

**MONITORIZAÇÃO DE MOVIMENTOS DE VERTENTE NA MAIA,
PRAIA FORMOSA E PANASCO (ILHA DE SANTA MARIA)**

**R.5 – Ponto de situação e apresentação dos resultados da
monitorização geodésica, inclinométrica e piezométrica
(março de 2022 – junho de 2022)**

R. F. Silva, R. Marques e N. Cabral

DTC 017/IVAR/CIVISA/22



ÍNDICE

1 – INTRODUÇÃO.....	1
2 – REDES DE MONITORIZAÇÃO.....	2
3 – ANOMALIAS REGISTADAS NAS REDES DE MONITORIZAÇÃO PERMANENTES	3
3.1 – Rede de Monitorização Geodésica Permanente da Maia	3
3.2 – Rede de Monitorização Piezométrica Permanente da Maia.....	3
4 – CAMPANHAS DE MONITORIZAÇÃO PERIÓDICAS.....	4
4.1 – Redes de Monitorização Geodésica Periódicas da Praia Formosa e do Panasco	4
4.2 – Rede de Monitorização Inclínométrica Periódica da Maia	4
5 – RESULTADOS DA MONITORIZAÇÃO	5
5.1 - Redes de Monitorização Geodésica.....	5
5.2 – Rede de Monitorização Inclínométrica Periódica da Maia.....	8
5.3 – Rede de Monitorização Piezométrica Permanente da Maia.....	10
6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	12
7 – RECOMENDAÇÕES.....	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17



1 – INTRODUÇÃO

O presente documento técnico-científico foi elaborado na sequência do contrato n.º 42/DRA/2020, assinado entre a ex-Direção Regional do Ambiente – Secretaria Regional da Energia, Ambiente e Turismo (ex-DRA-SREAT) da Região Autónoma dos Açores e o Centro de Informação e Vigilância Sismovulcânica dos Açores (CIVISA), no âmbito do procedimento por ajuste direto relativo à aquisição de serviços para “Monitorização Geodésica, Inclinométrica e Piezométrica e Aplicação de Técnicas de Prospeção Geofísica para o Acompanhamento e Caracterização de Movimentos de Vertente na Maia, Praia Formosa e Panasco, ilha de Santa Maria”.

1

Corresponde ao quinto relatório (R.5) da referida prestação de serviços e contém o ponto de situação e a apresentação dos resultados das diferentes técnicas de monitorização em funcionamento nas áreas indicadas na figura 1, para o período compreendido entre 1 de março 2022 e 30 de junho de 2022, conforme definido na alínea e), do ponto 4, da Cláusula Segunda do Contrato.

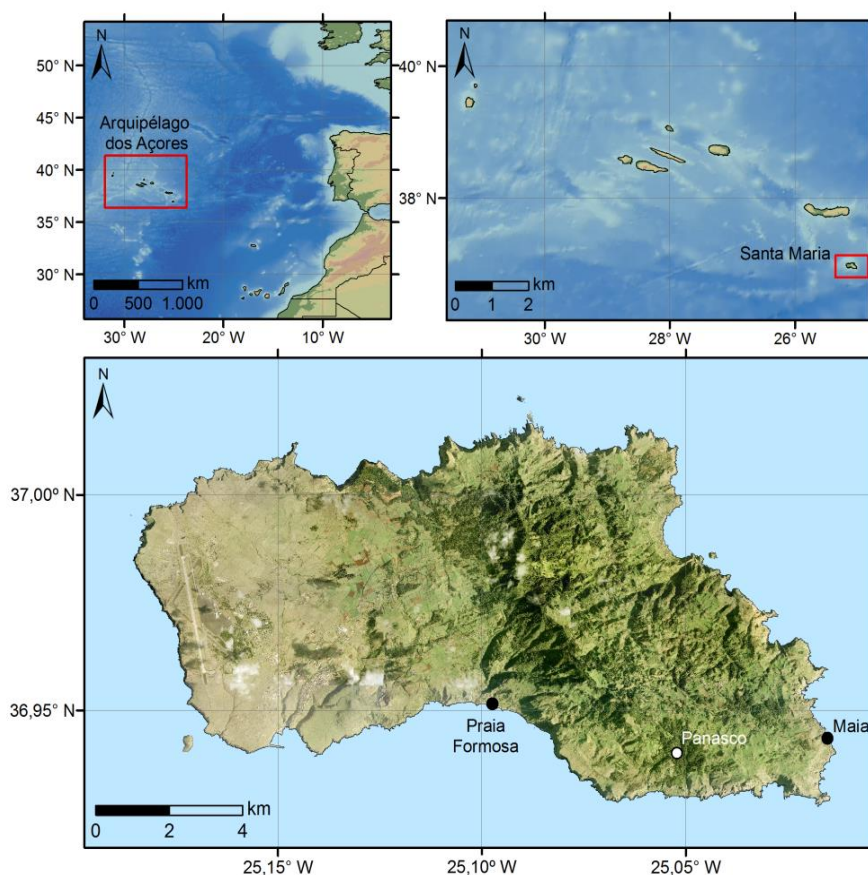


Figura 1 – Localização das áreas de estudo na ilha de Santa Maria.



2 – REDES DE MONITORIZAÇÃO

O CIVISA desenvolveu, em colaboração com a Direção Regional do Ordenamento do Território e Recursos Hídricos da Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas (DROTRH-SRAAC), um programa de monitorização geodésica com recurso a estação total, para avaliação da deformação superficial do terreno em alguns locais da ilha de Santa Maria. A seleção dos locais teve em consideração a elevada reincidência e/ou reativação de fenómenos de instabilidade geomorfológica registados desde março de 2010 (Marques *et al.*, 2010 e Pacheco *et al.*, 2013), bem como o seu impacto em vias de comunicação e em habitações, entre outras infraestruturas.

A definição da arquitetura das redes de monitorização geodésica instaladas na Maia, Praia Formosa e Panasco teve por base os trabalhos de campo desenvolvidos nos locais afetados (Marques *et al.*, 2011 e 2013; Pacheco *et al.*, 2013; Marques e Silva, 2019), para a qual contribuiu o conhecimento de campo dos técnicos do atual Serviço de Ambiente e Alterações Climáticas (SAAC) de Santa Maria, que neles participaram.

Face à cinemática do movimento de vertente da Maia, a monitorização desta massa de terreno instabilizada foi complementada com duas técnicas de monitorização adicionais. Para tal, em setembro de 2017, procedeu-se à instalação de uma rede inclinométrica, que permite o acompanhamento da deformação em profundidade da massa de terreno instabilizada, e uma rede piezométrica, que possibilita a medição da pressão intersticial através de piezómetros de corda vibrante e a medição direta da posição do nível freático através de um piezómetro de Casagrande.

A designação das redes de monitorização ao longo do presente documento tem por base a técnica de monitorização, a periodicidade da monitorização e a localização geográfica da rede, sendo denominadas por:

- i) Rede de Monitorização Geodésica Permanente da Maia;
- ii) Rede de Monitorização Geodésica Periódica da Praia Formosa;
- iii) Rede de Monitorização Geodésica Periódica do Panasco;
- iv) Rede de Monitorização Inclinométrica Periódica da Maia;
- v) Rede de Monitorização Piezométrica Permanente da Maia.



3 – ANOMALIAS REGISTADAS NAS REDES DE MONITORIZAÇÃO PERMANENTES

3.1 – Rede de Monitorização Geodésica Permanente da Maia

Durante o período de monitorização a que se refere o presente documento ocorreram apenas falhas pontuais na medição automática de alguns pontos de monitorização, fruto de condições meteorológica adversas e/ou da obstrução da linha de vista entre o instrumento de medição e os prismas em resultado do crescimento da vegetação.

3

3.2 – Rede de Monitorização Piezométrica Permanente da Maia

Durante o período de monitorização a que se refere o presente documento não ocorreram falhas na aquisição de dados.



4 – CAMPANHAS DE MONITORIZAÇÃO PERIÓDICAS

4.1 – Redes de Monitorização Geodésica Periódicas da Praia Formosa e do Panasco

No período a que se refere o presente documento, não foram efetuadas missões de monitorização nas redes geodésicas periódicas da Praia Formosa e do Panasco.

Uma avaria sem reparação da Estação Total *Trimble 5500 DR*, utilizada pelo CIVISA nas campanhas de monitorização periódicas na Praia Formosa e no Panasco, impossibilitou a realização de todas as campanhas calendarizadas para o período a que se refere o presente relatório. Neste momento, encontra-se em processo de aquisição uma nova Estação Total *Trimble Robotic S5*.

4.2 – Rede de Monitorização Inclinométrica Periódica da Maia

Para o período a que se refere o presente documento, foram realizadas quatro campanhas de monitorização na Rede de Monitorização Inclinométrica da Maia, nas seguintes datas:

- 10 de março de 2022;
- 10 e 21 de abril de 2022;
- 5 de maio de 2022;
- 7 e 23 de junho de 2022.

A primeira campanha, realizada no dia 26 de outubro de 2017, é utilizada como época de referência para a determinação do deslocamento cumulativo.

5 – RESULTADOS DA MONITORIZAÇÃO

5.1 - Redes de Monitorização Geodésica

A aquisição de dados da Rede de Monitorização Permanente da Maia é feita com uma periodicidade de 3 horas com recurso a uma Estação Total *Leica*, modelo TM30, enquanto que nas redes periódicas a aquisição é feita com uma periodicidade aproximada de 2 meses, por uma equipa do CIVISA, com recurso a uma Estação Total *Trimble*, modelo 5500 DR.

5.1.1 – Rede de Monitorização Geodésica Permanente da Maia

Os resultados apresentados na figura 2 para a Rede de Monitorização Permanente da Maia correspondem aos vetores da deformação planimétrica para cada ponto de monitorização com deslocamento superior a 0,002 m considerando o período entre 16 de março de 2012 e 30 de junho de 2022. Na figura 3 apresenta-se, para o mesmo período, os resultados do deslocamento altimétrico.

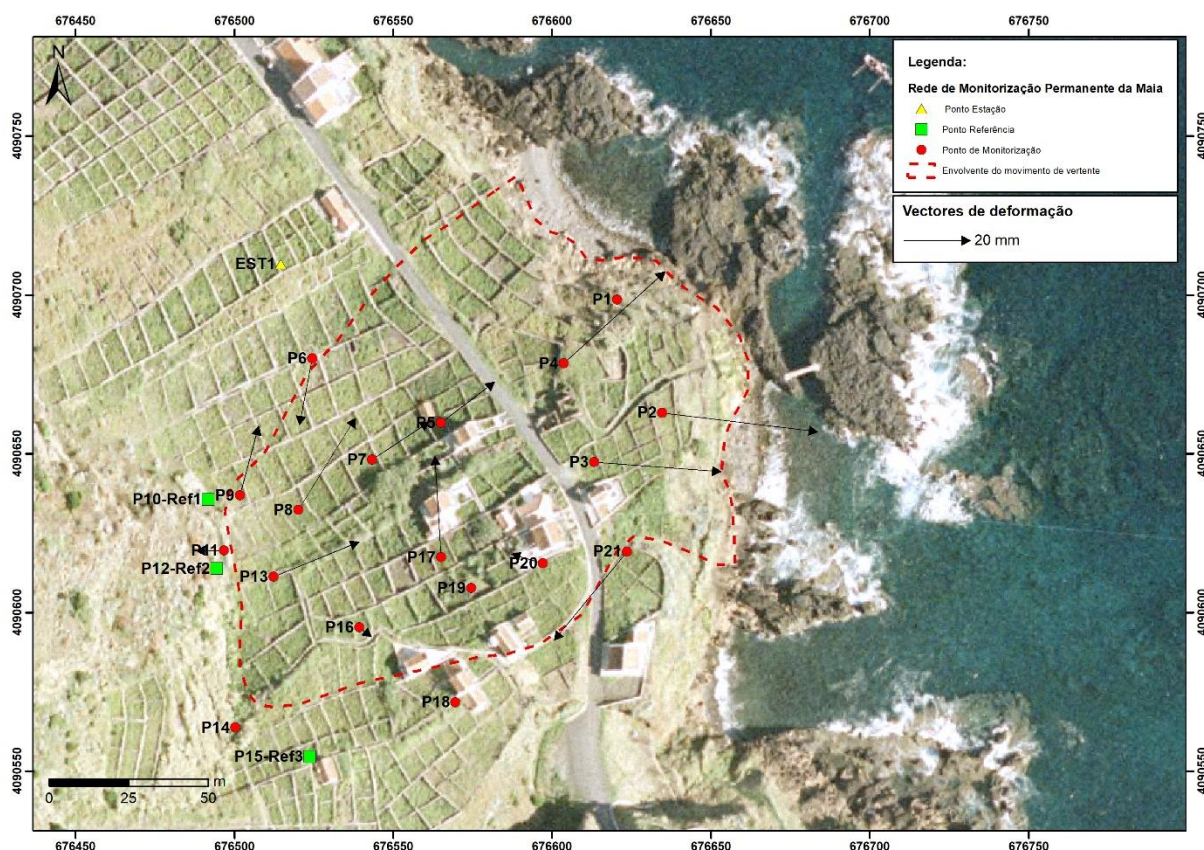


Figura 2 - Vetores de deslocamento em planimetria, considerando o período compreendido entre 16 de março de 2012 e 30 de junho de 2022.



Pela análise da figura 2 verifica-se que o padrão de deformação espacial heterogéneo da massa de terreno instável se mantém, tal como inicialmente identificado por Marques *et al.* (2014). Este comportamento é consequência do volume de material mobilizado, bem como da topografia do terreno.

Verifica-se que a massa instabilizada de terreno tende, na globalidade, a movimentar-se no sentido NE, ou seja, em concordância com o sentido descendente do terreno. A exceção são os pontos de monitorização P6, P11 e P21, cujos sentidos de deslocamento, contrários à maioria, indicam, provavelmente, o movimento por tombamento do bastão onde o prisma de monitorização é acoplado e que coincide com a envolvente do movimento de vertente.

No setor a montante da estrada existe um deslocamento preferencial na parte central da massa de terreno instabilizada, sendo maior nos pontos P8, P13 e P17 com 0,034 m, 0,030 m e 0,032 m, respetivamente. A jusante da estrada o deslocamento aumenta com a proximidade à crista da arriba, sendo de 0,049 m, 0,040 m e 0,043 m nos pontos P2, P3 e P4, respetivamente.

Na tabela 1 apresentam-se os deslocamentos para todos os pontos dentro da massa instável e no seu limite, segundo as componentes N e E, bem como o deslocamento planimétrico, medidos no dia 30 de junho de 2022.

Tabela 1 – Deslocamento nas componentes N e E e a resultante do deslocamento total em planimetria para os pontos de monitorização.

Ponto de monitorização	Deslocamento N (m)	Deslocamento E (m)	Deslocamento planimétrico (m)
2	-0,006	0,049	0,049
3	-0,003	0,040	0,040
4	0,029	0,032	0,043
5	0,013	0,017	0,022
6	-0,021	-0,004	0,022
7	0,012	0,018	0,022
8	0,029	0,018	0,034
9	0,022	0,006	0,023
11	0,000	-0,009	0,010
13	0,011	0,027	0,030
16	-0,003	0,004	0,005
17	0,032	-0,002	0,032
20	0,003	-0,010	0,010
21	-0,028	-0,023	0,036

Relativamente à deformação em altimetria (Fig. 3), verifica-se que na generalidade existe um abatimento da massa de terreno instável. Os pontos de monitorização que apresentam maiores variações relativamente à EP0 são os pontos que se encontram localizados ao longo do eixo central topo-pé do depósito. Este facto está em concordância com a topografia do terreno, pois coincide com a zona mais côncava do terreno, onde é promovida uma maior acumulação de água por escorrência superficial. No setor a montante da estrada constata-se um abatimento preferencial na zona central da massa instável, apresentando os pontos P13, P8 e P7 um abatimento de 0,022 m, 0,021 m e 0,011 m, respetivamente.

À semelhança do descrito por Marques *et al.* (2014), verifica-se que o movimento de vertente apresenta uma deformação permanente, cuja cinemática reflete a influência do regime de precipitação, bem como o efeito de outros parâmetros atmosféricos (e.g. temperatura e humidade). Tal facto traduz-se em períodos de deformação mais lenta e períodos mais ativos em resultado das propriedades dos materiais e de diferentes teores em água ao longo do ano.

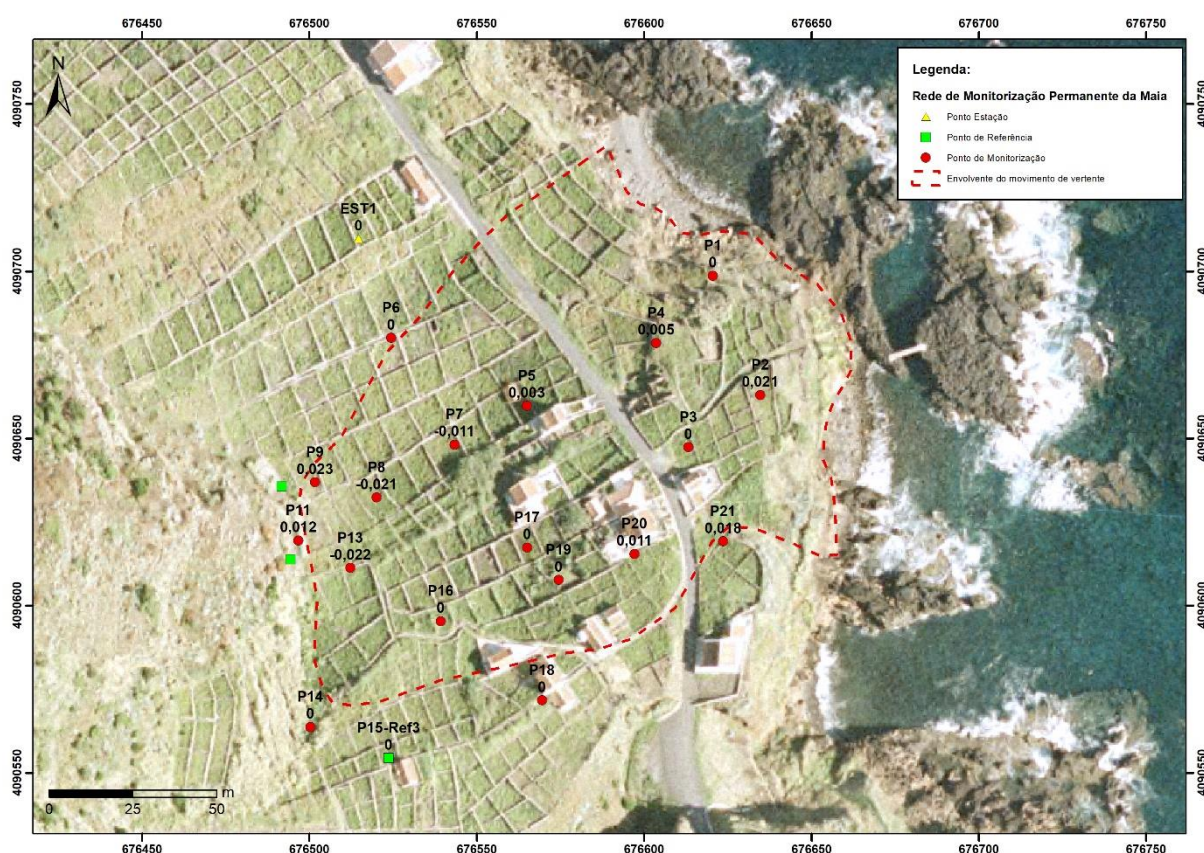


Figura 3 - Resultados do deslocamento altimétrico, considerando o período compreendido entre 16 de março de 2012 e 30 de junho de 2022.



5.2 – Rede de Monitorização Inclínométrica Periódica da Maia

O processamento dos dados obtidos pela Rede de Monitorização Inclínométrica Periódica da Maia é feito através do software *Inclinalysis*, versão 2.47.5, da *RST Instruments*. Os resultados da monitorização para os furos FSM1 e FSM2, compreendendo o período entre 26 de outubro de 2017 e 23 de junho de 2022, são apresentados nas figuras 4 e 5, respetivamente.

Com base nos resultados apresentados na figura 4, verifica-se que o deslocamento acumulado em profundidade no furo FSM1 até à última campanha realizada, apresenta alguma homogeneidade. No eixo A de medição, paralelo ao sentido de movimento da massa de terreno instabilizada, o deslocamento acumulado entre os 0,5 m e os 17,5 m de profundidade varia entre 14,4 mm e 18,2 mm. Verifica-se que entre as profundidades 7,0 m e 15,5 m o deslocamento é praticamente igual em todos os pontos com um valor acumulado de cerca de 18,0 mm. Pelos resultados obtidos é possível pressupor que a superfície de rotura do movimento de vertente se situa, muito possivelmente, entre os 18,0 m e os 18,5 m de profundidade.

Relativamente ao furo FSM2, observando a figura 5, verifica-se que a velocidade de deformação em profundidade é praticamente igual em todos os pontos até à campanha de monitorização 21, realizada no dia 27 de agosto de 2018. A partir da campanha de monitorização 22, e até à última campanha realizada, constata-se que a deformação neste local decresce de forma expressiva com o aumento da profundidade, sendo aproximadamente 20,5 mm junto à superfície e 14,2 mm aos 15,50 m de profundidade. A partir dos 16,0 m de profundidade não se verifica deformação significativa, pelo que é possível assumir que a superfície de rotura está localizada entre os 15,5 m e os 16,0 m de profundidade.

Pela análise das figuras 4 e 5, é possível observar vários aumentos do deslocamento nos furos ao longo do programa de monitorização, coincidentes com valores mais elevados de precipitação acumulada. No final do ano de 2021 e início do ano de 2022, verificou-se nos furos FSM1 e FSM2, um incremento significativo no deslocamento acumulado. No decorrer do ano de 2022, observa-se para o furo FSM1 um incremento de 2,0 mm no deslocamento e para o FSM2 um incremento de 2,5 mm.

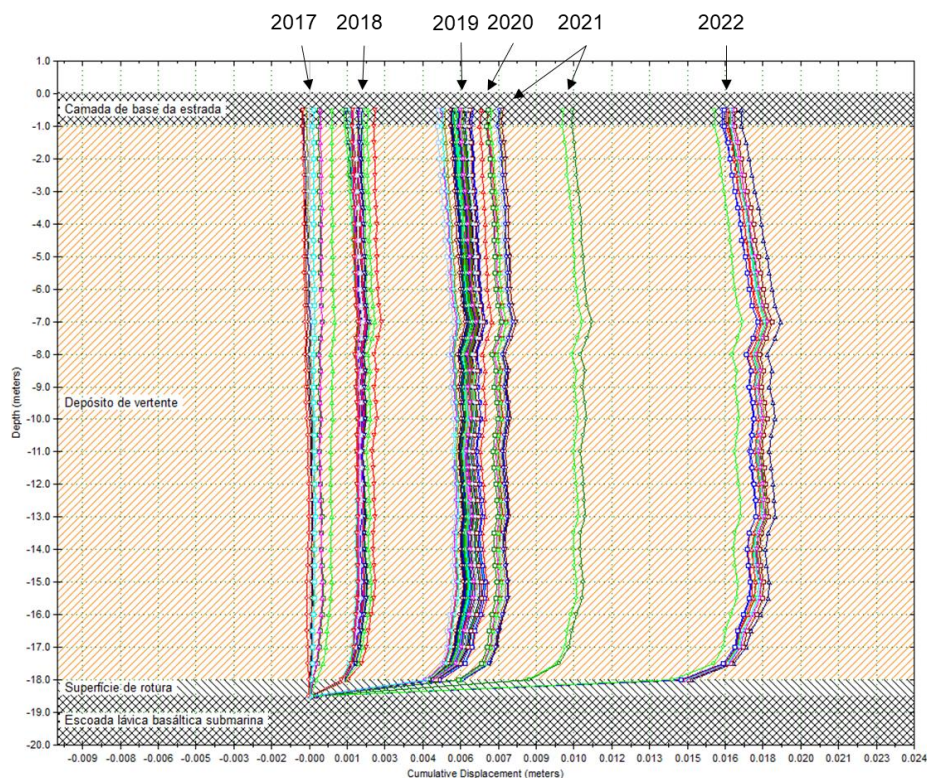


Figura 4 – Deslocamento acumulado para o furo FSM1 com intervalo de medição de 0,50 m, orientado paralelamente ao sentido da deslocação.

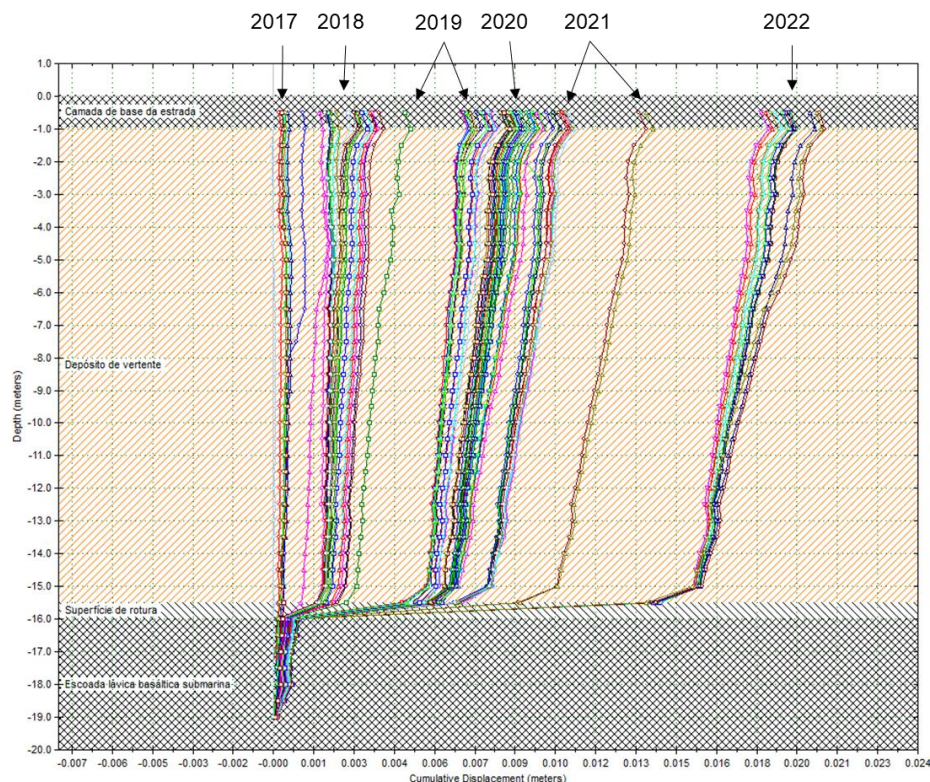


Figura 5 – Deslocamento acumulado para o furo FSM2 com intervalo de medição de 0,50 m, orientado paralelamente ao sentido da deslocação.



5.3 – Rede de Monitorização Piezométrica Permanente da Maia

O processamento das leituras obtidas pelos piezómetros de corda vibrante foi feito com recurso ao *Excel* com a aplicação de fórmulas de correção das leituras disponibilizadas pela *RST Instruments*.

Na figura 6 apresentam-se os resultados obtidos da pressão intersticial para os piezómetros de corda vibrante instalados nos furos FSM1 e FSM2 e os valores de precipitação diária registados na Estação Meteorológica Automática da Maia, propriedade da Direção Regional do Ambiente.

10

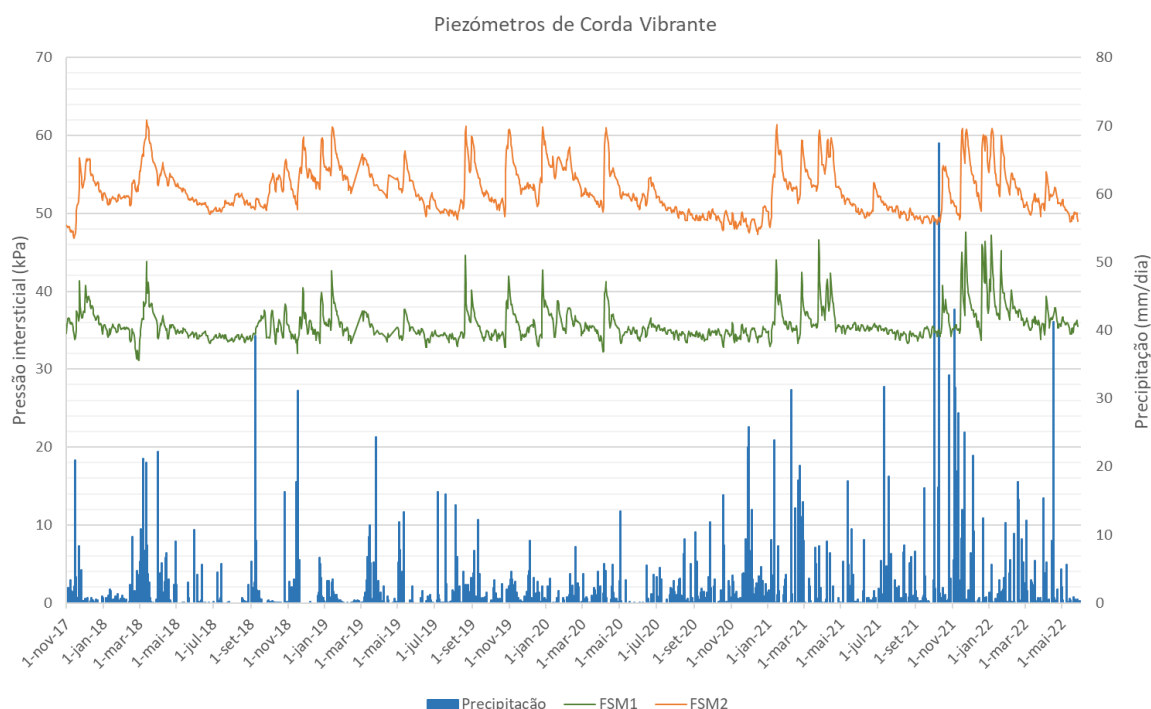


Figura 6 – Comportamento da pressão intersticial para os furos FSM1 e FSM2 para o período compreendido entre 1 de novembro de 2017 e 30 de junho de 2022.

É possível observar, pela análise da figura 6, que a variação da pressão intersticial apresenta um comportamento semelhante nos piezómetros instalados nos furos FSM1 e FSM2. Os dados da precipitação diária permitem concluir que até ao final do ano de 2020 as variações da pressão intersticial pareciam não resultar de uma variação imediata dos valores de precipitação, estando assim associadas a diferentes períodos de acumulação de precipitação.

Verifica-se, a partir do ano de 2021, um valor acumulado de precipitação diária maior do que no passado, o que parece estar a fazer variar a pressão intersticial de forma mais imediata. Destaca-



se neste sentido, os meses de janeiro a março de 2021 e novembro de 2021 a janeiro de 2022. Pela análise da série de dados, as variações da pressão intersticial são também mais expressivas nos meses inverniais, nomeadamente entre setembro e abril.

Na figura 7 apresenta-se a posição do nível freático registada no furo FSM3, obtido com recurso ao piezómetro de Casagrande. Verifica-se que os valores mais elevados do nível piezométrico foram atingidos nos meses de março de 2019, abril de 2021 e janeiro de 2022 posicionando-se a 14,96 m, 14,79 m e 14,52 m de profundidade, respetivamente. Pelo contrário, o maior rebaixamento do nível piezométrico registou-se nos meses dezembro de 2020, janeiro de 2021 e outubro de 2021, posicionando-se aos 16,54 m, 16,51 m e 16,50 m de profundidade, respetivamente.

11

No período a que se refere o presente relatório verifica-se essencialmente um rebaixamento do nível freático desde fevereiro de 2022, sendo máximo de 15,59 m no mês de junho. Pela análise de toda a série de dados é possível verificar uma ciclicidade no posicionamento do nível freático. Entre os meses de outubro e março verificam-se valores mais elevados do nível piezométrico e entre os meses de abril e setembro um rebaixamento sistemático do nível freático. Não obstante, verifica-se que episódios de maior intensidade de precipitação podem alterar este comportamento.

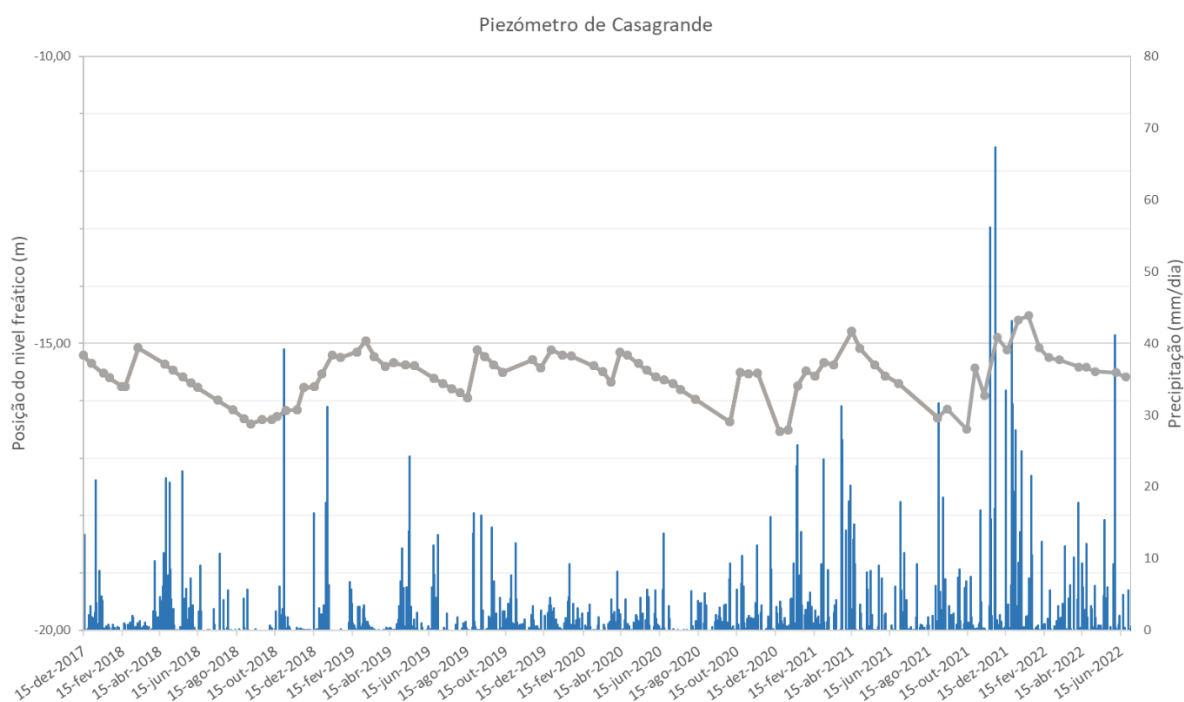


Figura 7 – Posição do nível freático no furo FSM3 no período compreendido entre o dia 15 de dezembro de 2017 e o dia 23 de junho de 2022.



6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

No lugar da Maia os resultados apresentados para a Rede Geodésica Permanente demonstram um padrão de deformação espacial heterogéneo na massa de terreno instável. Destaca-se o maior deslocamento planimétrico e altimétrico existente no setor central do movimento de vertente, ao longo do eixo topo-pé do depósito, que poderá estar associado à morfologia côncava do movimento de vertente. Tal facto, promove a acumulação de água por escorrência superficial e concomitantemente o aumento da carga efetiva e da tensão cisalhante neste setor. Importa ainda realçar que a jusante da estrada o deslocamento planimétrico e altimétrico aumenta com a proximidade à crista da arriba. Tal constatação é justificada pela ação erosiva do mar no pé do movimento de vertente que potencia uma maior deformação da massa instabilizada neste setor.

12

Desde o início da monitorização inclinométrica, em outubro de 2017, o deslocamento acumulado máximo da massa instabilizada é de 18,1 mm e 20,5 mm, aos 7,0 m e 1,0 m de profundidade, nos furos FSM1 e FSM2, respetivamente. Relativamente ao deslocamento acumulado da massa instabilizada sobre o material subjacente (estável), é de 14,8 mm e 14,2 mm nos furos FSM1 e FSM2, respetivamente. A diminuição da deformação com a aproximação ao plano de rotura é causada pelo atrito do material instabilizado sobre o material subjacente. Os resultados obtidos com base na Rede de Monitorização Periódica Inclinométrica permitiram identificar a superfície de rotura do movimento de vertente entre os 18,0 m e os 18,5 m de profundidade no furo FSM1 e entre os 15,5 m e os 16,0 m de profundidade no furo FSM2. De forma geral, a velocidade de deformação ao longo do perfil vertical do terreno é relativamente homogénea no furo FSM1 e tendencialmente decrescente com o aumento da profundidade no furo FSM2. Nos furos FSM1 e FSM2, no período a que se refere o presente relatório, não se verificam alterações consideráveis do deslocamento.

Relativamente às medições efetuadas com recurso ao piezómetro de Casagrande instalado no furo FSM3, embora a série temporal de dados seja ainda estatisticamente pouco representativa, os resultados obtidos demonstram existir uma forte correlação entre os meses mais secos do ano e o maior rebaixamento do nível piezométrico registado.

Para a Rede Geodésica Periódica da Praia Formosa e do Panasco não foi possível obter dados de monitorização para o período a que se refere o presente documento, dada a avaria sem reparação da Estação Total Trimble 5500 DR, utilizada pelo CIVISA nas campanhas de monitorização. No entanto, pelas observações de campo na Praia Formosa, verifica-se que os movimentos de vertente



localizados sobre o setor instável 1 apresentam deslocamentos consideráveis ao longo do ano de 2022, provocando danos em habitações e na estrada regional, tal como sucedido em 2010 e 2013.

No decorrer das missões à ilha de Santa Maria, para além das medições efetuadas no âmbito dos trabalhos de monitorização, têm sido realizadas ações de prevenção e correção em todas as redes de monitorização abrangidas pelo projeto. Importa salientar que o CIVISA tem contado com a colaboração dos SAAC, que muito têm contribuído para a manutenção preventiva destas redes de monitorização.



7 – RECOMENDAÇÕES

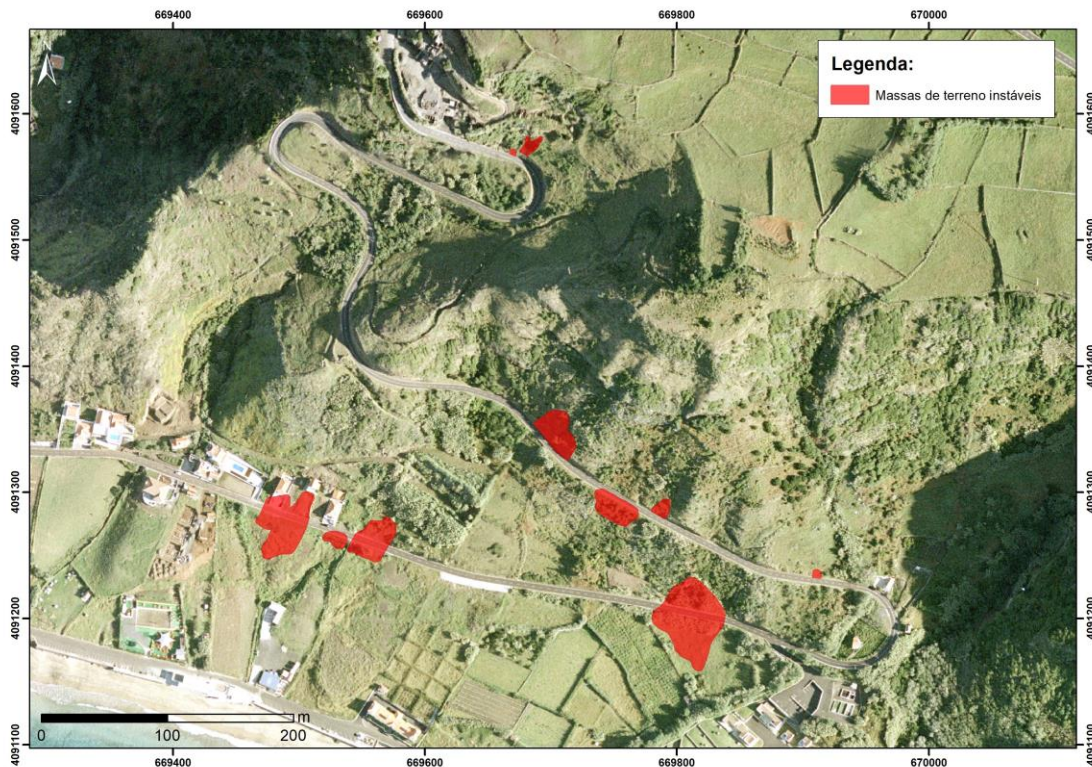
Face aos resultados obtidos ao longo da prestação de serviços de “MONITORIZAÇÃO DE MOVIMENTOS DE VERTENTE NA MAIA, PRAIA FORMOSA E PANASCO (ILHA DE SANTA MARIA)”, que terminou a 1 de julho de 2022, o CIVISA recomenda:

- i) Dar continuidade a todos os programas de monitorização cinemática, inclinométrica e piezométrica implementados até ao momento na Maia, Praia Formosa e Panasco, dando continuidade à vigilância das massas de terreno instáveis identificadas (Fig. 8, 9 e 10);

14



Figura 8 – Localização das massas de terreno instabilizadas na Maia, abrangida pelas redes de monitorização.



15

Figura 9 – Localização das massas de terreno instabilizadas na Praia Formosa, abrangida pelas redes de monitorização.





Figura 10 – Localização das massas de terreno instabilizadas no Panasco, abrangida pelas redes de monitorização.

- ii) Realizar perfis de refração sísmica nas massas de terreno instáveis, abrangidas pelas redes de monitorização da Praia Formosa e Panasco, por forma conhecer a geometria e as relações geométricas entre as diferentes camadas geológicas;
- iii) Efetuar perfis de resistividade elétrica nas massas de terreno instáveis, abrangidas pelas redes de monitorização da Maia, Praia Formosa e Panasco, nas épocas estival e invernal, por forma conhecer a localização dos níveis freáticos e os diferentes níveis de saturação dos solos;
- iv) Para as áreas abrangidas pela presente prestação de serviços com instabilidade geomorfológica declarada, suportada por evidências de campo ou dados de monitorização, ter em consideração as seguintes orientações em Planos Especiais de Ordenamento do Território (PEOT), Planos Municipais de Ordenamento do Território (PMOT) e/ou outros instrumentos de planeamento:
 - a. No lugar da Maia (freguesia de Santo Espírito) impedir nova construção e ampliação de edifícios sobre a massa de terreno instabilizada que aumentem a exposição e/ou o risco a movimentos de vertente;
 - b. No lugar da Maia (freguesia de Santo Espírito) para a execução de qualquer obra de reconstrução de edifícios deve ser apresentado um estudo da natureza e condições do terreno, nomeadamente a caracterização geológica e geotécnica do local, adequada a cada caso, que deve ser tida em consideração no projeto, o qual deverá demonstrar inequivocamente as medidas preconizadas para a mitigação do risco e dos impactes dos movimentos de vertente;
 - c. Nos lugares da Praia Formosa (freguesia de Almagreira) e Panasco (freguesia de Santo Espírito) para a execução de qualquer construção, reconstrução e ampliação de edifícios deve ser apresentado um estudo da natureza e condições do terreno, nomeadamente a caracterização geológica e geotécnica do local, adequada a cada caso, que deve ser tida em consideração no projeto, o qual deverá demonstrar inequivocamente as medidas preconizadas para a mitigação do risco e dos impactes dos movimentos de vertente;



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MARQUES, R., AMARAL, P. e QUEIROZ, G. (2010) – *Movimentos de vertente registados nas zonas da Maia, Praia Formosa e Panasco, ilha de Santa Maria: caracterização, medidas de prevenção e sistemas de monitorização*. Documento técnico-científico DTC 005/CVARG/CIVISA/2010. 22p.
- MARQUES, R., AMARAL, P. e GASPAR, J.L (2011) – *Especificações para a implementação de uma rede de monitorização geodésica permanente na Maia (estação total), ilha de Santa Maria*. Documento técnico-científico DTC 002/CVARG/CIVISA/2011. 10p.
- MARQUES, R., PACHECO, P. e GASPAR, J.L (2013) – *Ponto de situação relativo à rede de monitorização geodésica permanente da Maia e propostas para as redes de monitorização geodésica periódicas da Praia Formosa e Panasco (Santa Maria)*. Documento técnico-científico DTC 003/CVARG/CIVISA/2013. 19p.
- MARQUES, R., PACHECO, P. e GASPAR, J.L (2014) – *Relatório de síntese (2012/2014) referente às redes de monitorização geodésica implementadas na Maia, Praia Formosa e Panasco (ilha de Santa Maria)*. Documento técnico-científico DTC 025/CVARG/CIVISA/2014. 16p.
- MARQUES, R., SILVA, R.F. e PACHECO, P. (2018) – *Nota técnica sobre o impacte promovido pelas obras de reabilitação da Estrada Municipal da Malbusca na rede de monitorização*. Documento técnico-científico DTC 008/IVAR/CIVISA/18. 12p.
- MARQUES, R. e SILVA, R.F. (2019) – *Acompanhamento dos sistemas de monitorização das instabilidades geomorfológicas identificadas na Maia, Praia Formosa e Panasco (ilha de Santa Maria); R.5 – Ponto de situação da monitorização geodésica, inclinométrica e piezométrica (maio de 2019 - outubro de 2019)*. Documento técnico-científico DTC 013/IVAR/CIVISA/19. 30p.
- MARQUES, R. e SILVA, R.F. (2020) – *Monitorização de movimentos de vertente na Maia, Praia Formosa e Panasco (Ilha de Santa Maria). R.1 – Ponto de situação e apresentação dos resultados da monitorização geodésica, inclinométrica e piezométrica (julho de 2020 – agosto de 2020)*. Documento técnico-científico DTC 016/IVAR/CIVISA/20. 33p.
- SILVA, R.F. e MARQUES, R. (2021) – *Monitorização de movimentos de vertente na Maia, Praia Formosa e Panasco (Ilha de Santa Maria). R.2 – Ponto de situação e apresentação dos resultados da monitorização geodésica, inclinométrica e piezométrica (setembro de 2020 – fevereiro de 2021)*. Documento técnico-científico DTC 008/IVAR/CIVISA/21. 30p.
- SILVA, R.F., MARQUES, R. e CABRAL, N. (2021) – *Monitorização de Movimentos de Vertente na Maia, Praia Formosa e Panasco, ilha de Santa Maria. R.3 – Ponto de situação e apresentação de resultados da monitorização geodésica, inclinométrica e piezométrica (março de 2021 – agosto de 2021)*. Documento técnico-científico DTC 024/IVAR/CIVISA/21. 31p.
- SILVA, R.F. e MARQUES, R. (2022) – *Considerações sobre os movimentos de vertente com impacte na Estrada Municipal da Malbusca, edifícios e outras infraestruturas localizadas na Praia Formosa (concelho de Vila do Porto, ilha de Santa Maria)*. Documento técnico-científico DTC 001/IVAR/CIVISA/22. 16p.
- PACHECO, P., MARQUES, R., AMARAL, P., GASPAR, J.L, MALHEIRO, A. (2013) – *Avaliação dos processos de instabilidade geomorfológica que afectaram o lugar da Praia Formosa e a estrada da Malbusca (ilha de Santa Maria)*. Documento técnico-científico DTC 004/CVARG/CIVISA/2013. 27 p.