carta nº 10, Anexo I) foi elaborada a partir do MDT, definido a partir da base altimétrica (Carta nº 9, Anexo I) gentilmente fornecida pela UAC em suporte digital ArcGis 9.2. Foram definidas 10 classes de altitudes, compreendidas entre os 100 e os 1010 m. O relevo da ilha é evidentemente do tipo vulcânico. Os seus principais acidentes orográficos são o remanescente de antigos vulcões, de modo que as formas de relevo são condicionadas pela sua fisiografia (Azevedo, 1963).

O concelho de Angra apresenta uma diferença de cotas acentuada, que varia desde os 1021 m de altitude máxima no cone vulcânico na Serra de Santa Bárbara, até às cotas mais baixas ao nível do mar. A Serra do Morião, ocupando aproximadamente o centro geométrico da ilha, representa dois terços da antiga vertente do aparelho vulcânico que abateu dando origem ao maciço de Guilherme Moniz (Caldeira de Guilherme Moniz). Esta Serra eleva-se a 632 m de altura ou seja, a 149 m acima do chão da caldeira (Fernandes, 1985b). As suas vertentes são dissimétricas, em que no interior é uma escarpa de falha, e no exterior, a vertente desce suavemente pela encosta a Sul. Na costa litoral do concelho, observam-se sobretudo altitudes de 100 a 200 m a Oeste e Sul da ilha, com excepção de alguns locais como em S. Mateus, Feteira, Porto Judeu e São Sebastião que apresentam cotas inferiores a 100 m.

3.6. Declives

A carta de declives (Carta nº 11, Anexo I) foi elaborada a partir do MDT, sobre uma TIN realizada com base na carta altimétrica. Definiram-se cinco classes de declives (0-5 %, 5-8 %, 8-15 %, 15-25 % e > 25 %) para se obter uma maior percepção das unidades de

paisagem e assim identificar as áreas mais susceptíveis de ocorrência de movimentos de terreno. O declive sendo um parâmetro indispensável na análise da paisagem, é “extremamente útil no planeamento do uso do solo, determinando a existência de áreas condicionadas a algumas ocupações do solo” (Magalhães, 2001). O declive é um factor determinante para o estudo dos movimentos de terreno, pois está fortemente relacionado com as formações geológicas existentes no território, sobretudo em termos litológicos, estruturais e dos processos erosivos que actuaram sobre as formações, determinando assim a maior ou menor instabilidade geomorfológica do território (Magalhães *et al.*, 2007). De acordo com estes autores, o declive do terreno tem também influência directa sobre a infiltração e escoamento da água, dado que a partir de declives superiores a 8 % a infiltração revela-se pouco significativa.

O estudo da susceptibilidade aos movimentos de terreno tem os declives como parâmetro fundamental para a sua análise. No entanto, é de salientar que por si só, não é possível obter conclusões definitivas, visto ser necessário o cruzamento de outras informações de condicionantes indispensáveis que também podem contribuir para desencadear os movimentos de terreno.

Ao analisar as vertentes cujos declives podem determinar condições que influenciam a maior ou menor permeabilidade, estão necessariamente a analisar-se os declives e a sua aptidão para potenciarem a infiltração (Pena, 2008). Certamente que as vertentes com menores declives favorecem a maior capacidade de infiltração, e pelo contrário, nos declives mais altos, a infiltração diminui, uma vez que há tendência para que o escoamento superficial se faça com maior intensidade.

As classes de declives (Quadro 9) consideradas foram classificadas segundo a capacidade para promover a infiltração das águas e a susceptibilidade aos movimentos de terreno.

Quadro 9 – Atribuição de valores, para cada classe de declives, de capacidade para promover a infiltração e susceptibilidade aos movimentos de terreno (adaptado de Gama (2007) e Pena (2008))

| Classes de Declives | Capacidade à Infiltração | Descrição | Susceptibilidade aos movi. de terreno (Classes) |
|----------------------------|---------------------------------|--|--|
| 0-5 % | 5 | Aptidão à Infiltração Alta | Baixa (1) |
| 5-8 % | 4 | Aptidão à Infiltração Moderada a Alta | |
| 8-15 % | 3 | Aptidão à Infiltração Moderada | Moderada (2) |
| 15-25 % | 2 | Aptidão à Infiltração Baixa a Moderada | Elevada (3) |
| >25 % | 1 | Aptidão à Infiltração Baixa | |

O limiar dos 5 % corresponde às áreas planas onde a infiltração é promovida. Na área em estudo, as áreas planas correspondem, sobretudo, às áreas centrais da ilha na base dos vulcões e das suas caldeiras. Porto Judeu, Vila de São Sebastião e São Bartolomeu são as freguesias mais planas. As áreas com declives na ordem dos 8 % são áreas que ainda permitem, potencialmente, a infiltração das águas de precipitação. O limiar dos 15 % corresponde a uma escorrência rápida que pode determinar a erosão (Pena, 2008). Os declives superiores a 25 % correspondem às vertentes dos cones vulcânicos e algumas áreas litorais. Estas áreas são consideradas sensíveis, porque a infiltração é muito baixa e a erosão, função da natureza do substrato, poderá fazer-se sentir com elevada intensidade.

3.7. Hidrografia

A carta hidrográfica (Carta nº 12, Anexo I) foi elaborada a partir da carta altimétrica estando aí representadas as bacias hidrográficas e as respectivas linhas de água. A fisiografia representa a base estruturante da Paisagem, definindo os pontos de convergência e de distribuição das águas na área em estudo.

As redes hidrográficas das regiões vulcânicas apresentam vários padrões de drenagem, dos quais o mais comum é, sem dúvida, o padrão radial nos cones vulcânicos (Nunes, 1996). São vários os factores que determinam os percursos das linhas de água. A rede hidrográfica da Terceira é, segundo Cota Rodrigues (1993) marcadamente condicionada pelos seguintes factores: (a) geologia; (b) relevo; (c) estrutura da rocha; (d) pequena dimensão da ilha; (e) clima; e, (f) vegetação.



Figura 21 - Ribeira do Pesqueiro (S. Bartolomeu).

Em toda a ilha, os cursos de água têm as suas fozes no mar, sendo a maioria das ribeiras de regime torrencial, que secam na época de maior calor (por exemplo na Ribeira do Pesqueiro) (Fig. 21).

Existem na ilha Terceira numerosas nascentes, das quais algumas relacionadas com a presença de algares. Uma das principais reservas naturais deste tipo está representada pela Caldeira Guilherme Moniz onde por baixo das lavas basálticas modernas existem pequenos ribeiros subterrâneos aproveitados para o abastecimento de Angra do Heroísmo (Zbyszewski, 1971). Actualmente a Fonte do Cabrito também é utilizada para abastecimento de água para o concelho.

As lagoas existentes na ilha apresentam pequena dimensão, situando-se em pequenas depressões tornadas impermeáveis pela acumulação de argilas e pela formação de horizontes plácicos nos solos subjacentes (Cota Rodrigues, 1993), assim como, em níveis pouco permeáveis como depósitos piroclásticos alterados.

Na área de estudo observa-se uma maior concentração de linhas de água a norte, centro e a sul do concelho, abrangendo as freguesias dos Altares, Raminho, Serreta, Doze Ribeiras, São Bartolomeu, São Mateus, Terra-Chã, Posto Santo, N^a Sr^a da Conceição, São Pedro e São Bento.

3.8. Exposição solar

A carta de exposições (Carta nº 13, Anexo I) foi elaborada sobre o MDT, em formato TIN, realizado com base na carta altimétrica da ilha Terceira. Reclassificou-se a informação nos quatro quadrantes, Norte, Sul, Este e Oeste, e em áreas sem exposição determinada, ou seja, superfícies aplanadas que recebem radiação de todas as exposições. O estudo desta componente da paisagem, tem uma elevada importância no que respeita à delimitação das áreas onde o conforto bioclimático se faz sentir, pelo que as diferentes exposições ao sol geram microclimas distintos. Deste modo, a análise das exposições auxilia na determinação da localização adequada às várias actividades humanas, assim como a natureza da vegetação espontânea e das culturas instaladas. No hemisfério Norte, as vertentes expostas a Sul recebem maior quantidade de radiação ao longo do ano relativamente às restantes exposições (Magalhães, 2001). Estas condições fazem destas vertentes, as melhores para a implantação de edificado, assim como as mais favoráveis para o desenvolvimento de algumas culturas agrícolas. Pelo contrário, as vertentes expostas a Norte, são extremamente desfavoráveis em termos de conforto bioclimático, pelo facto de receberem menores quantidades de radiação ao longo do ano. Entre os valores das exposições de Sul e de Norte, situam-se os das exposições a Nascente e a Poente. Magalhães *et al.* (2007), defendem que a Poente, os valores da temperatura do ar são superiores aos das vertentes expostas a Nascente, devido ao aquecimento do ar acumulado ao longo do dia, enquanto que, a Nascente, a radiação fornecida durante as primeiras horas do dia, é gasta na evaporação do orvalho. Assim sendo, poder-se-á concluir que o maior conforto climático se faz sentir nas vertentes expostas a Sul e a Oeste.

Para as ilhas dos Açores, não se conhecem modelos quantitativos que determinem a radiação solar. Em termos gerais, aceita-se a diminuição da quantidade total da energia solar com a altitude em resultado do incremento do número de horas de céu encoberto

devido à nebulosidade orográfica (Fontes, 1999). No entanto, em circunstâncias de céu limpo, a intensidade de energia solar cresce com a altitude.

Pela análise cartográfica produzida verifica-se que, no concelho de Angra do Heroísmo predominam as exposições Este com 35,48 % da área total do concelho, e as áreas com exposição indeterminada com 20,89 % (todas as exposições). Seguem-se em termos de representatividade, as exposições a Sul (18,52 %) e a Norte (13,80 %), e com menor expressão as áreas expostas a Oeste (11,30 %). A exposição a Este domina desde a freguesia das Cinco Ribeiras até à Vila de S. Sebastião. As exposições a Sul surgem de forma dispersa, predominando na encosta das Doze Ribeiras. As exposições a Oeste concentram-se sobretudo a norte do concelho, nomeadamente, nas freguesias da Serreta, Raminho e Altares.

3.9. Solos

Na ilha em estudo, os solos integram-se predominantemente na categoria dos Andossolos (Andossolos Típicos e Andossolos Ferruginosos) e em menor proporção na dos Andossolos Víttricos, Histossolos, Litossolos e Solos Litólicos (Pinheiro, 1990). A distribuição dos diversos tipos de solos é resultado das condicionantes do relevo, assim como a natureza e idade dos materiais que os originaram por meteorização e pedogénese. A espessura dos solos formados é muito variável, dependendo das condições climáticas, do material originário e também da periodicidade e época das actividades vulcânicas (DREPA, 1988). Na ocorrência de novas erupções, a formação do solo é interrompida, ocorrendo por vezes a sobreposição de vários solos soterrados de diversa espessura e em diferentes estados de evolução (DREPA, 1988).

Os solos predominantes na paisagem terceirense (Carta nº 14, Anexo I) foram classificados segundo Pereira (2004) como Andossolos (Típicos, Víttricos e Ferruginosos), Litossolos e Solos Litólicos, e, Histossolos:

3.9.1. Andossolos

Estes solos, muito particulares quanto ao seu material originário, evoluem sob condições de clima atlântico temperado e húmido, estando representados em outras regiões do Mundo, constituindo, no entanto, um elemento da paisagem raro, pelo menos na Europa. São formados a partir da alteração de materiais piroclásticos (sobretudo materiais ácidos, como as cinzas) e são constituídos essencialmente por materiais argilosos de fraca cristalinidade, as alofanos (Nunes, 2003). Os Andossolos apresentam baixa massa volúmica aparente, dificuldades de dispersão, elevada capacidade de retenção de água e alterações

mineralógicas e físicas irreversíveis após dissecação (Pinheiro, 1990). Estes solos apresentam elevada capacidade de retenção de humidade, uma vez que a porosidade total tende a ser muito elevada da ordem dos 70 % (Madruga, 1995), muito superior à dos solos arenosos (40 %) e à dos argilosos (55 %). São solos férteis e muito produtivos, fáceis de cultivar porque permitem a penetração radicular com alguma facilidade, no entanto, devido à sua elevada hidratação, são difíceis de lavar devido à sua baixa capacidade de rolamento e da sua elevada viscosidade (FAO, 2006).

3.9.1.1. Andossolos Típicos

Com distribuição desde o nível do mar até aos 500/600 metros de altitude, são solos geralmente profundos e bem drenados, formaram-se a partir de materiais vulcânicos recentes, sobretudo de natureza piroclástica, predominando os ácidos de tipo pomítico e cinzas (Pinheiro, 1990). A propriedade física mais relevante nos Andossolos é a massa volúmica aparente, que apresenta valores particularmente baixos (Pereira, 2004). As texturas destes solos são predominantemente francas.

3.9.1.2. Andossolos Vítricos

Estes solos apresentam horizontes superficiais escurecidos pela matéria orgânica e, geralmente apresentam textura franco-arenosa. Encontram-se associados a materiais piroclásticos de origem pomítica ou de *lapilli* basáltico. Estes solos apresentam material vítrico pouco evoluído.

3.9.1.3. Andossolos Ferruginosos

Com uma distribuição acima dos 500/600 metros de altitude, nas vertentes Norte e Sul respectivamente, os Andossolos Ferruginosos distinguem-se dos restantes por apresentarem ao longo do perfil (e sempre a profundidade inferior a 50 cm) horizonte(s) que evidencia(m) de forma bem expressa a presença de constituintes ferruginosos, formando delgadas crostas ou finos veios, contínuos em metade ou mais do respectivo *pedon*, duros e quebradiços, cimentando elementos grosseiros e/ou outros componentes do solo e que normalmente se opõem à penetração radicular e à infiltração da água (Ricardo *et al.*, 1977 *in* Pereira 2004). Como materiais de origem, predominam os piroclastos de natureza ácida (pedra pomes e cinzas) em distintos estádios de meteorização mas que, em geral conservam, pelo menos em parte, a morfologia original, permitindo o fácil reconhecimento do tipo de material originário (Pinheiro, 2000).

Estes solos apresentam à superfície um horizonte orgânico, com diferentes graus de decomposição da matéria orgânica. Uma característica diferenciadora deste tipo de solo é a

presença de um horizonte *plácico* (Madruça, 1995). Os horizontes *plácicos* não permitem a infiltração das águas e mesmo em alguns casos a penetração das raízes, surgindo assim como factor limitante de intensificação cultural, não estando somente circunscrito a zonas declivosas mas ocorrendo frequentemente em zonas de relevo geral mais aplanado (Madruça, 1991).

3.9.2. Litossolos e Solos Litólicos

Estes solos estão associados a formações rochosas de escoadas lávicas pouco meteorizadas, por vezes com declives acentuados e sempre marcados por um microrelevo muito acidentado e irregular.

São solos cujo grau de evolução é incipiente (Litossolos), ou pouco definida (Solos Litólicos), derivados de rochas consolidadas, de espessura efectiva inferior a 10 cm. A sua textura é fundamentalmente ligeira ou mediana, dependendo da natureza da rocha-mãe e do grau de meteorização atingido. Por norma existe uma percentagem considerável de elementos grosseiros (Pereira, 2004). São quase sempre pobres em matéria orgânica, dada a sua pequena espessura. A maior ameaça a estes solos é a erosão, pela pressão populacional (turismo), exploração e crescimento da poluição ambiental por via da destruição das florestas (FAO, 2006). Geralmente, são solos caracterizados pela elevada permeabilidade.

3.9.3. Histossolos

Constituem solos extremamente ricos em material orgânico (FAO, 2006). São sujeitos a grandes mudanças nas suas características morfológicas, físicas e químicas, exigindo portanto, muitos cuidados no seu uso e preservação. Este tipo de solo presente na ilha Terceira pertence ao grupo *Sphagnofibrists*, ou seja, são solos formados a partir essencialmente de *Sphagnum sp.* em áreas muito húmidas e praticamente planas, formando aglomerados de Turfeiras.

No Quadro 10 apresentam-se a classificação proposta para a permeabilidade de cada tipo de solo de Angra do Heroísmo, e a respectiva susceptibilidade aos movimentos de terreno.

Quadro 10 - Descrição dos Solos (Pinheiro, 1990; Cota Rodrigues, 1993, 2002; Pereira, 2004) e Classificação proposta para a permeabilidade dos solos e susceptibilidade aos movimentos de terreno em Angra do Heroísmo

| Solo | Descrição | Permeabilidade (Classes) | Susceptibilidade (Classes) |
|--|--|---------------------------------|-----------------------------------|
| Andossolos Típicos | Solos profundos, bem drenados | Moderada (3) | Moderada (2) |
| Andossolos Víttricos | Apresentam material vítrico pouco evoluído; textura franco-arenosa | Moderada a Alta (4) | Baixa (1) |
| Andossolos Ferruginosos | Presença de constituinte ferruginosos, formando delgadas crostas, cimentando os elementos componentes do solo e que se opõe à penetração radicular, circulação e infiltração da água | Baixa (1) | Elevada (3) |
| Andossolos Típicos + Andossolos Víttricos | | Moderada (3) | Moderada (2) |
| Andossolos Ferruginosos + Litossolos e Solos Litólicos | | | |
| Litossolos e Solos Litólicos | Associados a terrenos rochosos de escoadas lávicas pouco meteorizadas; textura fundamentalmente ligeira ou mediana; elevada percentagem de elementos grosseiros | Alta (5) | Baixa (1) |
| Histosolos | Solos formados em material orgânico; formados essencialmente de <i>sphagnum sp.</i> em áreas muito húmidas e praticamente planas; retêm a água | Baixa a Moderada (2) | Elevada (3) |

3.10. Vegetação

A paisagem é um sistema dinâmico, caracterizado por vários factores naturais e pela acção humana. A vegetação actual existente no concelho em estudo é resultante da interacção destes diferentes factores, os quais deram origem à paisagem que hoje se observa.

Nos Açores a transformação do revestimento vegetal foi rápida e acentuada. Segundo Narciso (1939) estas ilhas eram cobertas de matagal fechado, desde a beira-mar ao cume dos montes, foi preciso fazer grandes queimadas para gerar clareiras para as culturas e para a edificação dos primeiros povoados. Deste modo, as terras de cultivo começaram a ocupar os vales e a crescer pelas encostas. De acordo com o mesmo autor, o próprio revestimento que foi poupado, sofreu grande transformação, com a introdução de novas espécies silvícolas e fruteiras, vindas da Europa e da América. As mudanças do uso e da ocupação do solo que se têm vindo a verificar desde o descobrimento dos Açores até à actualidade, torna necessária a actualização sistemática do revestimento vegetal. A sua

importância, para além de conter um elenco de espécies específico, constitui um importante factor de estabilidade geomorfológica (Gama, 2007). A introdução de um bom coberto vegetal, com os estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo, promove a estabilidade da paisagem desde que o declive, a litologia e as características do solo o permitam (Abreu, 2007).

A cartografia da vegetação constitui um valioso instrumento de conhecimento e ordenamento de qualquer território (Dias, 1991). As actividades humanas constituem, actualmente, o principal factor da distribuição da vegetação, pelas limitações de espaço que impõem, deixando disponíveis apenas os solos que, por razões climáticas ou de aptidão, não tinham utilidade para a actividade agrícola ou silvícola (Dias, 1989).

Recentemente, com o avanço da maquinaria agrícola pesada, muitas das áreas naturalmente protegidas tornaram-se facilmente disponíveis e rentabilizáveis, estando em risco de se extinguirem muitas das manchas endémicas de vegetação (Dias, 1989). Para além do referido, em termos florísticos, pelos milhares de espécies de plantas exóticas, que são introduzidas, algumas delas tem-se tornado nos piores inimigos dos ecossistemas actualmente protegidos (Dias, 1996). Com o avanço da intensificação cultural, especialmente a agro-pecuária, muitas das áreas sem aptidão agrícola, sobretudo as terras dos cumes montanhosos, foram arroteadas, pondo em risco algumas manchas de comunidades vegetais endémicas, assim como a exposição do solo aos processos erosivos (Fontes, 1999).

Por outro lado, a crescente sensibilização das entidades oficiais e do público em geral, nos últimos anos, para a importância da preservação do património natural dos Açores, tem levado a que, muitas das áreas críticas, tenham vindo a tornar-se áreas classificadas (Dias, 1989).

Os Açores fazem parte da região da Macaronésia, na sua fácies mais Atlântica, possuindo um coberto vegetal único de características muito próprias. São elementos relíquia do período Terciário no continente Europeu, correspondendo a condições subtropicais, denominadas por espécies “fósseis vivos” pré-glaciares (Fontes, 1999). As comunidades de espécies nativas dominantes são, na sua maioria, endémicas (Dias *et al.*, 2005).

O conhecimento de toda a vegetação dos Açores continua incompleto. Contudo, a noção das características da vegetação atribuídas segundo a altitude, por zonas, foi alterado graças aos recentes estudos realizados, os quais comprovam que os factores mais importantes da sua distribuição são a exposição aos ventos e a humidade do solo (Dias *et al.*, 2005).

Dias (1991, 1996), apresentou uma tipologia da vegetação com base fisiográfica, assente na estrutura florística das unidades, considerando várias unidades de vegetação para a Ilha Terceira. Recentemente, em 2004, com o Grupo de Ecologia Vegetal e Ambiente do Departamento de Ciências Agrárias da UAC, coordenou a elaboração da Carta do Coberto Vegetal da ilha (Carta nº 15, Anexo I), na qual são considerados as seguintes unidades:

(1) VEGETAÇÃO ARBORESCENTE CLÍMAX: são unidades de vegetação natural dominadas por espécies arbóreas endémicas dos Açores (e.g., *Juniperus brevifolia* (Seub.) Antoine, *Erica azorica* Hochst. ex Seub.) ou da Macaronésia (e.g., *Laurus azorica* (Seub.) Franco, *Ilex perado Aiton ssp. azorica* (Loess.) Tutin), e onde a intervenção humana directa (corte, plantação, pastoreio, etc.) ou indirecta (avanço de espécies exóticas) não é significativa (no sentido de não ter alterado a estrutura e dinâmica) ou é nula. A Serra de Santa Bárbara (Fig. 22) deverá constituir, actualmente, a maior mancha contínua de vegetação clímax natural dos Açores e de maior diversidade e, junto com a mancha Ferraria/Pico Alto/Terra Brava, constitui o maior complexo de comunidades naturais ainda existentes nos Açores.



Figura 22 - Serra de Santa Bárbara (Ilha Terceira, Açores).

As manchas cartografadas sob esta designação distribuem-se por quatro núcleos, sendo três na zona central da ilha, distribuindo-se desde as zonas de média altitude até à parte mais elevada da ilha (altitude mais baixa: 500 m; altitude mais representada: 700 m). O quarto localiza-se junto à costa N da ilha (Pico Matias Simões) e, contrariamente aos anteriores, constitui um povoamento secundário, pelo abandono da exploração desta área no início deste século (apanha de lenhas).

(2) VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA SERRAL: são áreas onde a comunidade vegetal revela encontrar-se num processo natural de dinâmica de evolução para a comunidade potencial local. O número de espécies endémicas presentes é elevado e dominante. No

conjunto, as espécies espontâneas correspondem a 85 % da flora inventariada correspondendo ao Mato de vassoura-louro (*Erica azorica* – *Laurus azorica*): ocorre em locais como a Caldeira Guilherme Moniz, Cabrito, Furna da Água/Fontinhas (escoada), escoada dos Biscoitos e Mistérios Negros.

(3) VEGETAÇÃO COSTEIRA: a delimitação deste coberto é tomada como correspondente à orla costeira, entendendo-se como tal a faixa litoral sob exposição directa aos agentes marinhos. As comunidades de vegetação das costas rochosas estendem-se por toda a costa açoriana, com excepção de pequenos locais, por razões geomorfológicas/litológicas (areias, costas de tufo) ou antrópicas (depósitos de lixos/entulhos, construções, etc.). A forma mais comum de costa açoriana é constituída por um manto lávico, exposto por abrasão marinha ou criado por avanço superficial de lavas recentes. Para efeitos de classificação de habitats distinguiu-se dois tipos de costas rochosas: **Costas de mantos lávicos** - os factores determinantes são a estrutura externa das lavas, o tipo de fissuras e rugosidade, onde se possa fixar a vegetação e reter humidade, com maior ou menor facilidade, associada a um hidromorfismo marinho acentuado; **Costas de calhaus** - de depósitos de calhaus rolados, baías ou reentrâncias de médio-baixo hidrodinamismo, muitas vezes em mosaicos com os mantos lávicos.

Na ilha Terceira observam-se os biótopos costeiros acima descritos: (i) nas encostas escarpadas (exemplo de arriba na Fig. 23), constituídas geralmente por uma arriba modelada em camadas alternadas de piroclastos e lavas, e por um patamar estreito de materiais de avalanche. Devido à instabilidade do substrato, os povoamentos são esparsos;



Figura 23 - Encosta escarpada (Ribeirinha).



Figura 24 - Costa de derrames lávicos (Vila Maria e S. Mateus).

(ii) os derrames lávicos de declive suave (Fig. 24), onde o factor determinante é a exposição ao vento; (iii) os areais, biótopo raro nos Açores, possuíam alguma representatividade na ilha Terceira no concelho da Praia da Vitória. No entanto, encontram-se actualmente sob intensa ocupação antrópica.

O espaço cartográfico ocupado por esta vegetação é sempre muito estreito, mas pode distribuir-se, verticalmente, por uma área considerável, nas encostas escarpadas, de que a

parte W e N da ilha Terceira é rica. No entanto, pela posição geográfica, destes biótopos e pela sua fragilidade ecológica, tem resultado uma extensa alteração das comunidades originais, em resultado das actividades humanas. Os derrames lávicos e os areais sofrem uma pressão directa, com a sua transformação em zonas sociais, urbanizações, parques industriais e zonas de despejo; as encostas escarpadas sofrem uma pressão indirecta, pela penetração de espécies exóticas agressivas, como o *Carpobrotus edulis* (L.) L. Bolus (chorão) e o *Arundo donax* L. (cana).

(4) ZONAS HÚMIDAS (zonas encharcadas, charcos e turfeiras): a ilha Terceira é rica nestes biótopos, mercê da sua orografia na parte central.

As zonas encharcadas na ilha podem ser agrupadas em: (i) ribeiras que, com excepções, são de regime torrencial com leito rochoso, não possuindo vegetação específica; (ii) lagoas interiores, sempre de reduzidas dimensões e dependentes directamente do escoamento superficial; (iii) lagoas litorais, com penetração de água salgada (Paul da Praia da Vitória) ou de água doce (Alagoa das Quatro Ribeiras); (iv) charcos, dependentes das águas de escoamento, onde por vezes há o desaparecimento da toalha de água livre durante o período estival; (vi) as turfeiras são comunidades formadas por um estrato muscicular contínuo profundo, em que suportam um estrato herbáceo esparso e pouco denso, em que por vezes o estrato arbustivo está também presente. A presença deste tipo de coberto vegetal no ciclo hidrológico das ilhas mostra-se relevante, por actuar como regulador da queda da precipitação e infiltração com uma cedência gradual e contínua para os níveis inferiores alimentando os aquíferos (Fontes, 1999). Portanto, atenua o escoamento superficial desorganizado e erosão dos solos, e também regula o microclima insular.

(5) FLORESTAS: o sector silvícola possui como componentes três tipos de exploração: (i) o eucaliptal; (ii) as matas de criptoméria; (iii) as florestas mistas.

(6) PASTAGENS: como acontece em todas as ilhas dos Açores, o coberto vegetal dominante é a pastagem. Nos últimos vinte anos, as áreas de vegetação natural foram reduzidas para 50 %, sendo, maioritariamente ocupadas por pastagens (Dias *et al.*, 2005).

(7) CULTURAS PERMANENTES: compreendem, nesta ilha, apenas fruteiras, referindo-se a vinha e as árvores de fruto (macieiras, pereiras, etc.).

(8) CULTURAS MÚLTIPLAS: sob esta designação estão reunidas um conjunto de explorações agrárias, impossíveis de definir, cartograficamente, pela sua variação no tempo e emparcelamento: pastagens temporárias, forrageiras, hortícolas, estufas, hortas familiares, etc. As condições climáticas associadas à orografia da ilha colocam este tipo de actividades para um anel em torno da ilha, até cerca dos 100 m de altitude.

3.11. Geomorfologia

A origem vulcânica dos Açores conferiu às ilhas uma morfologia bastante diversificada e complexa, que reflecte a natureza dos processos eruptivos que estiveram na sua origem, assim como as estruturas tectónicas, a idade das formações e o grau dos processos erosivos actuantes. Estes factores estão representados pelas paisagens montanhosas, pelas poucas áreas aplanadas e pelas costas e arribas escarpadas, de grande altura, onde as praias são raras. A geomorfologia, ao ditar a energia potencial do sistema, constitui um dos principais factores condicionantes do escoamento hídrico superficial, ocorrendo escoamentos mais elevados nas zonas de maior declive (Cota Rodrigues, 1993).

Nesta multiplicidade de formas que o concelho em estudo apresenta, Cota Rodrigues (2002) procurou fazer uma caracterização da morfologia da ilha. A evolução sequencial do modelado e as suas relações com os processos morfogenéticos são abordados do seguinte modo:

3.11.1. Formas predominantes associadas à actividade vulcânica

- Estrato-vulcões – constituem a forma vulcânica mais característica da paisagem açoriana. Apresentam-se constituídos por sobreposições de escoadas lávicas e materiais piroclásticos. São exemplos, o estrato-vulcão dos Cinco Picos, Guilherme Moniz e Santa Bárbara.

- Cones de escória – constituem uma das formas vulcânicas mais comuns nas ilhas. Caracterizam-se por terem sido formados por uma única erupção vulcânica, estas estruturas podem-se apresentar abertas devido à extrusão lateral de lavas, como se verifica no Pico da Bagacina e no Pico Rachado (Pereira, 2004). Apresentam na sua constituição piroclastos de queda de natureza basáltica (cinzas, *lapilli* e bombas) (Cota Rodrigues, 2002).

- Cones de tufos vulcânicos – resultam, em regra, de erupções hidromagmáticas que ocorreram nos fundos submarinos costeiros, como exemplos de formas deste tipo são o cone vulcânico do Monte Brasil, e o Ilhéu das Cabras.

- Escoadas – as escoadas presentes na ilha Terceira são fundamentalmente de dois tipos litológicos: as lávicas (*lava flow*), provenientes de erupções efusivas, e as piroclásticas (*pyroclastic flow*), associadas a emissões de massas clásticas fluidificadas onde a componente gasosa ocupa uma fracção importante (Cota Rodrigues, 2002).

- Domos – resultam da acumulação de lavas muito viscosas, apresentam uma forma sensivelmente arredondada, geralmente proeminente representando importantes acidentes

orográficos. Localizam-se no interior das caldeiras e nas vertentes dos vulcões de Santa Bárbara e de Guilherme Moniz.

- Caldeiras de explosão – a única estrutura deste tipo na ilha Terceira, localiza-se no extremo sudeste, na zona deprimida onde se localiza a freguesia de S. Sebastião. Resultou de manifestações vulcânicas explosivas na cratera do vulcão, de carácter hidromagmático (Fernandes, 1985b), apresentando uma configuração sensivelmente circular.

- Estruturas filonianas – a ilha Terceira apresenta algumas estruturas vulcânicas discordantes do tipo filão, que afloram nas arribas litorais, em que a maioria se situa na parte oeste da orla costeira insular, no troço entre a Ponta da Serreta e a Ponta do Raminho.

3.11.2. Formas predominantes associadas à erosão

- Barrancos fluviais – as vertentes dos estrato-vulcões insulares apresentam-se talhadas por barrancos, na sua maioria associada à erosão fluvial. Os barrancos mais profundos correspondem a cursos de água que entalharam terrenos declivosos, constituídos por depósitos piroclásticos de natureza pomítica recente e resultaram de precipitações elevadas e intensas (vertentes da Serra de Santa Bárbara e do Pico Alto) (Cota Rodrigues, 2002).

- Escarpas costeiras e depósitos epiclásticos associados – as escarpas associadas a litologias homogéneas, de natureza lávica ou piroclástica, em Angra do Heroísmo, apresentam normalmente perfis verticais, contactando a base directamente com o oceano. Estas englobam arribas litorais talhadas nas escorrências traquíticas recentes do Pico Alto e Santa Bárbara (Serreta e Raminho), escarpas de pequena altitude definidas pelas escoadas basálticas (S. Mateus, Serretinha e Porto Judeu) e moldadas em depósitos surtseianos muito soldados e consolidados (arribas sul e sudoeste do Monte Brasil). As arribas associadas a litologias mistas, moldadas em formações onde ocorre sobreposição de escoadas lávicas e níveis piroclásticos, apresentam geralmente perfis subverticais com depósitos epiclásticos na base⁵. Localizam-se em todo o litoral do estrato-vulcão de Santa Bárbara, sul dos Cinco Picos (de S. Bento a Serretinha).

- Plataformas de abrasão – no concelho em estudo, encontra-se uma estrutura deste tipo com uma área muito reduzida, talhada em formações traquíticas recentes na Ponta da Serreta (Cota Rodrigues, 2002).

⁵ Estas acumulações resultam de desmoronamentos associados à abrasão marinha.

3.11.3. Formas associadas a movimentos tectónicos ou vulcanotectónicos

- Caldeiras de abatimento – as caldeiras deste tipo existentes na ilha Terceira correspondem a depressões circulares ou elípticas que surgem na extremidade superior dos três grandes estrato-vulcões que formam a ilha (Caldeira dos Cinco Picos, Guilherme Moniz e a caldeira de Santa Bárbara).
- Estruturas do tipo *graben* – estão associadas à tectónica regional, estas são as que têm maior expressão da ilha Terceira. Surgem associadas a subsidências locais que ocorreram ao longo de fracturas do Dorso da Terceira (*graben* das Lages e *graben* da Grota do Vale) e do Dorso Central (*graben* do Pico Gaspar) (Cota Rodrigues, 2002).
- Estruturas do tipo *horst* – correspondem a estruturas associadas a movimentos verticais positivos sectoriais do terreno.
- Arribas costeiras – modeladas inicialmente pela geodinâmica interna a nível local, resultam da actuação de mecanismos tectónicos, que terão movimentado verticalmente o terreno no sentido positivo ou negativo. Localizam-se no extremo nordeste da ilha, onde são evidenciadas pela disposição rectilínea da linha de costa.

3.11.4. Grandes Unidades de Relevo

Do ponto de vista estrutural, os aparelhos vulcânicos da Ilha Terceira podem ser agrupados em quatro complexos principais, de Oeste para Este (Zbyszewski *et al.*, 1971):

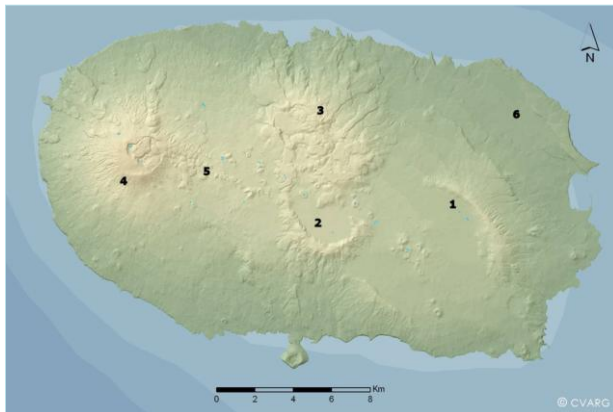


Figura 25 - Sob o ponto de vista geomorfológico a ilha apresenta seis unidades: (1) Vulcão dos Cinco Picos; (2) Vulcão Guilherme Moniz; (3) Vulcão do Pico Alto; (4) Vulcão de Santa Bárbara; (5) a Zona Fissural; (6) Graben das Lajes (CVARG, 2010).

Serra de Santa Bárbara; Serra do Morião; Maciço do Pico Alto; e, Complexo desmantelado da Serra do Cume e da Serra da Ribeirinha, separado pela Caldeira dos Cinco Picos. Mais recentemente, Cota Rodrigues (1993; 2002) considera a ilha Terceira alicerçada sobre três maciços estruturais: Maciço dos

Cinco Picos; Maciço de Guilherme Moniz – Pico Alto e o Maciço de Santa Bárbara (Fig. 25 e Carta 16 Anexo I).

▪ **Maciço dos Cinco Picos**

Localizado no terço oriental da ilha Terceira corresponde a um antigo vulcão central com caldeira, cujos flancos NE e SW, ainda preservados, definem a Serra do Cume e Serra da Ribeirinha. Segundo Cota Rodrigues (1993) a construção deste maciço, resulta de actividade vulcânica predominantemente estromboliana, que se reflectiu na acumulação de

espessas escoadas lávicas intercaladas por delgados depósitos piroclásticos e paleossolos. Trata-se do estrato-vulcão onde os efeitos erosivos mais se fizeram sentir, e é o mais trabalhado por mecanismos tectónicos, responsáveis pelos traços dominantes da sua morfologia.

- **Maciço de Guilherme Moniz – Pico Alto**

Localizado no centro meridional da ilha Terceira, é um vasto complexo vulcânico de relevo movimentado, considerado o segundo mais antigo dos maciços. Estruturalmente comporta um grande estratocone, constituído por sobreposição de domos, escoadas e depósitos piroclásticos, encimado pela cadeira de Guilherme Moniz. Esta estrutura de subsidência, de grandes dimensões à escala regional, apresenta a metade norte preenchida por materiais pós-caldeira de natureza traquítica, emitidos pelo Centro Vulcânico do Pico Alto (Fernandes, 1985b; Lloyd e Collis, 1981 *in* Rodrigues 2002).

- **Maciço de Santa Bárbara**

Ocupa a parte ocidental da ilha situado directamente sobre o Dorso Central, este maciço, considerado o mais jovem da ilha, corresponde a um grande estrato-vulcão de perfil cónico característico da alternância de erupções explosivas e efusivas. Este é, de acordo com a descrição de Cota Rodrigues (1993), constituído essencialmente por lavas basálticas (havaíitos e mugearitos) intercalados com níveis mais ou menos espessos de materiais de projecção associados, provenientes de erupções estrombolianas ocorridas antes do primeiro abatimento da caldeira. A orla litoral deste maciço é, quase exclusivamente constituída por escarpas subverticais de grande altitude, única excepção é a plataforma de abrasão localizada a oeste, na Ponta da Serreta.

4. Análise Hidrogeológica do concelho de Angra do Heroísmo

Pelo facto de o potencial de armazenamento de água ser muito reduzido em algumas das formações geológicas da ilha Terceira, podem ocorrer situações de total falta de água nos seus aquíferos. Os factores de carácter geológico e hidrogeológico relacionam-se basicamente com as características dos materiais que determinam as propriedades hidrológicas, nomeadamente a porosidade total, a porosidade eficaz, a retenção específica das formações e a permeabilidade. A quase ausência de dados referentes a estes parâmetros levou a que se tenha optado pela metodologia utilizada por Cota Rodrigues (1993, 2002) e Pena (2008), baseada na identificação e caracterização das características litológicas, composicionais, texturais e estruturais que controlam o valor destes parâmetros.

Com base nestas informações, tentaram-se estimar as áreas de permeabilidade potencial e actual, e as áreas onde se verifica a máxima infiltração no concelho em estudo.

4.1. Permeabilidade Potencial

A permeabilidade do solo e subsolo é um parâmetro essencial para o ordenamento do território, pois a sua avaliação permite definir as áreas com máxima infiltração das águas de precipitação, permitindo a recarga de aquíferos, aumentando assim as reservas de água doce, e contribuindo para a diminuição do escoamento superficial desorganizado e da consequente erosão do solo e substrato litológico (Abreu, 2007).

Na delimitação da Permeabilidade Potencial são considerados vários factores físicos que estabelecem a potencialidade de um determinado substrato para ser permeável à água. São esses factores, as Formações Geológicas, os Solos, os Declive e a Hidrografia.

Para a construção da carta são atribuídos valores quantitativos correspondentes ao grau de possível capacidade para permeabilidade para cada classe das formações geológicas (Quadro 8), dos declives (Quadro 9) e dos solos (Quadro 10). Consideraram-se cinco classes de permeabilidade para a avaliação da Permeabilidade Potencial: Alta, Alta a Moderada, Moderada, Moderada a Alta e, finalmente Baixa.

Na demarcação da Permeabilidade Potencial recorreu-se ao modelo desenvolvido por Pena (2008), que define que nas zonas contíguas às linhas de água e cabeços, a permeabilidade das formações geológicas e solos têm pesos iguais, enquanto que, na situação das vertentes, a Permeabilidade Potencial corresponde a 80 % da permeabilidade geologia-solo e 20 % da aptidão à infiltração pelos declives. Assim sendo, nas situações de zonas contíguas às linhas de água e nos cabeços largos, a Permeabilidade Potencial será avaliada por: $PP=0,5Pg+0,5Ps$

E nas situações de vertente a Permeabilidade Potencial será avaliada por:

$$PP=0,8(0,5Pg+0,5Ps)+0,2Ainf$$

Em que:

PP = Permeabilidade Potencial

Pg = Permeabilidade da Geologia

Ps = Permeabilidade dos Solos

Ainf = Aptidão à infiltração pelos Declives

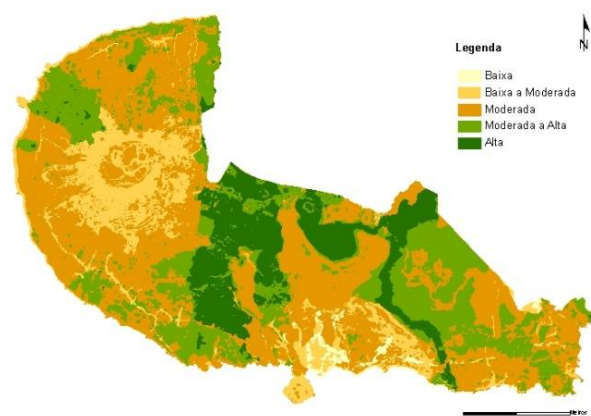


Figura 26 – Carta de Permeabilidade Potencial no concelho de Angra do Heroísmo

A carta de Permeabilidade Potencial do concelho de Angra do Heroísmo (Fig. 26 e Carta nº 17, Anexo I) mostra a distribuição espacial das classes de permeabilidade.

O Quadro 11 apresenta as áreas e percentagens da permeabilidade relativamente à área total do concelho de Angra do Heroísmo. Da sua análise verifica-se que apenas cerca de 10 % do concelho em estudo tem áreas classificadas como apresentando permeabilidade alta.

Quadro 11 - Áreas e percentagem da Permeabilidade relativamente à área total do concelho de Angra do Heroísmo

| Valor de Permeabilidade | Descrição da Permeabilidade | Área (ha) | Percentagem relativamente à área total do concelho (%) |
|-------------------------|-----------------------------|-----------|--|
| 1 | Baixa | 259,25 | 0,73 |
| 2 | Baixa a Moderada | 6283,45 | 17,64 |
| 3 | Moderada | 16194,87 | 45,46 |
| 4 | Moderada a Alta | 9264,97 | 26,00 |
| 5 | Alta | 3625,43 | 10,18 |

As classes de maior permeabilidade (Moderada a Alta e Alta) correspondem às áreas com declives entre os 0 % e os 8 %, aos solos do tipo Andossolos Vitrícos e Litossolos e Solos Litólicos, e às formações geológicas seguintes: Basálticas de Santa Bárbara e Inferior, Formação Perialcalina do Pico Alto e Santa Bárbara, Formação Basáltica Superior (Algar, Galiarte, Pico Gordo, Pico da Bagacina, Terra-Chã e Monte Brasil), Traquitos dos Mistérios Negros, Basáltos de 1761 e Depósitos de praia.

4.2. Permeabilidade Actual

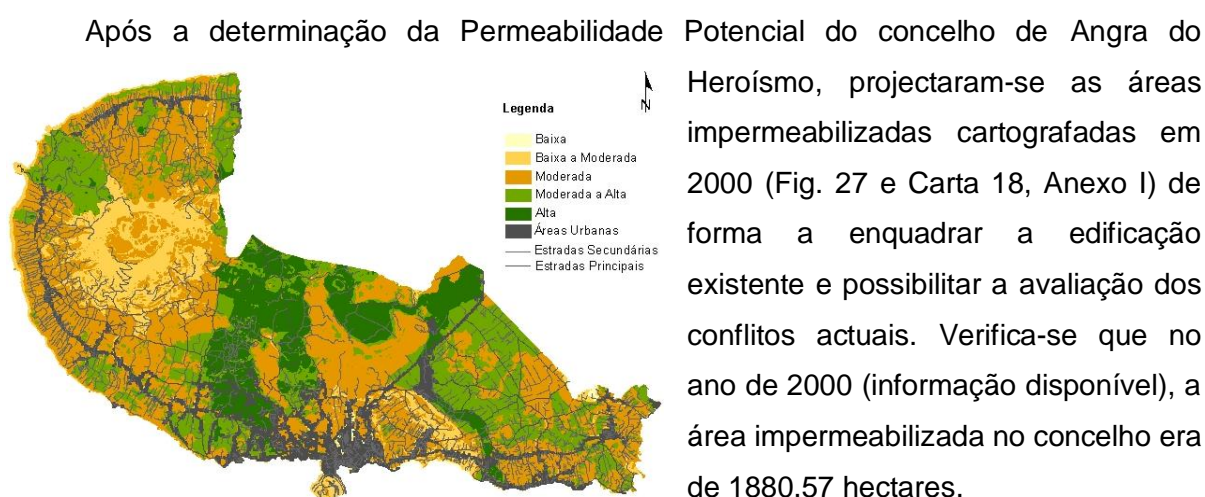


Figura 27 – Carta de Permeabilidade Potencial do concelho de Angra do Heroísmo com área impermeabilizada e cartografada em 2000 (DROTRH, 2000).

4.3. Áreas de Máxima Infiltração

As Áreas de Máxima Infiltração correspondem às áreas classificadas com «Permeabilidade Alta». Pode observar-se na Figura 28 e Carta 19, Anexo I, a existência de uma pequena área já impermeabilizada, pelo que se consideram estas áreas em conflito com as Áreas de Máxima Infiltração. O Quadro 12 contém as áreas e percentagem de áreas impermeabilizadas em conflito com

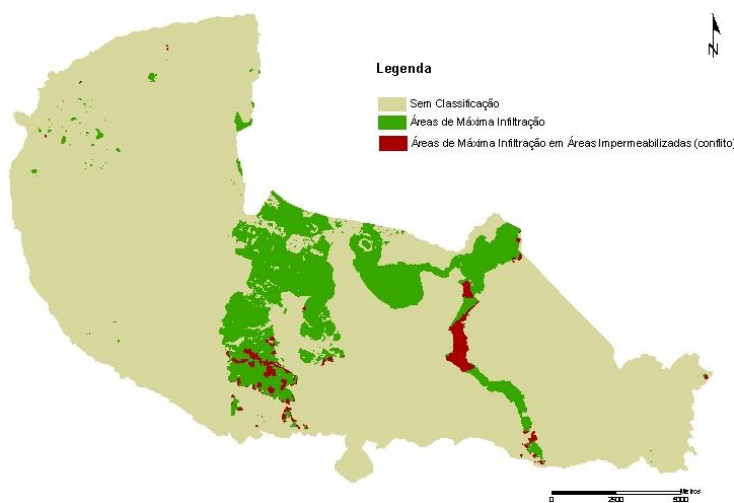


Figura 28 – Áreas de Máxima Infiltração em Áreas Impermeáveis (conflito).

as Áreas de Máxima Infiltração do concelho de Angra do Heroísmo, no ano de 2000. Da sua análise, verifica-se que, do total das Áreas de Máxima Infiltração (3625,43 hectares), 191,36 hectares são áreas impermeabilizadas, o que corresponde a 6 % de áreas impermeabilizadas em conflito com as de Máxima Infiltração.

Quadro 12 - Áreas e percentagem das Áreas de Máxima Infiltração em conflito com áreas impermeabilizadas no concelho de Angra do Heroísmo (2000)

| Áreas de Máxima Infiltração | Área (ha) | Percentagem relativamente à área total de áreas de máxima infiltração (%) |
|---|-----------|---|
| Áreas de Máxima Infiltração | 3625,43 | |
| Áreas impermeabilizadas em Áreas de Máxima Infiltração (conflito) | 191,36 | 5,28 |

As Áreas de Máxima Infiltração são determinantes no ordenamento do território e particularmente na definição da Estrutura Ecológica da Paisagem, no entanto a sua gestão passa pela avaliação do seu estado de estabilidade e/ou instabilidade face à determinação das dinâmicas geomorfológicas da paisagem (Pena, 2008).

5. Síntese e Diagnóstico

5.1. Análise dos factores intervenientes

As causas dos movimentos de terreno são frequentemente subestimadas, pelo facto de serem atribuídas a factores, que muitas vezes determinam os mecanismos desencadeantes, como seja uma chuvada intensa ou um sismo. No território açoriano, muitos dos movimentos de terreno têm origens e tipologias diversas, acentuadas pelas características morfológicas e litológicas dos terrenos, da rede de drenagem e da ocupação do solo. Entre outros, destaca-se a possibilidade de ocorrerem “fenómenos como a queda de rochas e deslizamentos de terra, podendo estes últimos incluir misturas indiferenciadas de água, materiais rochosos, fragmentos matriciais de natureza e dimensão variável e elementos do coberto vegetal” (CVARG, 2010). Pela estreita relação entre as manifestações de instabilidade e situações particulares do regime de precipitação, torna-se importante a análise deste factor. De acordo com Bettencourt (1979), o conhecimento dos valores extremos da precipitação tem grande importância no planeamento e segurança, por exemplo nas obras hidráulicas agrícolas e urbanas, e na conservação do solo. A associação entre a quantidade e duração de precipitação responsável pelo desencadeamento dos diferentes tipos de movimentos de terreno, cuja data de ocorrência é conhecida, é extremamente complicada. No entanto, verifica-se que em condições de chuvadas prolongadas, seguidas de chuvadas intensas, se originam movimentos de maiores dimensões. Como foi referido anteriormente, a precipitação é distribuída de modo irregular na ilha, observando-se maior incidência nas áreas de maior cota (zona central) e menor nas áreas próximas da costa, concluindo-se assim, que a influência da precipitação na manifestação de movimentos de terreno terá maior peso nas áreas centrais da Ilha.

De acordo com a análise realizada no capítulo anterior, a avaliação da sismicidade no concelho é da maior importância. As ilhas dos Açores estão vulneráveis, à ocorrência de sismos originados quer por movimentos de placas tectónicas, quer por actividades vulcânicas, que desencadeiam sismos de várias intensidades. Por esse facto, existe claramente a necessidade de maior atenção para este território no que se refere à perigosidade e risco sísmico.

O perigo dos movimentos de terreno nos Açores é bastante elevado, tendo em atenção a frequência com que se registam e a magnitude que muitas vezes evidenciam. Em termos gerais, pode dizer-se que os flancos dos vulcões centrais, as bordaduras das caldeiras, as vertentes dos vales das linhas de água, em particular das mais encaixadas, as escarpas interiores e as arribas litorais são as zonas que oferecem maior perigo (CVARG,

2010). Nas ilhas açorianas, a erosão das rochas é fortemente condicionada pelos contrastes litológicos existentes e ainda pela sua estrutura. Assim sendo, e de acordo com Nunes (2003), o contraste da dureza apresentada pelas formações e estrutura das rochas vulcânicas vai favorecer o desenvolvimento de uma erosão diferencial activa entre as várias bancadas de rochas diferentes.

5.2. Susceptibilidade do Concelho de Angra do Heroísmo aos Movimentos de Terreno na Actualidade

Após a análise dos vários factores intervenientes, descritos anteriormente, procedeu-se à determinação da susceptibilidade do concelho aos movimentos de terreno. Para a obtenção da carta de susceptibilidade aos movimentos de terreno no concelho em estudo (Fig. 29, Carta nº 20, Anexo I), foram considerados os factores permeabilidade potencial, declives, geologia/litologia e tectónica

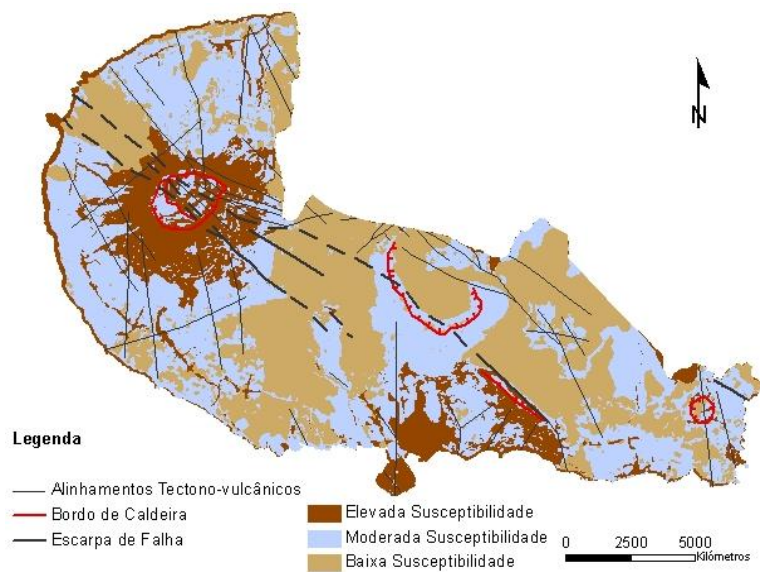


Figura 29 – Susceptibilidade geomorfológica aos movimentos de terreno (2000).

(avaliada pelas falhas activas). A sobreposição das cartas pelos factores referidos para a obtenção da carta de susceptibilidade foi realizada após a classificação de cada factor com um pequeno número (cinco) de classes significativas. Para todos os factores, adoptou-se um valor idêntico de classes descritivas, de modo a que o nível de informação e de análise fossem semelhantes, considerando que a classe com o valor mais elevado corresponde às áreas de maior susceptibilidade.

Assim, as unidades obtidas para o caso da susceptibilidade aos movimentos de terreno para o concelho de Angra do Heroísmo foram as seguintes:

- (1) *unidades de susceptibilidade baixa* - foram todas aquelas com declive inferior a 8 %. Correspondem a áreas onde ocorre permeabilidade alta a alta moderada, e portanto, são coincidentes com áreas de máxima infiltração. Ocorrem na Serreta, na área central de S. Bartolomeu, Terra-Chã, S. Mateus, Porto Judeu, e nas caldeiras da Serra do Morião e dos Cinco Picos.

- (2) *unidades de susceptibilidade moderada* – coincidem com declives entre 8 % e 15 % e permeabilidade potencial moderada. Estas unidades ocorrem em extensas áreas no concelho em estudo, situando-se na base das vertentes do estrato-vulcão de Santa Bárbara (nas freguesias das Doze Ribeiras, Santa Bárbara Cinco Ribeiras, Raminho e Altares), arredores do centro da cidade de Angra, nas vertentes a sul da Serra do Morião, e no litoral da freguesia do Porto Judeu.

- (3) *unidades de susceptibilidade elevada* – correspondem aos complexos litológicos facilmente erosionáveis, áreas de baixa permeabilidade e com declives superiores a 15 %. Nestas unidades, o escoamento superficial é elevado devido à impermeabilização dos terrenos, o que promove a susceptibilidade aos movimentos de terreno. As unidades de susceptibilidade elevada aos movimentos de terreno têm maior expressão na faixa litoral de quase todo o concelho, nas vertentes das cotas mais altas do estrato-vulcão de Santa Bárbara, no Monte Brasil, nas vertentes das freguesias de N^a Sr^a da Conceição e S. Pedro, nas vertentes sudoeste da Serra da Ribeirinha e nos alinhamentos tectónicos e escarpas de falha. Estes últimos, correspondem ao encontro das placas tectónicas que constituem este território e às escarpas de falha nos três vulcões que deram origem à ilha. Trata-se de áreas que promovem a infiltração associada à intensa fracturação dos materiais, mas por outro lado, são propícias a movimentos de terreno devido à sismicidade potencial nos alinhamentos tectónicos.

Constata-se assim, que no concelho de Angra do Heroísmo predominam as áreas susceptíveis à instabilidade dos terrenos, correspondendo basicamente ao zonamento onde dominam os declives mais acentuados e às formações litológicas menos permeáveis. As áreas com elevada susceptibilidade geomorfológica correspondem a cerca de 18,37 % da área total do território, as áreas com moderada susceptibilidade a 45,46 % e as áreas com baixa susceptibilidade a 36,18 %. Assim, verifica-se que as formações geológicas e o declive constituem os factores determinantes da susceptibilidade geomorfológica à ocorrência de movimentos de terreno no concelho de Angra do Heroísmo.

6. Proposta para o Desenvolvimento e Ordenamento Sustentável da Paisagem Açoriana

6.1. Proposta de Acções de Estabilização da Paisagem

No território açoriano é necessário definir e implementar uma estratégia de recuperação e conservação da paisagem, face à susceptibilidade geomorfológica diagnosticada. Deverá ser um conjunto de intervenções que visam a recuperação de áreas

degradadas, à promoção da regeneração natural do coberto vegetal, estruturação e referenciação do espaço edificado e espaço público, restrição da implantação do edificado em locais específicos e a requalificação paisagística. Pelas características desta ilha, torna-se necessário aplicar medidas de estabilização e ordenamento em função da sua prioridade. Independentemente do valor atribuído às áreas de cada unidade de susceptibilidade, deve-se dar especial atenção aos ecossistemas mais ameaçados, tais como as comunidades de espécies endémicas, pelas pressões geradas sobre estas, directa e/ou indirectamente pela ocupação humana no território. Estas pressões são expressas de diversas formas, desde a expansão do tecido edificado e de infra-estruturas (rodoviárias, de saneamento, comerciais e de recreio), à transformação das áreas florestais e de vegetação endémica, para pastoreio de gado, o que se verifica, em áreas centrais da ilha.

As medidas propostas dizem apenas respeito às unidades identificadas, considerando o nível da unidade de susceptibilidade e não à globalidade do concelho. De acordo com o zonamento obtido e as possíveis dinâmicas existentes na área de estudo, as prioridades de estabilização da paisagem estão associadas a áreas com declives superiores a 15 % e a litologias consideradas impermeáveis, devido à sua maior susceptibilidade geomorfológica. Foram assim desenvolvidas e propostas medidas de intervenção, conservação e recuperação das unidades identificadas tendo em vista a promoção da estabilidade geomorfológica face aos riscos existentes de movimentos de terreno, e necessariamente, os usos e instrumentos para a implementação de um desenvolvimento e ordenamento sustentável da Paisagem.

Em termos genéricos, e especialmente no que respeita a repercussões ao nível da estabilidade da Paisagem no concelho de Angra do Heroísmo, propõe-se o seguinte:

- Integrar o desenvolvimento agrícola numa componente básica da ecologia, isto é, a diversificação das culturas. Embora estas ilhas sejam favoráveis à pastagem, tudo indica que o seu peso relativo no conjunto do produto agrícola deva diminuir (Garcia e Furtado, 1991);
- A alteração da qualidade e quantidade da água de abastecimento às populações passará necessariamente pela florestação dos cumes montanhosos, como agentes de concentração das chuvas e implementação da infiltração através do tempo de permanência das águas de precipitação. O reequilíbrio desta situação terá reflexos na qualidade de vida das populações. Um correcto planeamento passa pela conservação da água, e esta está necessariamente relacionada com a manutenção da continuidade de fluxos, nomeadamente o ciclo da água;

- Recuperar as áreas urbanas degradadas e os sistemas mais sensíveis ou mais importantes em termos biofísicos (linhas de água - ribeiras, leitos de cheia, áreas declivosas, zonas de recarga dos aquíferos, áreas com manifestação de instabilidade geomorfológica);
- Os Açores são caracterizados pela sua fragilidade ecológica, portanto, deve-se ter o cuidado especial de não permitir a introdução de espécies estranhas, através de programas de controlo de pragas e infestantes;
- Considera-se um factor importante do condicionamento agro-ecológico a existência de áreas classificadas, como reservas genéticas e zonas de preservação do património natural. A existência de espécies ameaçadas de extinção deverá ser factor determinante na criação de novas áreas (Garcia e Furtado, 1991);
- Valorizar o espaço público urbano, desde as ruas aos parques. A conquista destes espaços qualificados para o lazer, convívio e recreio exige a resolução dos complexos problemas de tráfego, estacionamento automóvel e deposição de lixo;
- Valorizar o património arquitectónico e paisagístico, muito característico destas ilhas, de modo a reconstruir ou criar a identidade dos sítios;
- Estruturar, ordenar e requalificar urbanisticamente o concelho e proceder a acções de correcção urbanística;
- Valorizar o património natural e promover a educação ambiental;
- Qualificar urbanística e paisagisticamente os aglomerados tradicionais;
- Controlar a construção de edificação dispersa nas áreas rurais e conter o parcelamento através de planos de ordenamento;
- Criar infra-estruturas de transportes e equipamentos que sejam funcionais e não comprometam a integridade dos valores existentes no território.

Considerando as unidades de susceptibilidade aos movimentos de terreno identificadas no concelho de Angra do Heroísmo, as medidas a seguir apresentadas foram definidas tendo em atenção as características próprias de cada unidade.

Assim as medidas propostas para cada uma das unidades são as seguintes:

UNIDADES DE ELEVADA SUSCEPTIBILIDADE:

Áreas: têm maior expressão na faixa litoral de quase todo o concelho, nas vertentes das cotas mais altas do estrato-vulcão de Santa Bárbara, no Monte Brasil, nas vertentes das freguesias de N^a Sr^a da Conceição e S. Pedro, nas vertentes sudoeste da Serra da Ribeirinha e nos alinhamentos tectónicos e escarpas de falha.

Com base na descrição destas unidades propõe-se:

- As medidas a promover, deverão compreender essencialmente a vegetização dessas áreas. Esta, deve ser conduzida, de modo a levar à introdução de espécies autóctones do estrato arbóreo, arbustivo e herbáceo. Os estratos vegetais atenuam os efeitos físicos das águas de precipitação sobre o solo. No interior da ilha, em áreas relativamente planas, a presença de revestimentos vegetal de *Spagnum spp.* assumem especial importância neste processo, por se localizarem nas zonas mais altas, e logo, em áreas onde as precipitações são intensas e elevadas.

A introdução de espécies de crescimento rápido e com boa adaptação aos solos de aptidão florestal, beneficiando das condições que este clima oferece, nomeadamente no que respeita à água, contribuiria para um maior interesse e diversificação da exploração florestal (Madruga, 1991). Porém, não deverão ser espécies não invasoras;

- Introdução de sebes para a protecção dos terrenos dos ventos e da salinização;
- Proteger as áreas costeiras do crescimento urbano excessivo, e restrição ao trânsito automóvel e condicionamento do trânsito pedonal, com a criação de percursos bem definidos e delimitados, propondo alternativas de transporte colectivo e individual, como bicicleta, e deste modo, promover a protecção da vegetação endémica;
- Promover a limpeza e a introdução de espécies autóctones nas margens das ribeiras;
- A edificação deve ser evitada e, quando necessária, apresentar carácter pontual;
- Nas áreas de maior altitude, restringir o acesso automóvel;
- Evitar o pastoreio nestas áreas.

UNIDADES DE MODERADA SUSCEPTIBILIDADE:

Áreas: na base das vertentes do estrato-vulcão de Santa Bárbara (nas freguesias das Doze Ribeiras, Santa Bárbara Cinco Ribeiras, Raminho e Altares), arredores do centro da cidade de Angra, nas vertentes a sul da Serra do Morião, e no litoral da freguesia do Porto Judeu.

Estas áreas, embora susceptíveis aos movimentos de terreno, são menos frágeis que as anteriores, pelo que se deve promover medidas que visam essencialmente a sua conservação.

- Promover e manter a permeabilidade do solo, através do revestimento com mata (mistura de resinosas e folhosas) e matos que contribuem para a infiltração, o controlo da erosão (mobilização e transporte de solos e sedimentos), a diminuição do escoamento superficial desorganizado com a consequente diminuição da intensidade das cheias (Magalhães e Cunha, 2007). Assim, contribuir-se-á para a conservação do solo e da água, pelo que a preservação dessas áreas deve ser prioritária;

- Deve-se proceder à compartimentação das zonas agrícolas, pela introdução de sebes arbóreas ou arbustivas;
- Promoção do estabelecimento de vegetação natural ou floresta de protecção;
- Conservar a vegetação natural e, no caso desta se encontrar degradada, revestir o solo com vegetação adequada, nos seus diversos estratos;
- Promover a limpeza e a introdução de espécies autóctones nas margens das ribeiras;
- Introdução de prados temporários na rotação das culturas ou prados permanentes naqueles solos que já não são agricultados, garantindo uma maior protecção do solo e/ou substrato litológico relativamente aos processos erosivos.

UNIDADES DE BAIXA SUSCEPTIBILIDADE:

Áreas: na Serreta, na área central de S. Bartolomeu, Terra-Chã, S. Mateus, Porto Judeu, e nas caldeiras da Serra do Morião e dos Cinco Picos.

- Algumas destas áreas são particularmente sensíveis, pelo que se deve evitar a remoção da vegetação, e conseqüente desencadeamento da instabilização;
- Por se tratar de áreas com elevada capacidade de infiltração da água de precipitação, a impermeabilização do solo deverá ser mínima, e realizada segundo planeamentos de ocupação do solo;
- Promover e manter a permeabilidade do solo, através do revestimento com mata e matos;
- Desenvolver programas de Ordenamento do espaço rural, para a preservação dos solos, identificação dos sistemas agrícolas existentes e criação de medidas de incentivo à prática agrícola e florestal;
- Em áreas com comunidades vegetais de especial interesse para a conservação, criar áreas com um estatuto de protecção e conservação;
- Recuperação do coberto vegetal que ofereça condições de viabilidade para o processo de regeneração natural.

7. Conclusão

A avaliação da susceptibilidade geomorfológica à ocorrência de movimentos de terreno, com base nas características das formações geológicas, dos solos e nas classes de declives, fornece resultados muito realistas, devido à importância primordial destes factores no desenvolvimento deste tipo de manifestação de instabilidade.

O elemento mais importante desta análise é a geologia/litologia, uma vez que constitui um forte condicionalismo sobre um grande conjunto de variáveis, como o tipo de solo e a morfologia do terreno e indirectamente, como o tipo de vegetação. Os diferentes comportamentos dos sistemas referidos mostram que a vulnerabilidade aos movimentos de terreno está dependente da geologia/litologia, do declive e da acção antrópica.

A área urbana do concelho de Angra do Heroísmo encontra-se em franca expansão, principalmente em áreas próximas do litoral. Nalguns pontos do concelho, têm-se observado situações de ocupação de terrenos com características geológicas e geomorfológicas inadequadas como construções em zonas geomorfológicamente instáveis, causando situações de risco e perigo para pessoas e bens.

A evolução geomorfológica do concelho de Angra do Heroísmo é potenciada por ocupações antrópicas desajustadas. A intervenção do Homem manifesta-se na abertura de taludes potencialmente instáveis, para a construção de estradas e casas; na modificação do traçado das ribeiras; na desvegetalização de áreas florestais para pastagem de gado; e pelas construções próximas da faixa costeira.

O conhecimento hidrogeológico do território do concelho de Angra do Heroísmo viabilizou a delimitação das unidades susceptíveis aos movimentos de terreno, através da análise da permeabilidade e infiltração das águas de precipitação na área de estudo. O conhecimento das condições geológicas e da evolução geomorfológica de um território é necessário, de forma a compreender a dinâmica dos processos que podem gerar instabilidade, com vista à sua previsão. Essa noção tem grande importância quando se tem de decidir possíveis intervenções que possam, directa ou indirectamente, afectar as condições de equilíbrio das formações, acelerando a sua instabilidade ou aumentando o impacto produzido no território através dos processos de intervenção.

Neste trabalho, demonstrou-se que as características geológicas/litológicas, para além de outros factores como o declive e o clima, condicionam a evolução das formações face à acção dos agentes que sobre elas actuam e face a outros mecanismos em que intervêm as características físicas e mecânicas dos materiais. O território de Angra do Heroísmo apresenta no seu conjunto uma susceptibilidade geomorfológica moderada. A actividade humana, ao alterar o coberto vegetal, as cotas dos terrenos e por vezes a própria estrutura da rede de drenagem, tem vindo a exercer um impacto sempre crescente sobre a hidrologia de superfície da ilha (e através desta sobre as restantes componentes do ciclo hidrológico). Todo este conjunto de alterações físicas do território, promovem o desequilíbrio da dinâmica da paisagem, que em união com os fenómenos de alteração climática que se têm vindo a verificar ao longo dos anos, tornam a paisagem açoriana mais susceptível à ocorrência de movimentos de terreno.

A protecção dos recursos naturais, nomeadamente, os recursos água e solo, particularmente sensíveis, através do controle da erosão nas áreas declivosas, e de determinadas ocorrências físicas, com características litológicas e de declives particulares, são factores essenciais para a promoção da estabilidade da Paisagem.

8. Bibliografia

- Abreu, M. M. (2007). *Apontamentos de Geomorfologia*. Instituto Superior de Agronomia. Documento policopiado.
- Abreu, M. M. (2008). *O subsistema Geologia-Geomorfologia na Delimitação da Estrutura Ecológica e no Ordenamento do Território*. *Arquitectura e Vida* n.º 91: 48 – 53.
- Abreu, U; Tavares, A. O.; Rodrigues, D. (2008). *Processos de Perigosidade Natural no Município de Câmara de Lobos – Madeira. Contributo Para a Gestão do Risco e da Emergência, Territorium, APRPS, Coimbra, pp. 53-71.*
- Amaral, A. F. (2007). *Mapeamento Geotécnico Aplicado à Análise de Processos de Movimentos de Massa Gravitacionais: Costa Verde-RJ – Escala: 1:10.000*. Dissertação para obtenção de grau de Mestre. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Azevedo, E. M. V. de B. de (1991). *Contributo para a Caracterização Agroclimática da Ilha Terceira, Açores. Caracterização ecológica do clima das zonas de baixa altitude segundo o método de Papadakis tendo como base o valor dos parâmetros meteorológicos registados em Angra do Heroísmo*. Comunicações das 1ªs Jornadas Atlânticas de Protecção do Meio Ambiente, Açores, Madeira, Canárias e Cabo Verde. Pp. 54-66. Secretaria Regional Do Turismo e Ambiente. Direcção Regional de Ambiente. Angra do Heroísmo.
- Azevedo, E. M. V. de B. de (1996). *Modelação do Clima Insular à Escala Local – Modelo CIELO aplicado à Ilha Terceira*. Dissertação original apresentada na UA para efeito de obtenção do grau de Doutor em Ciências Agrárias. Universidade dos Açores, Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo.
- Azevedo, O. V. (1963). *Carta de Solos da Ilha Terceira*. Relatório final do curso de Engenheiro Agrónomo. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.
- Bettencourt, M. L. (1979). *O Clima de Portugal – Fascículo XVIII – O Clima dos Açores como Recurso Natural na Aplicação, especialmente, em Agricultura e Indústria do Turismo*. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.

- BLR, Barry Lawrence Ruderman Antique Maps Inc. *Carta das Ilhas dos Açores (1584)*, Abraham Ortelius. Disponível em: www.raremaps.com acesso em Abril 2010.
- Bruges, J. D'Ó. (1915). *A ILHA TERCEIRA – Notas sobre a sua agricultura, gados e indústrias anexas*. Dissertação inaugural. Instituto Superior de Agronomia
- Campos, V. (1983). *Sobre o Descobrimento e Povoamento dos Açores*. Colecção EUROPAMUNDO, Europress, 184 pp.
- Cancela d'Abreu; Alves, A. A.; Espenica, A.; Caldas, E. C.; Cary F. C.; Ribeiro Telles, G.; Araújo, I. A.; Magalhães, M. R. (1994). *Paisagem*. Pp136. Direcção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano. Secretaria do Estado da Administração Local e do Ordenamento do Território. DAS Editores. Lisboa.
- Cancela d'Abreu, A; Correia, T. P.; Moreira, J. M.; Oliveira, M. R.; Franco, P.; Cunha, R.; Gouveia, M. M.; Magro, I.; Alves, P.; Gracinhas, N. (2005). *Contributo para o Estudo das Unidades de Paisagem dos Açores*. Évora.
- Cantos, J. O.; Javier, F. (2002). *Riesgos naturales. Conceptos fundamentales y clasificación*. In Cantos, Jorge Olcina e Ayala-Carcedo, Francisco Javier (Ed.) – *Riesgos naturales*, Ariel Ciencia, Barcelona; pp. 41-74.
- Costa, F. C. (1978). *Esboço Histórico dos Açores*. Capítulo VII – Geografia Humana dos Açores pp. 157-182 Instituto Universitário dos Açores. Ponta Delgada.
- Costa, P. (2002). *Cavidades Vulcânicas dos Açores*. NovaGráfica, Ida. Direcção Regional do Ambiente e GESPEA.
- Cota Rodrigues, F. (1993). *Hidrologia da Ilha Terceira – Contributo para o seu conhecimento*. Trabalho para obtenção do grau de Mestrado. Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo.
- Cota Rodrigues, F. (2002). *Hidrogeologia da Ilha Terceira (Açores – Portugal)*. Trabalho para obtenção do grau de Doutor no Ramo de Engenharia. Universidade dos Açores. Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo.
- CVARG (2010). *Centro de Vulcanologia e Avaliação dos Riscos Geológicos – Observatório Sismológico e Vulcanológico da Universidade dos Açores*. Ponta Delgada Disponível em: <http://www.cvarg.azores.gov.pt/> acesso em Junho 2010.
- Dias, E. (1989). *Flora e Vegetação Endémica na Ilha Terceira*. Trabalho de síntese para as provas de aptidão pedagógica e capacidade científica, na área de Ecologia. Universidade dos Açores. Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo.
- Dias, E. (1989). *Métodos de Estudo e Análise da Vegetação – Comunidades Herbáceas*. Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo.

- Dias, E. (1991). Carta da Vegetação da Ilha Terceira. Comunicações das 1^{as} Jornadas Atlânticas de Protecção do Meio Ambiente, pp. 169-185. Ed. E. Dias, J. P. Carretas & P. Cordeiro. Câmara Municipal de Angra do Heroísmo.
- Dias, E. (1996). *Vegetação Natural dos Açores – Ecologia e Sintaxonomia das Florestas Naturais*. Universidade dos Açores. Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo.
- Dias, E.; Mendes, C.; Melo, C.; Pereira, D.; Elias, R. (2005). *Azores Central Islands Vegetation and Flora Field guide*. pp. 123-173. Quercetea, volume 7. Associação Lusitana de Fitossociologie (ALFA). Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.
- Dias, P. (2008). *Arte de Portugal no Mundo – Açores*. Editor Publico.
- Dikau, R.; Brunsden, D.; Schorott, L. e Ibsen, M. (Eds.) (1996). *Landslide Recognition, Identification, Movement and causes*. John Wiley and Sons, Chichester.
- DREPA (1988). *Açores: Estrutura Agrária*. Região Autónoma dos Açores, Departamento Regional de Estudos e Planeamento. Região Autónoma dos Açores. 335 pp
- FAO (2006). *World reference base for soil resources 2006 – A Framework for international classification, correlation and communication*. World Soil Information. 127 pp. Disponível em: <http://www.fao.org>, acesso em Janeiro 2010.
- Fernandes, J. G. C. (1985a). *Terceira (Açores) – A Geografia Humana da Ilha*. Universidade dos Açores. Ponta Delgada.
- Fernandes, J. G. C. (1985b). *Terceira (Açores) – Estudo Geográfico*. Universidade dos Açores Ponta Delgada.
- Fernandes, J. M. (1989). *ANGRA DO HEROÍSMO – Cidades e Vilas de Portugal*. Editorial Presença. Lisboa.
- Fernandes, J. M. (2008). *História Ilustrada da Arquitectura dos Açores*. Instituto Açoriano de Cultura, Angra do Heroísmo.
- Ferreira, A. de B. (2005). *Geodinâmica e Perigosidade Natural nas Ilhas dos Açores*. Finisterra, XL, 79, pp. 103 – 120. Disponível em: www.ceg.utl.pt/finisterra/numeros/2005-79/79_09.pdf, acesso em Janeiro 2010.
- Flageollet, J. C. (1989). *Les mouvements de terrain et leur prevention*. Masson, Paris.
- Fontes, J. C. G. (1999). *Comportamento Hidrológico dos solos Agrícolas da Terceira – Avaliação e Simulação com o modelo OPUS*. Dissertação apresentada na Universidade dos Açores para efeito de prestação de provas de doutoramento no ramo de Ciências Agrárias, especialidade de Eng. Rural. Angra do Heroísmo.
- Forjaz, V. H.; Tavares, J.M.; Azevedo, E.B.; Nunes, J.C.; Nunes, R. S.; Barreiros, J. P.; Gallagher, L.; Barcelos, P. J. M.; Silva, P. H.; Cardigos, F.; França, Z. T. M.; Dentinho, T.;

- Costa, M. P.; Magalhães, L.; Rodrigues, M. C.; Gonçalves, J. F.; Silva, V. e Serpa, V. (2004). *Atlas Básico dos Açores*. Nova Gráfica Lda, Ponta Delgada. 112 pp.
- França, Z.; Cruz J. V.; Nunes, J. C.; Forjaz, V (2005). *Geologia dos Açores: Uma Perspectiva Actual*. Pp130. Observatório Vulcanológico e Geotérmico. Departamento de Geociências, Universidade dos Açores. Ponta Delgada.
- Fruutuoso, G. (2005). *Saudades da Terra – Livro III*. Instituto Cultural de Ponta Delgada. Pp. 21, 27. Ponta Delgada.
- Gama, M. A. N. R. A. (2007). *Influência da Acção Antrópica nos Movimentos de Terreno no Concelho de Almada*. Relatório de Trabalho de Final de curso de Arquitectura Paisagista. Instituto Superior de Agronomia.
- Garcia, V.; Furtado, M. (1991). *Desenvolvimento Agrícola dos Ecossistemas Insulares Açorianos*. Comunicações das 1^{as} Jornadas Atlânticas de Protecção do Meio Ambiente, Açores, Madeira, Canárias e Cabo Verde. Pp. 5-9 Secretaria Regional Do Turismo e Ambiente. Direcção Regional de Ambiente. Angra do Heroísmo.
- Highland, L.; Bobrowsky, P. (2008). *The Landslide Handbook – A Guide to Understanding Landslides*. US Geological Survey, Circular 1325.
- Hutchinson, J. (1968). *Mass Movement*. In Fairbridge, R. (Ed.), *Encyclopedia of Geomorphology*, Reinhold, New York, pp. 688-695.
- Lee, W. A.; Lee, T. S.; Sharma, S.; Boyce G. M. (2002) *Slope Stability and Stabilization Methods*. Second edition. Acesso em Fevereiro 2010. Disponível em: http://books.google.pt/books?id=cOI02OqUCdMC&pg=PA645&lpg=PA645&dq=rainfall+and+landslides&source=bl&ots=ZP22B15Jib&sig=OWFcRvuc6YFog_o0Hx7h9ZzbByQ&hl=pt-PT&ei=sF94TM25GYeD4QbC4OTPBg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CBoQ6AEwADgo#v=onepage&q=rainfall%20and%20landslides&f=true
- Lee, E. M; Jones, D. K. C. (2004). *Landslide Risk Assessment*. Thomas Terford Publishing, London. ISBN: 0727731718. Disponível em: http://books.google.pt/books?id=Kb9Oh3DaHRIC&printsec=frontcover&dq=HUTCHINSON,+MORPHOLOGICAL+AND+GEOTECNICAL+PARAMETER&source=gbs_similarbooks_s&cad=1#v=onepage&q&f=true acesso em Junho 2010.
- Leone, F.; Asté, J.; Leroi, E.; Velasquez, E. (1995). *Contribution des constats d'endommagement au développement d'une méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité appliqué aux phénomènes de mouvements de terrain*. Bulletin de L'association de géographes français. Croissance urbaine et risqué naturels 4. 72 anée. Paris. pp 350-369.
- Lourenço, L. (2008). *A Catástrofe da Ribeira Quente (S. Miguel – Açores)*. Riscos Naturais e Protecção do Ambiente. E. N. B., Revista Técnica e Formativa da Escola Nacional de

- Bombeiros, Sintra, nº. 11. 1999, p. 19-28 (em colaboração com A. Guilherme B. Raposo). Disponível em: http://www.nicif.pt/Publicacoes/downloads/Coleccao_I/Artigo_IX.pdf pp. 149-169 acesso em Dezembro 2009.
- Madeira, A. B. (1999). *População e emigração nos Açores (1766-1820)*. Dissertações. Patrimonia Histórica. Direcção Regional de Cultura. Cascais.
- Madruga, J. (1991). *A Aptidão Florestal de Alguns Solos dos Açores*. Comunicações das 1^{as} Jornadas Atlânticas de Protecção do Meio Ambiente, Açores, Madeira, Canárias e Cabo Verde. pp. 88-91. Secretaria Regional Do Turismo e Ambiente. Direcção Regional de Ambiente. Angra do Heroísmo.
- Madruga, J. (1995). *Características e Génese do Horizonte Plácico em Solos Vulcânicos do Arquipélago dos Açores*. Tese de Doutoramento em Ciências Agrárias. Universidade dos Açores. Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo.
- Maduro-Dias, F. dos R. (1991). *ANGRA DO HEROÍSMO, Janela do Atlântico entre a Europa e o Novo Mundo*. Conselho Internacional de Monumentos e Sítios, Parecer sobre a Candidatura de Angra do Heroísmo à Lista do Património Mundial. Região Autónoma dos Açores. Portugal.
- Magalhães, M. R. (2001). *A Arquitectura Paisagista: Morfologia e Complexidade*. Ed. Estampa. 525 pp.
- Magalhães, M. R.; Cunha, N. (2007). *Apontamentos das Aulas Práticas de Ordenamento do Território I*. Instituto Superior de Agronomia. Documento policopiado.
- Magalhães, M.R; Abreu, M. M; Lousã, M; Cortez. N (2007). *Estrutura Ecológica da Paisagem, conceitos e delimitação – escalas regional e municipal*. ISAPress. 361pp.
- Malet, J. P.; Maquaire, O. (s.d.). *Risk Assessment Methods of Landslides*. Risk Assessment Methodologies for Soil Threats (RAMSOIL). Project Report 2.2. 29pp. Disponível em: <http://www.ramsoil.eu/NR/rdonlyres/9179FD01-072A-449C-8EE4-CE1DC33DFF76/56314/PR22landslidesreport.pdf> acesso em Junho 2010.
- Mendes, J. L. F. (1991). *Gestão dos Recursos Naturais e Agrícolas no Contexto duma Política de Ambiente – Enquadramento às Acções de Ordenamento e Desenvolvimento Rural*. Comunicações das 1^{as} Jornadas Atlânticas de Protecção do Meio Ambiente, Açores, Madeira, Canárias e Cabo Verde. pp. 9-29. Secretaria Regional Do Turismo e Ambiente. Direcção Regional de Ambiente. Angra do Heroísmo.
- Moreira, J. M. (1987). *Alguns aspectos de Intervenção Humana na Evolução da Paisagem da Ilha de São Miguel (Açores)*. pp. 83. Serviço Nacional de Parques, Reservas e Conservação da Natureza. Lisboa.
- Moreira, J. M. (1991). *A Protecção do Património Natural e o Desenvolvimento*. Comunicações das 1^{as} Jornadas Atlânticas de Protecção do Meio Ambiente, Açores,

- Madeira, Canárias e Cabo Verde. Secretaria Regional Do Turismo e Ambiente. Direcção Regional de Ambiente. Angra do Heroísmo.
- Narciso, A. (1939). *Ensaio sobre a Geografia Humana nos Açores* (Comunicação ao Congresso Açoreano). pp.1-7. Director do Instituto de Hidrologia de Lisboa. Tipografia Bizarro. Coimbra.
- Nunes, F. C. (2000). *Notas Sobre a Geologia da Ilha Terceira*. Açoreana, 9(2): 205 – 215. Departamento de Geociências, Universidade dos Açores. Ponta Delgada.
- Nunes, J. C. (1996). *Modelado das Regiões Vulcânicas*. Açoreana, 8(2): 241 – 270. Departamento de Geociências, Universidade dos Açores. Ponta Delgada.
- Nunes, J. C.; Lima, E. A.; Costa, M. P. (2010). *Vulcanismo e paisagens vulcânicas dos Açores: contributo para o geoturismo e o projecto Geoparque Açores*. GEOTIC – Sociedade Geológica de Portugal; Volume 18 – nº 16, VIII Congresso Nacional de Geologia. Disponível em: <http://metododirecto.pt/CNG2010/index.php/vol/article/viewFile/197/357> Geoscience On-line Journal, acesso em Julho 2010.
- Nunes, S. F. G. (2005). *Evolução da Paisagem dos Biscoitos*. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Arquitectura Paisagista. Lisboa
- Palma, J. (2008). Carta de J. H. Linschotten (1595). Disponível em www.encyclopedia.com; acesso em Março 2010;
- Pena, S. B. (2008). *Modelo de Permeabilidade e Máxima Infiltração no Contexto da Estrutura Ecológica. A sua importância no Planeamento Municipal e no Desenho Urbano*. Mestrado em Ordenamento do Território e Planeamento Ambiental. Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Pereira, A. R. (2004). *Esboço Pedológico da Ilha Terceira*. Relatório de estágio para obtenção do grau de licenciatura em Engenharia Agrícola. 61pp. Universidade do Açores, Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo.
- Pinheiro, A. M. P. (2001). *Análise de Dados Meteorológicos Diários, Definição de Estações para a Ilha Terceira (Açores)*. pp. 4-12. Relatório de estágio de Licenciatura em Eng. Agrícola, DCA. Angra do Heroísmo.
- Pinheiro, J. A. V. F. (1990). *Estudo dos Principais Tipos de Solos da Ilha Terceira (Açores)*. Dissertação apresentada à UA para efeito de obtenção do Grau de Doutor em Ciências Agrárias. 212pp. Universidade dos Açores, Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo.
- Popescu, M. (1994). *A suggested method for reporting landslide causes*. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 50: 71-74.

- Rodrigues, M. C. S. M. (2002). *Recursos Hídricos e Património Natural – Aplicação de uma metodologia de suporte ao Ordenamento do sítio de interesse comunitário da Zona do Complexo Central da Ilha Terceira*. Curso de Mestrado em Gestão e Conservação da Natureza. 108 pp. Universidade dos Açores, Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo.
- Sassa, K; Fukuoka, H; Wang, F; Wang G. (2007). *Progress in Landslide Science*. Springer ICL. 337pp. Disponível em: http://books.google.pt/books?id=o_S5MDSnk9cC&pg=PA167&lpg=PA167&dq=rainfall+and+landslides&source=bl&ots=WUSHI1DJ19&sig=kuOrGtQfqXBZMbXZkUvg6eRP5MM&hl=pt-PT&ei=Al14TlawLYOI4Ab0h-GZBq&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=5&ved=0CDYQ6AEwBDgK#v=onepage&q=rainfall%20and%20landslides&f=false acesso em Junho 2010.
- Self, S. (1976). *The recent volcanology of Terceira, Azores*. J. Geol. Soc. London, 132, pp. 645-666.
- Serviço Regional de Estatística dos Açores (2003). *Principais Resultados Definitivos dos Censos 1991 e 2001*. Disponível em: <http://www.ine.pt/srea> acesso em Abril 2010.
- Silva, A. (2006). *A Agricultura na Ilha Terceira – Do Povoamento ao Século XXI*; Notas Elementares para o seu conhecimento. Associação Agrícola da Ilha Terceira.
- Smith, K. (1992). *Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster*. Routledge, Londres.
- Tricart, J. (1994). *Écogéographie de Espaces Ruraux*. Nathan, Paris.187pp.
- UNESCO Working Party on World Landslide Inventory (1993). *Multilingual landslide glossary*. *International Geotechnical Societies*, Canadian Geotechnical Society, Richmond.
- Varnes, D. J. (1978). *Slope Movement Types and Processes*. In Schuster, R. L.; Krizek, R. J. (Eds.), *Landslides, Analysis and Control*. Transportation Research Board Special Report, 176, Washington, D. C., pp. 11-33.
- Varnes, D. J. (1984). *Landslide hazard zonation: a review of principles and practice*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 66pp. Paris. ISBN 92-3-101895-7. Disponível em: <http://www.bib.ub.edu/fileadmin/fdocs/landslidehazard.pdf> acesso em Maio 2010.
- WPWLI (1993). *Multilingual landslide glossary*. IGS, Canadian Geotechnical Society, Richmond.
- Xavier, A. G. (1991). *A Preservação das Formações Vulcânicas nos Açores – Geologia do Ambiente ou Geoecologia?*. Comunicações das 1ªs Jornadas Atlânticas de Protecção do

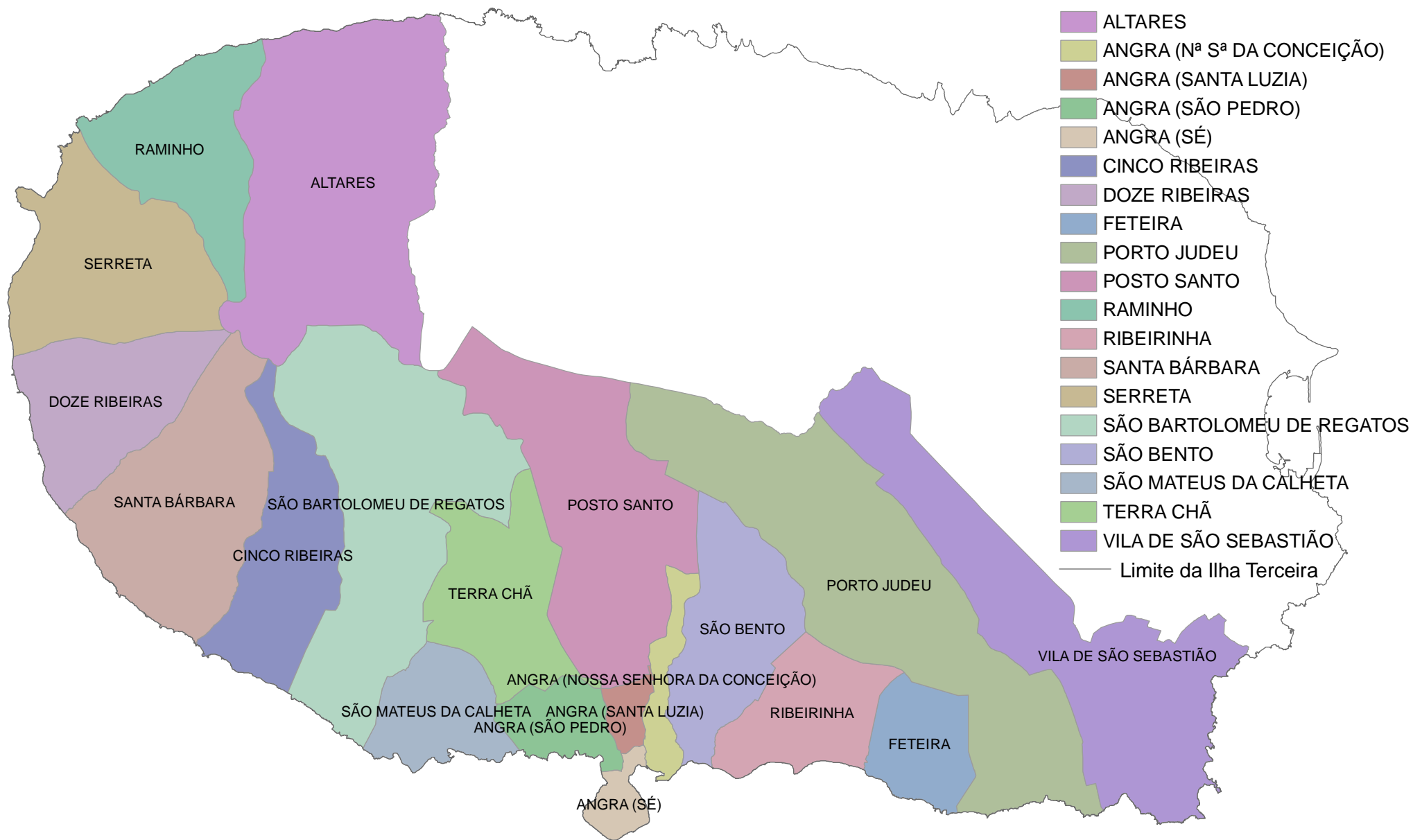
- Meio Ambiente, Açores, Madeira, Canárias e Cabo Verde. pp. 145-150. Secretaria Regional Do Turismo e Ambiente. Direcção Regional de Ambiente. Angra do Heroísmo.
- Zbyszewski, G.; Medeiros, A. C.; Ferreira, O. V.; Assunção, C. T. (1971). *Carta Geológica de Portugal, na escala de 1/50 000 – Nota explicativa da folha – Ilha Terceira*. Serviços Geológicos de Portugal.
- Zêzere, J. L. (2005). *Dinâmica de Vertentes e Riscos Geomorfológicos – Programa*. Centro de Estudos Geográficos, Área de Geografia Física e Ambiente, Rel. Nº 41, Lisboa.
- Zêzere, J. L. (2010a). *Perigosidade, Vulnerabilidade e Riscos no Território: Aplicação aos Movimentos de Vertente - Relatório do Programa*. 129 pp. Universidade de Lisboa
- Zêzere, J. L. (2010b). *Incertezas e Limitações na Avaliação da Susceptibilidade e da Perigosidade Geomorfológica (Lição) – Provas de Agregação*, 12 pp. Universidade de Lisboa

ANEXOS

ANEXO I

Legenda

- ALTARES
- ANGRA (N^a S^a DA CONCEIÇÃO)
- ANGRA (SANTA LUZIA)
- ANGRA (SÃO PEDRO)
- ANGRA (SÉ)
- CINCO RIBEIRAS
- DOZE RIBEIRAS
- FETEIRA
- PORTO JUDEU
- POSTO SANTO
- RAMINHO
- RIBEIRINHA
- SANTA BÁRBARA
- SERRETA
- SÃO BARTOLOMEU DE REGATOS
- SÃO BENTO
- SÃO MATEUS DA CALHETA
- TERRA CHÃ
- VILA DE SÃO SEBASTIÃO
- Limite da Ilha Terceira



Instituto Superior de Agronomia

SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

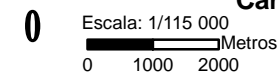
Análise da Evolução da Ocupação e Uso do Solo no Concelho de Angra do Heroísmo
- Influência nos Movimentos de Terreno e de Vertente

Carmen Sofia Rocha Silva

Novembro de 2010

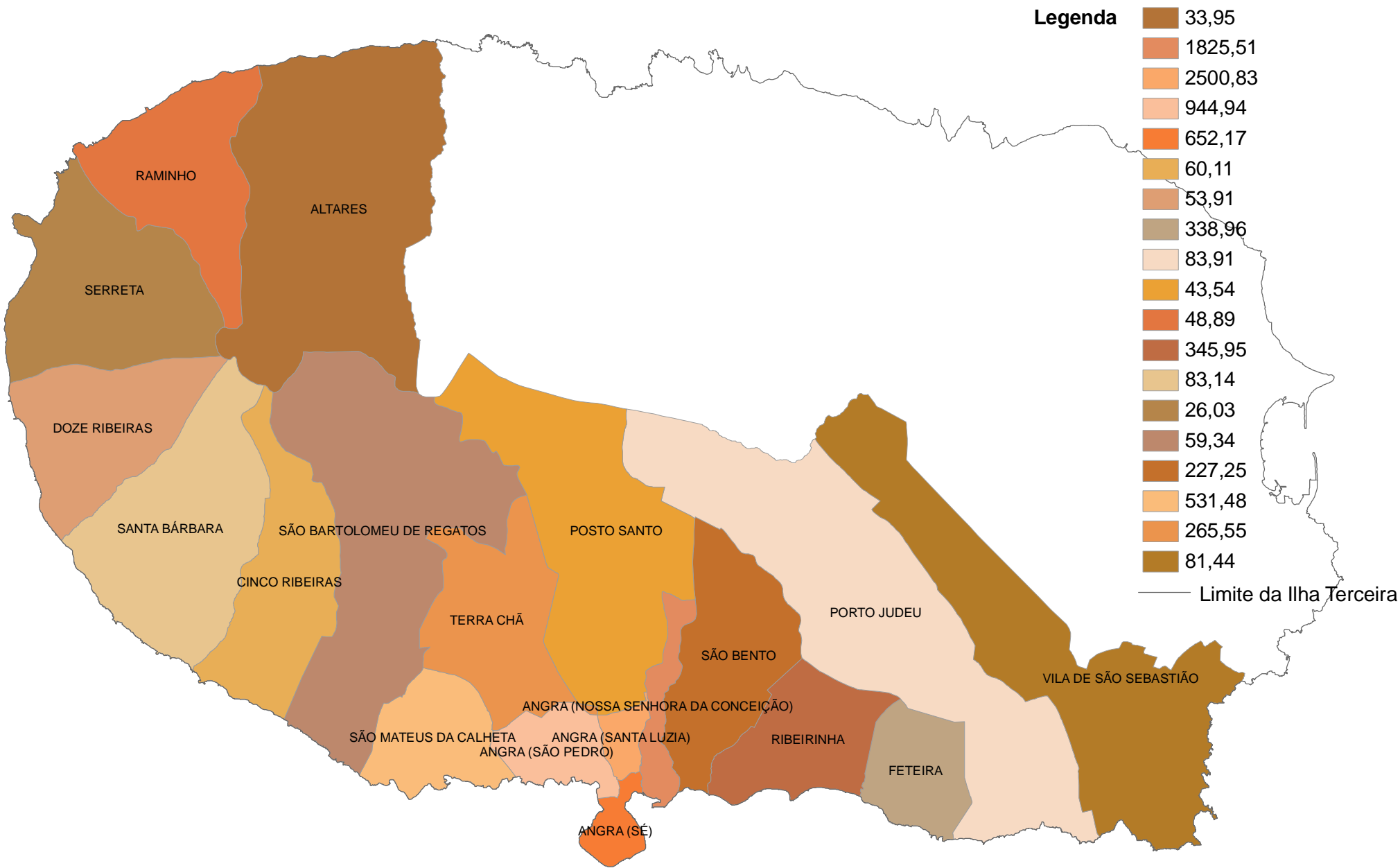
Carta de Divisão Administrativa

Carta nº 1



Sistema de Projecção: U. T. M. (Universal Transverse Mercator)
Data Local: Graciosa base SW 1948
Zona 26S

Fonte: CAOP (2009)

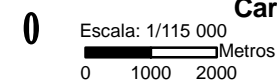




Legenda

- Sem classificação de uso
- Espaço Edificado
- Limite do concelho
- Limite da Ilha Terceira

Carta do Edificado_1990



Sistema de Projecção: U. T. M. (Universal Transverse Mercator)
 Data Local: Graciosa base SW 1948
 Zona 26S

Instituto Superior de Agronomia

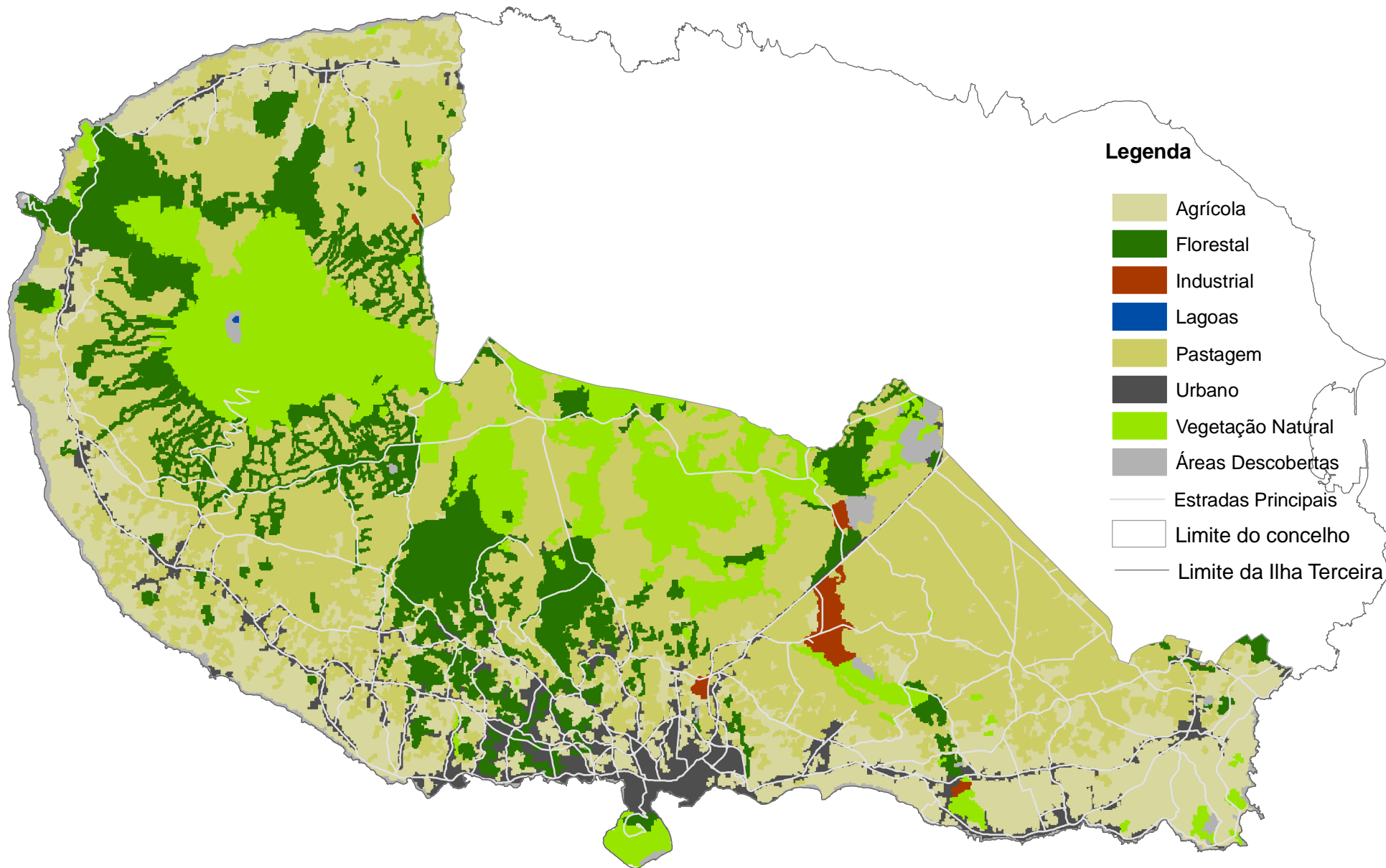
SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

Análise da Evolução da Ocupação e Uso do Solo no Concelho de Angra do Heroísmo
 - Influência nos Movimentos de Terreno e de Vertente

Carmen Sofia Rocha Silva

Novembro de 2010

Fonte: DROTRH

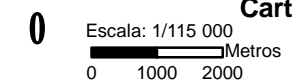


Legenda

- Agrícola
- Florestal
- Industrial
- Lagoas
- Pastagem
- Urbano
- Vegetação Natural
- Áreas Descobertas
- Estradas Principais
- Limite do concelho
- Limite da Ilha Terceira

Carta de Uso do Solo_2000

Carta nº 4



Sistema de Projecção: U. T. M. (Universal Transverse Mercator)
 Data Local: Graciosa base SW 1948
 Zona 26S

Instituto Superior de Agronomia

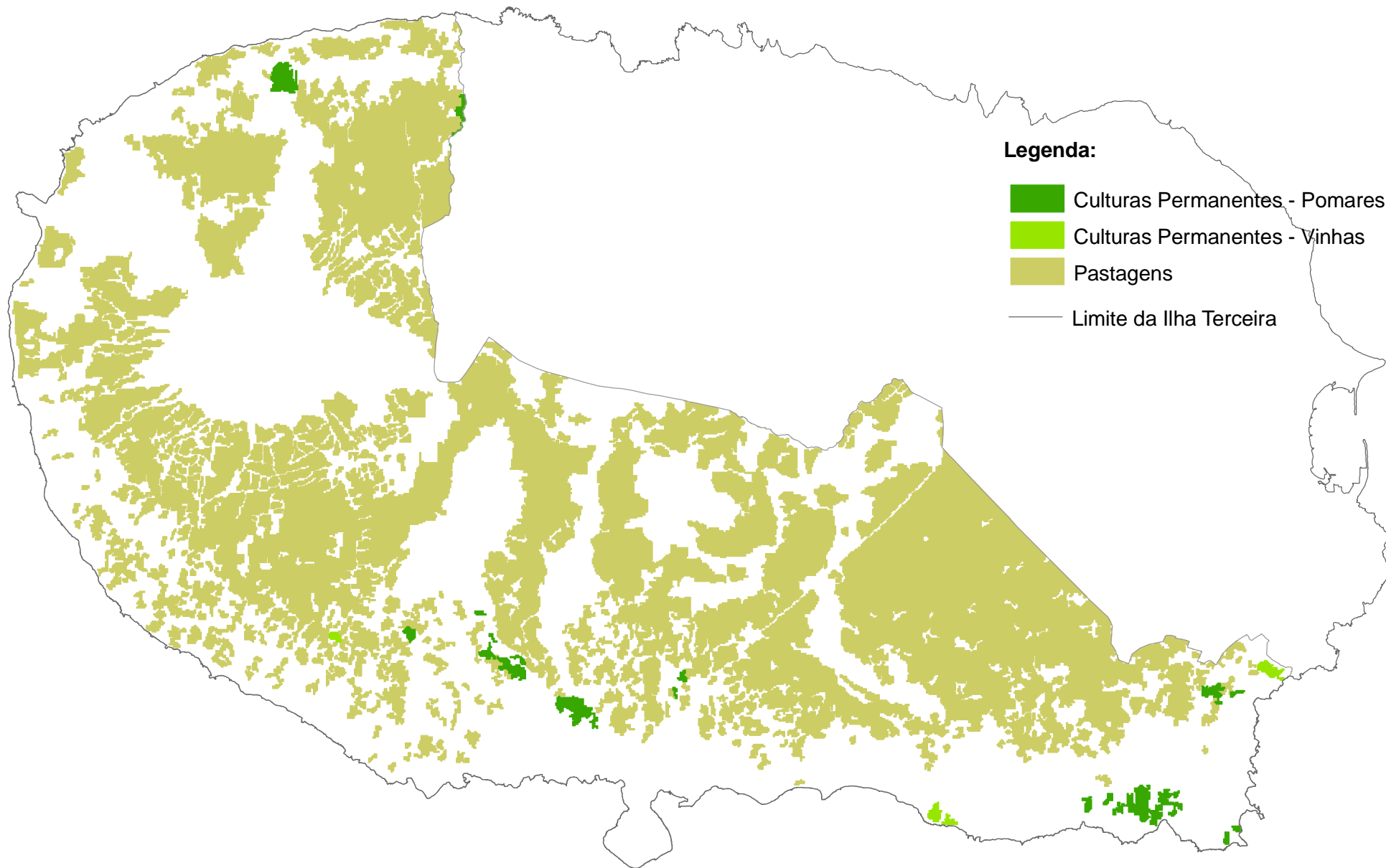
SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

Análise da Evolução da Ocupação e Uso do Solo no Concelho de Angra do Heroísmo
 - Influência nos Movimentos de Terreno e de Vertente

Carmen Sofia Rocha Silva

Novembro de 2010

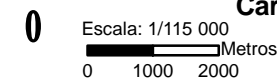
Fonte: DROTRH



Legenda:

- Culturas Permanentes - Pomares
- Culturas Permanentes - Vinhas
- Pastagens
- Limite da Ilha Terceira

Carta do Espaço Agrícola
Carta nº 5



Sistema de Projecção: U. T. M. (Universal Transverse Mercator)
Data Local: Graciosa base SW 1948
Zona 26S

Instituto Superior de Agronomia

SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

Análise da Evolução da Ocupação e Uso do Solo no Concelho de Angra do Heroísmo
- Influência nos Movimentos de Terreno e de Vertente

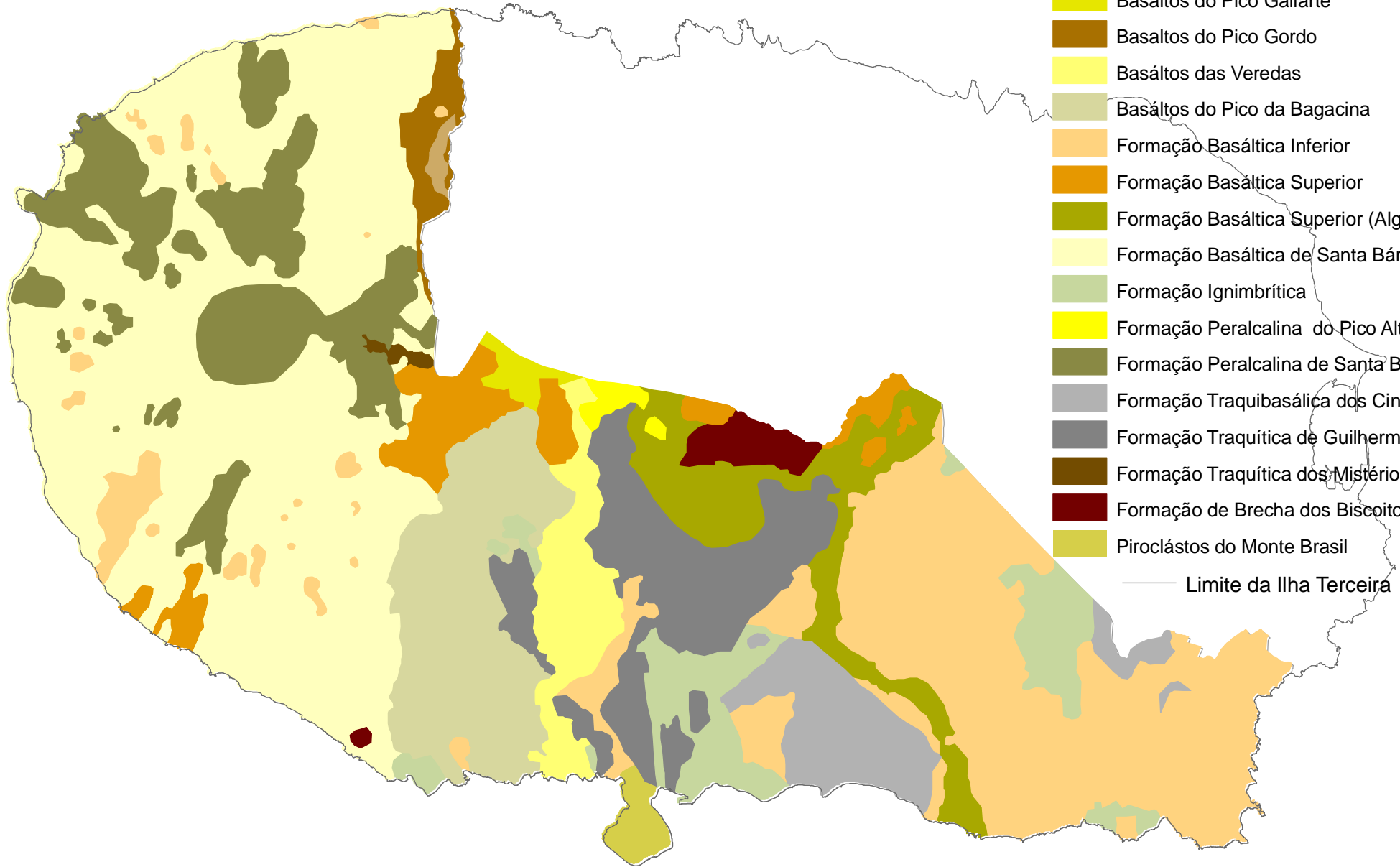
Carmen Sofia Rocha Silva

Novembro de 2010

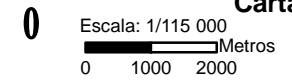
Fonte: DROTRH (2000)

Legenda:

- Basaltos 1761
- Basaltos do Pico Galiarte
- Basaltos do Pico Gordo
- Basáltos das Veredas
- Basáltos do Pico da Bagacina
- Formação Basáltica Inferior
- Formação Basáltica Superior
- Formação Basáltica Superior (Algar)
- Formação Basáltica de Santa Bárbara
- Formação Ignimbrítica
- Formação Peralcalina do Pico Alto
- Formação Peralcalina de Santa Bárbara
- Formação Traquibasáltica dos Cinco Picos
- Formação Traquítica de Guilherme Moniz
- Formação Traquítica dos Mistérios Negros
- Formação de Brecha dos Biscoitos
- Piroclástos do Monte Brasil
- Limite da Ilha Terceira



Carta Geológica
Carta nº 6



Sistema de Projecção: U. T. M. (Universal Transverse Mercator)
Data Local: Graciosa base SW 1948
Zona 26S
Fonte: Adaptado de Zbyszewski (1971) e Cota Rodrigues (2002)

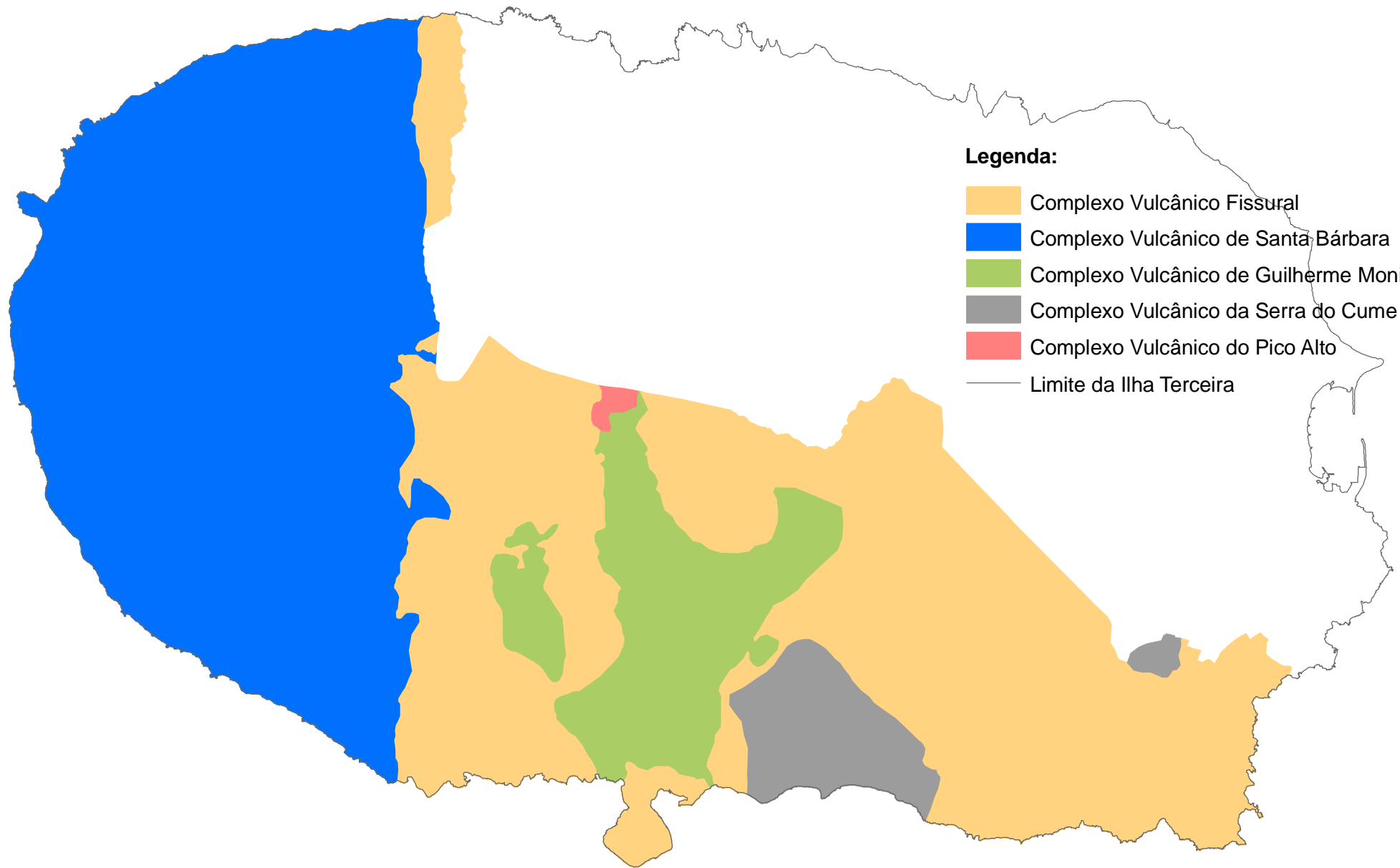
Instituto Superior de Agronomia

SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

Análise da Evolução da Ocupação e Uso do Solo no Concelho de Angra do Heroísmo
- Influência nos Movimentos de Terreno e de Vertente

Carmen Sofia Rocha Silva

Novembro de 2010



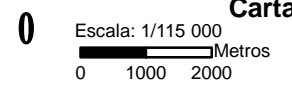
Legenda:

- Complexo Vulcânico Fissural
- Complexo Vulcânico de Santa Bárbara
- Complexo Vulcânico de Guilherme Moniz
- Complexo Vulcânico da Serra do Cume
- Complexo Vulcânico do Pico Alto
- Limite da Ilha Terceira

Instituto Superior de Agronomia
SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA
 Análise da Evolução da Ocupação e Uso do Solo no Concelho de Angra do Heroísmo
 - Influência nos Movimentos de Terreno e de Vertente

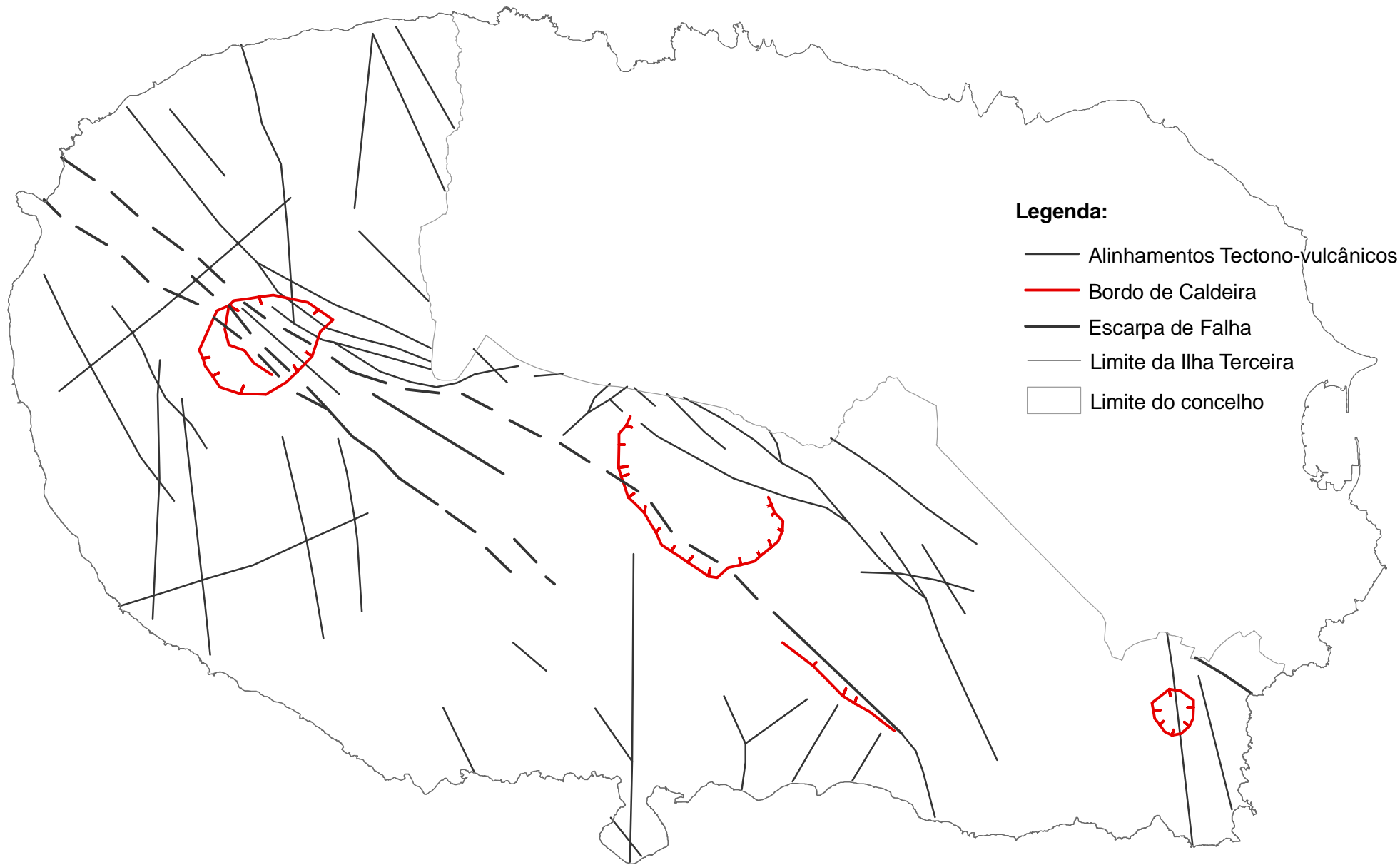
Carmen Sofia Rocha Silva Novembro de 2010

Carta Vulcanológica
Carta nº 7



Sistema de Projecção: U. T. M. (Universal Transverse Mercator)
 Data Local: Graciosa base SW 1948
 Zona 26S

Fonte: Adaptado de CVARG (2010)



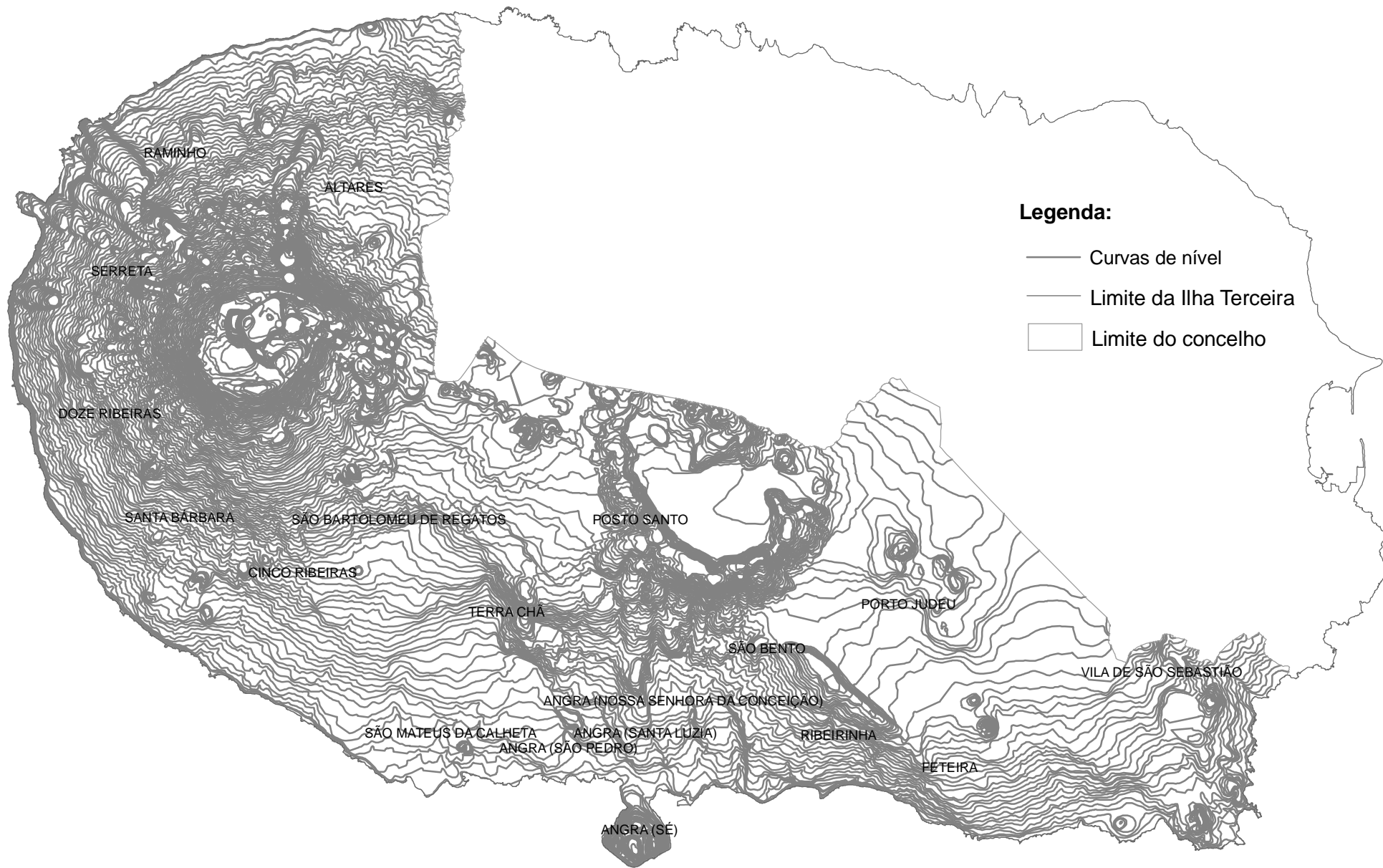
Instituto Superior de Agronomia

SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

Análise da Evolução da Ocupação e Uso do Solo no Concelho de Angra do Heroísmo
 - Influência nos Movimentos de Terreno e de Vertente

Carmen Sofia Rocha Silva

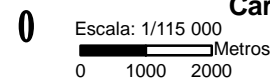
Novembro de 2010



Legenda:

- Curvas de nível
- Limite da Ilha Terceira
- Limite do concelho

Carta Altimétrica
Carta nº 9



Sistema de Projecção: U. T. M. (Universal Transverse Mercator)
Data Local: Graciosa base SW 1948
Zona 26S

Instituto Superior de Agronomia

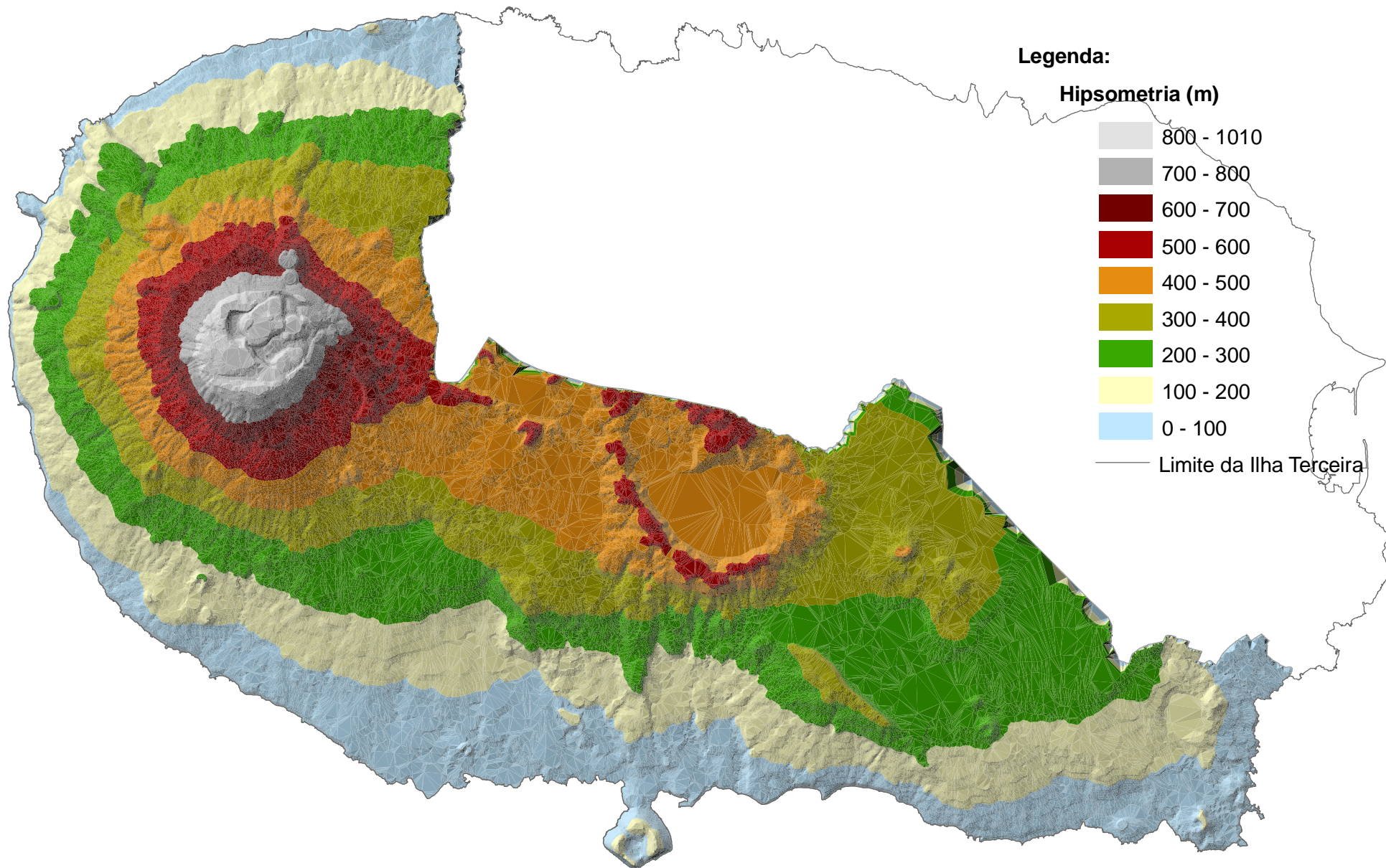
SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

Análise da Evolução da Ocupação e Uso do Solo no Concelho de Angra do Heroísmo
- Influência nos Movimentos de Terreno e de Vertente

Carmen Sofia Rocha Silva

Novembro de 2010

Fonte: UAC / DCA



Instituto Superior de Agronomia

SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

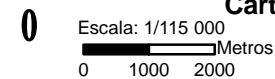
Análise da Evolução da Ocupação e Uso do Solo no Concelho de Angra do Heroísmo
- Influência nos Movimentos de Terreno e de Vertente

Carmen Sofia Rocha Silva

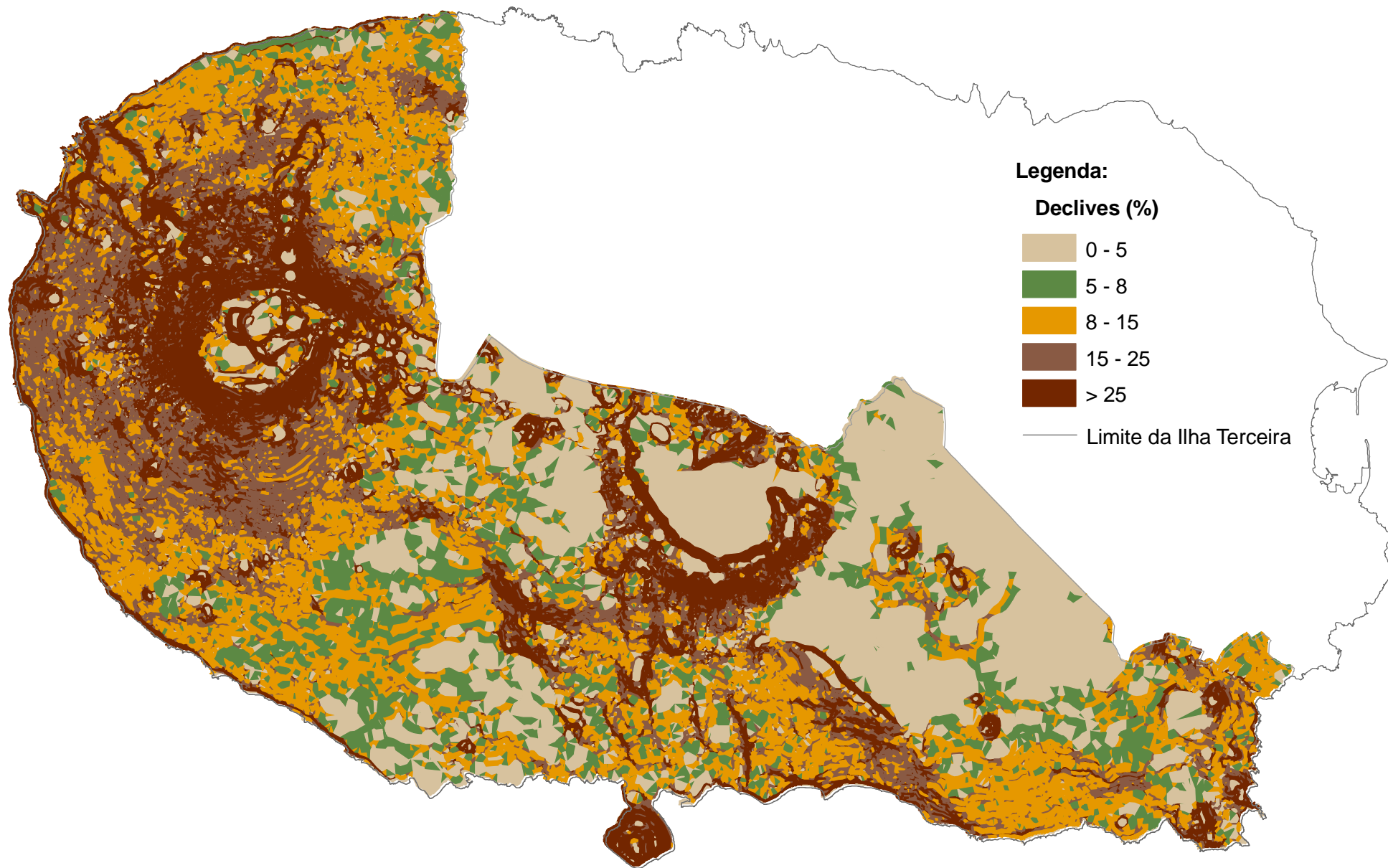
Novembro de 2010

Carta Hipsométrica

Carta nº 10



Sistema de Projecção: U. T. M. (Universal Transverse Mercator)
Data Local: Graciosa base SW 1948
Zona 26S



Legenda:

Declives (%)

0 - 5

5 - 8

8 - 15

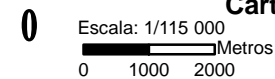
15 - 25

> 25

— Limite da Ilha Terceira

Carta de Declives

Carta nº 11



Sistema de Projecção: U. T. M. (Universal Transverse Mercator)
Data Local: Graciosa base SW 1948
Zona 26S

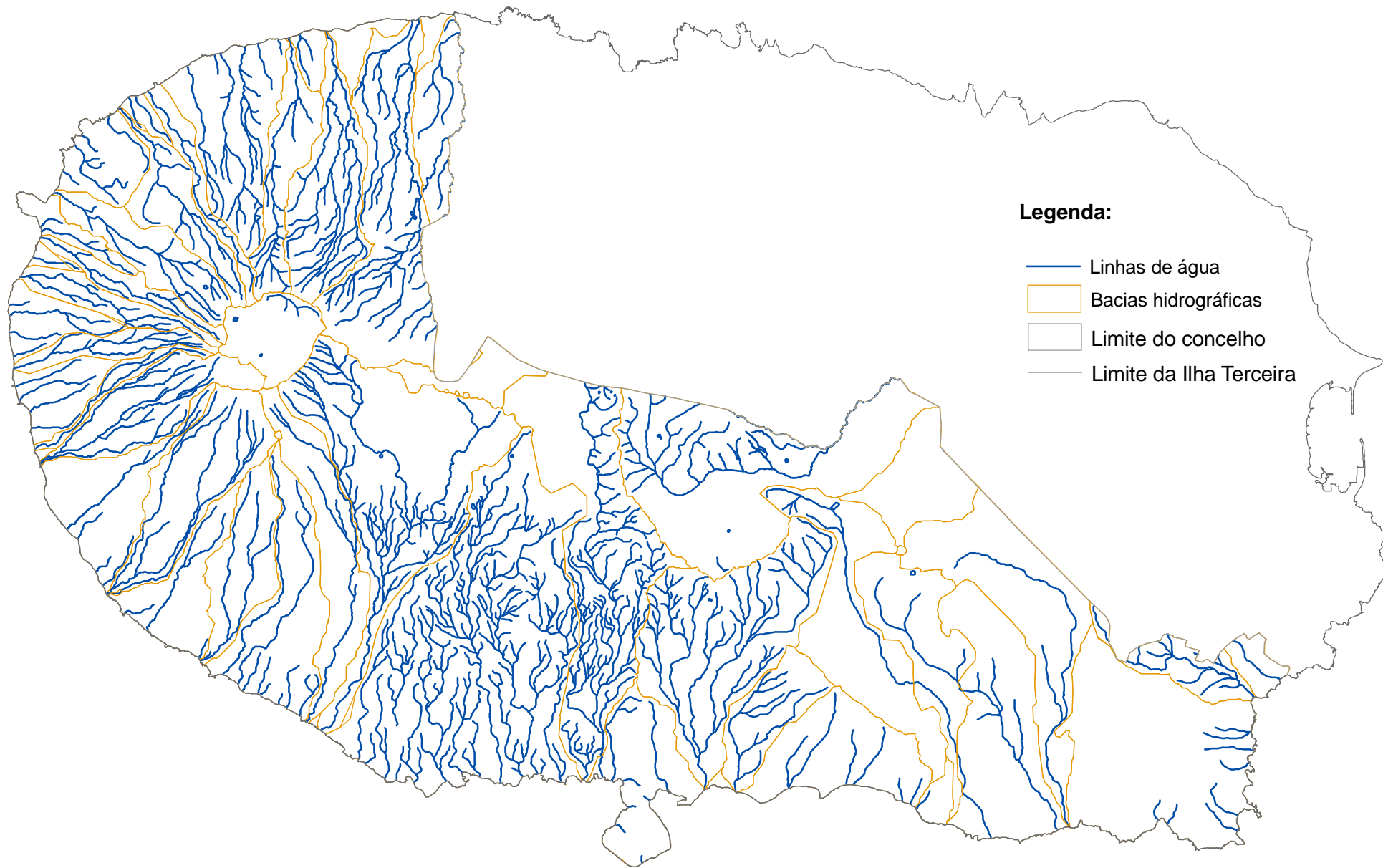
Instituto Superior de Agronomia

SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA





Análise da Evolução da Ocupação e Uso do Solo no Concelho de Angra do Heroísmo
- Influência nos Movimentos de Terreno e de Vertente

Carmen Sofia Rocha Silva

Novembro de 2010



Legenda:

-  Linhas de água
-  Bacias hidrográficas
-  Limite do concelho
-  Limite da Ilha Terceira

Instituto Superior de Agronomia

SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

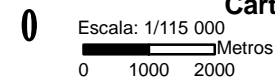
Análise da Evolução da Ocupação e Uso do Solo no Concelho de Angra do Heroísmo
- Influência nos Movimentos de Terreno e de Vertente

Carmen Sofia Rocha Silva

Novembro de 2010

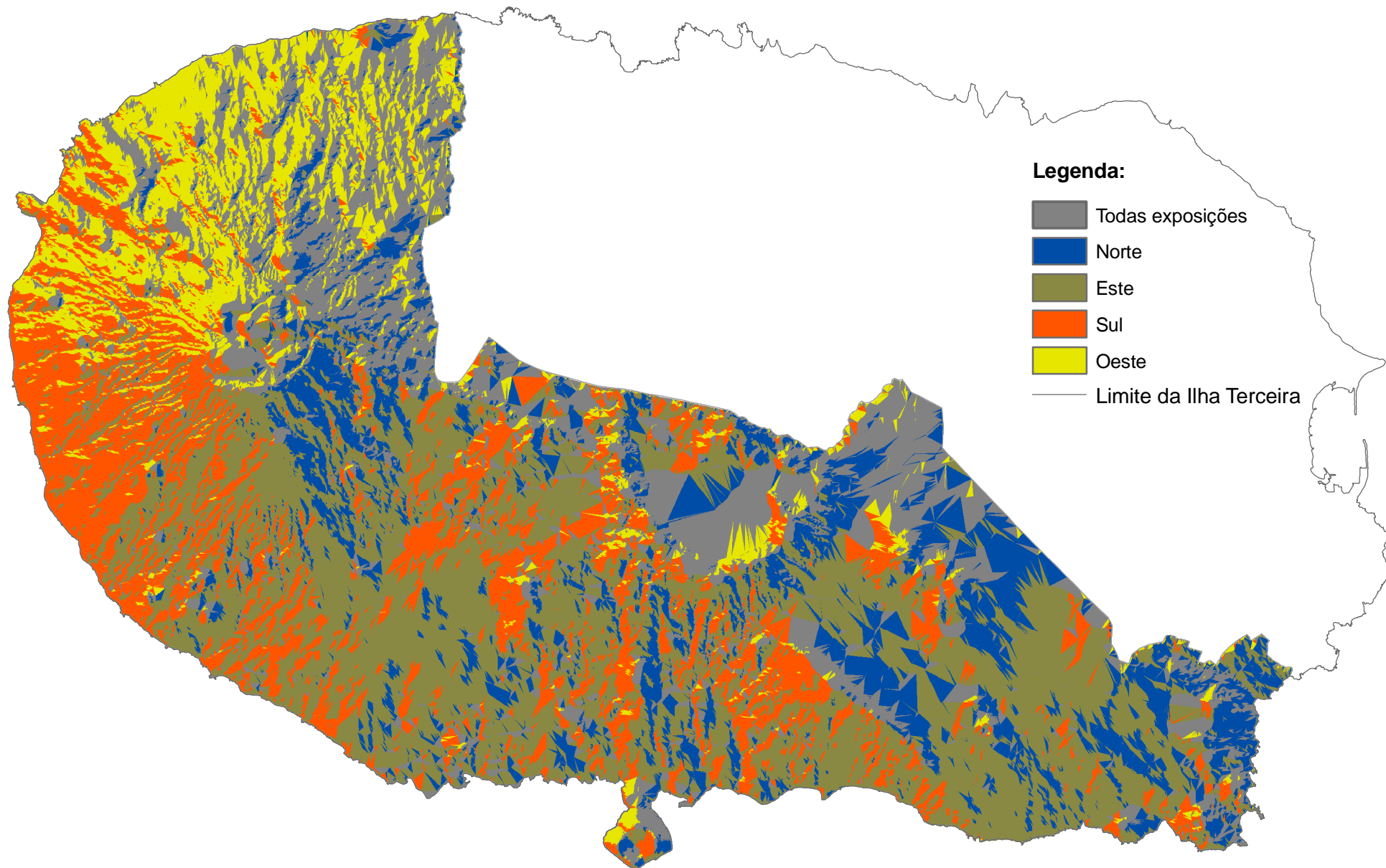
Carta de Hidrografia

Carta nº 12



Sistema de Projecção: U. T. M. (Universal Transverse Mercator)
Data Local: Graciosa base SW 1948
Zona 26S

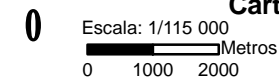
Fonte: DROTRH (2000)



Legenda:

- Todas exposições
- Norte
- Este
- Sul
- Oeste
- Limite da Ilha Terceira

Carta de Exposições
Carta nº 13



Sistema de Projecção: U. T. M. (Universal Transverse Mercator)
 Data Local: Graciosa base SW 1948
 Zona 26S

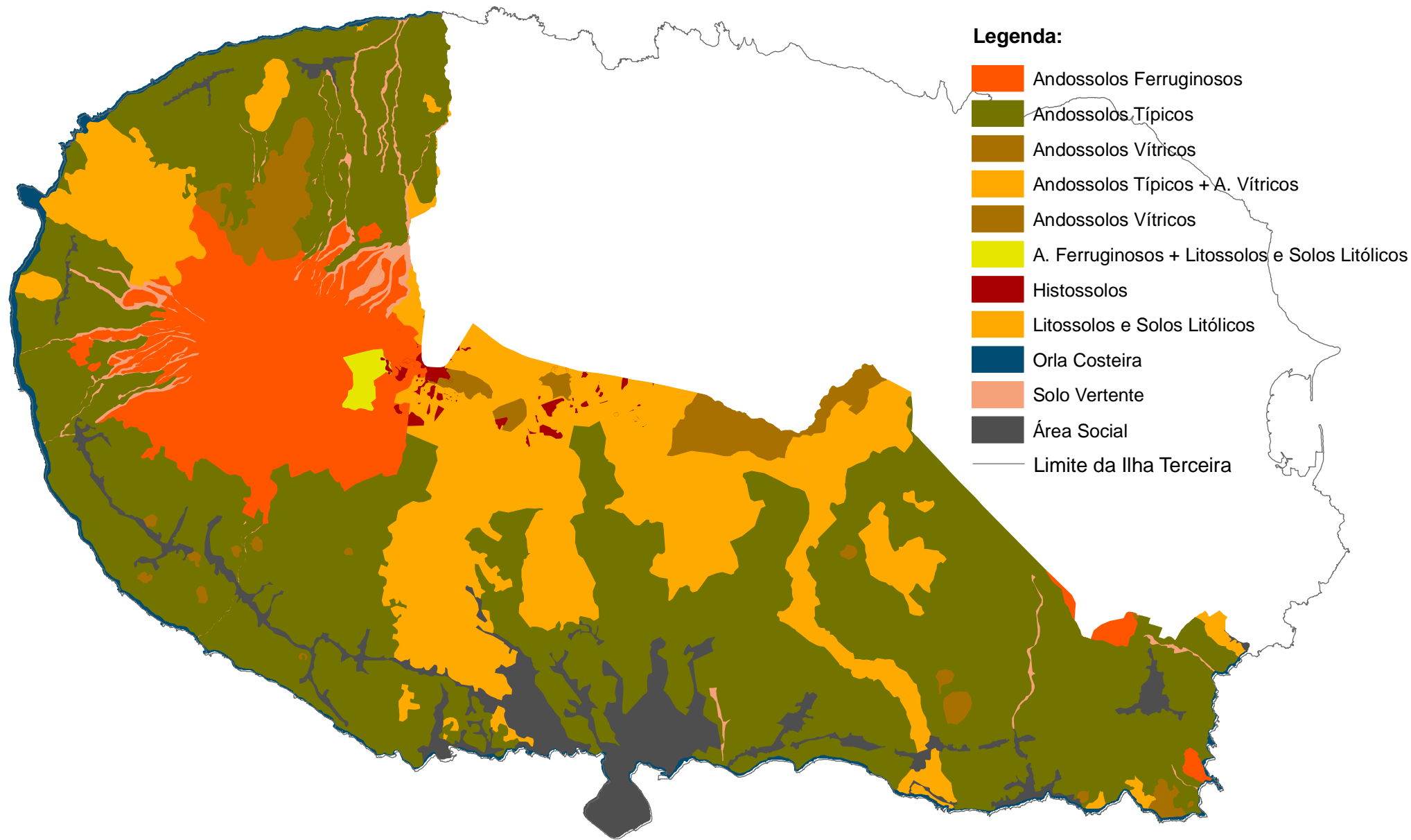
Instituto Superior de Agronomia

SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

Análise da Evolução da Ocupação e Uso do Solo no Concelho de Angra do Heroísmo
 - Influência nos Movimentos de Terreno e de Vertente

Carmen Sofia Rocha Silva

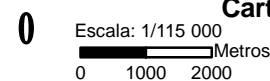
Novembro de 2010



Legenda:

- Andossolos Ferruginosos
- Andossolos Típicos
- Andossolos Vítricos
- Andossolos Típicos + A. Vítricos
- Andossolos Vítricos
- A. Ferruginosos + Litossolos e Solos Litólicos
- Histossolos
- Litossolos e Solos Litólicos
- Orla Costeira
- Solo Vertente
- Área Social
- Limite da Ilha Terceira

Carta de Solos
Carta nº 14



Sistema de Projecção: U. T. M. (Universal Transverse Mercator)
Data Local: Graciosa base SW 1948
Zona 26S

Fonte: UAC / DCA (2009)

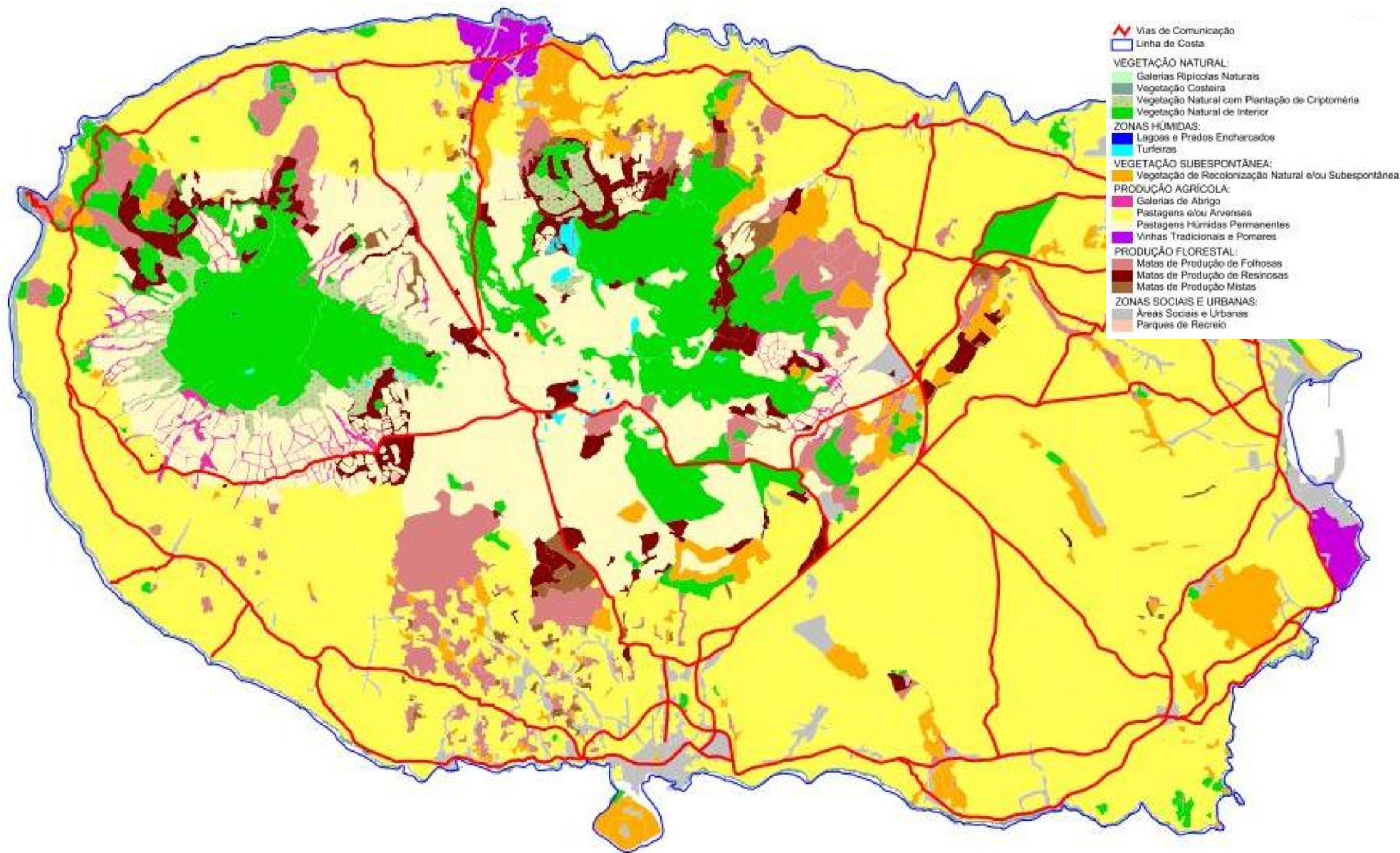
Instituto Superior de Agronomia

SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

Análise da Evolução da Ocupação e Uso do Solo no Concelho de Angra do Heroísmo
- Influência nos Movimentos de Terreno e de Vertente

Carmen Sofia Rocha Silva

Novembro de 2010



- Vias de Comunicação
- Linha de Costa
- VEGETAÇÃO NATURAL:**
 - Galerias Ripícolas Naturais
 - Vegetação Costeira
 - Vegetação Natural com Plantação de Criptoméria
 - Vegetação Natural de Interior
- ZONAS HÚMIDAS:**
 - Lagoas e Prados Encharcados
 - Turfeiras
- VEGETAÇÃO SUBSPONTÂNEA:**
 - Vegetação de Recolonização Natural e/ou Subspontânea
- PRODUÇÃO AGRÍCOLA:**
 - Galerias de Abrigo
 - Pastagens e/ou Arvensas
 - Pastagens Húmidas Permanentes
 - Vinhas Tradicionais e Pomares
- PRODUÇÃO FLORESTAL:**
 - Matas de Produção de Folhosas
 - Matas de Produção de Resinosas
 - Matas de Produção Mistas
- ZONAS SOCIAIS E URBANAS:**
 - Áreas Sociais e Urbanas
 - Parques de Recreio

Instituto Superior de Agronomia

SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

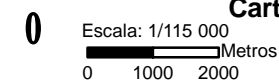
Análise da Evolução da Ocupação e Uso do Solo no Concelho de Angra do Heroísmo
- Influência nos Movimentos de Terreno e de Vertente

Carmen Sofia Rocha Silva

Novembro de 2010

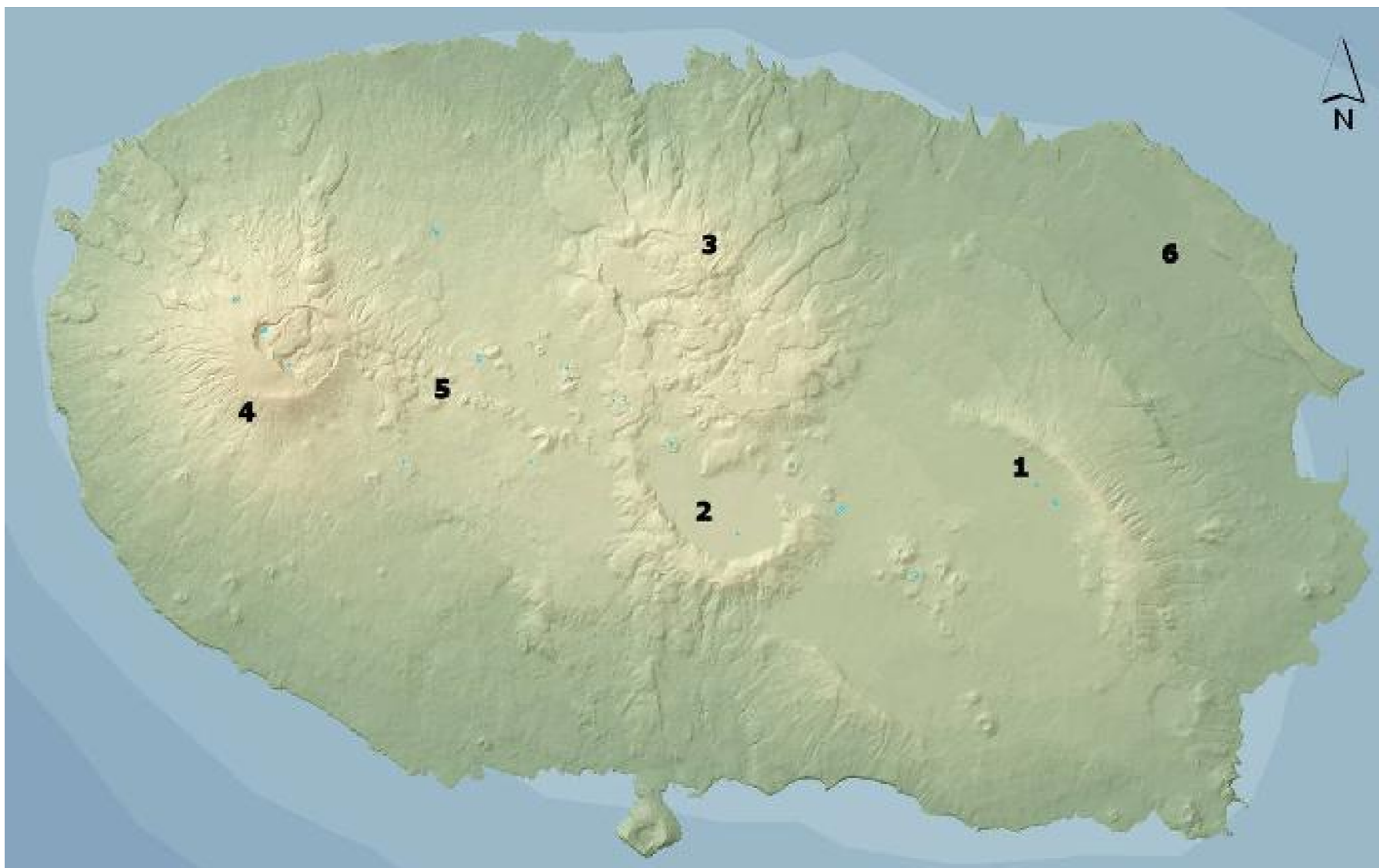
Carta de Vegetação

Carta nº 15



Sistema de Projecção: U. T. M. (Universal Transverse Mercator)
Data Local: Graciosa base SW 1948
Zona 26S

Fonte: UAC/DCA GEVA (2004)



Legenda: (1) Vulcão dos Cinco Picos; (2) Vulcão Guilherme Moniz; (3) Vulcão do Pico Alto; (4) Vulcão de Santa Bárbara; (5) a Zona Fissural; (6) Graben das Lajes.

Instituto Superior de Agronomia

SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

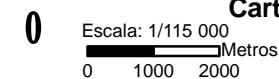
Análise da Evolução da Ocupação e Uso do Solo no Concelho de Angra do Heroísmo
- Influência nos Movimentos de Terreno e de Vertente

Carmen Sofia Rocha Silva

Novembro de 2010

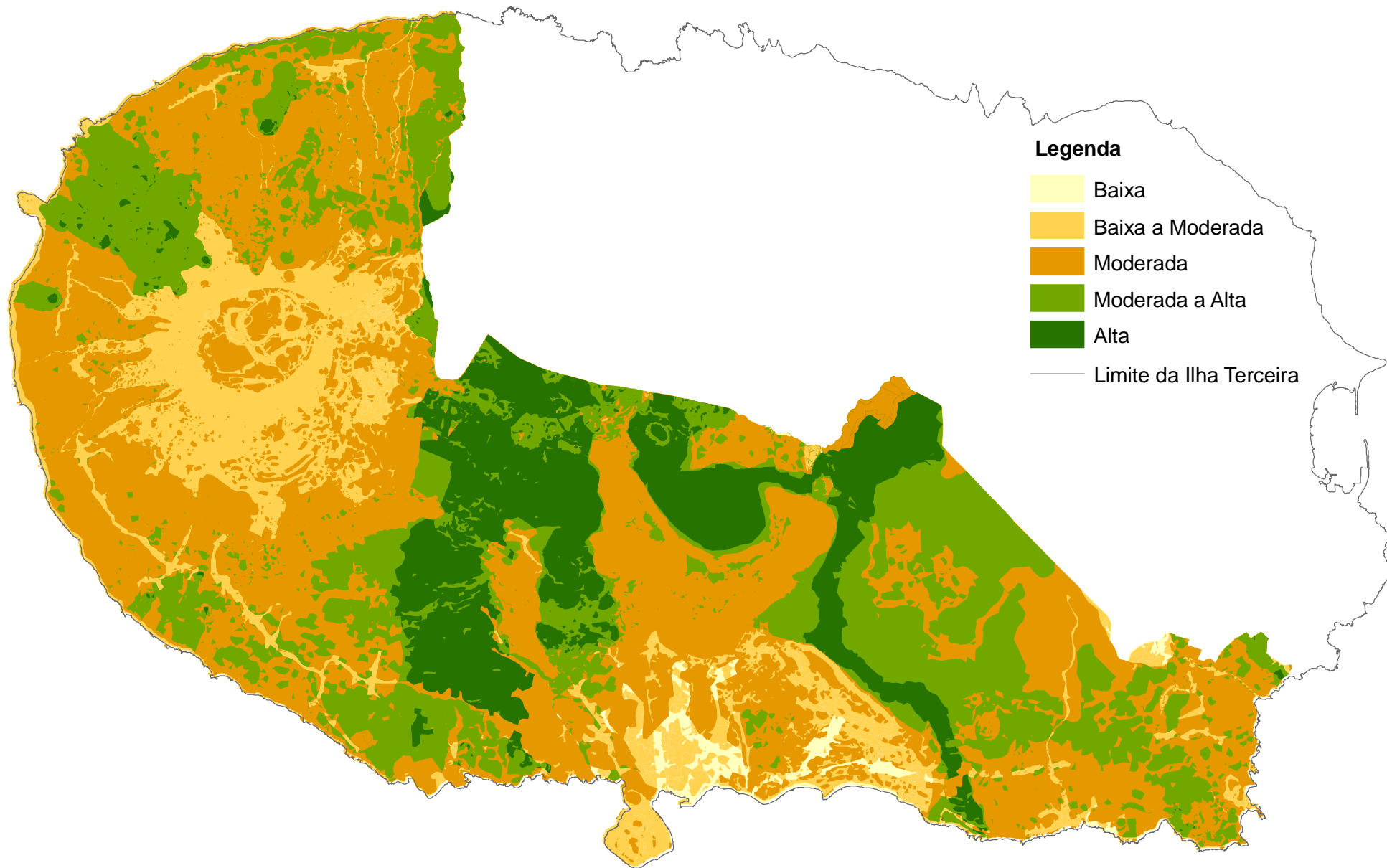
Carta Geomorfológica

Carta nº 16



Sistema de Projecção: U. T. M. (Universal Transverse Mercator)
Data Local: Graciosa base SW 1948
Zona 26S

Fonte: CVARG (2010)

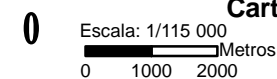


Legenda

- Baixa
- Baixa a Moderada
- Moderada
- Moderada a Alta
- Alta
- Limite da Ilha Terceira

Carta de Permeabilidade Potencial

Carta nº 17



Sistema de Projecção: U. T. M. (Universal Transverse Mercator)
Data Local: Graciosa base SW 1948
Zona 26S

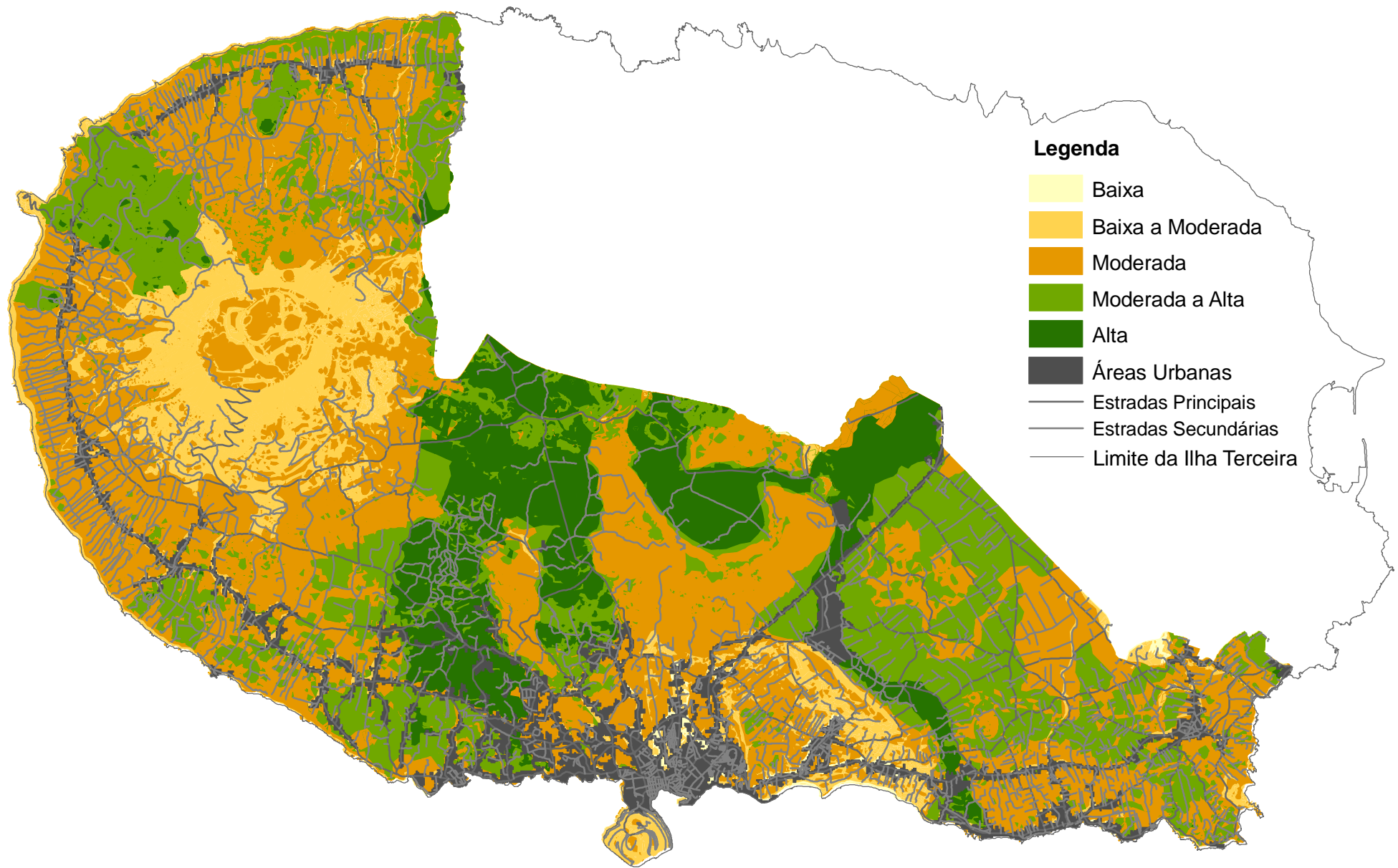
Instituto Superior de Agronomia

SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

Análise da Evolução da Ocupação e Uso do Solo no Concelho de Angra do Heroísmo
- Influência nos Movimentos de Terreno e de Vertente

Carmen Sofia Rocha Silva

Novembro de 2010

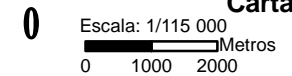


Legenda

- Baixa
- Baixa a Moderada
- Moderada
- Moderada a Alta
- Alta
- Áreas Urbanas
- Estradas Principais
- Estradas Secundárias
- Limite da Ilha Terceira

Carta de Permeabilidade Actual

Carta nº 18



Sistema de Projecção: U. T. M. (Universal Transverse Mercator)
 Data Local: Graciosa base SW 1948
 Zona 26S

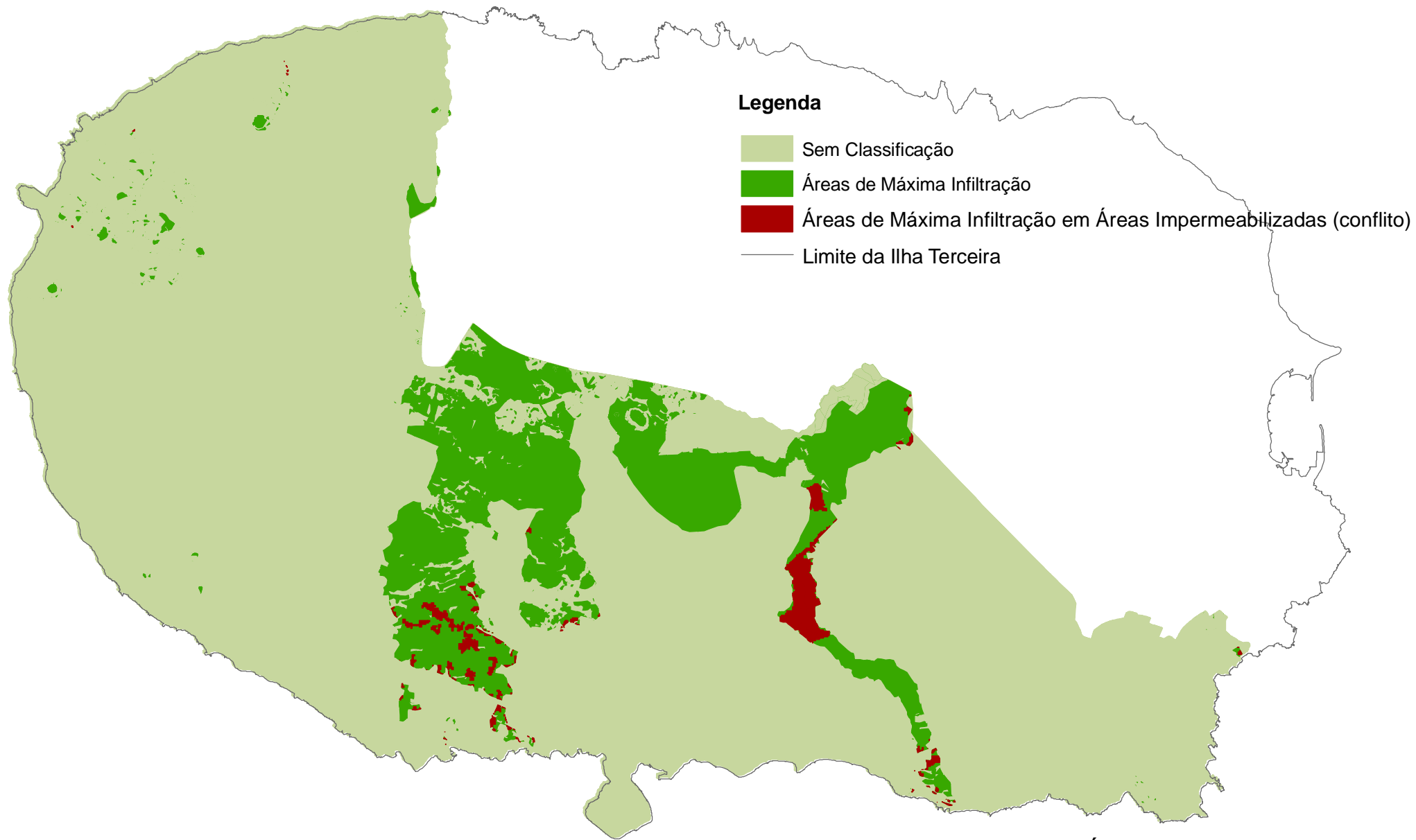
Instituto Superior de Agronomia

SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

Análise da Evolução da Ocupação e Uso do Solo no Concelho de Angra do Heroísmo
 - Influência nos Movimentos de Terreno e de Vertente

Carmen Sofia Rocha Silva

Novembro de 2010



Legenda

- Sem Classificação
- Áreas de Máxima Infiltração
- Áreas de Máxima Infiltração em Áreas Impermeabilizadas (conflito)
- Limite da Ilha Terceira

Instituto Superior de Agronomia

SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

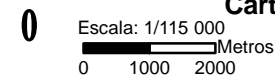
Análise da Evolução da Ocupação e Uso do Solo no Concelho de Angra do Heroísmo
- Influência nos Movimentos de Terreno e de Vertente

Carmen Sofia Rocha Silva

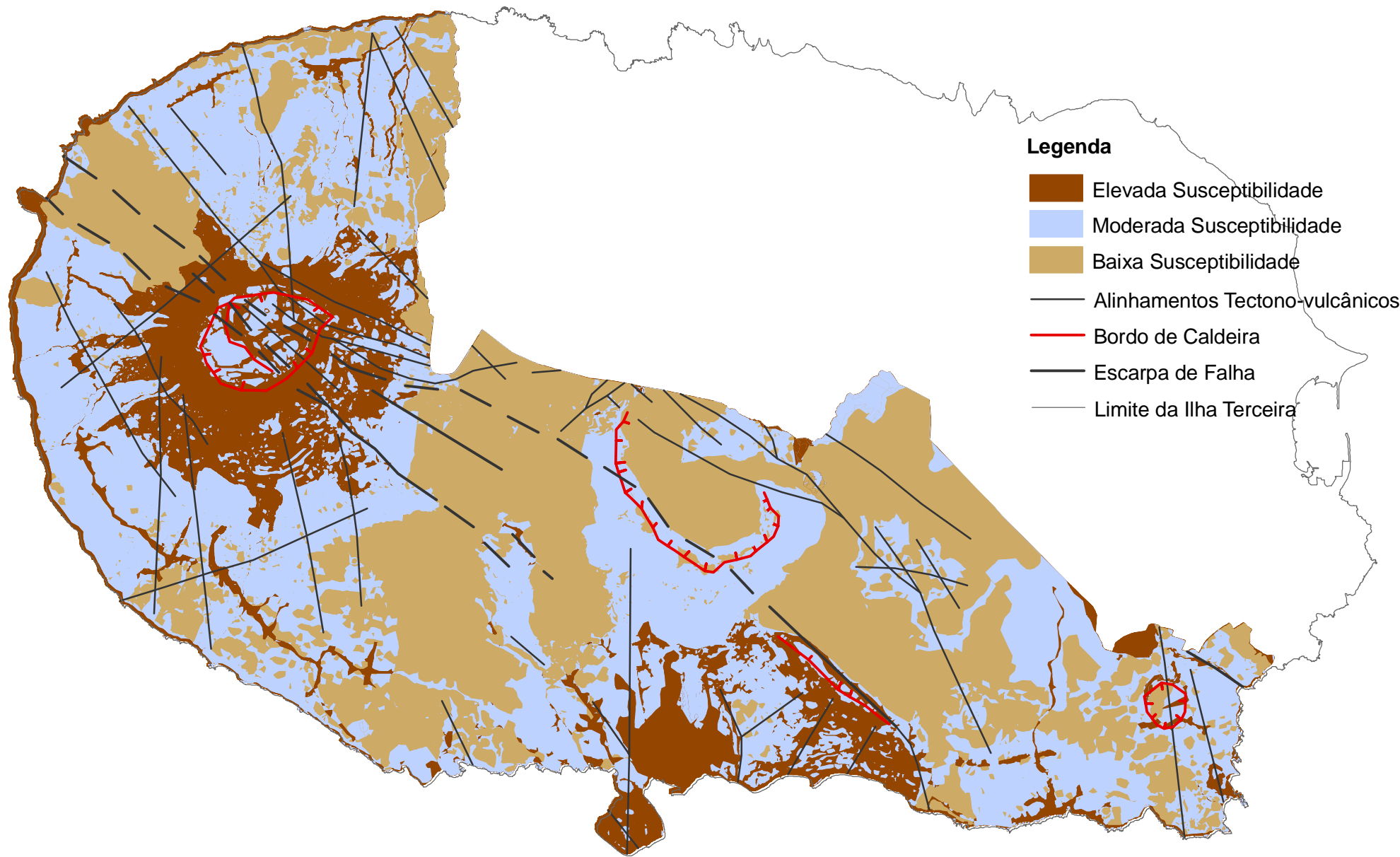
Novembro de 2010

Áreas de Máxima Infiltração

Carta nº 19



Sistema de Projecção: U. T. M. (Universal Transverse Mercator)
Data Local: Graciosa base SW 1948
Zona 26S

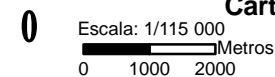


Legenda

- Elevada Susceptibilidade
- Moderada Susceptibilidade
- Baixa Susceptibilidade
- Alinhamentos Tectono-vulcânicos
- Bordo de Caldeira
- Escarpa de Falha
- Limite da Ilha Terceira

Susceptibilidade aos Movimentos de Terreno

Carta nº 20



Sistema de Projecção: U. T. M. (Universal Transverse Mercator)
 Data Local: Graciosa base SW 1948
 Zona 26S

Instituto Superior de Agronomia

SECÇÃO AUTÓNOMA DE ARQUITECTURA PAISAGISTA

Análise da Evolução da Ocupação e Uso do Solo no Concelho de Angra do Heroísmo
 - Influência nos Movimentos de Terreno e de Vertente

Carmen Sofia Rocha Silva

Novembro de 2010

ANEXOS II

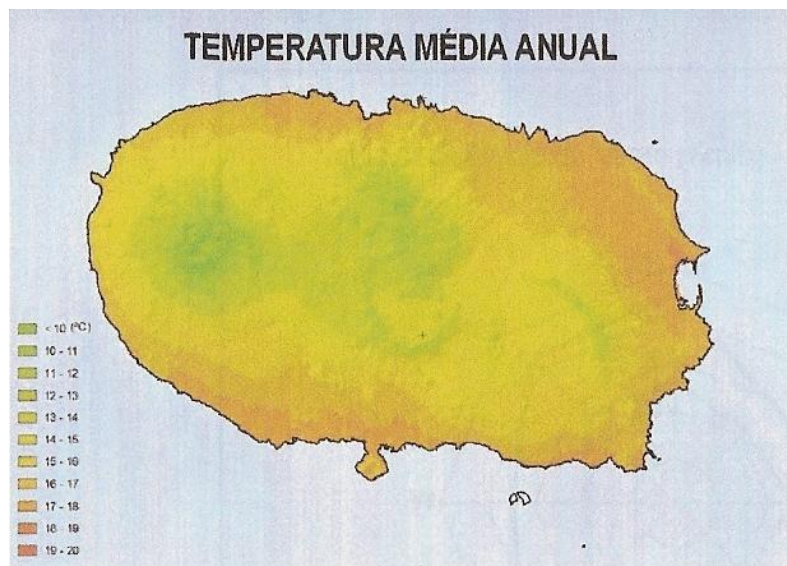


Figura 1 – Temperatura Média Anual da ilha Terceira.

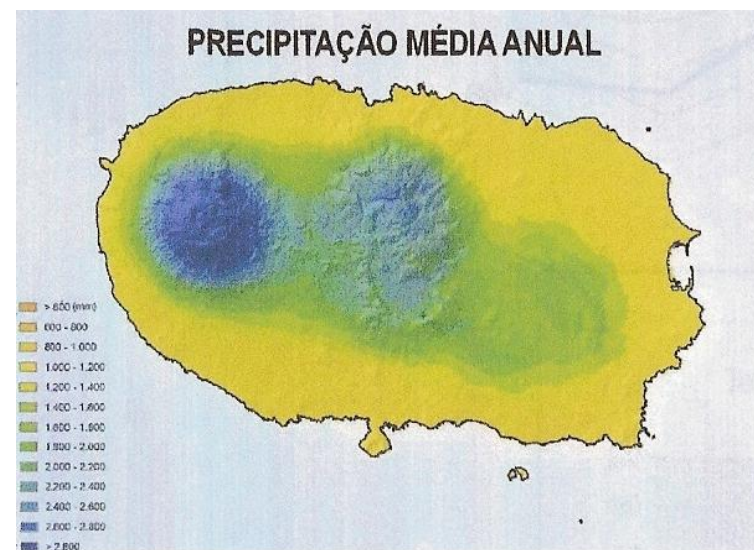


Figura 3 – Precipitação Média Anual da ilha Terceira.

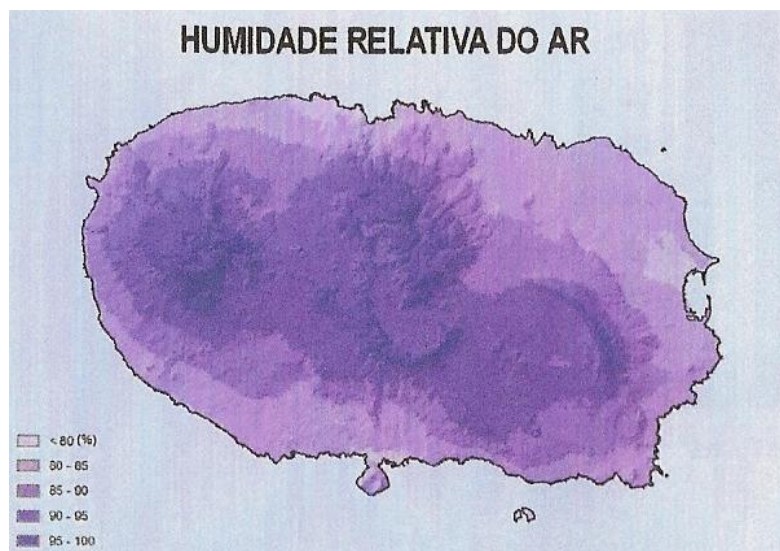


Figura 2 – Humidade Relativa do Ar da ilha Terceira.

Fonte: Atlas Básico dos Açores, 2004
Escala: 1/450 00

Quadro 1 - Caracterização hidrogeológica das Formações presentes no concelho de Angra do Heroísmo. (Adaptado de Cota Rodrigues, 1993, 2002).

| | | Unidades Litológicas | Descrição | Permeabilidade | | |
|--|---|---|--|---|---|---|
| QUATERNÁRIO | HOLOCÉNICO | Unidade superior | Dunas e Depósitos de Praia | As formações sedimentares dos tipos aluvião, depósitos de vertente e depósitos de ribeira apresentam permeabilidades elevadas. | 5 | |
| | | | Basaltos de 1761 | Constituem os materiais vulcânicos mais recentes da ilha. Porosidade: 9 %. | 5 | |
| | | | Traquito dos Mistérios Negros | | 4/5 | |
| | | | Formação Basáltica Superior | Algar | Correspondem a escoadas basálticas recentes, extruídas nos últimos 23 000 anos por uma série de cones vulcânicos, situados maioritariamente na zona de fissura; os seus afloramentos são de pequena espessura (1-6 m); índice de fracturação vertical bastante elevado, e de modo geral, sem preenchimento. A percentagem de vazios entre as partículas é muito grande dada a pequena alteração e compactação dos depósitos. Porosidade: 6 %. | 5 |
| | | | | Galiarte | | |
| | | | | Pico Gordo | | |
| | | | | Pico da Bagacina | | |
| | | | | Terra-Chã | | |
| | Monte Brasil | | | | | |
| | Formação de Brecha dos Biscoitos | Estão incluídos um conjunto de pequenas escoadas piroclásticas indiferenciadas, brechas vulcânicas e depósitos do tipo <i>lahar</i> . | 3 | | | |
| | Formação Peralcalina do Pico Alto e Sta. Bárbara | Constituídas por escorrências e domos de natureza traquítica com micro-relevo bastante acentuado; grande permeabilidade das formações peralcalinas recentes, e elevada fracturação dos materiais; porosidade total de algumas escoadas basálticas: 3 a 4 %; | 4 | | | |
| | PLISTOCÉNICO | Unidade inferior | Formação Ignimbrítica das Lages | Correspondem a extensas escoadas piroclásticas que recobrem vastas superfícies na ilha; apesar das partes consolidadas se apresentarem muito fracturadas, grande parte das diáclases encontra-se preenchida por produtos de meteorização. | 3 | |
| | | | Formação Ignimbrítica de Angra | | 2 | |
| | | | Formação Ignimbrítica Inferior | | 2 | |
| Formação Basáltica Inferior | | | Constituído por escoadas lávicas e depósitos piroclásticos; possuem elevada permeabilidade; não apresentam rede de drenagem estruturada; Porosidade: 3 a 6% | 4 | | |
| Formação Basáltica de Sta. Bárbara | | | Constituída por um amontoado de escoadas basálticas e depósitos piroclásticos associados. | 4 | | |
| Formação Traquítica de G. Moniz | | | Constituída por depósitos piroclásticos, escorrências e domos de natureza traquítica sobrepostos; poucas fracturas horizontais; em profundidade as características de porosidade e permeabilidade desta formação são muito inferiores às observadas à superfície. Formações traquíticas de elevada permeabilidade, desprovidas de sistema de drenagem. | 3 | | |
| Formação Traquibasáltica dos Cinco Picos | Formação mais antiga da ilha; constituída por uma série de escoadas lávicas de natureza intermédia e depósitos piroclásticos, de natureza basáltica, sobrepostos; alguns apresentam-se bastante alterados e compactados pelo peso das formações que o recobrem. Porosidade das escoadas lávicas: 6% (níveis pouco permeáveis dão origem a nascentes e surgências identificadas nas arribas costeiras. | 2 | | | | |

Descrição dos valores de Permeabilidade: 1 - Baixa; 2 – Baixa a Moderada; 3 – Moderada; 4 – Moderada a Alta; 5 – Alta.

Quadro 2 - Descrição dos Solos (Pinheiro, 1990; Cota Rodrigues, 1993, 2002; Pereira, 2004) e Classificação proposta para a permeabilidade dos solos de Angra do Heroísmo.

| Solo | Descrição | Permeabilidade |
|--|--|----------------|
| Andossolos Típicos | Solos profundos, bem drenados; formaram-se a partir de materiais vulcânicos recentes, sobretudo de natureza piroclástica; baixa densidade aparente, logo, elevada capacidade de retenção de água; texturas predominantemente francas. | 2/3 |
| Andossolos Vítricos | Apresentam material vítrico pouco evoluído; textura franco-arenosa | 4 |
| Andossolos Ferruginosos | Presença de constituinte ferruginosos, formando delgadas crostas, cimentando os elementos componentes do solo e que se opõe à penetração radicular, circulação e infiltração da água; predominam as pedra pomes e cinzas; presença de um horizonte <i>plácico</i> (drenagem deficiente, desempenham uma importante barreira à circulação hídrica, induzindo a formação de zonas pantanosas ou de lagoas. | 1 |
| Andossolos Típicos + Andossolos Vítricos | | 3 |
| Andossolos Ferruginosos + Litossolos e Solos Litólicos | | 3 |
| Litossolos e Solos Litólicos | Associados a terrenos rochosos de escoadas lávicas pouco meteorizadas; textura fundamentalmente ligeira ou mediana; elevada percentagem de elementos grosseiros; elevada porosidade total e efectiva; pobres em matéria orgânica devido à sua pequena espessura; elevada permeabilidade e infiltração. | 5 |
| Histossolos | Solos formados em material orgânico; formados essencialmente de <i>sphagnum sp.</i> em áreas muito húmidas e praticamente planas; retêm a água. | 2 |

Descrição dos valores de Permeabilidade: 1 - Baixa; 2 – Baixa a Moderada; 3 – Moderada; 4 – Moderada a Alta; 5 – Alta.

GLOSSÁRIO

Abarrancamento - formação de barrancos pela acção erosiva das águas correntes (<http://www.infopedia.pt>).

Cisalhamento – deformação de uma rocha, com ou sem fractura, resultante da actuação de tensões tangenciais. (<http://www.infopedia.pt>)

Consolidado – material que está compactado. Em termos de mecânica do solo, implica o processo de redução lento de volume quando relacionado com a permeabilidade do solo. (Dikau *et al.*, 1996).

Desenvolvimento sustentável – progresso económico, social e político que assegura a satisfação das necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem as suas próprias necessidades (www.inag.pt).

Diagnóstico ambiental – identificação de um problema ambiental através da avaliação dos sintomas e disfunções (www.inag.pt).

Ecossistema – sistema biótico e abiótico que engloba o ar, a água, os solos, as plantas e os animais (www.inag.pt).

Erosão geológica – classicamente, a erosão compreende os processos inerentes à ablação de material sólido, ao seu transporte e acumulação. Em sentido restrito pode considerar-se como o conjunto de elementos físicos e humanos que levam à destruição do relevo (Abreu, 2007).

Erodibilidade do solo – propriedade complexa e define-se como a resistência do solo ao destacamento, pelo salpico da chuva e pelo escoamento superficial, incluindo o seu transporte, quando ocorre uma chuvada e escoamento sobre o terreno (Magalhães *et al.*, 2007a).

Escombreira – depósito de rocha estéril (minerais sem aproveitamento) proveniente da exploração de uma pedreira ou mina. Estes depósitos localizam-se na dependência da área da exploração, constituindo verdadeiros montes na paisagem e impedindo, por vezes, o crescimento de vegetação (<http://e-geo.ineti.pt>).

Espaços vazios – entende-se por espaços vazios do solo ou poros, os espaços entre os agregados estruturais ou dispostos dentro dos mesmos (Cota Rodrigues, 2002).

Falha – acidente tectónico originado por fractura do terreno, ao longo da qual houve deslocamento relativo, maior ou menor, dos dois compartimentos contíguos (Abreu, 2007).

Filão - os filões são corpos magmáticos, de forma tabular, resultantes do preenchimento de fracturas existentes nas rochas (<http://www.dct.uminho.pt/pnpg/gloss/glossa.html>).

Formação (geológica) – terreno ou grupo de terrenos que possuem características comuns constituindo um conjunto que interessa separar dos outros materiais rochosos; conjunto de camadas formando uma unidade litológica à qual se associa geralmente o nome do local onde foi definida (<http://e-geo.ineti.pt>).

Fractura (Diaclise) – superfície ao longo da qual houve perda de coesão dos materiais sem deslocamento dos compartimentos resultantes (Abreu, 2007).

Lahar – designação de um movimento de massa exclusivo das regiões vulcânicas, formado pelo deslocamento ao longo de vales ou de encostas íngremes, em forma de avalanche, de lama composta por materiais piroclásticos e água. Os *lahars* são muito frequentes durante erupções vulcânicas, podendo, também ocorrer nas encostas recobertas por materiais vulcânicos tornadas instáveis por grandes chuvadas. (Dikau *et al.*, 1996).

Liquefacção – passagem de uma substância do estado gasoso ao estado líquido; condensação; passagem de uma substância do estado sólido ao estado líquido (<http://www.infopedia.pt>).

Meteorização – enquadra-se na lei geral da estabilidade das rochas e dos minerais inseridos na zona superficial da crosta terrestre e corresponde ao conjunto das alterações progressivas sofridas por uma fase sólida em função da natureza (estrutura e composição química) da própria fase sólida e da natureza do ambiente físico, químico e biológico onde está inserida (Abreu, 2007).

Pressão no poro (água) – é a pressão exercida pela água nos poros do solo ou sedimentos. (Dikau *et al.*, 1996).

Reptação – é a migração lenta de materiais móveis, em geral detritos de pequena dimensão, numa vertente de fraco declive, em que ocorre um deslizamento de partículas umas em relação às outras sem intervenção da água. É também o deslizamento lateral de grãos de areia, cuja causa é o choque repetido de outros grãos de areia arrastados pelo vento. (<http://www.infopedia.pt>).

Risco – avaliação do prejuízo económico dos danos provocados no homem e no ambiente considerando tanto a probabilidade do acidente como a sua magnitude (www.inag.pt).

Rocha magmática ou ígnea – originam-se a partir do arrefecimento e solidificação do magma. Este processo pode ocorrer a alguns quilómetros de profundidade, dando origem a rochas plutónicas ou intrusivas, ou à superfície terrestre, formando as rochas vulcânicas ou extrusivas. Quando este processo ocorre em profundidade o arrefecimento é lento. Pelo contrário, à superfície (ou perto dela) o arrefecimento é rápido. Estas diferenças na velocidade de arrefecimento induzem a formação de rochas magmáticas com diferentes texturas (<http://www.dct.uminho.pt/pnpg/gloss/glossa.html>).

Solifluxão – processo que se traduz pela movimentação, numa vertente, de depósitos superficiais diversos, como, por exemplo, argila, areia, porções do solo, etc., saturados por água. Quando nas vertentes os materiais são pouco coerentes ou estão recobertos por uma camada de materiais rochosos resultantes de processos de meteorização e erosão, os interstícios entre eles podem saturar-se de água levando à movimentação dos materiais com velocidade variável. (<http://www.infopedia.pt>).

Subsidência – é o movimento de descida do fundo de uma bacia de sedimentação (<http://www.infopedia.pt>).

Vulcão ou Sistema Vulcânico Activo – é aquele que se encontra em erupção ou que tem potencial para entrar em erupção, incluindo todos os que registaram actividade durante o Holocénico (10.000 anos) (CVARG, 2010).