

ECOÁGUA - Definição metodológica e aplicações para a caracterização da interação entre as águas subterrâneas e os ecossistemas em ilhas vulcânicas (Fase II)

J.V. Cruz, C. Andrade, R. Coutinho

DTC.023/IVAR/CIVISA/21



Governo dos Açores

SECRETARIA REGIONAL DO AMBIENTE E ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS
DIREÇÃO REGIONAL DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO
E DOS RECURSOS HÍDRICOS



Interreg

Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



EUROPEAN UNION

**CENTRO DE INFORMAÇÃO E VIGILÂNCIA SISMOVULCÂNICA DOS AÇORES
INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO EM VULCANOLOGIA E AVALIAÇÃO DE RISCOS**

Índice

1 Introdução.....	8
2 Importância dos ecossistemas dependentes da água subterrânea	9
3 Os EDAS no contexto das políticas ambientais.....	12
4 Trabalhos anteriores no âmbito dos PGRH.....	16
5 Metodologia aplicada	18
6 Identificação de ecossistemas dependentes na RH9	24
6.1 Resultados para as variáveis parcelares na ilha de Santa Maria	24
6.2 Resultados para as variáveis parcelares na ilha de São Miguel	27
6.3 Resultados para as variáveis parcelares na ilha Terceira.....	30
6.4 Resultados para as variáveis parcelares na ilha Graciosa.....	33
6.5 Resultados para as variáveis parcelares na ilha de São Jorge	36
6.6 Resultados para as variáveis parcelares na ilha do Pico	39
6.7 Resultados para as variáveis parcelares na ilha do Faial	42
6.8 Resultados para as variáveis parcelares na ilha das Flores	45
6.9 Resultados para as variáveis parcelares na ilha do Corvo.....	48
6.10 Índice de Dependência dos Ecossistemas.....	51
7 Referências Bibliográficas.....	77
ANEXOS.....	i
ANEXO I Ilha de Santa Maria	ii
ANEXO II Ilha de São Miguel.....	vi
ANEXO III Ilha Terceira	x
ANEXO VI Ilha Graciosa.....	xiv
ANEXO V Ilha de São Jorge.....	xviii
ANEXO VI Ilha do Pico	xxii
ANEXO VII Ilha do Faial	xxvi
ANEXO VIII Ilha das Flores	xxx
ANEXO IX Ilha do Corvo	xxxiv

Índice de Figuras

Figura 6.1 Histogramas relativos aos vários índices parcelares utilizados na identificação de EDAS na ilha de Santa Maria (A- índice de densidade de nascentes; B- índice de escoamento de base; C- zonas húmidas/lagoas).	26
Figura 6.2 Histogramas relativos aos vários índices parcelares utilizados na identificação de EDAS na ilha de São Miguel (A- índice de densidade de nascentes; B- índice de escoamento de base; C- zonas húmidas/lagoas).	29
Figura 6.3 Histogramas relativos aos vários índices parcelares utilizados na identificação de EDAS na ilha Terceira (A- índice de densidade de nascentes; B- índice de escoamento de base; C- zonas húmidas/lagoas).	32
Figura 6.4 Histogramas relativos aos vários índices parcelares utilizados na identificação de EDAS na ilha Graciosa (A- índice de densidade de nascentes; B- índice de escoamento de base; C- zonas húmidas/lagoas).	35
Figura 6.5 Histogramas relativos aos vários índices parcelares utilizados na identificação de EDAS na ilha de São Jorge (A- índice de densidade de nascentes; B- índice de escoamento de base; C- zonas húmidas/lagoas).	38
Figura 6.6 Histogramas relativos aos vários índices parcelares utilizados na identificação de EDAS na ilha do Pico (A- índice de densidade de nascentes; B- índice de escoamento de base; C- zonas húmidas/lagoas).	41
Figura 6.7 Histogramas relativos aos vários índices parcelares utilizados na identificação de EDAS na ilha do Faial (A- índice de densidade de nascentes; B- índice de escoamento de base; C- zonas húmidas/lagoas).	44
Figura 6.8 Histogramas relativos aos vários índices parcelares utilizados na identificação de EDAS na ilha das Flores (A- índice de densidade de nascentes; B- índice de escoamento de base; C- zonas húmidas/lagoas).	47
Figura 6.9 Histogramas relativos aos vários índices parcelares utilizados na identificação de EDAS na ilha do Corvo (A- índice de densidade de nascentes; B- índice de escoamento de base; C- zonas húmidas/lagoas).	50
Figura 6.10 Representação espacial do índice de dependência dos ecossistemas na ilha de Santa Maria.	55
Figura 6.11 Representação espacial do índice de dependência dos ecossistemas na ilha de São Miguel.	56
Figura 6.12 Representação espacial do índice de dependência dos ecossistemas na ilha Terceira.	57
Figura 6.13 Representação espacial do índice de dependência dos ecossistemas na ilha Graciosa.	58
Figura 6.14 Representação espacial do índice de dependência dos ecossistemas na ilha de São Jorge.	59
Figura 6.15 Representação espacial do índice de dependência dos ecossistemas na ilha do Pico.	60
Figura 6.16 Representação espacial do índice de dependência dos ecossistemas na ilha do Faial.	61

Figura 6.17 Representação espacial do índice de dependência dos ecossistemas na ilha das Flores.	62
Figura 6.18 Representação espacial do índice de dependência dos ecossistemas na ilha do Corvo.	63
Figura 6.19 Índice de dependência dos ecossistemas por ilha na RH9 (em percentagem).....	64

ANEXOS

Figura I.1 Representação espacial do índice de densidade de nascentes na ilha de Santa Maria.	iii
Figura I.2 Representação espacial do índice de densidade de escoamento de base na ilha de Santa Maria.	iv
Figura I.3 Representação espacial do índice de densidade de zonas húmidas/lagoas na ilha de Santa Maria.	v
Figura II.1 Representação espacial do índice de densidade de nascentes na ilha de São Miguel.....	vii
Figura II.2 Representação espacial do índice de densidade de escoamento de base na ilha de São Miguel.	viii
Figura II.3 Representação espacial do índice de densidade de zonas húmidas/lagoas na ilha de São Miguel.	ix
Figura III.1 Representação espacial do índice de densidade de nascentes na ilha Terceira.	xi
Figura III.2 Representação espacial do índice de densidade de escoamento de base na ilha Terceira.	xii
Figura III.3 Representação espacial do índice de densidade de zonas húmidas/lagoas na ilha Terceira.	xiii
Figura VI.1 Representação espacial do índice de densidade de nascentes na ilha Graciosa.	xv
Figura VI.2 Representação espacial do índice de densidade de escoamento de base na ilha Graciosa.....	xvi
Figura VI.3 Representação espacial do índice de densidade de zonas húmidas/lagoas na ilha Graciosa.....	xvii
Figura V.1 Representação espacial do índice de densidade de nascentes na ilha de São Jorge.	xix
Figura V.2 Representação espacial do índice de densidade de escoamento de base na ilha de São Jorge.	xx
Figura V.3 Representação espacial do índice de densidade de zonas húmidas/lagoas na ilha de São Jorge.	xxi
Figura VI.1 Representação espacial do índice de densidade de nascentes na ilha do Pico.	xxiii

Figura VI.2 Representação espacial do índice de densidade de escoamento de base na ilha do Pico.	xxiv
Figura VI.3 Representação espacial do índice de densidade de zonas húmidas/lagoas na ilha do Pico.	xxv
Figura VII.1 Representação espacial do índice de densidade de nascentes na ilha do Faial.	xxvii
Figura VII.2 Representação espacial do índice de densidade de escoamento de base na ilha do Faial.	xxviii
Figura VII.3 Representação espacial do índice de densidade de zonas húmidas/lagoas na ilha do Faial.	xxix
Figura VIII.1 Representação espacial do índice de densidade de nascentes na ilha das Flores.	xxxi
Figura VIII.2 Representação espacial do índice de densidade de escoamento de base na ilha das Flores.	xxxii
Figura VIII.3 Representação espacial do índice de densidade de zonas húmidas/lagoas na ilha das Flores.	xxxiii
Figura XI.1 Representação espacial do índice de densidade de nascentes na ilha do Corvo.	xxxv
Figura XI.2 Representação espacial do índice de densidade de escoamento de base na ilha do Corvo.	xxxvi
Figura XI.3 Representação espacial do índice de densidade de zonas húmidas/lagoas na ilha do Corvo.	xxxvii

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 Contributo da água subterrânea (AS) para o funcionamento dos ecossistemas aquáticos interpretada em função de cinco fatores ambientais fundamentais (adaptado de Younger, 2007).....	10
Tabela 2.2 Valores e serviços ecossistémicos relativos aos ecossistemas dependentes da água subterrânea (adaptado de Kløve et al., 2011) (● – reduzido; ●● – mediano; ●●● - elevado).....	11
Tabela 3.1 Instrumentos de política ambiental da União Europeia com implicações para os EDAS (adaptado de Kløve et al., 2011).....	15
Tabela 4.1 Número de ecossistemas aquáticos (EDAS) ou ecossistemas terrestres dependentes (ETDAS) considerados no 2.º ciclo de planeamento de cada Região Hidrográfica (dados constantes dos respetivos relatórios de caracterização e diagnóstico).....	17
Tabela 5.1 Categorias tipológicas de EADAS e massas de água de superfície associadas (adaptado de CEC, 2015).....	18
Tabela 5.2 Principais situações em que a água subterrânea é essencial à manutenção dos ETDAS (adaptado de CEC, 2015).....	19
Tabela 5.3 Variáveis consideradas para a determinação dos ecossistemas dependentes de água subterrânea na RH9, informação de base utilizada e respetiva classificação.....	21
Tabela 5.4 Classes adotadas para o Índice de dependência de ecossistemas.....	22
Tabela 5.5 Fração do escoamento de base relativamente ao escoamento total considerado por bacia hidrográfica na RH9 (valores adaptados de DROTRH, 2021).....	23
Tabela 6.1 Expressão territorial das variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha de Santa Maria.....	25
Tabela 6.2 Expressão territorial das variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha de São Miguel.....	27
Tabela 6.3 Expressão territorial das variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha Terceira.....	30
Tabela 6.4 Expressão territorial das variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha Graciosa.....	33
Tabela 6.5 Expressão territorial das variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha de São Jorge.....	36
Tabela 6.6 Expressão territorial das variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha do Pico.....	39
Tabela 6.7 Expressão territorial das variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha do Faial.....	42
Tabela 6.8 Expressão territorial das variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha das Flores.....	45

Tabela 6.9 Expressão territorial das variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha do Corvo.....	48
Tabela 6.10 Expressão territorial das variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na RH9 (em percentagem relativamente à área).	52
Tabela 6.11 Potenciais EADAS e relação com os instrumentos de conservação da natureza (as cores utilizadas nas colunas respeitantes ao tipo e à designação dos ecossistemas dependentes são as mesmas que foram aplicadas para cada classe: cinza – nulo; verde – muito reduzido; amarelo – reduzido; laranja – moderado; vermelho – elevado).....	65
Tabela 6.12 Potenciais ETDAS e relação com os instrumentos de conservação da natureza (as cores utilizadas nas colunas respeitantes ao tipo e à designação dos ecossistemas dependentes são as mesmas que foram aplicadas para cada classe: cinza – nulo; verde – muito reduzido; amarelo – reduzido; laranja – moderado; vermelho – elevado).....	71
Tabela 6.13 Súmula dos EADAS/ETDAS na RH9.....	76

1 | Introdução

O presente relatório engloba-se no âmbito do projeto intitulado "ECOÁGUA - Definição metodológica e aplicações para a caracterização da interação entre as águas subterrâneas e os ecossistemas em ilhas vulcânicas". O referido projeto foi solicitado pela então Direção Regional do Ambiente, da Secretaria Regional de Energia, Ambiente e Turismo, do Governo Regional dos Açores, atualmente designada por Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos (Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas; DROTRH/SRAAC) ao Instituto de Investigação em Vulcanologia e Avaliação de Riscos (IVAR) da Universidade dos Açores, sendo a entidade gestora o Centro de Informação e Vigilância Sismovulcânica dos Açores (CIVISA).

Como solicitado pela DROTRH/SRAAC, o referido projeto englobava o desenvolvimento dos trabalhos a seguir referidos, organizados em duas fases:

- **Fase I – Desenvolvimento metodológico e identificação preliminar de ecossistemas**

No âmbito desta fase foi definida a metodologia final do trabalho, e fixado o inerente cronograma de atividades, assim como se procedeu à apresentação de uma listagem preliminar de massas de água de superfície a investigar para proceder posteriormente à identificação de ecossistemas dependentes de águas subterrâneas.

- **Fase II – Classificação e caracterização dos ecossistemas dependentes de águas subterrâneas na RAA**

No âmbito desta fase foi compilada toda a informação de base necessária ao desenvolvimento do projeto, englobando dados geográficos, geológicos, hidrológicos e hidrogeológicos, e incluiu a realização de levantamentos de campo.

Esta fase englobou, como decorre do caderno de encargos, a aplicação da metodologia a uma zona piloto nos Açores para demonstrar que a gestão ativa das massas de água subterrâneas é uma solução eficiente em termos de custos-benefícios, por forma a promover um uso sustentável das águas subterrâneas, e, assim, assegurar a proteção dos eventuais ecossistemas associados.

A informação recolhida anteriormente, relativa às massas de água de superfície em estudo, foi processada visando quer a identificação final dos ecossistemas associados à água subterrânea na RAA, o que implicou a definição de um modelo conceptual de interação entre as massas de água superficiais e subterrâneas em sistemas insulares, traduzido pelo escoamento de base nos sistemas fluviais.

Cada fase teve como produto um relatório específico, que descreve os resultados obtidos. Neste contexto, o presente relatório corporiza a Fase II do projeto, e em particular engloba a identificação dos ecossistemas dependentes de águas subterrâneas na RAA.

2 | Importância dos ecossistemas dependentes da água subterrânea

Os ecossistemas associados a meios aquosos de água doce correspondem apenas a cerca de 1% da área do planeta Terra (Younger, 2007). Contudo, em contraste com esta reduzida expressão territorial, estes ecossistemas correspondem a uma fração faunística muito elevada, compreendendo cerca de 12% de todas as espécies de animais e 40% de todas as espécies de peixes (WRI-UNEP, 1998, *in* Younger, 2007).

Os ecossistemas cuja composição, estrutura e/ou funcionamento dependam do suprimento de água subterrânea podem ser considerados como ecossistemas dependentes da água subterrânea (EDAS), em função do cumprimento de uma série de critérios (Bertrand *et al.*, 2012). Os EDAS podem apresentar várias expressões naturais, como sejam nascentes, zonas húmidas, lagoas e rios, e esta dependência pode ser sazonal ou contínua, ou mesmo meramente esporádica (Kløve *et al.*, 2011).

A água subterrânea contribui para a manutenção do funcionamento dos ecossistemas aquáticos, quer através de aspetos relacionados com a hidrodinâmica, quer com aspetos associados à respetiva composição química (Tabela 2.1). Por outro lado, os EDAS oferecem um largo espectro de serviços ecossistémicos às populações (Tabela 2.2).

Tabela 2.1 | Contributo da água subterrânea (AS) para o funcionamento dos ecossistemas aquáticos interpretada em função de cinco fatores ambientais fundamentais (adaptado de Younger, 2007).

Fator ambiental	Papel da água subterrânea
Linhas de fluxo	A AS contribui para o escoamento total de superfície, contribuindo para a redução do tempo de retenção da água nos ecossistemas; permite a manutenção do escoamento de superfície durante períodos secos e dá origem ao aumento do caudal dos rios para jusante na ausência de tributários; a AS pode ainda perturbar o padrão de fluxo de um curso de água se existirem locais onde a descarga é muito concentrada
Sedimentos e matéria orgânica	A descarga de AS pode impedir a deposição de sedimentos em suspensão; algumas águas subterrâneas podem causar a precipitação química de sedimentos quando em ambiente oxidante (ex. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ e CaCO_3); por vezes a AS é mais rica em matéria orgânica que a água de superfície e, assim, pode constituir uma fonte de carbono orgânico para os ecossistemas bentónicos
Temperatura e penetração da luz	Temperatura: como a AS mantém geralmente uma temperatura relativamente constante ao longo do ano (e próxima da temperatura média anual do ar nessa zona) a respetiva descarga assegura uma entrada de água nessas condições; assim, a AS oferece uma entrada de água mais fresca no Verão e mais quente no Inverno; Penetração da luz: na medida que a AS geralmente não transporta fitoplâncton, a sua descarga apenas afeta a penetração da luz ao promover um aumento da turbidez da água de superfície; com efeito, exceto se a AS tem na sua composição teores elevados de alguns elementos que tendam a precipitar na presença de ar atmosférico (ex. Fe e Ca), apenas se observa um aumento da turbidez devido à mistura de águas; muito raramente, descargas de AS muito localizadas e caudalosas podem contribuir para a resuspensão de sedimentos na água de superfície
Geoquímica e nutrientes	A AS pode ser uma fonte de nutrientes (C, N, S, P) e micronutrientes, nomeadamente metais, para os ecossistemas aquáticos de água doce; por outro lado, como muitas AS não possuem oxigénio dissolvido, ao exsurgirem vigorosamente na zona hiporreica podem colocar em risco a sobrevivência de ovos de peixe e outra fauna
Fauna e flora	As AS asseguram um ambiente de refúgio para invertebrados e pequenos peixes, em particular na zona hiporreica; podem constituir reservatórios de genes de micróbios de água doce que colonizam as águas de superfície a partir da zona saturada durante períodos secos

Tabela 2.2 | Valores e serviços ecossistêmicos relativos aos ecossistemas dependentes da água subterrânea (adaptado de Kløve *et al.*, 2011) (● – reduzido; ●● – mediano; ●●● - elevado).

Valor		Nascentes	Leito menor	Outras formas (1)	Zonas ripícolas	Zonas pantanosas	Margens de lagos
Tipo	Papel						
Hidromorfológicos	Alargamento do leito de inundação	●	●●●	●●●	●●●	●●	●●
	Regulação de caudal	●●	●●●	●●●	●●●	●	●
	Recarga de aquíferos	●●	●●	●●	●●	●	●
	Transporte de caudal sólido	●	●●●	●●●	●●●	●	●
Ecológicos/ambientais	Regulação do teor em nutrientes	●	●●●	●●●	●●●	●●	●●
	Retenção de substâncias tóxicas/Bioremediação	●	●●●	●●●	●●●	●●	●●
	Interceção de material em suspensão	●	●●	●●●	●●●	●●	●●●
	Produtividade primária	●●	●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Sociais	Património cultural	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
	Amenidades	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
	Outros recursos (pescas, etc)	●●	●●	●●●	●●	●●	●●

(1) Outras formas de geomorfologia fluvial (poços, pequenas lagoas, etc)

3 | Os EDAS no contexto das políticas ambientais

Muitas vezes, aliás como no contexto geral dos ecossistemas associados a meios hídricos de água doce, os EDAS são de elevado valor, justificando assim a necessidade de promover medidas tendentes à respetiva proteção (Rohde *et al.*, 2017). Tal necessidade tem vindo a ser reconhecida institucionalmente e legalmente nas últimas décadas, processo dinamizado pela União Europeia. Com efeito, a legislação emanada da União Europeia apresenta múltiplas interações com os EDAS, e os principais instrumentos são apresentados sumariamente na Tabela 3.1.

A Diretiva-Quadro da Água (DQA; Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro), entretanto transposta para o quadro jurídico nacional pela Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, designada por Lei da Água, veio estabelecer um quadro de ação conjunta no domínio da política da água para a União Europeia e, neste âmbito, corporiza um conjunto de orientações com reflexo sobre os EDAS. Com efeito, no artigo 1.º da DQA, um dos objetivos apontados refere-se à reversão da degradação dos ecossistemas aquáticos, assim como dos ecossistemas terrestres e zonas húmidas diretamente dependentes da água subterrânea.

A transposição da Diretiva-Quadro da Água foi complementada pelo Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, que estabelece um conjunto de normas eminentemente técnicas e de carácter transitório, dando seguimento ao regime fixado na Lei da Água.

No ponto 2.1.d do número II (Águas subterrâneas) do Anexo I (Caracterização de águas superficiais e de águas subterrâneas) do Decreto-Lei n.º 77/2006 salienta-se a necessidade de, no âmbito da caracterização inicial das massas de águas subterrâneas, identificar “*as massas de águas subterrâneas associadas a ecossistemas aquáticos superficiais ou ecossistemas terrestres que delas dependem diretamente.*” Quando há lugar à realização de uma caracterização mais aprofundada, sempre que de acordo com esta legislação tenham sido consideradas como estando em risco determinadas massas ou grupos de massas de águas subterrâneas, esta deve incluir “*o inventário dos sistemas superficiais associados, incluindo ecossistemas terrestres e massas de águas superficiais, com os quais a massa de águas subterrâneas está dinamicamente relacionada.*”

No número II (Águas subterrâneas) do Anexo V (Estado das águas) do Decreto-Lei n.º 77/2006, em particular no respetivo ponto 2.1.2, relativo à definição do Estado quantitativo das águas subterrâneas, salienta-se a necessidade das eventuais alterações dos níveis freáticos com origem antropogénica não causarem danos significativos nos ecossistemas terrestres diretamente dependentes do aquífero, nem impedirem que os objetivos ambientais definidos para as águas superficiais associadas sejam inalcançáveis.

Relativamente à definição do Estado químico das águas subterrâneas, tal como indicado no ponto 2.3.2 do número II (Águas subterrâneas) do Anexo V (Estado das águas) do Decreto-Lei n.º 77/2006, eventuais concentrações de poluentes na água subterrânea não devem obstar ao cumprimento dos objetivos ambientais considerados para as águas superficiais associadas, nem causar perda significativa de qualidade química ou ecológica nestas massas, ou causar danos significativos nos ecossistemas terrestres diretamente dependentes.

A Diretiva 2006/118/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de dezembro, designada por Diretiva das Águas Subterrâneas (DAS), veio especificar alguns aspetos da DQA, nomeadamente os decorrentes do artigo 17.º (relativo à prevenção e controle da poluição da água subterrânea). A transposição para o direito interno da Diretiva 2006/118/CE, de 12 de dezembro, foi efetuada por intermédio do Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro. O texto da transposição segue com grande proximidade o disposto na DAS, sem prejuízo dos arranjos institucionais relevantes e observando a legislação nacional entretanto publicada, nomeadamente o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março.

Um aspeto essencial da DAS corresponde à avaliação do estado químico das massas de água subterrâneas, a efetuar relativamente aos limiares definidos para os poluentes, grupos de poluentes e indicadores de poluição. Neste caso, como referido no número 2 do artigo 3.º os limiares devem dar particular atenção à relação entre a massa de água subterrânea e as águas de superfície, os ecossistemas terrestres e as zonas húmidas associadas. Por outro lado, no número 7 do artigo 4.º refere-se que mesmo que uma massa ou grupo de massas de água subterrânea sejam considerados em bom estado químico não obstante a ocorrência de excedências num ou mais pontos de monitorização devem tomar -se as medidas necessárias para proteger os ecossistemas aquáticos e terrestres.

Realça-se que a definição de limiares nos Açores refletiu as especificidades geológicas e hidrogeológicas regionais (Cruz *et al.*, 2009a, 2009b, 2011), e deu origem à Portaria n.º 106/2012, de 16 de outubro.

Tabela 3.1 | instrumentos de política ambiental da União Europeia com implicações para os EDAS (adaptado de Kløve et al., 2011).

Instrumento de Política	Objetivo Geral	Observações
Convenção Ramsar	Proteção de habitats	Constitui a primeira ferramenta formalmente desenvolvida para a proteção das zonas húmidas, embora de adesão voluntária por parte dos países; protege áreas que são EDAS
Diretiva das Aves (Diretiva 2009/147/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de novembro)	Proteção das aves	Protege áreas que são EDAS, onde se dá a reprodução e/ou o repouso de aves
Diretiva Habitats (Diretiva 92/43/CEE do Conselho, de 21 de maio)	Proteção dos habitats e da biodiversidade	Protege habitats que nalguns casos são EDAS, como por exemplo zonas húmidas e nascentes
Diretiva-Quadro da Água (Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro)	Promoção do uso sustentável da água por forma a alcançar o bom estado das massas de água	O documento-guia n.º 12, preparado pela Comissão Europeia no âmbito da estratégia de implementação comum), refere a necessidade de proteger, valorizar e restaurar as zonas húmidas, prevenir as alterações das condições hidromorfológicas em massas de água de superfície, controlar e mitigar as modificações das zonas ripícolas associadas a zonas húmidas, e indiretamente aproveitar o papel que as zonas húmidas podem assumir para alcançar os objetivos da DQA para as zonas protegidas
Diretiva das Águas Subterrâneas (Diretiva 2006/118/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de dezembro)	Alcançar o bom estado das massas de água subterrânea, prevenir a sua deterioração, prevenir ou limitar a entrada de poluentes e implementar medidas para reverter tendências significativas	Os EDAS são centrais no contexto da DAS, até porque as massas de água subterrânea com ecossistemas associados deteriorados, quer em resultado da poluição, quer da redução dos níveis freáticos, são designados como em estado medíocre; assim, esta diretiva requer que as ações antropogénicas devem ser controladas ou remediadas por forma a que não ocorram danos sobre ecossistemas terrestres ou afetação de massas de água de superfície associadas
Diretiva Inundações (Diretiva 2007/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro)	Redução da vulnerabilidade face às cheias	Diretiva a aplicar em conjunto com a DQA; pode permitir a proteção de zonas húmidas, que nalguns casos são EDAS, ao incentivar a adoção de medidas que promovam a retenção da água



4 | Trabalhos anteriores no âmbito dos PGRH

Como decorre do Decreto-Lei n.º 77/2006 para cada região hidrográfica foi necessário proceder à identificação das “*massas de águas subterrâneas associadas a ecossistemas aquáticos superficiais ou ecossistemas terrestres que delas dependem diretamente.*” A mesma legislação requer a realização de uma caracterização mais aprofundada, sempre que de acordo com a caracterização efetuada anteriormente determinadas massas ou grupos de massas de águas subterrâneas tenham sido consideradas como em risco, o que no caso deve compreender o “*inventário dos sistemas superficiais associados, incluindo ecossistemas terrestres e massas de águas superficiais, com os quais a massa de águas subterrâneas está dinamicamente relacionada*”.

No âmbito da elaboração do relatório de caracterização da Região Hidrográfica dos Açores (RH9), elaborado por forma a corresponder às exigências legais acima enunciadas, foram delimitadas 54 massas de água subterrânea, com base nos sistemas aquíferos delimitados no Plano Regional da Água (DROTRH-INAG, 2001; DROTRH, 2006). Todas estas massas não foram designadas como em risco e neste documento não é feita menção a ecossistemas dependentes da água subterrânea.

No decurso dos trabalhos relativos à elaboração dos 1.º e 2.º ciclos de planeamento do Plano de Gestão da Região Hidrográfica dos Açores (PGRH-Açores) manteve-se a delimitação de 54 massas de água subterrânea (AHA-DRA, 2011, 2015). Nestes ciclos de planeamento não foi considerada a existência de ecossistemas dependentes da água subterrânea degradados, mesmo nos casos em que algumas massas foram classificadas como estando em estado químico medíocre nas ilhas Graciosa e do Pico.

Na terceira geração do Plano de Gestão da RH9, atualmente em discussão pública, o número de massas de água subterrânea foi reduzido para 28, na sequência da realização de um estudo específico de redelimitação destas unidades, mas não foram, mais uma vez, considerados ecossistemas dependentes degradados.

Em qualquer caso, ressalva-se que nos dois primeiros PGRH-Açores sucessivamente publicados foi considerada a necessidade de promover um estudo complementar para identificar os ecossistemas dependentes da água subterrânea, por

forma a obviar a eventuais lacunas de informação neste domínio, através da consideração de uma medida suplementar específica (AHA-DRA, 2011, 2015). Como exemplo, no PGRH-Açores atualmente em vigor, foi considerada a medida RH9_S_024 (Reavaliação da interação entre as massas de água subterrânea e os ecossistemas associados), a que o presente estudo dá resposta.

No âmbito do 2.º ciclo de planeamento das restantes Regiões Hidrográficas delimitadas em Portugal foram identificados 35 ecossistemas dependentes, obviamente com uma distribuição irregular ao longo do território (Tabela 4.1). Contudo, nestes documentos são apontadas algumas lacunas de informação, bem como a necessidade de abordar com mais detalhe esta matéria.

Tabela 4.1 | Número de ecossistemas aquáticos (EDAS) ou ecossistemas terrestres dependentes (ETDAS) considerados no 2.º ciclo de planeamento de cada Região Hidrográfica (dados constantes dos respetivos relatórios de caracterização e diagnóstico).

PGRH – 2.º Ciclo	Ecossistemas dependentes	
	EDAS	ETDAS
RH1 (Minho e Lima)	1	0
RH2 (Cávado, Ave e Leça)	0	0
RH3 (Douro)	0	1
RH4A (Vouga, Mondego e Lis)	2	5
RH5A (Tejo e Ribeiras do Oeste)	6	4
RH6 (Sado e Mira)	1	1
RH7 (Guadiana)	0	4
RH8 (Ribeiras do Algarve)	5	2
RH9 (Açores)	0	0
RH10 (Madeira)	0	0

5 | Metodologia aplicada

A Comissão Europeia, no âmbito dos estudos técnicos de definição da estratégia comum de implementação da DQA, produziu alguns documentos-guia quer para os ecossistemas aquáticos dependentes da água subterrânea (EADAS; CEC, 2015), quer para os ecossistemas terrestres dependentes da água subterrânea (ETDAS; CEC, 2011, 2014). Doravante, no presente estudo, segue-se esta dicotomia entre EADAS e ETDAS, assumindo as definições-base decorrentes dos relatórios acima referidos.

Neste contexto, um EADAS corresponde a um ecossistema compreendido numa ou mais massas de água de superfície (rios, lagos, águas de transição e costeiras), cujo estado ecológico ou químico pode sofrer impactes negativos decorrentes da alteração do nível da água subterrânea ou em virtude da introdução de poluentes transportados pela água subterrânea (Tabela 5.1; CEC, 2015). Em consequência, a deterioração de EADAS pode resultar na designação da massa de água subterrânea associada como em estado medíocre.

Tabela 5.1 | Categorias tipológicas de EADAS e massas de água de superfície associadas (adaptado de CEC, 2015).

Tipo	Massa de água de superfície	Natureza da dependência
Lagos alimentados temporariamente por AS	Lago	Dependência crítica do fluxo e da composição química da AS, que corresponde à origem de água dominante
Lagos alimentados permanentemente por AS	Lago	Dependência crítica do fluxo e da composição química da AS, que corresponde à única origem de água para o lago; a AS pode carrear espécies dissolvidas essenciais para o ecossistema
Lago indiferenciado	Lago	Dependência não crítica; a AS corresponde a uma fração significativa da entrada de água no lago, mas este não depende criticamente do fluxo e da composição química da água subterrânea
Rio de regime temporário	Rio	Dependência crítica do fluxo; a AS corresponde à única origem de água, ou é dominante, e se esta contribuição diminui consideravelmente os ecossistemas aquáticos de superfície sofrem danos
Rio com escoamento de base elevado	Rio	Dependência crítica do fluxo; a AS corresponde à origem de água dominante e a composição química da água subterrânea é crítica para os ecossistemas aquáticos de superfície

Rio de regime permanente	Rio	Dependência não crítica; a AS corresponde a uma fração significativa do escoamento do rio (anual ou sazonal), mas a entrada de água no lago, mas os ecossistemas aquáticos de superfície não dependem do fluxo e da composição química da água subterrânea
Ecossistema associado a uma nascente se esta origina na descarga uma acumulação de água à superfície (não considerando eventuais zonas húmidas associadas)	Rio	Dependência crítica; o ecossistema na água de superfície do fluxo depende criticamente do caudal da nascente
Descargas temporárias de AS na zona entremarés	Transição/Costeira	Dependência crítica; a AS é a origem de água dominante, e crítica para os ecossistemas aquáticos de superfície
Estuários, águas de transição e costeiras que recebem uma alimentação direta permanente de AS ou indireta (via fluvial)	Transição/Costeira	Dependência não crítica; os estuários podem estar em bom estado sem o transporte de poluentes pela AS
Espaços vazios no interior dos sedimentos associados a rios, lagos e estuários	Rio/Lago/Estuário	Dependência crítica; a descarga de AS através da zona hiporreica permite manter as condições aeróbias e a temperatura críticas para os ecossistemas aquáticos de superfície

Por seu turno, os ETDAS correspondem a ecossistemas diretamente dependentes de uma massa de água subterrânea, sendo que esta última deve providenciar água subterrânea em quantidade, quer por fluxo, quer por manutenção do nível freático, e qualidade, por forma a manter o ecossistema (Tabela 5.2; CEC, 2011). Realça-se, desde já, que a delimitação de ETDAS é uma tarefa muito difícil, até porque devido ao *continuum* ecológico a fronteira entre ecossistemas dependentes de água subterrânea daqueles dependentes de outras origens de água nem sempre é clara (CEC, 2011).

Tabela 5.2 | Principais situações em que a água subterrânea é essencial à manutenção dos ETDAS (adaptado de CEC, 2015).

Tipo	Papel da água subterrânea
Nascentes e descargas difusas	Nascentes ou descargas difusas de água subterrânea irrigam os ecossistemas terrestres; realça-se que se a água subterrânea originar um lago de regime permanente ou um curso de água estes não constituem um ETDAS, mas sim um EADAS
Descarga de água subterrânea em depressões limitadas	A descarga de água subterrânea quando ocorre em níveis topograficamente superiores, em depressões cujo fundo corresponde a uma formação impermeável, pode originar ecossistemas dependentes; contrastam com a maioria dos pântanos, cuja origem de água predominante é de superfície
Sistemas dunares	A água subterrânea, quando os níveis de água são superficiais, podem originar pequenas zonas alagadas de carácter sazonal em sistemas dunares
Inundações sazonais por água subterrânea	Inundação sazonal de depressões à superfície do terreno devido à flutuação do nível de água subterrânea; em resultado formam-se pequenos lagos, de regime temporário

No decurso da elaboração da 1.^a geração de Planos de Gestão de Região Hidrográfica constatou-se que na maioria dos estados-membros da União Europeia o ponto de partida para a identificação de ecossistemas dependentes da água subterrânea foi a delimitação de áreas consideradas no âmbito da Rede Natura 2000, e conformada posteriormente com base na opinião de peritos e na hierarquização das zonas húmidas passíveis de serem designados como ETDAS (CEC, 2014).

No âmbito do 2.º ciclo dos Planos de Gestão da Região Hidrográfica das Regiões Hidrográficas de Portugal continental a metodologia empregue para a identificação dos ecossistemas aquáticos e ecossistemas terrestres dependentes das massas de água subterrânea foi homogeneizada. A aproximação efetuada teve por base quer os sítios designados pela Rede Natura 2000 (Sítios de Importância Comunitária e Zonas de Proteção Especial) e pela Convenção de Ramsar, quer o estabelecimento de critérios hidrogeológicos e ecológicos. Os critérios hidrogeológicos ponderados foram o declive, a climatologia, o balanço de água (P-ETR), o meio hidrogeológico e a profundidade do nível da água, enquanto no caso dos valores ecológicos foram avaliados a estigofauna, a flora prioritária e os habitats-tipo.

Sublinha-se que, no caso da Região Hidrográfica dos Açores, alguns dos critérios hidrogeológicos referidos não possuem uma cartografia passível de ser utilizada, como por exemplo o nível de água das massas de água subterrâneas, pelo que esta metodologia se revela impossível de ser aplicada sem que tenham de ser aplicadas simplificações exageradas.

Nos últimos anos têm vindo a ser publicadas na literatura técnico-científica nacional e internacional algumas abordagens à identificação de ecossistemas dependentes da água subterrânea, a variadas escalas, desde a adoção de critérios de cartografia automática em SIG de variáveis hidrogeológicas e ecológicas (Brown *et al.*, 2011; Howard & Merrifield, 2010; Monteiro *et al.*, 2011; NWC, 2012; Fernandes, 2013), à elaboração de modelos de escoamento subterrâneo (Monteiro *et al.*, 2011), até à utilização de técnicas de deteção remota (Eamus *et al.*, 2015; Hoyos *et al.*, 2016).

Considerando as várias definições metodológicas avançadas, e tomando em linha de conta a escassa informação de base existente sobre algumas variáveis hidrogeológicas, em particular o estado quantitativo das massas de água subterrânea, severamente limitada pela inexistência de dados de monitorização de níveis freáticos

ou de caudais de nascentes, o que por sua vez limita a aplicação de modelos numéricos, optou-se no presente estudo por adaptar e implementar a solução proposta por Howard & Merrifield (2010).

A referida metodologia, desenvolvida num estudo relativo ao estado da Califórnia (EUA), baseia-se no tratamento de dados georreferenciados em SIG, e revela-se particularmente útil para territórios em que a monitorização dos recursos hídricos subterrâneos é insuficiente (Howard & Merrifield, 2010).

A adaptação efetuada no presente estudo baseia-se na consideração de três variáveis distintas sobre uma grelha de 10 por 10 m², classificadas de acordo com cinco categorias sucessivas (Tabela 5.3). O índice que reflete a dependência dos ecossistemas em água subterrânea é estimado através da adição dos valores das três variáveis parcelares, seguindo uma categorização em cinco classes, as primeiras das quais com um intervalo menor face à distribuição dos valores por quartis (Tabela 5.4).

Tabela 5.3 | Variáveis consideradas para a determinação dos ecossistemas dependentes de água subterrânea na RH9, informação de base utilizada e respetiva classificação.

Índice	Descrição /Fonte	Classes
Densidade de nascentes	Descrição: a ocorrência de emergências naturais de água subterrânea é analisada em função da respetiva densidade espacial Informação de base: PGRH Açores (AHA-DRA, 2015)	0: 0 nascentes/100 m ²
		1:]0,001 – 0,05 nascentes/100 m ²]
		2:]0,05 – 0,10 nascentes/100 m ²]
		3:]0,10 – 0,15 nascentes/100 m ²]
		4:]0,15 – 0,20 nascentes/100 m ²]
Zonas húmidas/Lagoas	Descrição: a existência de zonas húmidas e de lagoas (independentemente do regime hidrológico) são áreas potenciais de interação entre águas de superfície e água subterrânea, podendo originar ecossistemas dependentes; analisada em função da área ocupada por estes meios hídricos Informação de base: classes n.º 411 (zonas apauladas) e n.º 512 (lagoas) da carta de ocupação do Solo da Região Autónoma dos Açores (COS.A/2018; DRA, 2018); foi ainda considerada a lagoa existente no interior da Furna do Enxofre (ilha Graciosa) considerando a cartografia de Andrade (2019)	0: 0 m ² /100 m ²
		1:]0,001 – 25 m ² /100 m ²]
		2:]25 – 50 m ² /100 m ²]
		3:]50 – 75 m ² /100 m ²]
		4:]75 – 100 m ² /100 m ²]
Escoamento de base	Descrição: corresponde à contribuição da água subterrânea para o escoamento total	0: 0 %/100 m ²

dos cursos de água de regime permanente na RH9; analisada em função da fração do escoamento total que corresponde ao escoamento de base Informação de base: cursos de água de regime permanente alvo de monitorização hidrométrica (PGRH Açores; AHA-DRA, 2015) e estimativas de escoamento de base obtidas com o projeto HIDROBAL (DROTRH, 2021); para os cursos de água foi considerada uma margem de 50 metros, por forma a incluir qualquer galeria ripícola existente	1:]0,001 – 20%/100 m ²]
	2:]20 – 40%/100 m ²]
	3:]40 – 60%/100 m ²]
	4:]60 – 80%/100 m ²]

Tabela 5.4 | Classes adotadas para o índice de dependência de ecossistemas.

Índice	Classes	
	Valor	Designação
Índice de dependência de ecossistemas	0	<i>Não aplicável</i>
	[1 - 2]	Muito reduzido
	[3 - 4]	Reduzido
	[5 - 8]	Moderado
	[9 - 12]	Elevado

As variáveis consideradas são potencialmente indicadoras da presença de EDAS:

- Uma nascente é um qualquer ponto em que a água subterrânea emerge à superfície do terreno, ou na proximidade da interface terra-atmosfera ou terra-água, e assim corresponde a um lugar em que um dado aquífero descarrega originando um fluxo visível (Springer & Lawrence, 2008; Kresic, 2009). O enquadramento geomorfológico de algumas nascentes permitem que estas emergências suportem numerosos microhabitats e uma larga variedade de espécies de animais e plantas aquáticas, ripícolas e de zonas húmidas (Springer & Lawrence, 2008);
- A conexão entre as águas de superfície e a água subterrânea é comum na maioria das zonas húmidas e lagos (Winter, 1998), e a interação entre as zonas húmidas e a água subterrânea determina a qualidade da água e os balanços

geoquímicos que se estabelecem (Min *et al.*, 2010), e assim, mesmo que indiretamente, é crucial para a manutenção dos ecossistemas.

Nesta variável foi ainda considerada a ocorrência de sistemas lagunares costeiros, na medida que correspondem a ecossistemas dependentes de água salobra, resultante da mistura de água do mar com entradas de água subterrânea (BM, 2006). Neste contexto, considerou-se no âmbito desta variável a ocorrência das Lagoas dos Cubres e de Santo Cristo, aliás classificadas como massas de água de transição, e os sistemas lagunares na área do concelho da Praia da Vitória (ilha Terceira), em particular o Paul da Praia da Vitória.

- O escoamento de base corresponde ao volume de água subterrânea que contribui para o caudal fluvial após um determinado tempo de residência nos aquíferos (Lencastre & Franco, 1984), permitindo assim a sustentação de ecossistemas aquáticos ao longo de todo o ano hidrológico; no âmbito do projeto HIDROBAL (DROTRH, 2021) o escoamento de base foi estimado através da aplicação do software BFI+ v.s 3.0 (Gregor, 2010) sobre os dados de escoamento médio diário registadas nas várias estações hidrométricas que compõem a Rede Hidrometeorológica dos Açores (Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos/Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas), e os dados utilizados estão sintetizados na Tabela 5.5.

Tabela 5.5 | Fração do escoamento de base relativamente ao escoamento total considerado por bacia hidrográfica na RH9 (valores adaptados de DROTRH, 2021).

Ilha	Bacia hidrográfica	Código M.A. - DQA	Razão Esc. Base/Esc. Total (média diária) (em %)
Santa Maria	Ribeira de São Francisco	PT09SMAR001	47,7
	Ribeira do Cachaço	<i>n.a.</i>	4,7
	Ribeira de Sta. Bárbara	<i>n.a.</i>	33,5
São Miguel	Ribeira das Lombadas	PT09SMGR006	77,9 (a)
	Ribeira Grande	PT09SMGR011	
	Ribeira das Gramas	<i>n.a.</i>	48,8

	Ribeira da Praia	<i>n.a.</i>	77,5
	Ribeira de Água de Pau	<i>n.a.</i>	67,6
	Ribeira Quente/Amarela	PT09SMGR004	49,2
	Ribeira dos Lagos/Lomba Grande/Povoação	PT09SMGR007	74,8
	Ribeira do Faial da Terra	PT09SMGR005	60,9
	Ribeira do Guilherme ou dos Moinhos	PT09SMGR012	35,8
	Ribeira dos Caldeirões/João Vaz	PT09SMGR016	67,0
Flores	Ribeira Grande	PT09FLOR004	59,7 (b)
	Ribeira da Badanella	PT09FLOR008	59,7 (c)

- (a) Valor médio para as estações hidrométricas das ribeiras Grande, Pernada, Lombadas e Rosário;
 (b) Valor médio para as estações hidrométricas das ribeiras do Ferreiro e Grande;
 (c) Na ausência de dados numéricos adotou-se o valor médio para as estações hidrométricas das ribeiras do Ferreiro e Grande.

Os resultados obtidos por classes, e em particular a respetiva distribuição espacial, foram posteriormente conjugados com os sítios da Rede Natura 2000 ou Ramsar, visto ao potencial destes corresponderem a ecossistemas dependentes de massas de água subterrânea e, desta forma ser possível aferir a identificação de EDAS.

6 | Identificação de ecossistemas dependentes na RH9

6.1 | Resultados para as variáveis parcelares na ilha de Santa Maria

A expressão territorial das três variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha de Santa Maria encontra-se expressa na Tabela 6.1, sendo alvo de representação cartográfica nas Figuras I.1 a II.3 (em Anexo). Os histogramas patentes na Figura 6.1 evidenciam a reduzida representação espacial das três variáveis parcelares, sendo que apenas o índice de escoamento de base apresenta valores para as classes 1 a 3, embora sempre correspondendo a uma área da ilha inferior a 5%.

Tabela 6.1 | Expressão territorial das variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha de Santa Maria.

Ilha	Variável	Valor	Expressão territorial	
			Área (km ²)	%/m ²
Santa Maria	Densidade de nascentes	0	96,87	99,99
		1	<0,01	<0,01
		2	0,00	0,00
		3	0,00	0,00
		4	0,00	0,00
	Escoamento de base	0	85,71	88,47
		1	3,81	3,93
		2	4,56	4,71
		3	2,80	2,89
		4	0,00	0,00
	Zonas húmidas/Lagoas	0	96,88	100,00
		1	0,00	0,00
		2	0,00	0,00
		3	0,00	0,00
		4	0,00	0,00

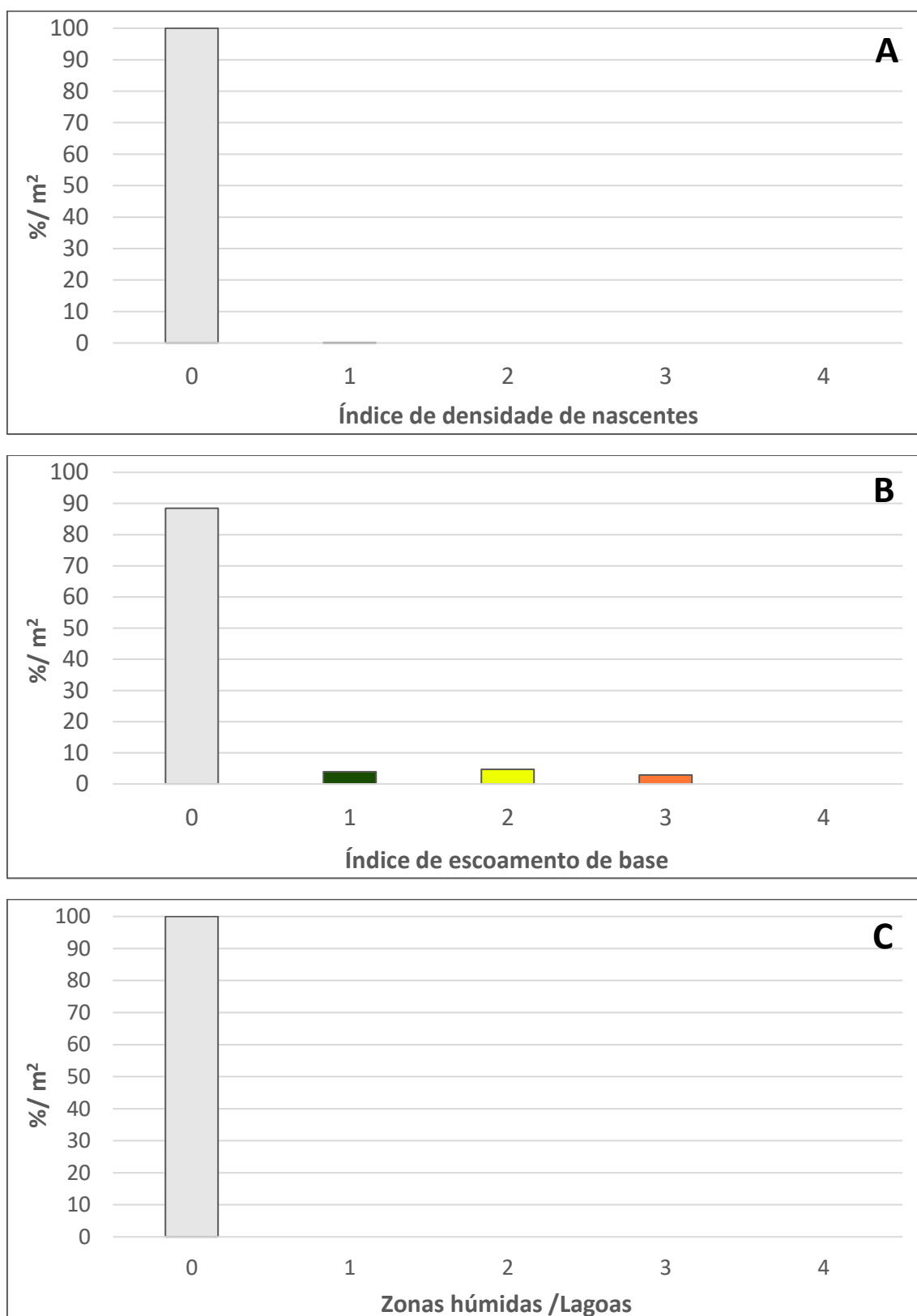


Figura 6.1 | Histogramas relativos aos vários índices parcelares utilizados na identificação de EDAS na ilha de Santa Maria (A- índice de densidade de nascentes; B- índice de escoamento de base; C- zonas húmidas/lagoas).

6.2 | Resultados para as variáveis parcelares na ilha de São Miguel

A expressão territorial das três variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha de São Miguel encontra-se representada na Tabela 6.2, enquanto a respetiva representação cartográfica está patente nas Figuras II.1 a II.3 (em Anexo). Os histogramas correspondentes mostram a reduzida representação espacial das três variáveis parcelares, embora a classe 4 respeitante aos índices de escoamento de base e de zonas húmidas /lagos apresente valores respetivamente iguais a 5,75% e 2,62% da área da ilha (Figura 6.2).

Tabela 6.2 | Expressão territorial das variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha de São Miguel.

Ilha	Variável	Valor	Expressão territorial	
			Área (km ²)	%/m ²
São Miguel	Densidade de nascentes	0	744,51	99,98
		1	0,04	0,01
		2	<0,01	<0,01
		3	<0,01	<0,01
		4	<0,01	<0,01
	Escoamento de base	0	681,16	91,48
		1	0,00	0,00
		2	6,06	0,81
		3	14,62	1,96
		4	42,72	5,75
	Zonas húmidas/Lagoas	0	724,81	97,34
		1	0,03	<0,01
		2	0,08	0,01

		3	0,15	0,02
		4	19,49	2,62

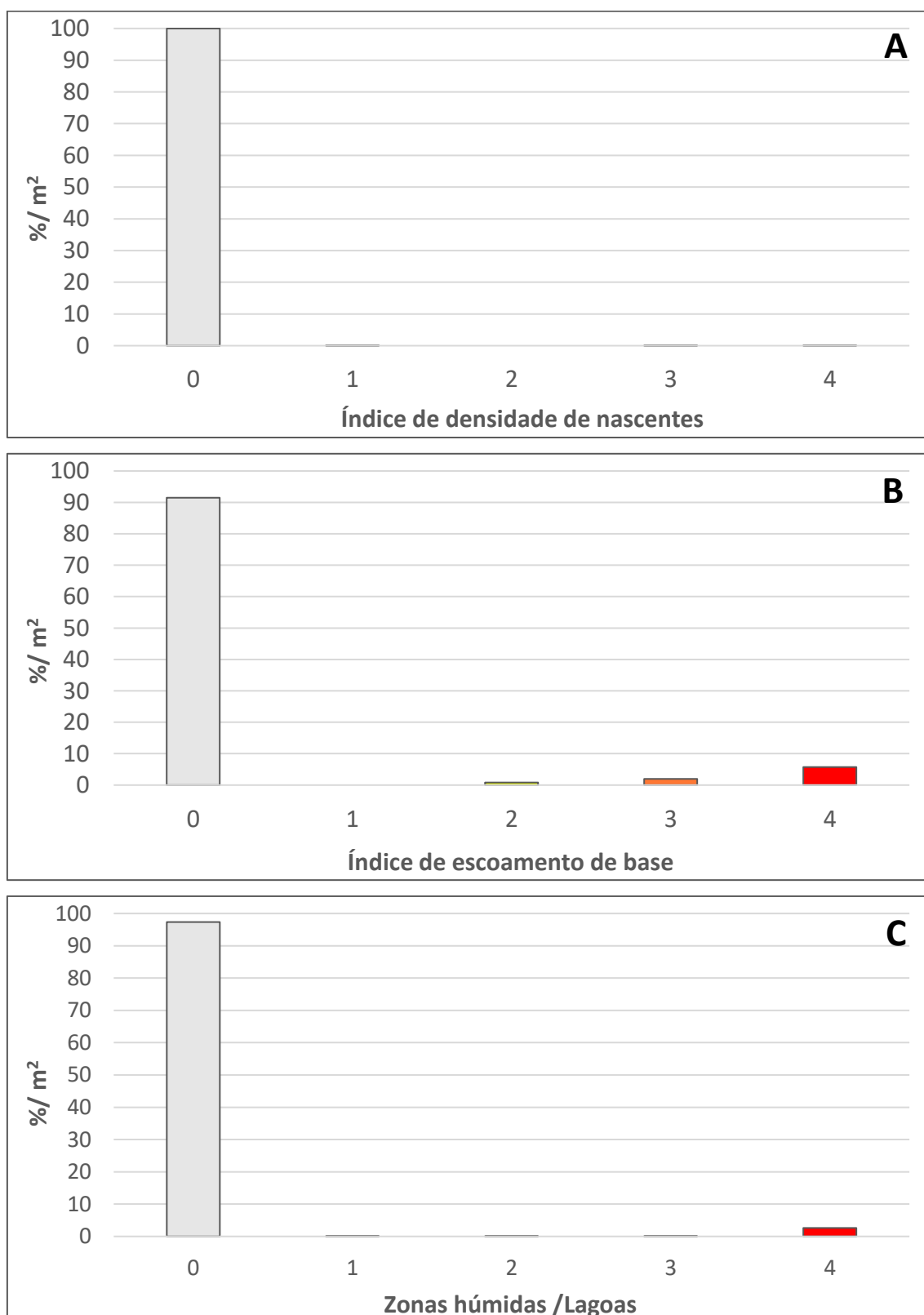


Figura 6.2 | Histogramas relativos aos vários índices parcelares utilizados na identificação de EDAS na ilha de São Miguel (A- índice de densidade de nascentes; B- índice de escoamento de base; C- zonas húmidas/lagoas).

6.3 | Resultados para as variáveis parcelares na ilha Terceira

A expressão territorial das três variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha Terceira encontra-se representada na Tabela 6.3, enquanto a respetiva representação cartográfica está patente nas Figuras III.1 a III.3 (em Anexo). Os histogramas correspondentes mostram a reduzida representação espacial das três variáveis parcelares, embora no caso das zonas húmidas /lagoas a classe 4 represente uma fração da área da ilha igual a 3,48% (Figura 6.3).

Tabela 6.3 | Expressão territorial das variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha Terceira.

Ilha	Variável	Valor	Expressão territorial	
			Área (km ²)	%/m ²
Terceira	Densidade de nascentes	0	400,28	99,99
		1	0,01	<0,01
		2	0,00	0,00
		3	0,00	0,00
		4	0,00	0,00
	Escoamento de base	0	400,29	100,00
		1	0,00	0,00
		2	0,00	0,00
		3	0,00	0,00
		4	0,00	0,00
	Zonas húmidas/Lagoas	0	386,14	96,46
		1	0,02	0,01
		2	0,07	0,02
		3	0,11	0,03

		4	13,95	3,48
--	--	---	-------	------

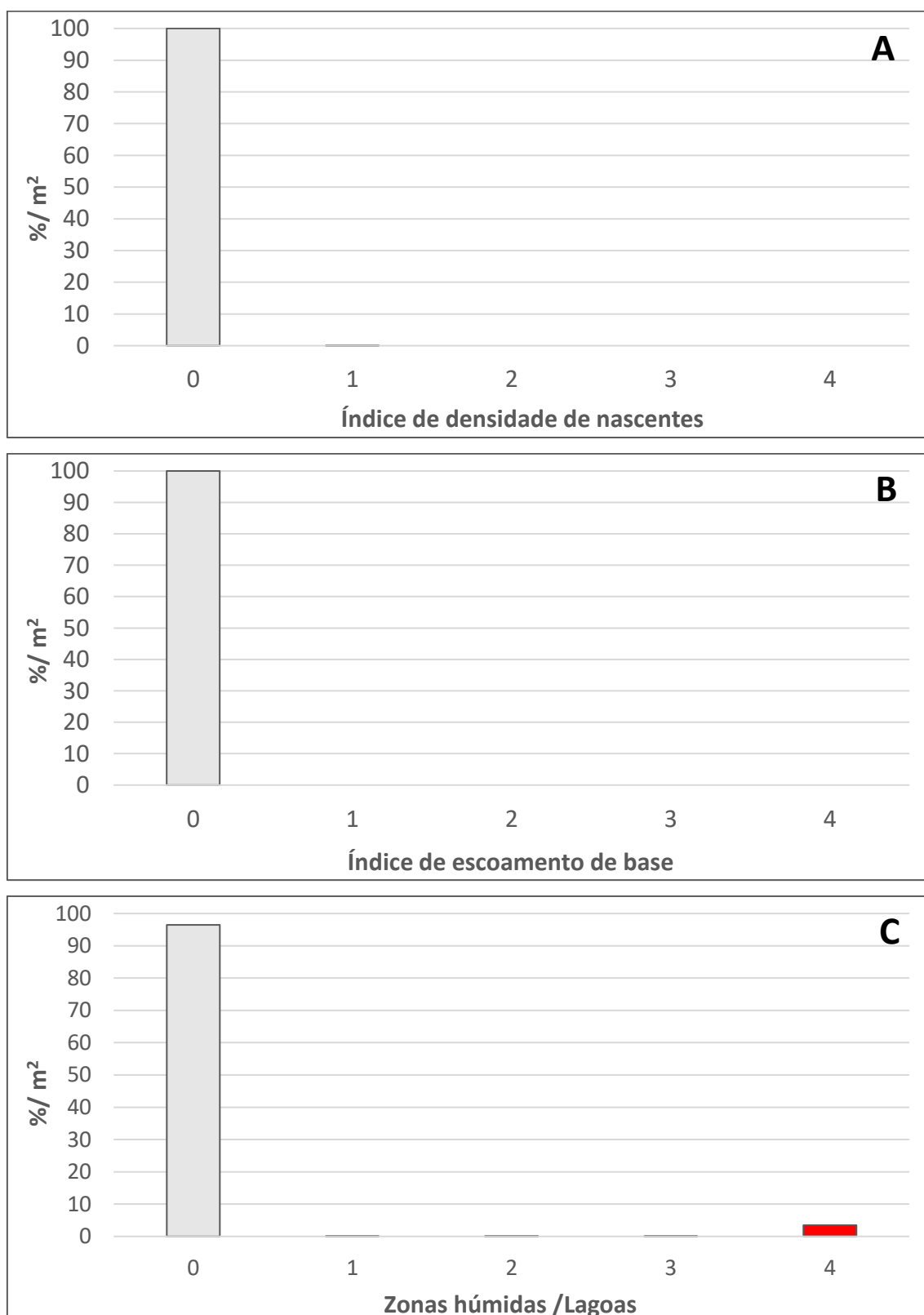


Figura 6.3 | Histogramas relativos aos vários índices parcelares utilizados na identificação de EDAS na ilha Terceira (A- índice de densidade de nascentes; B- índice de escoamento de base; C- zonas húmidas/lagoas).

6.4 | Resultados para as variáveis parcelares na ilha Graciosa

A expressão territorial das três variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha Graciosa encontra-se expressa na Tabela 6.4, sendo alvo de representação cartográfica nas Figuras IV.1 a IV.3 (em Anexo). Os histogramas patentes na Figura 6.4 evidenciam a reduzida representação espacial das três variáveis parcelares, aliás tal como se deduz da fração da área da ilha ocupada por cada uma das classes consideradas.

Tabela 6.4 | Expressão territorial das variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha Graciosa.

Ilha	Variável	Valor	Expressão territorial	
			Área (km ²)	%/m ²
Graciosa	Densidade de nascentes	0	60,64	99,99
		1	<0,01	<0,01
		2	0,00	0,00
		3	0,00	0,00
		4	0,00	0,00
	Escoamento de base	0	60,65	100,00
		1	0,00	0,00
		2	0,00	0,00
		3	0,00	0,00
		4	0,00	0,00
	Zonas húmidas/Lagoas	0	60,63	99,97
		1	<0,01	<0,01
		2	<0,01	<0,01
		3	<0,01	<0,01

		4	0,01	0,02
--	--	---	------	------

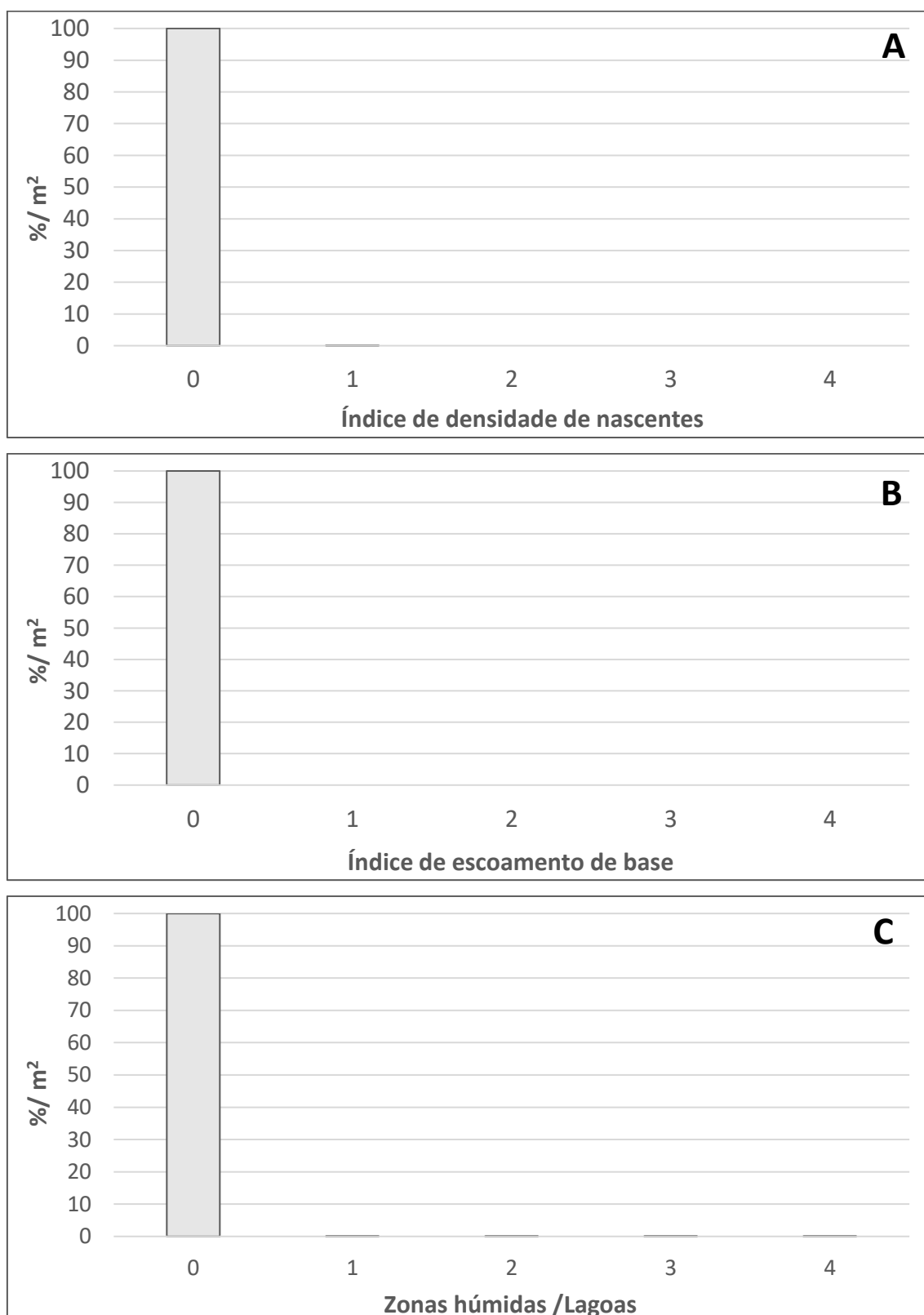


Figura 6.4 | Histogramas relativos aos vários índices parcelares utilizados na identificação de EDAS na ilha Graciosa (A- índice de densidade de nascentes; B- índice de escoamento de base; C- zonas húmidas/lagoas).

6.5 | Resultados para as variáveis parcelares na ilha de São Jorge

A expressão territorial das três variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha de São Jorge encontra-se representada na Tabela 6.5, enquanto a respetiva representação cartográfica está patente nas Figuras V.1 a V.3 (em Anexo). Os histogramas correspondentes mostram a reduzida representação espacial das três variáveis parcelares, não obstante, no caso das zonas húmidas / lagoas, a classe 4 represente uma fração da área da ilha igual a 3,29% (Figura 6.5).

Tabela 6.5 | Expressão territorial das variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha de São Jorge.

Ilha	Variável	Valor	Expressão territorial	
			Área (km ²)	%/m ²
São Jorge	Densidade de nascentes	0	243,64	99,99
		1	<0,01	<0,01
		2	0,00	0,00
		3	0,00	0,00
		4	0,00	0,00
	Escoamento de base	0	243,64	100,00
		1	0,00	0,00
		2	0,00	0,00
		3	0,00	0,00
		4	0,00	0,00
	Zonas húmidas/Lagoas	0	235,48	96,65
		1	0,03	0,01
		2	0,05	0,02
		3	0,07	0,03

		4	8,01	3,29
--	--	---	------	------

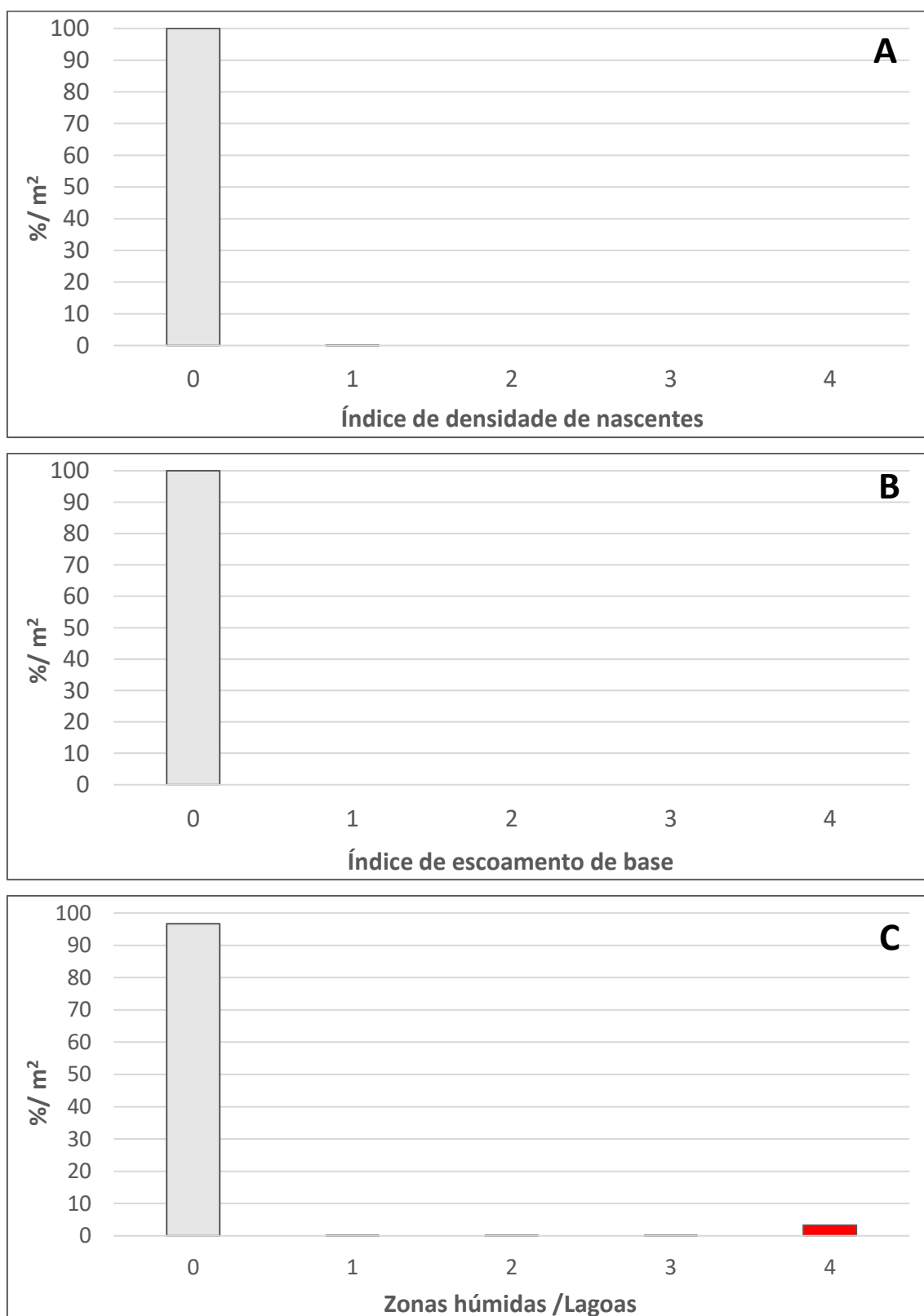


Figura 6.5 | Histogramas relativos aos vários índices parcelares utilizados na identificação de EDAS na ilha de São Jorge (A- índice de densidade de nascentes; B- índice de escoamento de base; C- zonas húmidas/lagoas).

6.6 | Resultados para as variáveis parcelares na ilha do Pico

A expressão territorial das três variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha do Pico encontra-se representada na Tabela 6.6, enquanto a respetiva representação cartográfica está patente nas Figuras VI.1 a VI.3 (em Anexo). Os histogramas correspondentes mostram a reduzida representação espacial das três variáveis parcelares, embora no caso das zonas húmidas / lagoas a classe 4 represente uma fração da área da ilha igual a 2,94% (Figura 6.6).

Tabela 6.6 | Expressão territorial das variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha do Pico.

Ilha	Variável	Valor	Expressão territorial	
			Área (km ²)	%/m ²
Pico	Densidade de nascentes	0	444,98	99,99
		1	<0,01	<0,01
		2	0,00	0,00
		3	0,00	0,00
		4	0,00	0,00
	Escoamento de base	0	444,99	100,00
		1	0,00	0,00
		2	0,00	0,00
		3	0,00	0,00
		4	0,00	0,00
	Zonas húmidas/Lagoas	0	431,63	97,00
		1	<0,01	<0,01
		2	0,01	<0,01
		3	0,22	0,05

		4	13,12	2,94
--	--	---	-------	------

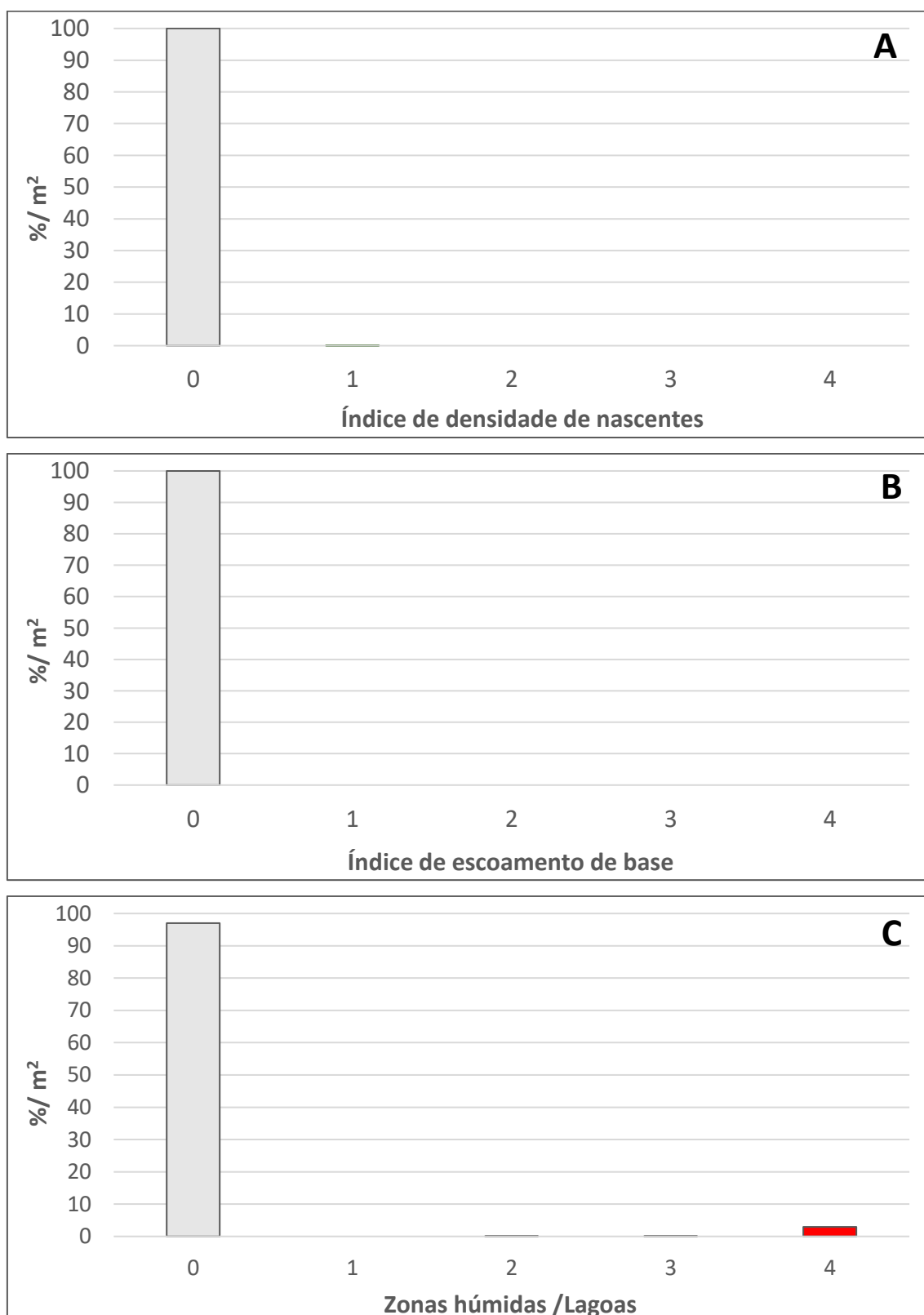


Figura 6.6 | Histogramas relativos aos vários índices parcelares utilizados na identificação de EDAS na ilha do Pico (A- índice de densidade de nascentes; B- índice de escoamento de base; C- zonas húmidas/lagoas).

6.7 | Resultados para as variáveis parcelares na ilha do Faial

A expressão territorial das três variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha do Faial encontra-se expressa na Tabela 6.7, sendo alvo de representação cartográfica nas Figuras VII.1 a VII.3 (em Anexo). Os histogramas patentes na Figura 6.7 evidenciam a reduzida representação espacial das três variáveis parcelares, tal como aliás se deduz da fração da área da ilha ocupada por cada uma das classes consideradas.

Tabela 6.7 | Expressão territorial das variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha do Faial.

Ilha	Variável	Valor	Expressão territorial	
			Área (km ²)	%/m ²
Faial	Densidade de nascentes	0	173,04	99,99
		1	<0,01	<0,01
		2	0,00	0,00
		3	0,00	0,00
		4	0,00	0,00
	Escoamento de base	0	173,04	100,00
		1	0,00	0,00
		2	0,00	0,00
		3	0,00	0,00
		4	0,00	0,00
	Zonas húmidas/Lagoas	0	171,98	99,39
		1	<0,01	<0,01
		2	0,02	0,01
		3	0,03	0,02

		4	1,01	0,58
--	--	---	------	------

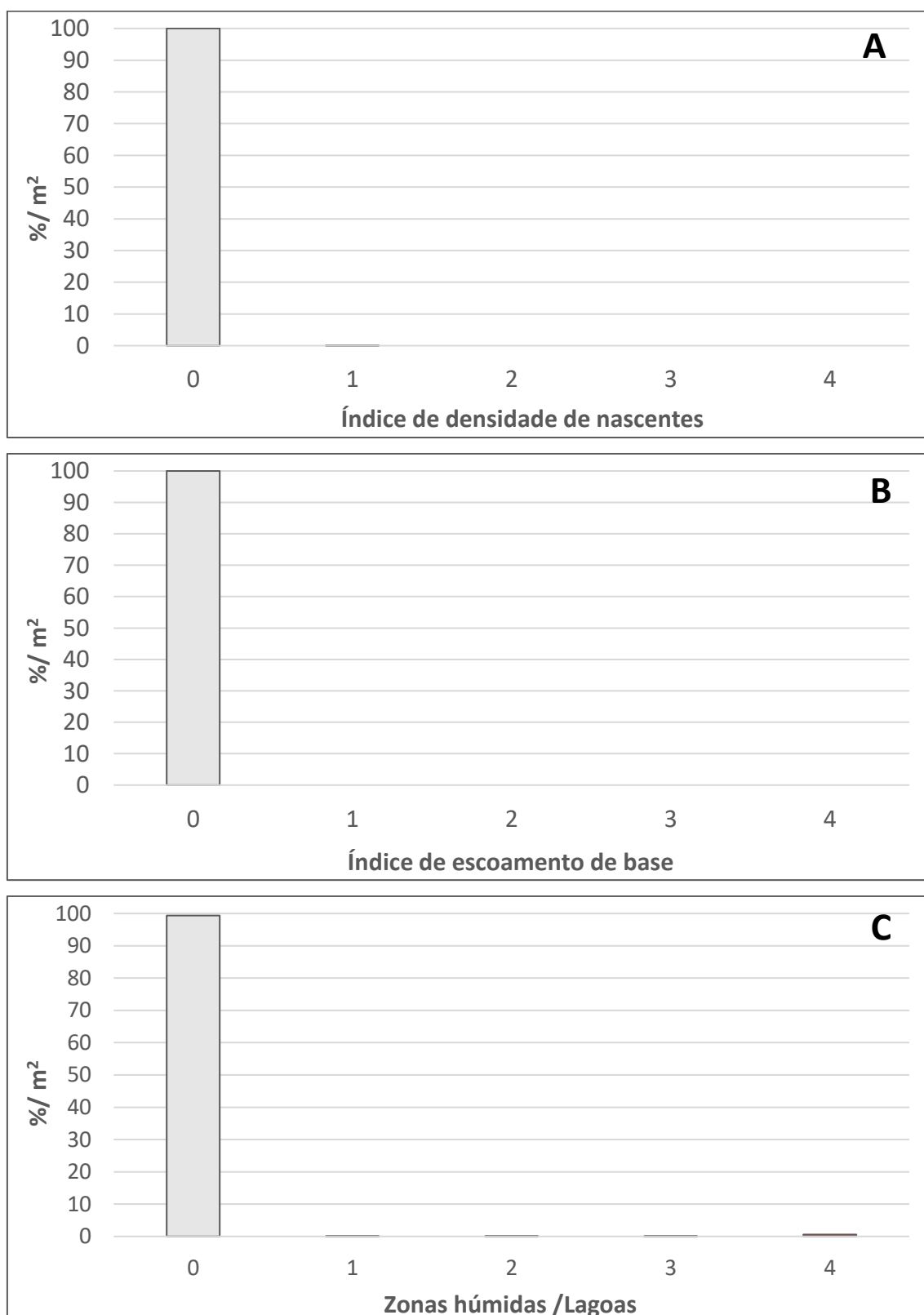


Figura 6.7 | Histogramas relativos aos vários índices parcelares utilizados na identificação de EDAS na ilha do Faial (A- índice de densidade de nascentes; B- índice de escoamento de base; C- zonas húmidas/lagoas).

6.8 | Resultados para as variáveis parcelares na ilha das Flores

A expressão territorial das três variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha das Flores encontra-se representada na Tabela 6.8, enquanto a respetiva representação cartográfica está patente nas Figuras VIII.1 a VIII.3 (em Anexo). Os histogramas correspondentes mostram a reduzida representação espacial das três variáveis parcelares, embora se realcem os valores mais elevados obtidos no caso das variáveis relativas ao escoamento de base e às zonas húmidas/lagoas (Figura 6.8): no primeiro caso as classes 3 e 4 correspondem a uma fração da área da ilha respetivamente igual a 5,46% e 3,16%, e no segundo caso a classe 4 equivale a uma percentagem de 17,28% da área total.

Tabela 6.8 | Expressão territorial das variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha das Flores.

Ilha	Variável	Valor	Expressão territorial	
			Área (km ²)	%/m ²
Flores	Densidade de nascentes	0	140,96	99,99
		1	<0,01	<0,01
		2	0,00	0,00
		3	0,00	0,00
		4	0,00	0,00
	Escoamento de base	0	128,80	91,38
		1	0,00	0,00
		2	0,00	0,00
		3	7,70	5,46
		4	4,46	3,16
	Zonas húmidas/Lagoas	0	116,38	82,56
		1	<0,01	<0,01

		2	<0,01	<0,01
		3	0,21	0,15
		4	24,36	17,28

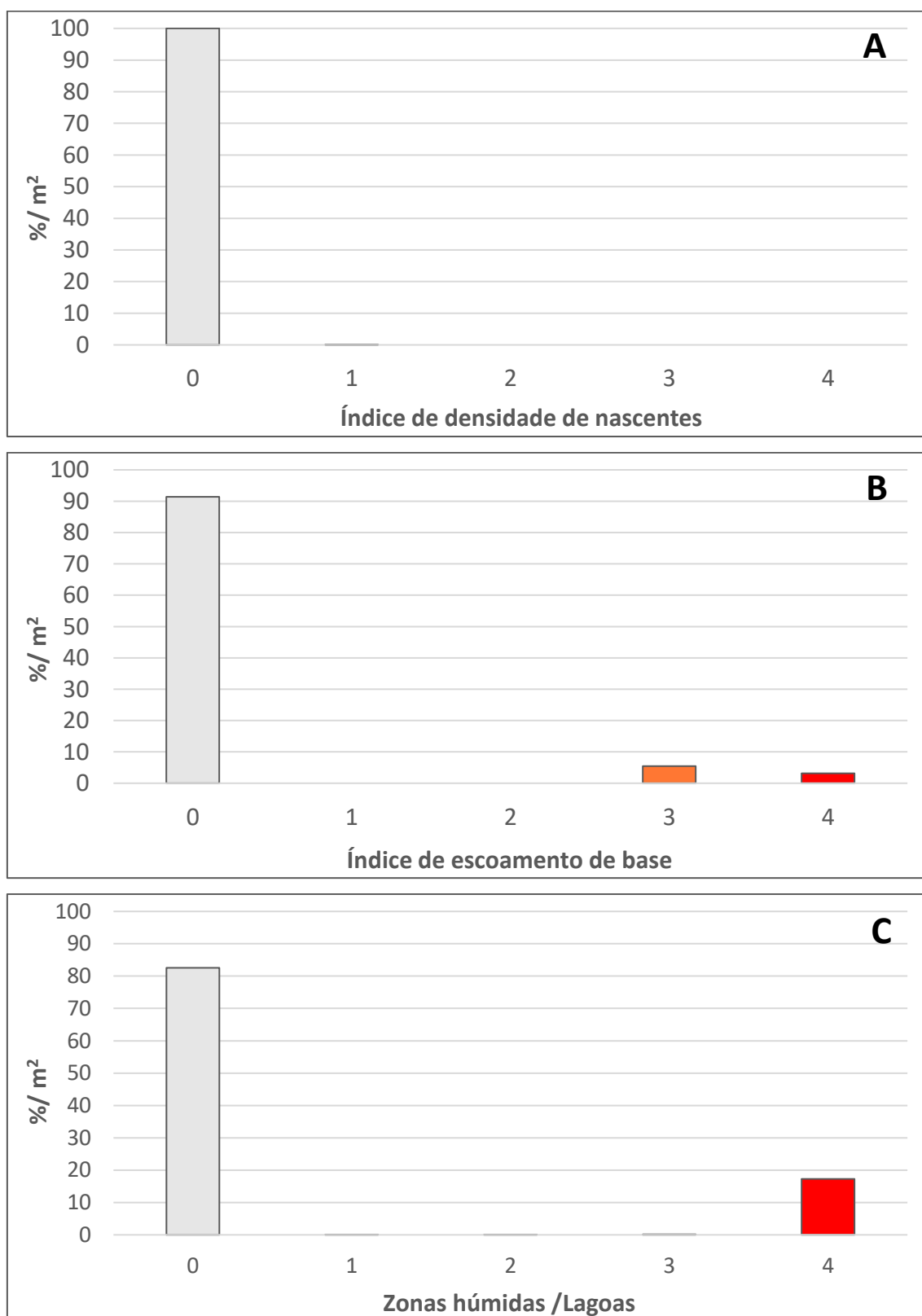


Figura 6.8 | Histogramas relativos aos vários índices parcelares utilizados na identificação de EDAS na ilha das Flores (A- índice de densidade de nascentes; B- índice de escoamento de base; C- zonas húmidas/lagoas).

6.9 | Resultados para as variáveis parcelares na ilha do Corvo

A expressão territorial das três variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha do Corvo encontra-se representada na Tabela 6.9, enquanto a respetiva representação cartográfica está patente nas Figuras IX.1 a IX.3 (em Anexo). Os histogramas correspondentes mostram a reduzida representação espacial das três variáveis parcelares, embora no caso das zonas húmidas /lagoas a classe 4 represente uma fração da área da ilha igual a 8,04% (Figura 6.9).

Tabela 6.9 | Expressão territorial das variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na ilha do Corvo.

Ilha	Variável	Valor	Expressão territorial	
			Área (km ²)	%/m ²
Corvo	Densidade de nascentes	0	17,12	99,99
		1	<0,01	<0,01
		2	0,00	0,00
		3	0,00	0,00
		4	0,00	0,00
	Escoamento de base	0	17,12	100,00
		1	0,00	0,00
		2	0,00	0,00
		3	0,00	0,00
		4	0,00	0,00
	Zonas húmidas/Lagoas	0	15,72	91,85
		1	<0,01	<0,01
		2	<0,01	0,01
		3	0,01	0,09

		4	1,38	8,04
--	--	---	------	------

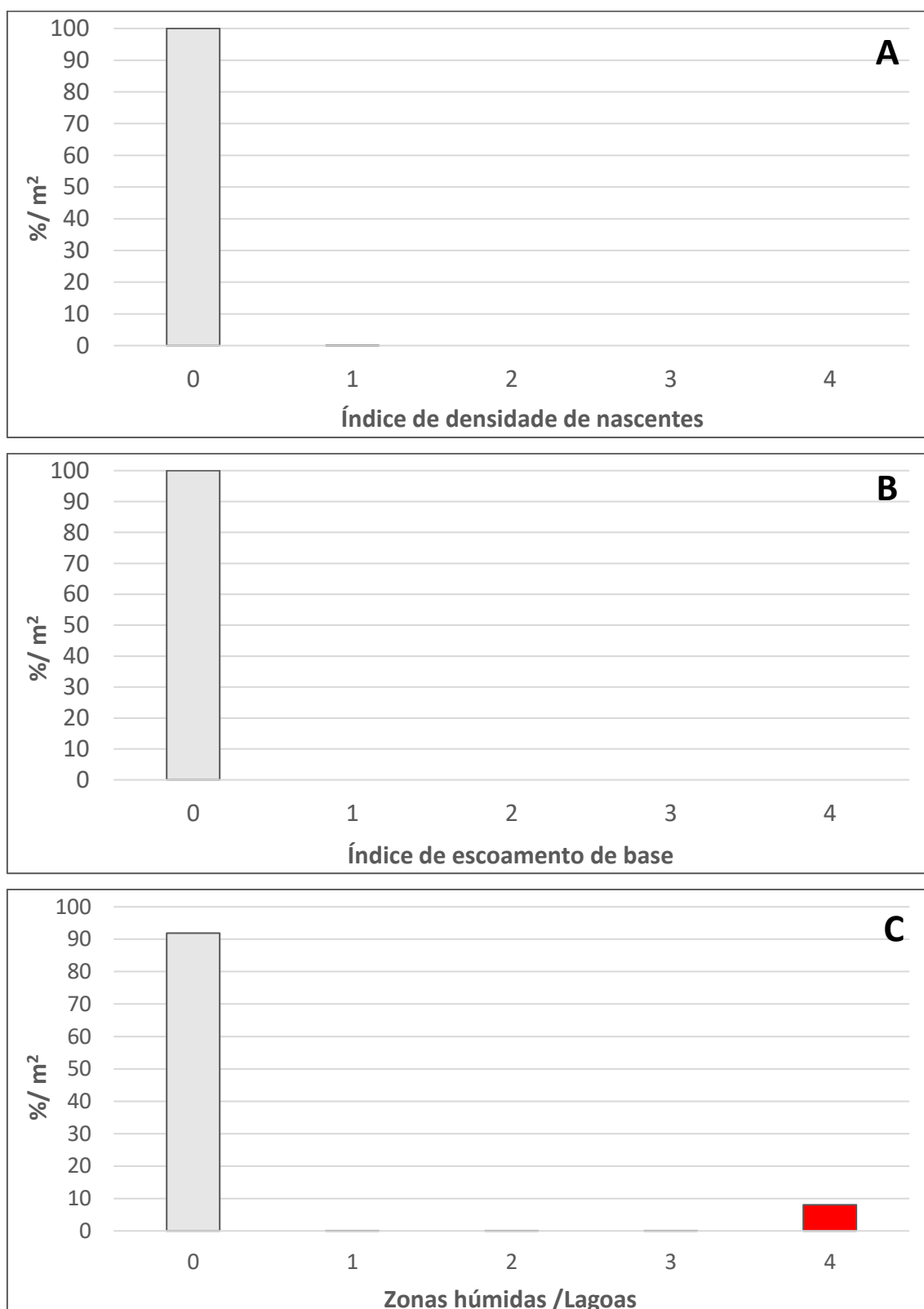


Figura 6.9 | Histogramas relativos aos vários índices parcelares utilizados na identificação de EDAS na ilha do Corvo (A- índice de densidade de nascentes; B- índice de escoamento de base; C- zonas húmidas/lagoas).

6.10 | Índice de Dependência dos Ecossistemas

Conforme referido no ponto 5 do presente relatório (metodologia aplicada), o índice que reflete a dependência dos ecossistemas em água subterrânea é estimado através da soma dos valores das três variáveis parcelares, seguindo uma categorização em cinco classes (0 – não aplicável; 1 – muito reduzido; 2 – reduzido; 3 – moderado; 4 – elevado). No âmbito do presente trabalho, considera-se que apenas os ecossistemas correspondentes às categorias de índice moderado e elevado devem ser designados com ecossistemas dependentes da água subterrânea.

Da aplicação desta abordagem a cada ilha na RH9 obtiveram-se os resultados patentes na Tabela 6.10, e a respetiva expressão cartográfica encontra-se representada nas Figuras 6.10 (Santa Maria), 6.11 (São Miguel), 6.12 (Terceira), 6.13 (Graciosa), 6.14 (São Jorge), 6.15 (Pico), 6.16 (Faial), 6.17 (Flores) e 6.18 (Corvo). Igualmente, e por forma a facilitar a interpretação dos resultados, apresenta-se a fração em percentagem da área de cada ilha ocupada pelas várias categorias em que se subdividiu o índice de dependência (Figura 6.19).

Os resultados obtidos mostram que apenas nas ilhas de São Miguel e das Flores ocorrem valores do índice de dependência classificados como moderados, correspondendo a uma fração da área da ilha respetivamente igual a 9,21% e 3,41% (Tabela 6.10; Figuras 6.11 e 6.17). Realça-se que no caso da ilha de São Miguel ocorrem valores do índice pontualmente classificados como elevados, essencialmente quando ocorrem nascentes de água subterrânea.

Na maioria das ilhas, excluindo os valores nulos, a classe predominante é a de índice reduzido, que ocupa uma fração da área entre um mínimo de 0,02% (Graciosa) e um máximo de 19,24% (Tabela 6.10; Figura 6.19). Por seu turno, na ilha de Santa Maria, a classe predominante, mais uma vez excluindo os valores iguais a zero, é a de índice reduzido, que corresponde a uma percentagem da área total igual a 8,64% (Tabela 6.10; Figuras 6.10 e 6.19).

Tabela 6.10 | Expressão territorial das variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na RH9.

Ilha	Índice	Expressão territorial	
		Área (km ²)	%/m ²
Santa Maria	0	85,70	88,47
	1	8,38	8,64
	2	2,80	2,89
	3	0,00	0,00
	4	0,00	0,00
São Miguel	0	665,63	89,40
	1	6,04	0,81
	2	68,63	9,21
	3	4,26	0,57
	4	<0,01	<0,01
Terceira	0	386,13	96,46
	1	0,03	0,01
	2	14,13	3,53
	3	<0,01	<0,01
	4	0,00	0,00
Graciosa	0	60,64	99,98
	1	<0,01	<0,01
	2	0,01	0,02
	3	0,00	0,00
	4	0,00	0,00
São Jorge	0	235,48	96,65

	1	0,09	0,03
	2	8,08	3,31
	3	<0,01	<0,01
	4	0,00	0,00
Pico	0	431,64	96,99
	1	0,01	<0,01
	2	13,34	3,00
	3	<0,01	<0,01
	4	0,00	0,00
Faial	0	171,98	99,38
	1	0,03	0,02
	2	1,03	0,60
	3	0,00	0,00
	4	0,00	0,00
Flores	0	109,02	77,34
	1	0,01	0,01
	2	27,12	19,24
	3	4,81	3,41
	4	0,00	0,00
Corvo	0	15,72	91,86
	1	<0,01	0,01
	2	1,39	8,13
	3	0,00	0,00
	4	0,00	0,00

A conjugação entre os resultados do índice de dependência com os sítios da Rede Natura 2000 e Ramsar permitem não só afinar a análise empreendida, que conduziu à computação do índice de dependência e à identificação de potenciais ecossistemas, como proceder à caracterização dos mesmos, incluindo as figuras jurídicas que promovem a respetiva proteção. Assim, de acordo com a respetiva tipologia, apresentam-se as tabelas 6.11 e 6.12, respetivamente para os EADAS e os ETDAS, tal como explicitado no ponto 5 (Metodologia). Para os EADAS apontam-se as massas de água de superfície associadas quando relevante.

Considerando toda a informação compilada, devidamente sustentada na computação do índice de dependência dos ecossistemas, assim como na caracterização dos potenciais ecossistemas, propõe-se que no âmbito dos trabalhos de planeamento e gestão da RH9 sejam considerados os cinco ecossistemas listados na Tabela 6.13, compreendendo dois EADAS, associados aos troços superiores de cursos de água na ilha das Flores, e três ETDAS, todos localizados na ilha de São Miguel.

Neste contexto, apenas três massas de água subterrânea sustentam ecossistemas dependentes, nomeadamente na ilha das Flores a massa Superior (PT09FLOGWSUP1) e na ilha de São Miguel as massas Água de Pau (PT09SMGGWAP) e Nordeste – Faial da Terra (PT09SMGGWNFT). Tomando em linha de conta que todas estas massas foram consideradas como em Bom Estado nos vários ciclos de planeamento da RH9 levados a cabo até à data, considera-se que os ecossistemas dependentes, independentemente da sua tipologia, não estão em risco de deterioração fruto da interação com a água subterrânea, quer em resultado de eventuais pressões quantitativas, quer qualitativas.

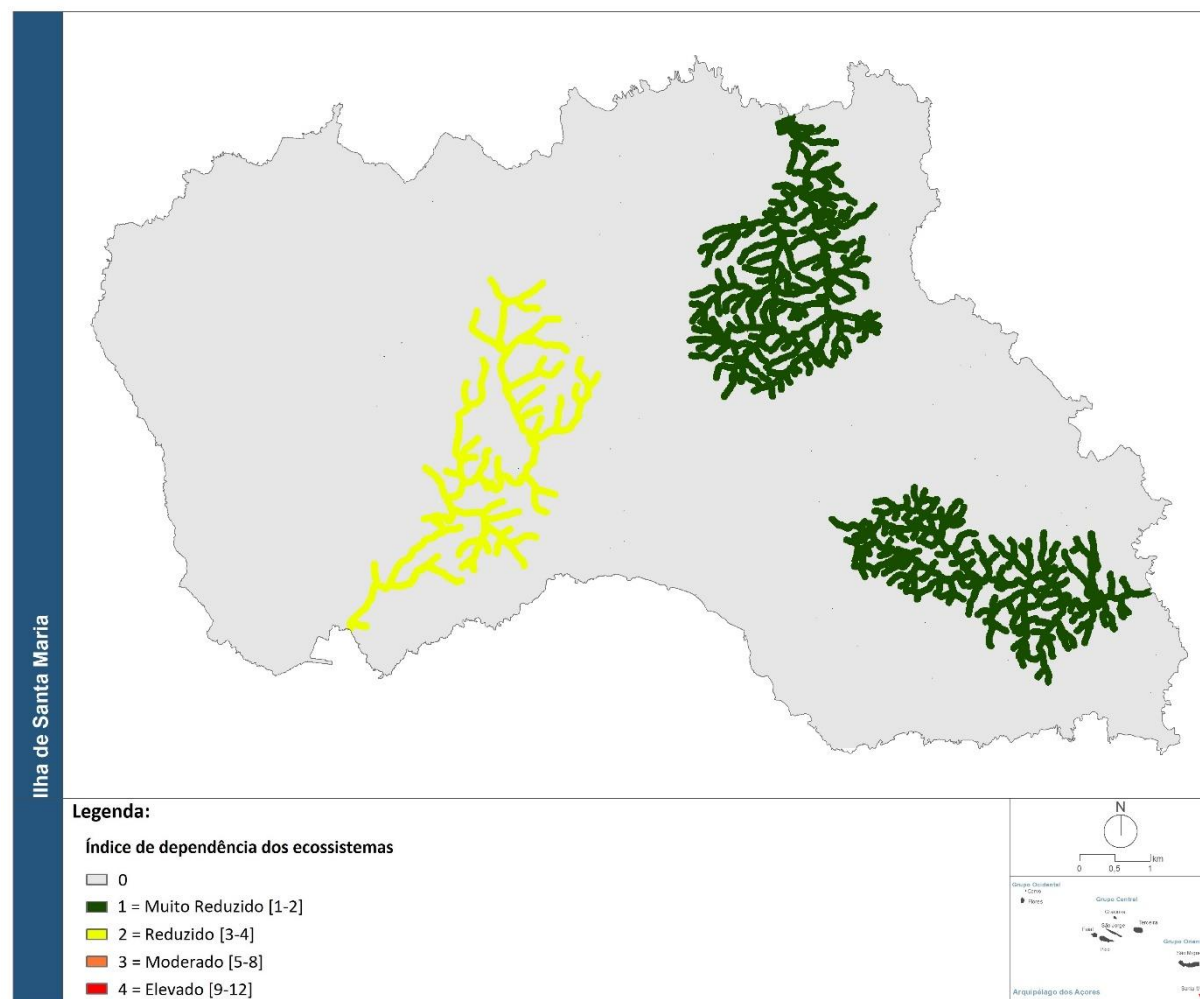


Figura 6.10 | Representação espacial do índice de dependência dos ecossistemas na ilha de Santa Maria.

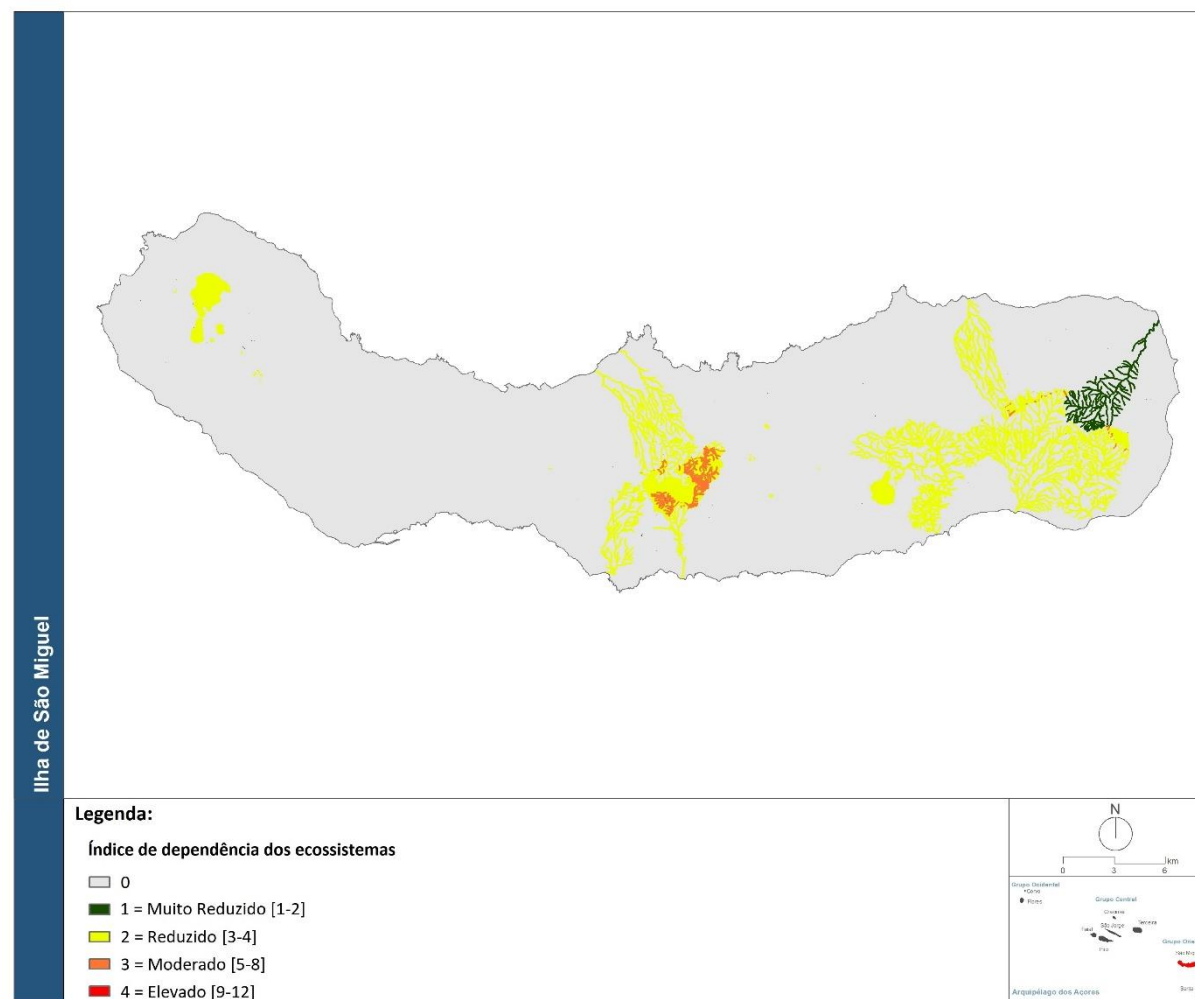


Figura 6.11 | Representação espacial do índice de dependência dos ecossistemas na ilha de São Miguel.

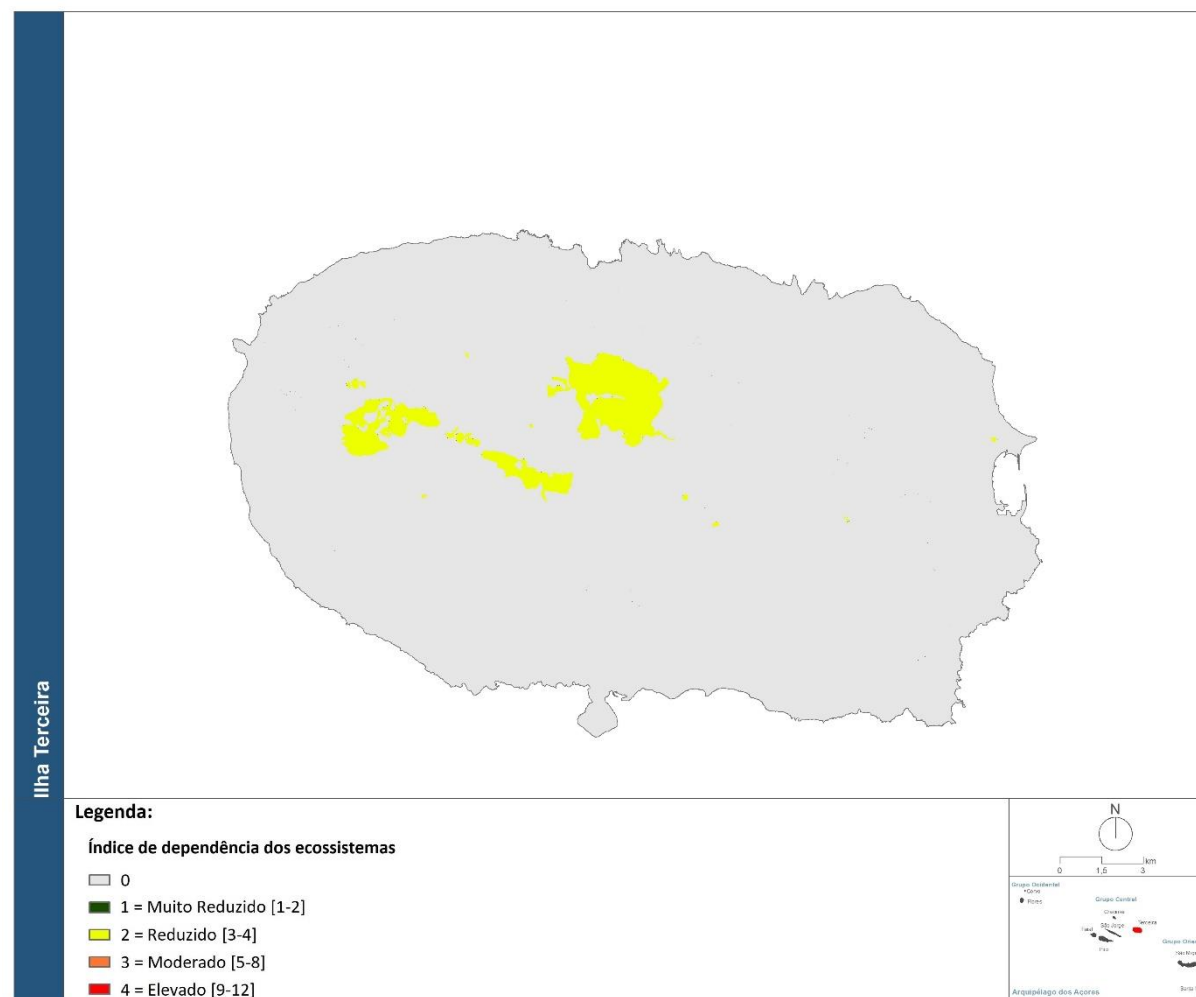


Figura 6.12 | Representação espacial do índice de dependência dos ecossistemas na ilha Terceira.

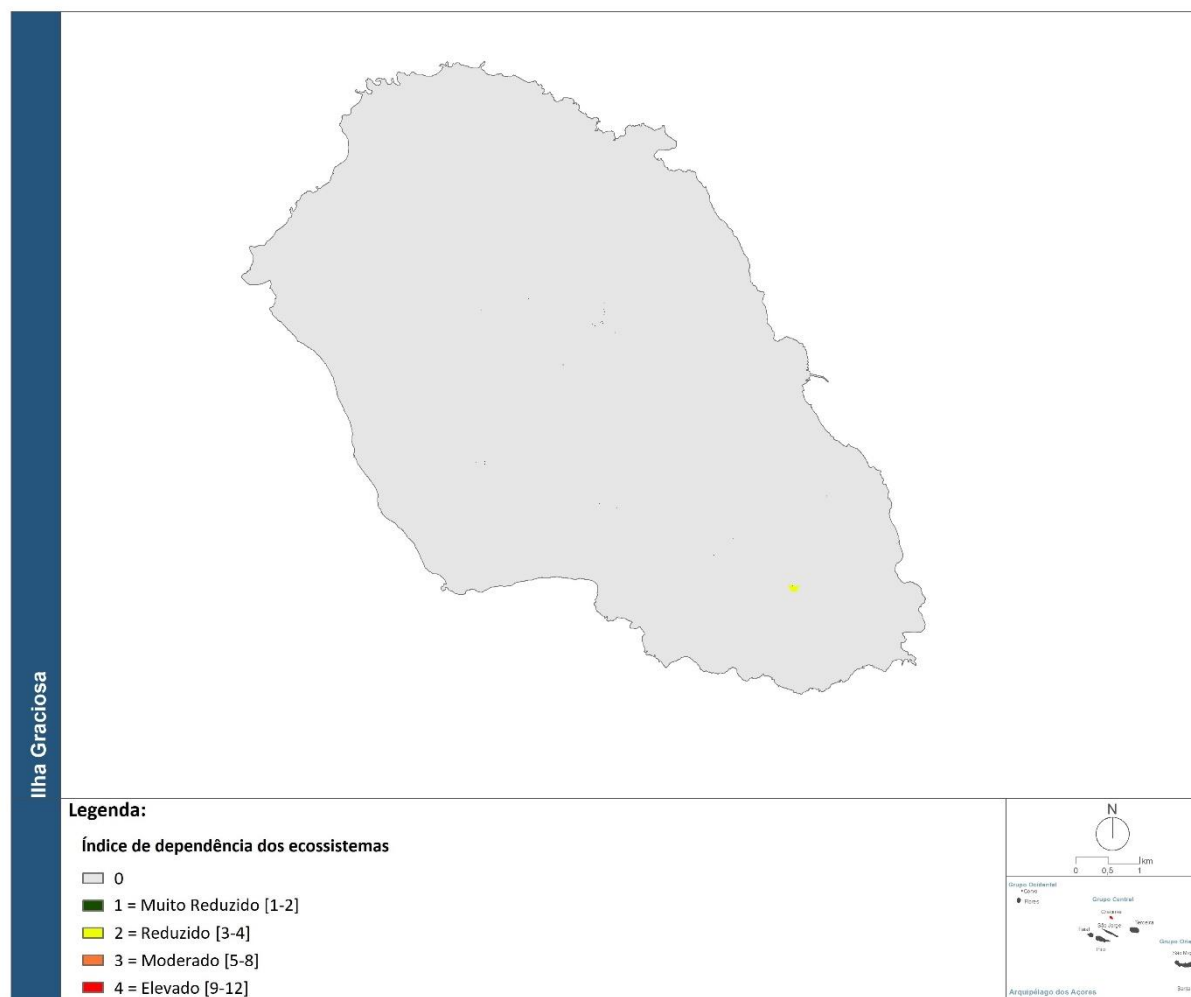


Figura 6.13 | Representação espacial do índice de dependência dos ecossistemas na ilha Graciosa.

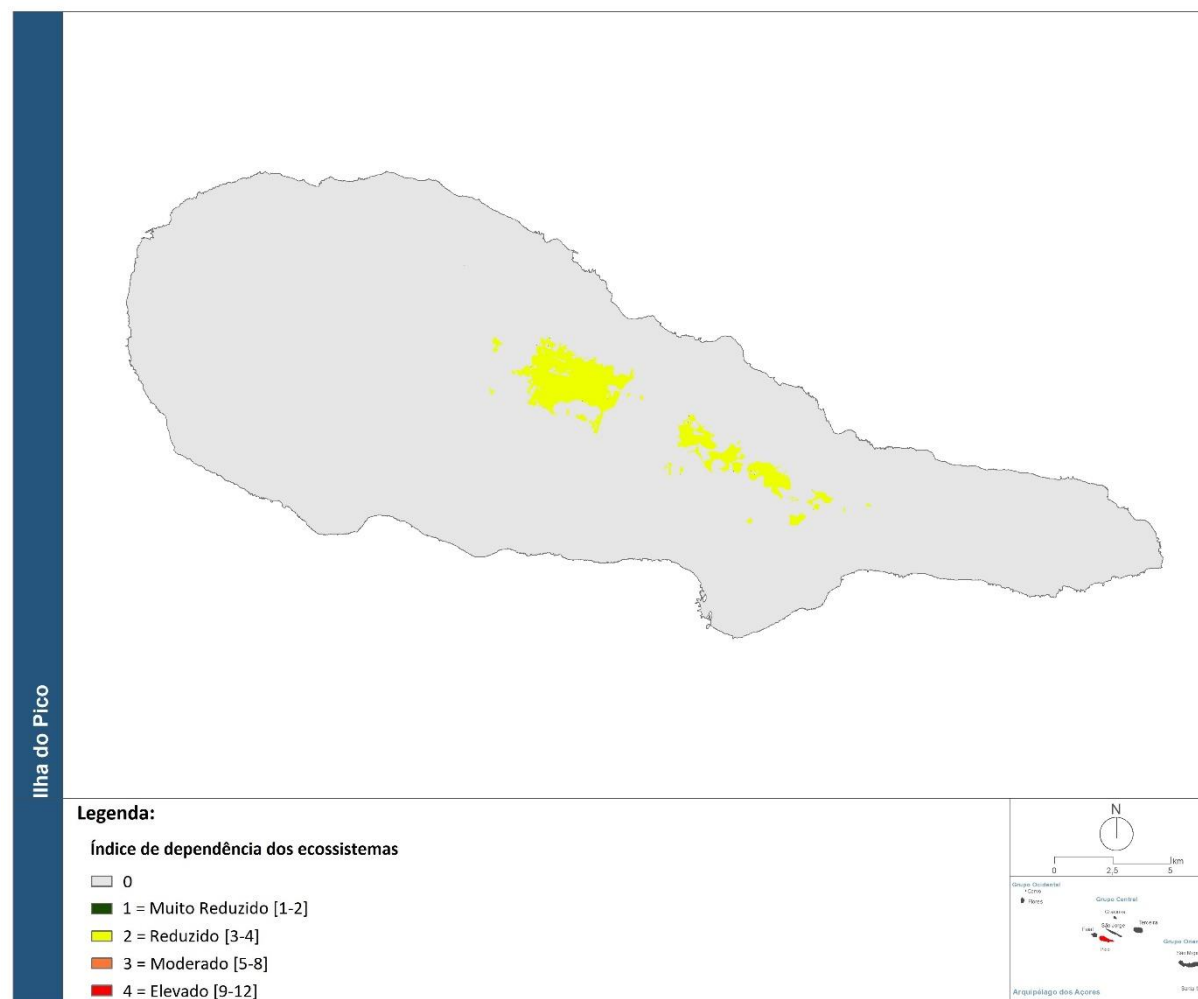


Figura 6.15 | Representação espacial do índice de dependência dos ecossistemas na ilha do Pico.

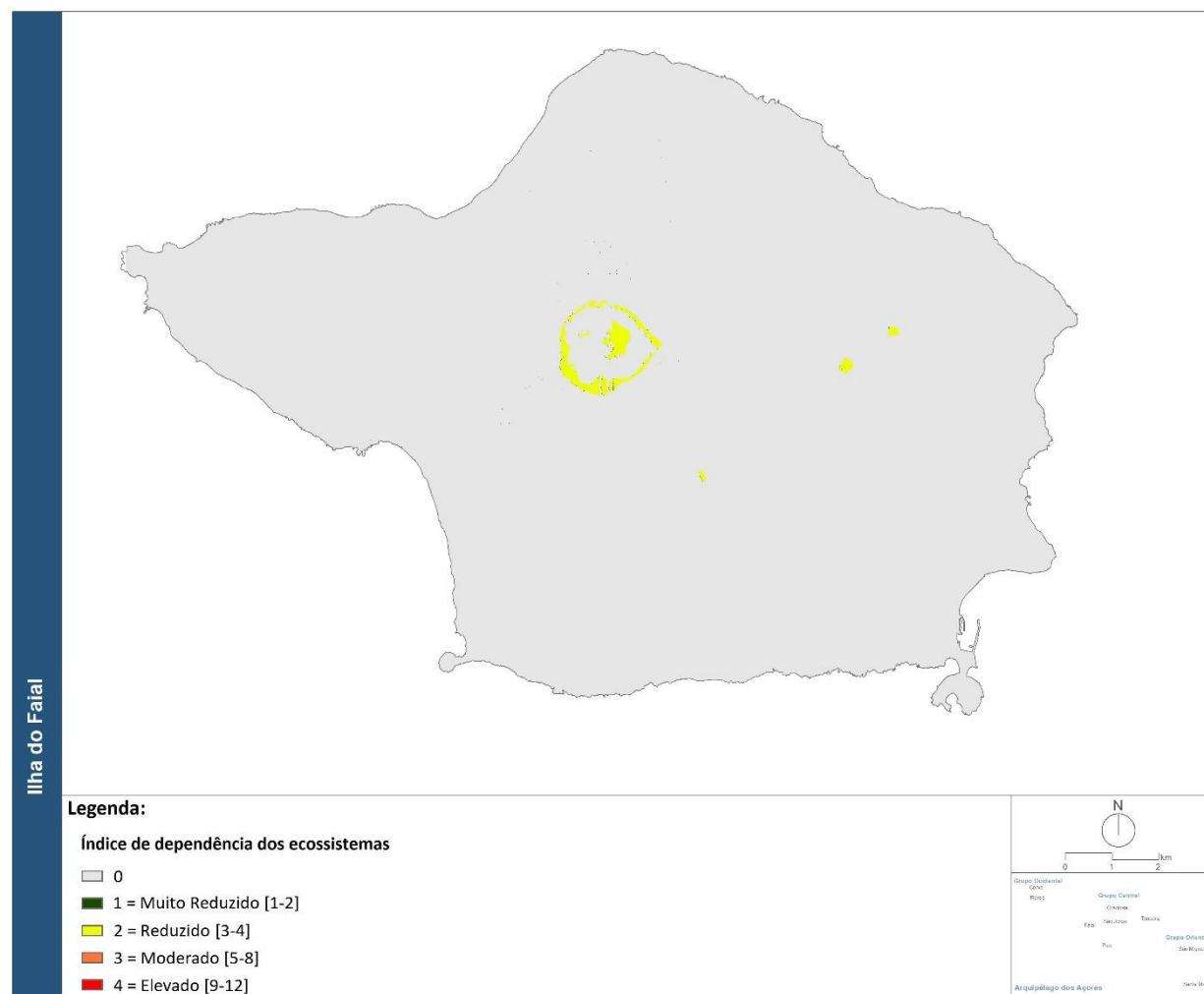


Figura 6.16 | Representação espacial do índice de dependência dos ecossistemas na ilha do Faial.

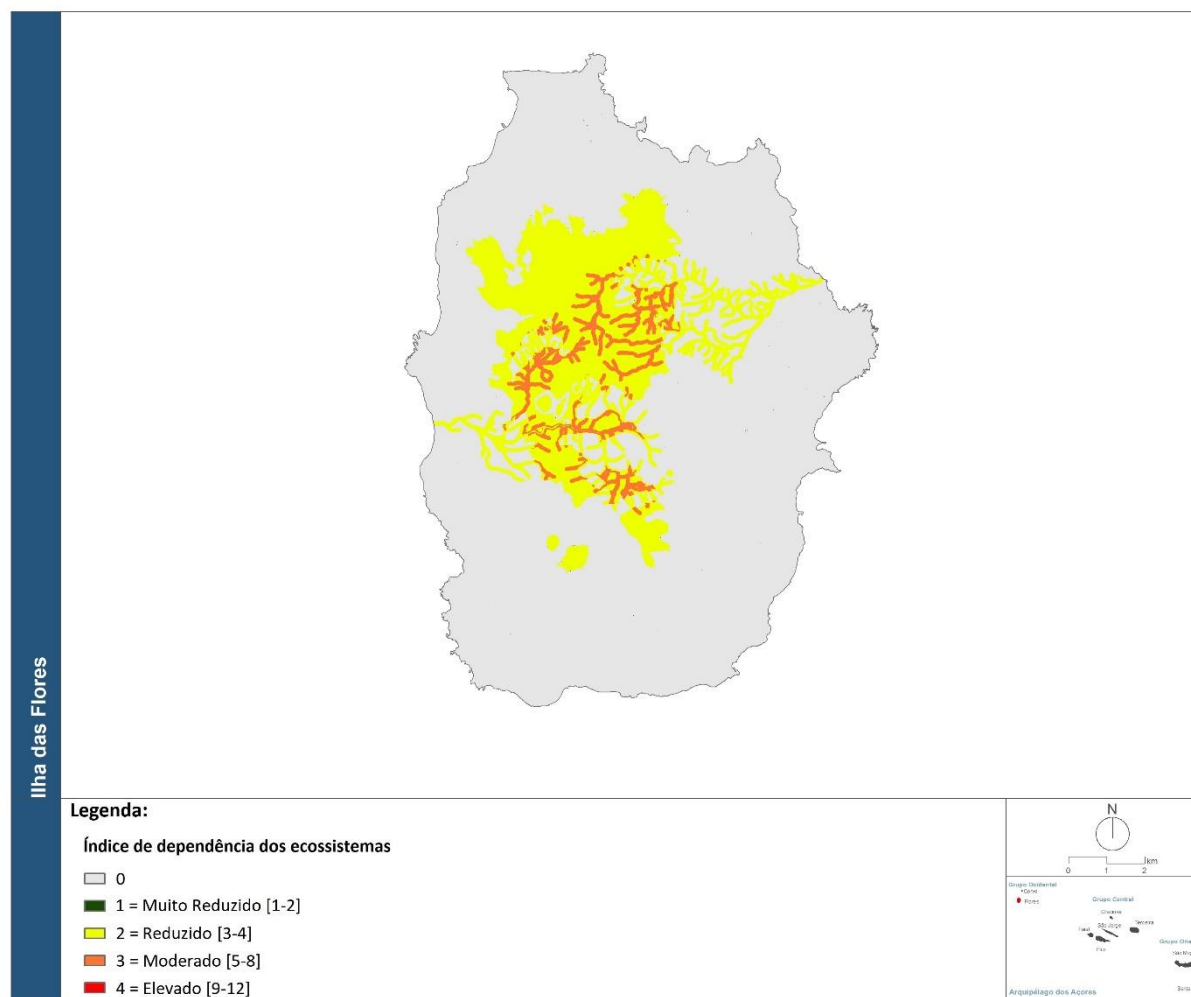


Figura 6.17 | Representação espacial do índice de dependência dos ecossistemas na ilha das Flores.

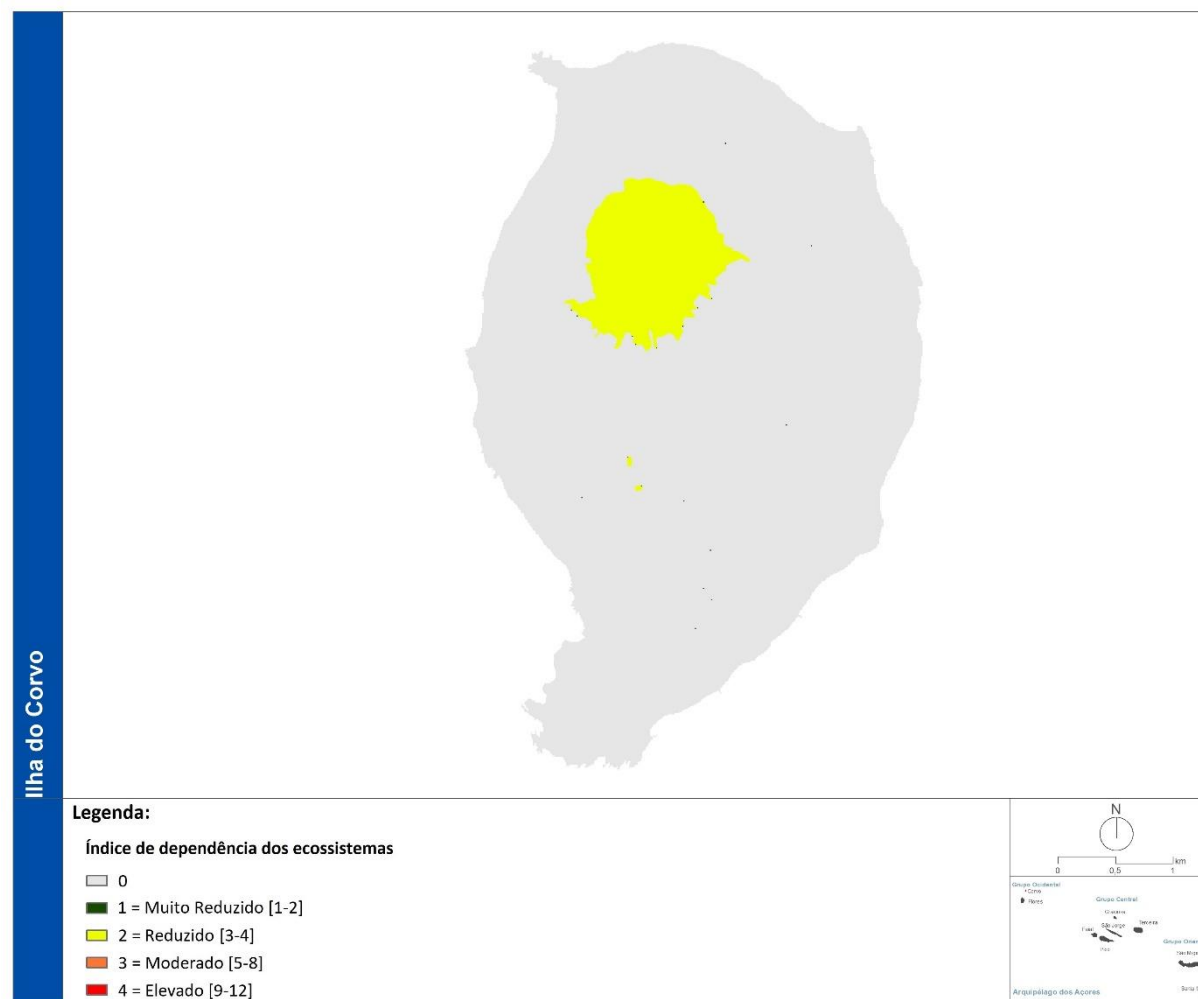


Figura 6.18 | Representação espacial do índice de dependência dos ecossistemas na ilha do Corvo.

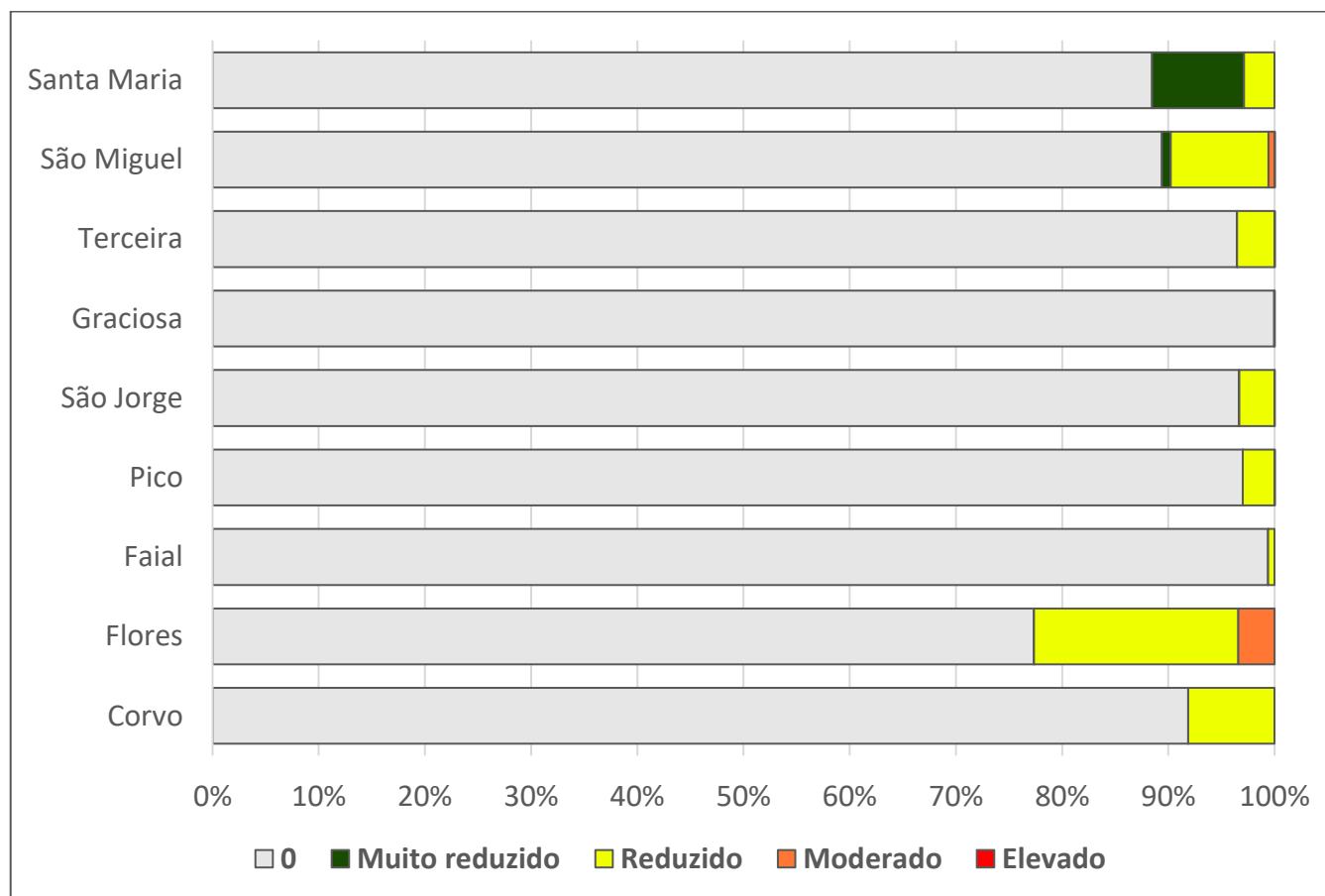


Figura 6.19 | Índice de dependência dos ecossistemas por ilha na RH9 (em percentagem relativamente à área).

Tabela 6.11 | Potenciais EADAS e relação com os instrumentos de conservação da natureza (as cores utilizadas nas colunas respeitantes ao tipo e à designação dos ecossistemas dependentes são as mesmas que foram aplicadas para cada classe: cinza – nulo; verde – muito reduzido; amarelo – reduzido; laranja – moderado; vermelho – elevado).

Ilha	Massas de água subterrânea		Potencial Ecossistema dependente						
			Ecossistemas identificados				Instrumentos de Conservação da Natureza		
							Rede Natura 2000		Sítios RAMSAR
	Nome M.A.	Código M.A.	Tipo	Designação	Código M.A. - DQA	Observações	ZEC	ZPE	
SMA	Anjos – Vila do Porto	PT09SMAGWAVP	EADAS	Ribeira de São Francisco	PT09SMAR001	Partilhada	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Facho – Pico Alto	PT09SMAGWFPA	EADAS	Ribeira de São Francisco	PT09SMAR001		<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
			EADAS	Ribeira do Cachaço	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
			EADAS	Ribeira de Sta. Bárbara	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
SMG	Sete Cidades	PT09SMGGWSC	EADAS	Lagoa Rasa (Sete Cidades)	PT09SMGL018	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	Complexo Vulcânico das Sete Cidades (WI Site N.º 3PT022; RAMSAR N.º 1802)
			EADAS	Lagoa Verde	PT09SMGL019	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	
			EADAS	Lagoa de Santiago	PT09SMGL020	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	
			EADAS	Lagoa Azul	PT09SMGL021	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	

	Ponta Delgada – Fenais da Luz	PT09SMGGWPDFL	EADAS	Lagoa das Empadadas Sul	PT09SMGL013	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	
			EADAS	Lagoa Rasa (Serra Devassa)	PT09SMGL014	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	
			EADAS	Lagoa das Empadadas Norte	PT09SMGL015	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	
			EADAS	Lagoa do Canário	PT09SMGL017	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	
	Água de Pau	PT09SMGGWAP	EADAS	Lagoa do Fogo	PT09SMGL003	---	Lagoa do Fogo (PTMIG0019) Códigos dos Habitats: 3130	<i>n.a.</i>	Complexo Vulcânico do Fogo (WI Site N.º 3PT023; RAMSAR N.º 1803)
			EADAS	Ribeira das Lombadas	PT09SMGR006	---	Lagoa do Fogo (PTMIG0019)	<i>n.a.</i>	
			EADAS	Ribeira Grande	PT09SMGR011	---	Códigos dos Habitats: 3220	<i>n.a.</i>	
			EADAS	Ribeira das Gramas	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
			EADAS	Ribeira da Praia	<i>n.a.</i>	---	Lagoa do Fogo (PTMIG0019) Códigos dos Habitats: 3220	<i>n.a.</i>	Complexo Vulcânico do Fogo (WI Site N.º 3PT023; RAMSAR N.º 1803)
			EADAS	Ribeira de Água de Pau	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	
	Achada	PT09SMGGWACH	EADAS	Lagoa do Congro	PT09SMGL001	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
			EADAS	Lagoa de São Brás	PT09SMGL010	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
			EADAS	Lagoa das Furnas	PT09SMGL002	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	Complexo Vulcânico das



	Nordeste – Faial da Terra	PT09SMGGWNFT	EADAS	Ribeira Quente/Amarela	PT09SMGR004	---	<i>n.a.</i>	Pico da Vara/ Ribeira do Guilherme (PTZPE0033)	Furnas (WI Site N.º 3PT021; RAMSAR N.º 1801)
			EADAS	Ribeira dos Lagos/Lomba Grande/Povoação	PT09SMGR007	Partilhada	<i>n.a.</i>		<i>n.a.</i>
			EADAS	Ribeira dos Lagos/Lomba Grande/Povoação	PT09SMGR007		<i>n.a.</i>		<i>n.a.</i>
			EADAS	Ribeira do Faial da Terra	PT09SMGR005		<i>n.a.</i>		<i>n.a.</i>
			EADAS	Ribeira do Guilherme ou dos Moinhos	PT09SMGR012	---	<i>n.a.</i>		<i>n.a.</i>
			EADAS	Ribeira dos Caldeirões/João Vaz	PT09SMGR016	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
TER	Caldeira Guilherme Moniz	PT09TERGWCGM	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Central	PT09TERGWCEN	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Cinco Picos	PT09TERGWCP	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Pico Alto	PT09TERGWPA	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Santa Bárbara	PT09TERGWSE	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
GRA	Serra das Fontes	PT09GRAGWSF	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Serra Dormida	PT09GRAGWSD	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe	PT09GRAGWPSCG1	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>



SJO	Ocidental	PT09SJOGWOC1	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Oriental	PT09SJOGWORI	EADAS	Lagoa de Santo Cristo	PT09SJOT001	---	Costa NE e Ponta do Topo (PTJOR0014) Códigos dos Habitats: 1150	<i>n.a.</i>	Lagoas das Fajãs da Caldeira e dos Cubres (WI Site N.º 3PT015; RAMSAR N.º 1615)
			EADAS	Lagoa dos Cubres – Este	PT09SJOT002	---		<i>n.a.</i>	
			EADAS	Lagoa dos Cubres – Oeste	PT09SJOT003	---		<i>n.a.</i>	
PIC	Lajes	PT09PICGWLAJ1	EADAS	Lagoa do Paul	PT09PICL001	---	Montanha do Pico, Praínha e Caveiro (PTPIC0009) Códigos dos Habitats: 3130	Zona Central do Pico (PTZPE0027) Código dos Habitats: 3130	Planalto Central do Pico (Achada) (WI Site N.º 3PT028; RAMSAR N.º 1808)
	Montanha 1	PT09PICGWMO1	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Montanha 2	PT09PICGWMO2	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Planalto da Achada 1	PT09PICGWPA1	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Planalto da Achada 2	PT09PICGWPA2	EADAS	Lagoa do Peixinho	PT09PICL003	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
			EADAS	Lagoa do Capitão	PT09PICL005	---	Montanha do Pico, Praínha e Caveiro (PTPIC0009) Códigos dos Habitats: 3130	Zona Central do Pico (PTZPE0027) Código dos Habitats: 3130	<i>n.a.</i>
			EADAS	Lagoa Rosada	PT09PICL002	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
			EADAS	Lagoa do Caiado	PT09PICL004	---	Montanha do Pico, Praínha e Caveiro (PTPIC0009)	Zona Central do Pico (PTZPE0027)	Planalto Central do Pico (Achada) (WI Site N.º

							Códigos dos Habitats: 3130	Código dos Habitats: 3130	3PT028; RAMSAR N.º 1808)
FAI	Vulcão Central	PT09FAIGWVUC	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Capelo	PT09FAIGWCAP	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
FLO	Superior	PT09FLOGWSUP1	EADAS	Lagoa Negra	PT09FLOL006	---	Zona Central - Morro Alto (PTFLO0002) Código dos Habitats: 3130	<i>n.a.</i>	Planalto Central das Flores (Morro Alto) (WI Site N.º 3PT026; RAMSAR N.º 1806)
			EADAS	Lagoa Funda	PT09FLOL001	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	
			EADAS	Lagoa Rasa	PT09FLOL002	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	
			EADAS	Lagoa Lomba	PT09FLOL003	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
			EADAS	Lagoa Comprida	PT09FLOL005	---	Zona Central - Morro Alto (PTFLO0002) Código dos Habitats: 3130	<i>n.a.</i>	Planalto Central das Flores (Morro Alto) (WI Site N.º 3PT026; RAMSAR N.º 1806)
			EADAS	Ribeira Grande	PT09FLOR004	No troço jusante o índice é reduzido	Zona Central - Morro Alto (PTFLO0002)	<i>n.a.</i>	
			EADAS	Ribeira da Badanela	PT09FLOR008	No troço a jusante o índice é reduzido	Código dos Habitats: 3220	<i>n.a.</i>	
	Inferior	PT09FLOGWINF	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	Alguns troços das ribeiras Grande e da Badanela interseam esta massa de água	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
COR	Vulcão da Caldeira	PT09CORGWVC	EADAS	Lagoa do Caldeirão	PT09CORL001	---	Costa e Caldeirão (PTCOR0001)	Costa e Caldeirão (PTZPE0020)	Caldeirão do Corvo (WI SITE N.º: 3PT020;

							Códigos dos Habitats: 7110/ 7130/9100	Códigos dos Habitats: 7110/ 7130/9100	RAMSAR N.º: 1800)
--	--	--	--	--	--	--	---	--	----------------------



Tabela 6.12 | Potenciais ETDAS e relação com os instrumentos de conservação da natureza (as cores utilizadas nas colunas respeitantes ao tipo e à designação dos ecossistemas dependentes são as mesmas que foram aplicadas para cada classe: cinza – nulo; verde – muito reduzido; amarelo – reduzido; laranja – moderado; vermelho – elevado).

Ilha	Massas de água subterrânea		Potencial Ecossistema dependente					
			Ecossistemas identificados			Instrumentos de Conservação da Natureza		
						Rede Natura 2000		Sítios RAMSAR
	Nome M.A.	Código M.A.	Tipo	Designação	Observações	ZEC	ZPE	
SMA	Anjos – Vila do Porto	PT09SMAGWAVP	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Facho – Pico Alto	PT09SMAGWFPA	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
SMG	Sete Cidades	PT09SMGGWSC	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Ponta Delgada – Fenais da Luz	PT09SMGGWPDFL L	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Água de Pau	PT09SMGGWAP	ETDAS	Zona apaulada	Zonas apauladas localizadas a S da Lagoa do Fogo (ponto central com coordenadas UTM Datum São Brás, zona 26N: M634055; P4179717) e a E da Lagoa do Fogo, na zona do Pico da Vela (ponto central com coordenadas UTM Datum São Brás, zona	Lagoa do Fogo (PTMIG0019) Códigos dos Habitats: 7130	<i>n.a.</i>	Complexo Vulcânico do Fogo (WI Site N.º 3PT023; RAMSAR N.º 1803)

					26N: M635954; P4180942); observam-se algumas zonas com índice de dependência elevado, geralmente resultantes da localização de nascentes; a classe de dependência moderada resulta da sobreposição entre troços de cursos de água e as zonas apauladas			
	Achada	PT09SMGGWACH	ETDAS	Zona apaulada indiferenciada	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Furnas – Povoação	PT09SMGGWFP	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Nordeste – Faial da Terra	PT09SMGGWNFT	ETDAS	Zona apaulada indiferenciada	Zona apaulada localizada no Planalto dos Graminhais (ponto central com coordenadas UTM Datum São Brás, zona 26N: M655713; P4185599); a classe de dependência moderada resulta da sobreposição entre troços de cursos de água e as zonas apauladas	<i>n.a.</i>	Pico da Vara/ Ribeira do Guilherme (PTZPE0033)	<i>n.a.</i>
			ETDAS	Zona apaulada indiferenciada	Zona apaulada localizada na Serra da Tronqueira, junto do V.G. Bartolomeu (ponto central com coordenadas UTM Datum São Brás, zona 26N: M660739; P4183499); a classe de dependência moderada resulta da sobreposição entre troços de cursos	<i>n.a.</i>	Códigos dos Habitats: 7120/7130/9100	<i>n.a.</i>

					de água e as zonas apauladas			
TER	Caldeira Guilherme Moniz	PT09TERGWCGM	ETDAS	Zona apaulada indiferenciada	---	Serra de Santa Bárbara e Pico Alto (PTTER0017) Códigos dos Habitats: 3170/7110/7130/9100	<i>n.a.</i>	Planalto Central da Terceira (Furnas do Enxofre e Algar do Carvão) (WI SITE N.º: 3PT025; RAMSAR N.º: 1805)
	Central	PT09TERGWCEN	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Cinco Picos	PT09TERGWCP	ETDAS	Zona apaulada indiferenciada	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	Paul da Praia da Vitória (WI SITE N.º: 3PT031; RAMSAR N.º: 2099)
	Pico Alto	PT09TERGWPA	ETDAS	Zona apaulada indiferenciada	---	Serra de Santa Bárbara e Pico Alto (PTTER0017) Códigos dos Habitats: 3170/7110/7130/9100	<i>n.a.</i>	Planalto Central da Terceira (Furnas do Enxofre e Algar do Carvão) (WI SITE N.º: 3PT025; RAMSAR N.º: 1805)
	Santa Bárbara	PT09TERGWSB	ETDAS	Zona apaulada indiferenciada	Pontualmente o índice por ser moderado em função da ocorrência de nascentes		<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
GRA	Serra das Fontes	PT09GRAGWSF	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Serra Dormida	PT09GRAGWSD	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>

	Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe	PT09GRAGWPSCG 1	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
SJO	Ocidental	PT09SJOGWOC1	ETDAS	Zona apaulada indiferenciada	Pontualmente o índice por ser moderado em função da ocorrência de nascentes	Costa NE e Ponta do Topo (PTJOR0014) Códigos dos Habitats: 3170/7110/ 7130	<i>n.a.</i>	Planalto Central de São Jorge (Pico da Esperança) (WI SITE N.º: 3PT027; RAMSAR N.º: 1807)
	Oriental	PT09SJOGWORI	ETDAS	Zona apaulada indiferenciada	---		<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
PIC	Lajes	PT09PICGWLAJ1	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Montanha 1	PT09PICGWMO1	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Montanha 2	PT09PICGWMO2	ETDAS	Zona apaulada indiferenciada	Partilhada em parte com a m.a. Planalto da Achada 2	Montanha do Pico, Praínha e Caveiro Costa NE e Ponta do Topo (PTPIC0009) Códigos dos Habitats: 3170/7110/ 7130	Zona Central do Pico (PTZPE0027) Códigos dos Habitats: 3170/7110/ 7130	<i>n.a.</i>
	Planalto da Achada 1	PT09PICGWPA1	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
	Planalto da Achada 2	PT09PICGWPA2	ETDAS	Zona apaulada indiferenciada	Partilhada em parte com a m.a. Montanha 2; pontualmente o índice por ser moderado em função da ocorrência de nascentes	Montanha do Pico, Praínha e Caveiro Costa NE e Ponta do Topo (PTPIC0009)	Zona Central do Pico (PTZPE0027) Códigos dos Habitats: 3170/7110/ 7130	Planalto Central do Pico (Achada) (WI SITE N.º: 3PT028; RAMSAR N.º: 1808)

						Códigos dos Habitats: 3170/7110/ 7130		
FAI	Vulcão Central	PT09FAIGWVUC	ETDAS	Zona apaulada indiferenciada	---	Caldeira e Capelinhos (PTFAI0004) Códigos dos Habitats: 3170/7130	Caldeira e Capelinhos (PTZPE0023) Códigos dos Habitats: 3170/7130	Caldeira do Faial (WI SITE N.º: 3PT019; RAMSAR N.º: 1799)
	Capelo	PT09FAIGWCAP	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
FLO	Superior	PT09FLOGWSUP1	ETDAS	Zona apaulada indiferenciada	O índice por ser moderado em alguns troços de cursos de água sobrepostos às zonas apauladas	Zona Central - Morro Alto (PTFLO0002) Código dos Habitats: 7110/7130/9100	<i>n.a.</i>	Planalto Central das Flores (Morro Alto) (WI Site N.º 3PT026; RAMSAR N.º 1806)
	Inferior	PT09FLOGWINF	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	---	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
COR	Vulcão da Caldeira	PT09CORGWVC	ETDAS	Zona apaulada indiferenciada	---	Costa e Caldeirão (PTCOR0001) Códigos dos Habitats: 7110/ 7130/9100	Costa e Caldeirão (PTZPE0020) Códigos dos Habitats: 7110/ 7130/9100	Caldeirão do Corvo (WI SITE N.º: 3PT020; RAMSAR N.º: 1800)

Tabela 6.13 | Súmula dos EADAS/ETDAS na RH9.

Ilha	Ecossistema dependente		Massa de água subterrânea	
	Tipo	Designação	Código	Designação
Flores	EADAS	Ribeira Grande	PT09FLOGWSUP1	Superior
		Ribeira da Badanela		
São Miguel	ETDAS	Zona do Pico da Vela	PT09SMGGWAP	Água de Pau
		Planalto dos Graminhais	PT09SMGGWNFT	Nordeste – Faial da Terra
		Serra da Tronqueira (V.G. Bartolomeu)		

7 | Referências Bibliográficas

- AHA-DRA (2011) - Plano de Gestão da Região Hidrográfica dos Açores - RH9. Versão para consulta pública. AHA-DRA, Ponta Delgada.
- AHA-DRA (2015) - Plano de Gestão da Região Hidrográfica dos Açores - RH9. Versão para consulta pública. AHA-SRAM, Ponta Delgada.
- Andrade, C. (2019) - Gaseous emanations from Azores volcanic lakes: geochemical characterization. Tese de Doutoramento no ramo de Geologia, especialidade em Hidrogeologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 251 pp.
- Bertrand, G., Goldscheider, N., Gobat, J-M. & Hunkeler, D. (2012) - From multi-scale conceptualization to a classification system for inland groundwater-dependent ecosystems. *Hydrogeol. J.* 20: 5-25.
- BM (2006) - Los Ecosistemas dependientes del agua subterránea. Procedimientos de caracterización y medidas de conservación. Serie de Notas Informativas, Nota 15, GW-, Mate, Banco Mundial, Washington D.C, 8 pp.
- Brown, J., Bach, L., Aldous, A., Wyers, A. & DeGagné, J. (2011) - Groundwater-dependent ecosystems in Oregon: an assessment of their distribution and associated threats. *Front. Ecol. Environ.* 9: 97-102.
- CEC (2011) – Technical report on groundwater dependent terrestrial ecosystems associated aquatic ecosystems Common Implementation Strategy for the Water-Framework Directive (2000/60/EC). CEC, Luxembourg, 28 pp.
- CEC (2014) – Technical report on methodologies used for assessing groundwater terrestrial ecosystems. CEC, Luxembourg, 46 pp.
- CEC (2015) – Technical report on groundwater associated aquatic ecosystems. CEC, Luxembourg, 49 pp.
- Cruz, J.V., Fontiela, J. & Coutinho, R. (2009a) – Determinação de valores de fundo e limiares para as massas de água subterrânea nos Açores. Proposta de adaptação da Directiva das Águas Subterrâneas. Relatório – Fase I. Relatório DCT 35/CVARG/09, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 9 pp.
- Cruz, J.V., Fontiela, J. & Coutinho, R. (2009b) – Determinação de valores de fundo e limiares para as massas de água subterrânea nos Açores. Proposta de adaptação da Directiva das Águas Subterrâneas. Relatório – Fase II. Relatório DCT 36/CVARG/09, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 9 pp.
- Cruz, J.V., Fontiela, J. & Coutinho, R. (2011) – Determinação de valores de fundo e limiares para as massas de água subterrânea nos Açores. Proposta de adaptação da Directiva das Águas Subterrâneas. Relatório – Fase III. Relatório DCT 129/CVARG/11, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 220 pp.
- DRA (2018) – COS.A/2018 – Carta de ocupação do solo da Região Autónoma dos Açores - Relatório. Direção Regional do Ambiente, Ponta Delgada, 82 pp.

- DROTRH-INAG (2001) - Plano Regional da Água. Relatório técnico. Versão para consulta pública. DROTRH-INAG, Ponta Delgada, 414 pp.
- DROTRH (2006) – Relatório síntese de caracterização da Região Hidrográfica, Arquipélago dos Açores, Portugal. DROTRH, Ponta Delgada, 91 pp.
- DROTRH (2021) – HIDROBAL - Avaliação e espacialização do balanço hídrico e caracterização da interação entre as águas de superfície e subterrâneas. Relatório final, Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos, Ponta Delgada, 109 pp.
- Eamus, D., Zolfaghar, S., Villalobos-Vega, R., Cleverly, J. & Huete, A. (2015) - Groundwater-dependent ecosystems: recent insights from satellite and field-based studies. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 19, 4229-4256.
- Fernandes, N. (2013) - Ecossistemas dependentes de água subterrânea no algarve – contributo para a sua identificação e caracterização. Dissertação de mestrado, Universidade do Algarve, Faro, 51 pp,
- Gregor, M. (2010) – BFI+ 3.0. User's Manuel. Hydro Office, Bratislava, 21 pp.
- Howard, J. & Merrifield, M. (2010) - Mapping Groundwater Dependent Ecosystems in California. *Plos One* 5, e11249.
- Hoyos, I., Krakauer, N., Khanbilvardi, R. & Armstrong, R. (2016) - A Review of Advances in the Identification and Characterization of Groundwater Dependent Ecosystems Using Geospatial Technologies. *Geosciences* 6, 17; doi:10.3390/geosciences6020017
- Kløve, B., Ala-aho, P., Bertrand, G., Boukalova, Z., Erturk, A., Goldscheider, N., Ilmonen, N., Karakaya, N., Kupfersberger, H., Kvoerner, J., Lundberg, A., Mileusnic, M., Moszczyńska, A., Muotka, T., Preda, E., Rossi, P., Siergieiev, D., Simek, J., Wachniew, P., Angheluta, V. & Widerlund, A. (2011) - Groundwater dependent ecosystems. Part I: Hydroecological status and trends. *Environ. Sci. & Policy* 14: 770 – 781.
- Kresic, N. (2009) – Groundwater resources. Sustainability, management and restoration. Mc Graw-Hill, New York, 852 pp.
- Lencastre A. & Franco F. M. (1984) – Lições de Hidrologia. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 451 pp.
- Min, J.-H., Perkins, D. & Jawitz, J.W. (2010) - Wetland-groundwater interactions in subtropical depressional wetlands. *Wetlands* 30: 997-1006.
- Monteiro, J.P., Alcobia, S., Martins, R., Chambel, A., Duque, J., Agra, R., Bettencourt, P. & Sarmiento, P. (2011) - Contributo Para a Identificação de Ecossistemas Dependentes de Água Subterrâneas nas Bacias Hidrográficas do Sado e Mira e do Guadiana em Portugal. VII Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua, Talavera de la Reina (Espanha), 6 pp.
- NWC (2012) - Atlas of Groundwater Dependent Ecosystems (GDE Atlas), Phase 2 - task 5 report: identifying and mapping GDES. National Water Commission, Australian Government, Melbourne, 348 pp.



Rohde, M., Froend, R. & Howard, J. (2017) - A Global Synthesis of Managing Groundwater Dependent Ecosystems Under Sustainable Groundwater Policy. *Groundwater* 55: 293-301.

Springer, A.E. & Stevens, L.E. (2008) - Spheres of discharge of springs. *Hydrogeol. J.* 17: 83-93.

Winter, Th. (1998) - Relation of streams, lakes, and wetlands to groundwater flow systems. *Hydrogeol. J.* 7: 28-45.

Younger, P. (2007) - *Groundwater in the Environment: An Introduction*. Blackwell Publishing, Oxford, 318 pp.



ANEXOS

(Representação espacial das variáveis que compõem o índice de dependência dos ecossistemas na RH9)



ANEXO I

(Ilha de Santa Maria)



Figura I.1 | Representação espacial do índice de densidade de nascentes na ilha de Santa Maria.

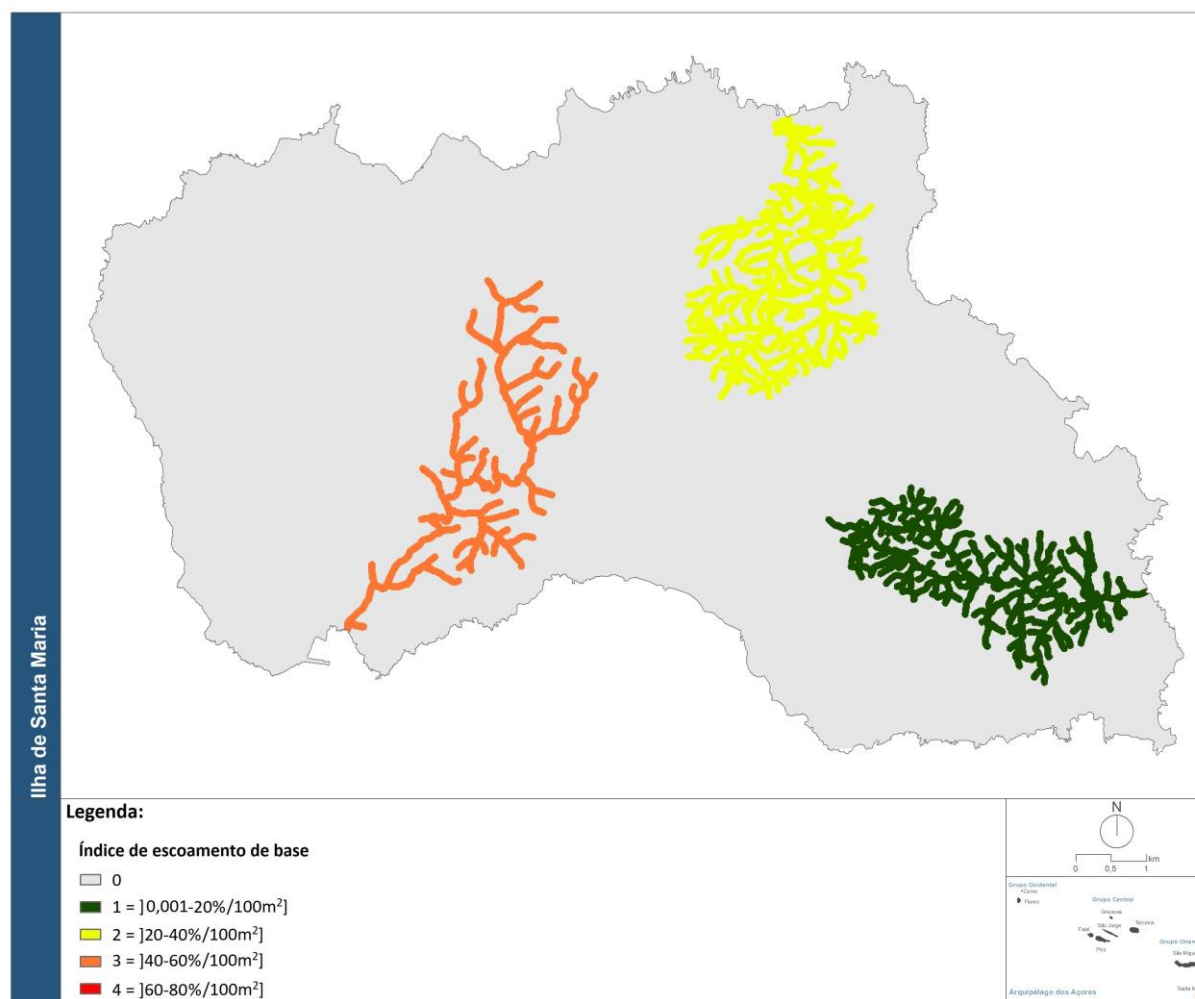


Figura I.2 | Representação espacial do índice de densidade de escoamento de base na ilha de Santa Maria.

ANEXO II

(Ilha de São Miguel)

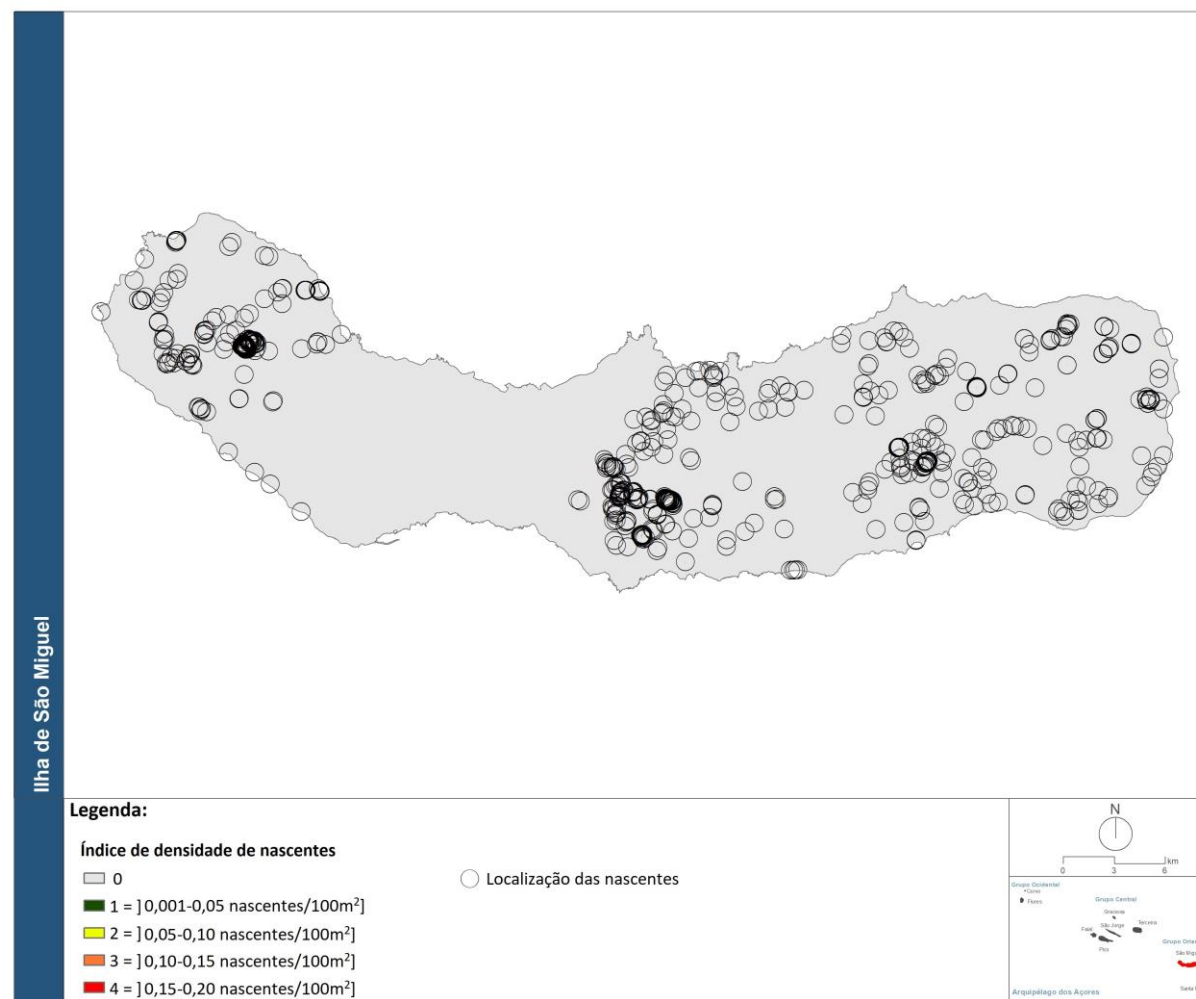


Figura II.1 | Representação espacial do índice de densidade de nascentes na ilha de São Miguel.

ANEXO III

(Ilha Terceira)

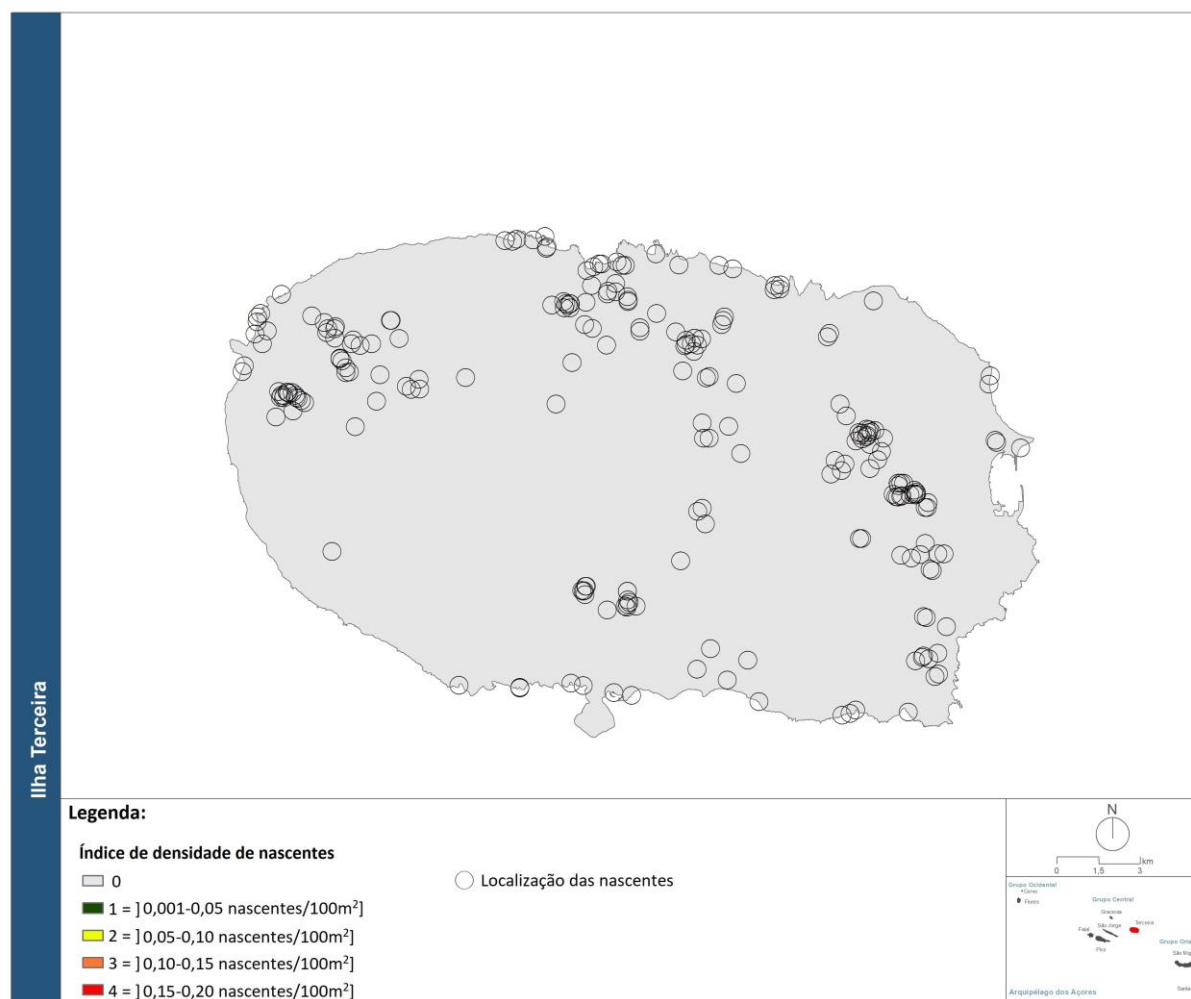


Figura III.1 | Representação espacial do índice de densidade de nascentes na ilha Terceira.

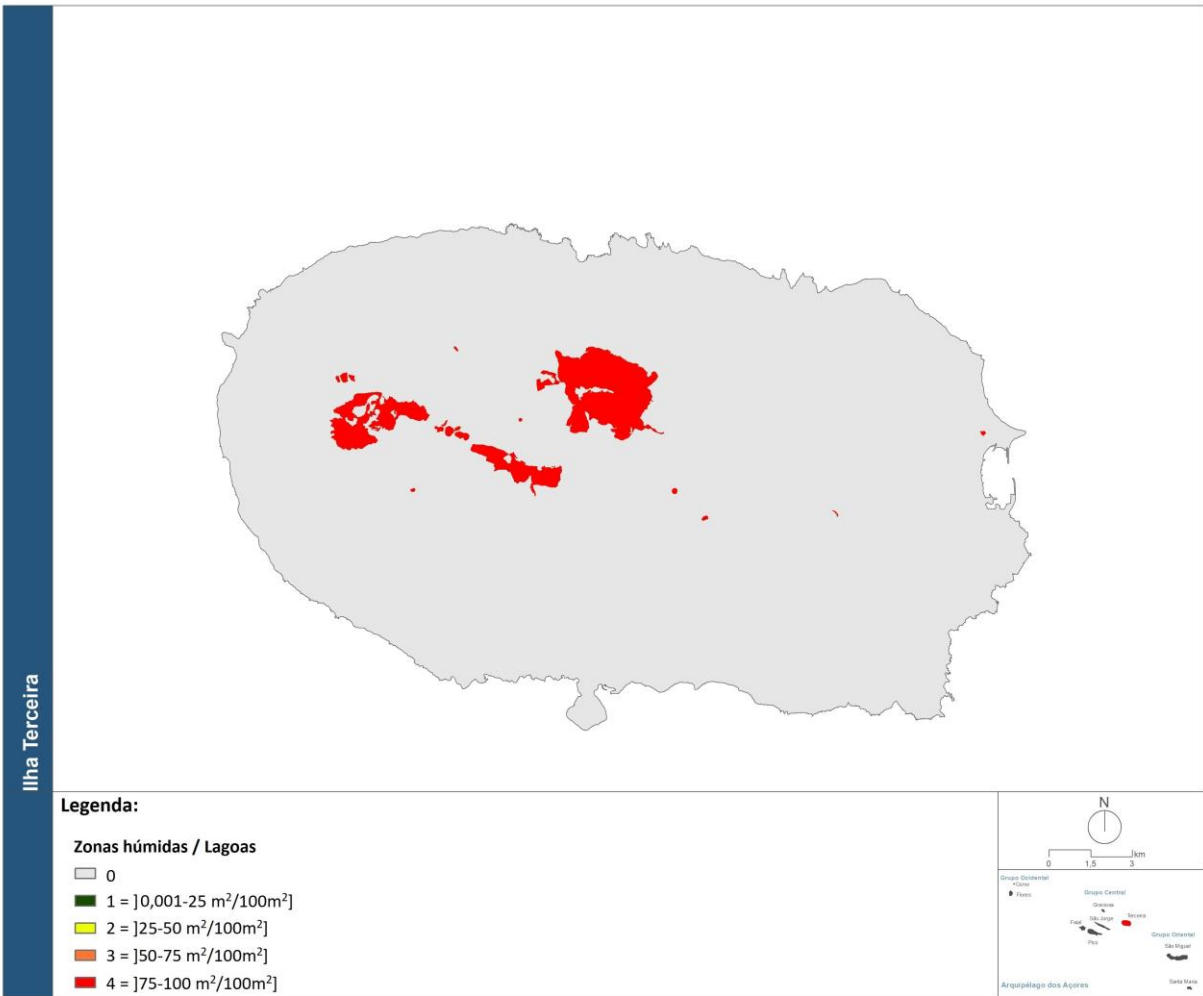


Figura III.3 | Representação espacial do índice de densidade de zonas húmidas/lagoas na ilha Terceira .

ANEXO IV

(Ilha Graciosa)

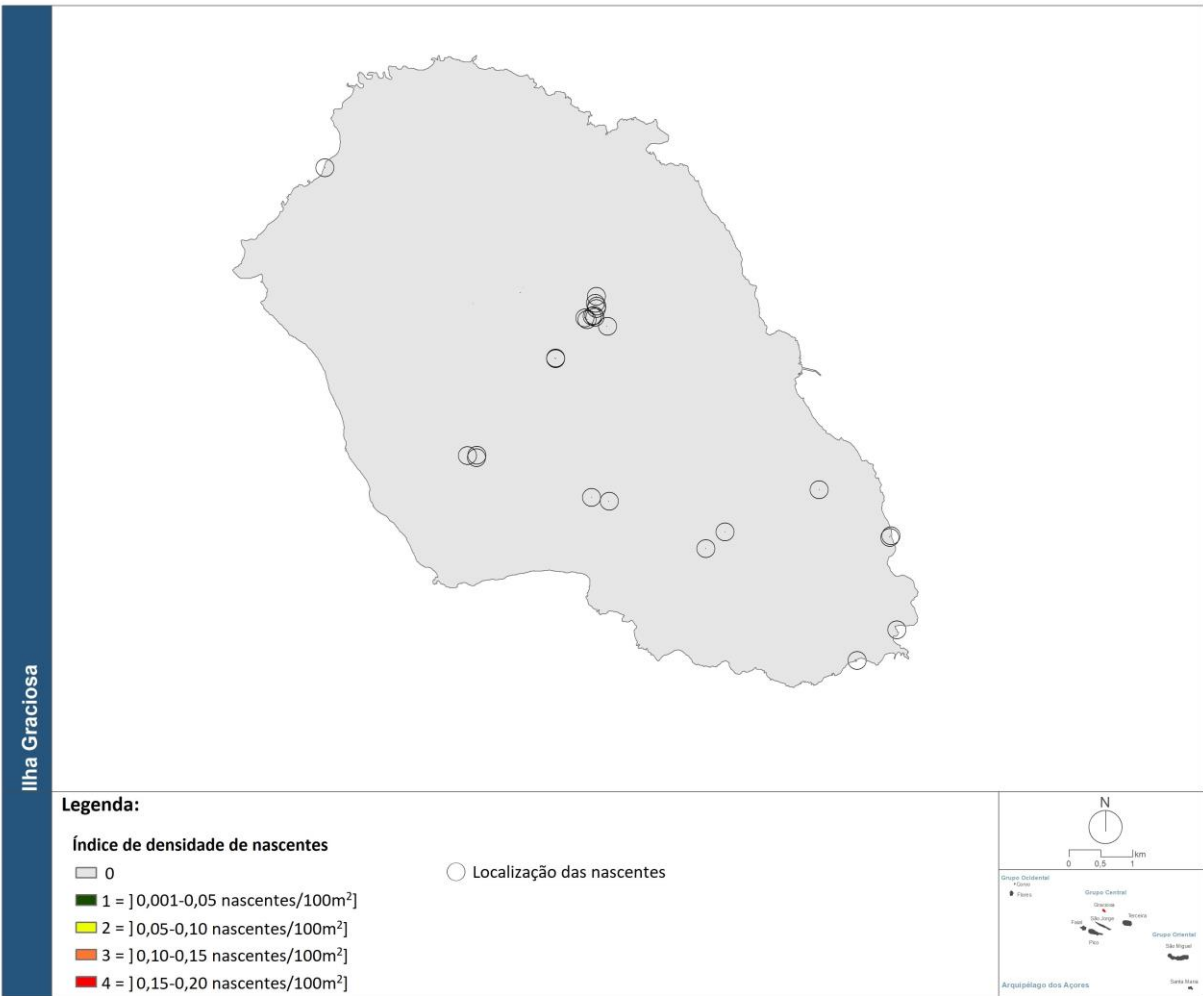


Figura IV.1 | Representação espacial do índice de densidade de nascentes na ilha Graciosa.



Figura IV.2 | Representação espacial do índice de densidade de escoamento de base na ilha Graciosa.

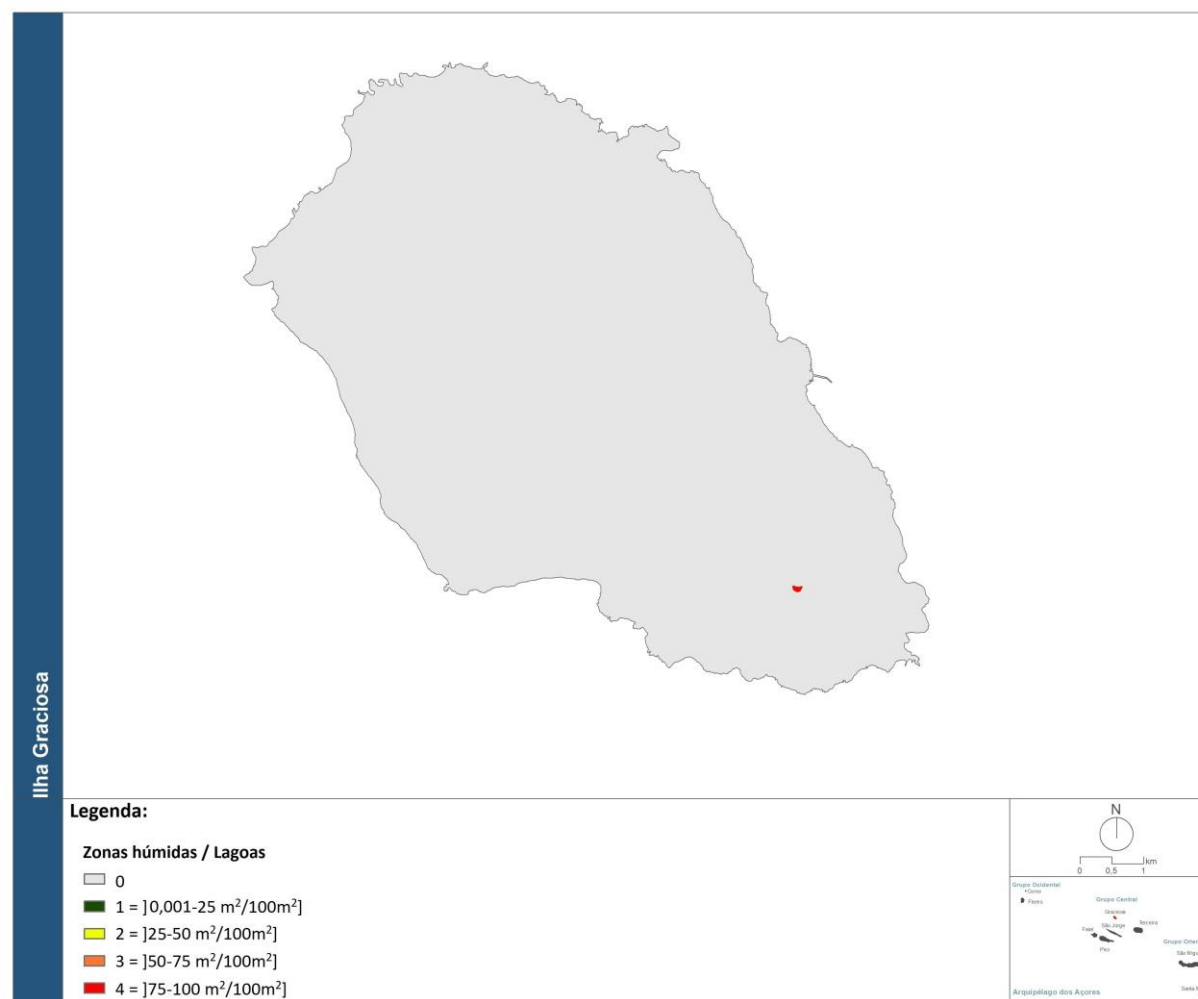


Figura IV.3 | Representação espacial do índice de densidade de zonas húmidas/lagoas na ilha Graciosa.

ANEXO V

(Ilha de São Jorge)

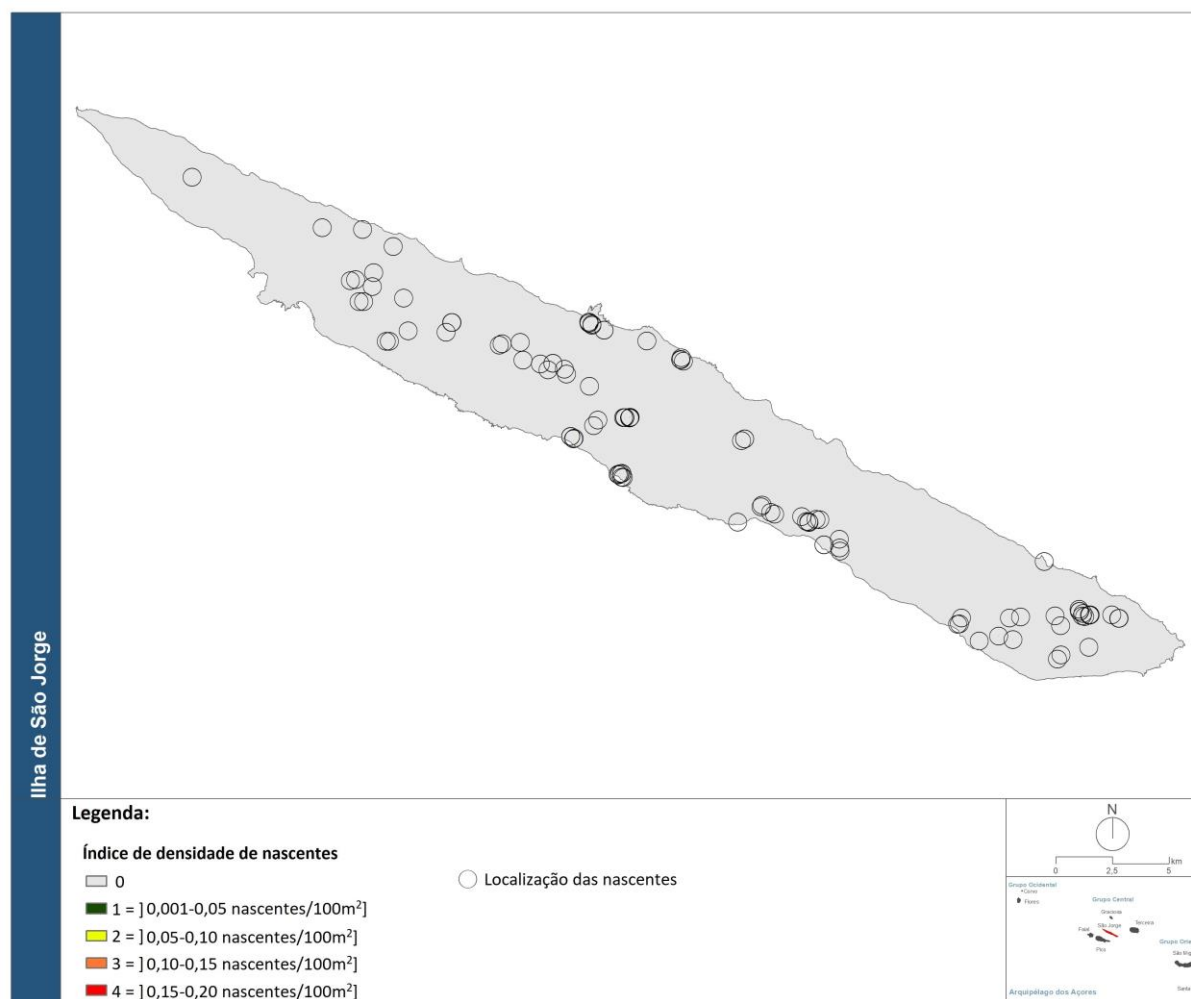


Figura V.1 | Representação espacial do índice de densidade de nascentes na ilha de São Jorge.

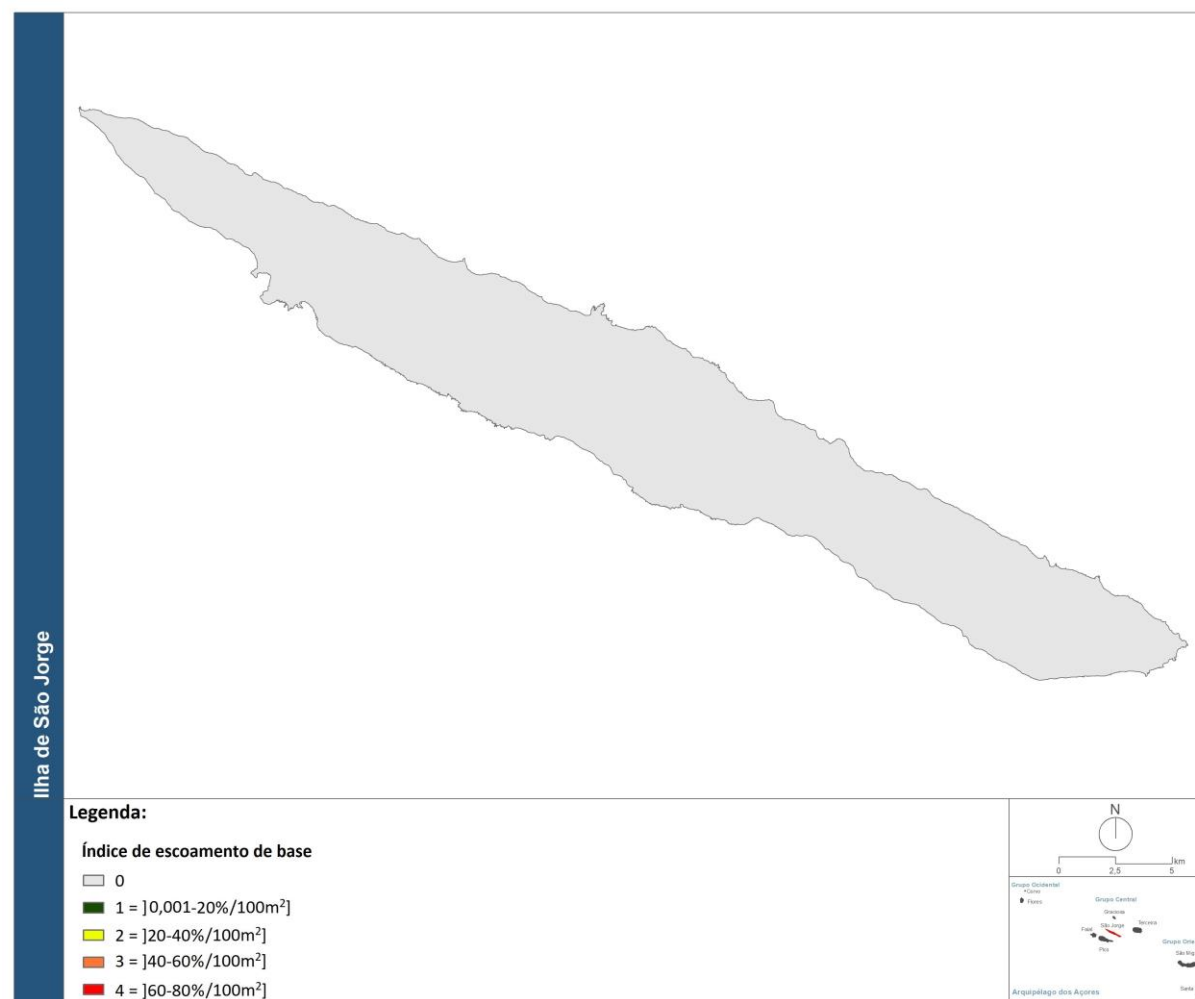


Figura V.2 | Representação espacial do índice de densidade de escoamento de base na ilha de São Jorge.

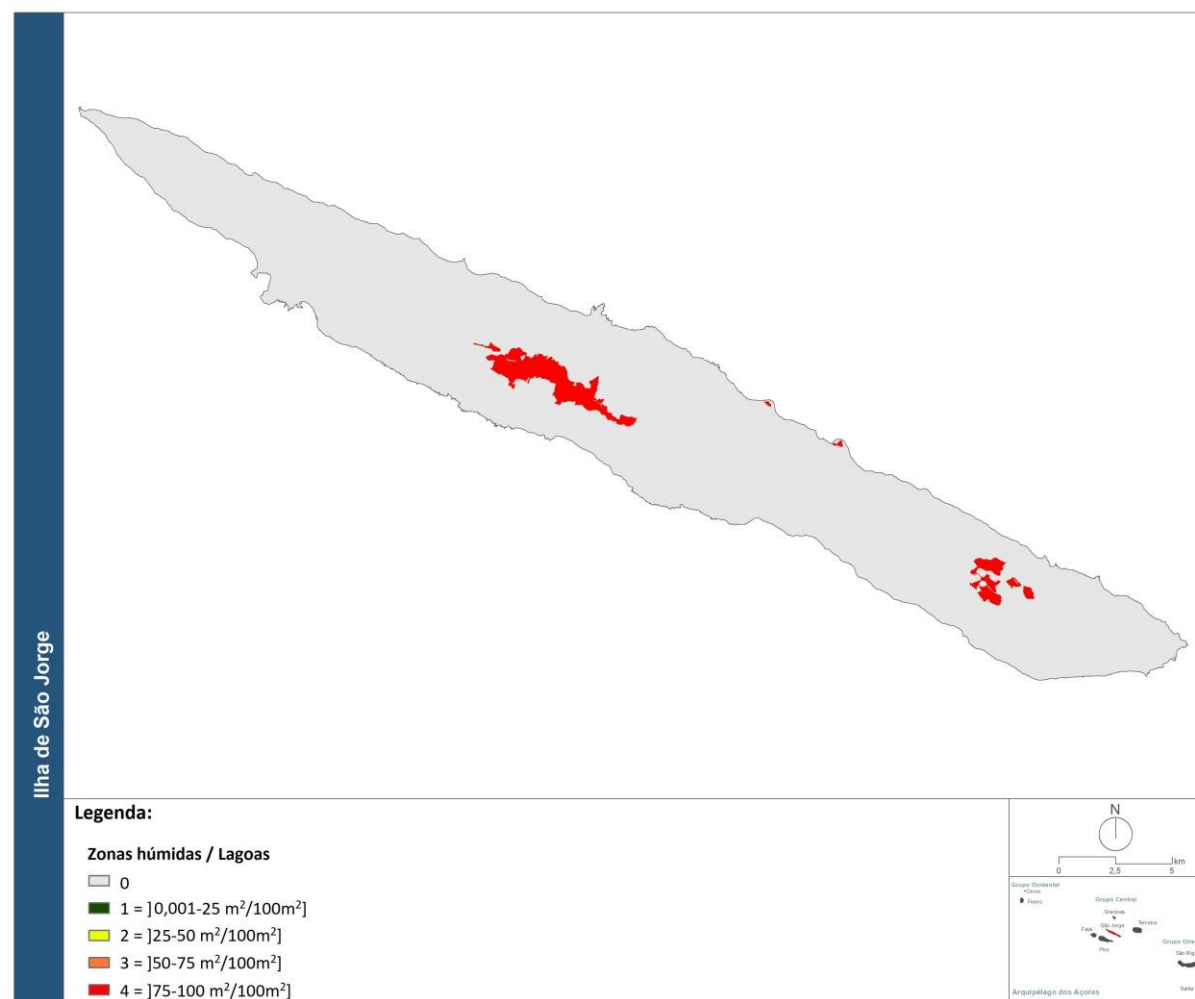


Figura V.3 | Representação espacial do índice de densidade de zonas húmidas/lagoas na ilha de .

ANEXO VI

(Ilha do Pico)

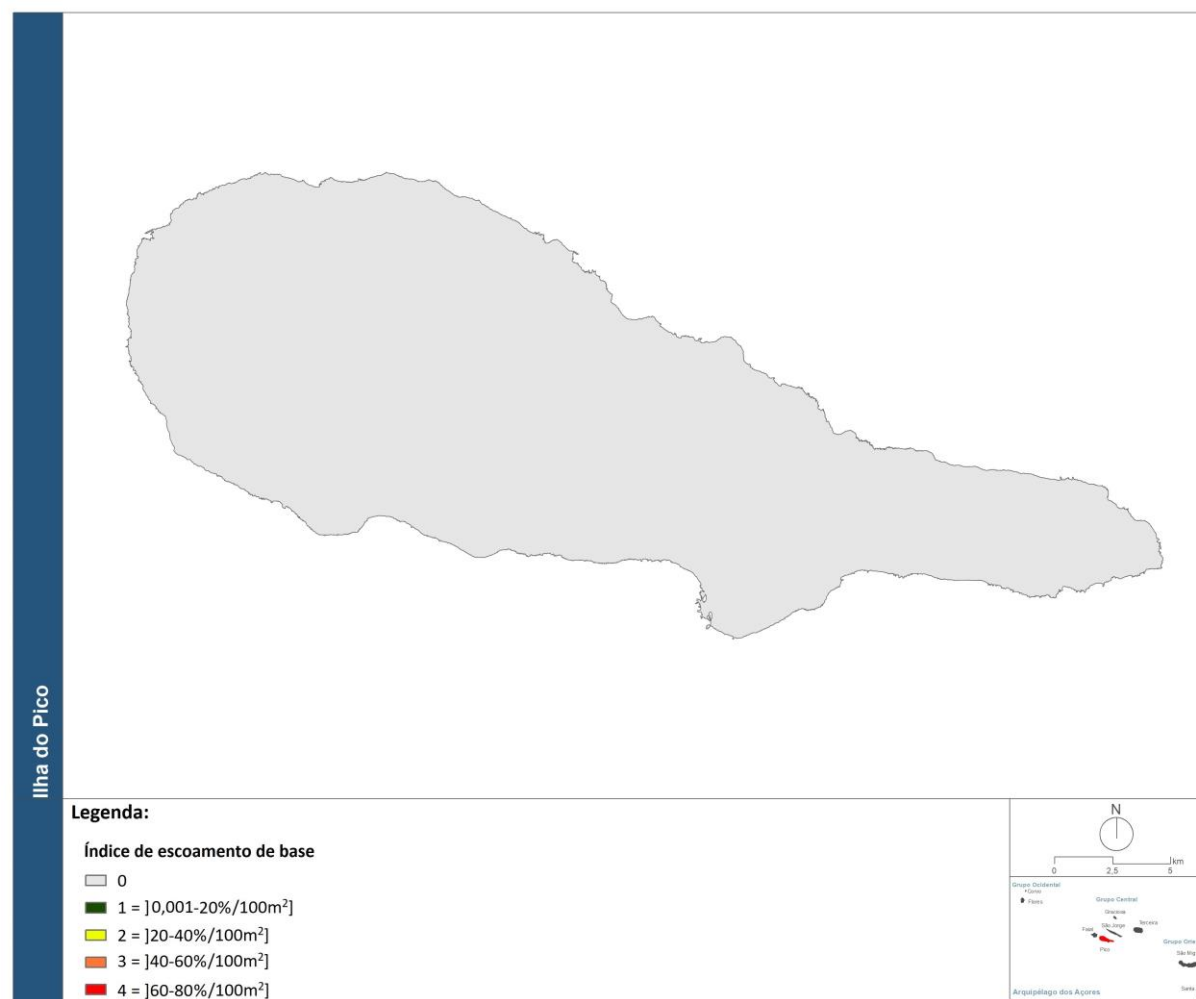


Figura VI.2 | Representação espacial do índice de densidade de escoamento de base na ilha do Pico.

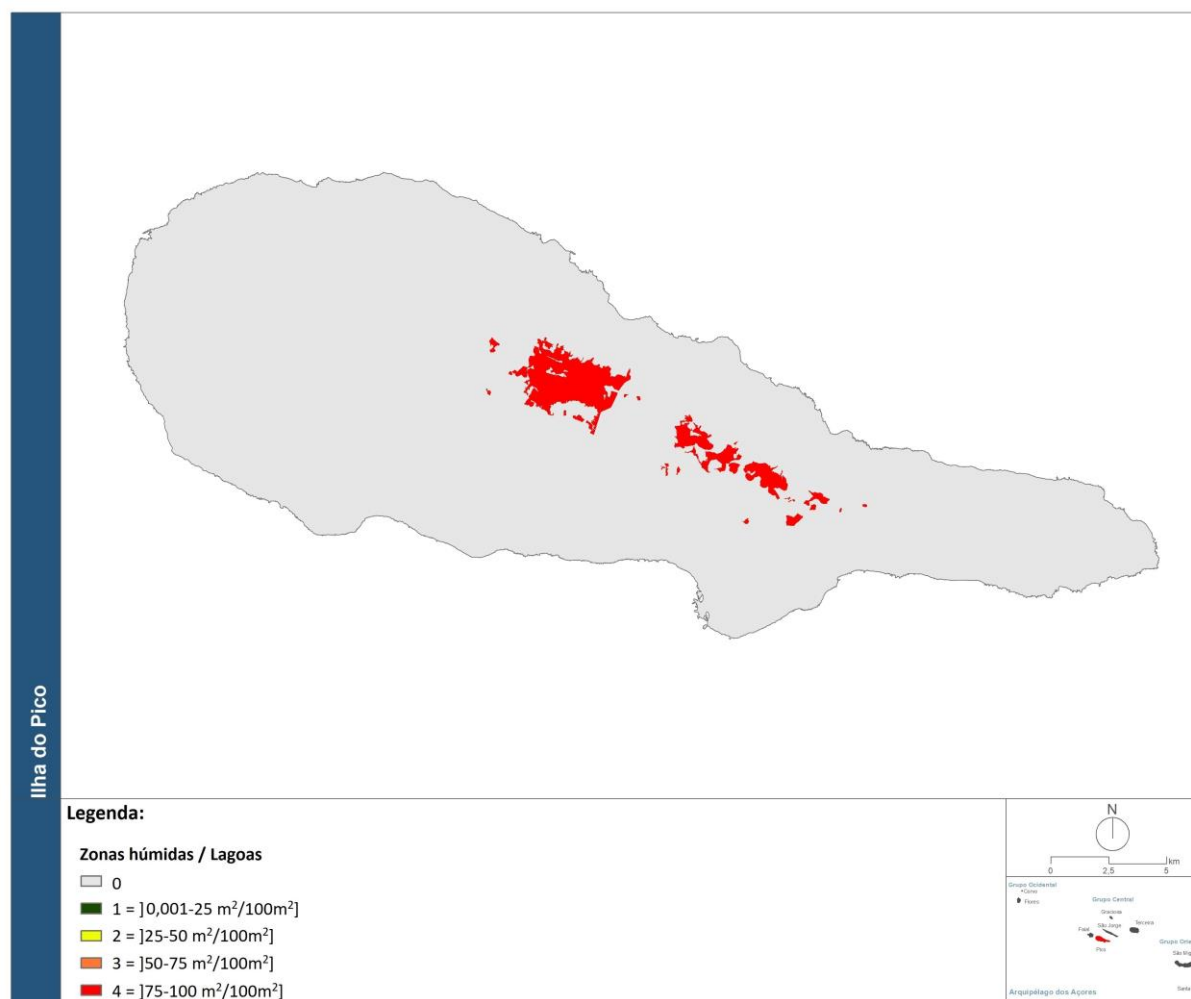


Figura VI.3 | Representação espacial do índice de densidade de zonas húmidas/lagoas na ilha do Pico.

ANEXO VII

(Ilha do Faial)

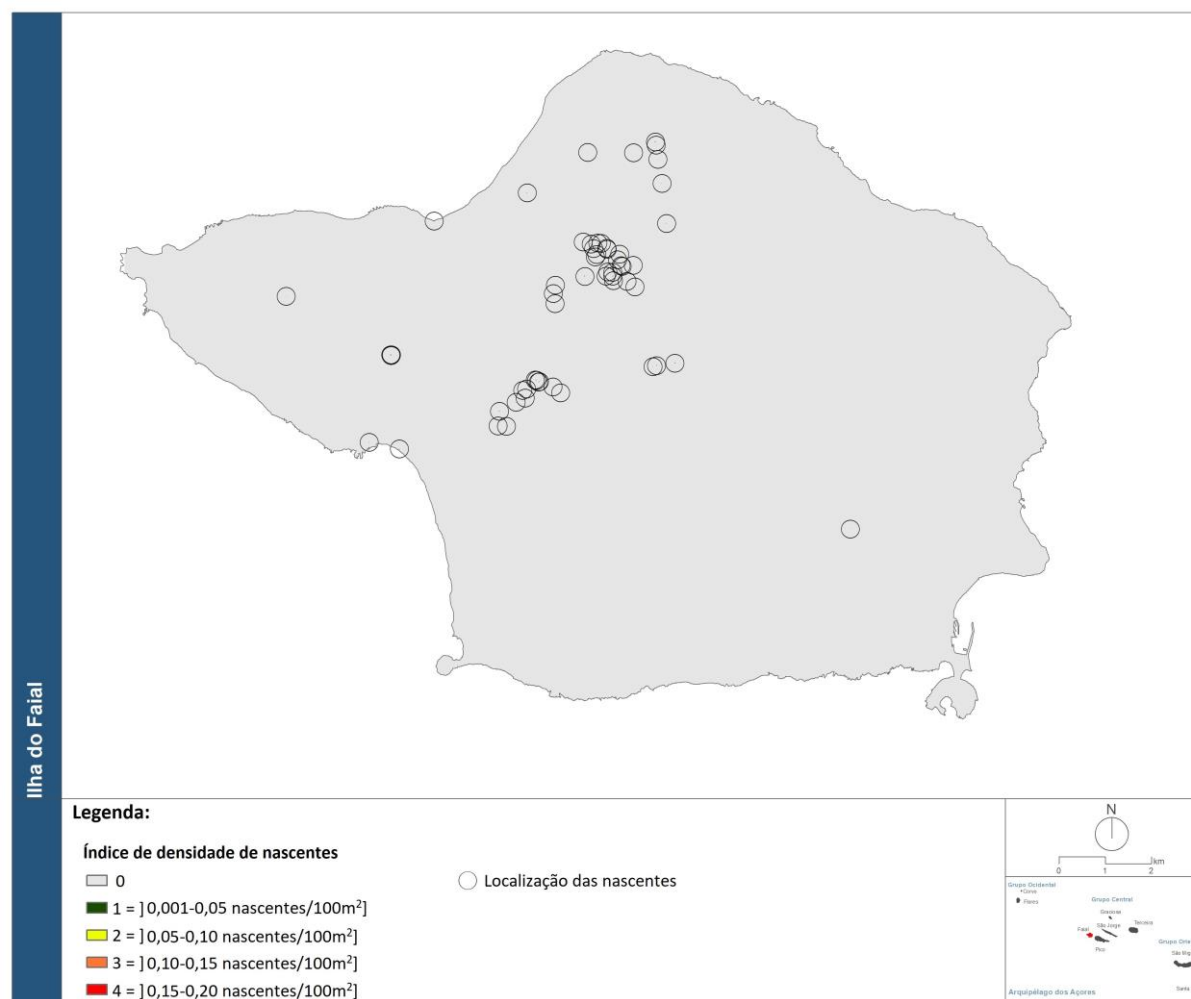


Figura VII.1 | Representação espacial do índice de densidade de nascentes na ilha do Faial.

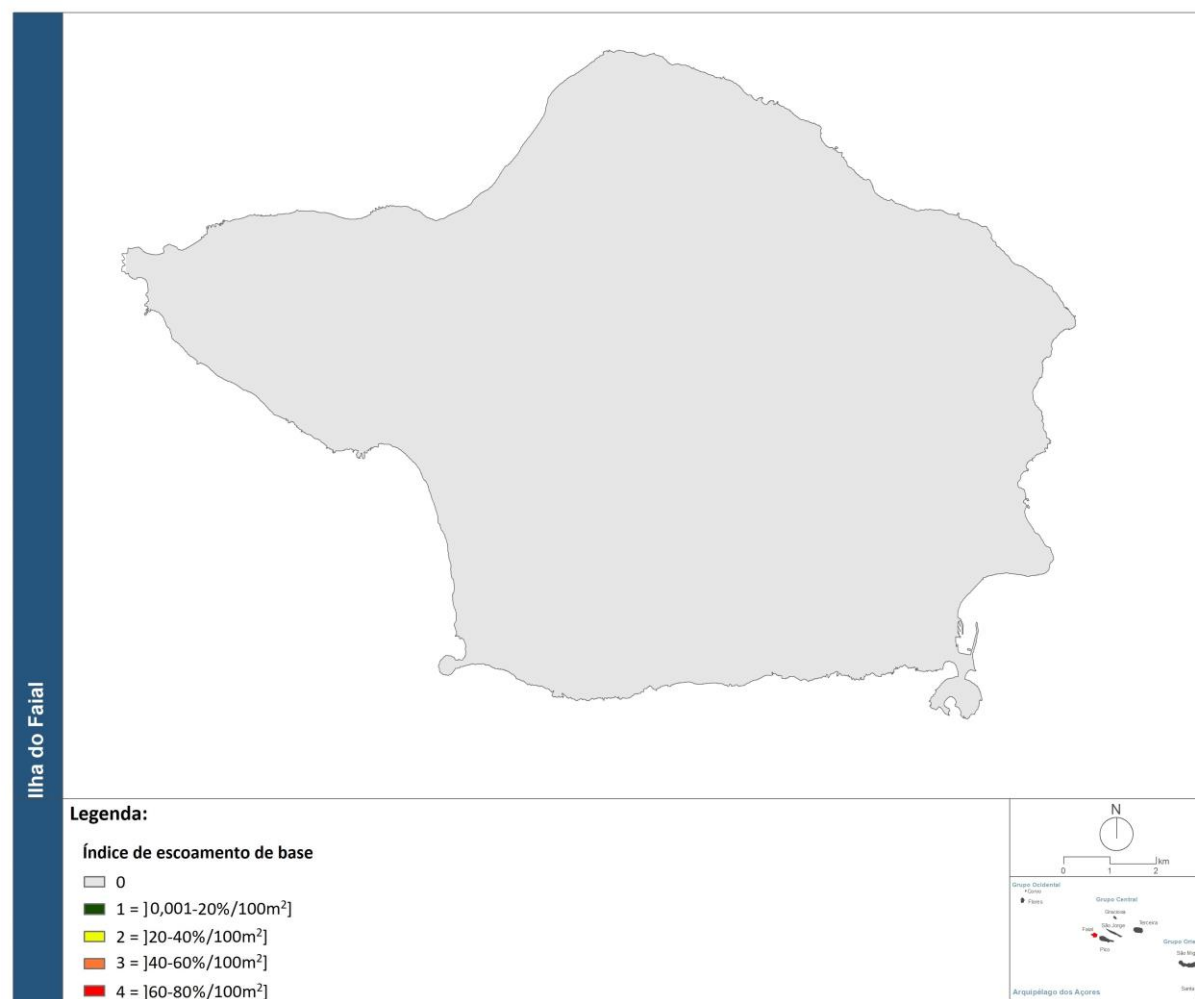


Figura VII.2 | Representação espacial do índice de densidade de escoamento de base na ilha do Faial.

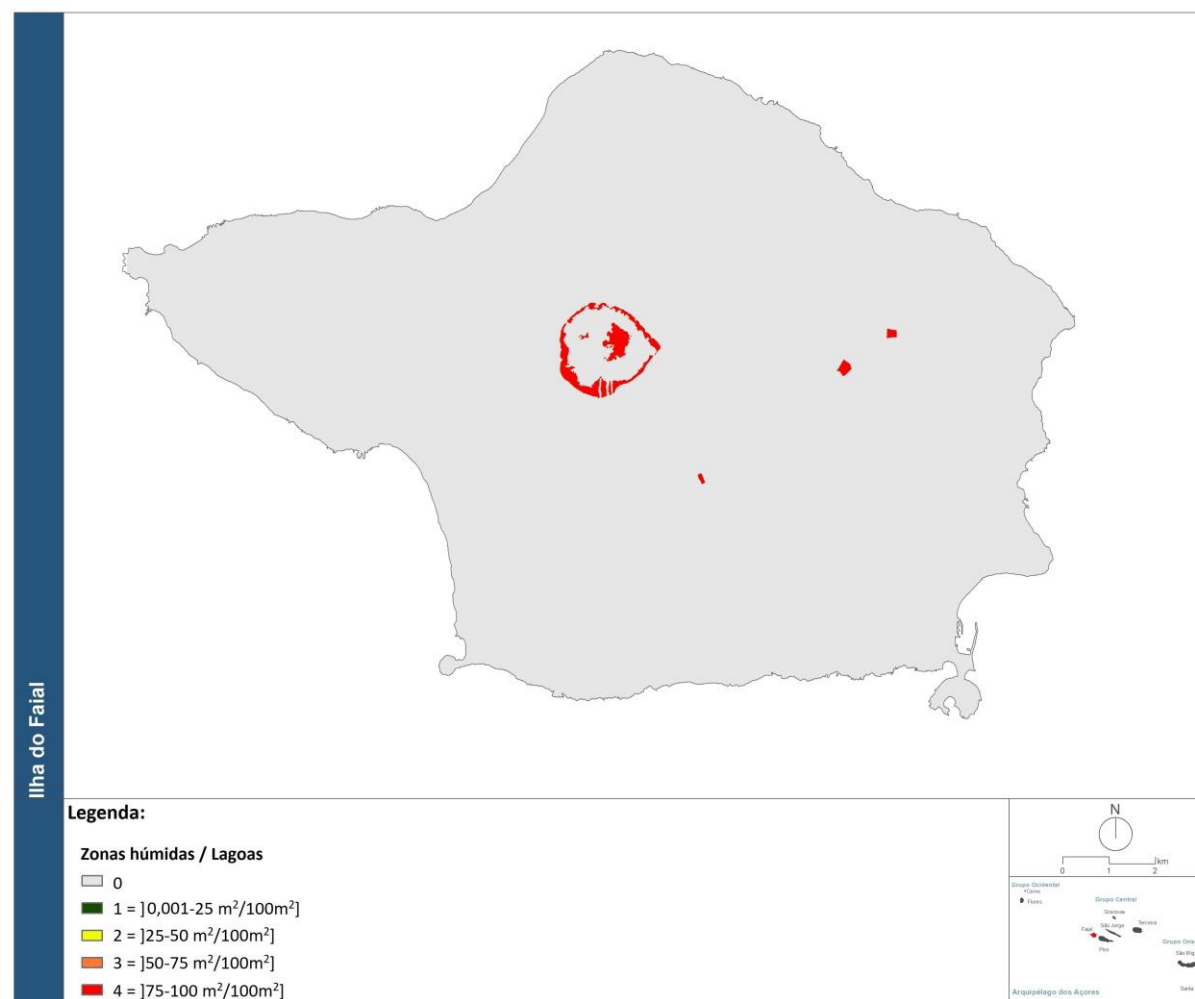


Figura VII.3 | Representação espacial do índice de densidade de zonas húmidas/lagoas na ilha do Faial.

ANEXO VIII

(Ilha das Flores)

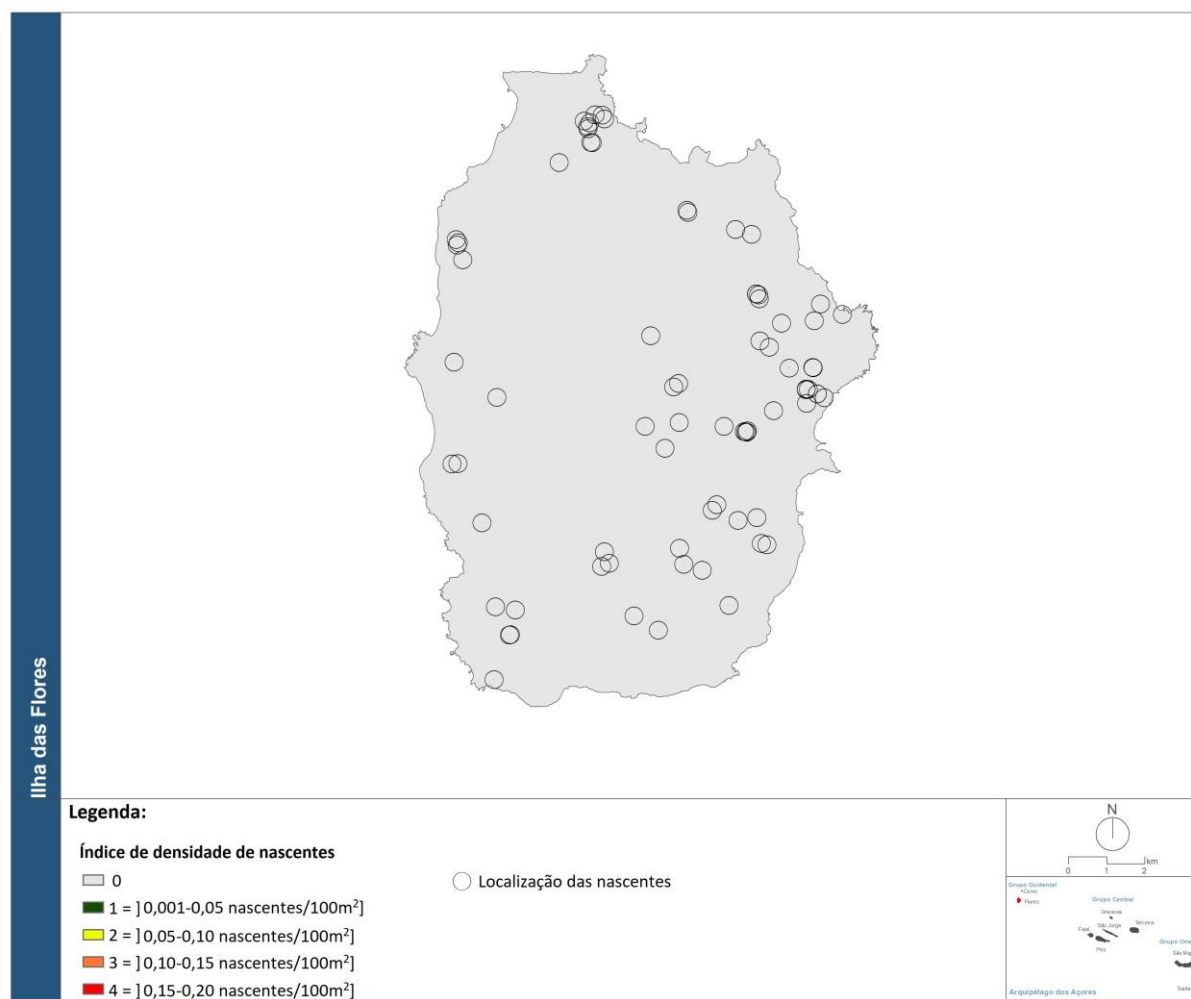


Figura VIII.1 | Representação espacial do índice de densidade de nascentes na ilha das Flores.

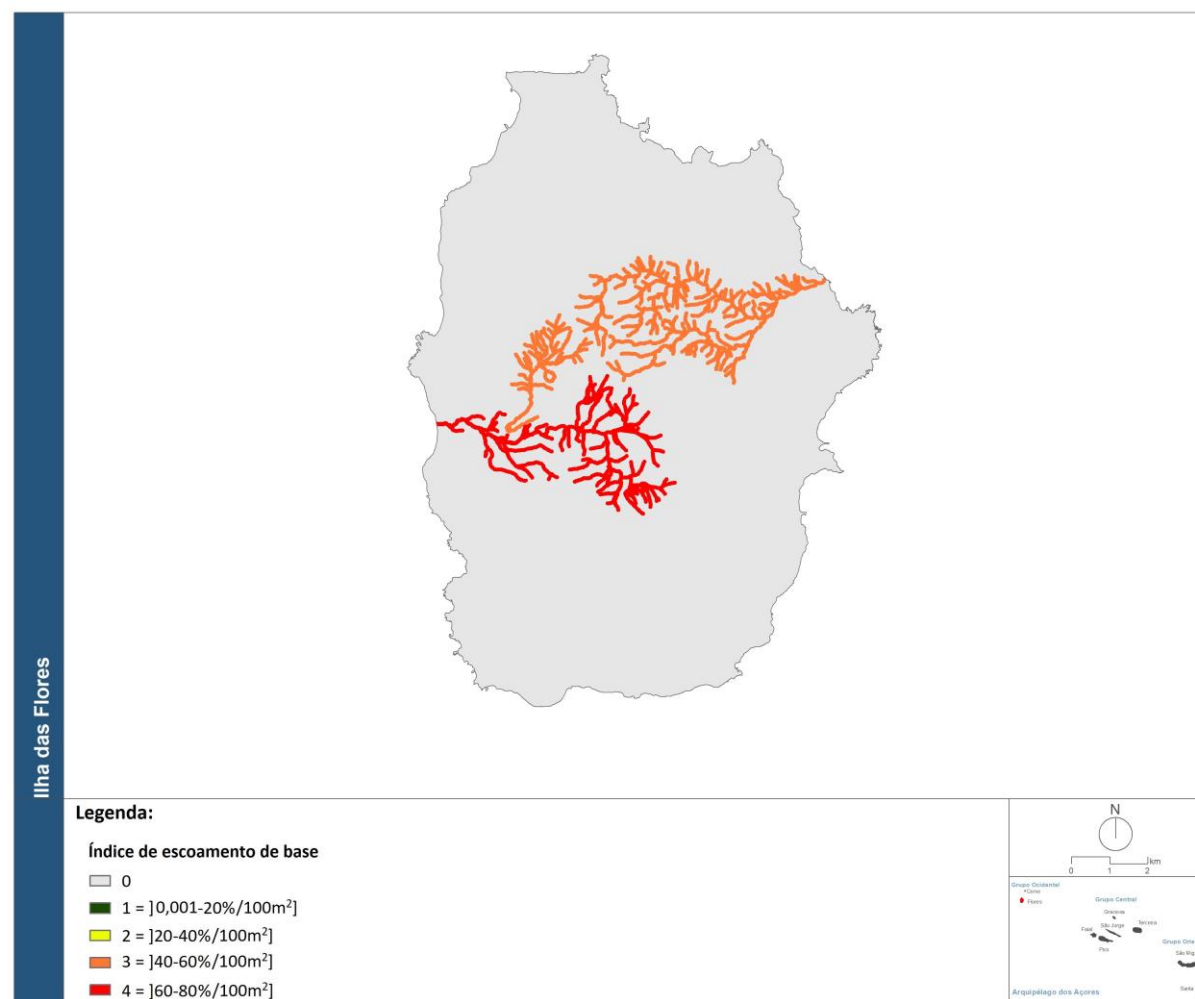


Figura VIII.2 | Representação espacial do índice de densidade de escoamento de base na ilha das Flores.

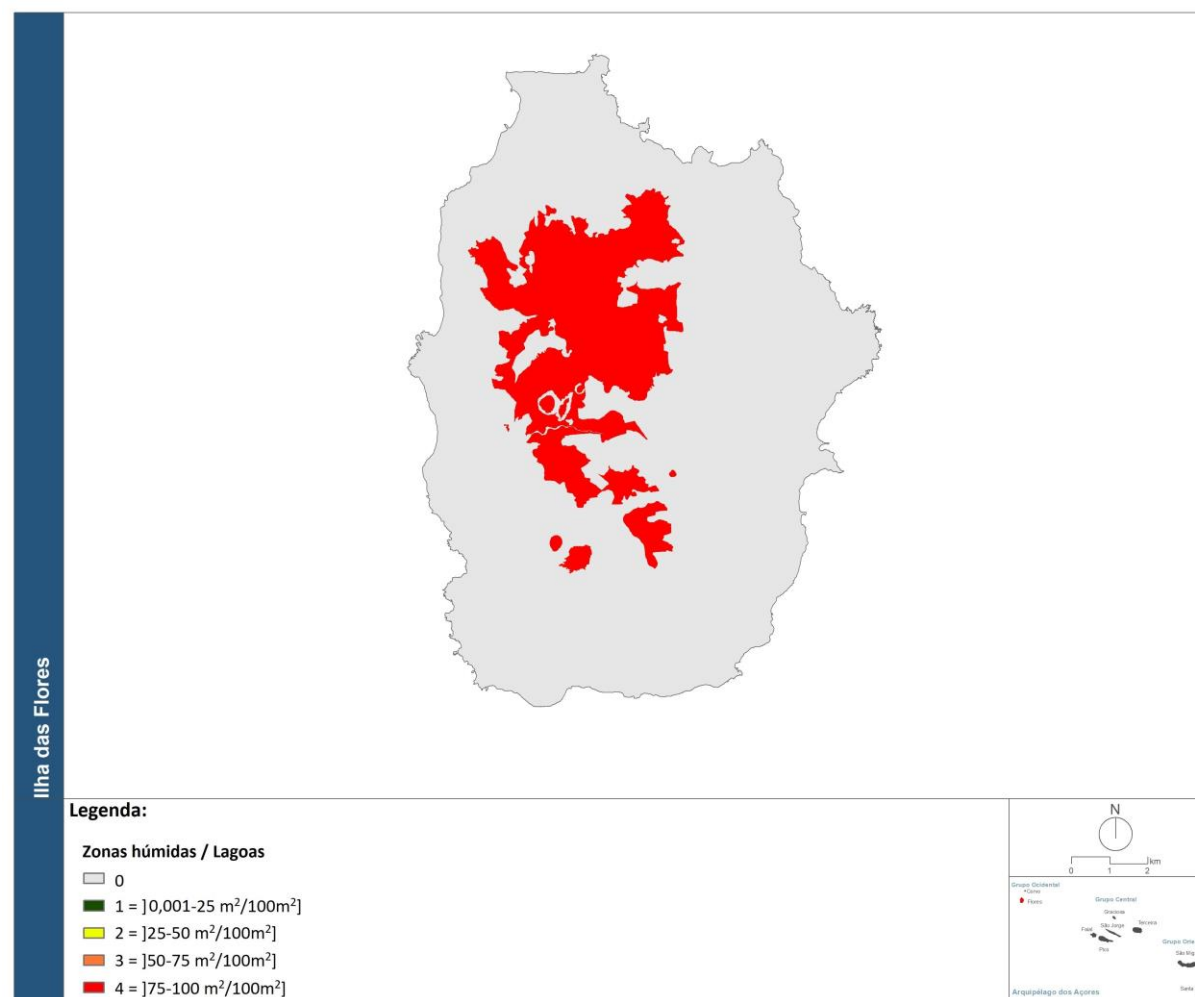


Figura VIII.3 | Representação espacial do índice de densidade de zonas húmidas/lagoas na ilha das Flores.

ANEXO IX

(Ilha do Corvo)

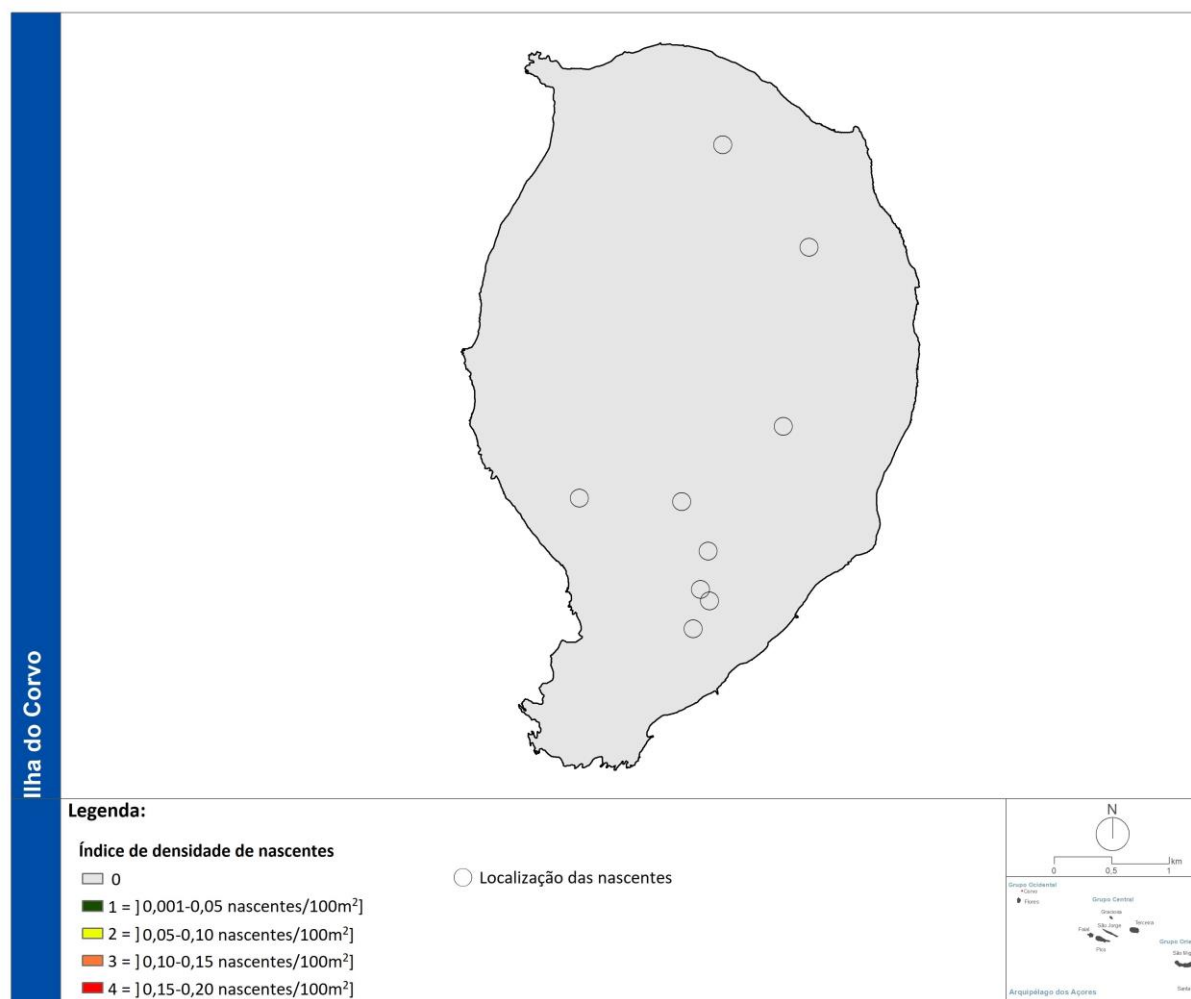


Figura IX.1 | Representação espacial do índice de densidade de nascentes na ilha do Corvo.



Figura IX.2 | Representação espacial do índice de densidade de escoamento de base na ilha do Corvo.

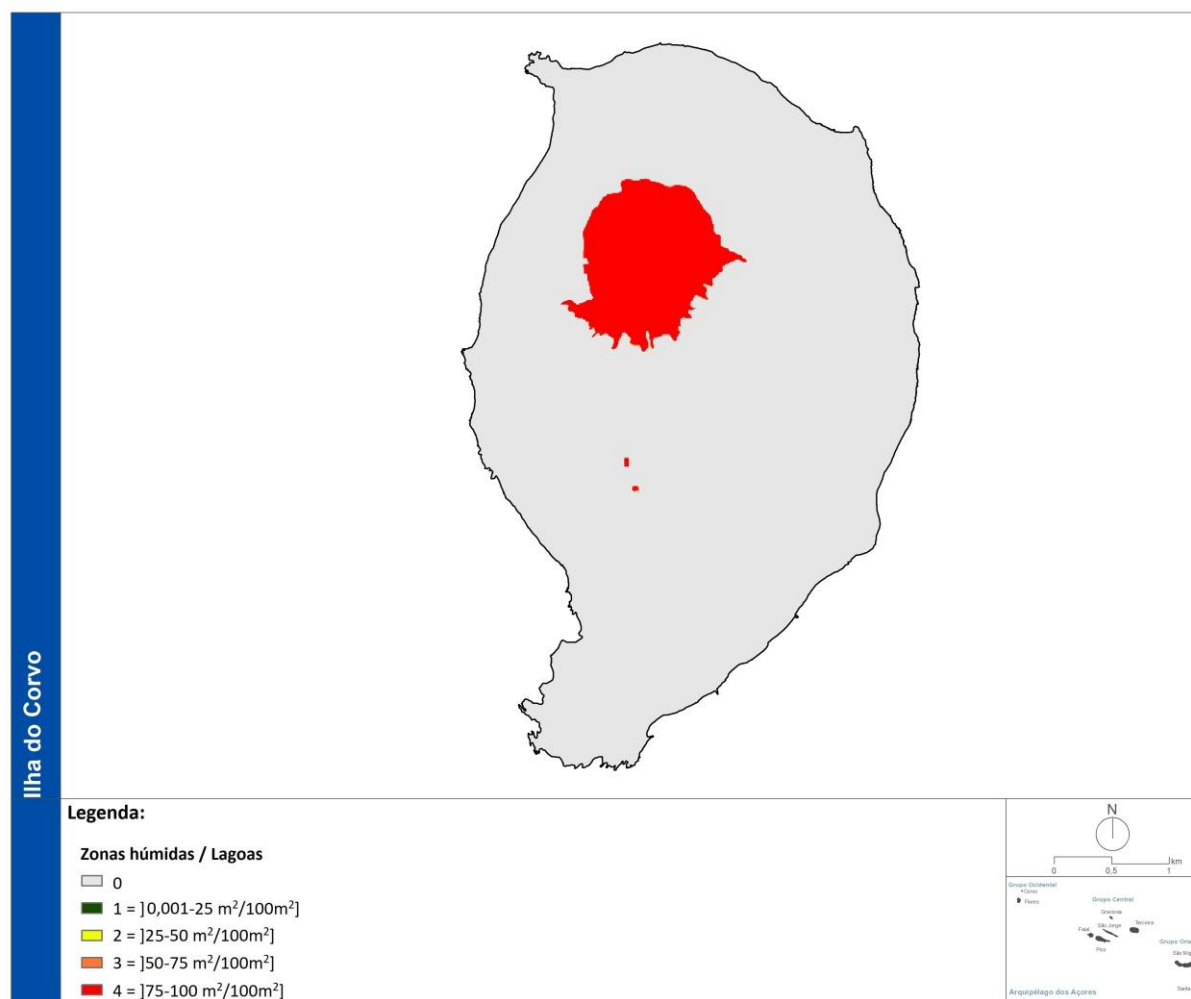


Figura IX.3 | Representação espacial do índice de densidade de zonas húmidas/lagoas na ilha do Corvo.