



**GIL ANTÓNIO
ALMEIDA MOREIRA**

**ESTABILIDADE DE TALUDES NOS PASSADIÇOS DO
PAIVA (GEOPARQUE AROUCA)**



**GIL ANTÓNIO
ALMEIDA MOREIRA**

**ESTABILIDADE DE TALUDES NOS PASSADIÇOS DO
PAIVA (GEOPARQUE AROUCA)**

Tese apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Geológica (Ramo em Georecursos), realizada sob a orientação científica do Doutor Jorge Manuel Pessoa Girão Medina, Professor Auxiliar do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Prof^a. Doutora Beatriz Valle Aguado
Professora Associada do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro

vogais

Prof. Doutor Jorge Manuel Pessoa Girão Medina
Professor Auxiliar do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Agostinho António Rocha Correia e Almeida da Benta
Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Ao Professor Doutor Jorge Manuel Pessoa Girão Medina pela orientação, pela disponibilidade e por todos os conhecimentos partilhados.

Ao Professor Doutor Luís Menezes Pinheiro pela licença fornecida do *software* indispensável para a realização deste trabalho.

À Associação Geoparque Arouca na pessoa da Doutora Daniela Rocha e do Doutor António Carlos Duarte pela oportunidade e acompanhamento que muito enriqueceu este trabalho.

Aos meus familiares e amigos, que de uma maneira ou de outra ajudaram na elaboração desta tese, e, em particular, à minha mãe e irmã por lerem e reverem os meus documentos.

palavras-chave

Engenharia geológica, geologia estrutural, mecânica das rochas, Passadiços do Paiva, taludes rochosos, descontinuidades, potencial de rotura.

resumo

A presente dissertação tem como objetivo principal contribuir para uma avaliação do potencial risco de instabilidade nas vertentes da margem esquerda do Rio Paiva, ao longo de um troço de, aproximadamente, 600 metros de extensão dos Passadiços do Paiva. Para o efeito foram recolhidos dados no terreno referentes aos taludes e das descontinuidades presentes nos mesmos. Da análise cinemática de cada talude foi possível verificar a existência, ou não, de potencial de rotura. Posteriormente são propostas medidas preventivas e de mitigação de danos para os casos identificados como de risco.

keywords

Geological engineering, structural geology, rock mechanics, Passadiços do Paiva, rock slopes, discontinuities, potencial rupture.

abstract

The present dissertation aims to contribute to an assessment of the potential risk of instability in the slopes of the left bank of Rio Paiva, along a section of approximately 600 meters of the Passadiços do Paiva. For this purpose, data were collected *in situ* concerning the slopes and the discontinuities present in them. From the kinematic analysis of each slope it was possible to verify the existence, or not, of potential rupture. Subsequently, preventive and damage mitigation are proposed for cases identified of risk.

Índice

I. INTRODUÇÃO	1
I.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA	1
I.2 OBJETIVOS	2
I.3 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	2
I.4 TRABALHO DE ESTÁGIO NA AGA (ASSOCIAÇÃO GEOPARQUE AROUCA)	3
I.4.1 <i>Geoparques</i>	3
I.4.2 <i>Geoparque Arouca</i>	5
I.4.2.1 Território do Geoparque Arouca	5
I.4.2.2 Associação Geoparque Arouca	6
I.4.3 <i>Trabalhos desenvolvidos durante o estágio na AGA</i>	6
I.4.4 <i>Passadiços do Paiva</i>	7
II. ENQUADRAMENTO GERAL	9
II.1 ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO	9
II.2 ENQUADRAMENTO CLIMATÉRICO	10
II.3 ENQUADRAMENTO GEOMORFOLÓGICO	11
II.4 ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO	12
II.4.1 <i>Rochas metassedimentares</i>	13
II.4.2 <i>Rochas magmáticas</i>	16
II.4.3 <i>Rochas sedimentares</i>	17
III. REVISÃO DA LITERATURA	19
III.1 INTRODUÇÃO	19
III.2 DESCONTINUIDADES	19
III.2.1 <i>Influência das descontinuidades no maciço rochoso</i>	20
III.2.2 <i>Tipos de descontinuidades</i>	20
III.2.3 <i>Parâmetros que caracterizam as descontinuidades</i>	20
III.2.3.1 Orientação	21
III.2.3.2 Espaçamento	21
III.2.3.3 Continuidade	22
III.2.3.4 Rugosidade	23
III.2.3.5 Abertura	23
III.2.3.6 Preenchimento	24
III.2.3.7 Infiltrações	24
III.2.3.8 Resistência ao corte	25
III.3 FATORES DE INSTABILIDADE DE TALUDES	26
III.3.1 <i>Mecanismos de rotura</i>	27
III.3.1.1 Rotura planar	29
III.3.1.2 Rotura por cunha	30
III.3.1.3 Rotura por tombamento	31
III.3.1.4 Rotura circular	31
III.3.2 <i>Análise cinemática</i>	32
III.3.2.1 Teste de Markland	32
III.4 MEDIDAS MITIGADORAS	36
III.4.1 <i>Medidas de estabilização</i>	36
III.4.1.1 Alteração da geometria	36
III.4.1.2 Drenagem	37
III.4.1.3 Reforço	38
III.4.2 <i>Medidas de proteção</i>	40
IV. METODOLOGIA E RESULTADOS	43
IV.1 METODOLOGIA ADOTADA	43
IV.2 RESULTADOS OBTIDAS E DISCUSSÃO	45
IV.2.1 <i>Análise geral</i>	45
IV.2.2 <i>Análise das secções</i>	48
IV.2.2.1 Secção A (tabela IV-2; figura IV-7)	48

IV.2.2.2	Secção B (tabela IV-3; figura IV-11).....	51
IV.2.2.3	Secção C (tabela IV-4; figura IV-15)	54
IV.2.2.4	Secção D (tabela IV-5; figura IV-18)	56
IV.2.2.5	Secção E (tabela IV-6; figura IV-21).....	58
IV.2.2.6	Secção F (tabela IV-7; figura IV-25).....	60
IV.2.2.7	Secção G (tabela IV-8; figura IV-29)	62
IV.2.2.8	Secção H (tabela IV-9; figura IV-32)	64
IV.2.2.9	Secção G-H (tabela IV-10).....	66
IV.2.2.10	Secção I (tabela IV-11; figura IV-37)	68
IV.2.2.11	Secção J (tabela IV-12; figura IV-40)	70
IV.2.2.12	Secção L (tabela IV-13; figura IV-43).....	72
IV.2.2.13	Secção M (tabela IV-14; figura IV-46).....	74
IV.2.2.14	Secção N (tabela IV-15; figura IV-49)	76
IV.2.2.15	Secção O (tabela IV-16; figura IV-52)	78
IV.2.2.16	Secção P (tabela IV-17; figura IV-55).....	80
IV.2.2.17	Secção Q (tabela IV-18; figura IV-58)	82
IV.2.2.18	Secção R (tabela IV-19; figura IV-61)	84
IV.2.2.19	Secção S (tabela IV-20; figura IV-64).....	86
IV.2.2.20	Secção T (tabela IV-21; figura IV-67).....	88
IV.2.2.21	Secção U (tabela IV-22; figura IV-70)	90
IV.2.2.22	Secção V (tabela IV-23; figura IV-73).....	92
IV.2.2.23	Secção X (tabela IV-24; figura IV-76).....	94
IV.2.2.24	Secção Z (tabela IV-25; figura IV-79).....	96
IV.2.2.25	Secção A1 (tabela IV-26; figura IV-82).....	98
IV.2.2.26	Secção B1 (tabela IV-27; figura IV-85).....	100
IV.2.2.27	Secção C1 (tabela IV-28; figura IV-88)	102
IV.2.2.28	Secção D1 (tabela IV-29; figura IV-91)	104
IV.2.2.29	Secção B1-C1-D1 (tabela IV-30).....	106
IV.2.2.30	Secção E1 (tabela IV-31; figura IV-96).....	108
IV.2.2.31	Secção F1 (tabela IV-32; figura IV-99).....	110
IV.2.2.32	Secção G1 (tabela IV-33; figura IV-102)	112
IV.2.2.33	Secção H1 (tabela IV-34; figura IV-105)	114
V. CONSIDERAÇÕES FINAIS		117
VI. BIBLIOGRAFIA		121
VII. ANEXO 1 – TABELAS COM OS DADOS COLHIDOS NO CAMPO.....		125
VIII. ANEXO 2 – TUTORIAL PARA CRIAÇÃO DE DIAGRAMAS DE ROSA E DIAGRAMAS DE CONTORNOS USANDO O SOFTWARE ROCKWORKS 17.....		157

Índice de figuras

FIGURA I-1 DISTRIBUIÇÃO DOS MEMBROS DA EGN (REDE EUROPEIA DA GEOPARQUES) (RETIRADO DO SITE HTTP://WWW.EUROPEANGEOPARKS.ORG/?PAGE_ID=168)	3
FIGURA I-2 DISTRIBUIÇÃO DOS MEMBROS DA GGN (REDE GLOBAL DE GEOPARQUES) (RETIRADO DO SITE HTTP://WWW.GLOBALGEOPARK.ORG/HOMEPAGEAUX/TUPAI/6513.HTM)	4
FIGURA I-3 PASSADIÇOS DO PAIVA (RETIRADA DO SITE HTTP://WWW.PASSADICOSDOPAIVA.PT)	7
FIGURA II-1 ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO E ADMINISTRATIVO DO CONCELHO DE AROUCA, COM CONCELHOS LIMÍTROFES (ELABORADO A PARTIR DO PORTAL SIGA)	9
FIGURA II-2 VALORES MÉDIOS ANUAIS DE PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA DO CONCELHO DE AROUCA (RETIRADO DE HTTPS://PT.CLIMATE-DATA.ORG/LOCATION/54811/)	10
FIGURA II-3 MAPA HIPSOMÉTRICO DO CONCELHO DE AROUCA (RETIRADO DE SÁ ET AL., 2009).....	11
FIGURA II-4 ZONAMENTO DO MACIÇO HESPÉRICO LOCALIZANDO O CONCELHO DE AROUCA (ADAPTADO DE GUTIÉRREZ-MARCO, 2002)	12
FIGURA II-5 CARTA GEOLÓGICA SIMPLIFICADA DO CONCELHO DE AROUCA (RETIRADO DE ROCHA, 2008)	14
FIGURA III-1 TERMINOLOGIA PARA DEFINIR A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES (ADAPTADO DE WYLLIE E MAH, 2004).....	21
FIGURA III-2 PERFIS DE RUGOSIDADE (ADAPTADO DE VALLEJO ET AL., 2002).....	23
FIGURA III-3 APARELHO PARA ENSAIO DE TILT TEST	26
FIGURA III-4 PRINCIPAIS TIPOS DE ROTURAS EM TALUDES ROCHOSOS, E POTENCIAS CONDIÇÕES ESTRUTURAIS QUA AS FAVOREÇAM: (A) ROTURA PLANAR; (B) ROTURA POR CUNHA; (C) ROTURA POR TOMBAMENTO; (D) ROTURA CIRCULAR. (LEGENDA: AF – AZIMUTE DO PENDOR DA FACE DO TALUDE; AS- DIREÇÃO E SENTIDO DO DESLIZAMENTO; AT - DIREÇÃO E SENTIDO DO TOMBAMENTO; Ai – AZIMUTE DO PENDOR DA LINHA DE INTERSEÇÃO) (ADAPTADO DE WYLLIE E MAH, 2004).....	28
FIGURA III-5 GEOMETRIA DE UM TALUDE EXIBINDO ROTURA PLANAR: (A) PERFIL MOSTRANDO O PLANO DE DESLIZAMENTO, ψ_f – INCLINAÇÃO DA FACE DO TALUDE, ψ_p – INCLINAÇÃO DO PLANO DE DESCONTINUIDADE, ϕ – ÂNGULO DE ATRITO; (B) EXEMPLO DE SUPERFÍCIES LIBERTADORAS (ADAPTADO DE WYLLIE E MAH, 2004).....	29
FIGURA III-6 TIPOS DE ROTURA PLANAR(A) ROTURA NA FACE SUPERIOR DO TALUDE; (B) ROTURA NA FACE DO TALUDE (ADAPTADO DE WYLLIE E MAH, 2004)	29
FIGURA III-7 CONDIÇÕES GEOMÉTRICAS GERAIS PARA FALHA POR CUNHA: (A) GEOMETRIA DE ROTURA POR CUNHA, ψ_f – ÂNGULO DE INCLINAÇÃO DA FACE DO TALUDE, ψ_i – INCLINAÇÃO DA LINHA DE INTERSECÇÃO, ϕ – ÂNGULO DE ATRITO; (B) PERFIL MOSTRANDO A LINHA DE INTERSECÇÃO (ADAPTADO DE WYLLIE E MAH, 2004)	30
FIGURA III-8 DESCONTINUIDADES QUE CONDUZEM À ROTURA POR TOMBAMENTO (ADAPTADO DE GOODMAN, 1989)	31
FIGURA III-9 PERFIL DE UMA ROTURA CIRCULAR TÍPICA	31
FIGURA III-10 TESTE DE MARKLAND PARA ROTURA PLANAR USANDO PENDORES VETORIAIS (DIP VECTORS) (ADAPTADO DO GUIA DO ROCKPACK III)	33
FIGURA III-11 DISPLAY DO ROCKPACK III INCLUINDO A ZONA CRÍTICA DE TOMBAMENTO (ADAPTADO DO GUIA DO ROCKPACK III)	34
FIGURA III-12 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA FAZENDO DISTINÇÃO ENTRE PÓLO E PENDOR VETORIAL DO MESMO PLANO (TRADUZIDO DE WHISONANT E WATTS, 1989)	34
FIGURA III-13 NA PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DA ESQUERDA É FEITA A ANÁLISE DO POTENCIAL DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO, PROJETANDO OS PLANOS DE DESCONTINUIDADES USANDO PENDORES VETORIAIS. NA PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DA DIREITA É FEITA A ANÁLISE DO POTENCIAL DE ROTURA POR CUNHA USANDO OS POLOS DOS PLANOS DE DESCONTINUIDADES (ROCKPACK III)...	35
FIGURA III-14 REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE POSSÍVEIS MODIFICAÇÕES GEOMÉTRICAS (ADAPTADO DE WYLLIE E MAH, 2004)	37
FIGURA III-15 REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE ANCORAGENS ATIVAS E PASSIVAS (ADAPTADO DE WYLLIE E MAH, 2004)	39
FIGURA III-16 EXEMPLOS DE REDES METÁLICAS (RETIRADO DE CARDOSO E MENEZES, 2009)	39
FIGURA III-17 BARREIA ESTÁTICA (RETIRADO DE HTTPS://SOLUTIOMA.COM/PT/DESPRENDIMIENTOS-PT.PHP)	41
FIGURA III-18 BARREIRA DINÂMICA (RETIRADO DE HTTPS://SOLUTIOMA.COM/PT/PANTALLAS-DINAMICAS-PT.PHP).....	41
FIGURA IV-1 EXEMPLO DE ZONA DE BAIXO RISCO	44
FIGURA IV-2 EXEMPLO DE ZONA DE RISCO ELEVADO.....	44

FIGURA IV-3 EXTENSÃO TOTAL DA ÁREA ESTUDADA (IMAGEM COMPOSTA TENDO POR BASE O GOOGLE)..	45
FIGURA IV-4 REPRESENTAÇÃO DE TODOS OS POLOS DAS DESCONTINUIDADES (584) DE TODAS AS SECÇÕES (PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DE IGUAL ÁREA, HEMISFÉRIO INFERIOR NO ROCKPACK III).	46
FIGURA IV-5 DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE A TODAS AS DESCONTINUIDADES MEDIDAS COM IDENTIFICAÇÃO DAS FAMÍLIAS F2, F3 E F4 (ROCKWORKS 17)	47
FIGURA IV-6 DIAGRAMAS DE ISODENSIDADES DA PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DOS POLOS DE TODAS AS DESCONTINUIDADES MEDIDAS OBTIDOS COM O ROCKWORKS 17 (A) E STEREO32 (B). F1: SUBHORIZONTAL, F2: NNE-SSW, SUBVERTICAL, F3: NW-SE, SUBVERTICAL, F4: W-E, SUBVERTICAL.	47
FIGURA IV-7 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO A	49
FIGURA IV-8 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO A; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO A. (ROCKWORKS 17)	49
FIGURA IV-9 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO A; A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III)	50
FIGURA IV-10 BLOCO QUE SE APRESENTA EM POSSÍVEL RISCO ANTES DA SECÇÃO A	50
FIGURA IV-11 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO B	51
FIGURA IV-12 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO B; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO B. (ROCKWORKS 17)	52
FIGURA IV-13 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO B, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III)	52
FIGURA IV-14 PLANOS QUE COMPROMETEM A ESTABILIDADE NA PARTE SUPERIOR DO TALUDE DA SECÇÃO B	53
FIGURA IV-15 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO C	54
FIGURA IV-16 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO C; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO C. (ROCKWORKS 17)	55
FIGURA IV-17 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO C, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III)	55
FIGURA IV-18 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO D	56
FIGURA IV-19 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO D; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO D. (ROCKWORKS 17)	57
FIGURA IV-20 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO D, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III)	57
FIGURA IV-21 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO E	58
FIGURA IV-22 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO E; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO E. (ROCKWORKS 17)	58
FIGURA IV-23 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO E, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III)	59
FIGURA IV-24 PLANOS QUE COMPROMETEM A ESTABILIDADE DO TALUDE DA SECÇÃO E	59
FIGURA IV-25 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO F	60
FIGURA IV-26 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO F; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO F. (ROCKWORKS 17)	60
FIGURA IV-27 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO F, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III)	61
FIGURA IV-28 BLOCO SOLTO JUNTO AOS PASSADIÇOS DEPOIS DA SECÇÃO F	61
FIGURA IV-29 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO G	62
FIGURA IV-30 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO G; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO G. (ROCKWORKS 17)	63
FIGURA IV-31 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO G, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III)	63
FIGURA IV-32 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO H	64

FIGURA IV-33 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO H; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO H. (ROCKWORKS 17)	65
FIGURA IV-34 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO H, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	65
FIGURA IV-35 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO G-H; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO G-H. (ROCKWORKS 17)	66
FIGURA IV-36 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO G-H, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III)	67
FIGURA IV-37 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO I	68
FIGURA IV-38 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO I; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO I. (ROCKWORKS 17).....	69
FIGURA IV-39 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO I, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	69
FIGURA IV-40 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO J.....	70
FIGURA IV-41 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO J; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO J. (ROCKWORKS 17).....	71
FIGURA IV-42 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO J, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	71
FIGURA IV-43 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO L	72
FIGURA IV-44 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO L; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO L. (ROCKWORKS 17).....	73
FIGURA IV-45 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO L, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	73
FIGURA IV-46 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO M	74
FIGURA IV-47 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO M; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO M. (ROCKWORKS 17).....	75
FIGURA IV-48 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO M, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	75
FIGURA IV-49 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO N.....	76
FIGURA IV-50 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO N; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO N. (ROCKWORKS 17).....	77
FIGURA IV-51 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO N, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	77
FIGURA IV-52 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO O.....	78
FIGURA IV-53 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO O; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO O. (ROCKWORKS 17)	79
FIGURA IV-54 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO O, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	79
FIGURA IV-55 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO P	80
FIGURA IV-56 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO P; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO P. (ROCKWORKS 17)	81
FIGURA IV-57 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO P, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	81
FIGURA IV-58 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO Q.....	82
FIGURA IV-59 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO Q; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO Q. (ROCKWORKS 17)	83
FIGURA IV-60 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO Q, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	83

FIGURA IV-61 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO R.....	84
FIGURA IV-62 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO R; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO R. (ROCKWORKS 17)	85
FIGURA IV-63 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO R, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	85
FIGURA IV-64 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO S.....	86
FIGURA IV-65 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO S; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO S. (ROCKWORKS 17)	87
FIGURA IV-66 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO S, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	87
FIGURA IV-67 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO T	88
FIGURA IV-68 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO T; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO T. (ROCKWORKS 17)	89
FIGURA IV-69 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO T, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	89
FIGURA IV-70 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO U.....	90
FIGURA IV-71 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO U; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO U. (ROCKWORKS 17)	91
FIGURA IV-72 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO U, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	91
FIGURA IV-73 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO V	92
FIGURA IV-74 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO V; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO V. (ROCKWORKS 17)	93
FIGURA IV-75 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO V, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	93
FIGURA IV-76 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO X.....	94
FIGURA IV-77 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO X; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO X. (ROCKWORKS 17)	95
FIGURA IV-78 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO X, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	95
FIGURA IV-79 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO Z	96
FIGURA IV-80 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO Z; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO Z. (ROCKWORKS 17)	97
FIGURA IV-81 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO Z, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	97
FIGURA IV-82 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO A1	98
FIGURA IV-83 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO A1; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO A1. (ROCKWORKS 17)	99
FIGURA IV-84 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO A1, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	99
FIGURA IV-85 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO B1	100
FIGURA IV-86 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO B1; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO B1. (ROCKWORKS 17)	101
FIGURA IV-87 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO B1, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	101
FIGURA IV-88 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO C1.....	102
FIGURA IV-89 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO C1; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO C1. (ROCKWORKS 17)	103

FIGURA IV-90 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO C1, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	103
FIGURA IV-91 ASPETO GERAL DO TALUDE REFERIDO COMO SECÇÃO D1.....	104
FIGURA IV-92 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO D1; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO D1. (ROCKWORKS 17).....	105
FIGURA IV-93 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO D1, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	105
FIGURA IV-94 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO B1-C1-D1; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO B1-C1-D1. (ROCKWORKS 17).....	106
FIGURA IV-95 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO B1-C1-D1, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	107
FIGURA IV-96 ASPETO GERAL DOS TALUDES REFERIDOS COMO SECÇÃO E1.....	108
FIGURA IV-97 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO E1; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO E1. (ROCKWORKS 17).....	109
FIGURA IV-98 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO E1, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	109
FIGURA IV-99 ASPETO GERAL DOS TALUDES REFERIDOS COMO SECÇÃO F1.....	110
FIGURA IV-100 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO F1; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO F1. (ROCKWORKS 17).....	111
FIGURA IV-101 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO F1, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	111
FIGURA IV-102 ASPETO GERAL DOS TALUDES REFERIDOS COMO SECÇÃO G1.....	112
FIGURA IV-103 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO G1; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO G1. (ROCKWORKS 17).....	113
FIGURA IV-104 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO G1, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	113
FIGURA IV-105 ASPETO GERAL DOS TALUDES REFERIDOS COMO SECÇÃO H1.....	114
FIGURA IV-106 (A) DIAGRAMA DE ROSAS REFERENTE À SECÇÃO H1; (B) DIAGRAMA DE ISODENSIDADES REFERENTE À SECÇÃO H1. (ROCKWORKS 17).....	115
FIGURA IV-107 PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO TALUDE DA SECÇÃO H1, A CINZENTO ESTÁ REPRESENTADA A ZONA CRÍTICA DE ROTURA. (A) MODO DE ROTURA PLANAR E POR TOMBAMENTO; (B) MODO DE ROTURA POR CUNHA. (ROCKPACK III).....	115
FIGURA VIII-1 LAYOUT INICIAL.....	157
FIGURA VIII-2 IMPORTAR DO EXCEL.....	158
FIGURA VIII-3 IMPORTAR DO EXCEL – OPÇÕES.....	158
FIGURA VIII-4 DATASHEET COM OS DADOS.....	159
FIGURA VIII-5 PASSOS PARA FAZER UM DIAGRAMA DE ROSAS.....	159
FIGURA VIII-6 OPÇÕES DO DIAGRAMA DE ROSAS.....	160
FIGURA VIII-7 EXEMPLO DE UM DIAGRAMA DE ROSAS.....	160
FIGURA VIII-8 PASSOS PARA FAZER UMA PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA.....	161
FIGURA VIII-9 OPÇÕES DA PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA.....	161
FIGURA VIII-10 EXEMPLO DE UM DIAGRAMA DE CONTOURNOS.....	162

Índice de tabelas

TABELA III-1 TIPOS DE DESCONTINUIDADES (ADAPTADO DE VALLEJO ET AL., 2002).....	20
TABELA III-2 CLASSES DE ESPAÇAMENTO (ISRM, 1978)	22
TABELA III-3 VALORES DE CONTINUIDADE (ADAPTADO DE ISRM, 1981).....	22
TABELA III-4 DESCRIÇÃO DA ABERTURA (ADAPTADO DE ISRM, 1981)	24
TABELA III-5 DESCRIÇÃO DAS INFILTRAÇÕES EM DESCONTINUIDADES (ADAPTADO DE ISRM, 1981)	25
TABELA III-6 FATORES QUE INFLUENCIAM A ESTABILIDADE DE TALUDES (ADAPTADO DE VALLEJO ET AL., 2002)	27
TABELA IV-1 TABELA DE CAMPO	43
TABELA IV-2 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO A	48
TABELA IV-3 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO B	51
TABELA IV-4 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO C	54
TABELA IV-5 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO D	56
TABELA IV-6 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO E	58
TABELA IV-7 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO F	60
TABELA IV-8 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO G	62
TABELA IV-9 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO H	64
TABELA IV-10 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO G-H	66
TABELA IV-11 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO I	68
TABELA IV-12 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO J	70
TABELA IV-13 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO L	72
TABELA IV-14 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO M	74
TABELA IV-15 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO N	76
TABELA IV-16 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO O	78
TABELA IV-17 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO P	80
TABELA IV-18 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO Q	82
TABELA IV-19 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO R	84
TABELA IV-20 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO S	86
TABELA IV-21 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO T	88
TABELA IV-22 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO U	90
TABELA IV-23 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO V	92
TABELA IV-24 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO X	94
TABELA IV-25 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO Z	96
TABELA IV-26 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO A1	98
TABELA IV-27 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO B1	100
TABELA IV-28 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO C1	102
TABELA IV-29 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO D1	104
TABELA IV-30 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO B1-C1-D1	106
TABELA IV-31 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO E1	108
TABELA IV-32 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO F1	110
TABELA IV-33 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO G1	112
TABELA IV-34 INFORMAÇÃO GERAL DA SECÇÃO H1	114
TABELA V-1 SÍNTESE DE RESULTADOS OBTIDOS ATRAVÉS DO TESTE DE MARKLAND ASSOCIADO À POSSIBILIDADE DE AFETAR A ESTRUTURA DE MADEIRA DOS PASSADIÇOS. A VERDE OS CASOS ONDE NÃO SE VERIFICA QUALQUER INDÍCIO DE ROTURA, A LARANJA AS SITUAÇÕES ONDE, NO MÍNIMO, DEVE HAVER UMA INSPEÇÃO MAIS PORMENORIZADA DA SECÇÃO EM CAUSA E A VERMELHO AS SECÇÕES QUE REQUEREM INTERVENÇÃO O QUANTO ANTES	118
TABELA VII-1 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO A	125
TABELA VII-2 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO B	126
TABELA VII-3 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO C	127
TABELA VII-4 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO D	128
TABELA VII-5 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO E	129
TABELA VII-6 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO F	130
TABELA VII-7 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO G	131
TABELA VII-8 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO H	132
TABELA VII-9 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO I	133
TABELA VII-10 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO J	134

TABELA VII-11 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO L	135
TABELA VII-12 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO M	136
TABELA VII-13 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO N	137
TABELA VII-14 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO O	138
TABELA VII-15 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO P	139
TABELA VII-16 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO Q	140
TABELA VII-17 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO R	141
TABELA VII-18 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO S	142
TABELA VII-19 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO T	143
TABELA VII-20 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO U	144
TABELA VII-21 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO V	145
TABELA VII-22 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO X	146
TABELA VII-23 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO Z	147
TABELA VII-24 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO A1	148
TABELA VII-25 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO B1	149
TABELA VII-26 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO C1	150
TABELA VII-27 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO D1	151
TABELA VII-28 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO E1	152
TABELA VII-29 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO F1	153
TABELA VII-30 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO G1	154
TABELA VII-31 TABELA DE CAMPO DA SECÇÃO H1	155

I. Introdução

I.1 Apresentação do tema

O foco do presente trabalho assenta no estudo da estabilidade das vertentes na margem esquerdo do rio Paiva, ao longo da qual foram construídos os Passadiços do Paiva que são atualmente um dos pontos turísticos mais procurados para quem deseja uma viagem pela geologia, biologia e arqueologia, em Portugal. Sendo o rio Paiva bastante encaixado, com vertentes por vezes quase verticais, procurou-se analisar e avaliar a estabilidade destas vertentes já que a sua instabilidade pode colocar em risco não só a estrutura em madeira dos passadiços como causar eventuais acidentes pessoais.

Qualquer género de obra ou atividade humana interage, de um modo direto ou indireto, com o terreno, solo ou rocha, influenciando o seu estado inicial, quer aplicando novas cargas ao sistema quer através do aumento de agentes erosivos. Todos estes fatores podem levar a um aumento da instabilidade geológica do terreno, facilitando a ocorrência de episódios de rotura dos mesmos, suscetíveis de causar danos em bens e até em pessoas.

De um ponto de vista económico, um episódio de rotura leva a custos diretos, como a danificação de bens e trabalhos de reconstrução, até custos indiretos, tais como interrupções de negócios, atrasos na deslocação, mobilização de recursos para o local, entre outras consequências menos favoráveis.

A escolha do tema abordado no presente trabalho é justificada, em parte, pelos aspetos referidos anteriormente e, também, pela inevitável necessidade de manutenção por parte da Associação Geoparque Arouca (AGA) das suas diversas infraestruturas, nomeadamente os Passadiços do Paiva, estrutura inaugurada a 20 de junho de 2015 e que, desde o primeiro dia, se revelou de elevado interesse turístico, com mais de 200 mil visitantes até à data.

Tendo em conta que os Passadiços do Paiva se localizam num vale encaixado, na margem esquerda do rio Paiva, numa zona rural com baixa densidade populacional, o aumento da afluência de transportes e pessoas pode acarretar desvantagens. Carcavilla *et al.* (2007) defendem que a presença de turismo pode alterar as condições ambientais, acelerar os processos erosivos e prejudicar a concentração de organismos através de modificações introduzidas para a acomodação turística.

Neste sentido, é imperativo que se desenvolvam estratégias de acompanhamento e controlo, não só no âmbito da monitorização geológica, como também de toda a bio e geo-diversidade, evitando assim a perda do potencial geoturístico do local.

A implementação de qualquer procedimento de geoconservação deve ser sustentada por conhecimentos de todas as áreas que possam vir a ser aplicadas, que sustentem a utilização do local de interesse geológico. Para além de todo o conhecimento científico, os Passadiços do Paiva deverão obter permanente acompanhamento técnico especializado, tanto para a divulgação e valorização, como também para uma eficiente monitorização, imprescindível para a manutenção do local.

A estabilidade dos taludes é normalmente influenciada pela geologia estrutural do maciço rochoso em que estão inseridos. Na geologia estrutural, para todas as quebras no maciço rochoso como planos de estratificação, diaclases, xistosidade e falhas, é usado o termo superfícies de descontinuidades. As propriedades das descontinuidades relativas à

estabilidade incluem a orientação, continuidade, rugosidade, preenchimento, entre outros. A importância das descontinuidades deve-se ao facto de serem planos de fraqueza num maciço rochoso mais competente, logo, os episódios de rotura tendem a ocorrer preferencialmente ao longo destas superfícies (Hoek e Bray, 1981).

As descontinuidades podem influenciar diretamente a estabilidade do talude se houver, por exemplo, deslizamento de rocha sobre um plano de descontinuidades, chamado de rotura planar. Por outro lado, se a rotura ocorrer segundo a interseção de dois planos de descontinuidades no interior do próprio maciço, é chamada de rotura em cunha. Alternativamente, as descontinuidades podem influenciar apenas de um modo indireto se o seu comprimento for muito menor relativamente ao tamanho do talude. Estes conceitos serão desenvolvidos mais à frente no decorrer do documento.

I.2 Objetivos

Esta dissertação, para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Geológica pela Universidade de Aveiro, pretende contribuir para o estudo e monitorização de taludes associados à problemática da estabilização numa dada extensão dos Passadiços do Paiva.

Neste contexto, foi realizado um levantamento da informação estrutural das vertentes em causa e um estudo das condições de estabilidade nas zonas que se apresentavam em situação menos favorável, com o objetivo de identificar os locais menos favoráveis à estabilização.

Com o trabalho realizado pretende-se contribuir para que sejam providenciadas medidas mitigadoras que possam ser implementadas através de trabalhos de estabilização que garantam, à partida, uma melhor solução prática para os problemas identificados.

I.3 Organização da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em oito capítulos, com a seguinte estrutura:

No capítulo I é feita uma breve introdução à temática abordada incluindo-se também os objetivos deste trabalho. É também abordado o tema dos geoparques, mais concretamente o Geoparque Arouca, e onde se descreve as atividades realizadas nesse período, por mim, no âmbito do estágio curricular na Associação Geoparque Arouca.

No capítulo II é feito um enquadramento geral da área estudada em termos geográficos, climatéricos, geomorfológicos e em termos geológicos.

No capítulo III, de cariz essencialmente bibliográfico, é feita uma revisão da literatura onde se aborda, de uma forma sucinta, os conhecimentos básicos para a caracterização de um maciço rochoso, os fatores que podem levar à instabilidade de taludes, os mecanismos de rotura bem como a sua prevenção e manutenção.

No capítulo IV, descreve-se toda a metodologia adotada, tanto no campo como no trabalho de gabinete, e apresenta-se de forma detalhada todos os dados obtidos da extensão estudada nos Passadiços do Paiva, bem como uma avaliação da estabilidade de cada talude, através de *software* apropriado com base nos dados recolhidos em campo.

No capítulo V, depois de todos os resultados tratados, tecem-se algumas considerações e conclusões sendo propostas medidas para solucionar alguns dos problemas referidos no capítulo anterior.

No capítulo VI, é apresentada toda a bibliografia usada para a elaboração do presente trabalho.

No fim do documento, há ainda uma lista de anexos, capítulos VII e VIII, com informação complementar para consulta e para uma melhor compreensão da dissertação. Todas as figuras apresentadas ao longo da dissertação, que não incluem referência bibliográfica, são da minha autoria.

I.4 Trabalho de estágio na AGA (Associação Geoparque Arouca)

Nesta secção, será feita uma introdução ao conceito de geoparque e às entidades que os regulam. Posteriormente, serão descritos mais pormenorizadamente a Associação Geoparque Arouca (AGA) e mais concretamente o geossítio em questão, os Passadiços do Paiva. Para o efeito, ao abrigo do protocolo assinado entre a Universidade de Aveiro e a Associação Geoparque Arouca foi feito um acordo de estágio com a finalidade de complementar este trabalho.

I.4.1 Geoparques

Um geoparque é um território com um património geológico de excepcional importância, reconhecido pela Rede Global de Geoparques de Unesco.

A Rede Europeia de Geoparques (EGN) foi estabelecida em junho de 2000 (a primeira rede de geoparques) e, até à data, é composta por 69 membros de 23 países europeus (figura I-1) e serviu de modelo à Rede Global de Geoparques (GGN) criada em 2004. Esta última já possui 111 membros em 33 países (figura I-2) e tem vindo a alargar-se com novas adesões.

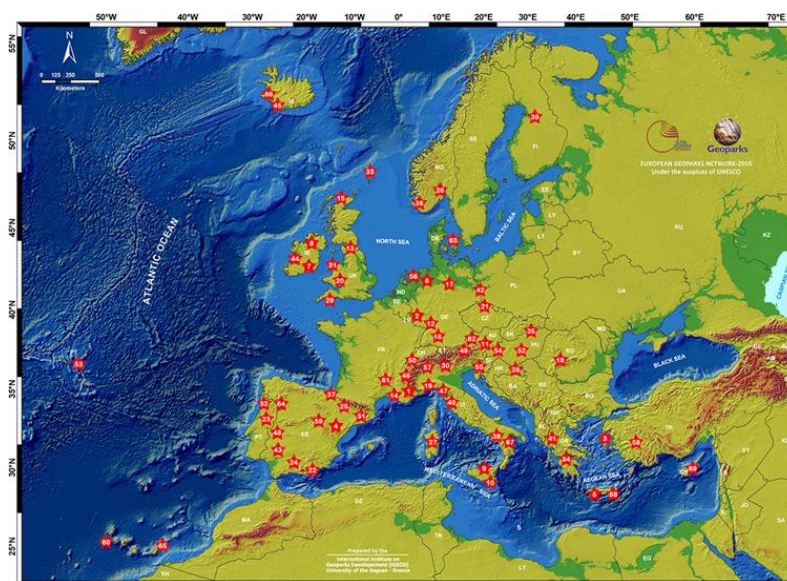
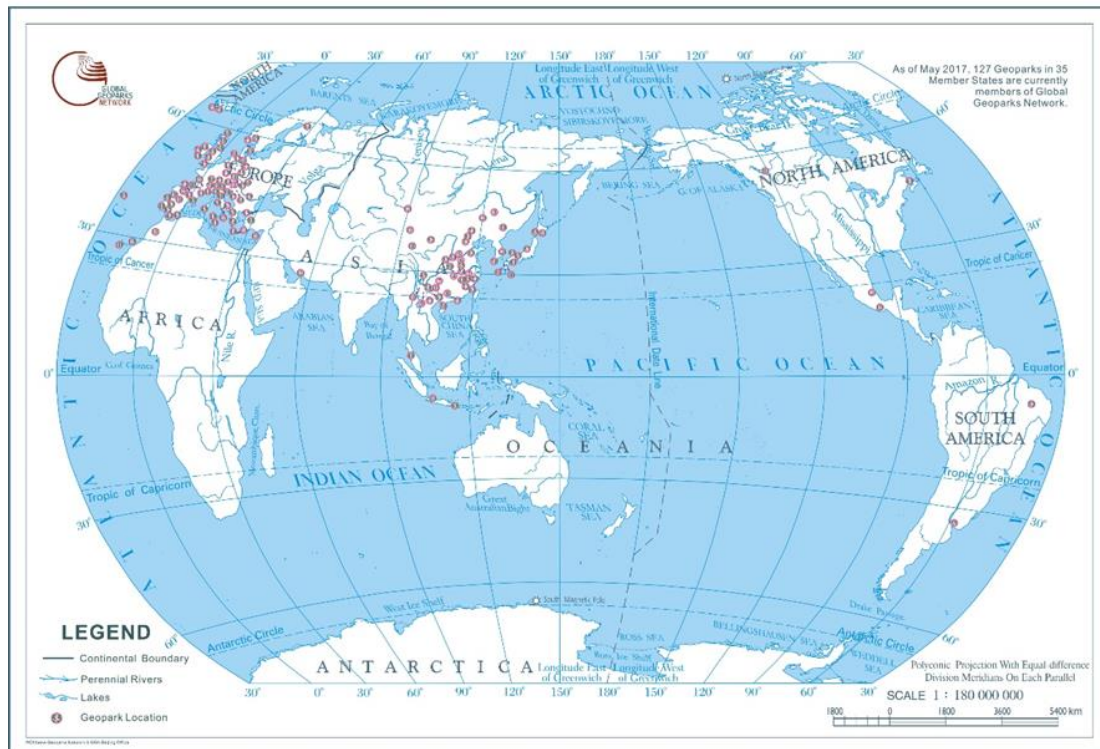


Figura I-1 Distribuição dos membros da EGN (Rede Europeia da Geoparques) (retirado do site http://www.europeangeoparks.org/?page_id=168)

O património geológico é constituído por um conjunto de ocorrências de natureza geológica a que chamamos geodiversidade. Estas ocorrências podem ser observadas e estudadas em locais designados por geossítios e, os mais significativos, por geomonumentos. Estes narram partes importantes da história da Terra e constituem georrecurso culturais não renováveis, daí a necessidade da sua conservação.



审图号: GS (2008) 1895 号

2012年5月

Figura 1-2 Distribuição dos membros da GGN (Rede Global de Geoparques) (retirado do site <http://www.globalgeopark.org/homepageaux/tupai/6513.htm>)

No ano de 2015, em Paris, na Conferência Geral da Unesco, foi aprovado o novo “Programa Internacional Geociências e Geoparques” e a designação “Geoparque Global da UNESCO” (UNESCO Global Geopark) como forma de reconhecer a importância de conservar e gerir sítios e paisagens de importância geológica internacional (património geológico) de forma holística e em benefício das comunidades onde se encontram. Foi ainda conferido aos Geoparques Globais um estatuto idêntico ao do Património Mundial e Reservas da Biosfera (Brilha, 2015).

Os Geoparques Globais da UNESCO são territórios com alguma expressão territorial, com limites bem definidos e cujo património geológico é fundamental conhecer, promovendo, para além da conservação da herança geológica, a educação e o geoturismo, numa estratégia de desenvolvimento sustentado. Por esta razão, a promoção dos aspetos culturais, históricos, ecológicos e arqueológicos é também de primordial importância para os geoparques (Zouros, 2004; Rocha, 2015; Brilha, 2015). A sua gestão deve, portanto, basear-se no seu uso sustentável, procurando conciliar as expectativas de desenvolvimento económico das comunidades locais com o fomento de comportamentos e atitudes de responsabilidade e respeito pelo património geológico (Pacheco, 2012). Deve ainda, transformando os patrimónios e as memórias a eles associados em produtos turísticos, gerar atividade económica com impacto direto na melhoria do ambiente natural e das condições de vida das populações, fortalecendo a identificação das mesmas com os objetivos fundamentais de desenvolvimento de um geoparque (Vasquez, 2010) e num

espírito de complementaridade com os outros membros da Rede Global de Geoparques da UNESCO.

Em Portugal existem atualmente quatro Geoparques Globais da UNESCO: Naturtejo, Arouca, Açores e Terras de Cavaleiros. Encontra-se, também, em processo de candidatura o Geoparque da Serra da Estrela (Geopark Estrela).

I.4.2 Geoparque Arouca

Em 2006 foi apresentado o projeto de candidatura do “Geoparque Arouca” (Sá *et al.* 2006) na Conferência Internacional de Geoparques, em Belfast, na Irlanda do Norte.

Em agosto de 2008, foi apresentada a candidatura do Geoparque Arouca à Rede Europeia de Geoparques (EGN) tendo esta candidatura recebido o aval do Grupo Português da ProGEO (Associação Portuguesa para a Conservação do Património Geológico), da Comissão Nacional da UNESCO e da Coordenação Nacional do Programa MAB – O Homem e a Biosfera. Em abril de 2009, o Geoparque Arouca tornou-se então membro da Rede Europeia de Geoparques (EGN) e da Rede Global de Geoparques (GGN) (Vasquez, 2010).

Este projeto tem os seus objetivos bem definidos e traçados, sendo eles os seguintes:

1. Conhecer e conservar o património geológico da região de Arouca, reconhecido pela Câmara Municipal como uma mais-valia importante para o Concelho;
2. Promover e valorizar este património junto das populações locais e do grande público;
3. Sensibilizar a população escolar para a importância do património geológico no âmbito da conservação da natureza;
4. Promover um turismo sustentável de qualidade, suportado nos valores naturais e culturais da região, englobando as múltiplas atividades turísticas em curso;
5. Potenciar o desenvolvimento de atividades económicas tradicionais relacionadas com o património natural;
6. Divulgar um exemplo de boas práticas de cooperação entre a atividade industrial extrativa, o conhecimento científico e a conservação.

Classificado em 2009, desde então, de acordo com Rocha (2015), “o Geoparque Arouca tem-se imposto como um reconhecido bom exemplo na prática de ações de geoconservação, educação para o desenvolvimento sustentável e geoturismo, que se assumem como pilares fundamentais desde conceito de desenvolvimento territorial”.

Como reconhecimento deste trabalho, o “Prémio Geoconservação 2017” foi atribuído à Câmara Municipal de Arouca pela ProGEO Portugal, destacando-se o valor dos “Passadiços do Paiva” e a “Rota dos Geossítios”.

I.4.2.1 Território do Geoparque Arouca

Localizado no distrito de Aveiro, o território do Geoparque Arouca coincide com os limites geográficos do concelho de Arouca. Segundo dados do Plano Estratégico da Associação Geoparque Arouca 2008-2013, é um território com uma baixa densidade populacional e com acessos rodoviários pouco eficientes, considerado interior apesar da proximidade do litoral (Vasquez, 2010).

Conforme Pacheco (2012) “do ponto de vista geológico o geoparque está enquadrado na Zona Centro Ibérica uma das mais internas no Maciço Ibérico. Aqui predominam formações de idade proterozoica e paleozoica, metamorfizadas, deformadas e intruídas por corpos ígneos granitoides que resultam de um conjunto de processos geológicos que, durante o Paleozoico Superior, intervieram na formação de uma cadeia de montanhas, conhecida como a Cadeia Varisca (ou Cadeia Hercínica) (Ribeiro *et al.*1979; Ribeiro, 2006; Dias e Ribeiro, 2013)”. A caracterização geológica é objeto de um tratamento mais aprofundado em capítulo próprio, capítulo III.

O Geoparque Arouca é gerido pela AGA (Associação Geoparque Arouca) e a sua estratégia de desenvolvimento assenta nos 41 geossítios que constituem o Património Geológico da região, inventariados, caracterizados e avaliados como excecional importância científica, didática e turística (Rocha, 2008 e 2015).

I.4.2.2 Associação Geoparque Arouca

A Associação Geoparque Arouca (AGA) foi fundada no dia 9 de junho de 2008, constituindo um corpo social privado sem fins lucrativos que se propõe, entre outras medidas e, de acordo com o plano Estratégico 2009-2013 – Geoparque Arouca a (<http://aroucageopark.pt/pt/quem-somos>):

1. Promover e realizar ações conducentes a um desenvolvimento sustentável do concelho de Arouca e da região, gerindo a área de Geoparque;
2. Promover e valorizar o património cultural e natural;
3. Promover um turismo sustentável;
4. Promover e realizar ações de sensibilização ambiental, animação cultural e turística;
5. Promover e desenvolver formação profissional;
6. Recolher, tratar e divulgar informação sobre os recursos de região;
7. Potenciar o desenvolvimento de atividades económicas e fornecer atividades tradicionais;
8. Realizar ações de proteção, conservação e divulgação do património natural, com ênfase para o património geológico;
9. Prestar serviços aos associados, agentes locais ou outros, assim como comercializar artesanato regional e produtos.

I.4.3 Trabalhos desenvolvidos durante o estágio na AGA

No âmbito deste trabalho nos Passadiços do Paiva, foi também elaborado Protocolo e um Acordo de Estágio entre o Geoparque Arouca e a Universidade de Aveiro. Este acordo de estágio teve como objetivo enriquecer todo o trabalho realizado no contexto desta dissertação, bem como acrescentar experiência profissional ao autor. Para tal, durante a elaboração deste trabalho, foi-me proposto acompanhar diversas atividades do Geoparque Arouca, tendo sido elas as seguintes:

1. 16 de fevereiro de 2017 – Preparação de nódulos de pedras parideiras para “campanha de fertilidade”;
2. 20 e 21 de fevereiro de 2017 – Trabalhos de levantamento da sinalética do Arouca Geoparque;

3. 10 de março de 2017 – Participação no congresso de Jovens Cientistas na Universidade de Coimbra. Presença no *stand* do Geoparque Arouca.
4. 14 a 16 de março de 2017 – Acompanhamento das visitas ao território do Geoparque Arouca no âmbito do Projeto *ERASMUS+*;
5. 23 de março de 2017 – Acompanhamento de uma visita de estudantes seniores de uma Universidade Francesa à Serra da Freita, que teve de ser cancelada devido ao mau tempo. Em alternativa visitaram o Centro de Turismo, Convento de Arouca, “Pedra Má” e Museu Municipal.
6. 24 e 27 de março de 2017 - Trabalhos de levantamento e catalogação da sinalética do Arouca Geoparque (continuação);
7. 30 de maio de 2017 – Participação na atividade *Peddy-Paper* – Geologia urbana com alunos da escola primária de Ponte de Telhe.

I.4.4 Passadiços do Paiva

Com uma distância total de 8,7 km e um âmbito desportivo, cultural, ambiental e paisagístico, os Passadiços do Paiva são uma das mais recentes apostas do Geoparque Arouca (figura I-3). Estendem-se ao longo da margem esquerda de um troço do Rio Paiva, e passam por vários geossítios: Garganta do Paiva (G36); Cascata das Águieiras (G35); Praia Fluvial do Vau (G30) e Falha de Espiunca (G32).

O presente trabalho procura avaliar a estabilidade dos taludes ao longo de aproximadamente 600 metros dos Passadiços de Paiva.



Figura I-3 Passadiços do Paiva (retirada do site <http://www.passadicosdopaiva.pt>)

II. Enquadramento Geral

Neste capítulo caracteriza-se toda a zona estudada, localizando-a geograficamente e climatericamente. De seguida, para uma compreensão mais detalhada de toda a geologia da região é feito o enquadramento geomorfológico e geológico englobando toda a área do Geoparque Arouca.

II.1 Enquadramento geográfico

O concelho de Arouca situa-se no NE do distrito de Aveiro, estando integrado na unidade administrativa da Região de Aveiro (nomenclatura esta que foi modificada em 2015 e pode ser encontrada em trabalhos posteriores a esta data como sub-região Entre-Douro e Vouga). Com 327 km² de área, o concelho de Arouca faz fronteira com os seguintes oito municípios: Castelo de Paiva, Castro Daire, Cinfães, Gondomar, Oliveira de Azeméis, São Pedro do Sul, Santa Maria da Feira e Vale de Cambra (figura II-1).

No que diz respeito aos acessos, é possível chegar a Arouca, a Norte, pela estrada nacional nº224 a partir de Castelo de Paiva e, a Oeste, pela estrada nacional nº326 a partir do Porto, e seguir pela estrada nacional nº326-1 que liga Arouca a Alvarenga. Também é possível vir pela estrada nacional nº225 proveniente de Castro Daire. Partindo de Aveiro é possível chegar a Arouca pela estrada nacional nº109 no sentido Norte e trocando para a estrada nacional nº224 em Estarreja.

O concelho de Arouca tem aproximadamente 24000 habitantes distribuídos por 16 freguesias. A área em estudo neste trabalho encontra-se localizada numa dada extensão, na margem esquerda do Rio Paiva, na extremidade NE da União de Freguesias de Canelas e Espiunca.



Figura II-1 Enquadramento geográfico e administrativo do concelho de Arouca, com concelhos limítrofes (elaborado a partir do Portal SIGA)

A área do concelho de Arouca pode ser consultada nas cartas militares com escala 1:25000 editadas pelo Centro de Informação Geoespacial do Exército, nomeadamente, nas folhas 144 – Canedo (Feira), 145 – Santa Eulália (Arouca) (onde se localiza a zona de estudo), 146 – Tendais (Cinfães), 154 – São João da Madeira, 155 – Arouca e 156 – Reriz (Castro

de Aire). Pode, também, ser consultada nas cartas 13-I – Castelo de Paiva (onde está inserida a zona de estudo), 14-IV – Lamego, 13-II – S. João da Madeira e 14-III S. Pedro do Sul, na escala 1:50000.

O Rio Paiva, com aproximadamente 110 km de extensão, é um afluente da margem esquerda do Rio Douro, fazendo assim parte da Bacia Hidrográfica do mesmo, bem como a grande maioria da área do município de Arouca, à exceção da zona Sul que, devido à serra da Freita, pertence à bacia Hidrográfica do Vouga.

II.2 Enquadramento climatérico

O concelho de Arouca insere-se no Norte Atlântico, assim como a grande maioria do Nordeste Português. O clima apresenta fortes contrastes entre as zonas mais baixas e as zonas mais altas, tanto em termos de temperatura como de precipitação. Segundo o sistema de classificação de Köppen-Geiger, a classificação do clima de Arouca é Csb. Querendo esta classificação indicar que se trata de um clima temperado húmido com verão seco e temperado.

A temperatura média anual do concelho de Arouca é de aproximadamente 14 °C, e a pluviosidade ronda os 1200 mm (<https://pt.climate-data.org/location/54811/>). Janeiro é o mês mais chuvoso e o mês mais seco é o mês de julho. Com a temperatura média mais alta está o mês de agosto, e janeiro com as temperaturas mais baixas (figura II-2).

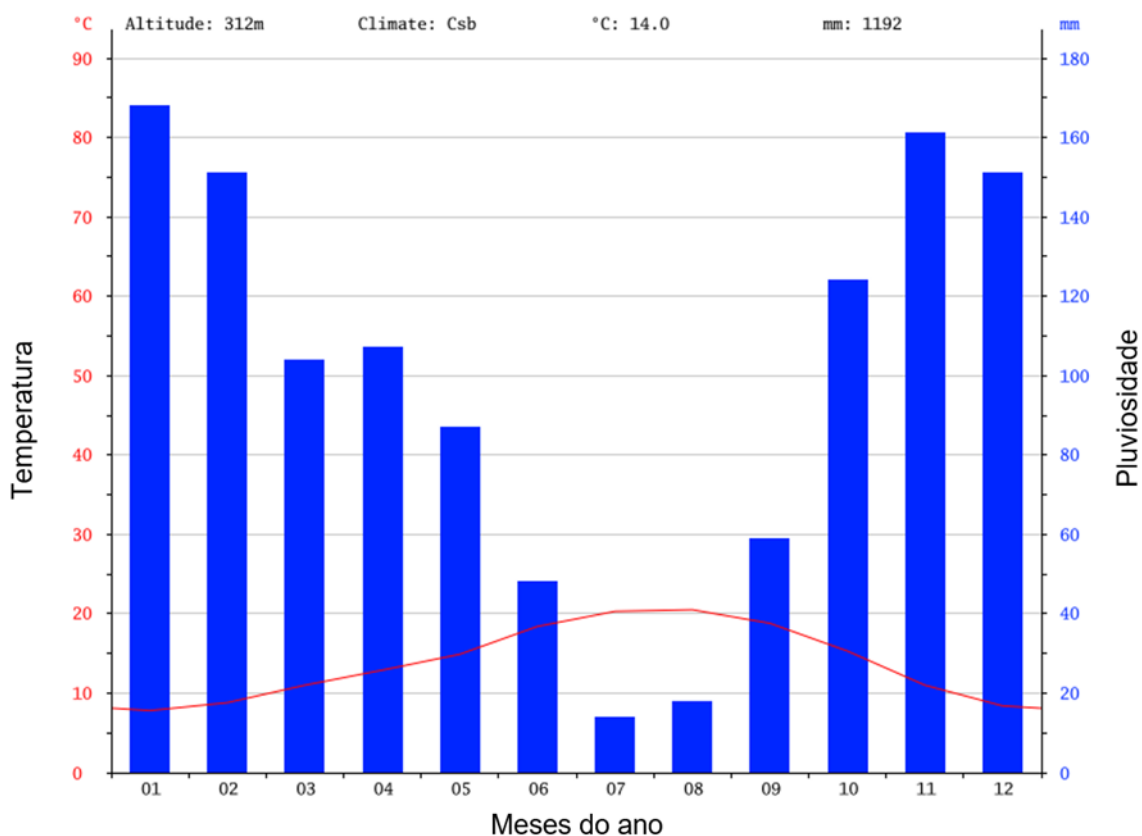


Figura II-2 Valores médios anuais de precipitação e temperatura do concelho de Arouca (retirado de <https://pt.climate-data.org/location/54811/>)

II.3 Enquadramento geomorfológico

O concelho de Arouca é uma zona montanhosa, onde pontuam cristas, escarpas, planaltos cortados por vales profundos e muito encaixados, com altitudes dominantes entre os 200 e os 600 metros, atingindo as superiores a 1000 metros nas serras da Freita e de Montemuro e as inferiores a 200 metros nos vales dos rios Paiva e Arda, onde predominam as rochas metassedimentares e as rochas magmáticas de idade Paleozóica (figura II-3).

Dentro dos limites do concelho de Arouca são identificados três níveis de aplanção, dispostos em degraus, em resultado de três significativos episódios de erosão. O nível mais baixo, com 300-350 metros de altura, ter-se-á formado durante o Pliocénico superior correspondendo a Barreiros e Pala; o nível intermédio, com 600 metros de altura, ter-se-á formado durante o Miocénico inferior, que pode ser observado em Povos, S. João, Souto Redondo e Fuste; e o nível mais elevado, com mais de 1000 metros de altura, originado durante o Paleogénico e pode ser observado no Detrelo da Malhada.

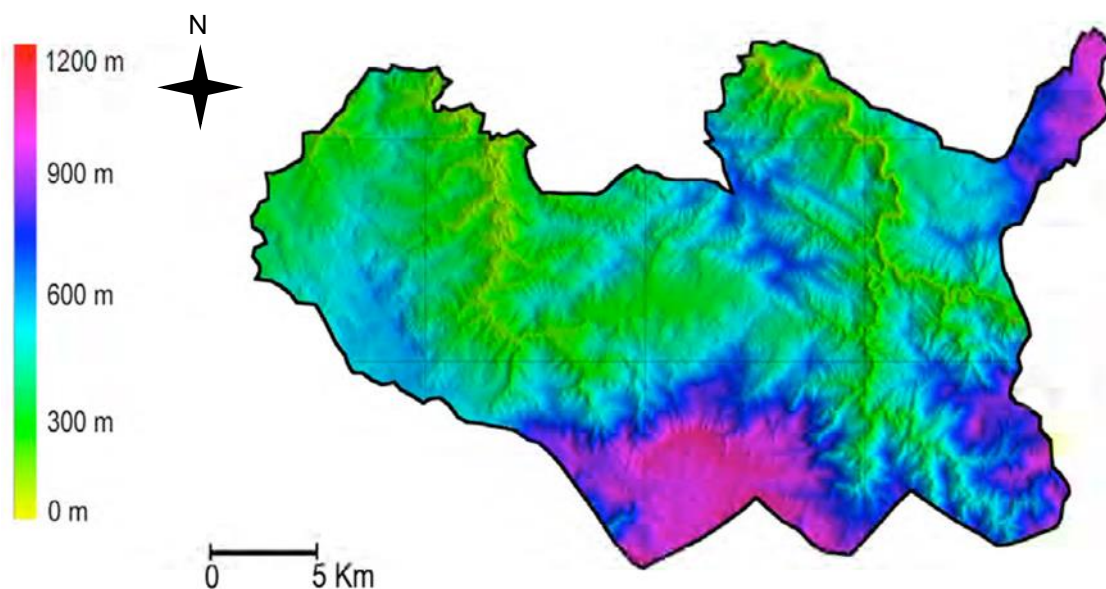


Figura II-3 Mapa hipsométrico do concelho de Arouca (retirado de Sá et al., 2009)

Na região NE, a geomorfologia está relacionada com a existência de rochas quartzíticas do Ordovícico que originaram várias escarpas com orientação NW-SE (Medeiros *et al.* 1964). As duas cristas quartzíticas mais importantes da região são a dos Galinheiros e da Galheira d'Água.

A cotas mais altas a Serra da Freita apresenta-se com uma superfície residual bastante deteriorada salientando-se os pontos mais elevados de Malhada com 1102 metros, Detrelo da Malhada com 1099 metros, Côto do Boi com 1001 metros, S. Pedro Velho com 1077 metros, Serlei com 1091 metros, e Videiro com 1097 metros (Sá *et al.* 2009). Todos estes níveis encontram-se recortados por corredores de erosão, o que implica que, da porção neoplanáltica central apareçam ramificações cada vez mais baixas, apresentando vários degraus ou lombas até às cotas mais baixas, podendo muitos destes degraus, também conhecidos como rechãs, serem usados para a agricultura.

II.4 Enquadramento geológico

O enquadramento geológico do Geoparque Arouca encontra-se, de forma muito completa e pormenorizada nos trabalhos de Rocha (2008) e Sá *et al.* (2005, 2006 e 2008). Partindo destes estudos pode-se afirmar que Arouca se insere, em termos geológicos, na zona morfo-estrutural designada por Zona Centro Ibérica (ZCI). Esta é uma das zonas geotectónicas em que se divide o Maciço Hespérico ou Ibérico (figura II-4).

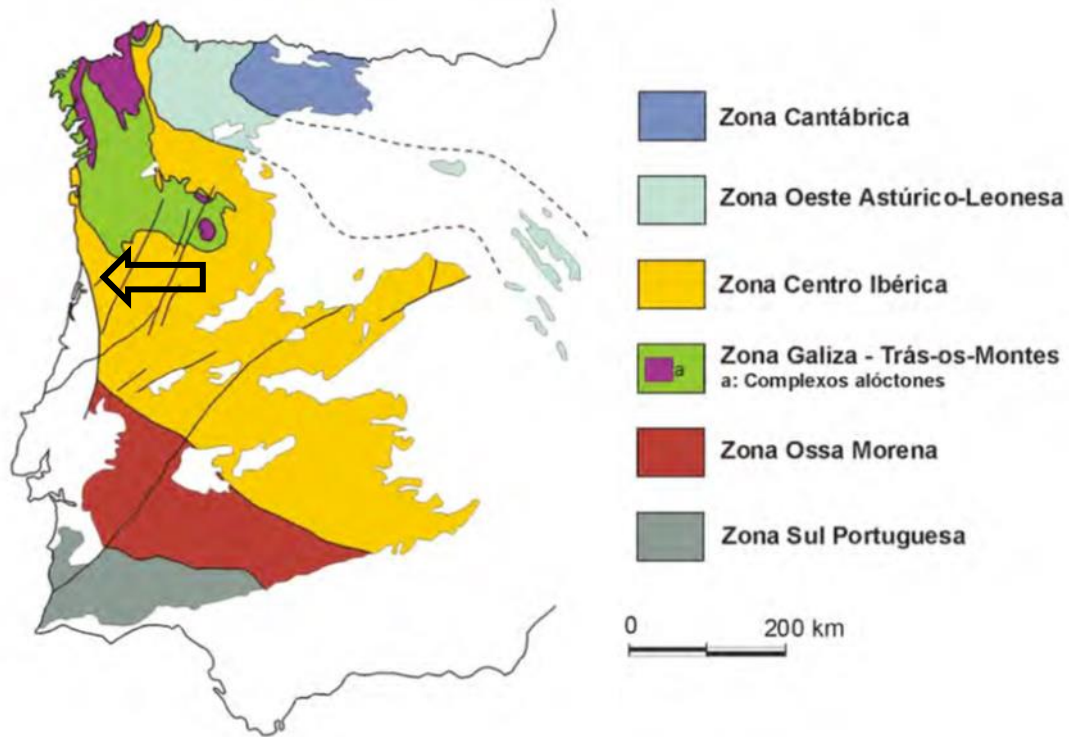


Figura II-4 Zonamento do Maciço Hespérico localizando o concelho de Arouca (adaptado de Gutiérrez-Marco, 2002)

A ZCI divide-se em dois domínios distintos: Domínio do Olho de Sapo e Domínio do Complexo Xisto-Grauváquico. Arouca insere-se no Domínio do Complexo Xisto-Grauváquico (posteriormente designado por Silva *et al.* (1995) como Super-Grupo Dúrico-Beirão) e pode ser consultado nas folhas 13-B (Castelo de Paiva), 13-D (Oliveira de Azeméis), 14-A (Lamego) e 14-C (Castro Daire) da Carta Geológica de Portugal à escala de 1:50000 e respetivas notícias explicativas.

II.4.1 Rochas metassedimentares

Os afloramentos geológicos predominantes na região de Arouca são rochas metassedimentares (figura II-5). Os mais extensos e antigos são constituídos por rochas do Grupo do Douro, uma das grandes unidades litológicas em que se divide o atualmente designado Super-Grupo Dúrico-Beirão (correspondendo ao anteriormente denominado Complexo Xisto-Grauváquico) e são constituídos por “xistos, conglomerados, alguns níveis de grauvaques e rochas carbonatadas”. São também os mais antigos, com uma idade que se situa no Neoproterozóico-Câmbrico Inferior (Rocha, 2008; Sá *et al.*, 2009, com referências prévias). Segundo Valle Aguado (1992) e Valle Aguado e Martínez Catalán (1994) é uma sequência constituída por xistos e quartzo-xistos com intercalações (milimétricas ou centimétricas) de metagrauvaques e, por vezes, também de quartzitos. As intercalações de níveis conglomeráticos predominam na zona NE do concelho e os níveis carbonatados são muito raros e restritos (é conhecida apenas uma intercalação decimétrica a NE do maciço granítico da Serra da Feita) (Rocha, 2008). Os mesmos autores definiram, também, uma unidade inferior, monótona, onde predominam rochas pelíticas quartzosas com intercalações de metagrauvaques, e uma unidade superior que se inicia “com níveis lenticulares de conglomerados, intercalados com metagrauvaques, filitos e xistos argilosos”. Admite-se a natureza turbidítica destes materiais e que a sua deposição aconteceu num “ambiente sedimentar de talude ou leque de dejeção submarina”, sendo dobrados e erodidos, posteriormente, durante as fases Toledânica e Ibérica da Orogenia Caledónica, dando origem a uma descontinuidade (Rocha, 2008; Sá *et al.*, 2009, com referências prévias).

Os materiais do Super-Grupo Dúrico-Beirão foram cobertos ao longo da sucessão ordovícico-carbónica por litologias que afloram ao longo de uma estreita e alongada estrutura da ZCI, conhecida por eixo Valongo-Tamames, com direção NW-SE, localizada na zona NE do concelho (figura II-5), e são constituídos principalmente por quartzitos, xistos ardosíferos e carbonosos com fósseis e metaconglomerados. Esta sequência metassedimentar assenta em discordância sobre os materiais do Super Grupo Dúrico-Beirão (Rocha, 2008; Sá *et al.*, 2009, com referências prévias) com interrupções sedimentares de diferentes amplitudes, resultantes de episódios glaciares e episódios tectónicos a nível regional.

O Ordovícico inicia-se com um movimento transgressivo que se caracteriza pela deposição de sedimentos grosseiros conglomeráticos e areníticos, “numa plataforma extensa, mas pouco profunda” (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2002) resultantes da desagregação dos terrenos emersos do Gondwana.

Na sucessão ordovícico-carbónica foram definidas por Romano e Digens (1974) três formações: Formação Santa Justa, Formação Valongo e Formação Sobrido.

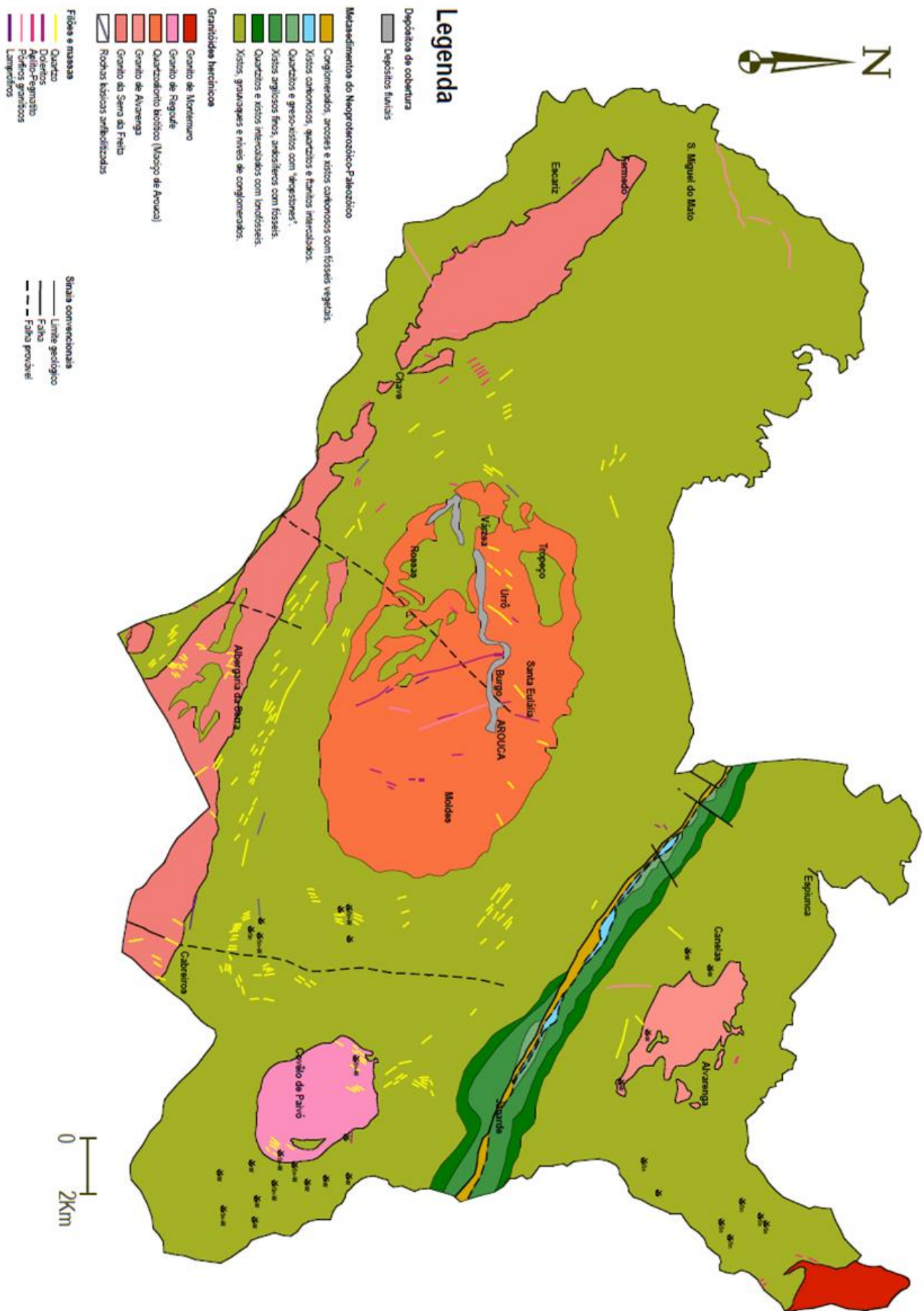


Figura II-5 Carta geológica simplificada do concelho de Arouca (retirado de Rocha, 2008)

A Formação Santa Justa é a formação mais antiga (Arenigiano, Ordovícico Inferior) e corresponde a uma unidade quartzítica. Segundo Medeiros *et al.* (1964 in Sá *et al.*, 2009), os quartzitos são compactos, atravessados por veios de quartzo branco, e alternam com camadas de xistos duros, cinzento-escuros. “A espessura destas camadas oscila entre 100 e 800 m, orientam-se na direção N40°W e inclinam 45° a 85° para NE, apresentando-se verticalizadas em algumas áreas (Medeiros *et al.*, (1964 in Sá *et al.*, 2009). Estas litologias preservam inúmeros icnofósseis (destacando-se as pistas de “Cruziana”) que revelam deposição em ambiente marinho de plataforma pouco profunda (Sá e Gutiérrez-Marco (2006, in Sá *et al.*, 2009). Sobrejacentes e em concordância com os quartzitos da Formação Santa Justa estão as rochas da Formação Valongo (Oretaniano-Dobrotiviano, Ordovícico Médio). Com a subida do nível médio das águas do oceano Rheic, no Ordovícico Médio, ocorreu a deposição, homogénea, de materiais mais finos (siltes e argilas), que originam os xistos argilosos finos, ardosíferos, com fósseis (Medeiros *et al.*, 1964; Sá *et al.* (2005, in Sá *et al.*, 2009), de que é exemplo a louseira de Canelas, de grande e preservada riqueza fóssilífera. De acordo com Sá e Gutiérrez-Marco (2006 in Sá *et al.*, 2009), o depósito/sedimentação destes materiais não foi sempre contínuo. Estes autores referem interrupções sedimentares, resultantes de episódios tectónicos a nível regional e, mais tarde, da glaciação fini-ordovícica que provocou uma descida do nível médio das águas do mar. Após esta grande glaciação depositaram-se areias que vieram a formar os quartzitos da base da Formação Sobrido (Hirnantiano, Ordovícico Superior), paleontologicamente estéreis, que foram cobertos por greso-xistos intercalados por pequenos seixos que se libertaram com a posterior fusão dos icebergs (dropstones).

Com a nova transgressão do mar, assistiu-se à deposição de sedimentos muito finos (argila e sílica coloidal) que originaram os xistos carbonosos do Llandovery (Silúrico Inferior), por vezes intercalados por níveis finos de quartzitos e liditos, onde ficaram preservados fósseis de Graptólitos. Os xistos do Silúrico afloram na região NE de Arouca (figura II-5), ao longo de uma comprida e estreita faixa com direção aproximada de N40°W, com algumas interrupções, e que se estende desde Galinheiros até aos limites do concelho, passando por Paradinha, na margem direita do Paiva (Medeiros *et al.*, 1964 e Piçarra (2006 in Sá *et al.*, 2009)).

De acordo com Sá *et al.* (2009), do Período Devónico, em que ocorreu a descida progressiva do nível do mar devido a fenómenos relacionados com o Orógeno Varisco, não afloram litologias na área do Geoparque Arouca. Isto deve-se a constrangimentos tectónicos relacionados com a estruturação da Bacia Carbonífera do Douro.

Nesta bacia, de natureza límnic, formada no interior das terras emersas, desenvolveu-se, posteriormente, uma vegetação variada e abundante, resultante de um clima quente e húmido, que explica os níveis ricos em carvão. Os materiais deste período, Carbónico continental terminal (Gzheliano, Pennsylvaniano), assentam em discordância sobre as litologias do Ordovícico e do Silúrico (numa faixa que tem início a Este do Porto até S. Pedro do Sul, mas com interrupções) e caracterizam-se pela ocorrência de xistos com fósseis de vegetais, arenitos e um espesso conglomerado. Alternando com os xistos encontram-se estreitas camadas de carvão, que foi explorado nas minas do Pejão no concelho de Castelo de Paiva (Sá *et al.*, 2009), com referências prévias). Os terrenos carboníferos têm pouca representatividade no concelho de Arouca, devido a um estreitamento da faixa. Os materiais aflorantes são constituídos principalmente por xistos argilosos, negros e fóssilíferos, alternando com grés, psamitos e conglomerados. Estes últimos são polimíticos com uma matriz greso-xistosa. Os clastos compreendem xistos argilosos, xistos, filitos e quartzitos derivados tanto do Ordovícico como das unidades do Super-Grupo Dúrico-Beirão e ainda granitos e granodioritos de grão médio. (Sá *et al.*, 2009), com referências prévias).

II.4.2 Rochas magmáticas

As rochas metassedimentares (neoproterozóicas e paleozoicas) foram intruídas por corpos granitoides que se instalaram durante as fases de plutonismo/magmatismo da Orogenia Varisca. (Rocha, 2008; Sá *et al.*, 2009, com referências prévias). Foi apenas a ação da terceira fase de deformação que ficou impressa nesses corpos granitoides.

Ferreira *et al.* (1987), subdividiram os granitoides variscos em quatro grupos: pré-orogénicos, ante-F3, sin-F3 e tardi- a pós-orogénicos.

Os primeiros granitoides sin-orogénicos a instalarem-se, os ante-F3, correspondem a granitos de duas micas ou biotíticos com restites; os posteriores, granitoides sin-F3, poderão corresponder tanto a granitoides biotíticos com plagioclase cálcica e seus diferenciados, como a granitos de duas micas ou biotíticos com restites (Azevedo e Valle Aguado, 2013).

Destes corpos granitoides variscos, destacam-se o Granito da Serra da Freita, o Granito Nodular da Castanheira (mais conhecido por “Pedras Parideiras”), os microgranitos alcalinos com pegmatitos e quartzo associados, o Granito de Alvarenga, o Maciço de Arouca (quartzodiorito biotítico), o Granito de Regoufe e o Granito de Montemuro (Mancha Cinfães-Alhões) (figura II-5).

Segundo Ferreira *et al.* (1987), os granitoides tardi- a pós-orogénicos são mineralogicamente bastante homogêneos, sendo biotíticos com plagioclase cálcica, ocasionalmente hornblenda, de origem profunda, “provavelmente resultado da fracionamento de um magma básico empobrecido em terras raras” e ter-se-ão instalado no Carbónico terminal ou até no Pérmico, segundo um modelo distinto dos granitoides sin-orogénicos, mas controlados ainda pela tectónica varisca.

Dos granitoides tardi- a pós-orogénicos destacam-se, na área do Geoparque Arouca: os filões de quartzo, de aplito e de pegmatito associados, os pórfiros granitoides, os doleritos e os lamprófiros (figura II-5).

À instalação de magmas que originaram os corpos granitoides, no final do Paleozoico, encontram-se associadas a generalidade das mineralizações que foram intensamente exploradas, como o antimónio, o ouro, o estanho, o volfrâmio ou o chumbo, maioritariamente associados a filões de quartzo. Estes locais foram propícios à abertura de minas que remontam ao tempo dos romanos (por ex. de ouro, Gralheira d'Água) e, mais recentemente, a “febre do volfrâmio” deu origem a explorações mineiras, por exemplo, Regoufe, Rio de Frades, Pena Amarela e Alvarenga.

II.4.3 Rochas sedimentares

As rochas sedimentares são as mais recentes, todas elas com menos de 2 Ma, e as que têm menor expressão cartográfica (figura II-5). Estas rochas resultaram da erosão das anteriores e da acumulação de depósitos fluviais, aluviões e eluviões durante o Pleistocénio.

Os depósitos de terraços fluviais estão presentes sobretudo nas margens meandrizadas do rio Paiva (Medeiros *et al.* (1964); Pereira *et al.* (1980 in Sá *et al.*, 2009) em dois tipos de terraços: uns elevam-se 10-15 m acima do leito do rio Paiva e são constituídos por calhaus soltos, mal calibrados e pouco selecionados onde predominam clastos de quartzitos, de quartzo e de grauvaques; outro depósito a 30-40 m acima do rio encontra-se consolidado com alguns calhaus grosseiros, aglutinados por cimento argilo-ferroginoso. Também existem alguns amontoados de calhaus rolados sobretudo de quartzito e quartzo, a menos de 20 m acima do leito do rio.

Os depósitos de fundo de vale, aluviões e eluviões atuais preenchem o fundo dos vales do Arda e Caima e são aproveitados como terrenos de cultivo. São constituídos por terras argilosas, arenosas e, mais raramente, por cascalhos (Pereira *et al.* (1980 in Sá *et al.*, 2009).

Toda esta riqueza geológica e geodiversidade singular permitem a criação dos vários geossítios e o aparecimento de uma igualmente singular biodiversidade, justificando assim a existência do Geoparque Arouca.

III. Revisão da Literatura

Neste capítulo serão abordados os aspectos fundamentais para conhecer e compreender as características e comportamento dos maciços rochosos presentes na área de estudo. Para tal, é necessário conhecer o tipo de maciço em causa. Posteriormente, é fundamental tentar avaliar as suas propriedades mecânicas para verificar a estabilidade e possíveis roturas associadas. Após uma completa compreensão das características, segue-se o tipo de medidas de reabilitação a aplicar consoante a necessidade e, mais tarde, a sua monitorização. A esta disciplina de estudo chama-se mecânica das rochas. O objetivo da mecânica das rochas é conhecer e prever o comportamento dos maciços rochosos perante a atuação de forças internas e externas que lhe são exercidas através de qualquer atividade humana ou natural.

III.1 Introdução

As massas rochosas aparecem, na maioria dos casos, afetadas por descontinuidades ou superfícies de fraqueza que separam os blocos da matriz rochosa, ou rocha intacta, constituindo, em conjunto, os maciços rochosos. Estes dois parâmetros são objeto de estudo da mecânica das rochas, mas são principalmente as descontinuidades que acabam por determinar o comportamento do maciço rochoso. A caracterização dos maciços rochosos e o estudo do seu comportamento mecânico e deformação são complexos devido à grande variabilidade das características e propriedades que apresentam e ao grande número de fatores que condicionam (Vallejo *et al.*, 2002).

O conhecimento das tensões e das deformações que o material rochoso pode suportar permite avaliar o seu comportamento mecânico e dimensionar estruturas e obras de engenharia. A relação entre estes parâmetros descreve o comportamento dos diferentes tipos de rochas e maciços rochosos, que dependem das propriedades dos materiais e das condições a que estão submetidos na natureza.

O estudo da estrutura geológica e das descontinuidades é um aspeto fundamental para perceber o comportamento dos maciços rochosos. Os planos de descontinuidades preexistentes controlam os aspetos de deformação e rotura destas massas rochosas a cotas superficiais, onde se desenvolve a grande maioria da atividade humana.

III.2 Descontinuidades

Os maciços rochosos estão fortemente condicionados pelas superfícies ou planos de descontinuidades que caracterizam as suas propriedades e comportamento. As superfícies de descontinuidades, como o próprio nome indica, forçam um comportamento descontínuo e anisotrópico da massa de rocha. Este comportamento descontínuo favorece um comportamento mais suscetível a deformações e conseqüentemente a uma maior instabilidade.

III.2.1 Influência das descontinuidades no maciço rochoso

A maioria dos maciços rochosos, em particular aqueles que surgem junto à superfície, comporta-se como descontínuo, com as descontinuidades a controlarem o seu comportamento mecânico. Logo, é imperativo que tanto a estrutura do maciço rochoso como a natureza das descontinuidades sejam cuidadosamente descritas assim como a litologia das mesmas. Estes parâmetros que possam ser usados em qualquer tipo de análise de estabilidade devem ser quantificados assim que possível.

Segundo dados obtidos por Kley e Lutton (1967) e mais tarde complementados por Ross-Brown (1973) e referidos por Hoek e Bray (1981), enquanto muitos taludes são estáveis a ângulos elevados e a alturas bastante altas, outros taludes pouco inclinados falham com alturas mais baixas. Estas diferenças devem-se ao facto de a estabilidade dos taludes variar com a direção e inclinação das descontinuidades, como planos de falhas, estratificação e superfícies de contacto litológico no interior do maciço rochoso. Quando estas descontinuidades são verticais ou horizontais, o simples deslizamento pelos planos pode não ocorrer e a rotura do talude terá de envolver fratura de rocha intacta. Por outro lado, quando o maciço rochoso contém descontinuidades voltadas para a face do talude com ângulos entre 30° e 70°, o deslizamento pode acontecer e a estabilidade do talude fica significativamente comprometida, ao contrário dos que só têm descontinuidades verticais ou horizontais.

Claramente a presença, ou ausência, de descontinuidades tem um papel muito importante na estabilidade dos taludes e a deteção destas características geológicas é um dos pontos mais críticos na sua análise.

III.2.2 Tipos de descontinuidades

O termo descontinuidade refere-se, sem qualquer referência à sua génese, a qualquer plano de separação da rocha dentro do maciço rochoso. Relativamente à sua génese, estas separações podem ser de origem sedimentar, tais como superfícies de estratificação e laminação, diagenético ou tectónico, tais como as diaclases ou falhas. Na tabela III-1 encontram-se discriminados os principais tipos de descontinuidades.

Tabela III-1 Tipos de descontinuidades (adaptado de Vallejo et al., 2002)

Descontinuidades	Sistemáticas	singulares
Planares	- Diaclases	
	- Planos de estratificação	- Falhas
	- Planos de clivagem	
	- Planos de xistosidade	-Discordâncias
	- Foliação	
Lineares	- Intersecção de descontinuidades planares	- Eixos de dobras

III.2.3 Parâmetros que caracterizam as descontinuidades

Na descrição das diferentes famílias de descontinuidades de um maciço rochoso incluem-se as seguintes características e parâmetros geométricos: orientação, espaçamento, continuidade, rugosidade, abertura, preenchimento, infiltrações e resistência ao corte. Alguns deles, como a rugosidade, abertura e resistência determinam o comportamento mecânico e a resistência dos planos de descontinuidade.

III.2.3.1 Orientação

A orientação, ou atitude, de uma descontinuidade no espaço é descrita pela direção e inclinação, sendo obtida com recurso a uma bússola de geólogo. Assumindo a descontinuidade como um plano, a direção é o ângulo que uma linha horizontal define com o Norte. Já a inclinação é o ângulo que o plano horizontal faz com a linha de maior inclinação do plano da descontinuidade. Para se representar a atitude das descontinuidades existem duas notações principais: convenção europeia, onde se indica o azimute da inclinação seguida do ângulo de inclinação do plano, por exemplo, 50/135; ou a convenção americana, onde se indica a direção do plano seguida do pendor da inclinação, por exemplo, N45°E; 50°SE. Exemplos estes representados esquematicamente na figura III-1.

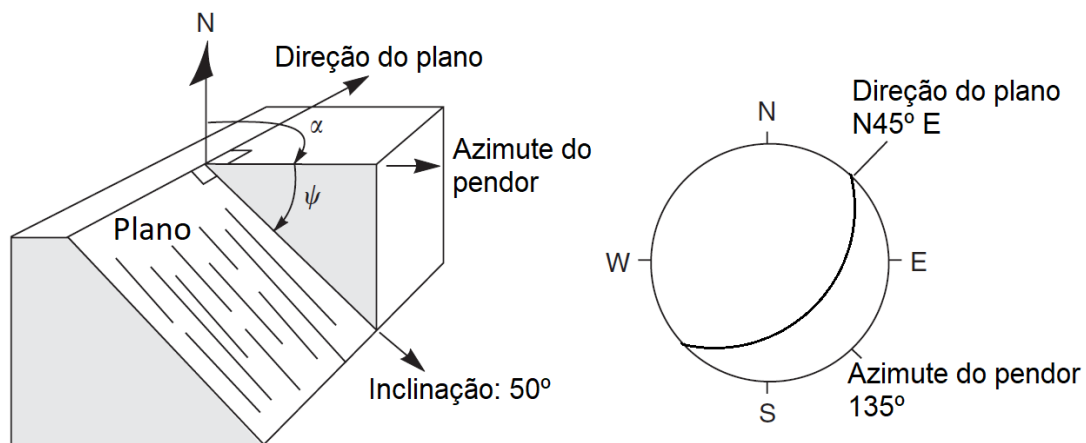


Figura III-1 Terminologia para definir a orientação das descontinuidades (adaptado de Wyllie e Mah, 2004)

É conveniente medir um grande número de orientações de descontinuidades presentes no talude para se poder definir com rigor cada família. Existem diferentes representações gráficas que se podem obter com a orientação média das várias famílias:

1. Projeções estereográficas dos polos de todos os planos medidos no campo;
2. Diagramas de contornos, ou de isodensidades, onde visualmente se consegue individualizar cada família de descontinuidades e saber a atitude média de cada uma delas;
3. Diagramas de rosas que exibem a frequência de planos para uma dada orientação;
4. Blocos diagrama permitindo uma visão geral das famílias e suas orientações;
5. Símbolos em mapas geológicos indicando a sua localização e valores médios para diferentes descontinuidades medidas.

No presente trabalho serão apenas utilizadas as projeções estereográficas, diagramas de contornos e diagramas de rosas.

III.2.3.2 Espaçamento

O espaçamento das descontinuidades é a distância, medida na perpendicular, entre dois planos de descontinuidades sucessivos, considerados da mesma família. O espaçamento entre as descontinuidades adjacentes controla fortemente o tamanho individual de cada bloco de rocha intacta. Várias descontinuidades muito próximas umas das outras tendem a imprimir um caráter de baixa coesão ao maciço rochoso, enquanto as descontinuidades

mais espaçadas oferecem condições mais prováveis de “bloqueio” desses mesmos blocos. Estes efeitos estão também dependentes da persistência (ou continuidade) dos planos de descontinuidades individualmente (parâmetro esse abordado no próximo ponto).

Em casos muito particulares, um espaçamento muito pequeno pode alterar o modo de rotura do talude de planar para circular com espaçamento excepcionalmente baixo, a orientação oferece pouca importância e a rotura pode ocorrer por rotação ou rolamento de pequenos blocos. No caso da orientação, a importância do espaçamento aumenta quando outras condições para a deformação estão presentes, por exemplo, baixa resistência ao cisalhamento e um número suficiente de descontinuidades para o deslizamento ocorrer (ISRM, 1978). É o que acontece num maciço rochoso muito fraturado, com espaçamento entre fraturas muito pequeno, acabando por mecanicamente se comportar como um solo.

O espaçamento, de uma maneira geral, também influencia a permeabilidade do maciço rochoso. Quanto maior for o espaçamento entre as descontinuidades, menor é a sua permeabilidade. O espaçamento pode ser descrito conforme a tabela III-2 (ISRM, 1978).

Tabela III-2 Classes de espaçamento (ISRM, 1978)

Descrição	Espaçamento (mm)
Extremamente próximas	<20
Muito próximas	20 – 60
Próximas	60 – 200
Moderadamente próximas	200 – 600
Afastadas	600 – 2000
Muito afastadas	2000 – 6000
Extremamente afastadas	>6000

III.2.3.3 Continuidade

A continuidade, ou persistência, pode ser definida como a extensão superficial visível do plano de descontinuidade, medida em metros, ao longo do maciço rochoso. É um dos parâmetros mais importantes, mas também um dos mais difíceis de se obter no campo. Em áreas pouco arborizadas, a análise da fotografia aérea permite definir este parâmetro. Uma família de descontinuidades será normalmente mais contínua do que outra dada família. As famílias com menores continuidades têm, portanto, tendência a terminar quando se cruzam com outras descontinuidades.

No caso dos taludes é de elevada importância averiguar a persistência das descontinuidades orientadas para a instabilidade. A continuidade também tem um papel de relevo importante na permeabilidade do maciço rochoso, visto que este parâmetro influencia a interseção, ou não, das descontinuidades e, conseqüentemente, faz variar a conectividade hidráulica (Hoek e Bray, 1981). A continuidade pode ser qualificada segundo ISRM (1981) conforme a tabela III-3.

Tabela III-3 Valores de continuidade (adaptado de ISRM, 1981)

Continuidade	Comprimento (m)
Muito baixa continuidade	<1
Baixa continuidade	1 – 3
Continuidade média	3 – 10
Muito continua	10 – 20
Elevada continuidade	>20

III.2.3.4 Rugosidade

Em termos gerais, a rugosidade das discontinuidades pode ser caracterizada tendo em conta duas escalas. Uma escala maior, em sentido amplo, que se refere à ondulação da superfície de discontinuidade e uma escala menor, referente às pequenas irregularidades dos planos (Patton, 1966 e Patton e Deere, 1971). Normalmente são referidas como de 1ª e 2ª ordem respetivamente. Por regra, quando mais rugosa a superfície das discontinuidades maior a resistência do maciço rochoso. A quantificação deste parâmetro pode ser obtida através de padrões de auxílio de rugosidade como mostra a figura III-2. No presente trabalho a rugosidade foi avaliada visualmente com o auxílio destes perfis.

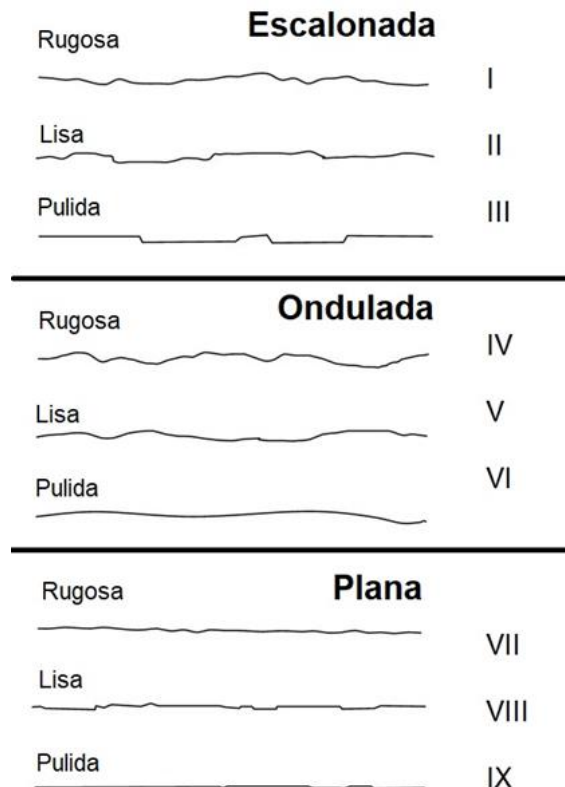


Figura III-2 Perfis de rugosidade (adaptado de Vallejo et al., 2002)

III.2.3.5 Abertura

A abertura define-se com a distância, medida na perpendicular, entre as duas faces da mesma discontinuidade em que o espaço está preenchido por ar ou água. No caso de a abertura estar preenchida por outro material como, por exemplo, terra ou argila, esta distância passa a ser denominada de largura.

Na maioria dos maciços rochosos subsuperficiais, as aberturas são diminutas não atingindo mais do que meio milímetro, comparadas com as aberturas à superfície que podem mesmo atingir vários metros. A menos que as discontinuidades sejam excepcionalmente lisas e planares, as aberturas com menos de 1 milímetro, não terão significância no comportamento mecânico do maciço rochoso. No entanto, a abertura e rugosidade das discontinuidades afeta diretamente a conectividade hidráulica do maciço (Tatone e Grasselli, 2012), modificando as tensões efetivas que são exercidas nas paredes

das superfícies de descontinuidade. ISRM propõe a classificação apresentada na tabela III-4.

Tabela III-4 Descrição da abertura (adaptado de ISRM, 1981)

Abertura (mm)	Descrição	
<0,1	Muito apertada	
0,1 – 0,25	Apertada	Fechada
0,25 – 0,5	Parcialmente aberta	
0,5 – 2,5	Aberta	
2,5 – 10	Moderadamente aberta	Aberta
>10	Larga	
10 – 100	Muito larga	
100 – 1000	Extramente larga	Muito aberta
>1000	Cavernosa	

III.2.3.6 Preenchimento

Preenchimento é o termo usado para descrever o material que possa estar no espaço entre as descontinuidades, espaço esse chamado de largura, como referido no ponto anterior. Devido a diversas variedades de ocorrências, as descontinuidades preenchidas apresentam um vasto leque de comportamentos mecânicos, em particular referentes à sua resistência ao corte, deformabilidade e permeabilidade. Estes diferentes comportamentos mecânicos que o maciço rochoso acaba por experimentar dependem do comportamento mecânico do material de preenchimento. O comportamento a curto ou a longo prazo pode ser bastante diferente, podendo facilmente induzir em erro as condições favoráveis a curto prazo (ISRM, 1981).

Vallejo *et al.* (2002) refere as principais características a ser descritas no afloramento como sendo:

1. A sua largura;
2. A descrição do material de preenchimento e a identificação do mesmo;
3. A resistência medida através do uso do esclerómetro (martelo de *Schmidt*);
4. O grau de humidade e uma estimativa da permeabilidade do material;
5. O deslocamento por corte a favor do material, no caso de ser possível o seu reconhecimento.

III.2.3.7 Infiltrações

As descontinuidades, no caso de se encontrarem preenchidas ou não, são zonas preferenciais de passagem de água, conhecida como permeabilidade secundária, ainda que certas rochas apresentem também permeabilidade através da matriz rochosa, conhecida como permeabilidade primária.

Para se descrever a percolação de água nas descontinuidades deve-se recorrer à tabela III-5.

Tabela III-5 Descrição das infiltrações em descontinuidades (adaptado de ISRM, 1981)

Classe	Descontinuidades sem preenchimento	Descontinuidades com preenchimento
I	Fenda muito plana e fechada; aparece seca e não parece possível que circule água	Material de preenchimento muito consolidado e seco; não é possível o fluxo de água
II	Fenda seca sem evidências de fluxo de água	Material de preenchimento molhado, mas sem água livre
III	Fenda seca, mas com evidência de ter circulado água	Material de preenchimento molhado com gotejar ocasional
IV	Fenda húmida, mas sem água livre	Material de preenchimento onde se observa fluxo de água contínuo (estimar caudal)
V	Fenda com água; gotejar ocasional, mas sem fluxo contínuo	Material de preenchimento localmente lavado; fluxo de água considerável segundo canais preferenciais (estimar caudal e pressão)
VI	Fenda com fluxo contínuo de água (estimar caudal e pressão)	Material de preenchimento completamente lavado (pressão de água elevada)

III.2.3.8 Resistência ao corte

As forças compressivas que atuam num maciço rochoso e que afetam as paredes das descontinuidades são uma importante componente da resistência ao corte e deformabilidade, especialmente se as paredes estiverem fechadas, existindo assim contato direto entre os dois lados. Os maciços rochosos são frequentemente meteorizados perto da superfície e noutros casos via processos hidrotermais. A meteorização (e alteração) geralmente afeta mais as paredes das descontinuidades do que o interior da rocha em si. Isto resulta numa resistência das paredes mais baixa, comparativamente com o maciço rochoso intacto (ISRM, 1978).

O estudo das descontinuidades é, portanto, muito importante na estabilidade de um talude, pois desempenha um papel muito relevante na resistência através do respetivo ângulo de atrito. No caso de descontinuidades sem preenchimento, o ensaio mais comum para se obter este valor é o *tilt test*.

O ensaio de *tilt test* pode ser realizado num aparelho rotativo e consiste em inclinar uma superfície gradualmente, paralela à descontinuidade, que se encontra inicialmente na horizontal. Nesse plano são então colocados dois blocos cortados por uma superfície preferencial de corte inerente à rocha, estando o bloco inferior fixo e o superior livre para deslizar ao longo do plano de descontinuidade. Assim, com o progressivo aumento da inclinação do plano por ação manual, o bloco solto, superior, pode deslizar sobre o fixo quando o atrito entre os dois blocos for inferior ao peso do bloco solto. Na figura III-3 é possível observar o aparelho para realizar o ensaio de *tilt test*. O ensaio dá-se por concluído quando se observa movimento por parte do bloco solto, medindo-se o ângulo entre o plano inclinado e a horizontal (α), (Muralha, 1991).

O valor do ângulo de atrito (ϕ) é obtido através da seguinte equação:

$$\phi = \arctg(1,115 \times tg(\alpha))$$



Figura III-3 Aparelho para ensaio de tilt test

O ensaio deve ser feito na direção e sentido simulando o movimento que aconteceria no talude que está a ser estudado.

III.3 Fatores de instabilidade de taludes

A estabilidade de um talude é determinada por fatores geométricos, altura e inclinação, fatores geológicos, presença de planos e zonas de fragilidade, fatores hidrogeológicos (presença de água) e fatores geotécnicos, resistência e deformabilidade. A combinação destes fatores pode determinar as condições de ruptura ao longo de uma superfície, e que o movimento de um determinado volume de solo ou rocha seja cinematicamente possível (Vallejo *et al.*, 2002). A possibilidade de ruptura e os mecanismos de instabilidade dos taludes são controlados principalmente pelos fatores geométricos e geológicos, parâmetros esses alvos de estudo no presente trabalho.

Os diferentes processos que provocam a instabilização dos taludes podem-se agrupar em dois grupos: os desencadeantes e os condicionantes, como observável na tabela III-6. Os fatores desencadeantes, que têm em conta o meio envolvente, podem influenciar o material rochoso ao afetar as suas propriedades e características comprometendo o seu equilíbrio. Já os fatores condicionantes são intrínsecos ao maciço rochoso e são suscetíveis de incitar uma possível ruptura.

Tabela III-6 Fatores que influenciam a estabilidade de taludes (adaptado de Vallejo et al., 2002)

Fatores condicionantes	Fatores desencadeantes
Estratigrafia e litologia	Sobrecargas estáticas
Estrutura geológica	Cargas dinâmicas
Condições hidrogeológicas	Alterações nas condições hidrogeológicas
Propriedades física, resistência e deformabilidade	Variações na geometria
Tensões naturais e estado de tensão-deformação	Redução de parâmetros resistentes

A natureza do material que forma o talude está intimamente relacionada com o tipo de instabilidade que este pode sofrer, apresentando as litologias diferentes graus de suscetibilidade potencial antes da ocorrência de deslizamentos ou roturas. As propriedades físicas e resistentes de cada tipo de material, assim como a presença de água, controlam o seu comportamento tensão-deformação e, portanto, a sua estabilidade.

As discontinuidades e toda a estrutura geológica também são um dos fatores mais relevantes no estudo de estabilidade de qualquer talude. A estrutura geológica tem um papel decisivo nas condições de estabilidade do maciço rochoso. A combinação dos elementos estruturais com os parâmetros geométricos do talude e a sua orientação, têm um papel importante. Por exemplo, um talude com orientação para Norte e xistosidade para Este não apresenta os mesmos problemas de estabilidade que um talude e respetiva xistosidade com a mesma orientação.

Os sistemas de discontinuidades distribuídos espacialmente pelo maciço rochoso que definem a estrutura desse mesmo maciço, individualizam blocos mais ou menos competentes de rocha que se mantêm agrupados entre si pelas características e propriedades físicas e resistentes das discontinuidades. A presença de discontinuidades (como superfícies de estratificação, falhas, diaclases entre outros) acarreta comportamentos possivelmente anisotrópicos do maciço rochoso levando à existência de planos preferenciais de rotura.

III.3.1 Mecanismos de rotura

Segundo Carreto (1989), os casos de instabilidade de taludes estão essencialmente relacionados com a litologia, com os planos de discontinuidades, com o grau de meteorização e com o estado hidrogeológico do maciço rochoso. Quando a estabilidade do talude fica comprometida, é possível diferenciar-se duas etapas ligadas a diferentes mecanismos: rotura inicial, demarcando o volume rocha solta e a movimentação desse volume.

Diferentes tipos de taludes estão associados com diferentes estruturas geológicas e, no caso desse talude estar de alguma maneira ligado, direta ou indiretamente, à atividade humana, é imperativo conhecer potenciais problemas de instabilidade que possam ocorrer.

A figura III-4 mostra os quatro principais tipos de rotura que podem ocorrer em maciços rochosos e a respetiva projeção estereográfica das descontinuidades associada mais provável para levar à rotura. A importância da distinção entre os diferentes tipos de rotura deve-se ao fato de as medidas de segurança a aplicar não serem as mesmas para qualquer situação de rotura.

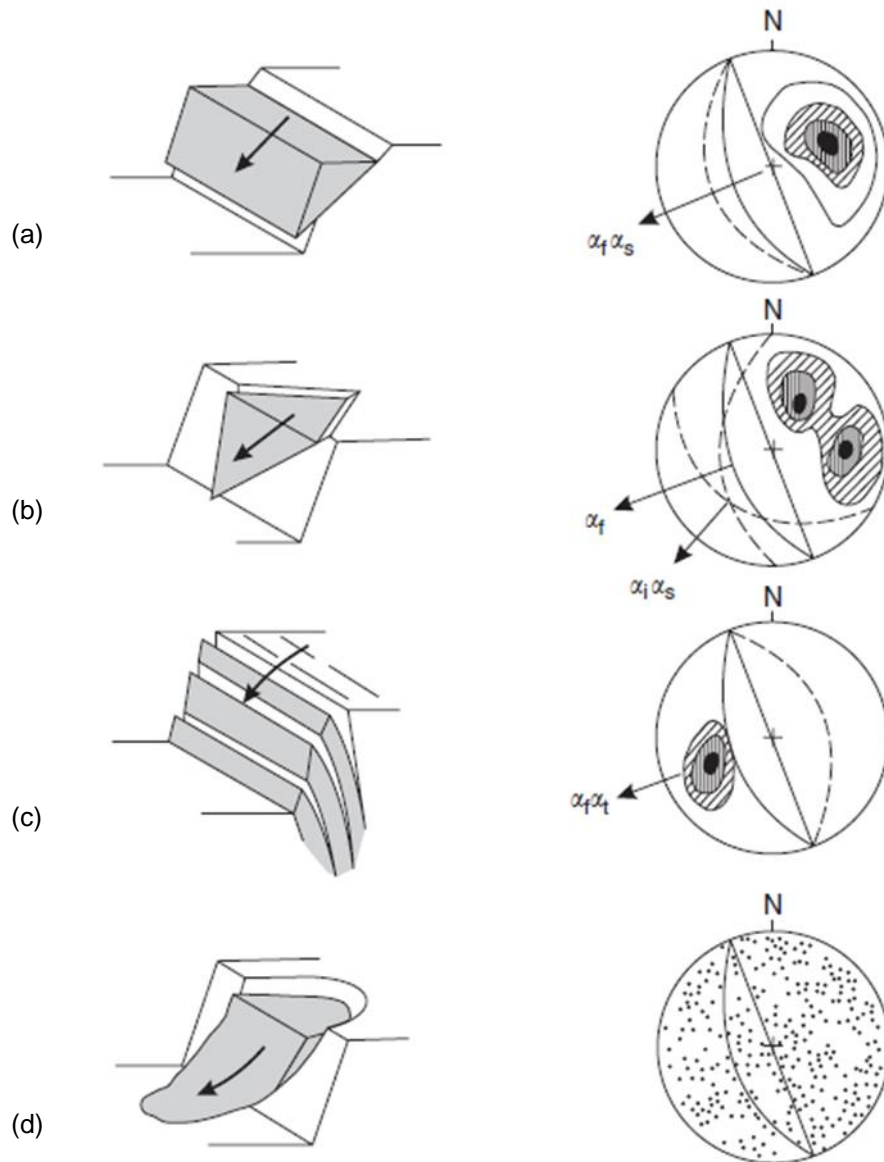


Figura III-4 Principais tipos de roturas em taludes rochosos, e potenciais condições estruturais que as favoreçam: (a) rotura planar; (b) rotura por cunha; (c) rotura por tombamento; (d) rotura circular. (Legenda: α_f – azimute do pendur da face do talude; α_s – direção e sentido do deslizamento; α_t – direção e sentido do tombamento; α_i – azimute do pendur da linha de interseção) (adaptado de Wyllie e Mah, 2004)

III.3.1.1 Rotura planar

Este tipo de rotura é relativamente raro de ocorrer num talude rochoso pois só acontece se todas as condições geométricas necessárias existirem. A rotura por cunha, considerada no próximo ponto, é mais geral e em muitos casos a rotura planar é englobada numa rotura por cunha generalizada, Hoek e Bray (1981). Para que o deslizamento planar ocorra é necessário que as seguintes condições geométricas existam:

1. O plano por onde ocorre o deslizamento tem de apresentar uma direção paralela ou variando no máximo até 20° com a face do talude;
2. O plano de deslizamento deve-se apresentar virado para o exterior do talude, sendo a sua inclinação menor que a da face do talude (figura III-5(a));
3. A inclinação do plano de deslizamento deve ser maior que o ângulo de atrito desse plano (figura III-5(a));
4. Inexistência de confinamento lateral, permitindo o deslizamento gravítico dos blocos deslocados (figura III-5(b)).

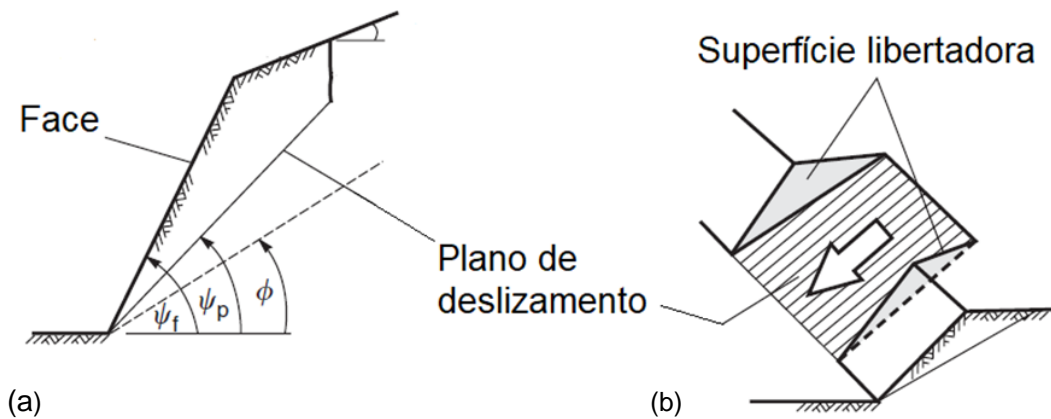


Figura III-5 Geometria de um talude exibindo rotura planar: (a) perfil mostrando o plano de deslizamento, ψ_f – inclinação da face do talude, ψ_p – inclinação do plano de descontinuidade, ϕ – ângulo de atrito; (b) exemplo de superfícies libertadoras (adaptado de Wyllie e Mah, 2004)

Os diferentes tipos de roturas planares dependem da distribuição e características das descontinuidades do talude. Segundo Vallejo *et al.* (2002) as mais frequentes são:

1. Rotura por um plano que aflora na face do talude (figura III-6);
2. Rotura por um plano paralelo à face do talude, por erosão ou perda da resistência da base.

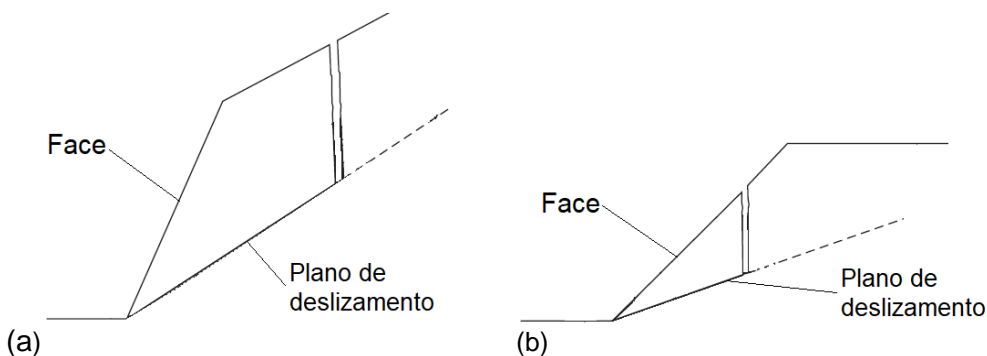


Figura III-6 Tipos de rotura planar (a) rotura na face superior do talude; (b) rotura na face do talude (adaptado de Wyllie e Mah, 2004)

III.3.1.2 Rotura por cunha

Quando duas discontinuidades com pendor oposto se interseam, e a linha resultante está virada para o exterior do talude, o bloco, em forma de cunha, que está pousado nessas discontinuidades vai deslizar para baixo ao longo dessa linha, assumindo que a inclinação da mesma é maior que o ângulo de atrito.

A geometria para que uma rotura por cunha ocorra é definida na figura III-7. Baseado nesta geometria, Hoek e Bray (1981) referem que as condições gerais para haver deslizamento são as seguintes:

1. Dois planos que se interseam vão sempre formar uma linha; numa projeção estereográfica, a linha de interseção é representada por um ponto;
2. A linha de interseção entre as duas discontinuidades tem de ser menos inclinada que a face do talude, e mais inclinada que a média do ângulo de atrito das duas faces de deslizamento;
3. A linha de interseção tem de mergulhar para fora em direção ao exterior da face do talude para o deslizamento ser exequível.

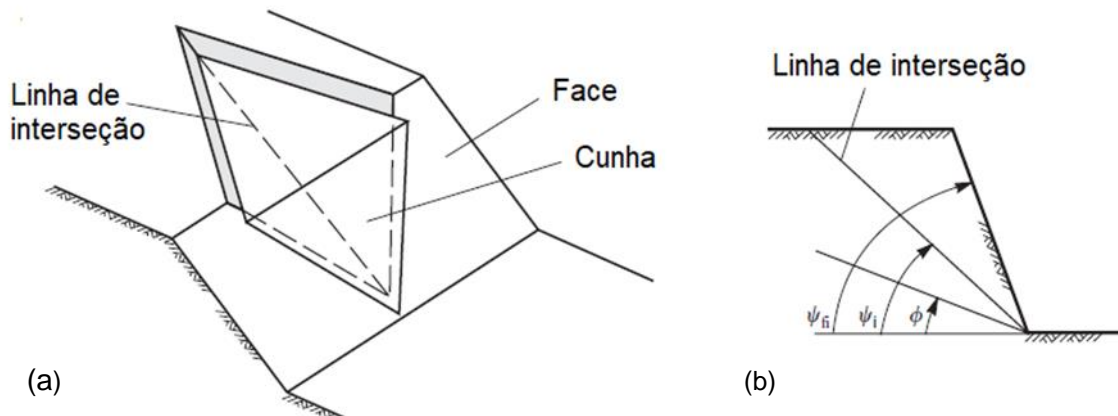


Figura III-7 Condições geométricas gerais para falha por cunha: (a) geometria de rotura por cunha, ψ_f – ângulo de inclinação da face do talude, ψ_i – inclinação da linha de intersecção, ϕ – ângulo de atrito; (b) perfil mostrando a linha de interseção (adaptado de Wylie e Mah, 2004)

De uma forma geral, o deslizamento pode acontecer se a linha de interseção entre as duas discontinuidades formadoras da cunha estiver dentro da zona crítica, assunto esse explicado mais à frente.

III.3.1.3 Rotura por tombamento

Este tipo de rotura acontece quando há descontinuidades com direção paralela, ou próxima, à do talude (desvio máximo de 30° entre ambos os planos, segundo Goodman (1989)). A rotura pode ocorrer com ou sem flexão dos planos de falha, a condição necessária é que os planos de falha, ou estratos, sejam suficientemente alongados, em relação à altura do talude, para poderem, se for o caso, curvar (figura III-8).

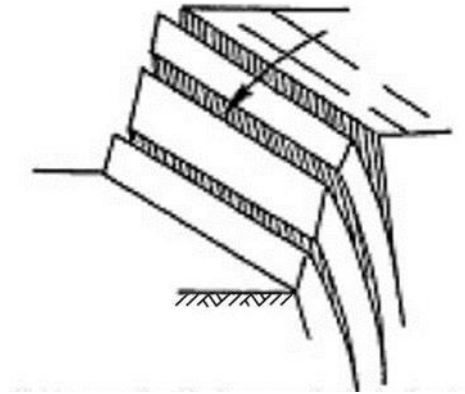


Figura III-8 Descontinuidades que conduzem à rotura por tombamento (adaptado de Goodman, 1989)

Segundo Vallejo *et al.* (2002), as causas para que possa ocorrer rotura por tombamento são:

1. Altura excessiva do talude;
2. Existência de forças externas aplicadas sobre os estratos;
3. Geometria desfavorável dos estratos;
4. Existência de pressão de água sobre os estratos;
5. Concentração desfavorável de tensões.

III.3.1.4 Rotura circular

A rotura circular é típica em maciços rochosos que apresentam blocos de pequenas dimensões comparativamente ao talude, mais comum em litologias brandas, bastante meteorizadas ou fortemente fraturados. Neste último caso o talude apresenta um comportamento isotrópico que é auxiliado pela aleatoriedade da malha de descontinuidades. A superfície de rotura desenvolve-se normalmente a partir de falhas de tração localizadas na parte superior do talude, e desenvolve-se, parcialmente ou não, ao longo de superfícies de descontinuidades (figura III-9).

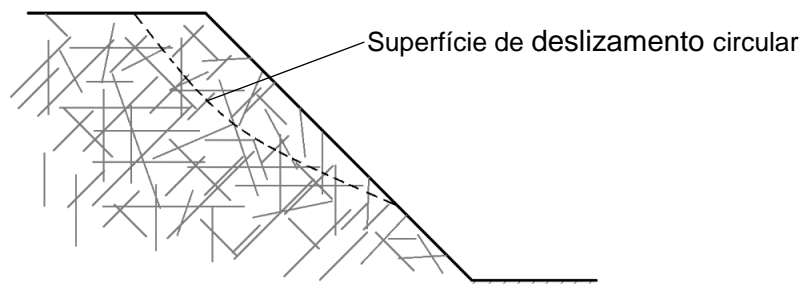


Figura III-9 Perfil de uma rotura circular típica

III.3.2 Análise cinemática

As projeções estereográficas permitem uma análise tridimensional das discontinuidades contidas num maciço rochoso e isto permite a identificação de discontinuidades com possível orientação desfavorável. As análises de projeções estereográficas são frequentemente referidas como análises cinemáticas, onde a análise cinemática é a ciência que examina movimentos ou potenciais movimentos sem considerar as massas e forças envolvidas. Pela análise cinemática é possível identificar potenciais de rotura planar, rotura por tombamento e rotura por cunha, não sendo possível identificar potenciais de rotura circular.

A menos que o maciço rochoso seja severamente fraturado, vários agrupamentos distintos serão óbvios quando as discontinuidades forem traçadas. No entanto, estes agrupamentos de discontinuidades nem sempre são de imediata identificação, sendo preciso recorrer a diagramas de isodensidades, ou também conhecidos como diagramas de contorno, para se obter uma ajuda visual na identificação das famílias de discontinuidades.

Na presente tese de mestrado recorreu-se ao software *RockPack III* para se proceder à análise cinemática da área em estudo. Este programa informático tem como base o teste de Markland, assunto abordado e explicado no próximo ponto.

III.3.2.1 Teste de Markland

Inicialmente proposto por Markland (1972 in Yoon *et al.*, 2002) e refinado por Hocking (1976 in Yoon *et al.*, 2002), este método da análise cinemática destina-se à avaliação da possibilidade de rotura. O conceito base da análise cinética por rotura planar é bastante direta, para isso duas condições têm obrigatoriamente de acontecer.

Primeiro, a discontinuidade tem de ter um ângulo de inclinação maior que o ângulo de atrito. Por outras palavras, o ângulo de atrito é o mínimo valor que a discontinuidade pode ter para que haja deslizamento pelo plano de discontinuidade. No entanto, são ignorados alguns fatores óbvios como a coesão e irregularidades (como a rugosidade) entre as superfícies de deslizamento, daí ser conservadora. Os ângulos de atrito reais podem ser obtidos realizando testes de corte direto nas discontinuidades. Valores de ângulo de atrito para a maioria das rochas competentes estão entre 28 e 32 graus (guia do *RockPack III* e Hoek e Bray, 1981).

A segunda condição para haver deslizamento é que a discontinuidade tenha pendor para a face do talude, ou seja, esteja “virada para fora”. Isto quer dizer que a discontinuidade tem de ter um pendor geral semelhante ao da face do talude, mas menos acentuado. O deslizamento não ocorre se a discontinuidade tiver pendor para o interior do talude, pois fica “presa” nessa posição.

As duas condições descritas anteriormente podem ser representadas numa projeção estereográfica sob a forma de uma zona crítica, como representado na figura III-10. Os pendores vetoriais das discontinuidades, que caem dentro da zona crítica, área apresentada a cinza, têm um ângulo de inclinação maior que o ângulo de atrito da rocha (aqui 28°). Isto é conhecido como o teste de Markland.

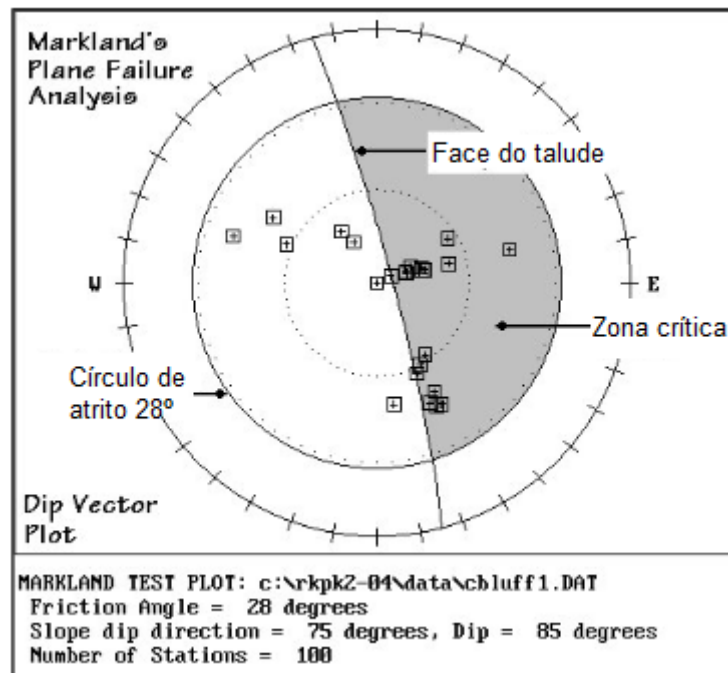


Figura III-10 Teste de Markland para rotura planar usando pendores vectoriais (dip vectors) (adaptado do guia do RockPack III)

O teste de Markland é uma ferramenta muito útil na identificação de descontinuidades que possam resultar em roturas planares no maciço rochoso e para filtrar outras descontinuidades em consideração. No entanto, nem todas as descontinuidades que caem dentro da zona crítica irão obrigatoriamente resultar em rotura, existindo mais fatores envolvidos no processo de rotura e deslizamento, sendo esta, como já referido atrás, uma análise conservativa.

Neste processo todas as descontinuidades são assumidas como contínuas e planas, quando na realidade a maior parte dos casos não o é. Até mesmo uma pequena fração de rocha intacta ao longo da descontinuidade pode prevenir o deslizamento. Este processo também assume valores de coesão iguais a zero, o que nem sempre corresponde à realidade, criando um cenário que parece mais grave do que na realidade o poderá ser.

A análise estereográfica para potencial de rotura por cunha é muito similar ao potencial de rotura planar. Para que uma rotura por cunha ocorra, a linha resultante pela interseção das famílias de descontinuidades que formam a cunha tem de ter maior inclinação que o ângulo de atrito e o pendor tem de ser menor e estar, obviamente, virado para a face do talude, para fora.

Para a análise de falha por tombamento, Goodman (1989) refinou o processo e considerando-o semelhante ao planar, procedendo-se à combinação geométrica dos planos interseccionados com o cone de atrito adotado (figura III-11).

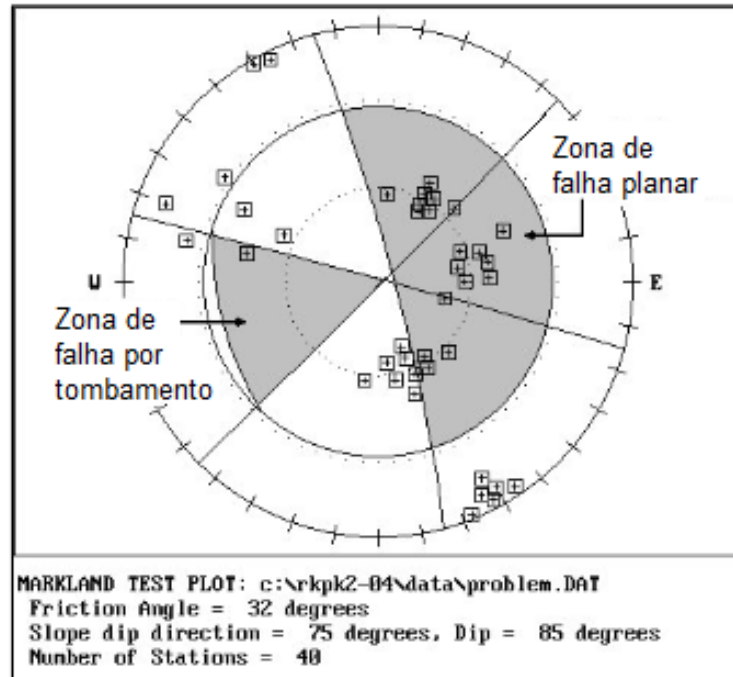


Figura III-11 Display do RockPack III incluindo a zona crítica de tombamento (adaptado do guia do RockPack III)

Na análise cinemática de um talude rochoso os dados usados são os mesmos, no entanto, para calcular o potencial de rotura planar e por tombamento, são usados os pendores vetoriais, e para calcular o potencial de rotura em cunha são usados os polos desses mesmos planos. Na figura III-12 encontram-se representados esquematicamente os dois tipos de projeções usadas.

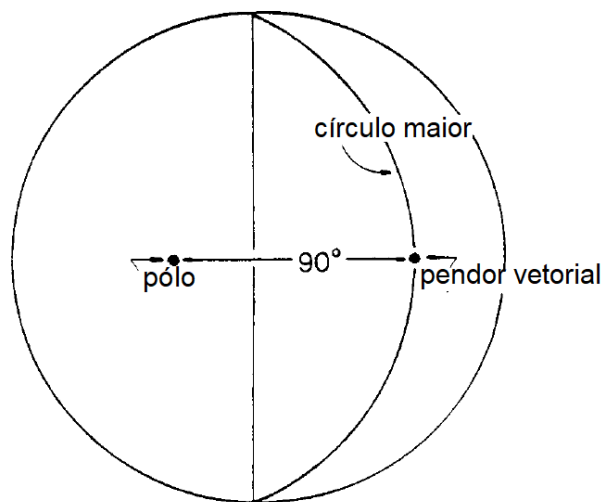


Figura III-12 Projeção estereográfica fazendo distinção entre pólo e pendor vetorial do mesmo plano (traduzido de Whisonant e Watts, 1989)

Para se perceber como estes dois métodos de representação de discontinuidades se aplicam na análise cinemática do presente trabalho, na figura III-13 são mostradas duas projeções estereográficas, usando os mesmos dados obtidos no campo para cada uma, de uma secção escolhida ao acaso. Na projeção estereográfica da esquerda é feita a análise do potencial de rotura planar e por tombamento, projetando os planos de discontinuidades usando pendores vectoriais. Na projeção estereográfica da direita é feita a análise do potencial de rotura por cunha usando os polos dos planos de discontinuidades (RockPack III).

No capítulo IV aquando da apresentação e discussão dos resultados deverá ser esta a interpretação das figuras do *RockPack III* usadas para a análise cinemática, duas projeções estereográficas por talude a analisar.

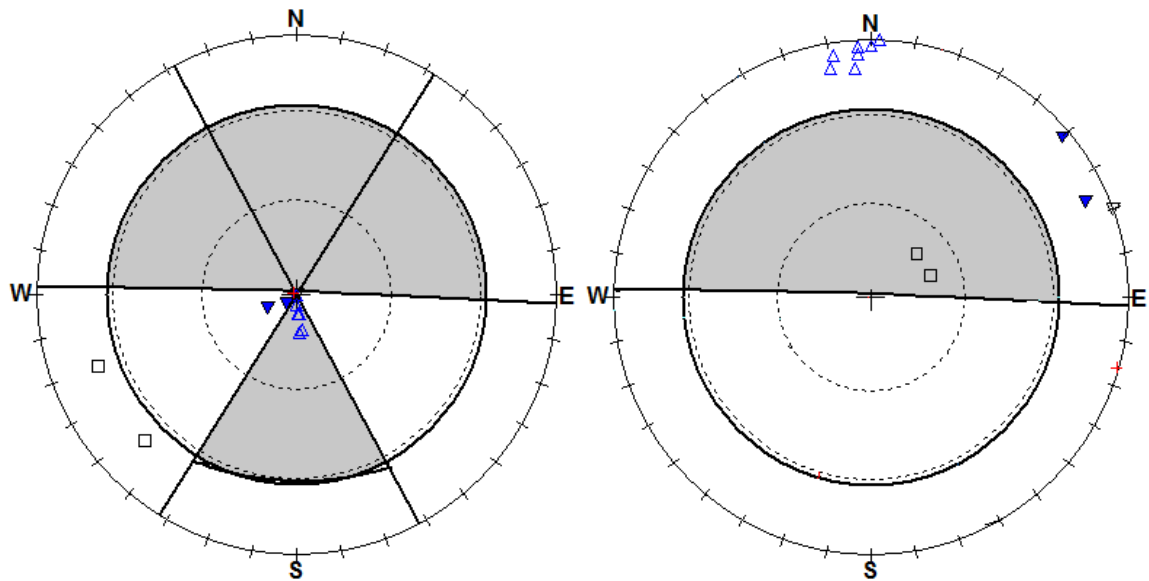


Figura III-13 Na projeção estereográfica da esquerda é feita a análise do potencial de rotura planar e por tombamento, projetando os planos de discontinuidades usando pendores vectoriais. Na projeção estereográfica da direita é feita a análise do potencial de rotura por cunha usando os polos dos planos de discontinuidades (RockPack III)

III.4 Medidas mitigadoras

Depois da análise cinemática da estabilidade dos taludes em causa e conhecidas todas as condicionantes dessa instabilidade devem-se tomar medidas preventivas adequadas, com o principal objetivo de nuns casos aumentar a estabilidade do talude e noutros prevenir o risco associado.

Para projetar e aplicar estas medidas, segundo Vallejo *et al.* (2002) é preciso conhecer:

1. As propriedades e o comportamento geomecânico do maciço rochoso constituinte do talude;
2. Os mecanismos de rotura, incluindo a velocidade e direção do movimento bem como a geometria da rotura;
3. Todos os fatores geológicos, hidrogeológicos e de qualquer outro tipo que influenciem a estabilidade do talude.

Para que se possam pôr em prática estas medidas é necessário ter em atenção os meios económicos e materiais disponíveis, a urgência da intervenção e a magnitude e dimensão da instabilidade.

Segundo Wyllie e Mah (2004), podem-se dividir as medidas mitigadoras em dois grandes grupos: as medidas de estabilização e as medidas de proteção. As medidas de estabilização são medidas ativas, ou seja, atuam diretamente sobre a fonte da instabilidade prevenindo futuros deslizamentos. As medidas de proteção são medidas passivas e visam minimizar os danos causados aquando do processo de instabilização, nomeadamente queda de blocos.

III.4.1 Medidas de estabilização

As medidas estabilizadoras podem ser a modificação da geometria do talude, criação de mecanismos de drenagem ou o aumento da resistência do maciço rochoso através de elementos estruturais.

III.4.1.1 Alteração da geometria

Para se obter uma configuração mais estável do talude, as forças causadas pelo peso dos materiais podem ser redistribuídas pelas seguintes maneiras: diminuição da inclinação do talude, remoção de blocos nas zonas superiores, construção de patamares e bermas (escalonamento do talude). A figura III-14 mostra alguns exemplos de remoção de material num talude.

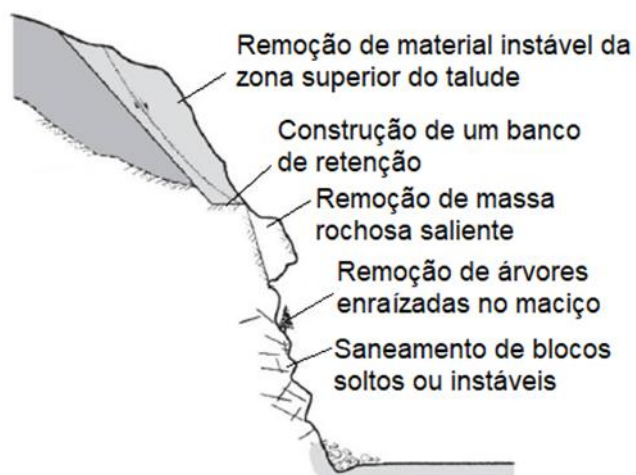


Figura III-14 Representação esquemática de possíveis modificações geométricas (adaptado de Wyllie e Mah, 2004)

A remoção de material meteorizado e instável na crista do talude elimina peso desta zona, reduzindo possíveis forças instabilizadoras.

A diminuição do ângulo geral do talude e a retirada de peso na crista nem sempre são medidas exequíveis por dificuldades de acesso à zona superior do talude, pelos grandes volumes a mover, por questões ambientais, entre outras. Por isto, as alterações de geometria consistem, muitas vezes, em aumentar o peso da base do talude. No entanto, esta solução implica ocupar maior área no assentamento do talude. É recomendável que o material colocado na base do talude para maior suporte seja drenante ou permeável, para permitir o fluxo de águas e não criar outros problemas associados.

O escalonamento do talude, com a construção de patamares e bermas contribui para evitar que se formem roturas superficiais que afetem toda a frente do talude. As bermas também servem para reter blocos que se desprendam ou roturas locais do talude, para instalação de medidas de drenagem e acesso para obras de saneamento e controlo do talude de uma forma geral.

III.4.1.2 Drenagem

As medidas de drenagem têm como finalidade eliminar ou diminuir a quantidade de água percolante que devido à pluviosidade pode existir no talude, reduzindo as pressões intersticiais que atuam como fator instabilizador ao longo das superfícies de rotura e descontinuidades. Mesmo que em pequenas quantidades, a existência de água em maciços rochosos favorece a instabilidade ao reduzir a resistência ao corte das descontinuidades. A presença de água contribui também para a meteorização do talude e, em casos de climas extremos, para a expansão das descontinuidades durante os ciclos de gelo-degelo (Andrew *et al.*, 2011).

A drenagem pode ser superficial, através de valas e canalizações, ou interna, através de drenos horizontais, poços ou galerias de drenagem.

A drenagem superficial previne que a água de escorrência se infiltre no talude e nas descontinuidades evitando a subida do nível freático, o aparecimento de pressões

intersticiais nos planos de discontinuidades e a saturação dos solos. Evitam, da mesma forma, a erosão causada pelas águas de escorrência.

Estas medidas devem ser planeadas para evitar a chegada e acumulação de água no talude, principalmente na zona da crista do talude, e, em casos de taludes escalonados, nas bermas, visto serem locais sub-horizontais e, por esta razão, mais propícios a acumular água.

As águas de escorrência canalizam-se através de valas e condutas de drenagem, que geralmente se devem situar nas zonas superiores e laterais do talude. Segundo Ramos (2010), a capacidade de vazão vai depender das dimensões da secção transversal, da inclinação longitudinal e da rugosidade das paredes, sendo, portanto, importante dimensionar as valas e condutas de acordo com a quantidade esperada de água.

A drenagem interna tem como finalidade baixar o nível freático e drenar a água do interior do talude, sendo uma solução frequente em taludes rochosos com problemas de instabilidade. Segundo Vallejo *et al.* (2002), no planeamento da drenagem interna devem-se considerar os seguintes aspetos:

1. A permeabilidade e características hidrogeológicas dos materiais, os caudais a drenar e o raio de ação do elemento drenante;
2. Os drenos devem atingir as cotas nas quais se encontra a água;
3. Dependendo da sua profundidade e localização, os drenos podem-se rasgar e ficar incapacitados se houver movimentos no talude, causando efeitos contrários aos pretendidos inicialmente, levando água para o interior da massa rochosa.

Nos sistemas de drenagem interna destacam-se os poços, os drenos californianos, as valas e as galerias drenantes.

III.4.1.3 Reforço

Nos procedimentos de reforço são introduzidos elementos resistentes no talude com a finalidade de aumentar a resistência ao corte mediante alguns dos seguintes sistemas (Vallejo *et al.*, 2002):

1. Introdução de elementos que melhorem a resistência do maciço na superfície de rotura;
2. Introdução de elementos que aumentem as forças tangenciais de fricção na superfície de rotura.

Estes elementos, tendo em conta a sua função e foco de ação, podem ser de reforço interno ou externo. Os elementos de reforço interno, na sua grande maioria, atuam fortalecendo internamente a massa rochosa aumentando assim a sua resistência ao corte. Ancoragens, ativas e passivas, injeções de permeação e redes metálicas pregadas são alguns exemplos a destacar. Os elementos de reforço externo protegem o maciço rochoso da erosão superficial e da meteorização, conferindo também algum reforço estrutural. Destacam-se a colocação de betão projetado, os contrafortes, muros de contenção e as proteções contra a erosão.

As ancoragens são normalmente constituídas por varões ou fios de aço, aplicados no maciço rochoso por meio de furos para estabilizar um bloco pontual ou através de uma malha de ancoragens em todo o talude. O comprimento destas ancoragens pode variar e é compatível com uma grande multiplicidade de litologias, características estruturais e

resistências a aplicar (Andrew *et al.*, 2011). As ancoragens ativas adquirem capacidade de carga depois de pré-esforçadas e as ancoragens passivas só entram em esforço quando solicitadas pelo terreno. Na figura III-15 podem-se observar os dois tipos de ancoragens.

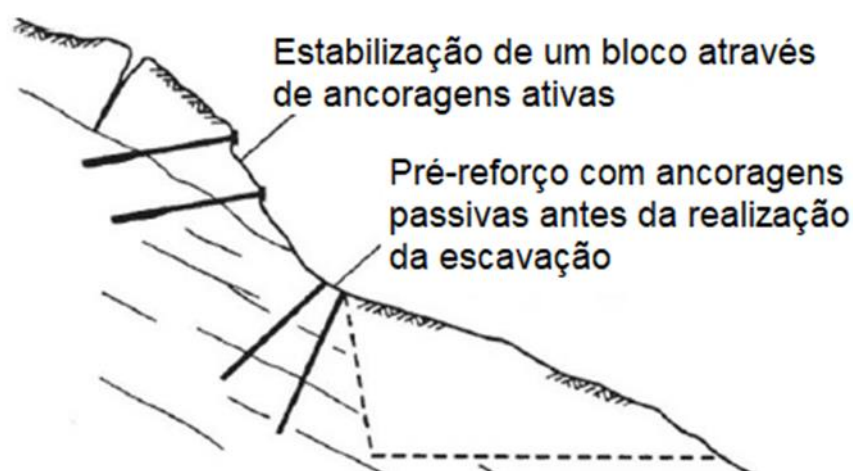


Figura III-15 Representação esquemática de ancoragens ativas e passivas (adaptado de Wyllie e Mah, 2004)

As injeções de permeação são utilizadas quando existem fraturas no maciço rochoso preenchido com ar e/ou água e as condições geológicas e geotécnicas permitem o enchimento dessas fraturas, geralmente por um cimento a baixas pressões, colmatando as fraturas e possíveis deslizamentos pelas mesmas.

As redes metálicas pregadas, por meio de ancoragens passivas ou ativas, podem ter comportamento flexível e recebem e aplicam forças ao talude de uma forma contínua. São elementos estabilizadores e de suporte ao material contido na rede metálica. Têm capacidade de suporte ligeiro pelo que não podem ser aplicados em casos de blocos com grandes dimensões, no entanto são versáteis noutros aspetos pois adaptam-se a superfícies irregulares, confinam e evitam a gradual desagregação do material à superfície do talude (Cardoso e Menezes, 2009) (figura III-16).

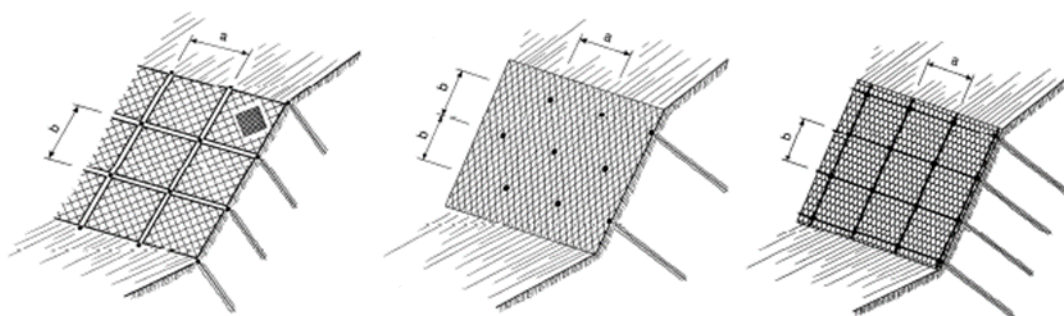


Figura III-16 Exemplos de redes metálicas (retirado de Cardoso e Menezes, 2009)

O betão projetado é uma técnica que pode ser aplicada por via seca ou por via húmida. A escolha é feita tendo em conta os seguintes parâmetros: o tipo de aplicação, a quantidade e a distância a transportar. Na via seca, os agregados são misturados e projetados sobre pressão humidificando homogeneamente a pasta; na via húmida a mistura é feita de forma mais tradicional e onde só depois é projetada sob pressão (Saraiva, 2007).

Em qualquer um dos casos referidos anteriormente é necessário a criação de uma rede de drenagem de forma a ser possível à água sair detrás da camada de betão, prevenindo a sua acumulação e, conseqüentemente, o aparecimento de fissuras indesejáveis.

Os contrafortes são estruturas colocadas em lugar de material rochoso que tenha caído devido a desprendimentos ou à erosão. Segundo Wyllie e Mah (2004), os contrafortes têm duas principais funções: protegem o material exposto e suportam o material circundante que perdeu o apoio original.

Os muros de contenção, por norma, são construídos na base do talude como elementos resistentes, de contenção ou suporte, sendo úteis face a instabilidades superficiais. Estes muros têm a desvantagem de ter de se escavar na base do talude para a sua construção, podendo favorecer a instabilidade, e não evitam possíveis deslizamentos a favor da superfície de rotura à volta do muro, tanto por cima como por baixo. Segundo Vallejo *et al.* (2002), os diferentes tipos de muros de contenção apresentam várias características que os tornam indicados para diferentes casos de aplicação: muros flexíveis ou muros rígidos, contrariar um movimento ou introduzir uma resistência adicional.

As proteções contra a erosão são normalmente mais usadas em talude de rocha de baixa resistência; podem ser valetas na crista do talude, reperfilamento por introdução de banquetas ou revestimento vegetal à superfície.

III.4.2 Medidas de proteção

As medidas de proteção não previnem o deslizamento e conseqüente queda de blocos e massas rochosas. São medidas passivas que pretendem minimizar os possíveis danos associados a episódios de rotura. Alguns exemplos de medidas de proteção vão de simples sinais ou vedações de alerta até estruturas complexas de proteção.

Com estas medidas é permitida a queda de blocos rochosos, mas por outro lado tentam impedir que estes mesmos causem danos a pessoas, bens materiais e perdas económicas. Algumas destas proteções podem controlar a trajetória do material em queda, reduzir a sua energia potencial e facilitar a sua remoção. No entanto, estas medidas têm uma desvantagem pois, no caso de taludes como os dos Passadiços do Paiva onde prevalece a beleza natural, são medidas que podem causar impacto visual (Andrew *et al.*, 2011).

Cano e Tomás (2013) fazem uma simples divisão destes métodos em barreiras estáticas ou dinâmicas, dependendo das suas funções. As barreiras estáticas são rígidas e não se deformam com a queda e impacto dos blocos. As barreiras dinâmicas tentam dissipar o máximo de energia do impacto recorrendo a auto-deformação, isto é, são flexíveis ou amortecedoras.

As barreiras estáticas são geralmente colocadas à superfície do talude, podendo ser colocadas também só na base, e têm como principal objetivo prevenir a queda de blocos e caso aconteça queda, interceptá-los e retê-los. Podem ser formadas por postes e redes metálicas. Na figura III-17 está representada uma barreira estática constituída por uma malha metálica pregada ao próprio talude.



Figura III-17 Barreira estática (retirado de <https://solutioma.com/pt/desprendimientos-pt.php>)

As barreiras dinâmicas não são capazes de prevenir a queda de blocos, mas absorvem a sua energia de impacto. Consistem em redes de cabos de aço normalmente suportados por postes cimentados no solo e ancorados ao talude. Este sistema tem por base a deformação dos cabos que permite a dissipação da energia e conseqüente captura dos blocos. O dimensionamento destas barreiras é feito tendo em conta o tamanho e peso dos blocos instabilizados, energia de impacto, e trajetória (Vallejo *et al.*, 2002). A figura III-18 mostra uma barreira dinâmica colocada na base de um talude.



Figura III-18 Barreira dinâmica (retirado de <https://solutioma.com/pt/pantallas-dinamicas-pt.php>)

Eventualmente algumas destas medidas de estabilização e proteção poderiam vir a ser adotadas nos taludes menos estáveis que venham a ser identificados como tal nos Passadiços do Paiva.

IV. Metodologia e Resultados

Neste capítulo caracteriza-se o trecho estudado. Numa primeira abordagem, de um ponto de vista mais abrangente e onde toda a informação é interpretada de forma global, seguida de uma individualização, justificada em diferentes secções, para uma melhor compreensão do comportamento do talude ao longo de toda a sua extensão. A realização deste capítulo baseou-se em elementos obtidos na bibliografia existente e em deslocações ao local de estudo para a obtenção dos dados.

IV.1 Metodologia adotada

Tendo em conta toda a extensão dos Passadiços do Paiva (cerca de 8600 metros) e o facto de, na altura, não ser possível ter acesso a toda a sua extensão (em parte devido a incêndios florestais que destruíram parte da estrutura de madeira dos passadiços), definiu-se, como objetivo, estudar o primeiro trecho de taludes a partir da entrada NW (em Espiunca). Este primeiro troço estende-se ao longo de, aproximadamente, 600 metros.

Depois da escolha da extensão a estudar, procedeu-se a um levantamento estrutural para avaliar a sua estabilidade. Procurou-se, em primeiro lugar, identificar as áreas onde existiam taludes com importância para serem individualizados e estudados e, de seguida, fazer uma avaliação das descontinuidades existentes nos mesmos. Estes parâmetros podem ser separados em duas categorias: dados referentes ao talude de uma perspetiva geral e dados das descontinuidades apresentadas pelo talude.

Os dados medidos nos taludes foram: orientação e atitude do talude, extensão, altura e localização geográfica do mesmo. Para as descontinuidades foram medidos os seguintes parâmetros: orientação e atitude da descontinuidade, família, espaçamento, continuidade, rugosidade, abertura, preenchimento e infiltrações/percolações.

O material usado em campo para efetuar as medições foram: uma bússola de geólogo e uma fita métrica bem como todo o material normalmente usado em trabalho de campo além de todas as tabelas necessárias referidas no capítulo III.

A tabela IV-1 mostra a estrutura usada para a anotação dos dados no caderno de campo, e no anexo 1 encontram-se todos os dados de campo colhidos e observados durante a realização deste trabalho.

Tabela IV-1 Tabela de campo

Secção:		Comprimento (m):		Operador:	
Orientação:		Altura (m):		Data:	

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1										
2										
3										
4										
5										

Numa primeira abordagem, teve-se como objetivo separar toda a extensão em estudo em secções menores com extensões de aproximadamente uma dezena de metros. No entanto, ao longo dos 600 metros de Passadiço e respetivo talude, nem sempre se

apresentavam secções que justificassem a sua análise. Na figura IV-1 pode-se observar um exemplo de uma secção onde o talude não apresenta maciço rochoso exposto, com baixo risco e que não foi estudada.



Figura IV-1 Exemplo de zona de baixo risco

Na figura IV-2 temos uma secção que, numa primeira análise, apresenta um risco mais elevado, tendo sido sujeita a estudo.



Figura IV-2 Exemplo de zona de risco elevado

Para a determinação das principais famílias de descontinuidades e o possível tipo de rotura associado a cada talude, utilizaram-se três diferentes programas informáticos: o *RockWorks 17* e o *RockPack III*, ambos da *RockWare*, e também o *Stereo32*. O objetivo de se usar vários *softwares* neste trabalho deve-se ao fato de se poder obter diferentes análises para os mesmos dados, podendo assim mitigar erros e comparar resultados tirando conclusões mais robustas.

Como já foi referido, estas ferramentas permitiram definir as principais famílias de descontinuidades, com o auxílio das projeções estereográficas dos polos, diagramas de isodensidades e diagramas de rosas. Com estes diagramas, é possível analisar os potenciais mecanismos de rotura a que os taludes possam estar sujeitos, como rotura planar, rotura por tombamento ou rotura em cunha. As projeções estereográficas foram feitas numa rede de igual área (rede de *Schmidt*) com projeção no hemisfério inferior.

IV.2 Resultados obtidas e discussão

Como referido anteriormente, os dados de cada talude foram primeiro analisados em conjunto para se ter uma ideia geral das características estruturais da rocha e, de seguida, analisados secção a secção. As secções serão apresentadas por ordem, com início na entrada dos Passadiços em Espiunca até ao fim da primeira estrutura. Depois da análise individualizada de cada secção, em dois casos foi possível agrupar duas ou mais secções, que apresentam um comportamento e orientação semelhantes, para nova análise.

IV.2.1 Análise geral

Com o auxílio de um dispositivo GPS, foi marcada toda a extensão percorrida num mapa, bem como a localização em coordenadas geográficas *datum* WGS84 de cada secção (figura IV-3). O somatório da extensão de todas as secções é de aproximadamente 350 metros, não perfazendo os 600 metros do total do percurso estudado devido a, como referido anteriormente, nem sempre se justificar o estudo de toda a extensão percorrida.

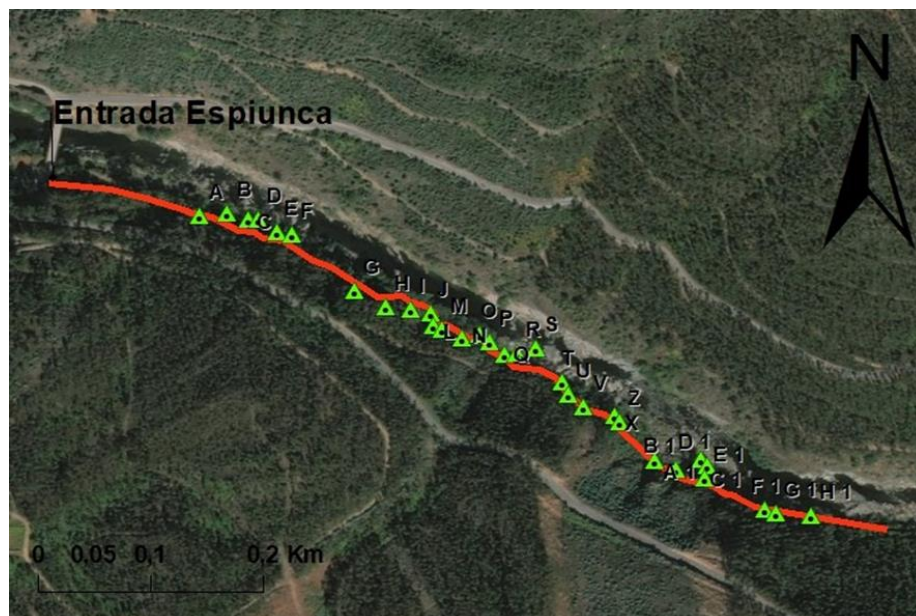


Figura IV-3 Extensão total da área estudada (imagem composta tendo por base o Google)

A orientação geral dos taludes é de, aproximadamente, N130 e com inclinações que vão desde 50° graus de inclinação a 30° graus “negativos”, ou seja, inclinam no sentido contrário ao dos passadiços. A altura média dos taludes está entre os 10 e 20 metros, havendo casos pontuais de taludes com 50 metros de altura.

A projeção estereográfica dos polos de todas as discontinuidades medidas (perfazendo um total de 584) está representada na figura IV-4 recorrendo ao *RockPack III*. Nesta projeção é também possível representar a orientação média dos taludes (N130, subvertical). Vê-se que há alguma dispersão aparente das discontinuidades, mas após uma análise mais cuidada com o auxílio dos outros programas informáticos, foi possível, com alguma certeza, como veremos, definir quatro principais famílias em toda a extensão estudada.

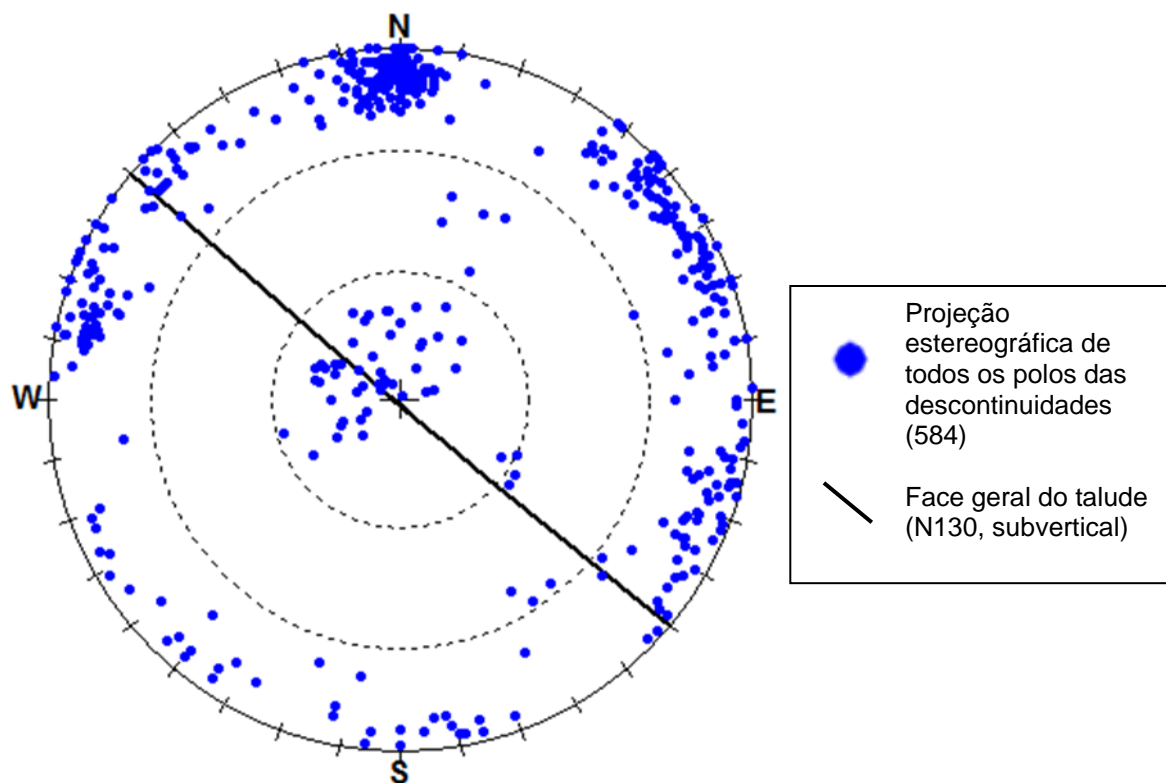


Figura IV-4 Representação de todos os polos das discontinuidades (584) de todas as secções (projeção estereográfica de igual área, hemisfério inferior no *RockPack III*)

Elaborou-se, com o software *RockWorks 17*, um diagrama de rosas de todas as discontinuidades medidas (figura IV-5). Pela observação deste diagrama, é possível identificar uma família de discontinuidades com orientação W-E e subvertical (F4) bem representada. A partir de uma análise mais minuciosa, e recorrendo aos digramas de isodensidades, tanto do *RockWorks 17* como do *Stereo32* (figura IV-6(a) e IV-6(b) respetivamente), podem-se identificar mais duas famílias de discontinuidades. A família (F2) com orientação NNE-SSW e a família (F3) com orientação NW-SE, ambas subverticais, embora esta última menos significativa.

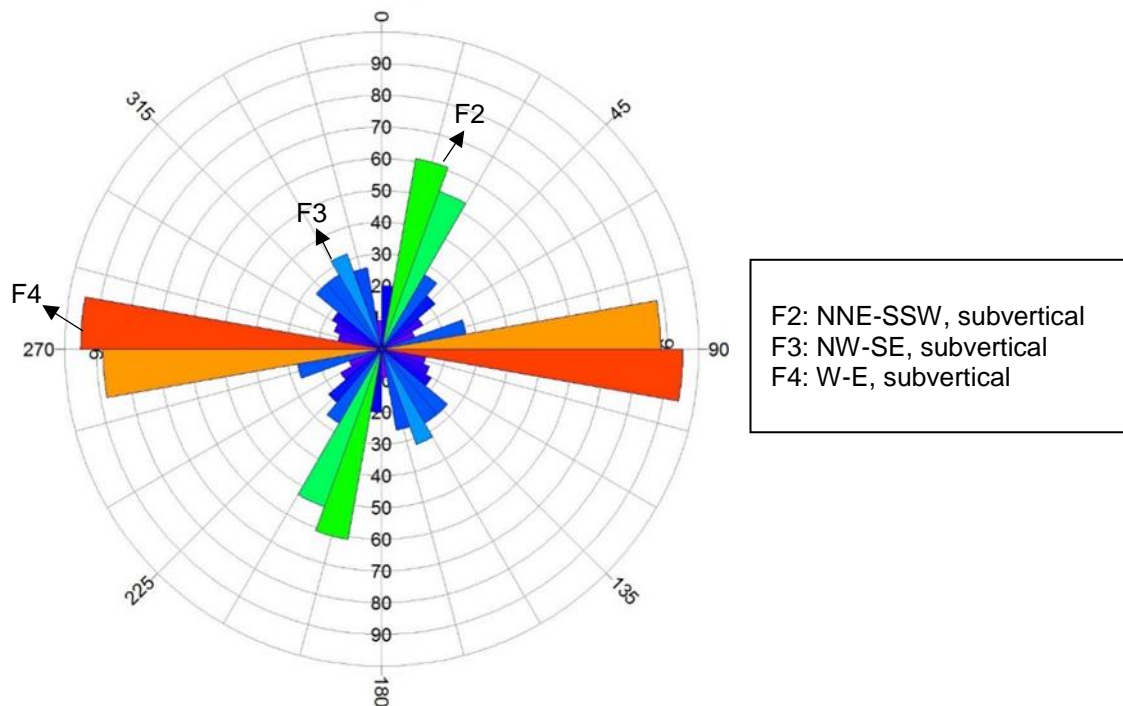


Figura IV-5 Diagrama de rosas referente a todas as discontinuidades medidas com identificação das famílias F2, F3 e F4 (RockWorks 17)

É possível identificar ainda uma quarta família (F1), mas que apresenta uma inclinação bastante baixa (subhorizontal) pelo que não é visível no diagrama de rosas. No entanto, é de fácil identificação nos diagramas de isodensidades (figura IV-6).

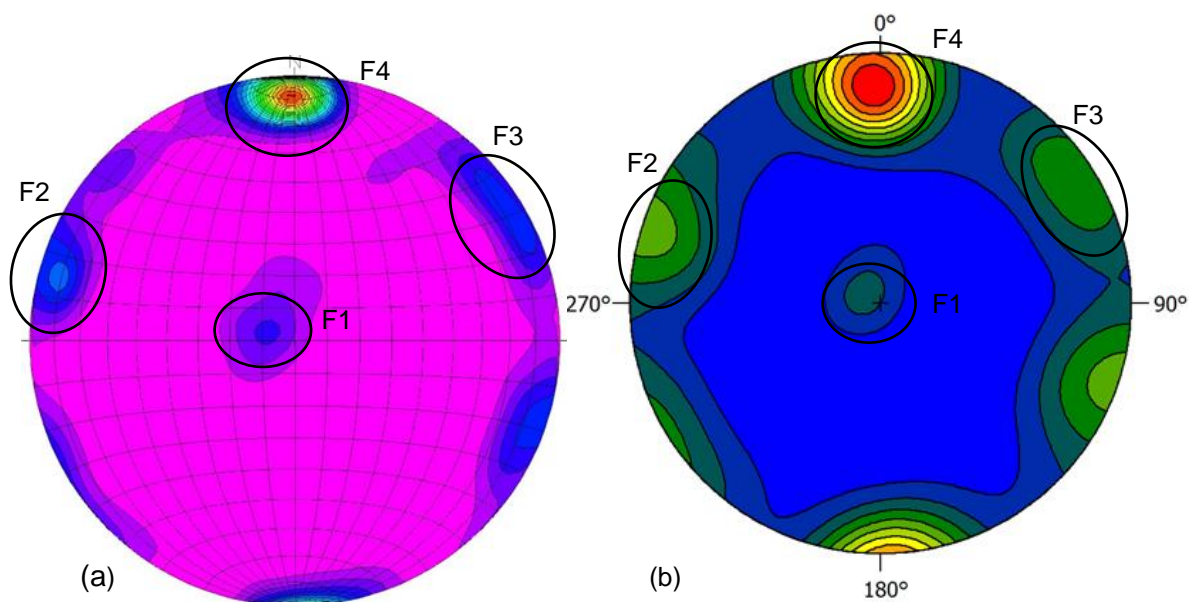


Figura IV-6 Diagramas de isodensidades da projeção estereográfica dos polos de todas as discontinuidades medidas obtidos com o RockWorks 17 (a) e Stereo32 (b). F1: subhorizontal, F2: NNE-SSW, subvertical, F3: NW-SE, subvertical, F4: W-E, subvertical.

Nesta projeção vê-se que há alguma dispersão das discontinuidades, mas com o auxílio dos programas informáticos de isodensidades pode-se, com toda a clareza, definir as

quatro principais famílias de descontinuidades já referidas em toda a extensão estudada. A família F1 subhorizontal que é a estratificação, a família F2 com atitude de NNE-SSW subvertical, a família F3 com atitude NW-SE subvertical que é a xistosidade principal predominante e a família F4 com atitude W-E subvertical.

IV.2.2 Análise das secções

Neste ponto será feita a análise de cada secção individualmente e a discussão dos resultados relativos à análise cinemática, onde se incluem os modos de rotura inerentes a cada talude. Na análise das secções, numa abordagem qualitativa, as famílias de descontinuidades tidas como representativas são identificadas visualmente nas projeções estereográficas e nos diferentes diagramas respetivos a cada parâmetro de rotura.

Como mencionado anteriormente, as secções foram divididas de forma a terem, aproximadamente, 10 metros de comprimento cada. Posteriormente verificou-se que algumas destas secções apresentavam uma continuidade óbvia, tendo orientação igual e aspeto geral semelhante. Estas foram agrupadas e reavaliadas como uma só. As secções que, segundo este critério, foram agrupadas são as secções G-H e B1-C1-D1.

Além das quatro principais famílias de descontinuidades representadas por um “F” maiúsculo seguido de um número, surgem também outras famílias com menor importância no contexto geral, mas relevantes na análise individual de cada secção. Estas novas famílias serão representadas por um “f” minúsculo seguido de um número. Todos os parâmetros medidos em cada secção estudada encontram-se para consulta no Anexo 1.

IV.2.2.1 Secção A (tabela IV-2; figura IV-7)

Tabela IV-2 Informação geral da secção A

Orientação	N110; subvertical
Extensão	15 metros
Altura	10 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i> N 40° 59' 33,18"
	<i>Longitude</i> W 8° 12' 36,90"

Como é possível ver pela figura IV-7, esta secção apresenta um talude com uma face bastante irregular e número de descontinuidades relativamente elevado.

Neste talude é possível identificar as quatro famílias de descontinuidades já mencionadas mais uma quinta nova família, f6, de relevância para esta secção (figura IV-8). Todas as famílias apresentam dispersão aparente, sendo as famílias F1 e F2 as que se encontram mais dispersas; no diagrama de isodensidades (figura IV-8(b)) a família F1 pode aparentar tratar-se de duas famílias distintas, mas após uma análise mais pormenorizada no campo considerou-se como uma única família, já que se trata da estratificação que é subhorizontal e, como tal, sujeita a maior dispersão de medições com a bússola.



Figura IV-7 Aspeto geral do talude referido como secção A

Pela análise da figura IV-9 pode-se concluir que não há risco de rotura por cunha nem rotura planar. Apresenta algum risco por tombamento evidenciado pela família de descontinuidades f6. No entanto, como estes planos têm inclinações não muito altas, com uma direção média de N120S, e sem qualquer sinal de abertura ao longo dos mesmos, é seguro concluir que este talude não apresenta risco de instabilidade.

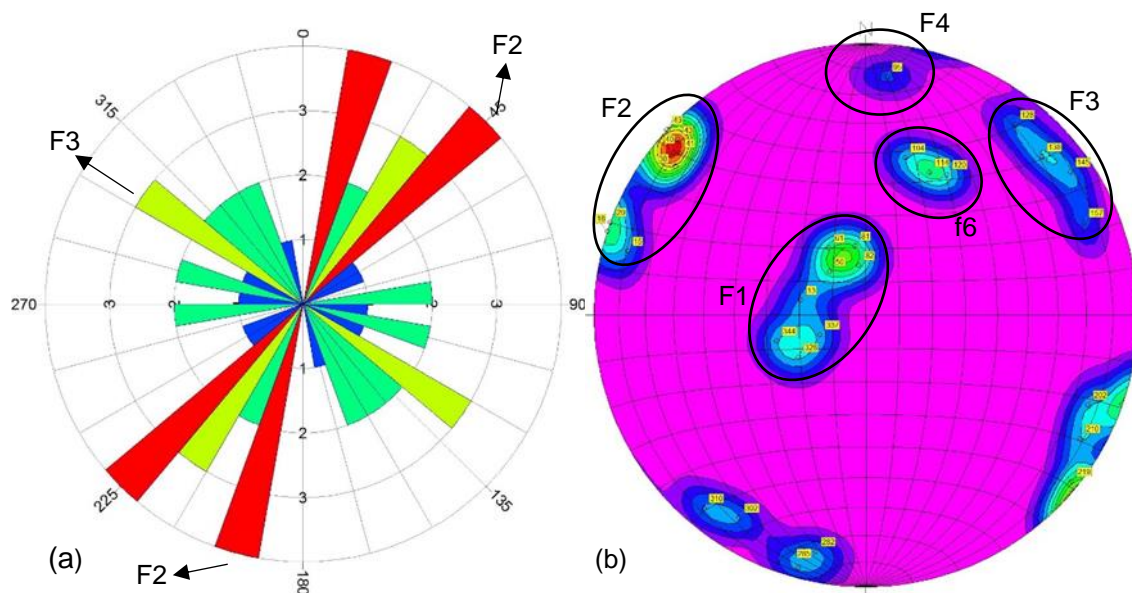


Figura IV-8 (a) Diagrama de rosas referente à secção A; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção A. (RockWorks 17)

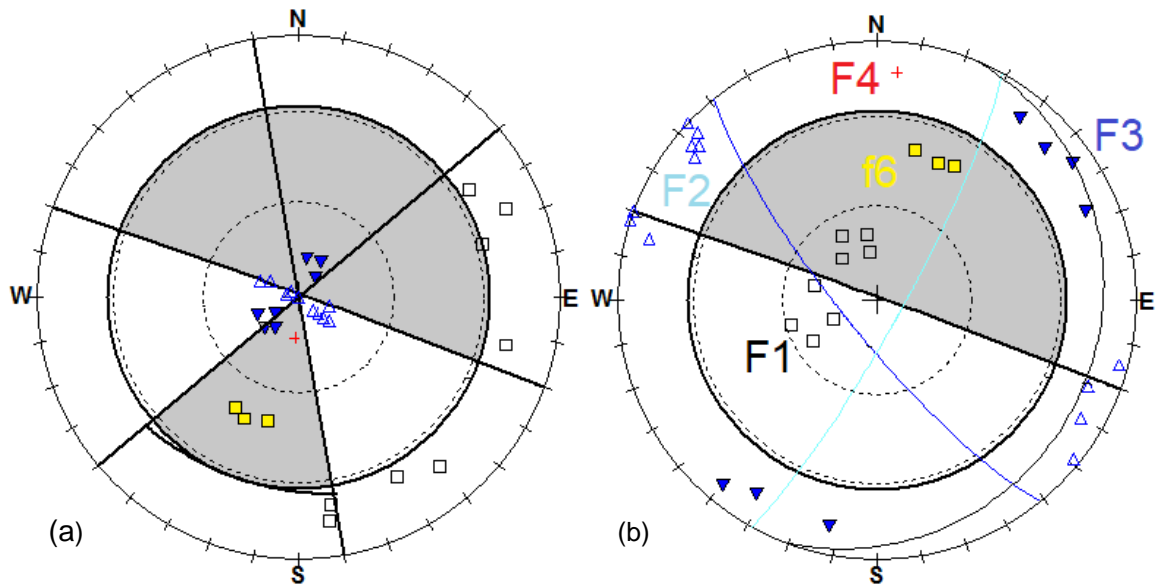


Figura IV-9 Projeção estereográfica do talude da secção A; a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

Cerca de um metro antes do início desta secção, a cerca de 5 metros de altura, há um bloco com cerca 2 metros cúbicos que, devido a descontinuidades que o delimitam com orientações de N14,80E, N127,78N e N350,8E e aberturas já consideráveis (na ordem dos centímetros), merece alguma atenção extra de forma a prevenir possíveis roturas e desprendimentos, como ilustra a figura IV-10.



Figura IV-10 Bloco que se apresenta em possível risco antes da secção A

IV.2.2.2 Secção B (tabela IV-3; figura IV-11)

Tabela IV-3 Informação geral da secção B

Orientação		N124; subvertical
Extensão		18 metros
Altura		12 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i>	N 40° 59' 33,24"
	<i>Longitude</i>	W 8° 12' 36,12"

O talude da secção B apresenta-se com uma face igualmente irregular com o aparecimento de pequenas árvores.



Figura IV-11 Aspeto geral do talude referido como secção B

Pela análise dos diagramas de rosas (figura IV-12(a)) e de isodensidades (figura IV-12(b)) podem-se identificar quatro famílias principais: a família F1, a estratificação, as famílias F2 e F4 com atitudes bastante verticais e uma nova família f5 a destacar nesta secção com valores de inclinação na ordem dos 30 a 40°.

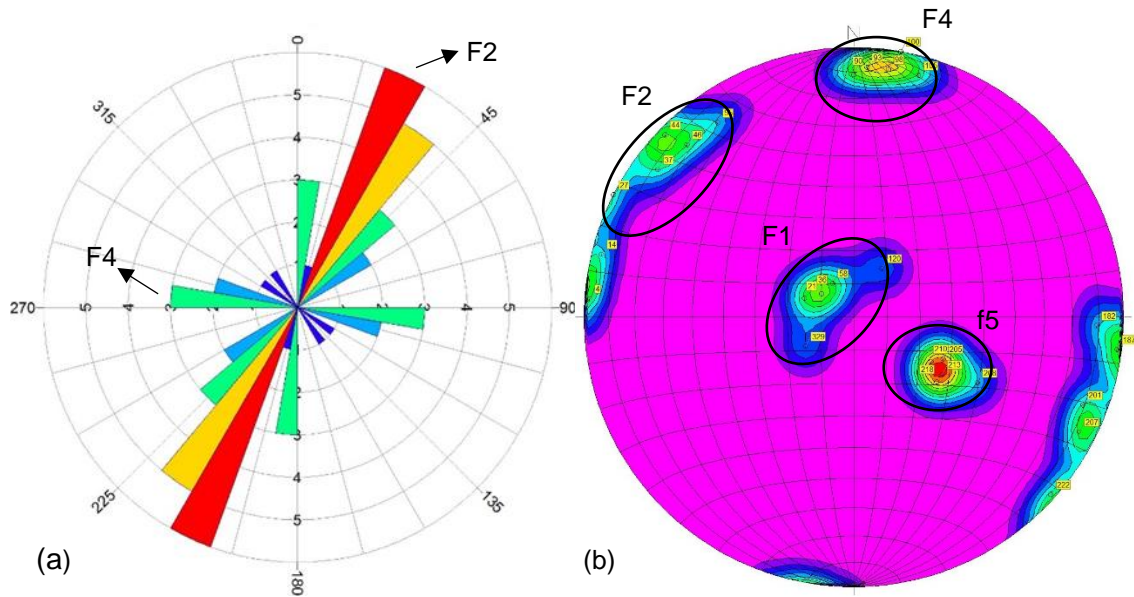


Figura IV-12 (a) Diagrama de rosas referente à secção B; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção B. (RockWorks 17)

Pela análise dos diagramas da figura IV-13, nesta secção não se verifica potencial para rotura planar nem rotura por cunha. Existe, no entanto, possibilidade de rotura por tombamento derivada das interseções entre a família f5 e o plano da face do talude que se manifestam dentro da zona crítica de rotura, mas nada de preocupante.

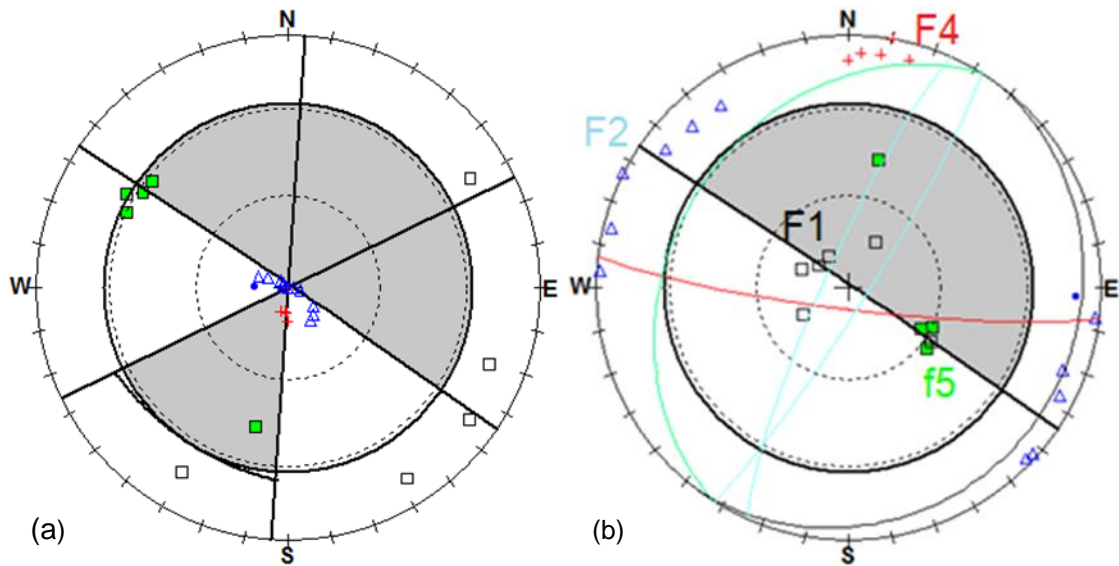


Figura IV-13 Projeção estereográfica do talude da secção B, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

Devido à impossibilidade de acesso, a zona superior do talude não foi analisada. Contudo, visualmente é possível observar que apresenta vários blocos que terão provavelmente mais de cinco metros cúbicos. Aparentemente estas blocos (figura IV-14) não estando estabilizados podem vir a cair diretamente sobre a estrutura de madeira dos passadiços, ficando aqui a nota para que no futuro, com outros recursos, seja feita a análise e verificação da estabilidade.

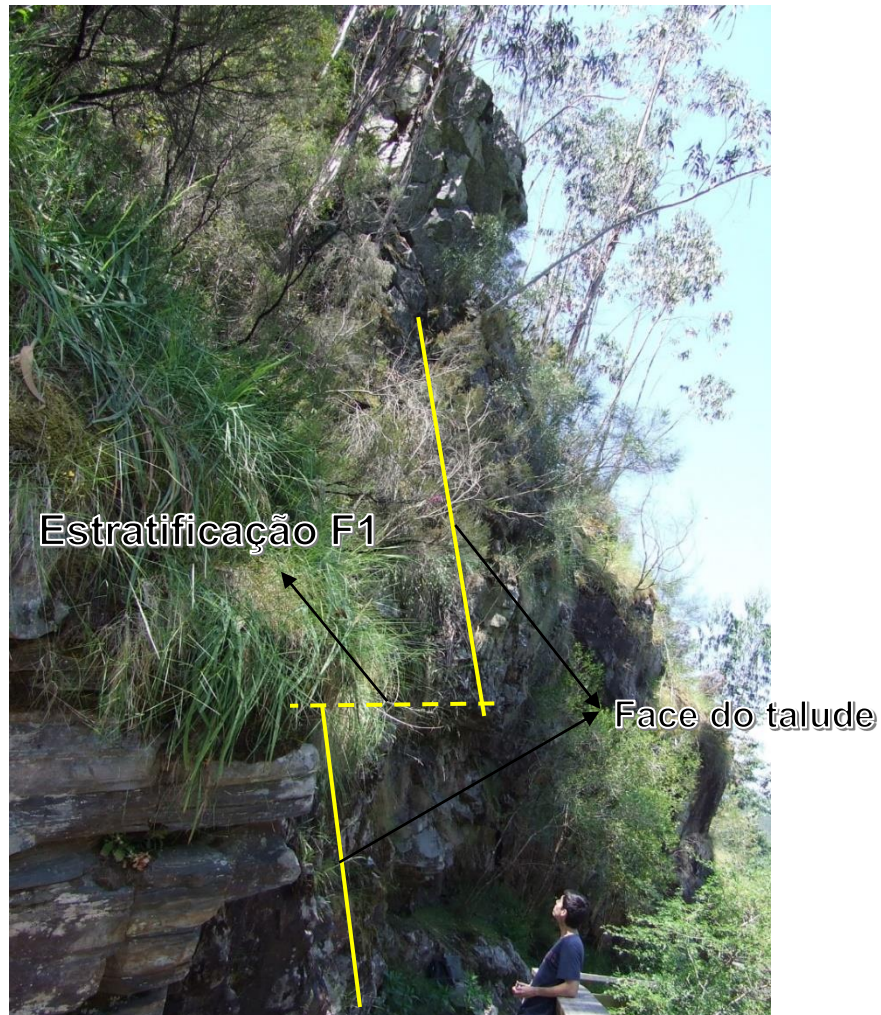


Figura IV-14 Planos que comprometem a estabilidade na parte superior do talude da secção B

IV.2.2.3 Secção C (tabela IV-4; figura IV-15)

Tabela IV-4 Informação geral da secção C

Orientação		N104; subvertical
Extensão		8,5 metros
Altura		5 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i>	N 40° 59' 33,06"
	<i>Longitude</i>	W 8° 12' 35,52"

Para o talude da secção C (figura IV-15), identificam-se três famílias de descontinuidades, figura IV-16. As famílias F1, a estratificação, e as famílias F3 e F4 bastante mais verticais.



Figura IV-15 Aspeto geral do talude referido como secção C

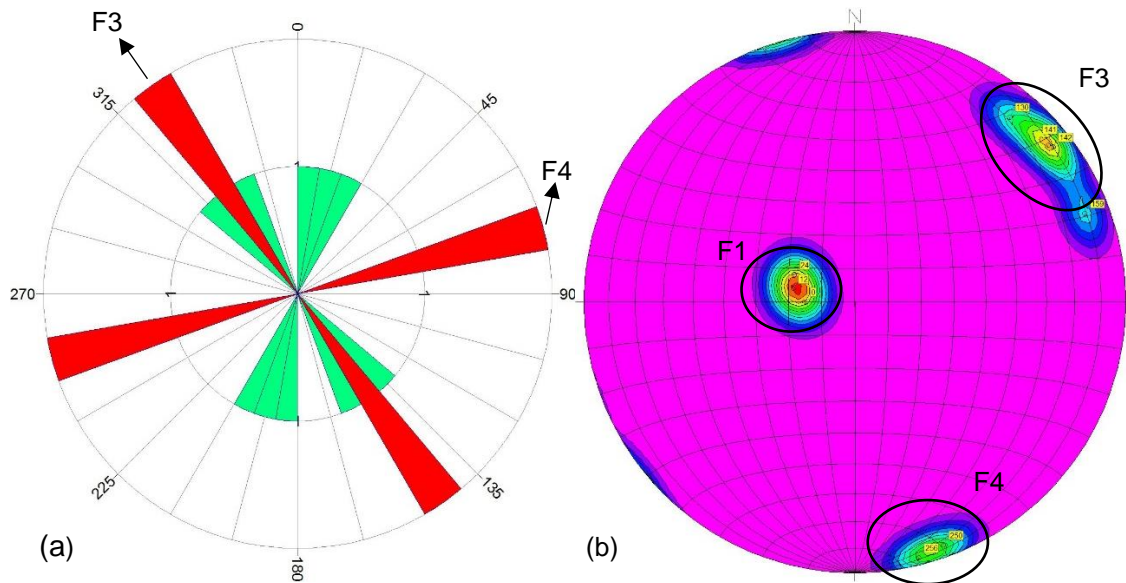


Figura IV-16 (a) Diagrama de rosas referente à secção C; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção C. (RockWorks 17)

Com base nos valores tidos como representativos, observa-se que não existe qualquer potencial de modo de rotura inerente ao talude como se pode ver pela interpretação dos diagramas da figura IV-17. O facto de o talude ter uma altura relativamente baixa também ajuda a reduzir o risco associado.

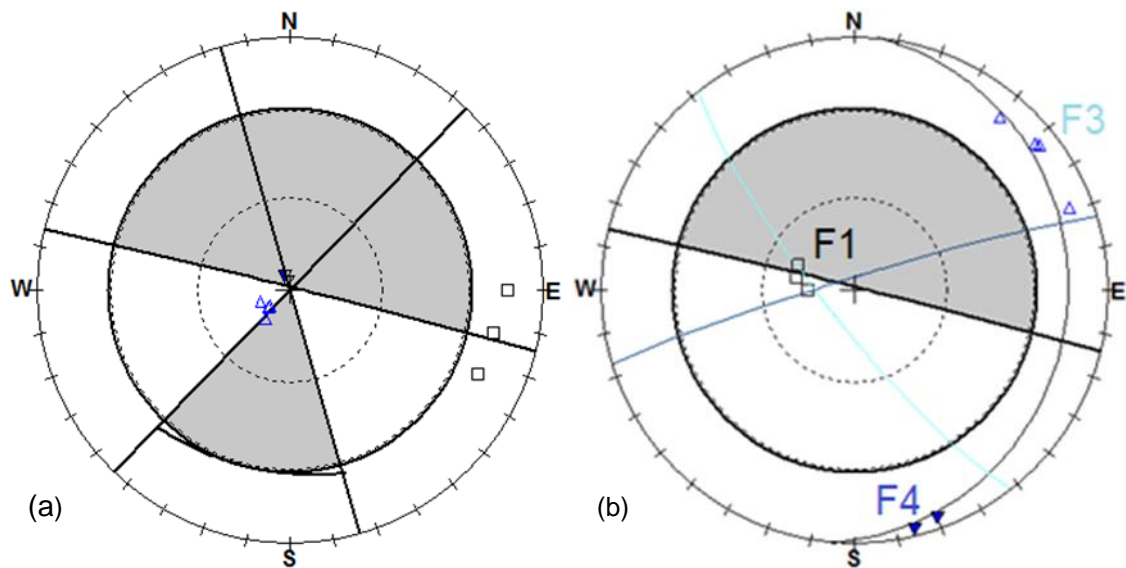


Figura IV-17 Projeção estereográfica do talude da secção C, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.4 Secção D (tabela IV-5; figura IV-18)

Tabela IV-5 Informação geral da secção D

Orientação		N123; subvertical
Extensão		6,5 metros
Altura		2 a 8 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i>	N 40° 59' 33,06"
	<i>Longitude</i>	W 8° 12' 35,22"

Para a secção D (figura IV-18), identificaram-se quatro famílias de descontinuidades, sendo a mais representativa a família F2 (figura IV-19). A família menos significativa é a família F4 da qual foi medida apenas uma única descontinuidade.



Figura IV-18 Aspeto geral do talude referido como secção D

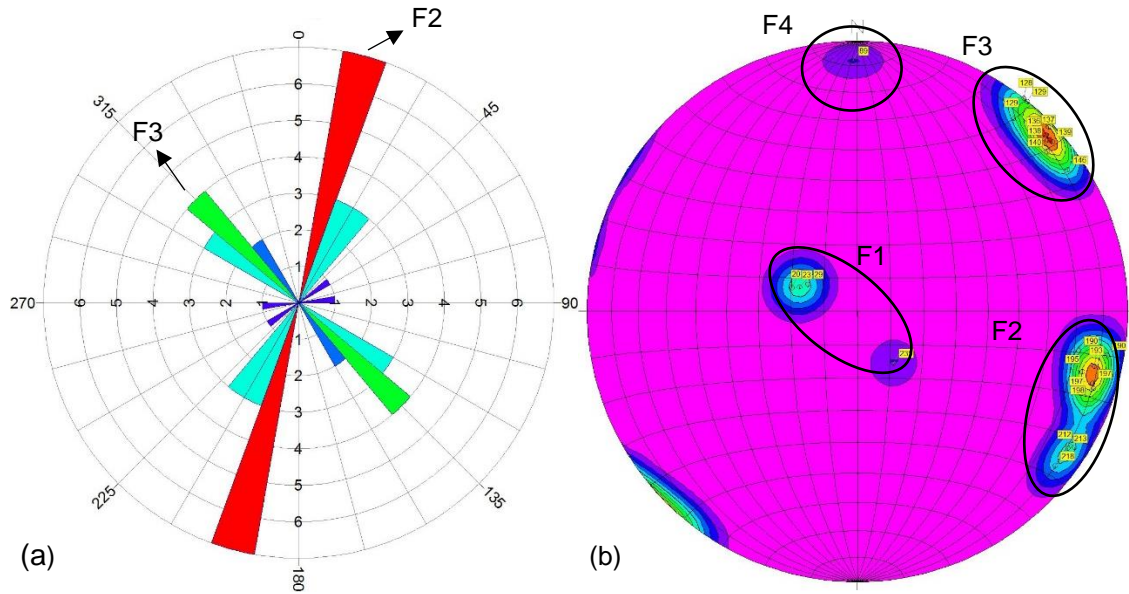


Figura IV-19 a) Diagrama de rosas referente à secção D; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção D. (RockWorks 17)

Apesar do elevado número de descontinuidades, nenhuma delas apresenta potencial para rotura planar, por tombamento ou por cunha, como se pode ver pela interpretação da figura IV-20, uma vez que não existem pontos nas zonas críticas das projeções, indicadas a cinzento. Também é importante referir que o talude na maior parte da sua extensão é relativamente baixo, diminuindo assim o possível risco.

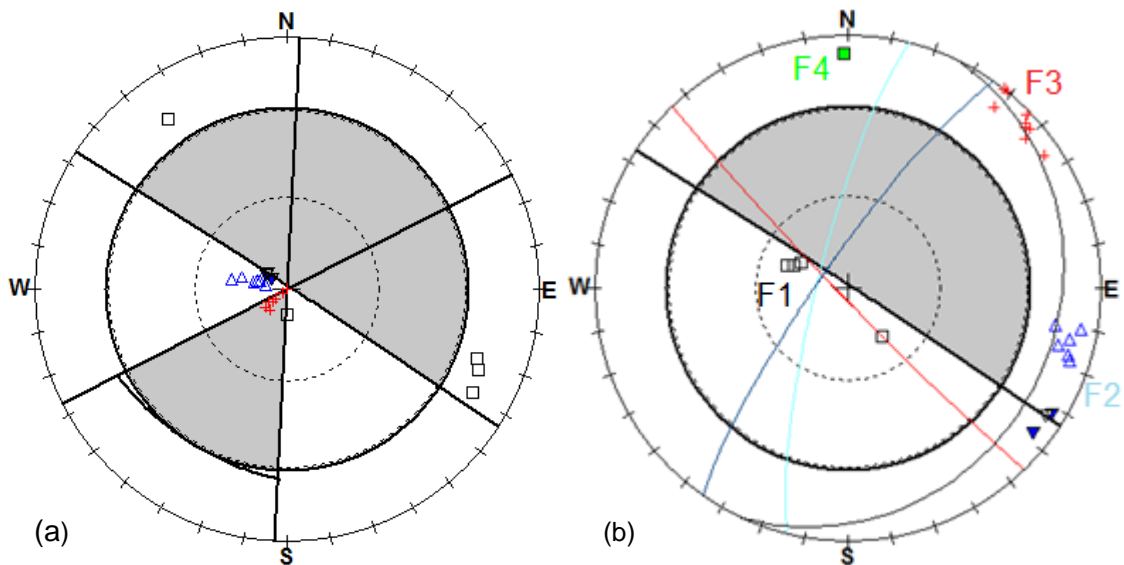


Figura IV-20 Projeção estereográfica do talude da secção D, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.5 Secção E (tabela IV-6; figura IV-21)

Tabela IV-6 Informação geral da secção E

Orientação	N105; subvertical a 70°N	
Extensão	13,5 metros	
Altura	10 metros	
Coordenadas	<i>Latitude</i>	N 40° 59' 32,70"
	<i>Longitude</i>	W 8° 12' 34,68"

Neste talude identificam-se claramente três famílias de descontinuidades. A presença de solo e vegetação sobre a família F1 (estratificação) impossibilitou a sua correta medição em campo (figura IV-21). As três famílias apresentam-se com atitudes bastante verticais. Na figura IV-22 é possível observar alguma dispersão da família F2, fator este que levou à divisão desta numa outra subfamília f7.



Figura IV-21 Aspeto geral do talude referido como secção E

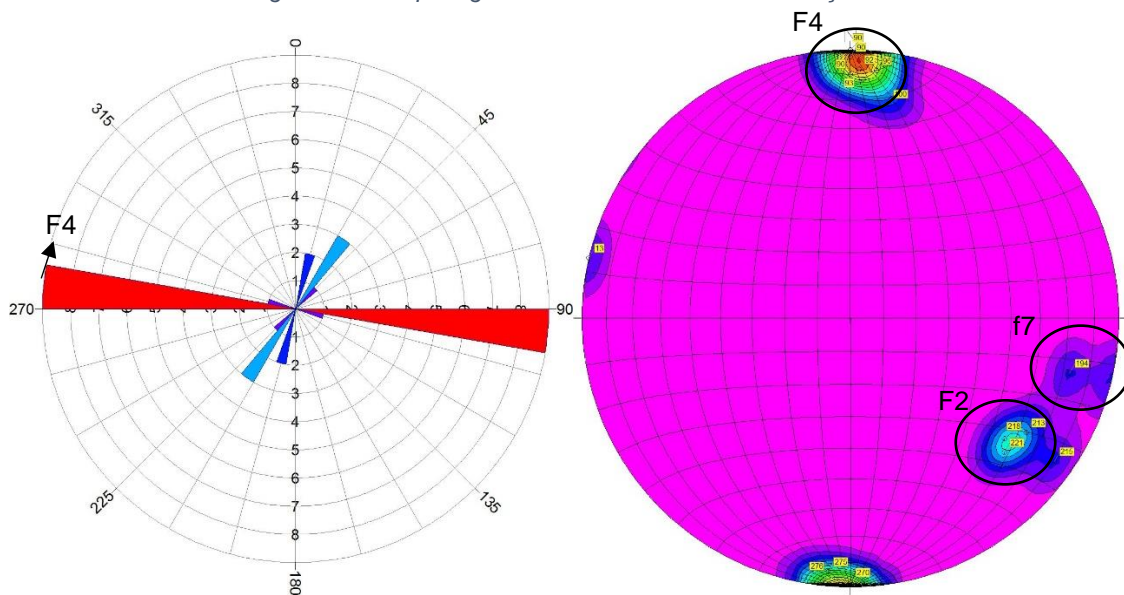


Figura IV-22 (a) Diagrama de rosas referente à secção E; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção E. (RockWorks 17)

Recorrendo aos diagramas da figura IV-23, a secção não mostra potencial de rotura planar nem por cunha, apresenta sim potencial de rotura por tombamento, evidenciado pela família F3.

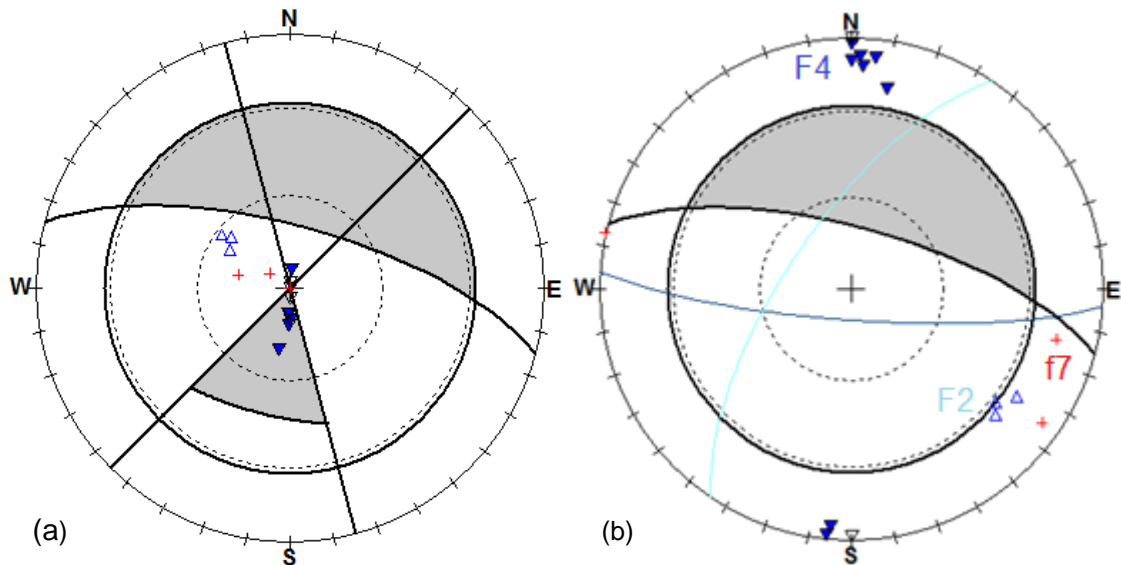


Figura IV-23 Projeção estereográfica do talude da secção E, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

Na figura IV-24 é possível observar como a família F4 provoca instabilidade em vários blocos no talude, denunciando a possível instabilidade do talude por deslizamento ao longo dos planos da família F1 (apenas identificada visualmente) e a necessária intervenção.



Figura IV-24 Planos que comprometem a estabilidade do talude da secção E

IV.2.2.6 Secção F (tabela IV-7; figura IV-25)

Tabela IV-7 Informação geral da secção F

Orientação	N132; subvertical	
Extensão	9 metros	
Altura	2 metros	
Coordenadas	<i>Latitude</i>	N 40° 59' 32,64"
	<i>Longitude</i>	W 8° 12' 34,26"

O talude da secção F (figura IV-25) é o que apresenta menor altura, com apenas dois metros de altura máxima.



Figura IV-25 Aspeto geral do talude referido como secção F

Tem três famílias principais de discontinuidades, identificadas na figura IV-26. A família F1, a estratificação subhorizontal, e duas famílias subverticais, F3 e F4.

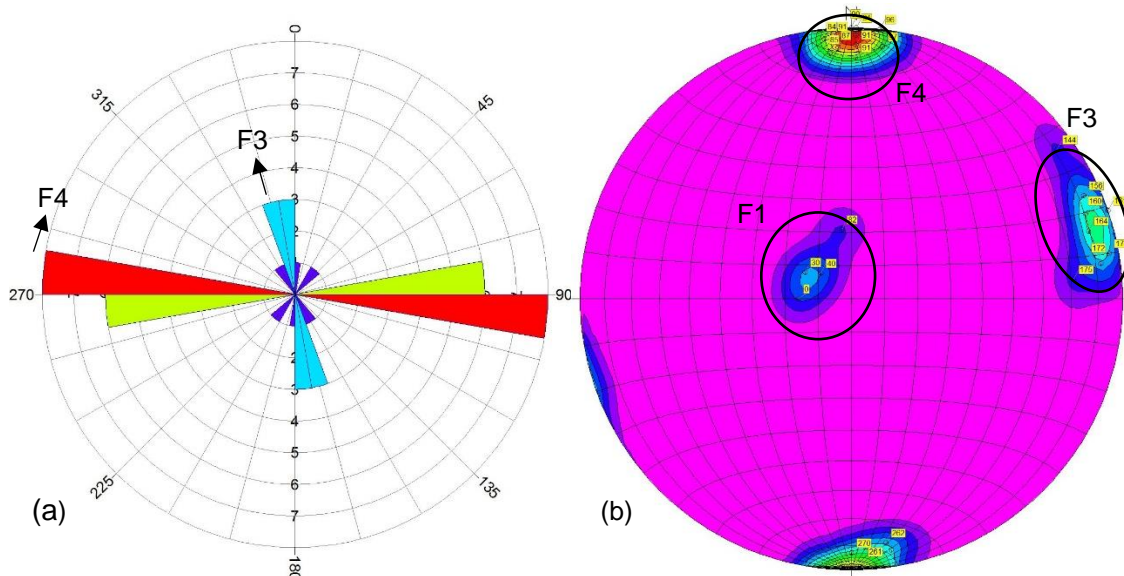


Figura IV-26 (a) Diagrama de rosas referente à secção F; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção F. (RockWorks 17)

Pela análise dos gráficos obtidos com o *RockPack III* (figura IV-27), a secção F não apresenta qualquer potencial de rotura, podendo ser considerada como uma secção sem risco.

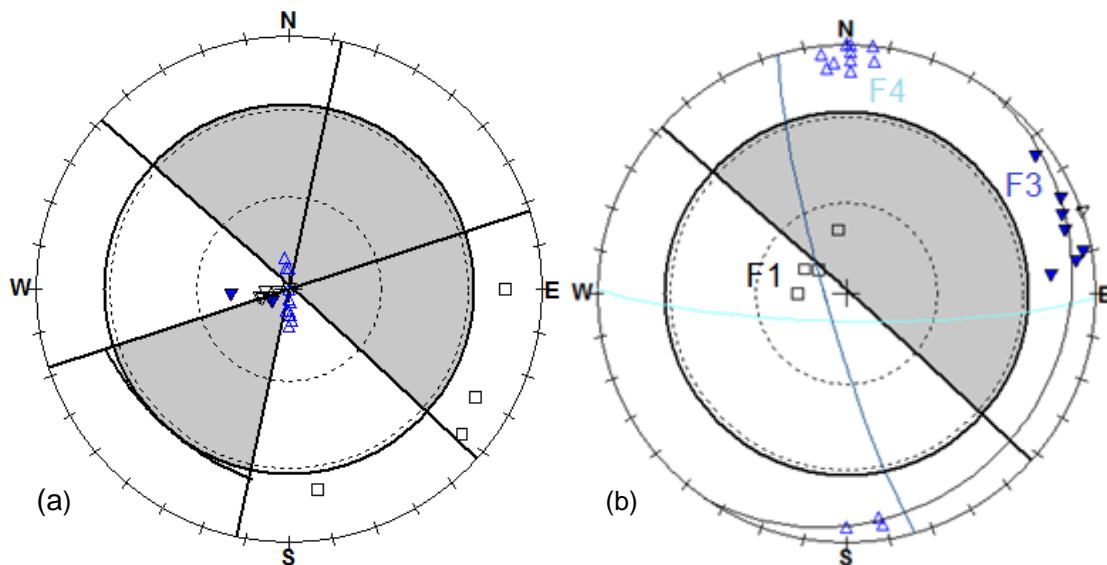


Figura IV-27 Projeção estereográfica do talude da secção F, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (*RockPack III*)

No entanto, uns metros mais à frente, há uma encosta mais inclinada coberta com solo e vegetação onde existem alguns blocos, aparentemente soltos, que podem deslizar até ao passadiço. Na figura IV-28 pode-se ver um destes blocos que deslizou e embateu na estrutura de madeira sem, felizmente, fazer grandes estragos.



Figura IV-28 Bloco solto junto aos passadiços depois da secção F

IV.2.2.7 Secção G (tabela IV-8; figura IV-29)

Tabela IV-8 Informação geral da secção G

Orientação	N130°; vertical
Extensão	20 metros
Altura	>20 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i> N 40°59'31.02"
	<i>Longitude</i> W 8°12'32.46"

Nas próximas secções a altura dos taludes apresenta-se mais elevada atingindo alturas superiores a 20 metros (figura IV-29). É possível identificar três famílias principais de descontinuidades, duas famílias com inclinação bastante alta (F3 e F4) e uma terceira família F1 quase horizontal, a estratificação (figural IV-30). Como a face do talude é vertical e as principais falhas também se apresentam na vertical, nenhum bloco se encontra instável. Isto porque esses mesmos blocos assentam na estratificação subhorizontal, e a grande maioria das descontinuidades medidas não têm mais do que 1 milímetro de abertura, apresentando uma baixa probabilidade de ocorrência de deslizamentos.

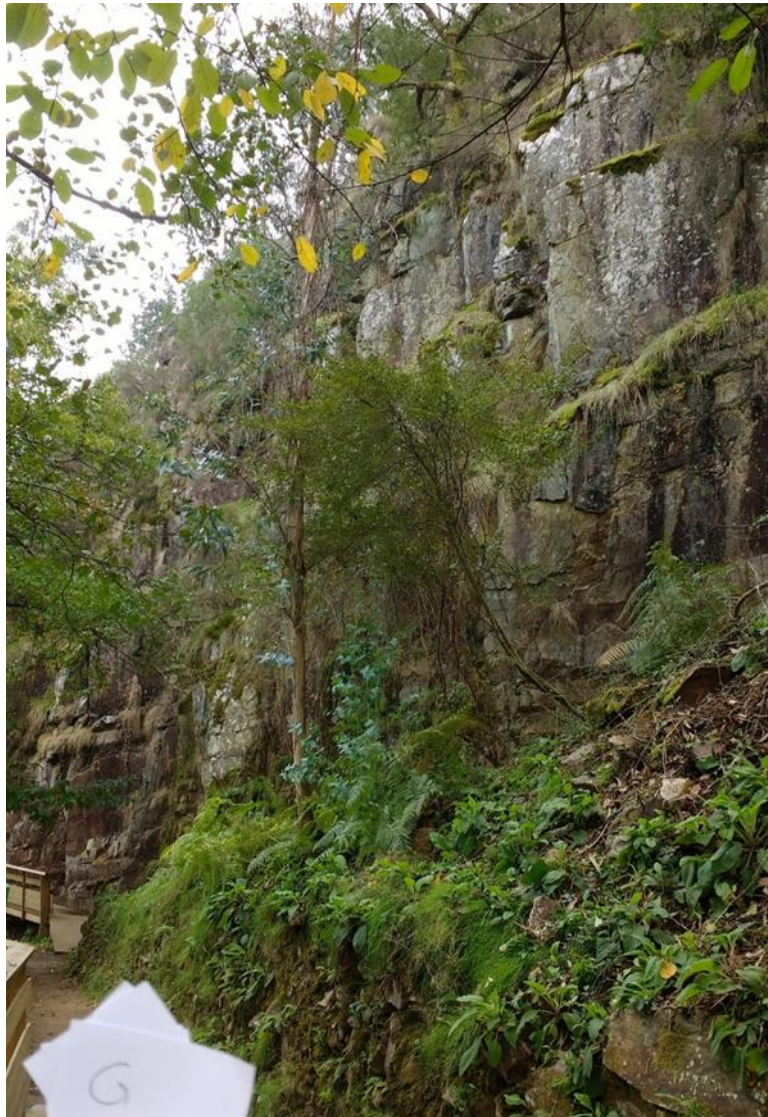


Figura IV-29 Aspeto geral do talude referido como secção G

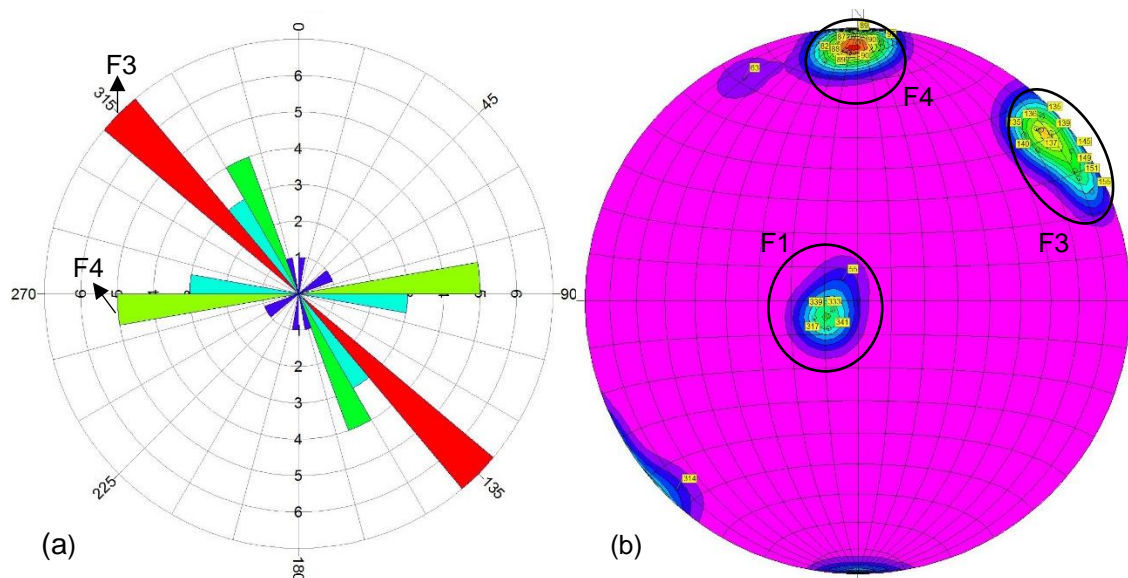


Figura IV-30 (a) Diagrama de rosas referente à secção G; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção G. (RockWorks 17)

Com base nos gráficos dos diferentes programas (figura IV-31), a Secção G não apresenta potencial de rotura planar nem por cunha. Apresenta apenas, evidenciado pela família F3, algum potencial de rotura por tombamento, mas com valores muito próximos da vertical, como referido anteriormente.

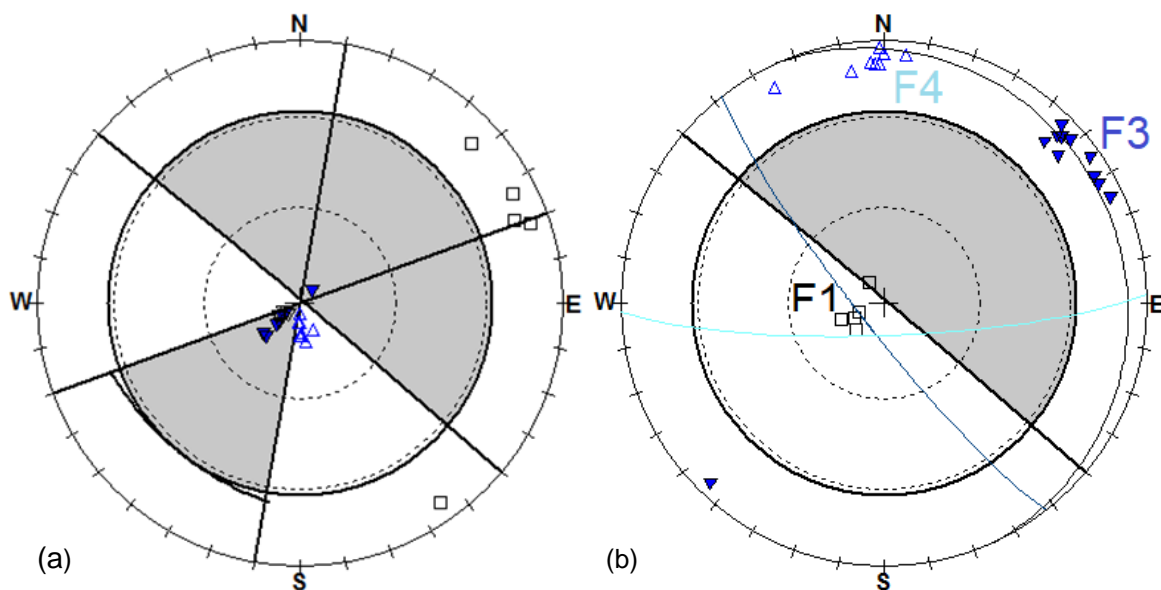


Figura IV-31 Projeção estereográfica do talude da secção G, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.8 Secção H (tabela IV-9; figura IV-32)

Tabela IV-9 Informação geral da secção H

Orientação	N98°; vertical
Extensão	18 metros
Altura	20 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i> N 40°59'30.54"
	<i>Longitude</i> W 8°12'31.56"

O talude referente a esta secção (figura IV-32) é semelhante ao talude da secção anterior. Logo, tem três famílias de descontinuidades como o talude anterior. Duas famílias (F3 e F4) bastante verticais e a estratificação (F1) como se pode ver na figura IV-33. Ao contrário da secção anterior, este talude apresenta, a cotas mais altas, uma face mais irregular. Irregularidade esta que pode originar diferentes predisposições dos blocos localizados mais abaixo. Na figura IV-32 podemos observar um bloco que se encontra em posição de instabilidade.

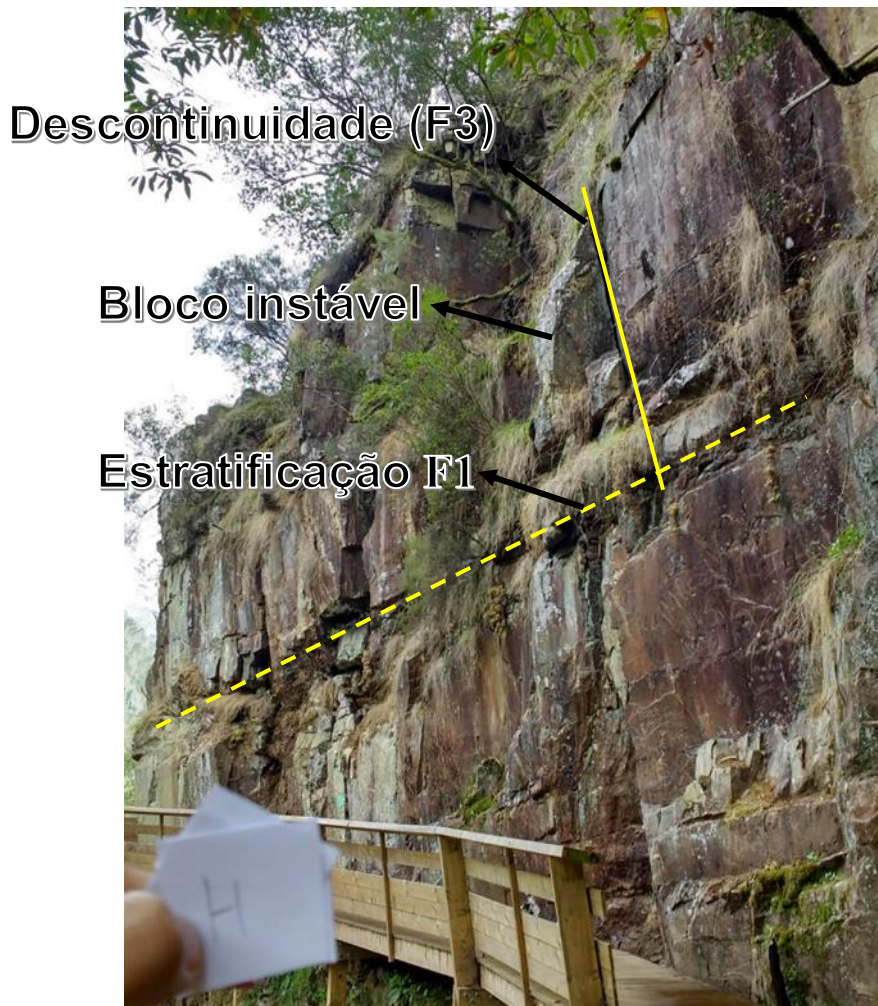


Figura IV-32 Aspeto geral do talude referido como secção H

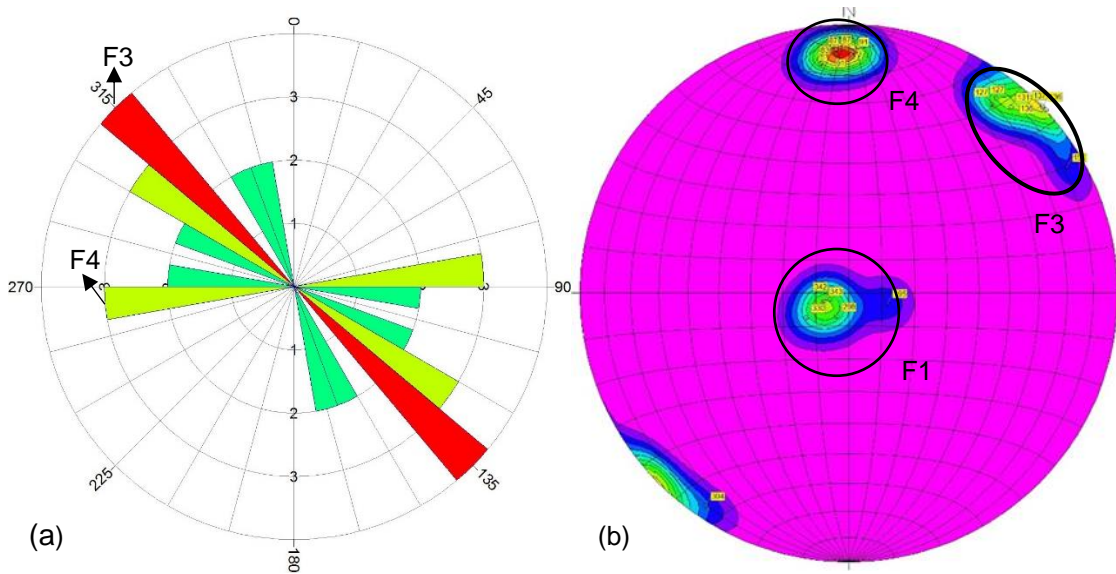


Figura IV-33 (a) Diagrama de rosas referente à secção H; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção H. (RockWorks 17)

Tendo por base os valores médios da orientação e inclinação podem-se identificar os modos de rotura inerentes a este talude. O talude da secção H não mostra sinais de potencial de rotura planar nem por cunha, apresenta sim potencial para rotura por tombamento, evidenciado pelo bloco anteriormente referido (figura IV-34). Para além desta abordagem, os valores de abertura para a família F3 são maiores que as restantes famílias, com valores atingindo os 5 centímetros de abertura, favorecendo assim a instabilidade.

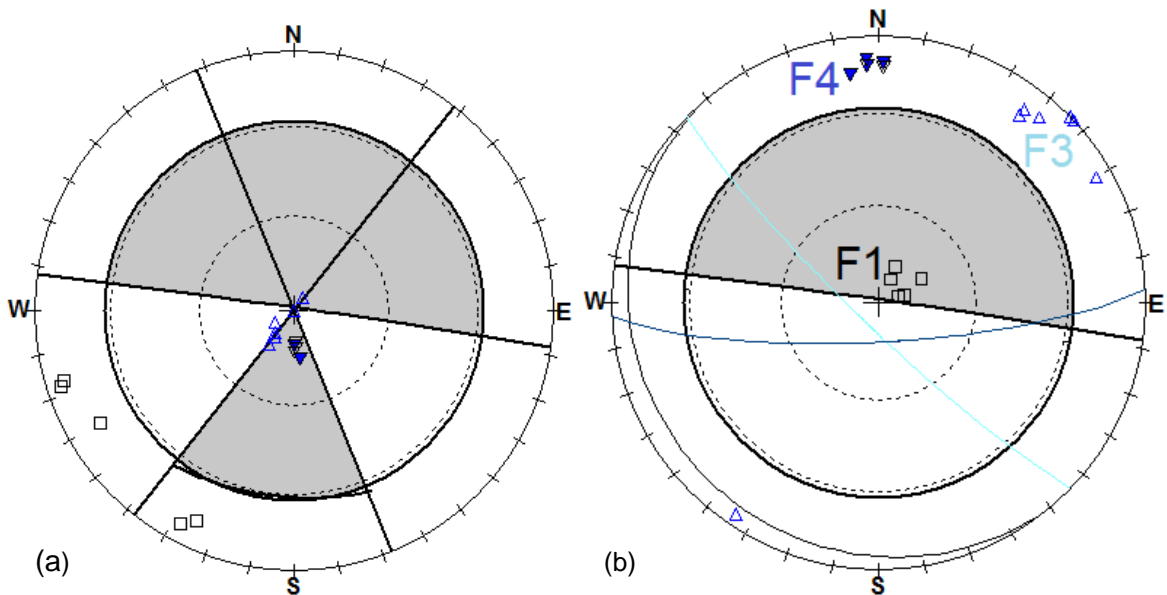


Figura IV-34 Projeção estereográfica do talude da secção H, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.9 Secção G-H (tabela IV-10)

Tabela IV-10 Informação geral da secção G-H

Orientação	N100; subvertical
Extensão	38 metros
Altura	>20 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i> N 40° 59' 31,02"
	<i>Longitude</i> W 8° 12' 32,46"

Pela junção dos dados obtidos referentes a cada secção G e H há uma clara sobreposição e correlação da localização das famílias de descontinuidades, evidenciando que se trata das mesmas famílias para as duas secções, como mostrado na figura IV-35. Esta secção é também a que apresenta maior extensão, com 38 metros.

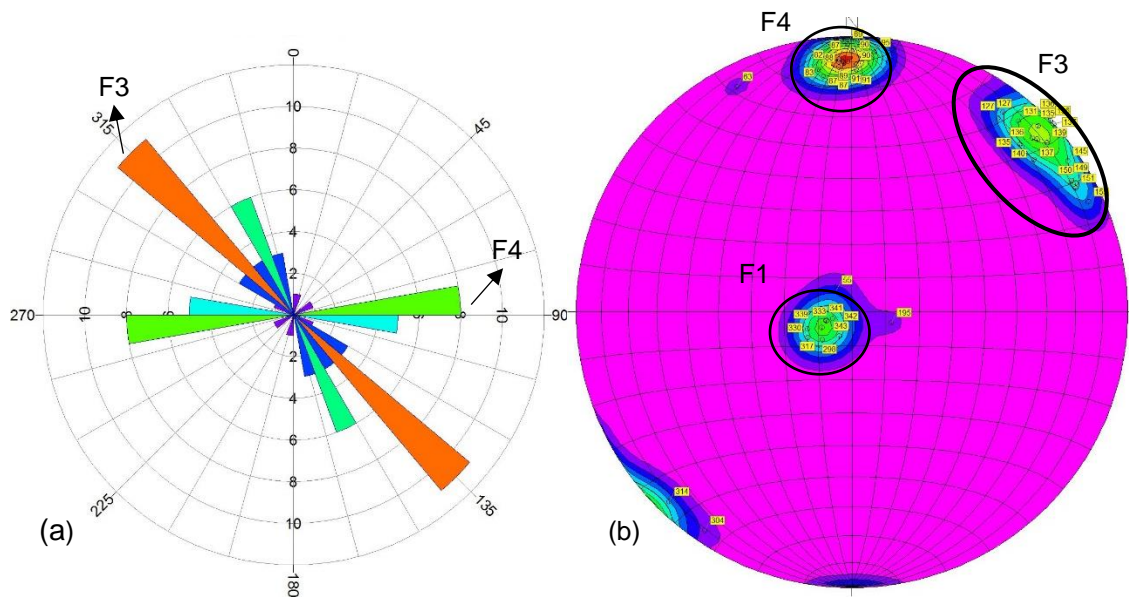


Figura IV-35 (a) Diagrama de rosas referente à secção G-H; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção G-H. (RockWorks 17)

Nos diagramas da figura IV-36 é confirmado o potencial de rotura por tombamento evidenciado pelas famílias F3 e F4, comprometendo a estabilidade e corroborando a necessidade de uma intervenção ao longo dos dois taludes constituintes desta secção.

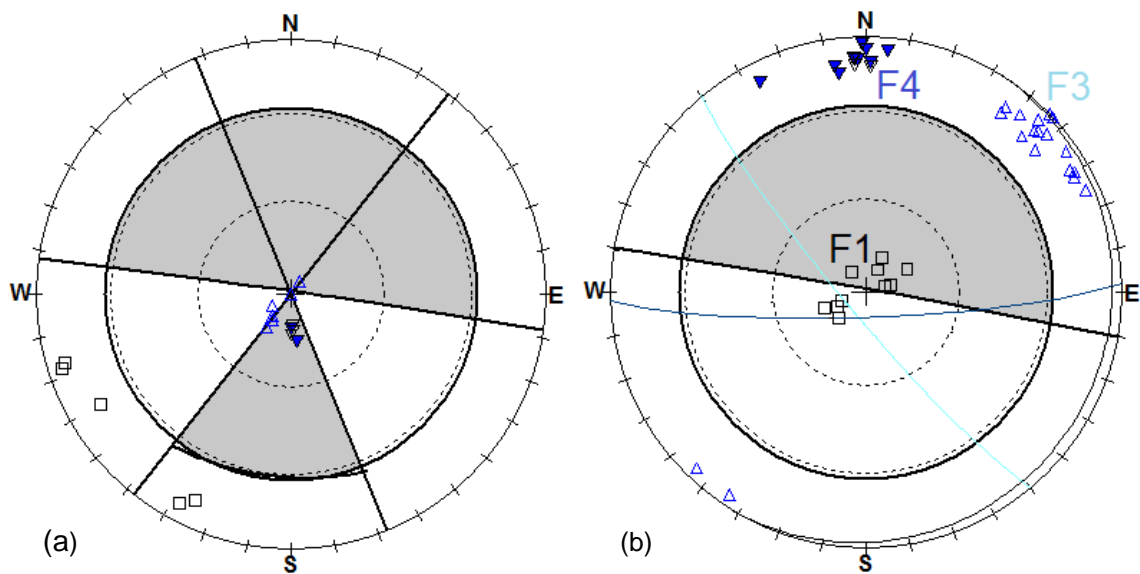


Figura IV-36 Projeção estereográfica do talude da secção G-H, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.10 Secção I (tabela IV-11; figura IV-37)

Tabela IV-11 Informação geral da secção I

Orientação	N123; subvertical
Extensão	21 metros
Altura	10 a 15 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i> N 40° 59' 30,48"
	<i>Longitude</i> W 8° 12' 30,84"

Nesta secção o talude, ao contrário das duas secções anteriores, apresenta uma altura máxima de 15 metros, consideravelmente mais baixa (figura IV-37). No entanto, apresenta quatro famílias de descontinuidades (figura IV-38). Três famílias (F2, F3 e F4) bastante verticais, nunca inclinando menos de 80°, e a estratificação (F1) novamente subhorizontal e bastante ondulada. Por norma, todas as descontinuidades têm uma abertura reduzida na ordem dos dois milímetros e a família F2 é a que apresenta o espaçamento entre si menor.



Figura IV-37 Aspeto geral do talude referido como secção I

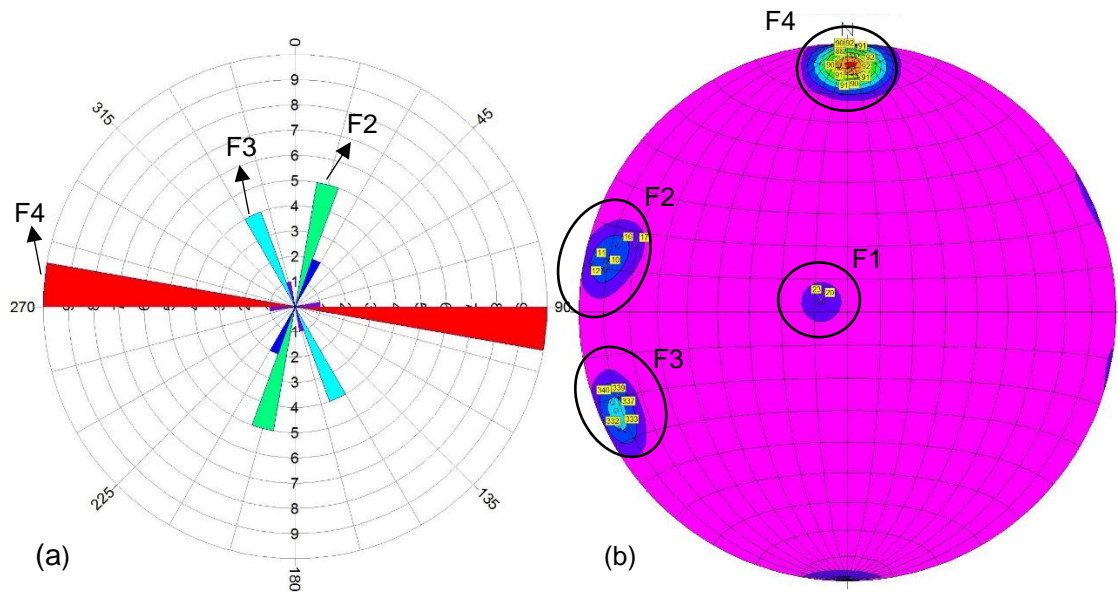


Figura IV-38 (a) Diagrama de rosas referente à secção I; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção I. (RockWorks 17)

O talude da secção I, pela interpretação da figura IV-39, não exhibe potencial de rotura por cunha nem por tombamento. Existe apenas potencial para rotura planar, que pode ser considerada de baixa importância devido a, novamente, as descontinuidades da família em questão (F2 e F4) serem muito verticalizadas. Concluindo, assim, esta secção apresenta-se como relativamente estável.

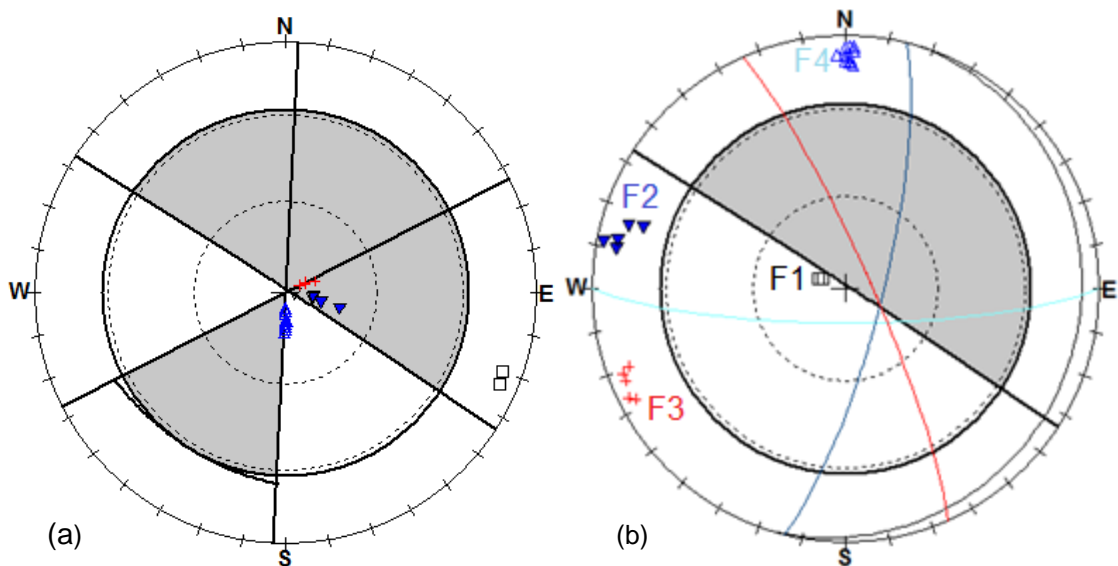


Figura IV-39 Projeção estereográfica do talude da secção I, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.11 Secção J (tabela IV-12; figura IV-40)

Tabela IV-12 Informação geral da secção J

Orientação		N156; subvertical
Extensão		8 metros
Altura		13 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i>	N 40° 59' 30,36"
	<i>Longitude</i>	W 8° 12' 30,24"

Para o talude da secção J, logo numa primeira observação no local, é possível verificar a existência de vários blocos soltos que já não se encontram na sua posição inicial. No entanto, este talude encontra-se dividido por quatro patamares; devido a este efeito de escada, os blocos tombados ficam retidos no patamar abaixo, não apresentando riscos elevados, como é possível observar na figura IV-40.



Figura IV-40 Aspeto geral do talude referido como secção J

A secção J apresenta três famílias de descontinuidades, duas famílias com atitude bastante vertical (F2 e F4) e a família representativa da estratificação (F1), através da interpretação da figura IV-41.

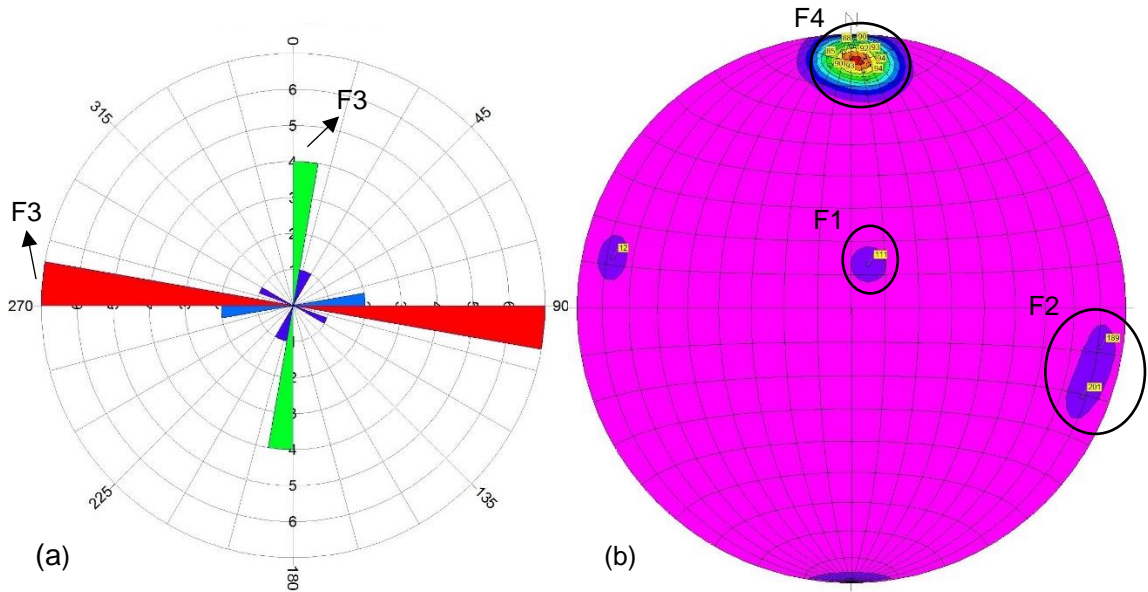


Figura IV-41 (a) Diagrama de rosas referente à secção J; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção J. (RockWorks 17)

Este talude, pela análise a partir dos diagramas obtidos pelos diferentes *softwares* (figura IV-42), não apresenta potencial de rotura planar nem por tombamento nem por rotura por cunha. Com base nestes dados é seguro concluir que esta secção não apresenta qualquer tipo de problema de instabilidade e conseqüente rotura.

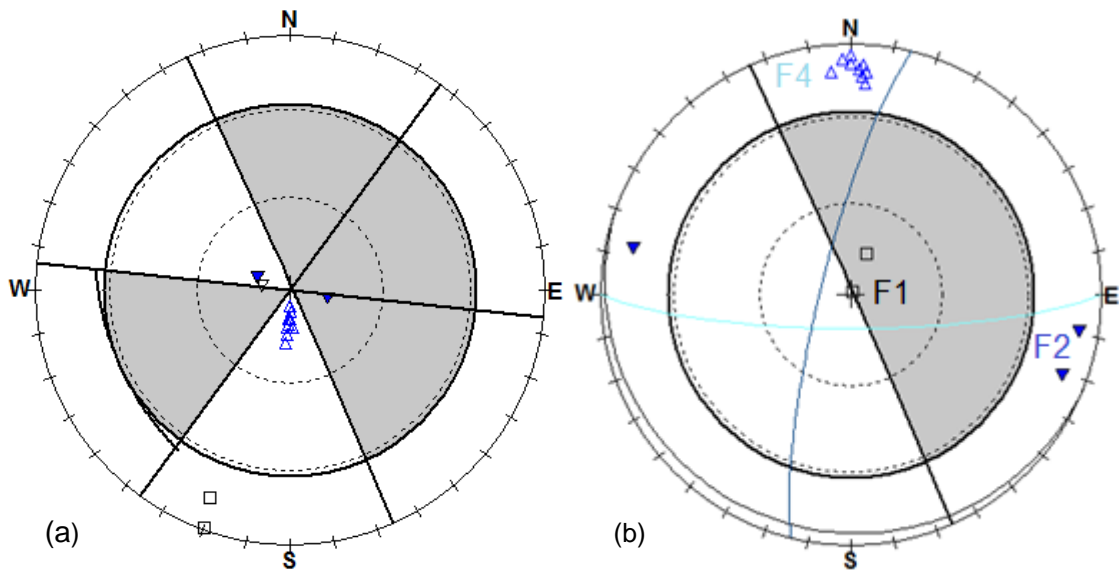


Figura IV-42 Projeção estereográfica do talude da secção J, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.12 Secção L (tabela IV-13; figura IV-43)

Tabela IV-13 Informação geral da secção L

Orientação	N20; 70°E
Extensão	8 metros
Altura	20 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i> N 40° 59' 30,00"
	<i>Longitude</i> W 8° 12' 30,18"

O talude da secção L destaca-se por uma irregularidade da face do próprio talude como é possível observar na figura IV-43. Pela interpretação das figuras IV-44, esta secção apresenta três famílias de descontinuidades (F2, F3 e F4), sendo estas três famílias relativamente verticais. Não foram medidos os planos sub-horizontais que podem ser identificados na figura IV-43, família F1, por estarem cobertas de terra e vegetação, impossibilitando a sua correta medição.



Figura IV-43 Aspeto geral do talude referido como secção L

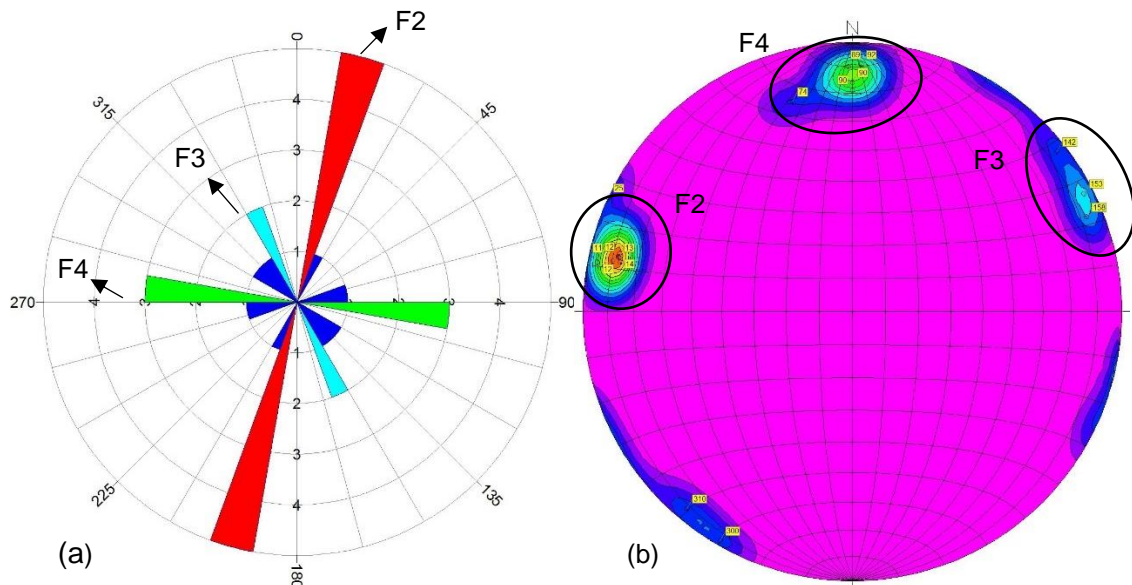


Figura IV-44 (a) Diagrama de rosas referente à secção L; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção L. (RockWorks 17)

Recorrendo aos digramas obtidos pelo *RockPack III*, o talude da secção L não mostra sinais de qualquer potencial de rotura (figura IV-45). Todas as discontinuidades apresentam aberturas na ordem de 1 a 2 milímetros e continuidades que não ultrapassam em média mais do que 2 metros de comprimento. Tendo em conta todos estes fatores, o talude da secção L não apresenta risco de instabilidade.

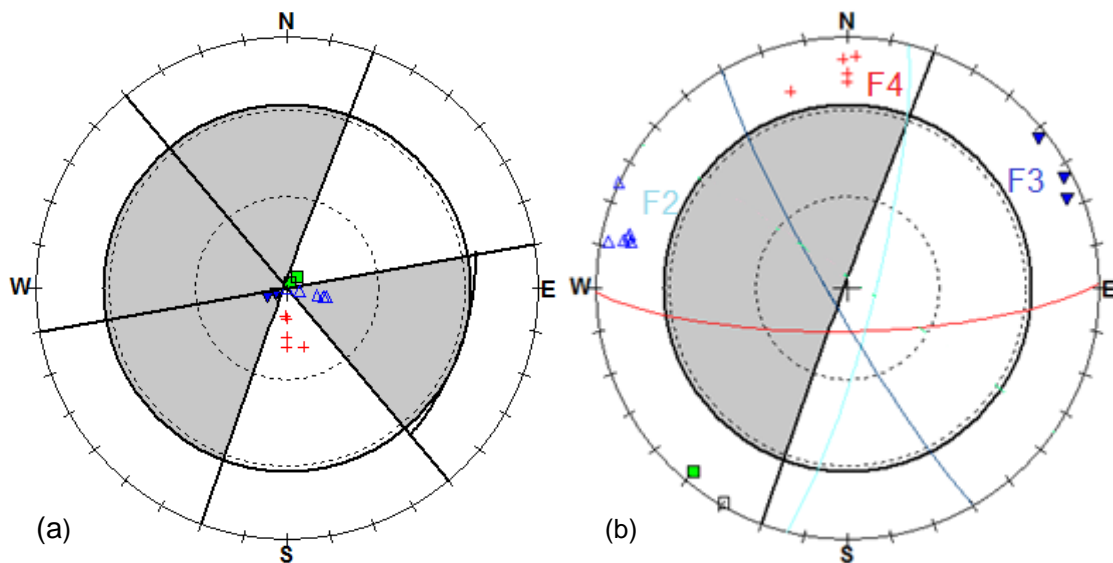


Figura IV-45 Projeção estereográfica do talude da secção L, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.13 Secção M (tabela IV-14; figura IV-46)

Tabela IV-14 Informação geral da secção M

Orientação		N105; subvertical
Extensão		7 metros
Altura		9 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i>	N 40° 59' 29,88"
	<i>Longitude</i>	W 8° 12' 29,94"

Este talude, no seguimento do anterior para Este, também se apresenta bastante fraturado e com uma superfície irregular. O talude em estudo tem uma altura de aproximadamente 9 metros, estando dividido em três diferentes patamares de igual tamanho (figura IV-46).



Figura IV-46 Aspeto geral do talude referido como secção M

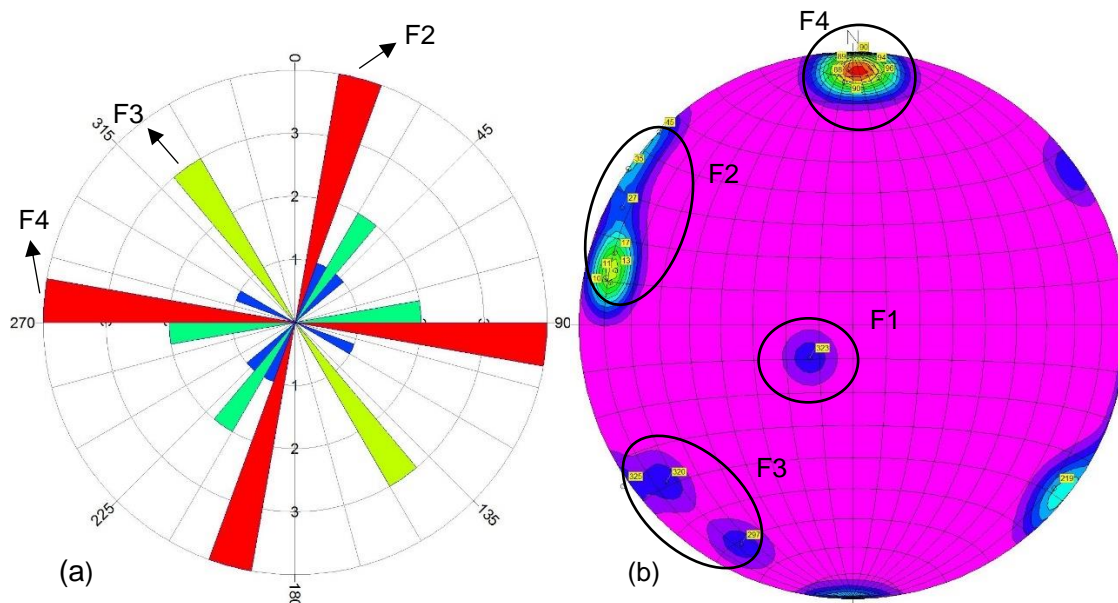


Figura IV-47 (a) Diagrama de rosas referente à secção M; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção M. (RockWorks 17)

Este talude apresenta 4 famílias de discontinuidades, as famílias F2, F3 e F4 bastante verticalizadas não inclinando menos do que 78° , e a família F1, a estratificação (figura IV-47). Com base nos valores tidos como representativos, e interpretados com o *software RockPack III*, na secção M apenas se verifica potencial para rotura por cunha entre as famílias F2 e F4 (figura IV-48). Contudo, tal como na secção anterior, as discontinuidades apresentam valores de abertura bastante reduzidos, na ordem de 1 milímetro e continuidades não maiores do que 2 metros. Também o facto do talude se encontrar em patamares e ser relativamente baixo não o coloca em risco de rotura.

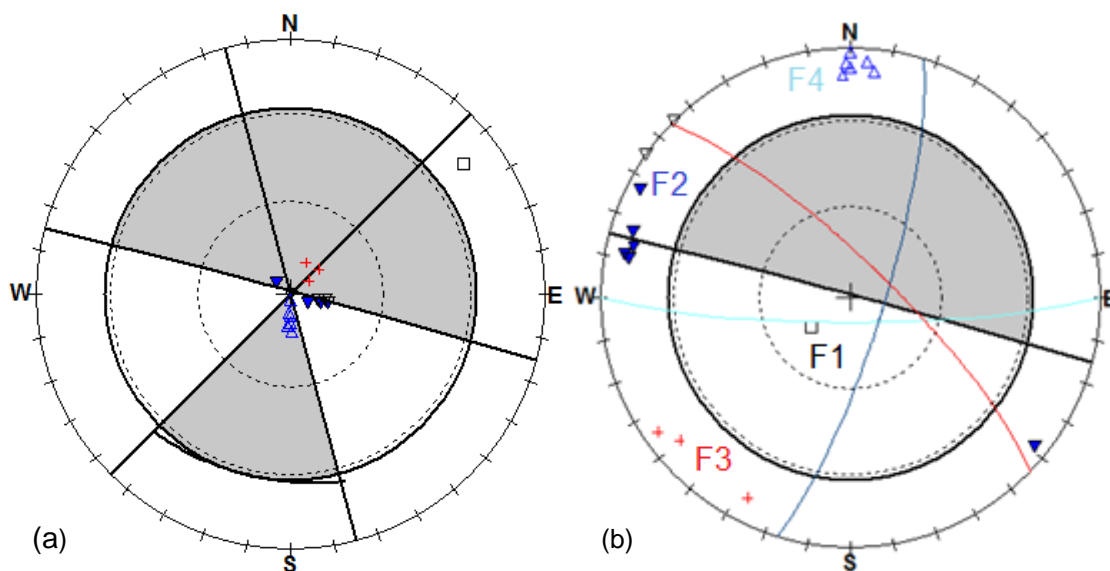


Figura IV-48 Projeção estereográfica do talude da secção M, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.14 Secção N (tabela IV-15; figura IV-49)

Tabela IV-15 Informação geral da secção N

Orientação		N137; subvertical
Extensão		6 metros
Altura		9 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i>	N 40° 59' 29,64"
	<i>Longitude</i>	W 8° 12' 29,34"

Para o talude da secção N (figura IV-49), identificam-se quatro famílias de descontinuidades, as famílias F2, F3 e F4 com atitude maioritariamente vertical, e a família F1 representada pela estratificação (figura IV-50). Esta é uma secção que também se apresenta em três patamares de, aproximadamente, três metros cada e igualmente bastante fraturada, como é possível observar na figura IV-49, sendo a família F4 a mais significativa (figura IV-50).



Figura IV-49 Aspeto geral do talude referido como secção N

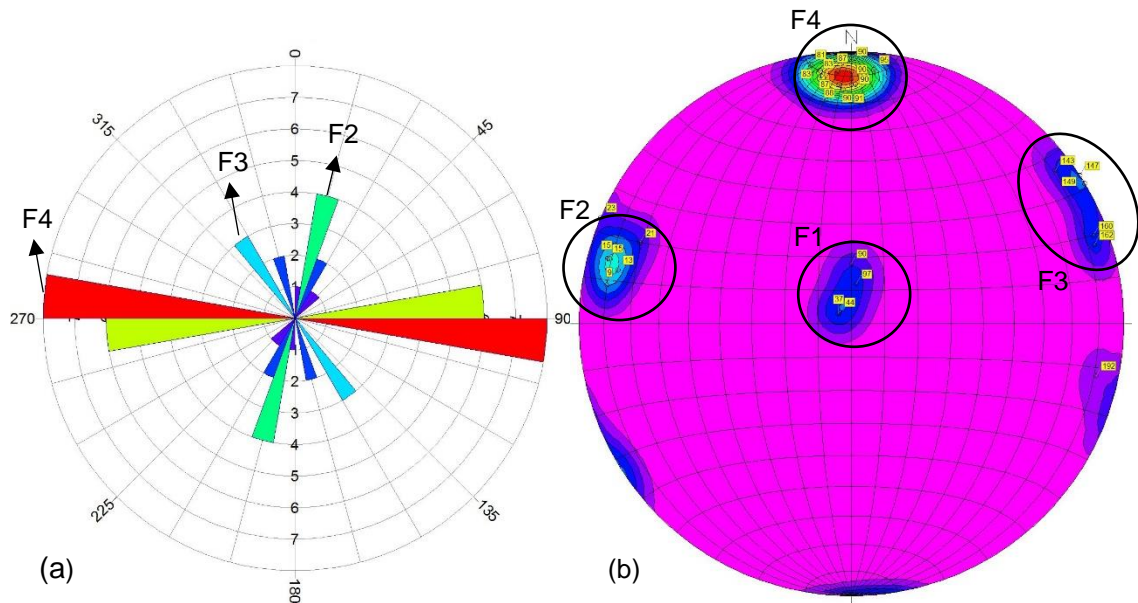


Figura IV-50 (a) Diagrama de rosas referente à secção N; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção N. (RockWorks 17)

Tendo por base os valores de inclinação e respetivo azimute, identificam-se os modos de rotura inerentes a este talude. A secção N não mostra sinais de potencial de rotura por cunha nem por tombamento, exhibe somente potencial de rotura planar evidenciado pela família F4 (figura IV-51). Sendo a face do talude “em escada” e de reduzida altura, pode-se considerar esta secção como não apresentando risco acentuado.

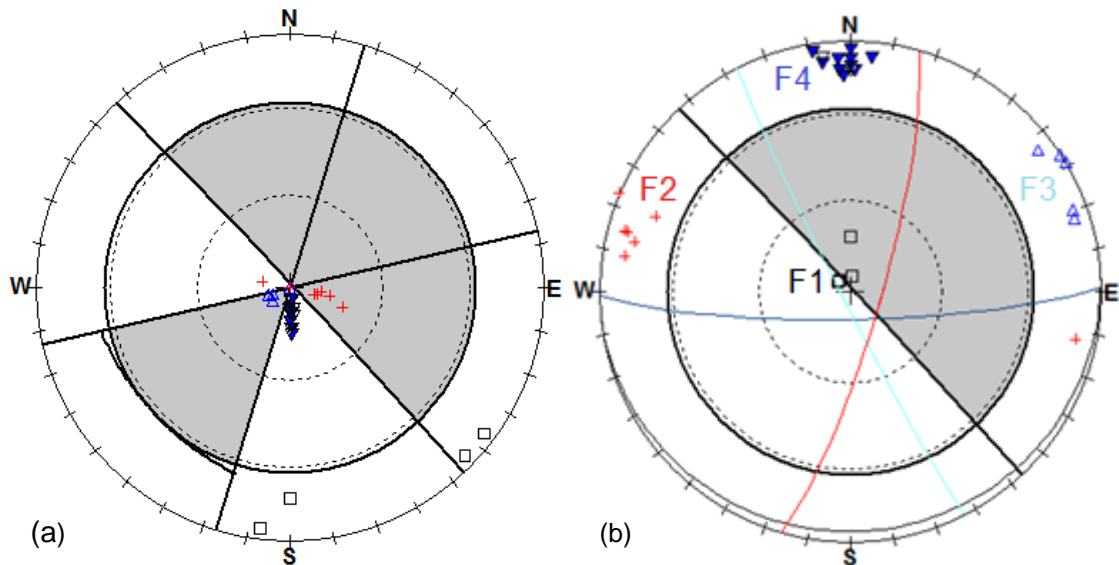


Figura IV-51 Projeção estereográfica do talude da secção N, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.15 Secção O (tabela IV-16; figura IV-52)

Tabela IV-16 Informação geral da secção O

Orientação	N112; subvertical
Extensão	6 metros
Altura	6 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i> N 40° 59' 29,76"
	<i>Longitude</i> W 8° 12' 28,86"

Para o talude da secção O (figura IV-52) identificaram-se quatro famílias (F1, F2, F3 e F4). As famílias F2, F3 e F4 têm uma atitude próximo da vertical e a família F1 representa a estratificação sub-horizontal (figura IV-53). O talude nesta secção é mais verticalizado do que nas anteriores e, como se pode observar na figura IV-52, um conjunto de estratos apresentam como que uma protuberância sobre os passadiços que, apesar de não pôr em risco a estabilidade do talude, localiza-se à altura da cabeça de um adulto, podendo ser problemática para os mais distraídos.



Figura IV-52 Aspeto geral do talude referido como secção O

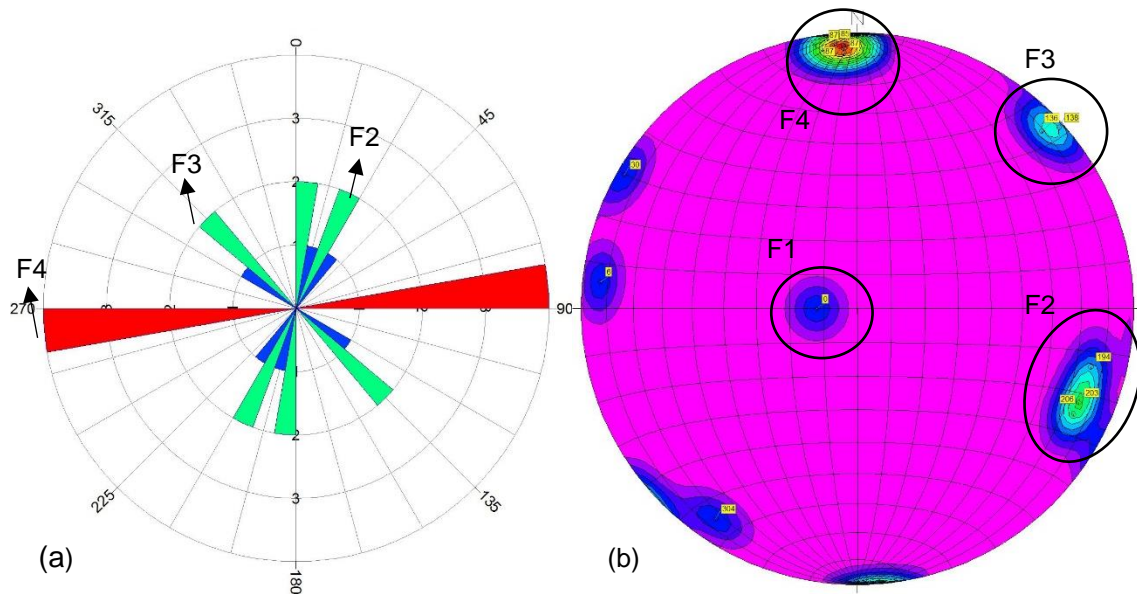


Figura IV-53 (a) Diagrama de rosas referente à secção O; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção O. (RockWorks 17)

Com base nos diagramas dos modos de rotura inerentes a este talude (figura IV-54), conclui-se que a secção O não mostra qualquer potencial de rotura, podendo-se concluir que o talude da secção O não apresenta risco de instabilidade.

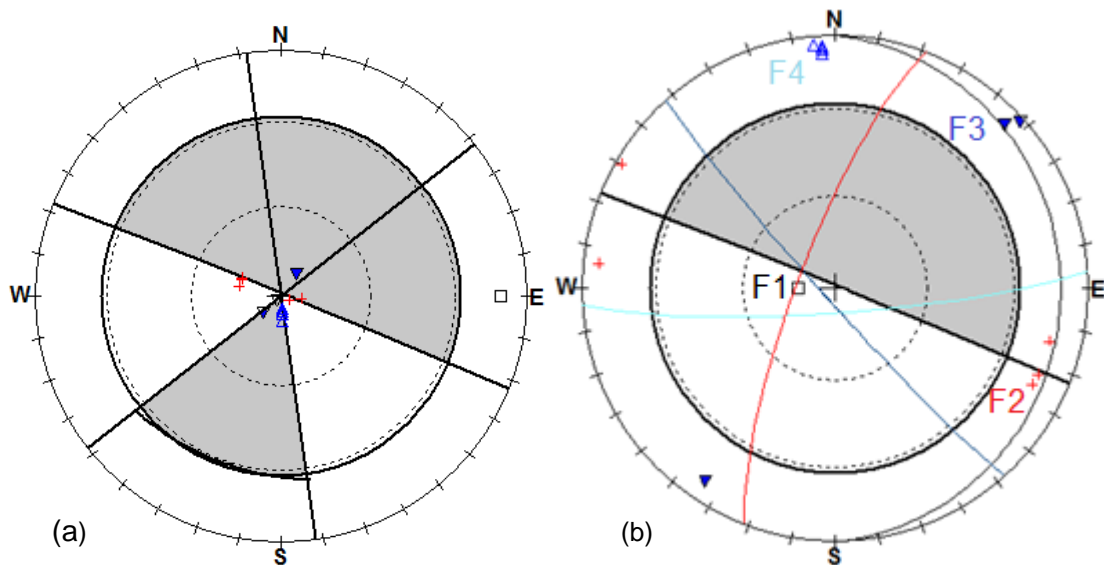


Figura IV-54 Projeção estereográfica do talude da secção O, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.16 Secção P (tabela IV-17; figura IV-55)

Tabela IV-17 Informação geral da secção p

Orientação	N136; subvertical
Extensão	14 metros
Altura	8 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i> N 40° 59' 29,52'''
	<i>Longitude</i> W 8° 12' 28,56"

Para o talude da secção P (figura IV-55), através dos diagramas da figura IV-56, identificam-se quatro famílias de descontinuidades. A família de descontinuidades F1, estratificação, as famílias de descontinuidades F3, F4 e uma família f8 que se considera ser importante nesta secção, com atitudes mais verticais. A família F4 é a família de descontinuidades mais bem representada nesta secção.



Figura IV-55 Aspeto geral do talude referido como secção P

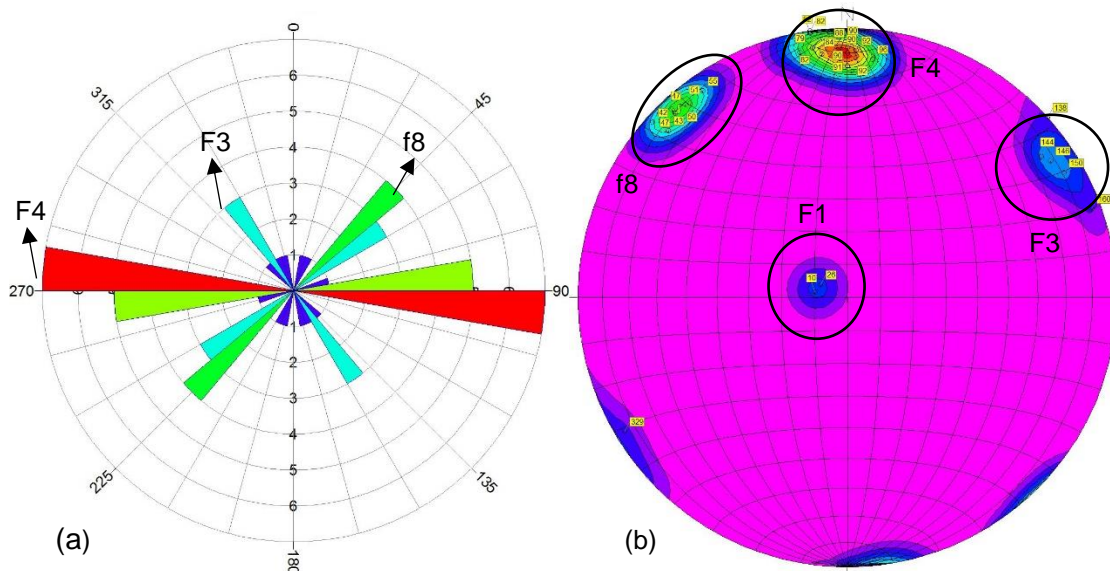


Figura IV-56 (a) Diagrama de rosas referente à secção P; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção P. (RockWorks 17)

Neste talude não se verifica potencial para rotura planar nem por cunha. Existe, no entanto, potencial para rotura por tombamento, evidenciado pela família F3, como é possível interpretar pelos diagramas da figura IV-57, que tem orientação semelhante à orientação da face do talude. Apesar dos valores de abertura da família F3 serem relativamente baixos, a rondar 1 e 2 milímetros, têm espaçamentos inferiores a 50 centímetros ao longo de toda a secção, podendo comprometer a estabilidade do talude.

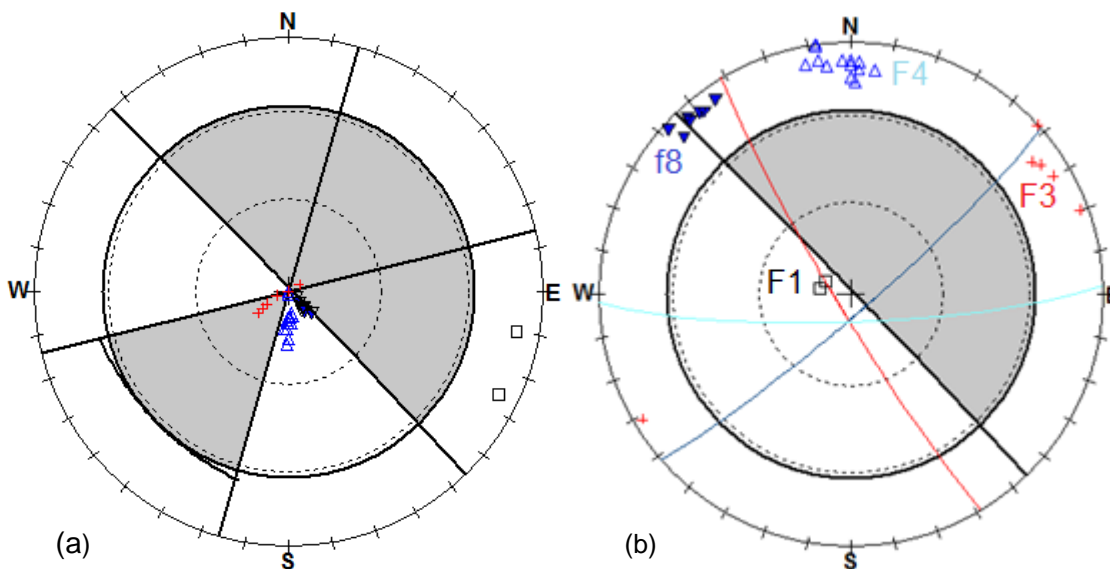


Figura IV-57 Projeção estereográfica do talude da secção P, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.17 Secção Q (tabela IV-18; figura IV-58)

Tabela IV-18 Informação geral da secção Q

Orientação	N117; subvertical
Extensão	7 metros
Altura	5 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i> N 40° 59' 29,16"
	<i>Longitude</i> W 8° 12' 28,14"

Com 5 metros de altura, o talude da secção Q apresenta-se como um dos taludes mais baixos de todo o percurso estudado (figura IV-58).



Figura IV-58 Aspeto geral do talude referido como secção Q

Na secção Q identificam-se quatro famílias de descontinuidades (figura IV-59), como tem vindo a ser observado pela análise dos taludes anteriores. A família F1, que é a estratificação, e as três outras famílias, F2, F3 e F4, com inclinações bastante verticais. A estratificação apresenta-se novamente ligeiramente ondulada.

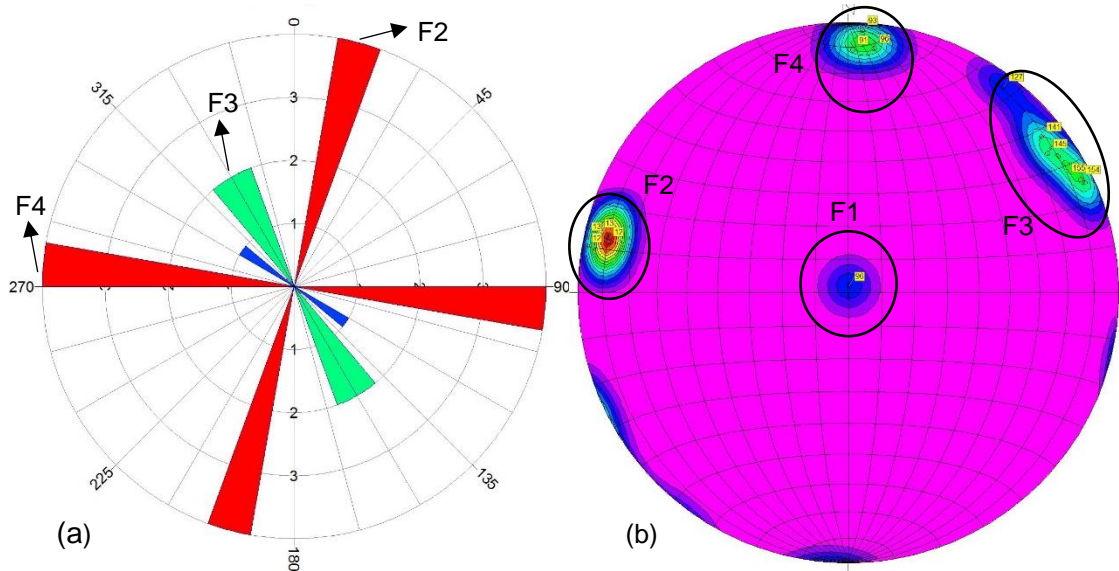


Figura IV-59 (a) Diagrama de rosas referente à secção Q; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção Q. (RockWorks 17)

Através da interpretação dos digramas obtidos no *RockPack III*, figura IV-60, baseados nas medições de campo da inclinação e respetivo azimute, identificam-se os respetivos modos de rotura. O talude não mostra sinais de potencial de rotura planar nem por cunha, apresenta apenas um potencial muito baixo de rotura por tombamento, sem gravidade, evidenciado pela família F3.

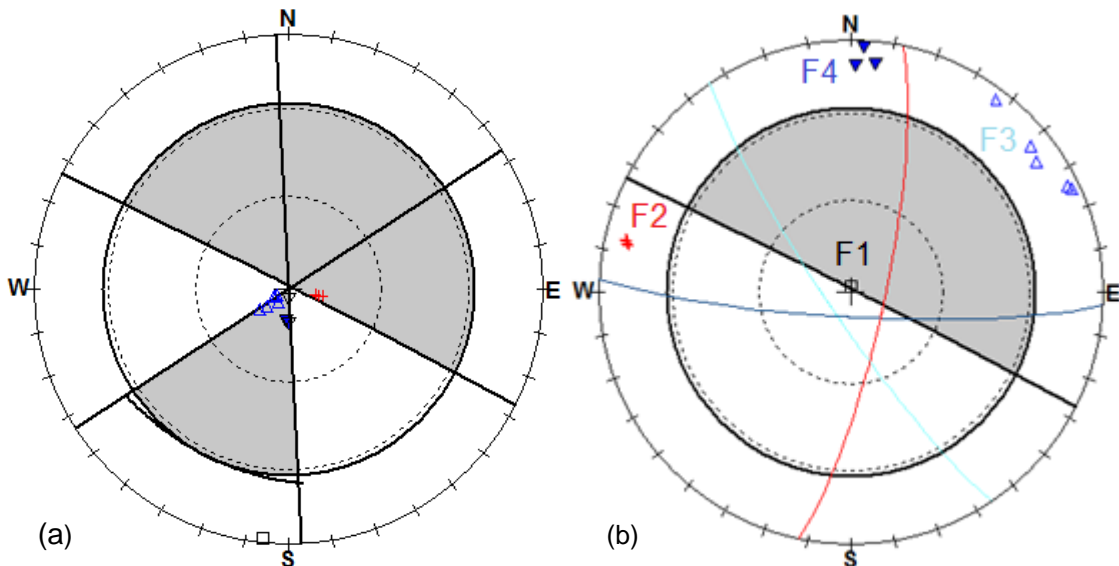


Figura IV-60 Projeção estereográfica do talude da secção Q, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.18 Secção R (tabela IV-19; figura IV-61)

Tabela IV-19 Informação geral da secção R

Orientação		N148; subvertical a 40° NE
Extensão		9 metros
Altura		2+10 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i>	N 40° 59' 29,22"
	<i>Longitude</i>	W 8° 12' 27,78"

Na secção R o talude encontra-se dividido verticalmente em duas partes. A porção inferior com apenas 2 metros de altura e inclinação vertical, e uma segunda porção com 10 metros de altura e inclinação aproximada de 40°NE, coberta por solo e vegetação, como é possível observar na figura IV-61. Todos os dados estruturais obtidos nesta secção são referentes à porção inferior do talude, uma vez que, com os recursos disponíveis para este estudo, a parte mais alta do talude era inacessível.



Figura IV-61 Aspeto geral do talude referido como secção R

Como observável na figura IV-62, o talude da secção R apresenta-se com três principais famílias de discontinuidades. As famílias F2, F3 e F4 com atitudes bastante verticais, não sendo possível medir a estratificação, devido a todo o solo e vegetação que cobre o talude.

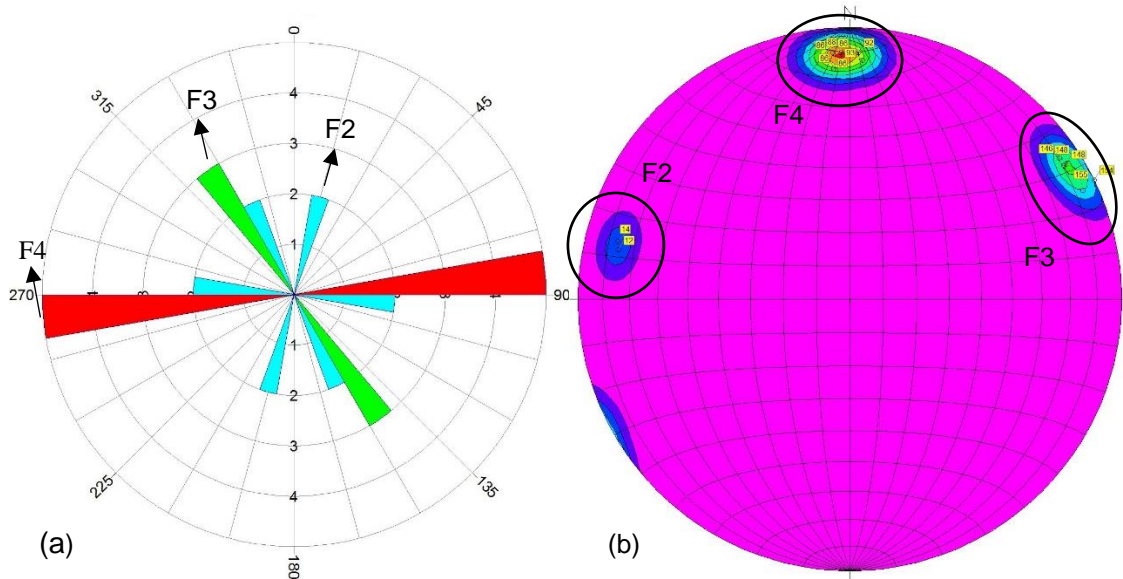


Figura IV-62 (a) Diagrama de rosas referente à secção R; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção R. (RockWorks 17)

Pela análise dos diagramas de rotura da figura IV-63, o talude não mostra sinais de potencial de rotura planar nem por cunha, existindo apenas um ligeiro potencial de rotura por tombamento, evidenciado pela família F3. Como esta análise é referente à porção mais próxima da base, a sua reduzida altura e baixos valores de continuidade e abertura não comprometem a estabilidade do talude.

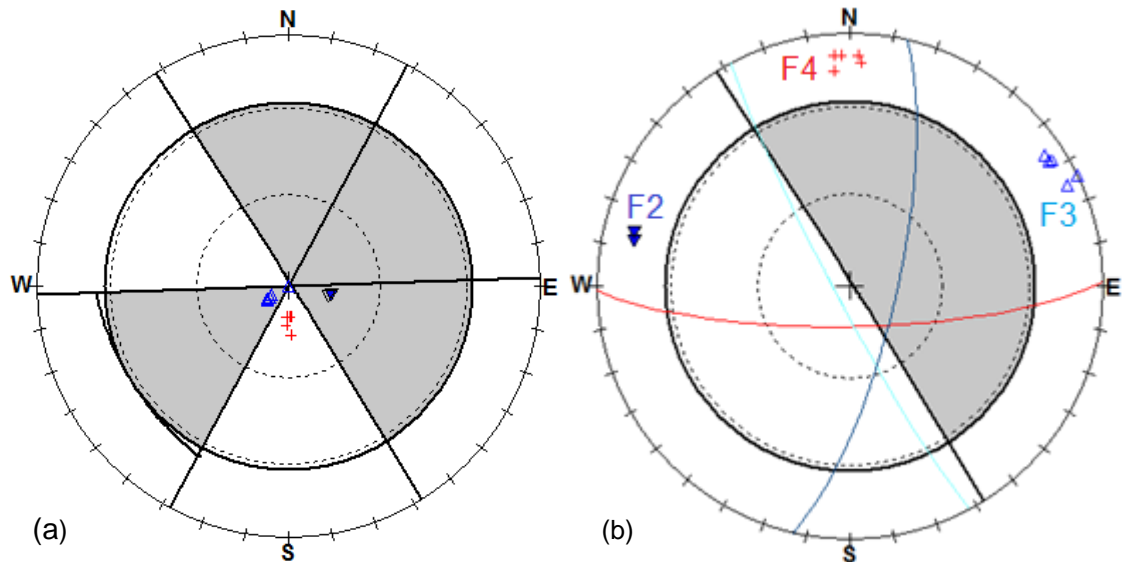


Figura IV-63 Projeção estereográfica do talude da secção R, a cinzenta está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.19 Secção S (tabela IV-20; figura IV-64)

Tabela IV-20 Informação geral da secção S

Orientação	N148; 50° NE
Extensão	11 metros
Altura	12 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i> N 40° 59' 29,34"
	<i>Longitude</i> W 8° 12' 27,24"

Nesta secção S, como se pode observar na figura IV-64, o talude encontra-se com algum solo e vegetação e ainda com algumas árvores de pequeno porte. É um talude bastante fraturado, podendo as raízes destas mesmas árvores agravar a abertura e meteorização ao longo das descontinuidades, e é relativamente mais inclinado que a norma das restantes secções.



Figura IV-64 Aspeto geral do talude referido como secção S

Relativamente às discontinuidades, o talude da secção S apresenta-se com quatro famílias de discontinuidades. A família F1, muito pouco representada, indicando a estratificação ligeiramente ondulada, e três famílias verticalizadas, as famílias F2, F3 e F4 (figura IV-65). A família F4 é claramente a mais importante nesta secção, sendo a mais bem representada.

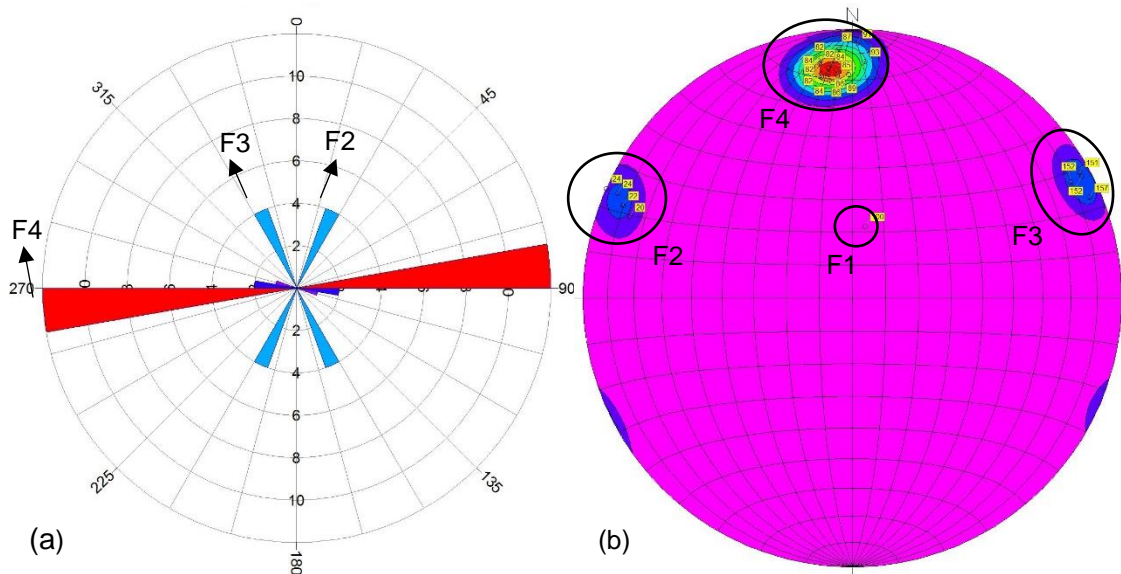


Figura IV-65 (a) Diagrama de rosas referente à secção S; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção S. (RockWorks 17)

Com base nos valores de inclinação e respetivo azimute, introduzidos no *software RockPack III*, observáveis na figura IV-66, o talude não apresenta potencial de rotura planar nem por cunha. Apresenta sim um ligeiro potencial de rotura por tombamento, evidenciada pela família F3. Existem mesmo alguns blocos de pequenas dimensões na parte superior da secção já soltos, não visíveis na figura IV-64, mas que devido à inclinação do talude e à presença da vegetação não comprometem a estabilidade nesta secção.

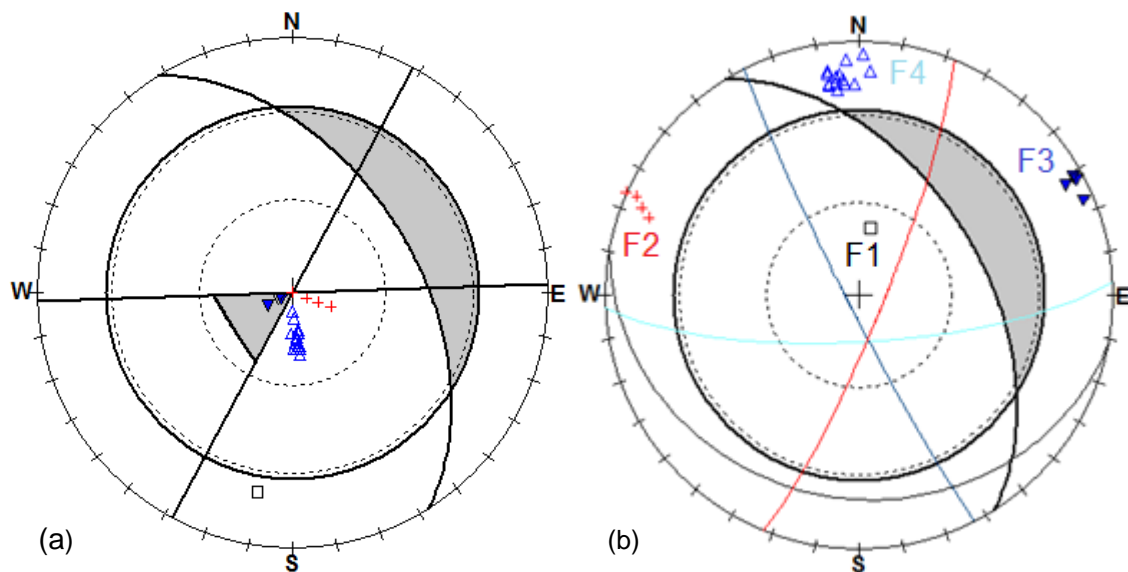


Figura IV-66 Projeção estereográfica do talude da secção S, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.20 Secção T (tabela IV-21; figura IV-67)

Tabela IV-21 Informação geral da secção T

Orientação	N152; 70° NE
Extensão	10 metros
Altura	10 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i> N 40° 59' 28,38"
	<i>Longitude</i> W 8° 12' 26,46"

No talude da secção T (figura IV-67) identificam-se três principais famílias de descontinuidades (figura IV-68). A espectável família F1, estratificação ligeiramente ondulada, e duas famílias mais verticais afastadas entre si por 90° graus. A família F2 é, sem dúvida, a mais representativa nesta secção.

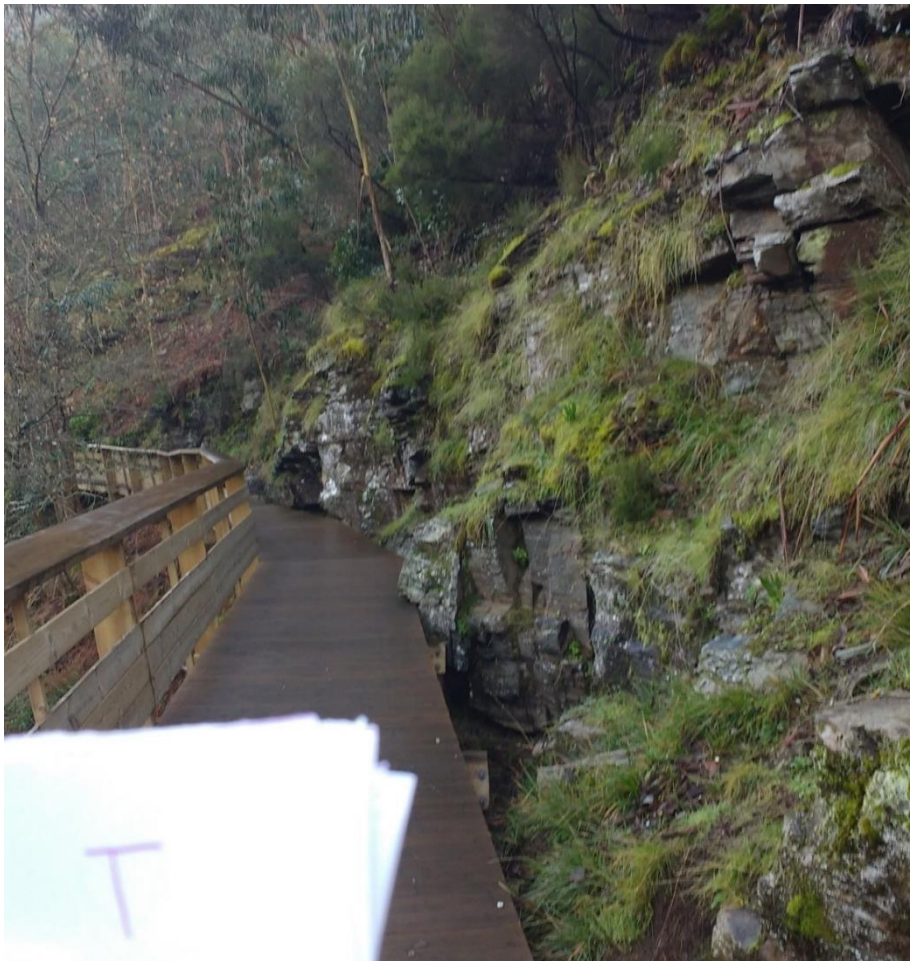


Figura IV-67 Aspeto geral do talude referido como secção T

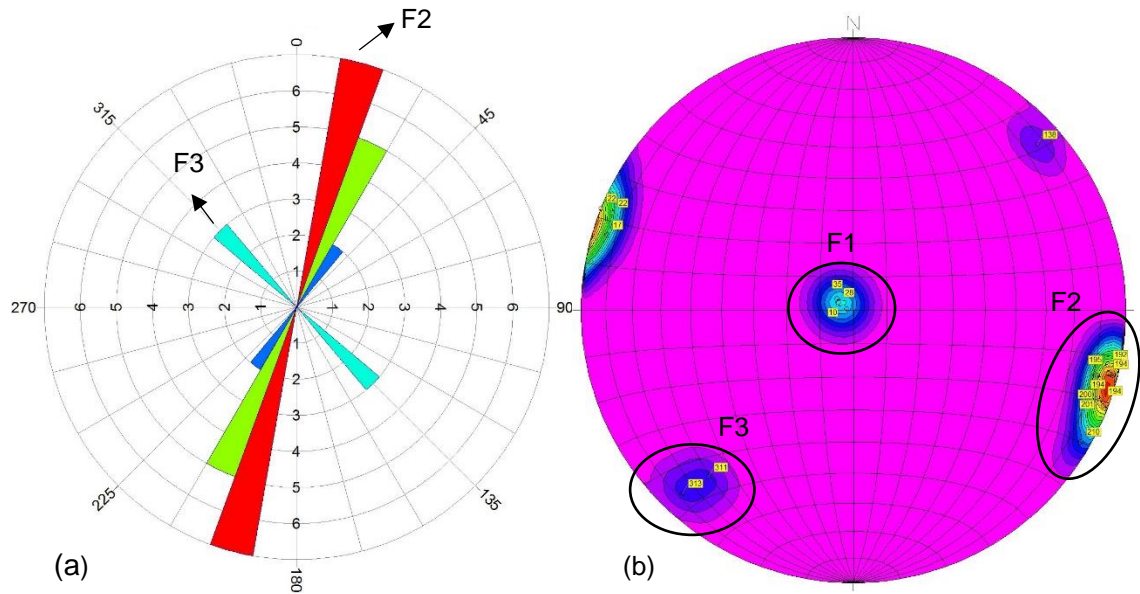


Figura IV-68 (a) Diagrama de rosas referente à secção T; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção T. (RockWorks 17)

Pelos diagramas da figura IV-69, o talude não mostra sinais de potencial rotura planar, por tombamento ou por cunha, indicando tratar-se de uma secção com taludes estáveis.

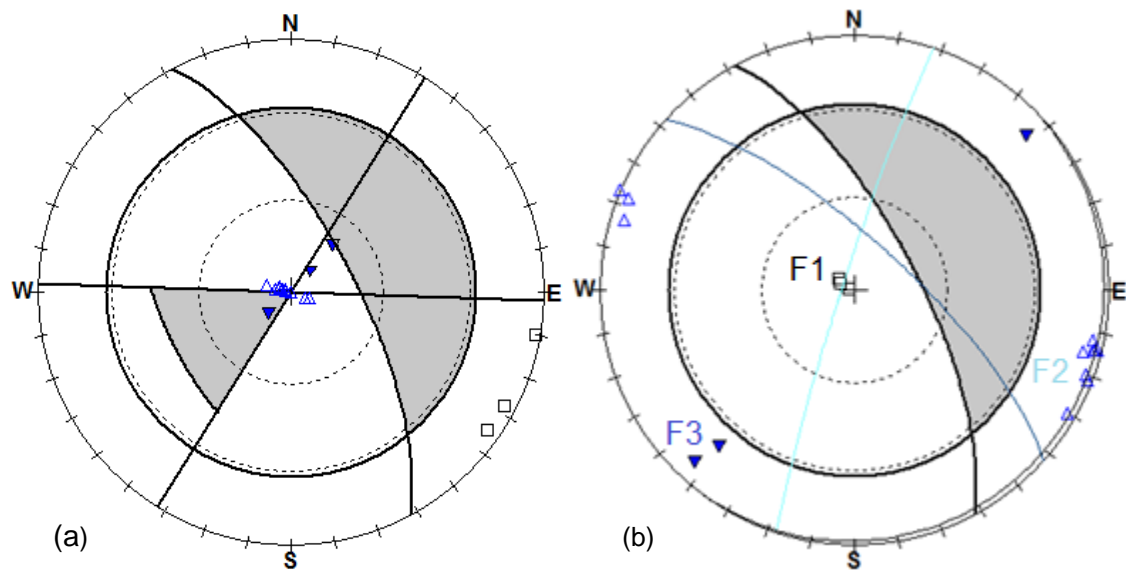


Figura IV-69 Projeção estereográfica do talude da secção T, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.21 Secção U (tabela IV-22; figura IV-70)

Tabela IV-22 Informação geral da secção U

Orientação	N140; subvertical
Extensão	11 metros
Altura	10 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i> N 40° 59' 28,02"
	<i>Longitude</i> W 8° 12' 26,28"

A secção U (figura IV-70) destaca-se pela ausência de rocha na base do talude conferindo-lhe, visualmente, um aspeto instável.

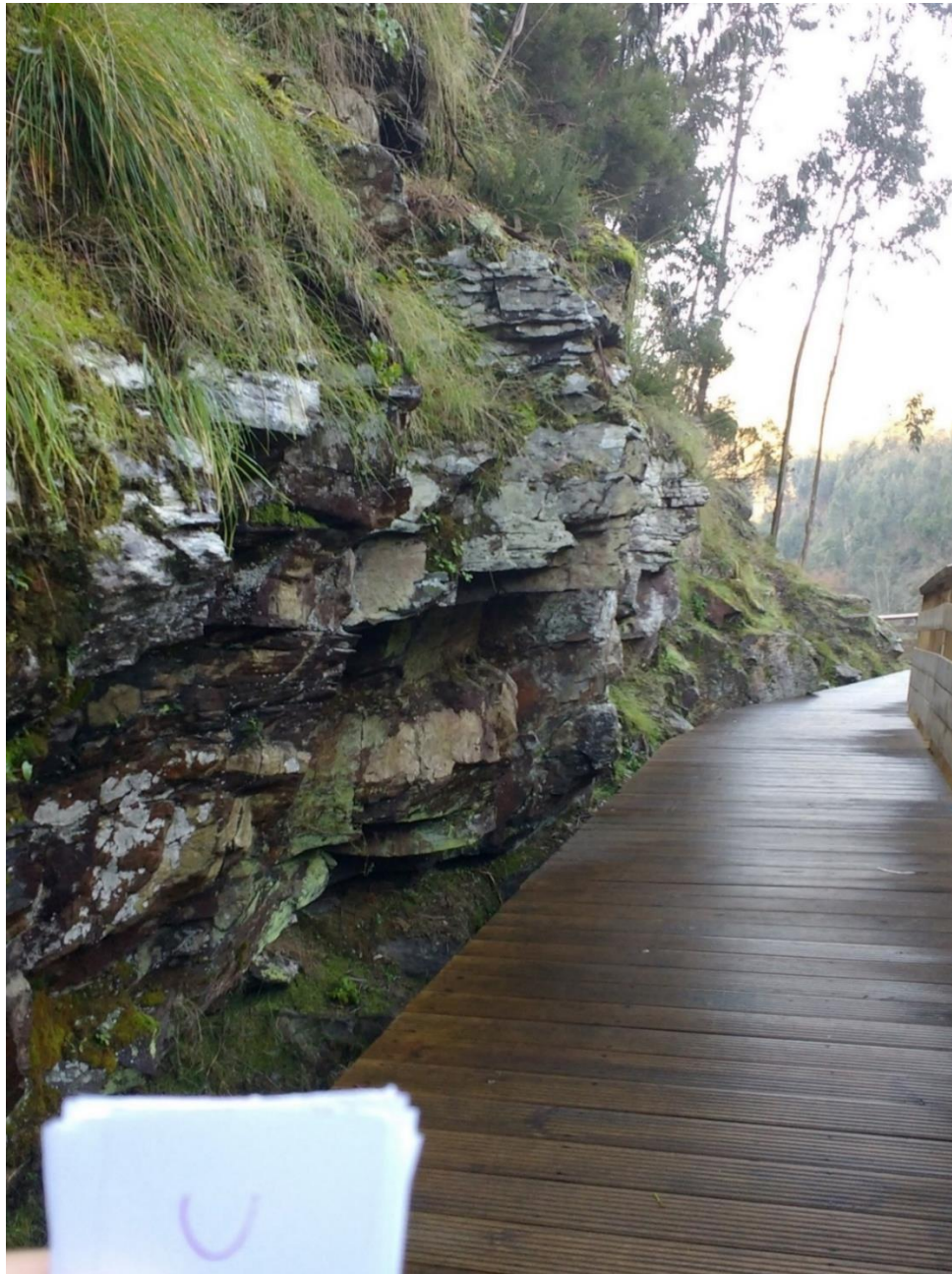


Figura IV-70 Aspeto geral do talude referido como secção U

Este talude apresenta-se com três famílias de descontinuidades, a família F1, estratificação, e as famílias F2 e F4 bastante mais verticalizadas. Pela análise dos diagramas da figura IV-71 é possível ver que a família F2 é a bem mais representada nesta secção.

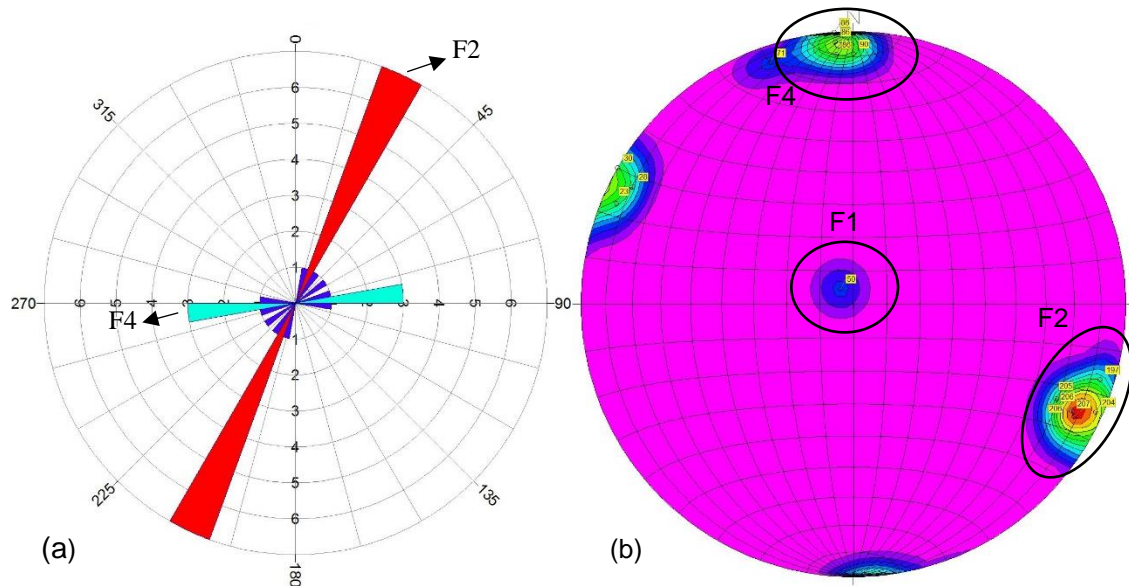


Figura IV-71 (a) Diagrama de rosas referente à secção U; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção U. (RockWorks 17)

Recorrendo aos diagramas de zonas de rotura verifica-se que nenhum apresenta potencial de rotura planar, por tombamento ou por cunha. Apesar do espaçamento entre as descontinuidades ser reduzido, rondando os 50 centímetros, as descontinuidades têm baixos valores de continuidade, não passando em média de um metro de extensão. Aparentando ser um talude estável, no entanto, há blocos mais saídos que de momento parecem estáveis, embora necessitem de monitorização no futuro, no caso de alguma descontinuidade se estender para o interior da rocha e os instabilizar.

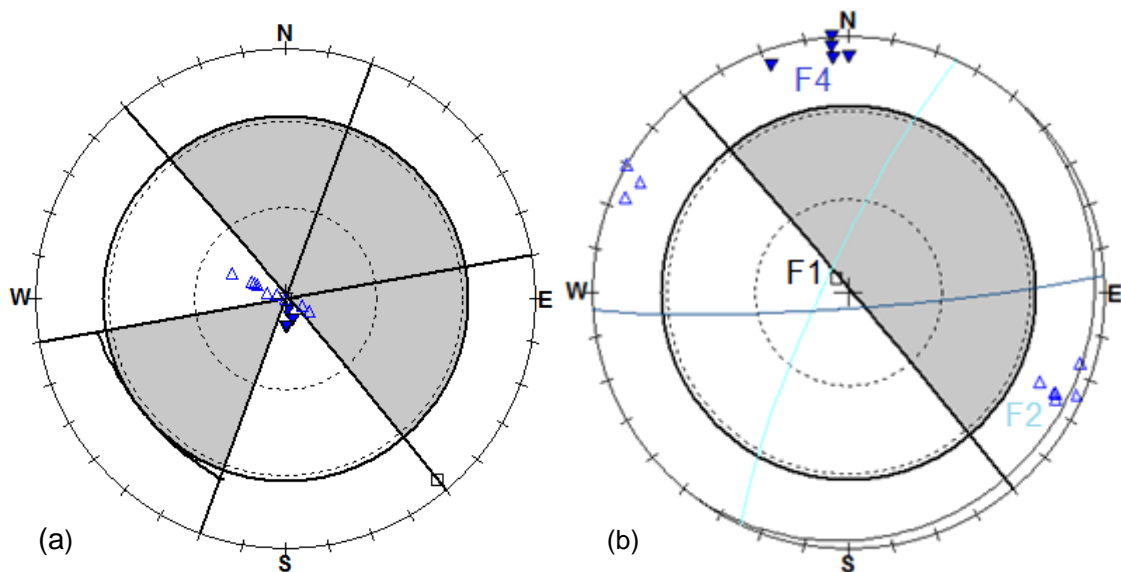


Figura IV-72 Projeção estereográfica do talude da secção U, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.22 Secção V (tabela IV-23; figura IV-73)

Tabela IV-23 Informação geral da secção V

Orientação	N132; subvertical a 60° NE	
Extensão	10 metros	
Altura	23 metros	
Coordenadas	<i>Latitude</i>	N 40° 59' 27,66"
	<i>Longitude</i>	W 8° 12' 25,86"

O talude da secção V foi dividido em duas porções verticalmente: a inferior com 3 metros de altura e pendor vertical e a porção localizada acima com 20 metros de altura e com 60° de inclinação para NE (figura IV-73). Foram unicamente obtidos dados estruturais referentes à porção inferior. Este talude encontra-se numa zona muito húmida o que, na altura, dificultou o trabalho nas medições estruturais em campo.



Figura IV-73 Aspeto geral do talude referido como secção V

Este talude apresenta-se com quatro famílias de descontinuidades distintas. A família F1, a estratificação apresentando-se com alguma ondulação, e as famílias F2, F3 e F4 com atitudes mais verticais (figura IV-74). A família F4 é a melhor representada, ao contrário das restantes, com poucas medições, pelo motivo explicado anteriormente.

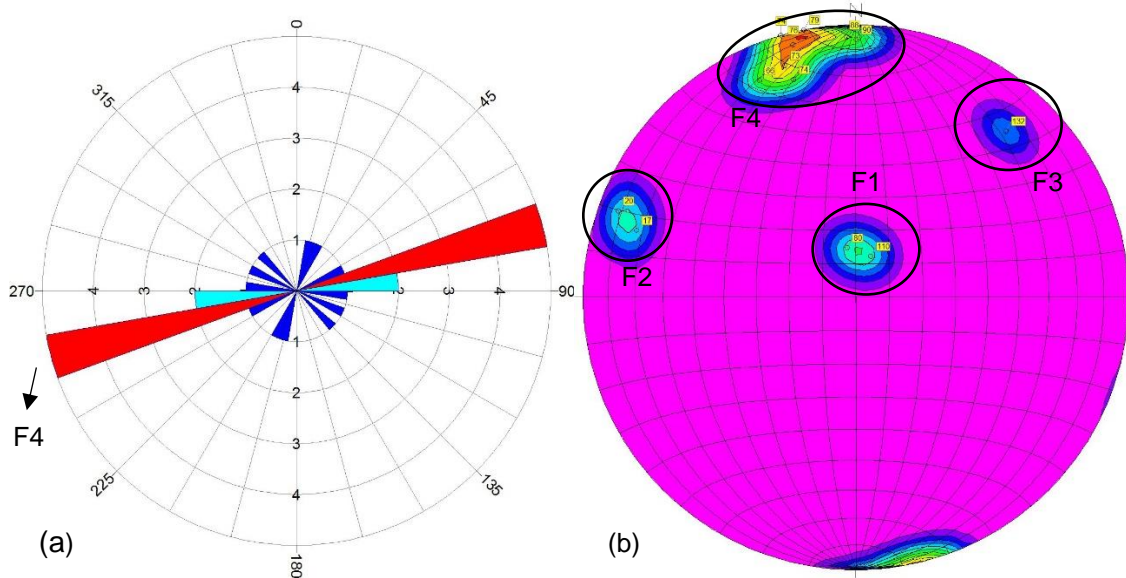


Figura IV-74 (a) Diagrama de rosas referente à secção V; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção V. (RockWorks 17)

Pela análise dos diagramas da figura IV-75, o talude apresenta potencial de rotura por tombamento possibilitado pela família de descontinuidades F3. Não apresenta potencial de rotura planar nem por cunha. Como a família F3 é apenas representada por uma única descontinuidade com apenas 1 milímetro de abertura e a presença de solo e vegetação por todo o talude, é refutado qualquer potencial de instabilidade denunciado pela interpretação do software RockPack III.

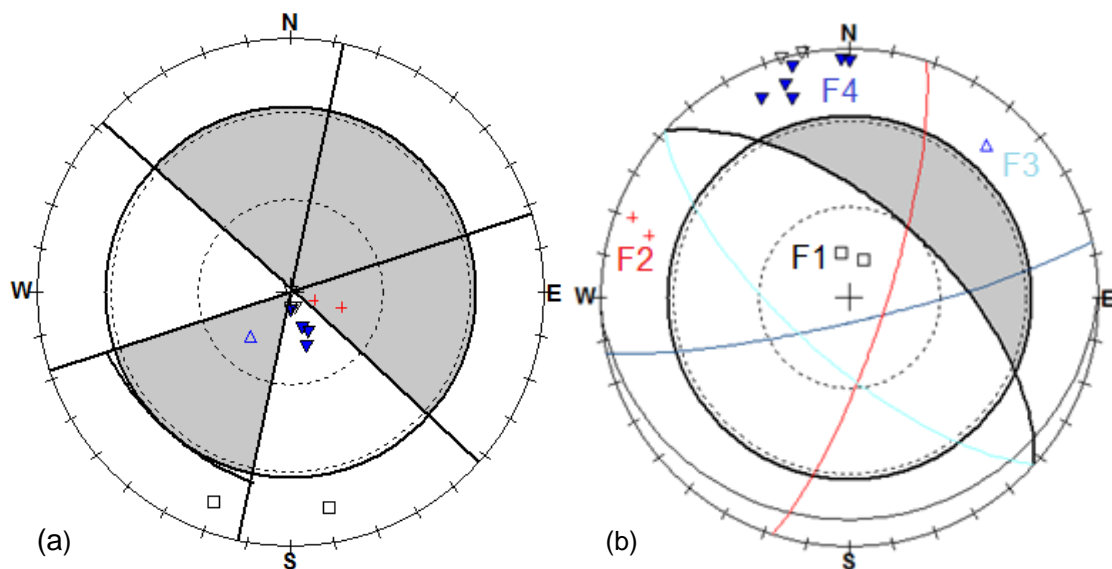


Figura IV-75 Projeção estereográfica do talude da secção V, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.23 Secção X (tabela IV-24; figura IV-76)

Tabela IV-24 Informação geral da secção X

Orientação		N160; subvertical
Extensão		7,5 metros
Altura		10 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i>	N 40° 59' 27,42"
	<i>Longitude</i>	W 8° 12' 24,96"

Nesta secção, o talude apresenta-se bastante afastado da estrutura de madeira, havendo uma extensão de solo de cerca de 2 a 3 metros entre o talude e os passadiços, como é visível na figura IV-76, criando um espaço de segurança na eventualidade de alguma queda.



Figura IV-76 Aspeto geral do talude referido como secção X

No talude da secção X, identificam-se quatro famílias de descontinuidades, pela interpretação dos diagramas de rosa e de contornos presentes na figura IV-77. A já espectacular e ondulada estratificação, marcada como a família F1, e três outras famílias bastante verticalizadas, F3, F4 e uma nova família f9.

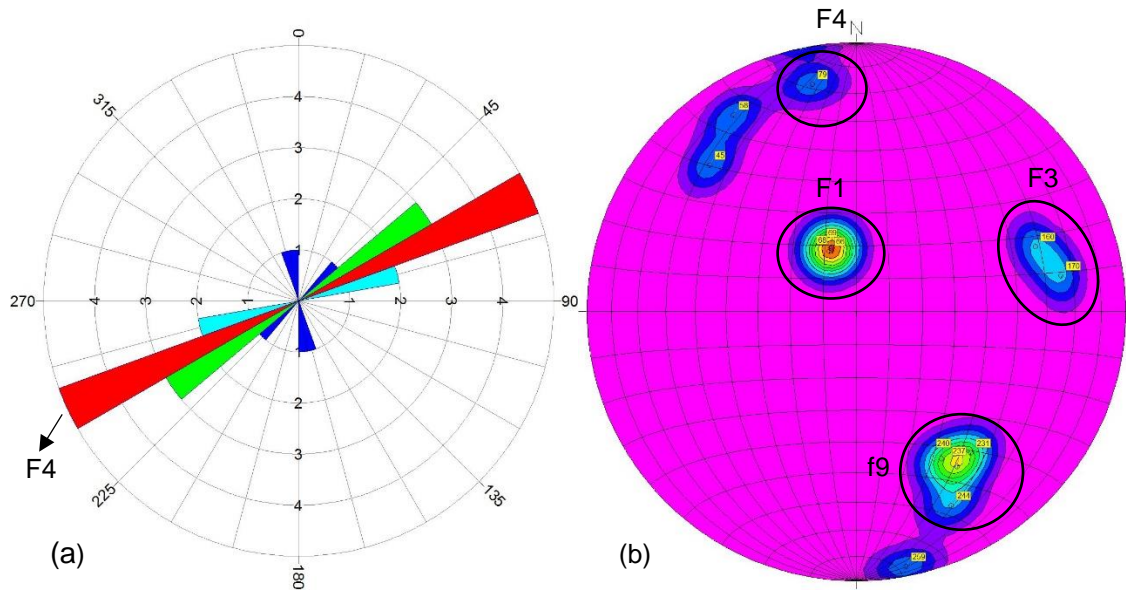


Figura IV-77 (a) Diagrama de rosas referente à secção X; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção X. (RockWorks 17)

Com base nos valores tidos como representativos das atitudes e respetivos azimutes das discontinuidades medidas (figura IV-78), observa-se que não existe potencial de rotura por cunha. Existe algum potencial de rotura planar provocado pela família f9 que, por ser apenas uma discontinuidade na zona crítica e estando tão próximo da vertical, não é significativo para causar instabilidade do talude. Verifica-se sim algum potencial de rotura por tombamento, evidenciado pela família F3. Apesar de esta família F3 poder pôr em causa a estabilidade do talude, não se apresenta como situação de perigo visto haver, como referido anteriormente, um espaço entre o talude e a estrutura de madeira para onde podem tombar os blocos.

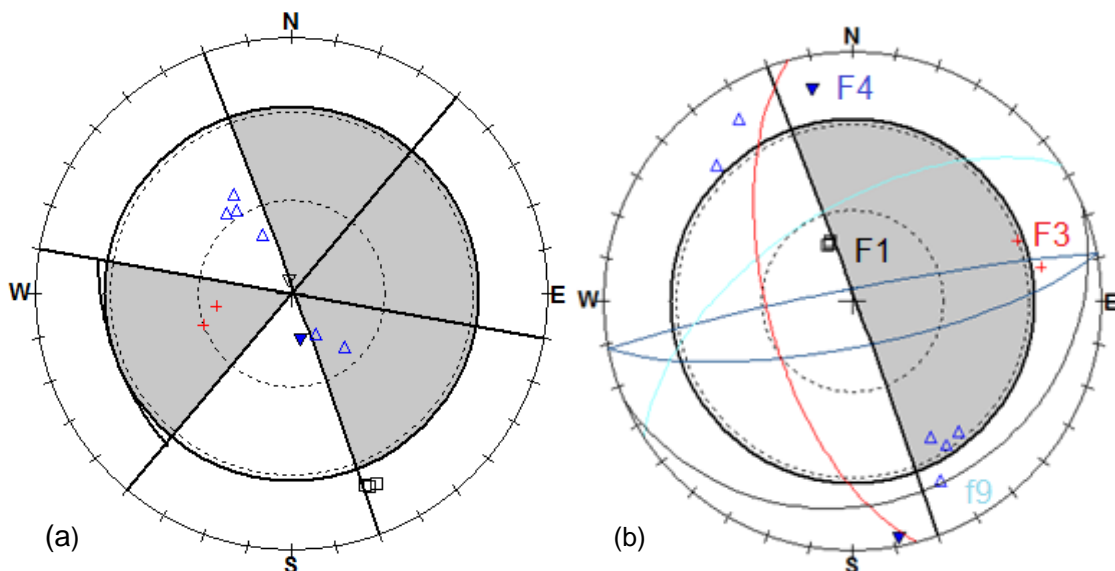


Figura IV-78 Projeção estereográfica do talude da secção X, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.24 Secção Z (tabela IV-25; figura IV-79)

Tabela IV-25 Informação geral da secção Z

Orientação		N142; subvertical a 50° NE
Extensão		7 metros
Altura		43 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i>	N 40° 59' 27,24"
	<i>Longitude</i>	W 8° 12' 24,84"

O talude da secção Z também foi dividido em duas partes, tendo em conta a sua diferença de inclinação, na vertical, ao longo do talude (figura IV-79). A primeira porção apresenta-se subvertical com 3 metros de altura e o restante mais acima inclinado 50° para NE. Os dados obtidos nesta secção referem-se à porção inferior.

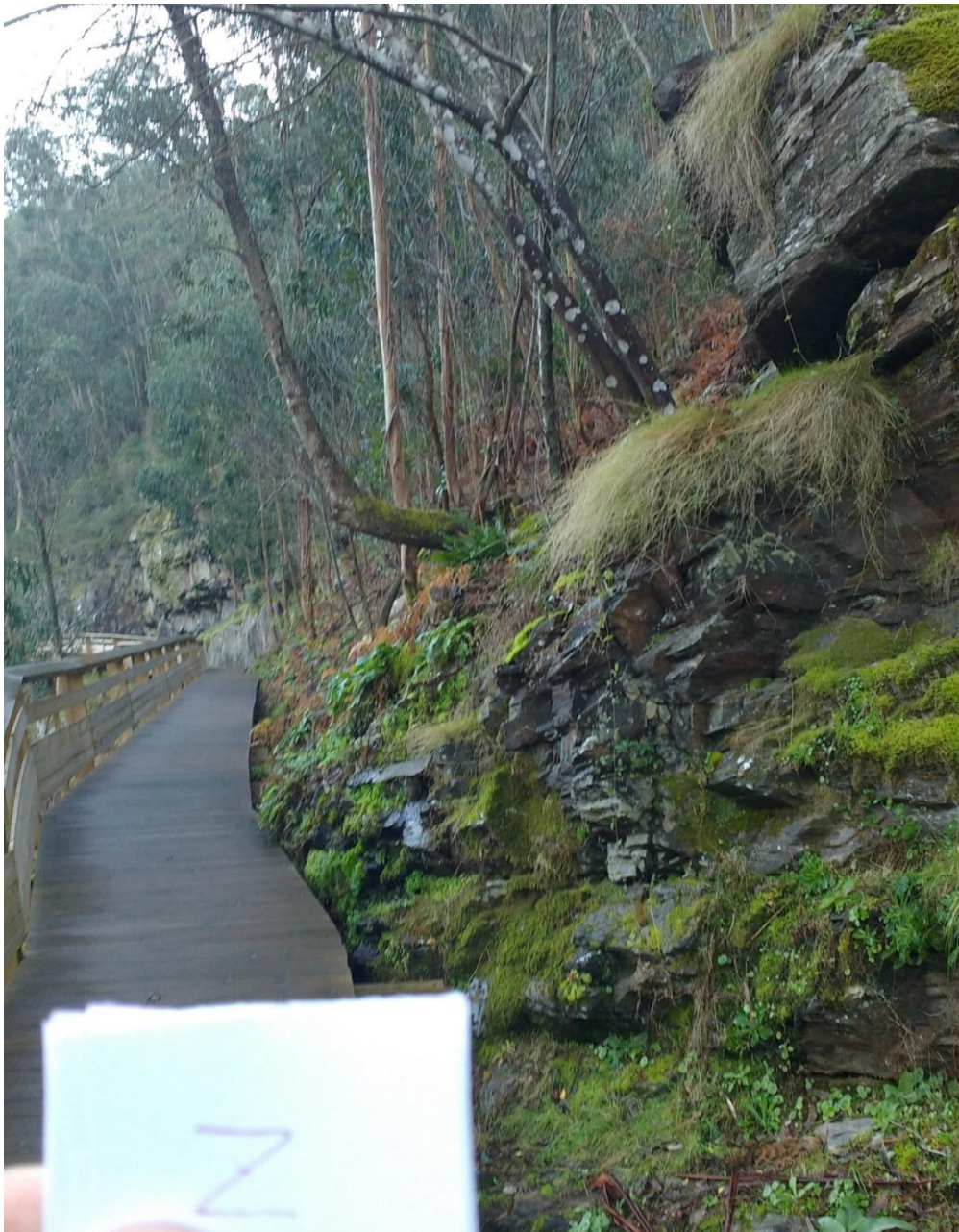


Figura IV-79 Aspeto geral do talude referido como secção Z

Neste talude estão presentes cinco famílias de descontinuidades, pela interpretação dos diagramas da figura IV-80. A família F1, a estratificação, e as restantes famílias F2, F3, F4 e f8 com alguma dispersão não habitual.

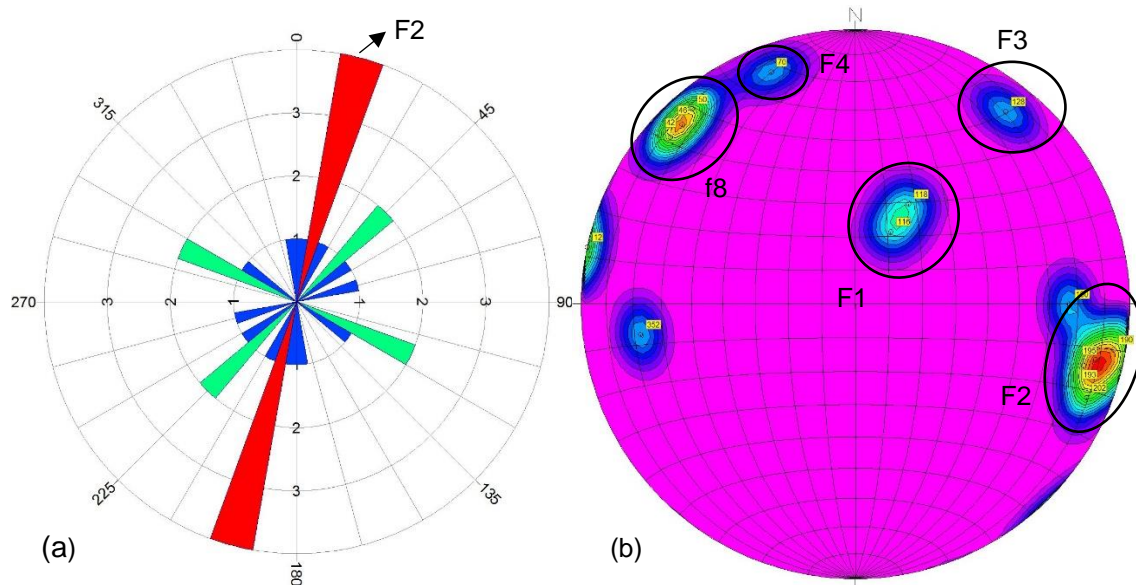


Figura IV-80 (a) Diagrama de rosas referente à secção Z; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção Z. (RockWorks 17)

Segundo os diagramas da figura IV-81, a secção não apresenta potencial de rotura planar nem por cunha. Há apenas uma família que apresenta potencial de rotura por tombamento, a família F2, sendo, no entanto, bastante pontual para instabilizar o talude. Assume-se, assim, o talude como estável.

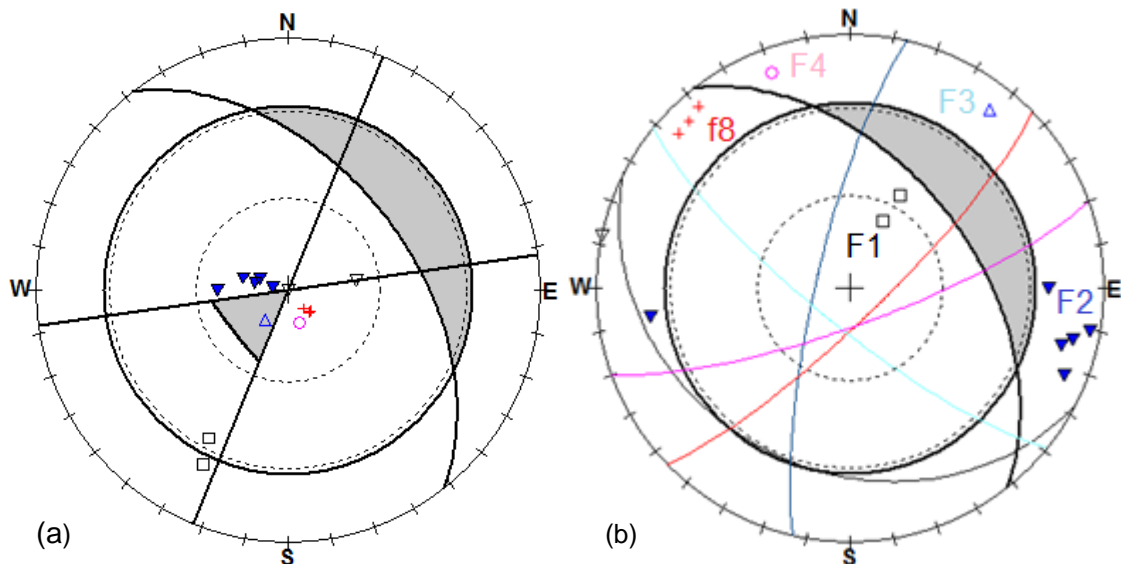


Figura IV-81 Projeção estereográfica do talude da secção Z, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.25 Secção A1 (tabela IV-26; figura IV-82)

Tabela IV-26 Informação geral da secção A1

Orientação	N115; 80° N
Extensão	12 metros
Altura	12 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i> N 40° 59' 26,10"
	<i>Longitude</i> W 8° 12' 23,82"

A secção A1 (figura IV-82) apresenta-se com quatro famílias de descontinuidades (figura IV-83). As famílias, F2, F3, F4 e f10 bastante verticalizadas. A família F2 é apenas representada por uma descontinuidade, ao contrário da família F4 que é claramente a mais importante neste talude.

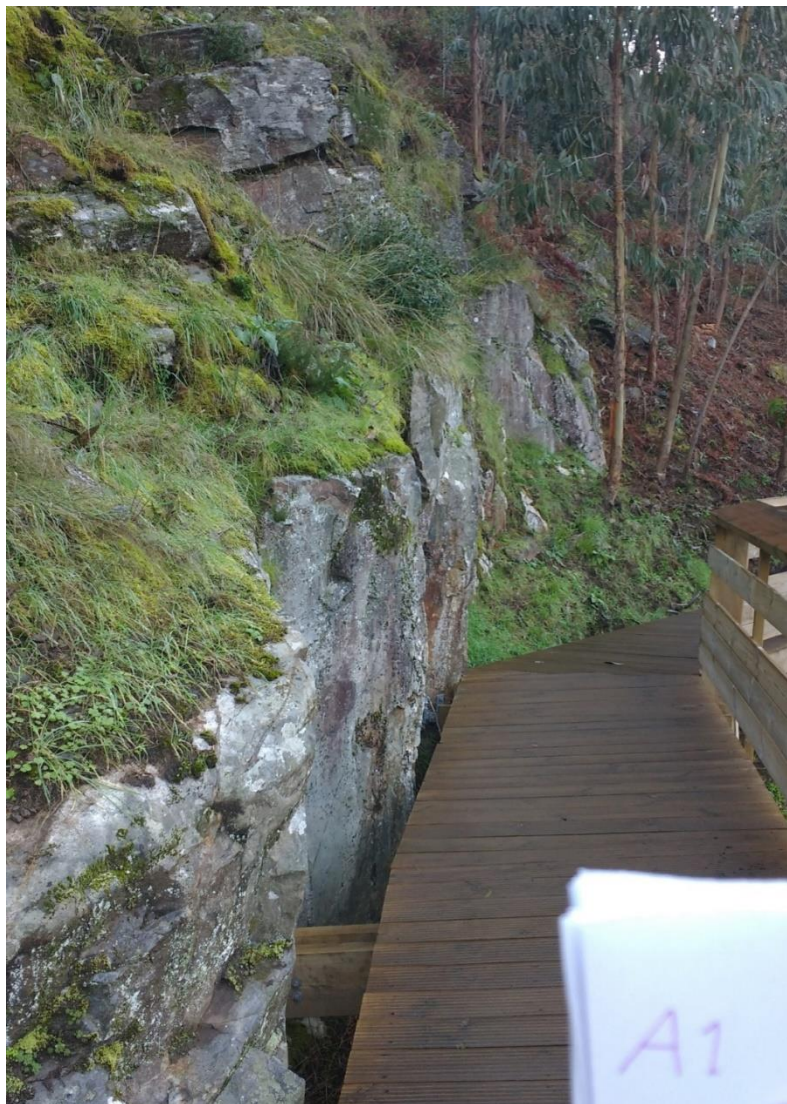


Figura IV-82 Aspeto geral do talude referido como secção A1

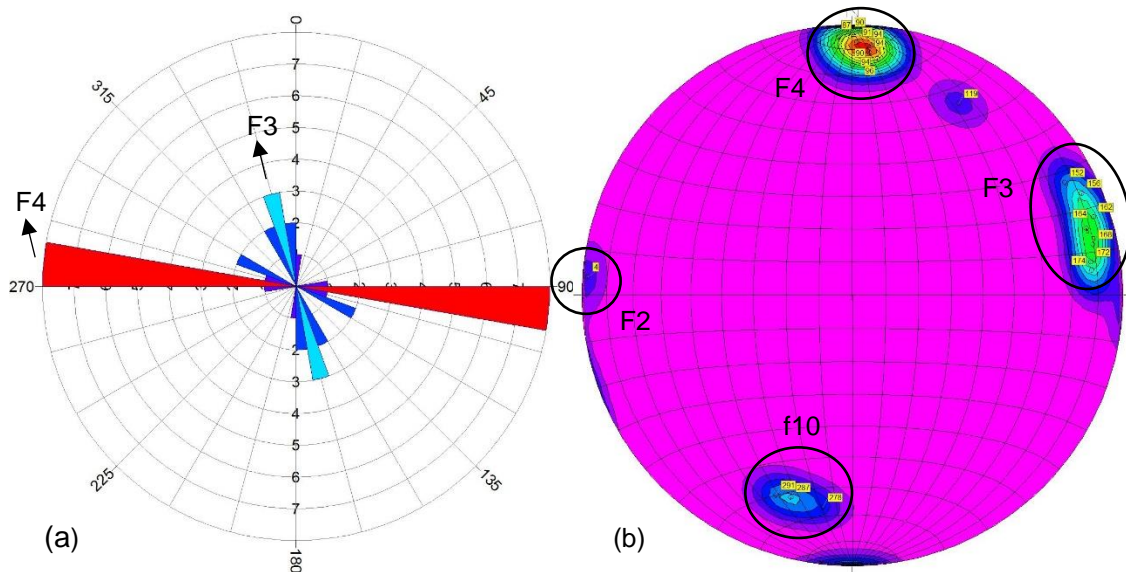


Figura IV-83 (a) Diagrama de rosas referente à secção A1; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção A1. (RockWorks 17)

Segundo os diagramas da figura IV-84, o talude da secção A1 não apresenta nem potencial de rotura por tombamento nem por cunha. Apresenta potencial rotura planar, evidenciado pela família f10. No entanto, a família f10 tem valores de abertura inferiores a 1 milímetro, existindo mesmo uma descontinuidade que não tem continuidade para o interior do maciço, permitindo marcar este talude como fora de risco, ou seja, não estando comprometida a sua estabilidade.

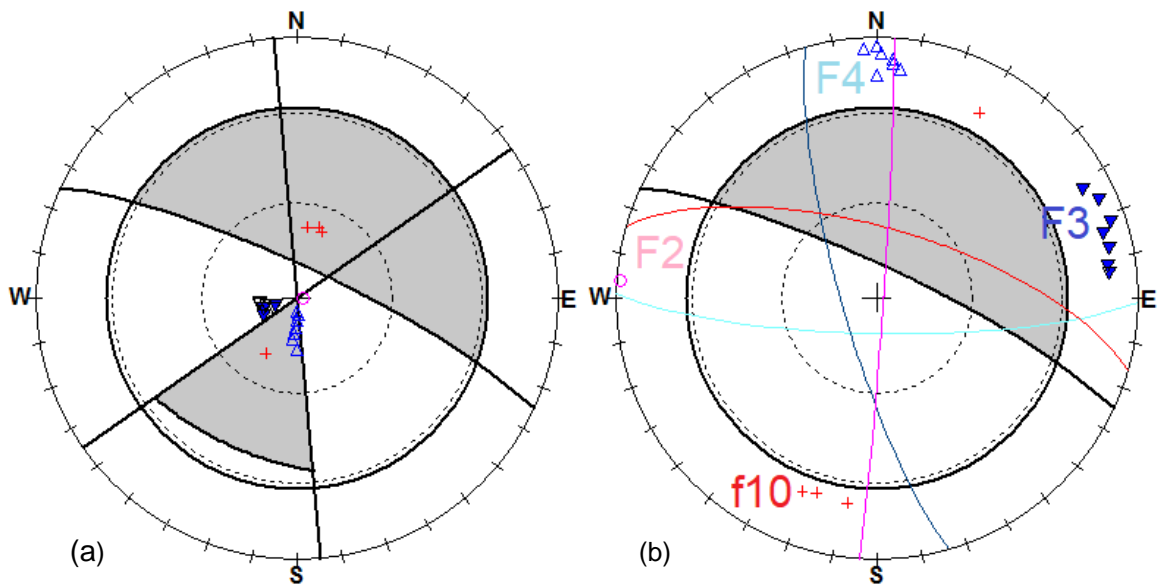


Figura IV-84 Projeção estereográfica do talude da secção A1, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.26 Secção B1 (tabela IV-27; figura IV-85)

Tabela IV-27 Informação geral da secção B1

Orientação	N92°; subvertical
Extensão	8 metros
Altura	30 a 50 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i> N 40°59'25.86"
	<i>Longitude</i> W 8°12'23.22"

O talude da secção B1, bem como as duas próximas secções C1 e D1, apresentam-se com inclinação sobre a estrutura de madeira (figura IV-85). Este fator, por si só, levanta preocupação e requer uma monitorização extra.



Figura IV-85 Aspeto geral do talude referido como secção B1

O talude apresenta-se com três famílias de descontinuidades, pela interpretação dos diagramas de rosas e de contornos apresentados na figura IV-86. A família F1 sendo a estratificação, e as famílias F3 e F4 com atitudes mais verticais. A família F4 é consideravelmente a mais representada.

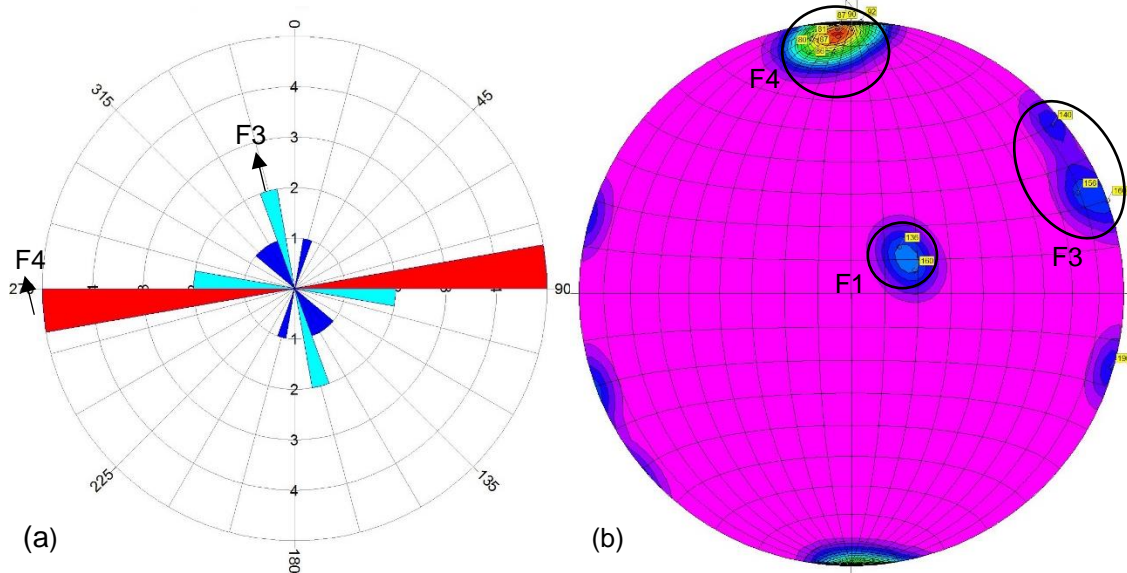


Figura IV-86 (a) Diagrama de rosas referente à secção B1; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção B1. (RockWorks 17)

Baseado nos valores de inclinação e respetivo azimute identificam-se os métodos de rotura inerentes para este talude. O talude não mostra sinais de potencial de rotura planar, mas apresenta um ligeiro potencial de rotura por tombamento, evidencia pela família F2. O talude mostra sinais de potencial de rotura por cunha, derivado das interseções entre as famílias de descontinuidades F2-F3-F4, instabilizando a secção.

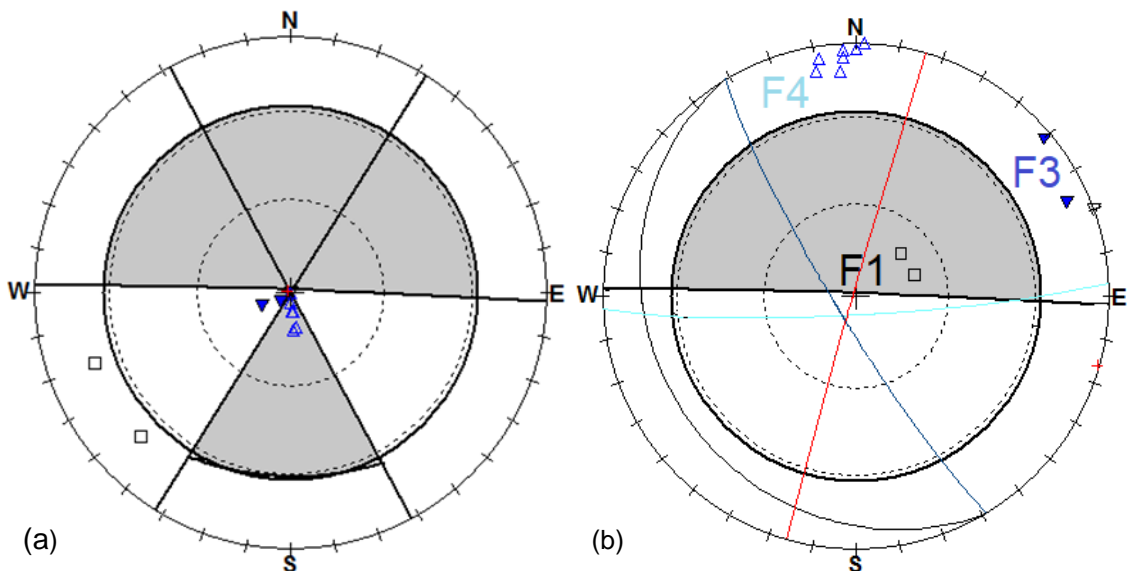


Figura IV-87 Projeção estereográfica do talude da secção B1, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.27 Secção C1 (tabela IV-28; figura IV-88)

Tabela IV-28 Informação geral da secção C1

Orientação		N106°; 10° negativos
Extensão		9.5 metros
Altura		8 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i>	N 40°59'26.16"
	<i>Longitude</i>	W 8°12'22.50"

O talude da secção C1 apresenta-se no seguimento da secção anterior, com inclinação a pender em sentido contrário ao da estrutura e sobre ela (figura IV-88).

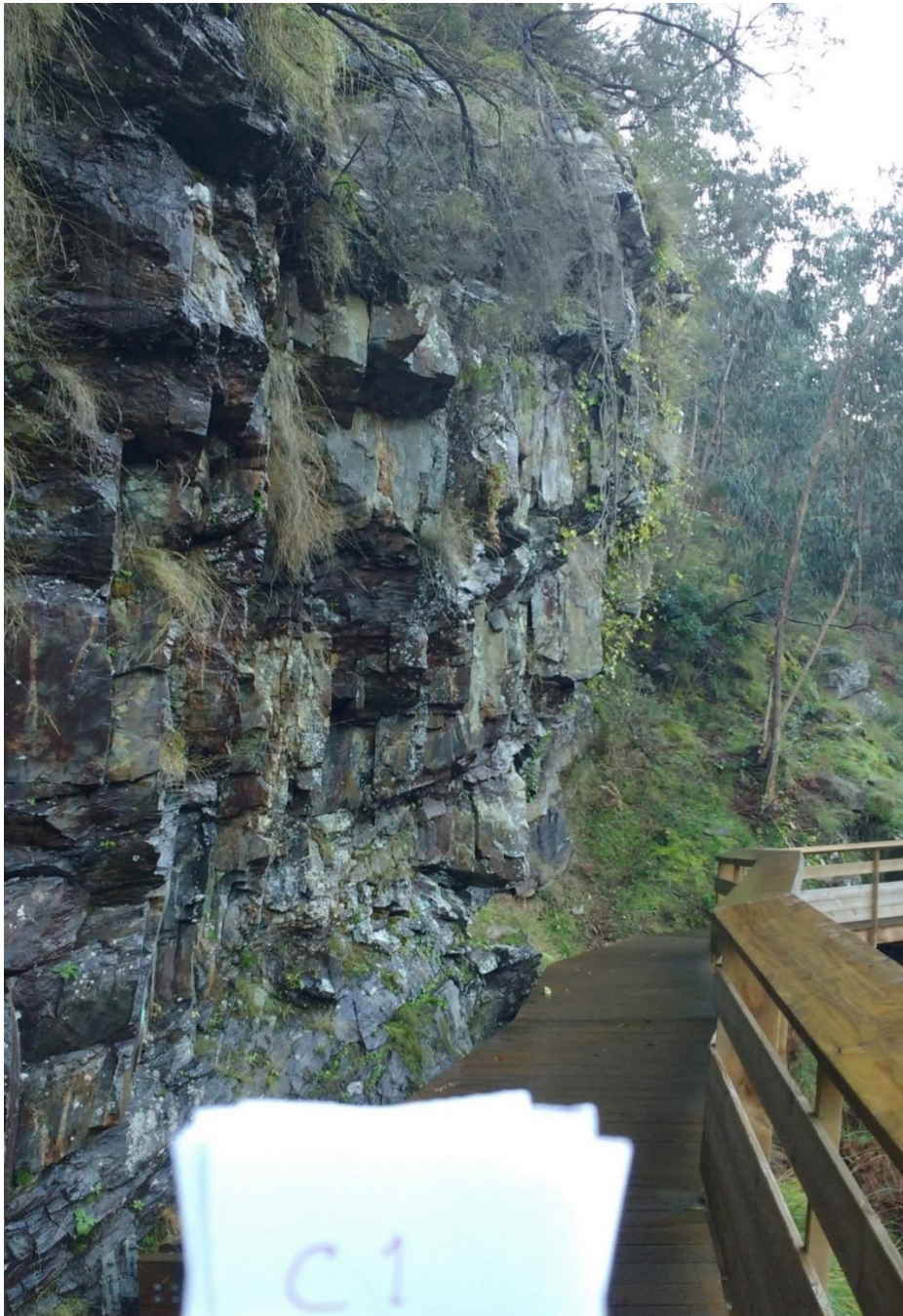


Figura IV-88 Aspeto geral do talude referido como secção C1

Pela análise dos digramas da figura IV-89 identificam-se quatro famílias principais de descontinuidades: a família F1 sendo a estratificação, e três famílias verticalizadas. A família mais representativa é a família F4.

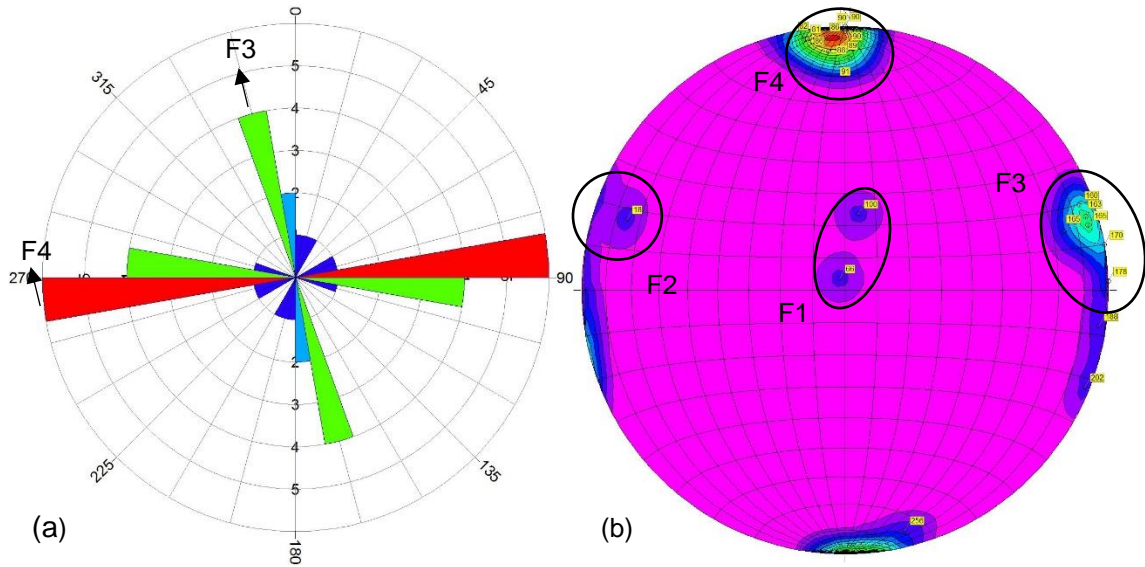


Figura IV-89 (a) Diagrama de rosas referente à secção C1; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção C1. (RockWorks 17)

O talude não mostra sinais de potencial de rotura planar, mas mostra sinais de rotura por tombamento evidenciado pela família de descontinuidades F4 que exhibe o seu pendur vectorial dentro da zona crítica com forma triangular referente ao tombamento, podendo-se, assim, indicar esta secção como instável.

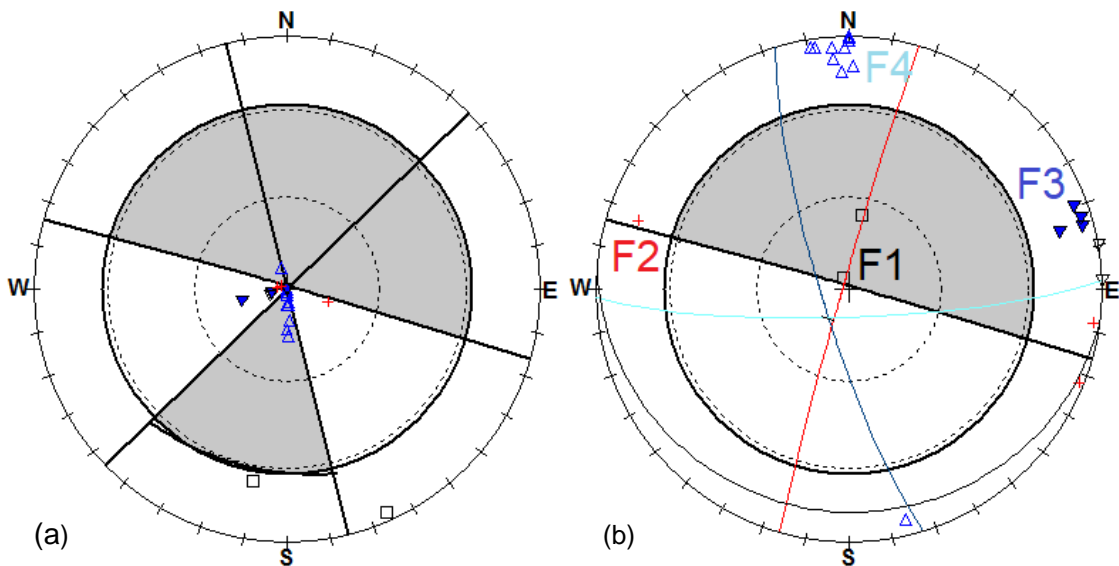


Figura IV-90 Projeção estereográfica do talude da secção C1, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.28 Secção D1 (tabela IV-29; figura IV-91)

Tabela IV-29 Informação geral da secção D1

Orientação	N107°; subvertical
Extensão	9 metros
Altura	8 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i> N 40°59'25.98"
	<i>Longitude</i> W 8°12'22.32"

A secção D1, apesar de se encontrar no seguimento das duas secções anteriores, apresenta-se com inclinação subvertical e consideravelmente menos fraturada (figura IV-91).

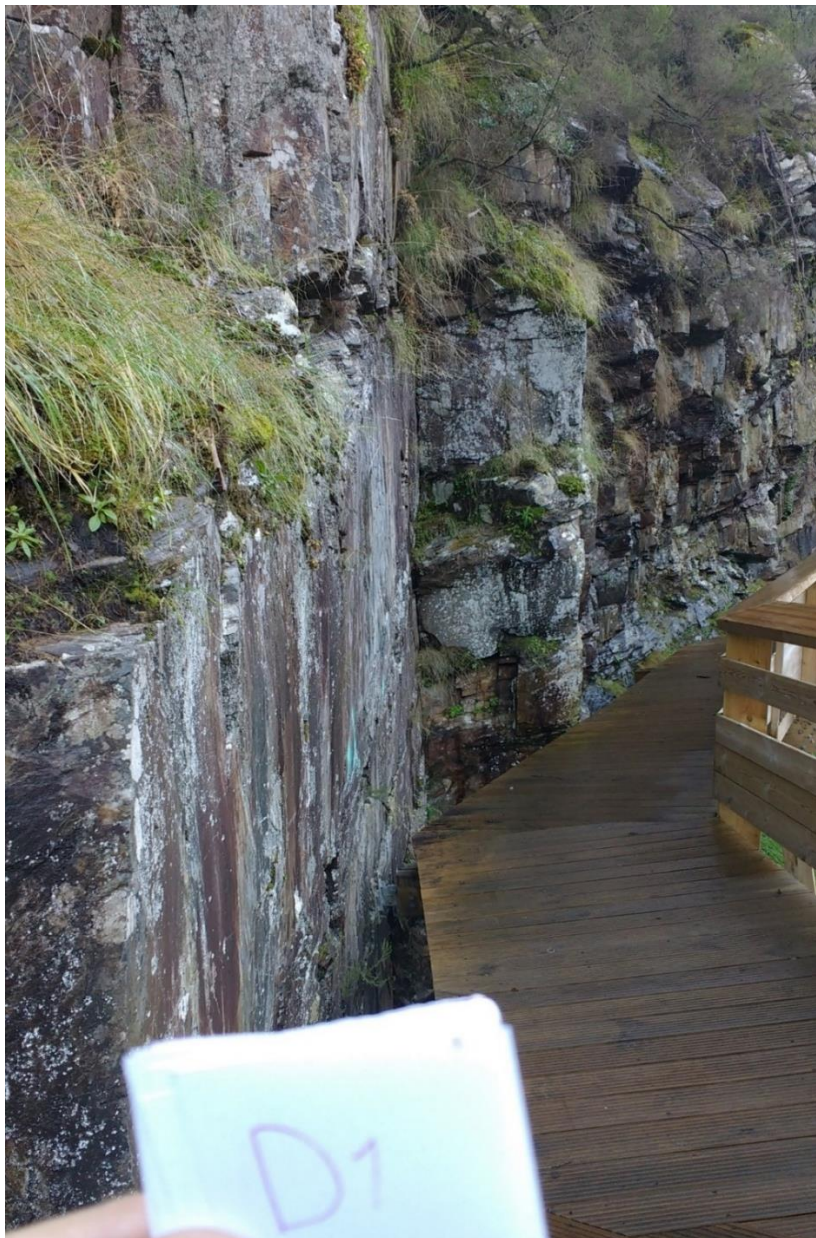


Figura IV-91 Aspeto geral do talude referido como secção D1

O talude da secção D1 apresenta-se com quatro famílias de descontinuidades, sendo elas a F1, estratificação, e as restantes as famílias F4 e duas subfamílias f7 e f8 como é possível observar nos diagrama de rosas e contornos na figura IV-92.

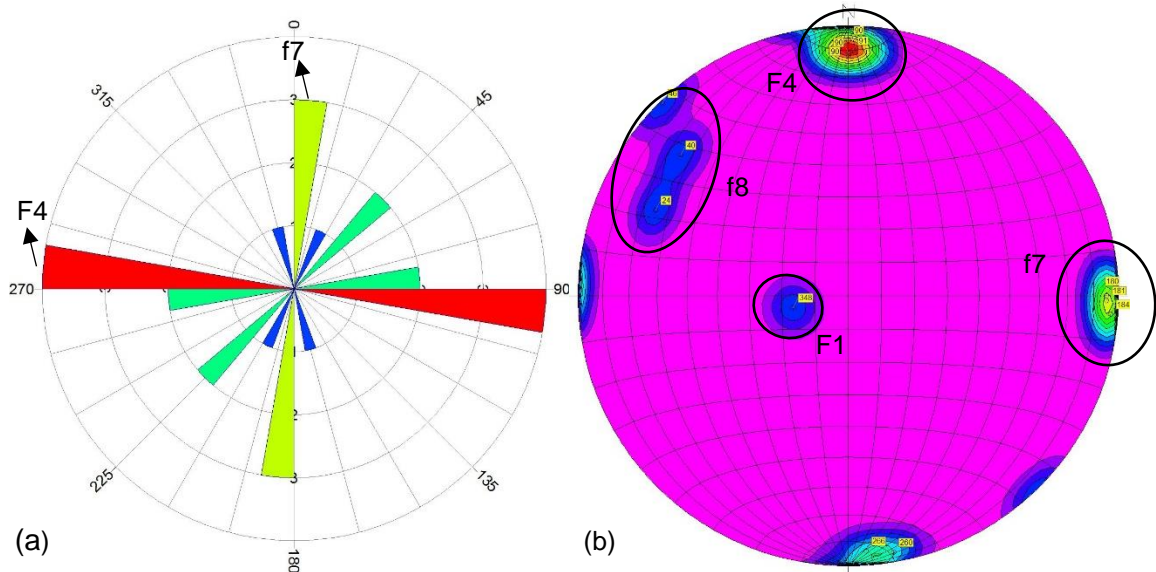


Figura IV-92 (a) Diagrama de rosas referente à secção D1; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção D1. (RockWorks 17)

Recorrendo agora aos diagramas obtidos no *RockPack III*, figura IV-93, o talude não apresenta sinais de potencial rotura planar nem por cunha, existindo apenas algum potencial de rotura por tombamento, denunciado pela família F4, que apresenta valores de abertura até 1 centímetro, comprometendo assim a estabilidade da secção.

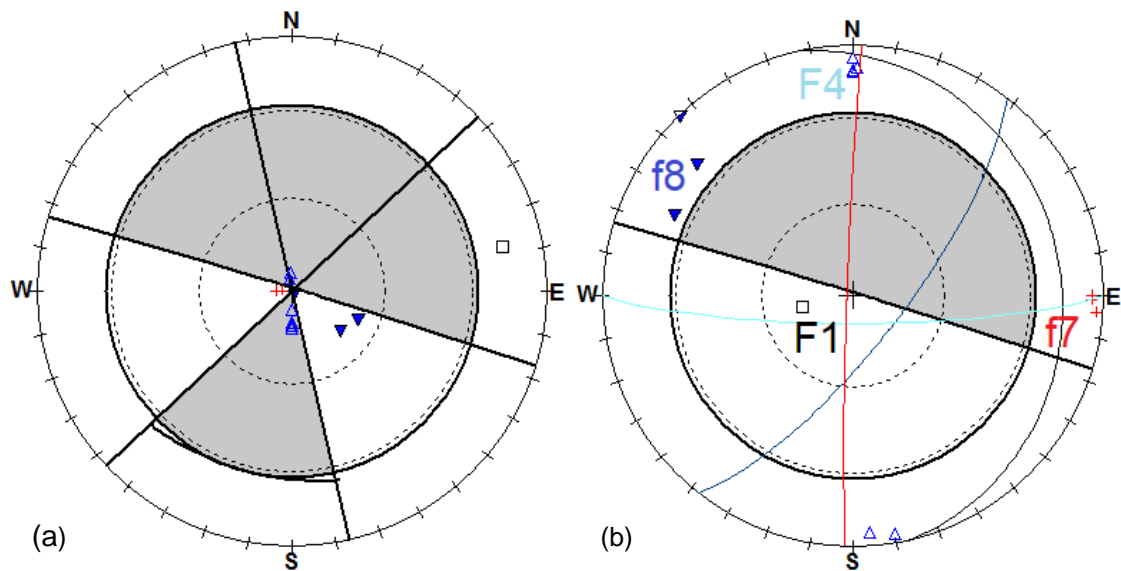


Figura IV-93 Projeção estereográfica do talude da secção D1, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.29 Secção B1-C1-D1 (tabela IV-30)

Tabela IV-30 Informação geral da secção B1-C1-D1

Orientação	N190; subvertical a 30° negativos	
Extensão	26,5 metros	
Altura	30 a 50 metros	
Coordenadas	<i>Latitude</i>	N 40° 59' 26,16"
	<i>Longitude</i>	W 8° 12' 22,50"

Pela junção dos três taludes anteriormente referidos obtemos a secção B1-C1-D1. Esta é uma das maiores secções que podem ser consideradas, com uma extensão de 26,5 metros. Nesta secção há igualmente uma correlação entre as famílias de descontinuidades entre os três taludes, existindo apenas alguma dispersão, mas não muito significativa.

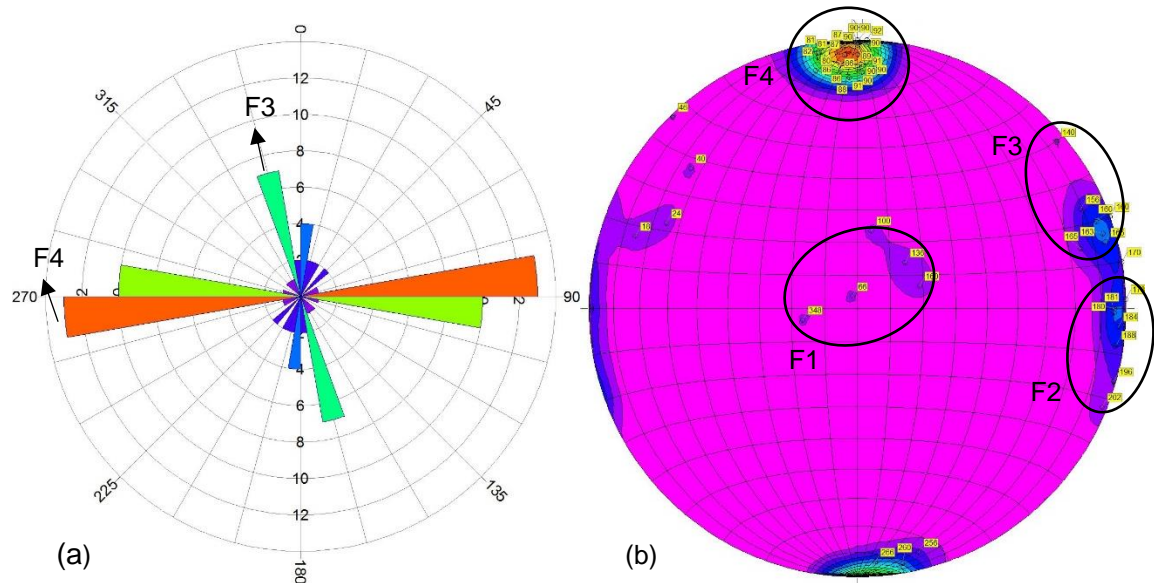


Figura IV-94 (a) Diagrama de rosas referente à secção B1-C1-D1; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção B1-C1-D1. (RockWorks 17)

Devido ao talude, nesta secção, se apresentar com pendor sobre os passadiços, como referido anteriormente, a inclinação foi tida como 30° negativos, ou seja, inclinando mais 30° que os teóricos 90° de inclinação máxima. Assim, além do potencial de rotura por tombamento, identificado na análise das secções individualizadas, é possível também identificar, com base nos valores de inclinação e respetivo azimute, outros modos de rotura inerentes para este conjunto de taludes, figura IV-95. Nesta secção há fortes sinais de potencial rotura por cunha evidenciado pela intersecção das três famílias mais verticais, F2-F3-F4. Devido à significativa inclinação do talude com pendor sobre a estrutura de madeira, é uma secção onde a estabilidade se apresenta comprometida, sendo uma zona que necessita de vigilância e eventual intervenção.

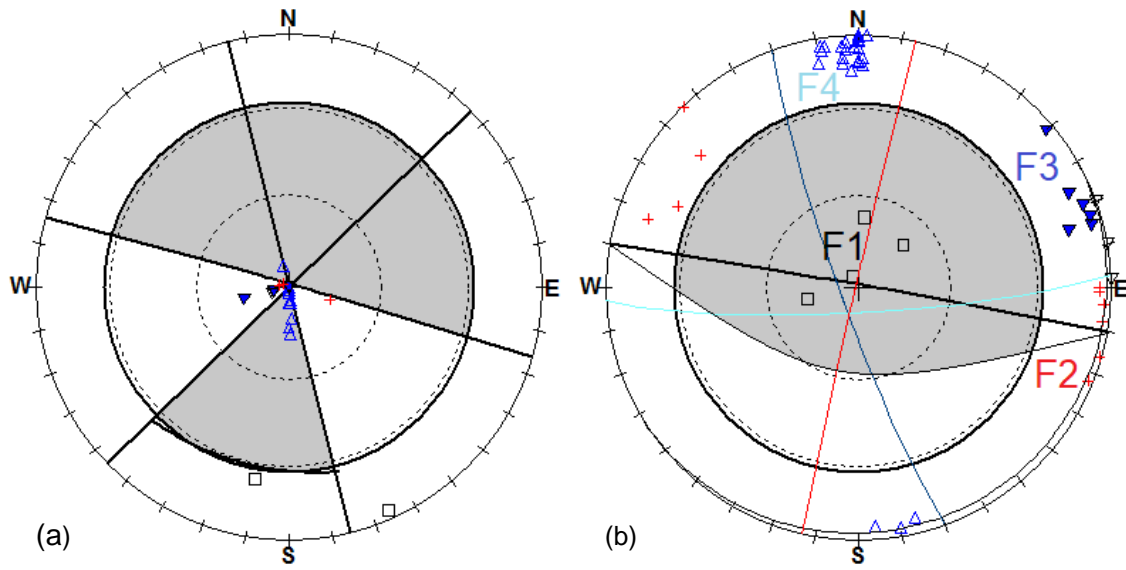


Figura IV-95 Projeção estereográfica do talude da secção B1-C1-D1, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.30 Secção E1 (tabela IV-31; figura IV-96)

Tabela IV-31 Informação geral da secção E1

Orientação	N120; subvertical
Extensão	13 metros
Altura	10 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i> N 40° 59' 25,62"
	<i>Longitude</i> W 8° 12' 22,38"

Para o talude da secção E1 (figura IV-96) identificaram-se três famílias de descontinuidades (figura IV-97), as famílias F3, F4 e f8 com atitudes perto de verticais. A família F4 é a mais representada nesta secção.



Figura IV-96 Aspeto geral dos taludes referidos como secção E1

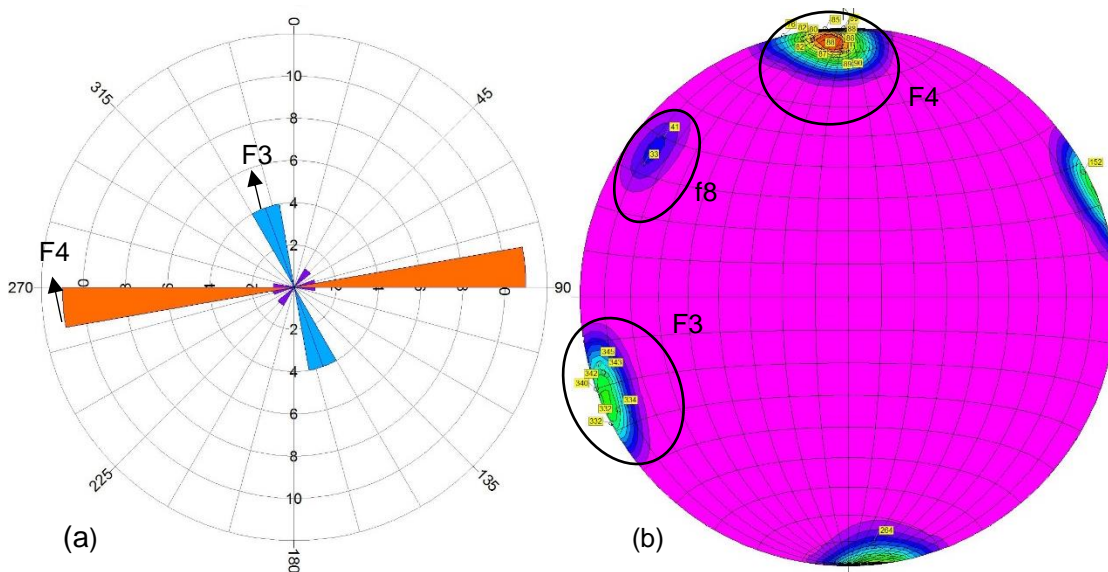


Figura IV-97 (a) Diagrama de rosas referente à secção E1; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção E1. (RockWorks 17)

A secção não mostra sinais de potenciais de rotura, não estando a sua estabilidade comprometida. No entanto, existem blocos na parte superior do talude que aparentam estar soltos (figura IV-96). Sugere-se a sua remoção de forma a diminuir possíveis acidentes.

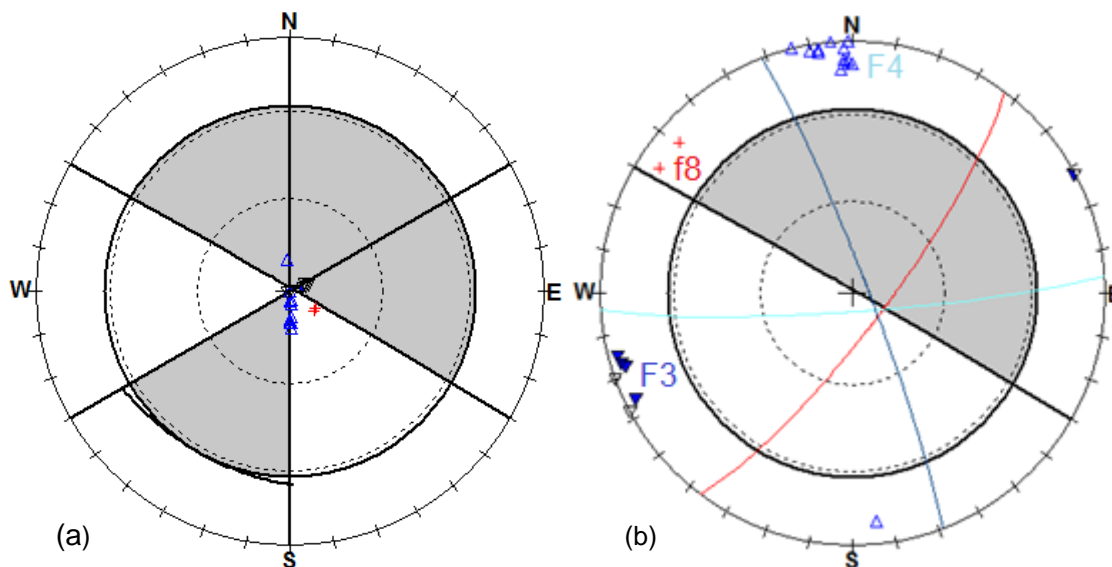


Figura IV-98 Projeção estereográfica do talude da secção E1, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.31 Secção F1¹ (tabela IV-32; figura IV-99)

Tabela IV-32 Informação geral da secção F1

Orientação	N120; 40° NE
Extensão	11 metros
Altura	10 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i> N 40° 59' 24,72"
	<i>Longitude</i> W 8° 12' 20,64"

A secção F1 (figura IV-99) apresenta-se com três famílias de descontinuidades. A família f12, considerada no campo como a estratificação, mas que já não tem atitude perto da horizontal, mas com valores a atingir os 80° de inclinação para Sul, e as duas restantes famílias, F2 e F4, continuando bastante verticalizadas (figura IV-100).



Figura IV-99 Aspeto geral dos taludes referidos como secção F1

¹ Nota: por favor, não confundir a designação desta secção com a família de descontinuidades F1.

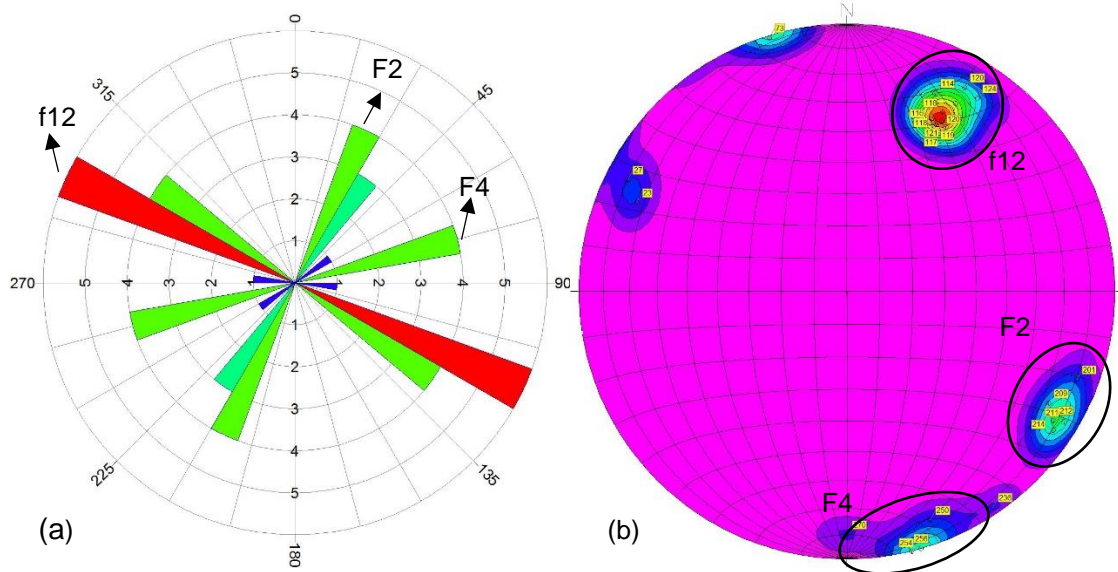


Figura IV-100 (a) Diagrama de rosas referente à secção F1; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção F1. (RockWorks 17)

Com base nos valores tidos como representativos, pela abordagem dos diagramas das zonas de rotura da figura IV-101, observa-se que não existe potencial rotura planar, por tombamento ou cunha. Apesar de secção F1 se mostrar com bastantes discontinuidades e uma superfície irregular, é uma secção onde a estabilidade não parece estar comprometida.

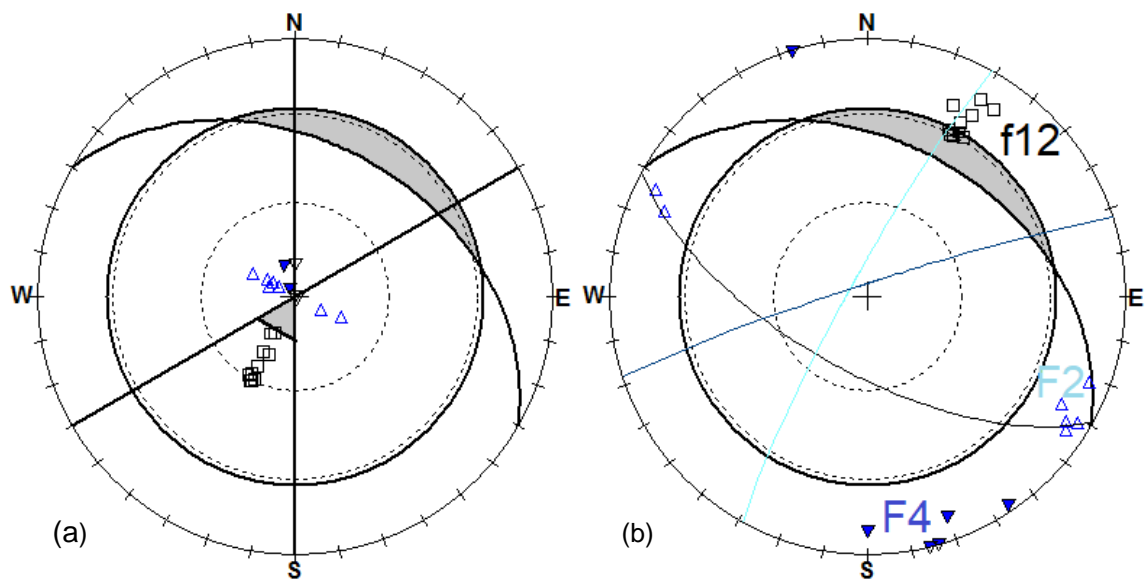


Figura IV-101 Projeção estereográfica do talude da secção F1, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.32 Secção G1 (tabela IV-33; figura IV-102)

Tabela IV-33 Informação geral da secção G1

Orientação	N115; subvertical
Extensão	8 metros
Altura	12 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i> N 40° 59' 24,60"
	<i>Longitude</i> W 8° 12' 20,34"

O talude da secção G1, localizado imediatamente a seguir à anterior, já não se encontra tão fraturado, tendo áreas sem nenhuma descontinuidade, como se pode observar do lado esquerdo da figura IV-102, formando assim grandes blocos que, numa primeira análise, se apresentam estáveis.



Figura IV-102 Aspeto geral dos taludes referidos como secção G1

Tendo em conta todos os valores de atitudes e respetivos azimutes de cada descontinuidade obtém-se os diagramas de rosa e de contornos apresentados na figura IV-103. A secção apresenta-se com quatro famílias de descontinuidade, mas algumas com bastante dispersão, podendo na realidade baixar o número de famílias para apenas três. No entanto, nesta análise serão consideradas as quatro famílias distintas de descontinuidades.

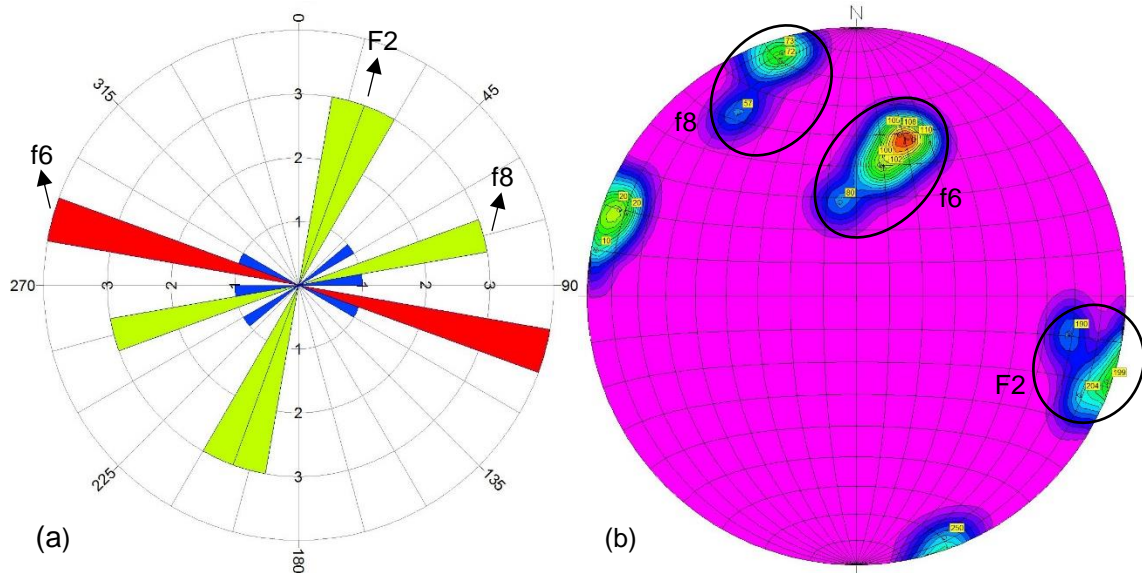


Figura IV-103 (a) Diagrama de rosas referente à secção G1; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção G1. (RockWorks 17)

O talude da secção G1 não mostra sinais de potencial rotura planar ou cunha. Apresenta potencial rotura por tombamento, evidenciado pela família f6, mas como já foi dito, apresenta-se estável (figura IV-104).

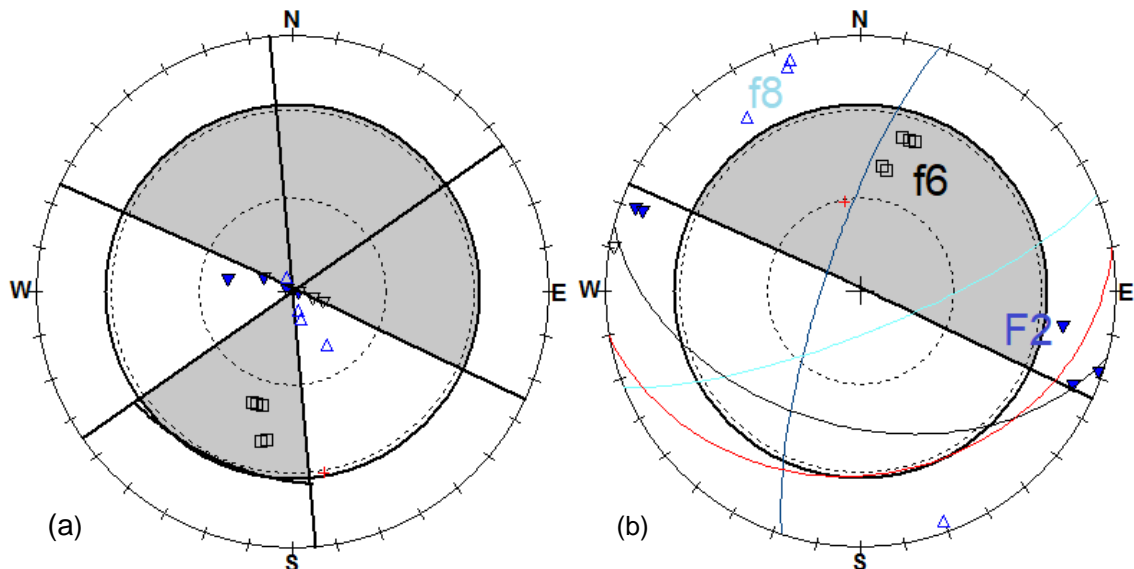


Figura IV-104 Projeção estereográfica do talude da secção G1, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

IV.2.2.33 Secção H1 (tabela IV-34; figura IV-105)

Tabela IV-34 Informação geral da secção H1

Orientação	N114; 80° N
Extensão	14 metros
Altura	15 metros
Coordenadas	<i>Latitude</i> N 40° 59' 24,54"
	<i>Longitude</i> W 8° 12' 19,32"

A secção H1 é a última secção deste troço dos passadiços a ser estudada e avaliada no presente trabalho. É um talude que, apesar de estar fraturado, não se apresenta muito deformado, tendo um comportamento homogéneo (figura IV-105).



Figura IV-105 Aspeto geral dos taludes referidos como secção H1

Como se pode observar na figura IV-106, o talude da secção H1 apresenta-se com quatro famílias de descontinuidades. A família F1 sendo a estratificação, neste caso apenas representada por uma descontinuidade, e as famílias F2, F4 e f11 sendo as restantes e mais verticais. A família f11 é igualmente apenas representada por uma descontinuidade e as famílias F2 e F4 bem representadas nesta secção.

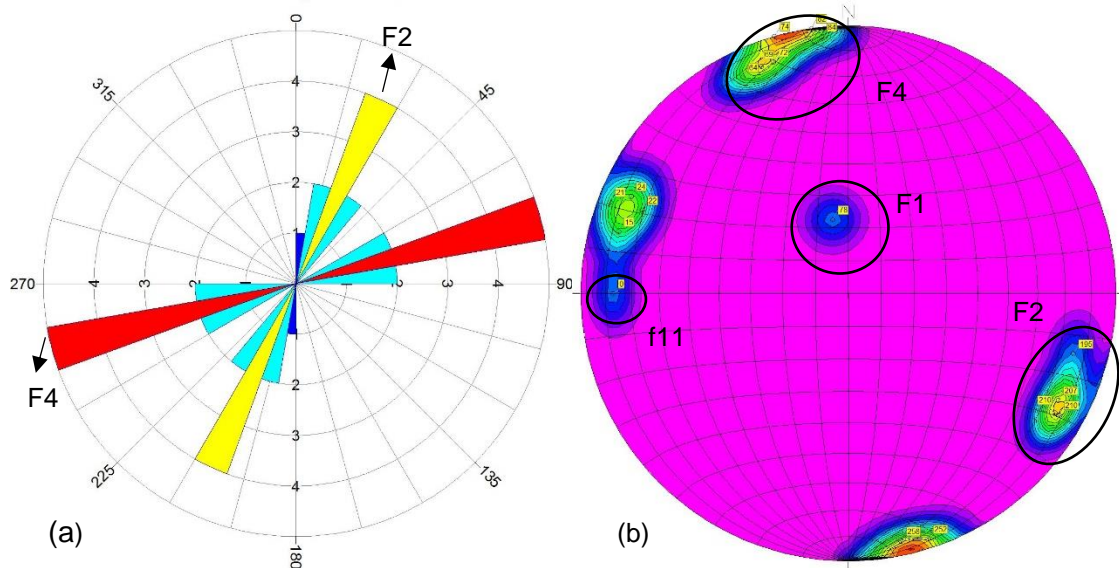


Figura IV-106 (a) Diagrama de rosas referente à secção H1; (b) Diagrama de isodensidades referente à secção H1. (RockWorks 17)

Recorrendo aos diagramas da figura IV-107, o talude não apresenta potencial rotura planar nem por tombamento. Apenas apresenta potencial rotura por cunha pela interseção das famílias F2-f11, mas como a família f11 é apenas representada por uma única descontinuidade, não coloca em causa a segurança do talude, considerando-se assim esta secção como estável.

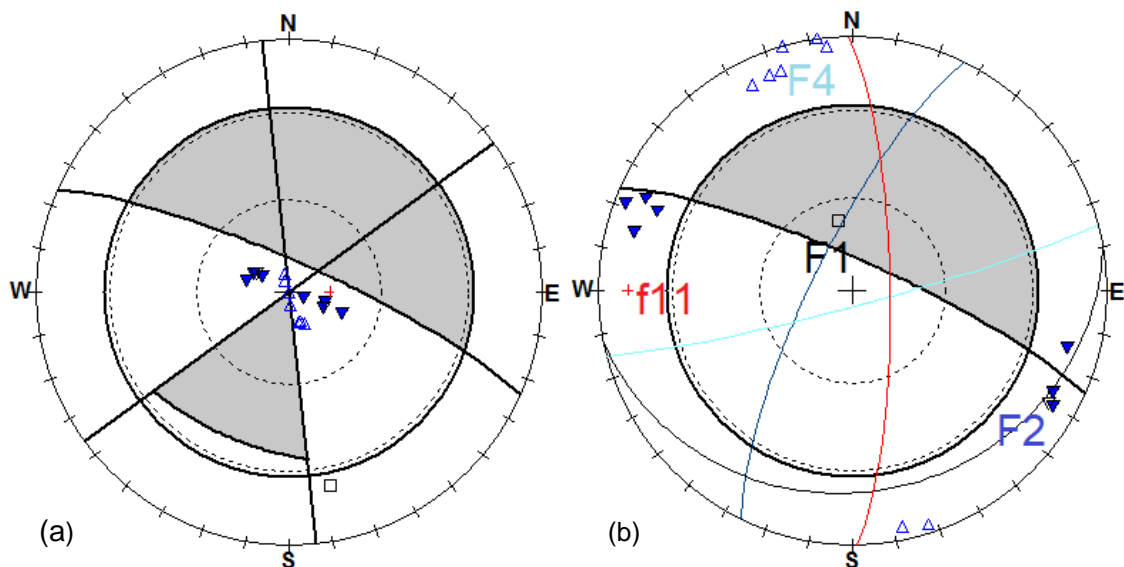


Figura IV-107 Projeção estereográfica do talude da secção H1, a cinzento está representada a zona crítica de rotura. (a) Modo de rotura planar e por tombamento; (b) Modo de rotura por cunha. (RockPack III)

V. Considerações Finais

A presente dissertação tem como objetivo final contribuir para uma avaliação do potencial risco de instabilidade nas vertentes da margem esquerda do Rio Paiva, ao longo de um troço de, aproximadamente, 600 metros de extensão dos Passadiços do Paiva (com início na entrada de Espiunca). Para o efeito foram recolhidos dados no terreno referentes aos taludes e, mais pormenorizadamente, das descontinuidades presentes nos mesmos.

Primeiramente, foi apresentada a geologia da região enquadrando-se todo o contexto do Geoparque Arouca onde se inserem os Passadiços do Paiva, não só geologicamente, mas também geográfica e climatericamente. De seguida, procedeu-se à caracterização geológica e geotécnica, onde se recorreu aos métodos descritos por ISRM (1978 e 1981), através de medições e inspeção visual nas áreas em estudo.

Posteriormente, para a interpretação dos dados obtidos, todos os parâmetros foram introduzidos em diferentes *softwares* (*RockWorks 17*, *Stereo32* e *RockPack III*) para a obtenção de diagramas de rosas e isodensidades, permitindo ter uma perceção espacial dos dados, e projeções estereográficas dos polos onde, recorrendo ao teste de Markland, se determinou a existência ou não de potencial de rotura.

De salientar que o método usado foi um método conservativo, não devendo ser o único parâmetro a ter em consideração na avaliação da estabilidade dos taludes. A existência de algum potencial de rotura, como o próprio nome indica, apenas denuncia uma possível rotura, levando a uma próxima etapa de avaliação mais aprofundada, onde será necessário, por exemplo, a determinação do peso volúmico, da resistência à compressão e do ângulo de atrito.

Da análise cinemática de cada talude foi possível verificar a existência, ou não, do tipo de potencial de rotura, podendo tratar-se de rotura planar, por tombamento ou cunha. Aparecem, ainda, algumas situações pontuais de possível instabilidade não englobadas pelos critérios de rotura anteriormente mencionados.

De salientar que os dados contemplam apenas situações cinemáticas e os resultados obtidos devem ser interpretados só desde este ponto de vista. Considerando esta salvaguarda, os resultados dos dados apresentados no capítulo IV são apresentados de forma mais sucinta, e visualmente mais simples, na tabela V-1, onde, através de diferentes cores, é possível distinguir os vários graus de estabilidade a que cada secção está sujeita. A verde estão marcados os casos onde não se verifica qualquer indício de rotura, a laranja estão marcadas as situações onde, no mínimo, deve haver uma inspeção mais pormenorizada da secção em causa e a vermelho são destacadas as secções que requerem intervenção o quanto antes. Na escolha do grau de perigosidade também se teve em consideração a forma como essa instabilidade poderia afetar os passadiços, isto é, quando a potencial queda de blocos não coloca em risco a estrutura de madeira que constitui os passadiços e/ou transeuntes turistas; esse grau foi considerado como menor.

Os resultados obtidos na classificação cinemática, e interpretados pelo autor, indicam que para as secções C, D, F, I, J, L, M, N, Q, T, V, Z, A1, F1 e H1 existem condições estáveis. No entanto, recomenda-se, nestes casos, uma inspeção visual de rotina aos taludes para despistar deteriorações da rocha e evolução da abertura das descontinuidades no maciço rochoso que possam comprometer a sua estabilidade. Deve aplicar-se também este critério a todos os taludes e estruturas associadas aos Passadiços, especialmente após episódios de carácter excecional como intensa precipitação ou ocorrência de tremores de terra.

Tabela V-1 Síntese de resultados obtidos através do teste de Markland associado à possibilidade de afetar a estrutura de madeira dos Passadiços. Salvaguardando o facto de se tratar de uma análise puramente cinemática, a verde estão representados os casos onde não se verifica qualquer indício de rotura, a laranja as situações onde, no mínimo, deve haver uma inspeção mais pormenorizada da secção em causa e a vermelho as secções que requerem intervenção o quanto antes

Secção	Planar	Tombamento	Cunha	Outro
A	Não	Não	Não	Sim
B	Não	Sim	Não	Não
C	Não	Não	Não	Não
D	Não	Não	Não	Não
E	Não	Sim	Não	Não
F	Não	Não	Não	Não
G	Não	Baixo	Não	Não
H	Não	Sim	Não	Não
I	Não	Não	Não	Não
J	Não	Não	Não	Não
L	Não	Não	Não	Não
M	Não	Não	Não	Não
N	Não	Não	Não	Não
O	Não	Não	Não	Muito baixo
P	Não	Muito baixo	Não	Não
Q	Não	Não	Não	Não
R	Não	Muito baixo	Não	Não
S	Não	Muito baixo	Não	Não
T	Não	Não	Não	Não
U	Não	Não	Não	Muito baixo
V	Não	Não	Não	Não
X	Muito baixo	Baixo	Não	Não
Z	Não	Não	Não	Não
A1	Não	Não	Não	Não
B1	Não	Baixo	Sim	Não
C1	Não	Sim	Baixo	Não
D1	Não	Baixo	Não	Não
E1	Não	Não	Não	Muito baixo
F1	Não	Não	Não	Não
G1	Não	Baixo	Não	Não
H1	Não	Não	Não	Não

As secções O, P, R, S, U e E1 são as que, dentro das instáveis, apresentam um risco de rotura muito baixo, não sendo desta forma requerida a aplicação de medidas de estabilização nem de proteção. É sim necessária uma monitorização apertada dos locais indicados e a remoção de vegetação e blocos soltos, assim como a limpeza dos taludes, prevenindo o agravamento das condições de instabilidade. Para a secção O, aconselha-se ainda a utilização de sinalética para alertar para a “barriga” que se encontra à altura da cabeça de um adulto de estatura média podendo causar, nos menos atentos, ferimentos ao nível da cabeça (figura IV-52), indicada no capítulo anterior.

Imediatamente a seguir na escala de instabilidade e perigosidade estão os taludes das secções X e G1 que, apesar de serem classificados como de baixo risco, requerem já algum tipo de intervenção, ainda que reduzida. Para a secção X, que se apresenta com algum afastamento da estrutura de madeira (ver IV 2.2.23), não se justifica a aplicação de medidas de estabilização devido a esse mesmo afastamento lhe conferir algum grau de segurança. Contudo, podem ser tomadas medidas de proteção, como barreiras dinâmicas, mas em vez de redes de aço suportadas por postes, podem ser substituídas por vegetação

de algum porte, minimizando o impacto visual que uma estrutura desta natureza poderia ter. Outra possibilidade é a construção das ditas barreiras dinâmicas, mas com a introdução de vegetação para visualmente não serem facilmente detetados. Para a secção G1 (ver IV 2.2.32), as medidas a implementar seriam a limpeza, ou seja, a remoção de toda a vegetação, grosseira e rasteira, que se encontra no talude, globalmente fraturado, e que faz com que as raízes cresçam nas descontinuidades, acentuando as respetivas aberturas e levando a um aumento da instabilidade. Além disso, é necessária a remoção de blocos já bastante soltos do maciço rochoso.

As próximas secções são classificadas como mais problemáticas pois, além de apresentarem potenciais de rotura, são taludes bastante verticais e muito próximos da estrutura de madeira dos Passadiços. Estes taludes estão presentes nas secções A, B e E. O talude da secção A considera-se estável, no entanto, para o bloco potencialmente instável referido no Capítulo IV (figura IV-10) é aconselhável tomar medidas mitigadoras de danos. Para estabilizar este bloco, nesta situação pontual, poder-se-ia proceder ao desmonte do mesmo, mas correr-se-ia o risco de instabilizar outros blocos situados acima. Com a plantação de vegetação de elevado porte, entre o bloco e a estrutura de madeira do Passadiço, reduzia-se o possível risco de danos sobre a estrutura de madeira apresentado por este bloco. No caso da secção B, está-se perante uma situação de instabilidade mais complexa e de difícil solução, visto ser um talude de altura considerável. O seu reperfilamento, ou alteração da geometria, não seria uma medida plausível de ser aplicada devido ao grande volume de rocha a deslocar e à possibilidade de instabilizar toda a restante secção. Devido ao facto de o talude e o Passadiço estarem praticamente encostados, não há espaço para a implementação de medidas de proteção, sobrando apenas as medidas de estabilização. A aplicação de ancoragens e redes metálicas, na face do talude, são uma possível solução, mas, devido aos custos e ao impacto visual, assim como a aparente forma de “escada invertida” (figura IV-14), é preferível a aplicação de uma estrutura de contraforte na base do talude. Este é um método que pode ter um impacto mínimo no visual natural do talude, podendo o material usado no contraforte ser pintado numa cor semelhante ao aspeto geral do talude. Também é aconselhável a monitorização da secção e a limpeza de todo o talude.

As restantes secções serão agrupadas segundo o mesmo critério que no capítulo IV, restando, portanto, as secções G-H e B1-C1-D1. Para a secção G-H, com uma extensão de 38 metros e mais de 20 metros de altura, a primeira porção, secção G, é uma secção que se apresenta com um baixo grau de instabilidade. No entanto, a segunda metade desta secção (secção H) já tem um aspeto bastante mais instável. Devido ao risco associado a este talude as medidas mitigadoras de danos poderão ser as seguintes:

1. Alteração da geometria, através da remoção de blocos mais instáveis e de relativa pequena dimensão;
2. Colocação de drenos nas zonas mais problemáticas, facilitando o saneamento da água do interior do talude, evitando a sua acumulação;
3. Aplicação de medidas estabilizadoras, nomeadamente, ancoragens e redes metálicas nos blocos, mas desta vez para os blocos de maiores dimensões.

Após a implementação destas medidas mitigadoras, recomenda-se que toda a secção seja sujeita a inspeções periódicas, principalmente em períodos do ano de clima mais severo, para a manutenção das ancoragens e redes metálicas assim como a limpeza dos drenos de modo a que não fiquem colmatados ou danificados.

Por fim, está-se perante a secção que maior risco apresenta, a secção B1-C1-D1 com 26.5 metros de extensão e até 50 metros de altura máxima em algumas zonas. Esta secção também se encontra dividida, mas desta vez em 3 partes, sendo a última menos instável comparativamente com as duas primeiras. Tal como a secção anterior, o talude encontra-se muito próximo da estrutura de madeira dos Passadiços, pelo que não é possível usar medidas de proteção. Para esta secção propõe-se as seguintes medidas:

1. Alteração da geometria nas zonas onde o pendor do talude está sobre os Passadiços, reduzindo a inclinação negativa e se possível até se ter uma atitude com pendor para fora dos passadiços;
2. Limpeza de toda a secção através da remoção da vegetação para que as raízes não causem o alargamento das descontinuidades pré-existentes;
3. Colocação de drenos nas zonas mais problemáticas, facilitando a percolação da água no interior do talude evitando a sua acumulação;
4. Aplicação de medidas estabilizadoras, particularmente, redes metálicas conferindo uma força extra perpendicular e na direção do talude. Neste caso, não se justifica o uso de ancoragens devido ao talude estar bastante fraturado;
5. Aplicação de injeções de permeação nas descontinuidades que apresentem maior abertura e uso de técnicas de proteção contra a erosão, prevenindo o desgaste da face do talude e o aparecimento de novos planos de descontinuidade.

Depois de executadas estas medidas, recomenda-se igualmente uma monitorização do estado de toda a secção, com especial foco nos drenos e na manutenção das redes metálicas, e para se observar a evolução do estado de estabilidade do talude ao longo do tempo.

Toda esta avaliação nos Passadiços do Paiva, apesar de estar associada a alguma subjetividade por ser uma análise apenas qualitativa e não quantitativa, acrescenta informação valiosa numa avaliação preliminar que permite, desde já, a identificação e hierarquização das zonas mais suscetíveis a episódios de instabilidade e a possível implementação de medidas de estabilização e mitigação do risco.

Uma grande dificuldade experienciada ao longo do trabalho de campo traduziu-se na impossibilidade de obtenção de dados estruturais em zonas do maciço rochoso mais inacessíveis, especialmente nas zonas que não se posicionassem na base dos taludes ou em zonas cobertas por vegetação ou solo. Esta dificuldade resulta num possível aumento do erro associado à variabilidade das características inventariadas, atendendo que o mesmo plano de descontinuidade pode apresentar desigualdades nos parâmetros medidos como a abertura ou até mesmo orientação da base para o topo do talude.

Tratando-se de um tema tão na ordem do dia, evidenciado pela adesão de centenas e mesmo milhares de visitantes diários, todo este trabalho ganha um novo peso. Como possíveis trabalhos futuros, tendo sido provada a validade da metodologia utilizada, indica-se a continuação do estudo na restante extensão do Passadiço, bem como o uso de técnicas que permitam a obtenção de dados em toda a altura das vertentes.

VI. Bibliografia

- ANDREW, R.; BARTINGALE, R.; HUME, H. Context Sensitive Rock Slope Design Solutions. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration (FHWA), **Central Federal Lands Highway Division**, (2011) Publication No. FHWA-CFL/TD-11-002.
- AZEVEDO, M.; VALLE AGUADO, B. Origem e instalação de granitoides variscos na Zona Centro-Ibérica. In: R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha, & J. Kullberg (Eds.), *Geologia de Portugal*, 1 (2013), pp. 377-401). Lisboa: Escolar Editora.
- Barreira estática. <https://solutioma.com/pt/desprendimientos-pt.php>. Consultado em: 1 de setembro de 2017.
- Barreira dinâmica. <https://solutioma.com/pt/pantallas-dinamicas-pt.php>. Consultado em: 1 de setembro de 2017.
- BRILHA, J. (2015). <https://www.publico.pt/2016/01/01/ciencia/noticia/geoparques-unesco-reconhecer-o-patrimonio-geologico-1718893>. Consultado em: 20 de maio de 2016
- CANO, M.; TOMÁS, R. Assessment of corrective measures for alleviating slope instabilities in carbonatic Flysch formations: Alicante (SE of Spain) case study. *Bull Eng Geol Environ*, 72 (2013), pp. 509–522
- CARCAVILLA, L.; DURÁN, J.J.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. **Geo-Temas**, 10, 2007.
- CARDOSO, Ana Isabel Soares; MENEZES, José Eduardo Quintanilha. Estudo da interação mecânica entre redes metálicas pregadas e taludes rochosos. 2009.
- CARRETO, A. Pires. Técnicas de estabilização de taludes. III **Congresso Nacional de Geotecnia** (1989), pp. 87-109). FEUP, Porto.
- Climate Data. <https://pt.climate-data.org/location/54811/>. Consultado em: 10 de setembro de 2017.
- DIAS, R.; RIBEIRO, A. O Varisco do Sector Norte de Portugal - Geologia de Portugal no contexto da Ibéria. In: R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha, & J. Kullberg (Eds.), *Geologia de Portugal*, 1 (2013), pp. 59-71). Lisboa: Escolar Editora.
- FERREIRA, N.; IGLÉSIAS, M.; NORONHA, F.; PEREIRA, E.; RIBEIRO, A.; RIBEIRO, M.L. **Granitoides da Zona Centro Ibérica e seu enquadramento geodinâmico**. In: F. Bea, A. Carnicero, J.C. Gonzalo, M. López Plaza & M.D. Rodriguez Alonso (Eds.) *Geologia de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hesperico*. Madrid: Edital Ruela, 1987, pp. 37-51. ISBN: 84-7207-051-4.
- Geoparque Arouca. <http://aroucageopark.pt/pt/quem-somos/>. Consultado em: 15 de junho de 2017.
- GONÇALVES, Diana Magina. **Reabilitação de taludes de escavação em rochas de baixa resistência na ER 266**. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 2014. Dissertação de mestrado.
- GOODMAN, R. E. **Introduction to Rock Mechanics**. New York: John Wiley & Sons, 1989.

- GUTIÉRREZ-MARCO, J. C.; Parque Nacional de Cabañeros: Un pasado marino de hace 500 millones de años. **Instituto Geológico y Minero de España**, Museo GeoMinero. 2006. ISBN: M-47612-2002.
- HOEK, E.; BRAY, J.W. **Rock Slope Engineering**. Revised 3th edition. London and New York: Spon Press, 1981. ISBN: 0-419-16010-8.
- ISRM (Internacional Society of Rock Mechanics). Basic geotechnical description of rock masses. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanical Abstracts*, 18 (1981).
- ISRM (Internacional Society of Rock Mechanics). Suggested Methods for the Quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses. **International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanical Abstracts**, 15:4 (1978).
- KLEY, R.J. and LUTTON, R.J. Engineering properties of nuclear craters: a study of selected rock excavations as related to large nuclear craters. Report U.S. Army Engineers, No. PNE 5010, 1967.
- MEDEIROS, A.C.; PILAR, L. & FERNANDES, A.P. Carta e notícia explicativa da folha 13 - B (Castelo de Paiva) da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000- D.G.G.M. **Serviços Geológicos de Portugal**, 1964.
- MURALHA, J. Ensaios de deslizamento de descontinuidades a tensões normais quase nulas, Tilt and Pull Tests of rock joints. IV Congresso Nacional de Geotecnia. Lisboa: LNEC, 1991.
- PACHECO, João Lopes. **Interpretação do Património Geológico: uma aplicação ao geoparque Arouca**. Braga: Universidade do Minho, 2012. Dissertação de Mestrado.
- Passadiços do Paiva. <http://www.passadicosdopaiva.pt>. Consultado em: 28 de agosto de 2017.
- PATTON, F.D.; DEERE, D.U. Significant geological factors in rock slope stability - Planning open pit mines. Johannesburg Symposium 1970. Amsterdam: A.A. Balkema, 1971, pp. 143-151.
- PATTON, F.D. Multiple modes of shear failure in rock. *Proc. 1st International Congress of rock Mechanics*, 1 (1966), pp. 509-513.
- PEEL, M. C. *et al.* Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences Discussions, European Geosciences Union**, 4:2 (2007), pp. 439-473.
- PEREIRA, E.; GONÇALVES, L.S.; MOREIRA, A. Carta e notícia explicativa da folha 13 - D (Oliveira de Azeméis) da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000. D.G.G.M. **Serviços Geológicos de Portugal**, 1980.
- Portal SIGA: <http://siga.cm-arouca.pt/SIGA/>. Consultado em: 23 de novembro de 2017.
- RAMOS, C. M. Drenagem em Infra-Estruturas de Transportes e Hidráulica de Pontes - 2a Edição. **LNEC**, 2010.
- Rede Europeia de Geoparques. http://www.europeangeoparks.org/?page_id=168. Consultado em: 4 de julho de 2017.

- Rede Global de Geoparques. <http://www.globalgeopark.org/homepageaux/tupai/6513.htm>. Consultado em: 4 de julho de 2017.
- RIBEIRO, A. A Evolução Geodinâmica de Portugal - Geologia de Portugal no contexto da Ibéria. Évora: Universidade de Évora, 2006.
- RIBEIRO, A. *et al.* Introduction à la geologie générale du Portugal. **Serviços Geológicos de Portugal**, 1979.
- ROCHA, Daniela Maria Teixeira da - **Inventariação, Caracterização e Avaliação do Património Geológico do Concelho de Arouca**. Braga: Universidade do Minho, 2008. Dissertação de mestrado.
- ROCHA, Daniela Maria Teixeira da. **Avaliação do alargamento do Geoparque Arouca ao território Montemuro e Gralheira - Um estudo sobre património geológico e proposta de um plano de desenvolvimento territorial**. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2015. Tese de Doutoramento.
- ROMANO, M.; DIGGENS, J.N. The stratigraphy and structure of Ordovician and associated rocks around Valongo, north Portugal. **Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal**, 57 (1974), pp.23-50.
- ROSS-BROWN, D.R. **Slope design in opencast mines**. Londres: Imperial College, 1973. Tese de doutoramento.
- SÁ, A. A.; GUTIÉRREZ-MARCO, J.C.; ROCHA, D.; RÁBANO, I.; PIÇARRA, J. M.; BRILHA, J.; SARMIENTO, G. N.; VALÉRIO, M. El patrimonio geológico del Ordovícico y Silúrico de la región de Arouca (Portugal). **Geogaceta**, 44 (2008).
- SÁ, A. A.; BRILHA, J.; ROCHA, D.; RÁBANO, I.; MEDINA, J.; GUTTIÉRREZ-MARCO, J. C.; CACHÃO, M.; VALÉRIO, M. **Geopark Arouca. Geologia e Património Geológico**. AGA – Associação Geoparque Arouca, 2009. ISBN: 978-989-96055-3-4.
- SÁ, A. A.; BRILHA, J.; CACHÃO, M.; COUTO, H.; MEDINA, J.; ROCHA, D.; VALEÉRIO, M.; RÁBANO, I.; GUTIÉRREZ-MARCO, J. C. Geoparque Arouca: um novo projecto para o desenvolvimento sustentado baseado na conservação e promoção do Património Geológico. VII Congresso Nacional de Geologia, 2006, pp 894-896.
- SÁ, A. A.; MEIRELES, C.; COKE, C.; GUTIÉRREZ-MARCO, J. C. Unidades Litoestratigráficas do Ordovícico da região de Trás-os-Montes (Zona Centro-Ibérica, Portugal). **Comunicações Geológicas**, 92 (2005), pp. 31-74.
- SARAIVA, João Gustavo Raminhos Pavia. **Técnicas de protecção e reparação de estruturas de betão armado**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2007. Dissertação de mestrado.
- SILVA, A. FERREIRA; ROMÃO, J. M. C.; SEQUEIRA, A. J. D. J.; OLIVEIRA, J. TOMÁS. A sucessão litoestratigráfica ante-ordovícica na Xona Centro-Ibérica (ZCI), em Portugal: ensaio de interpretação com base nos dados atuais. In: Comunicaciones XIII RGPO/PICG 319-320 Septiembre '95 Comunicaciones, Salamanca: Eds. M. D. Rodriguez Alonso & J. C. Gonzalo Corral. 1995, 71-72.
- TATONE, B.; GRASSELLI, G. Quantitative measurements of fracture aperture and directional roughness from rock cores. **Rock Mechanics and Rock Engineering**, 45 (2012), pp. 619–629.

- VALLE AGUADO, B. **Geología estructural de la Zona de Cizalla de Porto-Tomar en la región de Oliveira de Azeméis – Serra da Arada (Norte de Portugal)**. Salamanca: Universidad de Salamanca, 1992. Tese de Douturamento.
- VALLE AGUADO, B.; MARTÍNEZ CATALÁN J.R. (1994). Contribución para el conocimiento del Complejo Esquisto-Grauváquico de la región de Arouca (N de Portugal). **Comun. Inst. Geol. e Min Portugal**, 80, 1994.
- VALLEJO, Luis I. Gonzáles; FERRER, Mercedes; ORTUÑO, Luis; OTEO, Carlos. **Ingeniería Geológica**. Madrid: Pearson Educación, 2002. ISBN: 10:84-205-3104-9.
- VASQUEZ, Lúcia Maria de Jesus. **Estratégia de Valorização de Geossítios no Geoparque Arouca**. Braga: Universidade do Minho, 2010. Dissertação de mestrado.
- WATTS, C. F.; GILLIAM, Daniel R.; HROVATIC, Marc D.; HONG, Han. User's manual: ROCKPACK III FOR WINDOWS - Rock Slope Stability Computerized Analysis package. **Radford University Office**, 540 (2003), pp. 831-5637.
- WHISONANT, R.; WATTS, C. Using Dip Vectors to Analyse Structural Data. **Journal of Geological Education**, Department of Geology, RadfordUniversity, 1989.
- WYLLIE, Duncan C.; MAH, Christopher W. **Rock Slope Engineering. Civil and mining**. 4th edition. London and New York: Spon Press, 2004. ISBN 0-203-57083-9.
- YOON, W.S., JEONG, U.J., KIM, J.H. Kinematic analysis for sliding failure of multi-faced rock slopes. **Engineering Geology**, 67 (2002).
- ZOUROS, Nickolas. The European Geoparks Network -Geological heritage protection and local development. **Episodes**, 27:3 (2004), pp. 165-171.

VII. Anexo 1 – Tabelas com os dados colhidos no Campo

Tabela VII-1 Tabela de campo da secção A

Secção:	A	Comprimento (m):	15	Operador:	Gil
Orientação:	N110, subvertical	Altura (m):	10	Data:	20/10/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	120	50	SW	1	50-60	120	IV			
2	114	48	SW	1	50-60	160	V			
3	104	50	S	1	50-60	270		0,5	terra escura	II
4	43	84	SE	2	27	120	VIII	0,1	terra escura	II
5	38	78	SE	2	23	160	VII	0,1	terra escura	II
6	15	80	SE	2	40	170	VIII	0,1	terra escura	II
7	20	90	-	2	30	180	VIII	0,1	terra escura	II
8	61	23	S	1	20		IV	0,1	sem	Sem
9	81	21	S	1	15	10	IV	0,1	sem	Sem
10	164	28	E	1	40	10	IV	0,1	sem	Sem
11	128	78	SW	3	15	50	VIII	0,1	terra escura	
12	138	76	SW	3	15	50	VIII	0,1	terra escura	sem
13	157	76	SW	3	15	50	VIII	0,1	terra escura	sem
14	39	87	W	2	5	220	VII	0,1	terra escura	sem
15	40	82	E	2	5	220	VII	0,1	terra escura	sem
16	41	80	SW	2	5	200	VII	0,1	terra escura	sem
17	145	81	W	3	30	40	VIII	0,1	terra escura	sem
18	82	15	S	1		300	V		terra escura	
19	148	24	E	1		1000	V	0,1	terra escura	sem
20	157	15	E	1	100	1200	V	0,5	terra escura	sem
21	13	20	E	1	70	1500	V	4	terra escura	sem
22	50	17	SE	1	30	1500	V	2	terra escura	sem
23	43	90	-	2	20		VII	1	terra escura	sem
24	22	77	W	2	35	40	VII	1	terra escura	sem
25	30	80	W	2	60	70	VII	2	terra escura	
26	15	86	W	2	20	75	VII	2	terra escura	sem
27	18	90	-	2	45	40	VII	3	terra escura	sem
28	102	78	N	3	10	110	VI	0,1	terra escura	sem
29	122	77	N	3	20	60	VI	1	terra escura	sem
30	130	82	NE	3	20	30	VI	3	terra escura	sem
31	95	77	S	4	120	1000	III	5	sem	sem

Tabela VII-2 Tabela de campo da secção B

Secção:	B	Comprimento (m):	18	Operador:	Gil
Orientação:	N124, subvertical	Altura (m):	12	Data:	25/10/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1			SW	1	20	180	V	0,5	terra	II
2			SW	1	20	300	V	0,1	terra	II
3			SW	1	20	300	V	0,2	terra	II
4	23	43	W	6	10	10	V	0,2	terra seca	I
5	38	32	W	6	10	30	V	0,2	terra seca	I
6	30	27	W	6	15	30	V	1	terra seca	I
7	25	30	W	6	5	20	VIII	0,2	terra	II
8	33	32	W	6	10	20	VIII	0,2	terra	II
9	98	82	S	4	50	100	VIII	0,2	sem	II
10	90	79	SW	4	50	120	VIII	0,2	sem	II
11	93	82	S	4	100	30	VIII	0,1	terra seca	I
12	105	82	S	4	10	100	VIII	0,1	sem	II
13	100	90	-	4	10	100	VIII	0,1	sem	II
14	120	17	S	1	100	300	V	0,1	terra seca	I
15	149	17	N	1	15	600	IV	0,1	terra	I
16	27	83	W	2	60	50	V	0,1	terra	II
17	37	80	E	2	80	50	VIII	0,1	terra	II
18	42	88	NW	2	70	150	VIII	0,1	terra	II
19	7	88	W	2	80	150	VIII	0,1	terra	II
20	27	90	-	2	80	300	V	0,1	terra	II
21	44	87	NW	2	70	150	VIII	1	terra	II
22	36	12	SE	1	20	500	IV	0,2	terra	I
23	21	16	SE	1	30	600	IV	0,2	terra	I
24	14	86	E	2	-	20		0,1	terra	I
25	4	88	E	2	30	300	VIII	0,2	terra seca	I
26	21	80	W	2	30	320	VIII	0,1	terra	I
27	58	12	SW	1	35	10000	V	0,2	terra	II
28	55	77	S	2	30	600	VIII	0,1	terra	II
29	46	78	S	2	30	600	VIII	0,1	terra	II
30	2	79	W	7	20	250	VIII	0,2	terra	II

Tabela VII-3 Tabela de campo da secção C

Secção:	C	Comprimento (m):	8,5	Operador:	Gil
Orientação:	N104	Altura (m):	5	Data:	25/10/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	130	78	SW	2	180	400	VII	0,1	terra	II
2	142	82	SW	2	180	200	VII	0,1	terra	III
3	159	80	SW	2	210	300	VII	0,1	terra	II
4	141	81	SW	2	200	200	VII	0,1	terra	II
5	70	85	N	3	100	300	VII	0,1	terra	III
6	76	87	N	3	70	200	VII	0,1	terra	II
7	12	19	SE	1	10	2000	V	0,1	terra	II
8	24	20	SE	1	15	2000	V	0,2	terra	II
9	0	15	SE	1	20	2000	V	0,1	terra	II

Tabela VII-4 Tabela de campo da secção D

Secção:	D	Comprimento (m):	6,5	Operador:	Gil
Orientação:	N123, subvertical	Altura (m):	2-8	Data:	26/10/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	23	19	SE	1	40	500	V	1	alguma terra	II
2	20	21	SE	1	10	500	V	0,5	alguma terra	II
3	29	17	SE	1	15	500	V	0,5	alguma terra	II
4	10	72	W	2	45	80	VIII	0,1	terra húmida	II
5	13	79	W	2	50	60	VIII	0,1	terra húmida	II
6	17	80	W	2	50	60	VIII	0,1	terra húmida	II
7	17	80	W	2	30	50	VIII	0,1	terra húmida	II
8	10	83	W	2	30	50	VIII	0,1	terra húmida	II
9	18	81	W	2	30	50	VIII	0,1	terra húmida	II
10	33	82	W	3	40	50	VIII	0,1	terra húmida	II
11	32	84	W	3	20	20	VIII	0,1	terra húmida	II
12	146	83	SW	4	10	300	VIII	0,1	terra húmida	III
13	139	85	SW	4	50	300	VIII	0,1	terra húmida	III
14	140	81	SW	4	10	250	VIII	0,1	terra húmida	III
15	137	85	SW	4	30	250	VIII	0,2	terra húmida	III
16	129	81	SW	4	30	200	VIII	0,2	terra húmida	III
17	129	90	-	4	15	200	VII	0,2	terra húmida	III
18	138	84	SW	4	15	150	VII	0,1	terra húmida	III
19	136	88	SW	4	15	150	VII	0,1	terra húmida	III
20	128	90	SW	4	15	100	VII	0,1	terra húmida	III
21	38	82	NW	3	100	150	VIII	0,1	terra húmida	II
22	15	75	W	2	100	100	VIII	0,1	terra húmida	II
23	89	82	S	6	900	200	VIII	0,1	terra húmida	II
24	55	19	NE	1	500	-	VI ?	-	terra húmida	II

Tabela VII-5 Tabela de campo da secção E

Secção:	E	Comprimento (m):	13,5	Operador:	Gil
Orientação:	N105, 70N	Altura (m):	10	Data:	26/20/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	41	65	NW	2	70	200	VIII	0,1	terra húmida	II
2	33	67	NW	2	70	50	VIII	0,1	terra húmida	II
3	38	62	NW	2	120	40	VIII	0,1	terra húmida	II
4	100	70	S	3	25	100-50	VIII	0,1	terra húmida	II
5	96	82	S	3	30	100-50	VIII	0,1	terra húmida	II
6	95	84	N	3	30	100-50	VIII	0,1	terra húmida	II
7	90	80	S	3	30	100-50	VIII	0,1	terra húmida	II
8	92	82	S	3	25	100-50	VIII	0,1	terra húmida	II
9	90	87	S	3	20	100-50	VIII	0,1	terra húmida	II
10	93	78	S	3	15	100-50	VIII	0,1	terra húmida	II
11	90	88	N	3	15	250	VIII	0,1	terra húmida	II
12	90	90	-	3	15	250	VIII	0,1	terra húmida	II
13	96	88	N	3	20	250	VIII	0,1	terra húmida	II
14	35	82	W	4	45	100	VIII	0,1	terra húmida	II
15	14	73	W	4	45	100	VIII	0,1	terra húmida	II
16	13	90	-	4	45	100	VIII	0,1	terra húmida	II

Tabela VII-6 Tabela de campo da secção F

Secção:	F	Comprimento (m):	9	Operador:	Gil
Orientação:	N132, subvertical	Altura (m):	2	Data:	27/10/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	96	90	-	2	20	100	VIII	0,1	terra escura	II
2	87	82	S	2	20	100	VIII	0,1	terra escura	II
3	85	80	S	2	20	100	VIII	0,1	terra escura	II
4	82	80	N	2	20	100	VIII	0,1	terra escura	II
5	91	83	S	2	20	100	VIII	0,1	terra escura	II
6	91	78	S	2	110	100	VIII	0,1	terra escura	II
7	91	90	-	2	30	100	VIII	0,1	terra escura	II
8	90	90	-	2	30	100	VIII	0,1	terra escura	II
9	90	83	N	2	30	100	VIII	0,1	terra escura	II
10	81	83	N	2	30	100	VIII	0,1	terra escura	II
11	91	87	S	2	30	100	VIII	0,1	terra escura	II
12	97	83	S	2	30	100	VIII	0,1	terra escura	II
13	84	86	S	2	30	100	VIII	0,1	terra escura	II
14	160	81	W	3	10	150	V	0,1	terra escura	II
15	144	83	W	3	10	150	V	0,1	terra escura	II
16	156	83	W	3	10	150	V	0,1	terra escura	II
17	170	86	W	3	30	150	V	0,1	terra escura	II
18	161	90	-	3	30	100	V	0,1	terra escura	II
19	164	80	W	3	30	100	V	0,1	terra escura	II
20	172	82	W	3	20	100	V	0,1	terra escura	II
21	175	71	W	3	20	100	V	0,1	terra escura	II
22	82	21	S	1	25	900	V	1	terra escura	II
23	30	16	S	1	30	900	V	1	terra escura	II
24	0	16	SE	1	25	900	V	1	terra escura	II
25	40	12	SE	1	30	900	V	3	terra escura	II

Tabela VII-7 Tabela de campo da secção G

Secção:	G	Comprimento (m):	20	Operador:	Gil
Orientação:	N130, subvertical	Altura (m):	>20	Data:	28/10/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	87	81	S	2	20	800	VIII	0,1	terra	II
2	89	87	S	2	20	100	VIII	0,1	terra	II
3	90	84	S	2	30	1000	VIII	1	terra	II
4	90	84	S	2	5	900	VIII	0,5	terra	II
5	95	84	S	2	30	30	VIII	0	-	-
6	145	85	SW	3	70	30	VIII	0	-	-
7	139	83	SW	3	70	30	VIII	0	-	-
8	151	82	SW	3	70	30	VIII	0	-	-
9	155	84	SW	3	60	40	VIII	0	-	-
10	135	85	SW	3	60	40	VIII	0	-	-
11	136	80	SW	3	50	40	VIII	0	-	-
12	55	8	SE	1	10	100	V	0,1	terra	II
13	153	10	NE	1	30	50	V	0,1	terra	II
14	159	14	NE	1	30	50	V	0,1	terra	II
15	140	75	SW	3	35	300	V	0,5	terra	II
16	134	85	NE	3	35	300	V	3	terra	II
17	88	80	S	2	100	50	VIII	0,2	terra	II
18	63	81	S	2	100	50	VIII	0	-	-
19	82	78	S	2	100	50	VIII	1	terra	II
20									terra	II
21	161	8	E	1	50	200	V	0	-	-
22	H	0	-	1	50	200	V	0	-	-
23	137	12	NE	1	50	200	V	0	-	-
24	135	75	W	3	50	200	VIII	0,1	terra	II
25	149	82	SW	3	50	100	VIII	0,1	terra	II
26	137	81	W	3	70	100	VIII	0,1	terra	II
27	89	80	S	2	160	500	VIII	1	terra	II

Tabela VII-8 Tabela de campo da secção H

Secção:	H	Comprimento (m):	18	Operador:	Gil
Orientação:	N098, -10	Altura (m):	20	Data:	28/10/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	136	90	-	2	200	500	VIII	0,2	terra	I
2	127	77	SW	2	150	500	VIII	0,2	terra	I
3	137	90	-	2	100	500	VIII	0,1	terra	I
4	131	81	SW	2	60	500	VIII	0,1	terra	I
5	127	80	SW	2	50	500	VIII	2	terra	I
6	150	83	SW	2	50	500	VIII	5	pedras soltas	I
7	136	90	-	2	50	1000	VIII	0,2	terra	I
8	124	85	NE	2	50	1000	VIII		terra	I
9	91	79	S	3	50	1000	VIII	0,1	terra	I
10	87	80	S	3	40	1000	VIII	0,5	terra	I
11	83	75	S	3	50	1000	VIII	0,4	terra	I
12	91	77	S	3	50	1000	VIII	0,1	terra	I
13	87	78	S	3	50	1000	VIII	-	terra	I
14	150	15	E	1	50	1000	V	0,1	terra	I
15	163	8	E	1	50	1000	V	0,1	terra	I
16	162	6	E	1	50	1000	V	0,1	terra	I
17	118	8	E	1	40	1000	V	0,5	terra	I
18	115	12	E	1	50	1000	V	0,1	terra	I

Tabela VII-9 Tabela de campo da secção I

Secção:	I	Comprimento (m):	21	Operador:	Gil
Orientação:	N123, subvertical	Altura (m):	10-15	Data:	07/11/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	91	80	S	2	5	120	VIII	0,5	Sem	II
2	91	78	S	2	50	120	VIII	2	sem	II
3	92	77	S	2	120	400	VIII	1	pouca terra	I
4	88	81	S	2	80	350	VIII	0,2	terra	II
5	91	85	S	2	60	400	VIII	0,3	terra	II
6	92	85	S	2	40	100	VIII	0,1	terra	II
7	90	79	S	2	50	500	VIII	0,2	terra	II
8	91	78	S	2	25	500	VIII	6	terra e rochas	II
9	90	84	S	2	40	180	VIII	0,1	terra	II
10	90	81	S	2	80	100	VIII	0,2	sem	II
11	92	83	S	2	80	200	VIII	5	terra	II
12	11	87	E	3	160	100	VIII	0,5	sem	II
13	10	81	E	3	150	80	VIII	1	sem	II
14	16	78	E	3	130	100	VIII	0,1	terra	I
15	12	81	E	3	60	300	VIII	0,1	terra	I
16	17	72	E	3	150	250	VIII	0,1	terra	I
17	159	83	E	4	90	200	VIII	0	-	-
18	153	85	E	4	130	150	VIII	0,5	pouca terra	II
19	157	83	E	4	150	170	VIII	0,1	terra	II
20	160	80	E	4	30	50	VIII	0	-	-
21	152	83	E	4	30	70	VIII	0	-	-
22	20	9	SE	1						
23	23	8	SE	1	70	2100	V	0,1	terra	I

Tabela VII-10 Tabela de campo da secção J

Secção:	J	Comprimento (m):	8	Operador:	Gil
Orientação:	N156, subvertical	Altura (m):	4x3	Data:	09/11/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	85	78	S	2	25	150	VIII	1	pouca terra	II
2	92	79	S	2	100	200	VIII	0,1	Terra	II
3	88	83	S	2	5	30	VIII	0,1	sem	I
4	90	81	S	2	80	200	VIII	7	alguma terra	II
5	90	85	S	2	30	120	VIII	0,1	sem	I
6	94	73	S	2	15	130	VIII	0	-	-
7	93	81	S	2	15	90	VIII	0,2	terra	III
8	93	76	S	2	15	130	VIII	0,1	terra	II
9	94	78	S	2	60	250	VIII	0,2	terra	II
10	12	78	SE	3	200	200	VIII	2	alguma terra	II
11	21	79	W	3	180	50	I	0	-	-
12	9	81	W	3	150	70	VIII	0,1	terra	II
13	h	0	-	1	60	120	V	1	sem	II
14	h	0	-	1	60	150	V	0,1	terra	II
15	h	0	-	1	60	80	V	0,1	terra	II
16	111	14	S	1	100	160	V	2	pouca terra	III

Tabela VII-11 Tabela de campo da secção L

Secção:	L	Comprimento (m):	8	Operador:	Gil
Orientação:	N020, 70E	Altura (m):	20	Data:	09/11/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	12	80	E	2	20	200	VIII	-	-	-
2	11	86	E	2	30	30	VIII	-	-	-
3	13	78	E	2	30	300	VIII	-	-	-
4	14	78	E	2	30	90	VIII	0,1	terra	III
5	153	86	W	3	50	160	VIII	0,2	terra	II
6	142	86	W	3	40	160	VIII	0,1	terra	II
7	158	83	W	3	30	80	VIII	0,1	terra	II
8	92	81	S	4	30	180	VIII	0,2	terra	II
9	74	70	S	4	40	170	VIII	0,1	terra	II
10	90	74	S	4	100	220	VIII	0,5	terra	III
11	90	71	S	4	40	140	VIII	0,2	terra	III
12	89	80	S	4	80	150	VIII	0,1	terra	III
13	12	77	E	2	30	150	VIII	0,2	terra	III
14	25	90	-	2	30	15	VIII	0	-	-
15	130	85	NE	6	15	50	VIII	0,1	-	II
16	120	88	NE	6	15	30	VIII	0,1	terra	III

Tabela VII-12 Tabela de campo da secção M

Secção:	M	Comprimento (m):	7	Operador:	Gil
Orientação:	N105, subvertical	Altura (m):	3x3	Data:	10/11/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	94	84	S	2	35	200	V	0,1	terra	III
2	90	88	S	2	40	100	V	0	-	-
3	89	83	S	2	50	200	VIII	-	-	-
4	88	78	S	2	20	130	VIII	-	-	-
5	90	81	S	2	20	200	VIII	2	sem	II
6	96	80	S	2	30	100	VIII	-	-	-
7	35	90	-	3	20	170	VIII	0,2	pouca terra	III
8	45	90	-	3	70	80	VIII	0,1	terra	II
9	27	84	E	3	5	150	IV	0,2	terra	II
10	11	81	E	3	40	70	VIII	0,1	terra	II
11	17	80	E	3	40	150	VIII	0,5	terra	II
12	13	78	E	3	70	170	IX	0,2	terra	II
13	10	79	E	3	70	160	VIII	0,2	terra	II
14	140	78	NE	4	40	50	VIII	0,1	sem	I
15	145	83	NE	4	40	50	VIII	0	-	-
16	117	79	N	4	40	20	VIII	0,1	terra	II
17	39	84	NW	3	30	150	VIII	0,1	terra	II
18	143	16	E	1	25	200	V	0,1	terra	II

Tabela VII-13 Tabela de campo da secção N

Secção:	N	Comprimento (m):	18	Operador:	Gil
Orientação:	N137, subvertical	Altura (m):	3x3	Data:	11/11/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	143	83	SW	2	50	110	V	0	-	-
2	147	90	-	2	100	130	IV	-	-	-
3	149	90	-	2	50	100	V	0	-	-
4	160	84	W	2	30	100	V	0	-	-
5	90	79	S	3	35	150	VIII	0,2	terra	II
6	87	77	S	3	60	200	VIII	0,2	terra	II
7	90	77	S	3	30	190	VIII	0,1	terra	II
8	95	83	S	3	60	200	VIII	0,1	terra	II
9	87	82	S	3	80	130	VIII	0,1	terra	II
10	83	81	S	3	10	100	VIII	0,1	sem	I
11	88	75	S	3	5	120	VIII	0,1	terra	II
12	90	82	S	3	20	100	VIII	0,1	terra	II
13	81	86	S	3	15	150	VIII	0,1	terra	II
14	91	77	S	3	40	200	VIII	0,3	terra	III
15	90	86	S	3	20	160	VIII	0,2	terra	II
16	83	83	S	3	20	150	VIII	0,1	terra	II
17	23	90	-	4	30	150	VIII	0,1	terra	II
18	15	82	E	4	40	180	VIII	0,2	terra	II
19	13	77	E	4	100	180	VIII	0,1	terra	II
20	21	72	E	4	20	100	VIII	0,1	terra	III
21	15	81	E	4	25	120	VIII	0,1	terra	II
22	9	80	E	4	20	50	VIII	0,1	terra	II
23	162	83	W	2	15	150	VIII	0,3	terra	II
24	12	81	W	4	10	200	VIII	0,1	terra	III
25	44	5	S	1	10	500	V	0,1	sem	I
26	90	18	S	1	20	200	V	0,1	sem	I
27	37	5	SE	1	15		V	0,1	sem	I
28	97	12	S	1	15		V	0,1	sem	I

Tabela VII-14 Tabela de campo da secção O

Secção:	O	Comprimento (m):	6	Operador:	Gil
Orientação:	N112, subvertical	Altura (m):	6	Data:	22/11/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	87	82	S	2	50	160	VIII	0	-	-
2	85	86	S	2	50	190	VIII	0,2	terra	II
3	87	85	S	2	20	180	VIII	0,1	terra	II
4	87	84	S	2	20	45	VIII	0,1	terra	II
5	136	82	SW	3	20	60	VIII	0	-	-
6	124	81	N	3	10	90	VIII	-	-	-
7	138	88	SW	3	50	20	VIII	0,2	terra	II
8	30	87	SE	4	10	110	VIII	0,2	terra	III
9	14	76	W	4	20	80	VIII	0,1	terra	III
10	6	83	E	4	20	80	VIII	0,1	terra	II
11	26	76	W	4	30	150	VIII	0,2	terra	II
12	23	76	W	4	20	80	VIII	0,3	terra	II
13	0	12	SE	1	40	600	V	1	terra	III

Tabela VII-15 Tabela de campo da secção P

Secção:	P	Comprimento (m):	14	Operador:	Gil
Orientação:	N136, subvertical	Altura (m):	8	Data:	28/11/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	84	80	S	2	30	90	VIII	3	sem	II
2	79	82	S	2	20	70	VIII	0,1	terra	III
3	82	90	-	2	5	70	VIII	0,1	terra	III
4	82	89	S	2	5	40	VIII	0	-	-
5	90	75	S	2	30	90	VIII	0,1	terra	III
6	90	80	S	2	10	50	VIII	0	-	-
7	91	73	S	2	35	250	VIII	1	terra	III
8	88	82	S	2	20	90	VIII	0,1	terra	III
9	92	81	S	2	30	150	VIII	0,2	terra	II
10	82	83	S	2	30	50	VIII	0	-	-
11	90	82	S	2	30	70	VIII	0,1	terra	II
12	92	78	S	2	50	200	VIII	0,1	terra	II
13	96	78	S	2	50	300	VIII	1	terra	III
14	47	85	SE	3	25	100	VIII	0,2	sem	IV
15	43	80	SE	3	10	100	VIII	0,1	terra	III
16	51	82	SE	3	10	50	VIII	0,1	sem	IV
17	50	83	SE	3	20	90	VIII	0,1	sem	IV
18	42	87	SE	3	5	100	VIII	0,3	terra	III
19	55	83	SE	3	40	90	VIII	0,2	terra	III
20	47	83	SE	3	20	20	VIII	0	-	-
21	138	90	-	4	20	150	VIII	0	-	-
22	149	86	NE	4	30	150	VIII	0	-	-
23	160	86	W	4	40	100	VIII	0,1	terra	III
24	146	80	W	4	40	100	VIII	0,2	terra	III
25	150	82	W	4	50	60	VIII	0	.	-
26	144	78	W	4	30	200	VIII	0,1	terra	II
27	10	10	E	1	40	200	V	1	terra	III
28	26	9	SE	1	15	200	V	0,3	sem	IV

Tabela VII-16 Tabela de campo da secção Q

Secção:	Q	Comprimento (m):	7	Operador:	Gil
Orientação:	N117, subvertical	Altura (m):	5	Data:	29/11/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	141	81	SW	2	50	200	VIII	0,1	terra	II
2	127	85	SW	2	100	40	VIII	0,1	terra	II
3	154	85	W	2	50	50	VIII	0,1	terra	II
4	145	79	SW	2	50	300	VIII	0,1	terra	II
5	155	86	W	2	50	100	VIII	0,1	terra	II
6	93	87	S	3	30	200	VIII	0,1	terra	II
7	96	80	S	3	50	150	VIII	0,1	terra	II
8	91	79	S	3	50	200	VIII	0,1	terra	II
9	12	80	E	4	40	100	VIII	0,2	terra	II
10	13	80	E	4	40	200	VIII	0,1	terra	II
11	13	81	E	4	150	150	VIII	0,1	terra	II
12	12	79	E	4	150	200	VIII	2	terra	II
13	96	2	SW	1	110	200	V	0,1	terra	II

Tabela VII-17 Tabela de campo da secção R

Secção:	R	Comprimento (m):	9	Operador:	Gil
Orientação:	N148, subvertical	Altura (m):	12	Data:	29/11/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	148	83	SW	2	30	200	VIII	0,1	terra	II
2	148	82	SW	2	30	300	VIII	0,1	terra	II
3	146	82	SW	2	30	100	VIII	0,1	terra	II
4	155	84	SW	2	30	100	VIII	0,1	terra	II
5	154	90	-	2	20	120	VIII	0,1	terra	II
6	86	80	S	3	40	180	VIII	0,2	terra	II
7	92	80	S	3	60	60	VIII	0,1	terra	II
8	88	80	S	3	80	220	VIII	0,1	terra	II
9	93	77	S	3	60	70	VIII	0,1	terra	II
10	86	74	S	3	70	180	VIII	0,1	terra	II
11	86	80	S	3	5	200	VIII	0,1	terra	II
12	86	80	S	3	20	220	VIII	0,1	terra	II
13	12	76	SE	4	100	100	VIII	0,1	terra	II
14	14	77	SE	4	100	100	VIII	0,1	terra	II

Tabela VII-18 Tabela de campo da secção S

Secção:	S	Comprimento (m):	11	Operador:	Gil
Orientação:	N148, 50NE	Altura (m):	12	Data:	30/11/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	91	84	S	2	40	130	VIII	0	-	-
2	87	82	S	2	10	110	VIII	0,1	terra	III
3	82	77	S	2	10	100	VIII	0,1	terra	II
4	85	76	S	2	20	170	VIII	0,1	terra	II
5	82	72	S	2	10	250	VIII	2	alguma terra	II
6	82	78	S	2	10	300	VII	0,1	terra	II
7	86	74	S	2	20	300	VIII	0,1	terra	II
8	82	73	S	2	30	110	VIII	0,1	terra	II
9	93	77	S	2	20	60	VIII	0,1	terra	II
10	89	72	S	2	60	400	VIII	0,1	terra	II
11	84	70	S	2	20	110	VIII	0,1	terra	II
12	84	75	S	2	20	500	VIII	0,1	terra	II
13	86	72	S	2	15	500	VIII	0,1	terra	II
14	84	73	S	2	20	200	VIII	0,2	terra	II
15	152	81	W	3	60	150	VIII	0,1	terra	II
16	151	86	W	3	15	100	VIII	0,1	terra	II
17	152	86	W	3	90	90	VIII	0,2	terra	II
18	157	85	W	3	100	80	VIII	0	-	-
19	20	77	E	4	100	200	VIII	5	alguma terra	III
20	22	81	E	4	20	170	VIII	0,1	terra	II
21	24	85	E	4	20	150	VIII	0,1	terra	II
22	24	90	-	4	80	50	VIII	0,1	terra	II
23	100	22	SW	1?	40	800	V	0,5	terra	II

Tabela VII-19 Tabela de campo da secção T

Secção:	T	Comprimento (m):	10	Operador:	Gil
Orientação:	N152, 70NE	Altura (m):	10	Data:	30/11/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	22	85	E	2	60	100	VII	0,1	terra	II
2	17	84	E	2	10	100	VII	0,1	terra	II
3	14	86	W	2	35	100	VII	0,1	terra	I
4	22	90	-	2	60	50	VIII	-	-	-
5	14	87	W	2	40	110	VIII	0,1	terra	II
6	12	85	W	2	40	150	VIII	1	alguma terra	II
7	14	88	W	2	30	30	VIII	0,1	terra	II
8	15	82	W	2	20	70	VII	0,1	terra	II
9	30	86	W	2	30	200	VII	0,1	terra	II
10	20	86	W	2	20	300	VIII	0,1	terra	II
11	21	88	W	2	30	150	VII	0,1	terra	II
12	138	80	NE	3	40	300	VII	0,1	terra	II
13	133	81	SW	3	80	250	VII	0,1	terra	II
14	131	70	SW	3	50	400	VII	0,1	terra	II
15	28	5	S	1	20	80	V	-	-	-
16	35	6	S	1	15	50	V	0	-	-
17	10	2	S	1	80	200	V	0,1	terra	II

Tabela VII-20 Tabela de campo da secção U

Secção:	U	Comprimento (m):	11	Operador:	Gil
Orientação:	N140, subvertical	Altura (m):	10	Data:	12/12/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	23	84	E	2	30	170	VIII	0,1	terra	II
2	27	80	W	2	30	180	VIII	0,2	terra	II
3	26	79	W	2	15	150	VIII	0,1	terra	II
4	24	87	W	2	40	150	VIII	0,1	terra	II
5	30	90	-	2	15	40	VIII	0	-	-
6	26	78	W	2	50	150	VIII	0,2	terra	II
7	17	84	W	2	50	200	VIII	0,1	terra	II
8	25	71	W	2	20	60	VIII	0	-	-
9	28	81	E	2	30	80	VIII	0	-	-
10	71	83	S	3	70	80	VIII	2	terra	II
11	86	90	-	3	70	90	VIII	0,1	terra	II
12	86	81	S	3	190	80	VIII	0,1	terra	II
13	90	81	S	3	140	250	VIII	0,5	terra	II
14	86	86	S	3	140	190	VIII	0,2	terra	II
15	50	6	S	1	30	100	V	0,2	terra	II

Tabela VII-21 Tabela de campo da secção V

Secção:	V	Comprimento (m):	10	Operador:	Gil
Orientação:	N132, subvertical	Altura (m):	23	Data:	13/12/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	132	71	SW	2	100	200	VII	0,1	terra	II
2	74	72	S	3	200	250	VIII	0,1	terra	II
3	73	78	S	3	60	50	VIII	0,1	terra	II
4	66	76	S	3	150	200	VIII	1	terra	II
5	90	84	S	3	100	50	VII	0,5	terra	II
6	88	85	S	3	10	350	VII	0,2	terra	III
7	76	85	S	3	90	10	VIII	0	-	-
8	74	90	-	3	20	100	VIII	0,2	sem	II
9	79	90	-	3	60	90	VIII	0,1	terra	II
10	20	82	SE	4	200	50	VIII	0,1	terra	II
11	17	73	SE	4	40	80	VII	0,2	terra	III
12	110	13	SW	1	10	150	V	0,1	terra	III
13	80	15	S	1	10	150	V	0,1	terra	II

Tabela VII-22 Tabela de campo da secção X

Secção:	X	Comprimento (m):	7,5	Operador:	Gil
Orientação:	N160, subvertical	Altura (m):	10	Data:	15/12/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	57	58	NW	2	40	100	VII	0,1	terra	II
2	60	53	NW	2	60	300	VII	0,5	sem	II
3	51	57	NW	2	60	400	VII	0,3	sem	II
4	45	66	SE	2	80	200	VIII	0,1	sem	II
5	64	69	N	2	80	500	VII	2	quase sem	II
6	58	75	SE	2	10	200	VIII	0,5	sem	II
7	79	86	N	3	60	200	VIII	0,3	terra	II
8	79	75	S	3	60	500	V	1	sem	II
9	170	66	W	4	10	500	VII	-	-	-
10	160	60	W	4	10	100	VII	0,1	sem	II
11	66	20	SW	1	20	300	V	0,1	sem	-
12	69	21	S	1	20	200	V	0,1	sem	II
13	68	20	S	1	20	200	V	0,1	sem	II

Tabela VII-23 Tabela de campo da secção Z

Secção:	Z	Comprimento (m):	7	Operador:	Gil
Orientação:	N142, 50NE	Altura (m):	50	Data:	15/12/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	128	78	SW	2	100	150	VII	0,1	terra	II
2	12	90	-	3	50	200	VIII	0,1	sem	II
3	10	85	NW	3	50	200	VIII	0,5	terra	III
4	172	68	E	3	30	60	VIII	0,1	terra	III
5	22	80	W	3	30	50	VIII	0,1	terra	III
6	0	67	W	3	20	100	VIII	0	-	-
7	15	75	W	3	20	80	VIII	0	-	-
8	13	79	W	3	30	100	VIII	1	terra	II
9	46	80	SE	4	70	50	VIII	0,2	terra	II
10	42	80	SE	4	40	60				
11	50	82	SE	4	40	50	VIII	0,1	terra	II
12	116	24	S	1	20	INF	V	0,1	sem	II
13	118	34	S	1	10	INF	V	0,1	sem	II
14	70	79	S	5	50	200	VIII	0,5	terra	II

Tabela VII-24 Tabela de campo da secção A1

Secção:	A1	Comprimento (m):	12	Operador:	Gil
Orientação:	N115, 80NE	Altura (m):	12	Data:	17/12/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	91	83	S	2	110	200	VIII	-	-	-
2	90	86	S	2	50	150	VIII	0,1	alguma terra	II
3	87	85	S	2	50	100	VIII	0,1	sem	II
4	90	74	S	2	30	200	VIII	0,3	terra	III
5	94	79	S	2	30	200	VIII	1	terra	II
6	94	81	S	2	80	250	VIII	2	terra	II
7	94	81	S	2	80	270	VIII	8	terra	II
8	96	77	S	2	100	250	VIII	0,2	terra	II
9	4	88	E	5	40	170	VIII	0,1	terra	II
10	162	83	SW	3	50	210	V	0,2	terra	II
11	164	79	SW	3	50	50	VIII	1	terra	II
12	172	78	W	3	20	100	I	1	terra	II
13	168	80	W	3	60	160	VIII	2	terra	II
14	152	78	SW	3	60	240	I	5	terra	II
15	174	78	SW	3	170	240	IV	0	-	I
16	156	82	W	3	170	200	VIII	4	terra	II
17	119	70	S	4	10	80	VIII	0,1	terra	II
18	98	68	N	4	50	100	VIII	0,1	terra	II
19	107	67	N	4	50	50	VIII	0,1	terra	II
20	111	68	N	4	50	100	I	0	-	I

Tabela VII-25 Tabela de campo da secção B1

Secção:	B1	Comprimento (m):	8	Operador:	Gil
Orientação:	N092, -30	Altura (m):	30-50	Data:	27/12/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	81	84	S	2	20	50	VIII	0,2	terra	II
2	90	87	S	2	20	100	VIII	0,1	terra	II
3	87	87	S	2	30	120	VIII	2	terra/raízes	II
4	87	84	S	2	5	120	VIII	0,2	terra	II
5	80	79	S	2	15	150	VIII	0,1	terra	II
6	92	90	-	2	30	70	VIII	0,1	terra	II
7	86	78	S	2	20	100	VIII	0,1	terra	II
8	140	86	SW	3	30	50	VIII	0,1	terra	II
9	160	90	-	3	30	100	VIII	0,2	terra	II
10	156	80	S	3	50	100	VIII	-	-	-
11	16	89	NW	4	40	200	VIII	0,5	sem	II
12	136	20	SW	1	20	150	V	0,5	sem	III
13	160	20	SW	1	20	200	V	0,5	sem	III

Tabela VII-26 Tabela de campo da secção C1

Secção:	C1	Comprimento (m):	9,5	Operador:	Gil e Rita
Orientação:	N106, -10	Altura (m):	8	Data:	29/12/16

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	90	90	-	2	25	100	VIII	2	sem	II
2	86	80	S	2	40	120	VIII	0,3	sem	IV
3	76	83	N	2	20	70	VIII	0,5	sem	IV
4	81	86	S	2	20	50	VIII	0,3	terra/musgo	III
5	86	85	S	2	10	40	VII	0,1	terra	II
6	88	75	S	2	15	200	VIII	0,5	terra	II
7	89	85	S	2	10	200	VIII	0,1	terra	II
8	91	77	S	2	5	300	VIII	0,1	sem	IV
9	90	88	S	2	15	100	VIII	0,2	terra	II
10	90	89	S	2	30	400	VIII	0,5	terra	III
11	82	86	S	2	30	200	VIII	0,2	algum musgo	II
12	165	85	W	3	30	80	VIII	-	-	-
13	163	85	W	3	25	40	VIII	0,1	sem	IV
14	178	90	-	3	20	30	VIII	0	-	-
15	170	90	-	3	35	70	VIII	0,1	terra	II
16	160	84	SW	3	20	40	VIII	0,1	sem	I
17	165	75	SW	3	15	80	VIII	0,2	terra	III
18	8	87	W	4	10	70	VIII	0,3	sem	IV
19	22	88	W	4	25	70	VIII	0,3	sem	IV
20	18	76	SE	4	20	100	VIII	0,2	sem	IV
21	66	4	S	1	15	INF	V	0,5	sem	IV
22	100	24	S	1	15	INF	V	0,1	sem	II

Tabela VII-27 Tabela de campo da secção D1

Secção:	D1	Comprimento (m):	9	Operador:	Gil e Rita
Orientação:	N107, subvertical	Altura (m):	8	Data:	29/12/2016

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	90	79	S	2	30	500	VIII	0,5	sem	IV
2	91	80	S	2	5	200	VIII	1	alguma terra	III
3	86	84	N	2	15	90	VIII	0,5	sem	IV
4	80	86	N	2	20	150	VIII	0,1	terra	II
5	90	84	S	2	10	150	III	0,2	terra	III
6	90	78	S	2	20	700	VIII	3	alguma terra	III
7	24	67	SE	3	30	100	VIII	0,1	terra	III
8	40	70	SE	3	20	70	VII	0	-	-
9	46	89	SE	3	20	120	VIII	0,1	terra	II
10	1	85	W	4	30	50	VIII	0,1	sem	II
11	4	87	W	4	30	60	VIII	0,5	terra	III
12	0	85	W	4	90	120	VIII	0,2	terra	II
13	168	17	E	1	70	400	V	0,5	terra	III

Tabela VII-28 Tabela de campo da secção E1

Secção:	E1	Comprimento (m):	13	Operador:	Gil
Orientação:	N120, subvertical	Altura (m):	10	Data:	03/01/17

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	88	80	S	2	60	600	VII	-	-	-
2	88	82	S	2	15	160	VIII	0,2	terra	II
3	87	78	S	2	5	160	VIII	0,2	terra	II
4	89	81	S	2	10	140	VIII	0,1	terra	II
5	90	80	S	2	30	110	VIII	0,1	terra/musgo	II
6	88	87	S	2	40	250	VII	2	terra/musgo	II
7	89	90	-	2	15	60	VIII	0,1	terra	II
8	85	90	-	2	15	160	VIII	0,1	terra	II
9	80	87	S	2	25	70	VIII	0,1	terra	II
10	82	87	S	2	25	30	VIII	0,1	terra	II
11	84	80	N	2	20	30	VIII	0,1	terra	II
12	82	86	S	2	40	150	VIII	0,2	terra	II
13	76	90	-	2	50	140	VIII	0,2	terra	II
14	152	89	SW	3	20	80	VII	0,1	terra	II
15	152	90	-	3	20	300	VII	0	-	-
16	154	85	E	3	40	40	VIII	0,2	terra	II
17	163	85	E	3	40	50	VIII	0,1	terra	II
18	162	84	E	3	20	50	VIII	0,2	terra	II
19	165	86	E	3	20	40	VIII	0,1	terra	II
20	160	90	-	3	70	30	VIII	0,1	terra	II
21	152	90	-	3	30	150	VIII	0,1	terra	II
22	41	80	SE	4	30	70	VII	0,1	terra	II
23	33	80	SE	4	80	100	VIII	0,1	terra	II

Tabela VII-29 Tabela de campo da secção F1

Secção:	F1	Comprimento (m):	11	Operador:	Gil
Orientação:	N120, 40NE	Altura (m):	10	Data:	04/01/17

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	21	81	W	2	70	130	VIII	0,1	terra	III
2	32	80	NW	2	40	250	VIII	0,2	terra	III
3	27	81	SE	2	5	180	VIII	0,1	terra	III
4	29	75	NW	2	5	180	VIII	0,1	sem	IV
5	31	84	NW	2	30	230	VIII	0,1	terra/musgo	III
6	34	82	NW	2	100	200	VIII	0,3	terra/musgo	III
7	23	74	SE	2	100	110	VIII	0	-	-
8	76	90	-	3	60	150	VII	0,2	terra/musgo	III
9	90	80	N	3	100	300	VIII	0,3	terra	III
10	74	90	-	3	40	100	VIII	0,1	terra	II
11	70	80	N	3	80	100	VIII	0,1	terra	III
12	73	89	S	3	40	100	VIII	0,1	terra	III
13	56	87	N	3	70	180	V	0,2	terra	II
14	114	70	S	1	100	200	VII	0,1	terra	II
15	118	65	S	1	20	100	V	0	-	-
16	120	77	S	1	10	250	IV	0,1	terra	II
17	124	76	S	1	10	50	V	0	-	-
18	120	70	S	1	15	300	IV	0,1	terra	III
19	118	60	S	1	10	250	IV	0,1	terra	III
20	121	61	S	1	10	150	IV	0,1	terra/musgo	III
21	116	61	SW	1	40	80	VII	0,1	sem	V
22	117	60	SW	1	70	250	VII	0,1	terra	III
23	119	62	S	1	10	200	V	0,1	terra/musgo	III

Tabela VII-30 Tabela de campo da secção G1

Secção:	G1	Comprimento (m):	8	Operador:	Gil
Orientação:	N115, subvertical	Altura (m):	12	Data:	05/11/17

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	57	70	SE	2	150	300	IV	0,5	musgo	III
2	70	85	N	2	200	50	VIII	-	-	-
3	72	81	SE	2	50	500	VII	1	terra	III
4	73	84	SE	2	50	700	VII	0,1	terra	III
5	19	88	W	3	10	250	VIII	0,3	sem	IV
6	24	80	W	3	20	200	VIII	0,5	sem	IV
7	20	80	E	3	5	200	VIII	0,1	sem	IV
8	20	83	E	3	60	150	VIII	0,1	terra	II
9	10	88	E	3	60	150	VIII	0,1	terra	III
10	10	69	W	3	200	150	VIII	0,1	terra	II
11	110	52	S	1	30	150	V	0,1	terra	III
12	108	52	S	1	30	100	VIII	0,1	terra	III
13	102	40	S	1	20	150	V	0,1	terra	III
14	105	52	S	1	20	40	VIII	0,1	terra	II
15	100	41	S	1	20	100	V	0,1	terra	II
16	80	29	S	4	60	200	V	0,2	terra	II

Tabela VII-31 Tabela de campo da secção H1

Secção:	H1	Comprimento (m):	14	Operador:	Gil
Orientação:	N114, 80N	Altura (m):	15	Data:	05/01/17

#	Azimute Magnético	Inclinação	Sentido Inclinação	ID Família	Espaçamento (cm)	Continuidade (cm)	Rugosidade	Abertura (cm)	Preenchimento	Infiltrações Percolação
1	64	79	S	2	30	200	VII	0,5	terra/musgo	III
2	82	90	-	2	40	300	VII	0,1	terra	II
3	69	80	S	2	40	150	VIII	0,1	terra	III
4	72	80	S	2	15	100	VIII	0,1	terra/musgo	III
5	72	86	N	2	15	100	VIII	0,1	terra	III
6	78	84	N	2	100	100	VIII	0	-	-
7	74	90	-	2	100	300	VII	5	terra	II
8	84	86	S	2	200	1000	VIII	0,2	terra	II
9	27	77	W	3	50	150	VIII	0,2	terra/musgo	III
10	30	80	NW	3	50	100	VIII	0,2	terra	II
11	30	78	NW	3	80	50	VIII	0,1	terra	II
12	15	78	SE	3	50	200	VIII	0,1	terra	III
13	15	76	NW	3	10	50	VIII	0,1	terra	III
14	21	85	SE	3	30	150	VIII	0,1	terra/musgo	III
15	22	72	SE	3	40	150	VIII	0,1	terra	III
16	24	78	E	3	40	200	VIII	0,2	terra	III
17	0	77	E	4	40	250	VIII	0,1	terra	III
18	78	23	S	1	20	300	V	1	terra/musgo	III

VIII. Anexo 2 – Tutorial para criação de diagramas de rosa e diagramas de contornos usando o software RockWorks

17

O RockWorks é um *software* para a gestão, análise, correlação espacial e visualização de dados geológicos. Neste tutorial iremos apenas trabalhar com a ferramenta *RockWorks Utilities*. Na figura VIII-1 podemos ver o layout inicial onde vamos trabalhar.

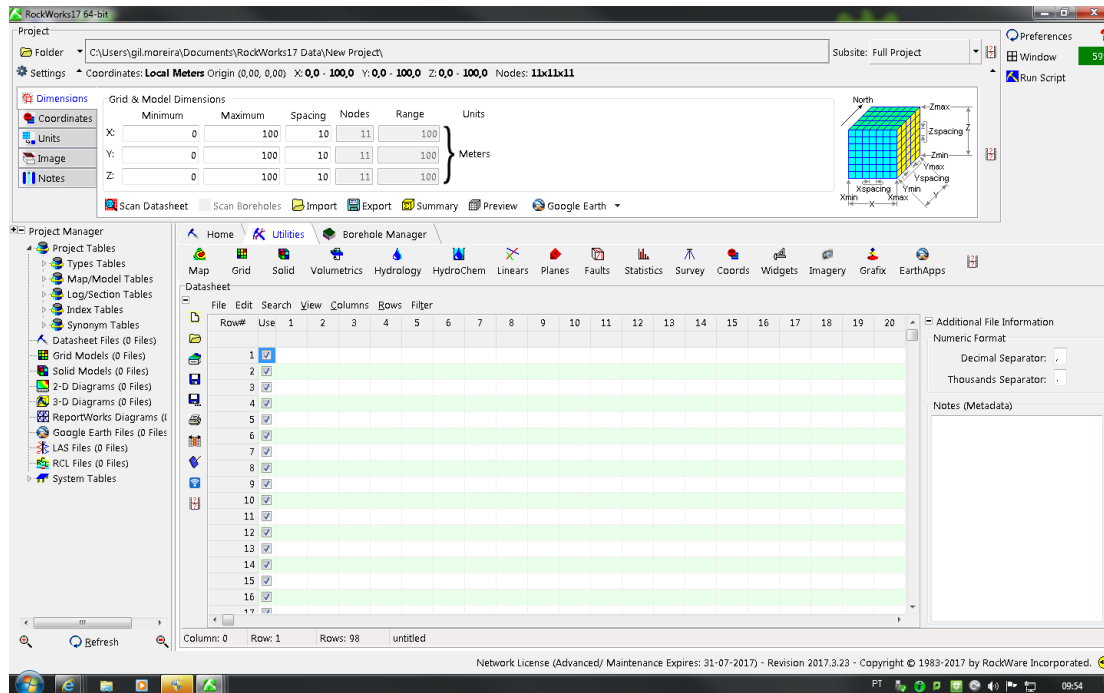


Figura VIII-1 Layout inicial

Procedimento para criar um novo diagrama de rosas:

O primeiro passo é criar um novo projeto, clicando em *folder* e escolhendo o diretório de trabalho desejado. De seguida, é-nos pedido o sistema de coordenadas em que estamos a trabalhar (este parâmetro pode ser alterado a qualquer altura do trabalho, acedendo ao separador *coordinates* na parte superior da janela de trabalho).

Por fim escolhemos a ferramenta *RockWorks Utilities* para onde vamos importar os dados. Dados estes que podem ser diretamente introduzidos na *Datasheet*, manualmente ou importados de um documento *Excel* da seguinte forma:

File – import – Excel

Como indicado na imagem abaixo (figura VIII-2).

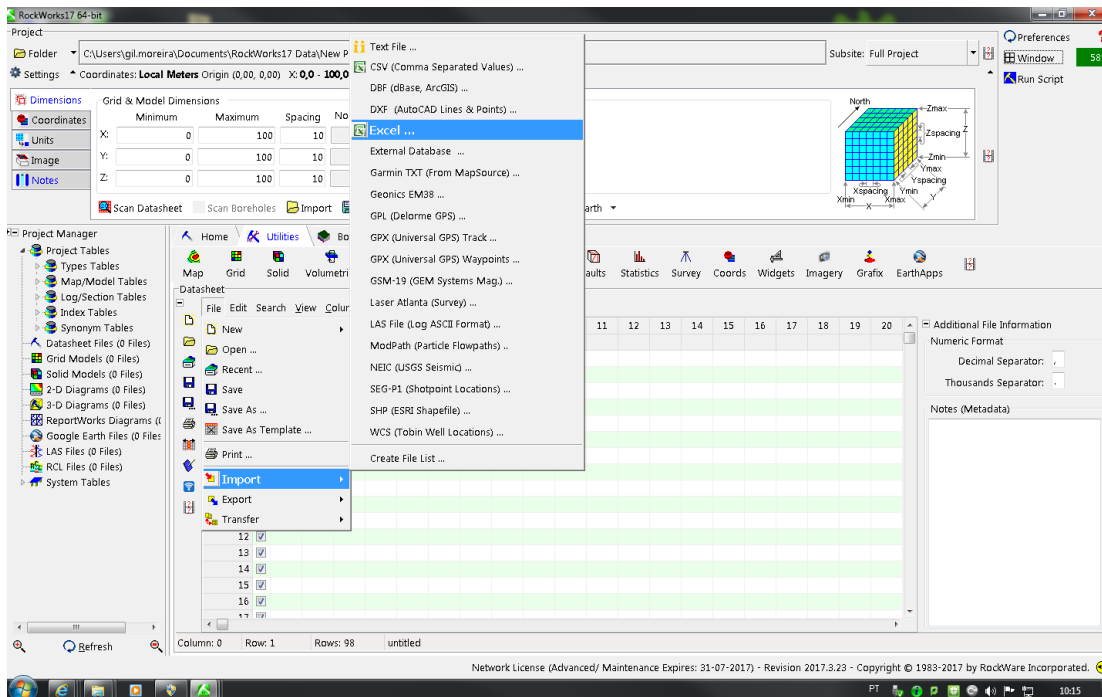


Figura VIII-2 Importar do Excel

No seguimento deste procedimento abre-se uma nova janela onde nos é pedido o diretório do ficheiro *Excel* (1) e a folha do documento (2), como na figura VIII-3.

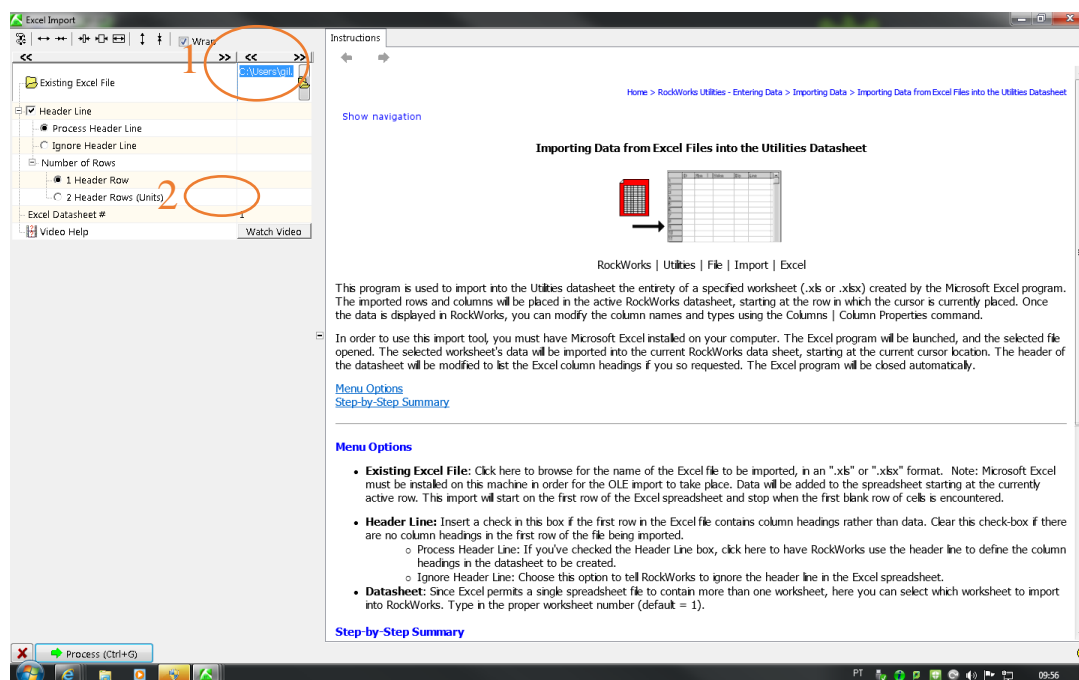


Figura VIII-3 Importar do Excel – opções

Os dados são então apresentados na *Datasheet* como mostrado na figura VIII-4.

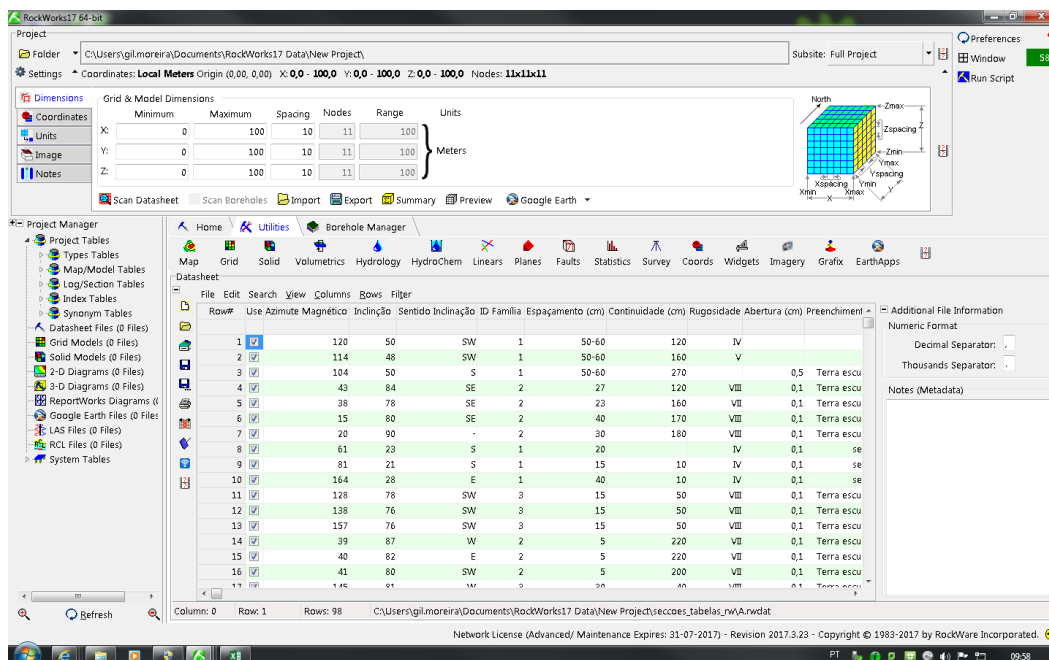


Figura VIII-4 Datasheet com os dados

Depois de verificar que os dados estão todos corretamente inseridos vamos à faixa de ferramentas onde selecionamos *Linears – Rose Diagram – From Bearings* (figura VIII-5).

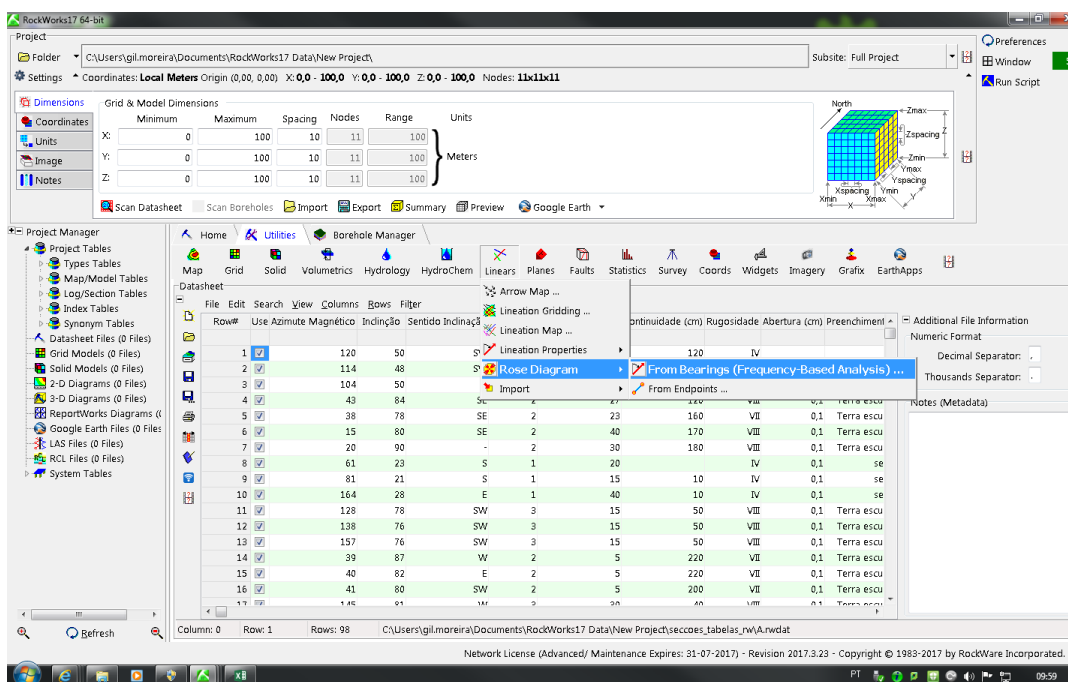


Figura VIII-5 Passos para fazer um diagram de rosas

Abre-se uma nova janela (figura VIII-6) onde nos é solicitado as *Input columns* (1). Aqui deve-se escolher a coluna referente à orientação em azimute magnético. É possível também fazer ajustes ao diagrama onde diz *Options* (2).

O próximo passo é clicar em *Process* (3).

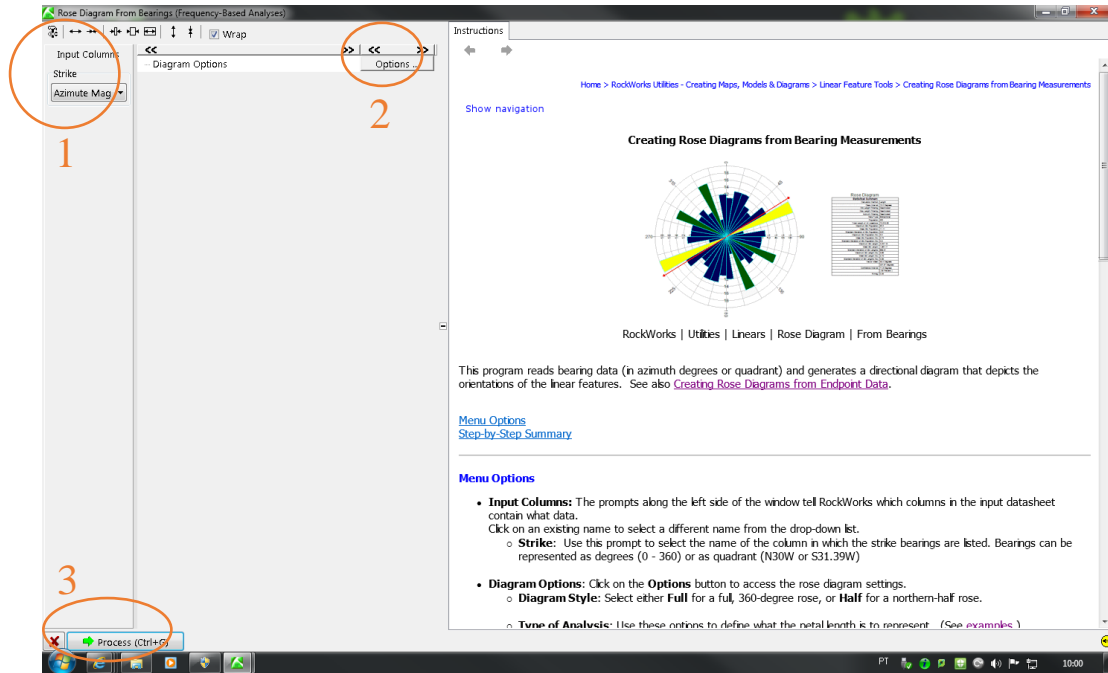


Figura VIII-6 Opções do diagrama de rosas

É de esperar que se obtenha um diagrama de rosas semelhante ao da figura VIII-7.

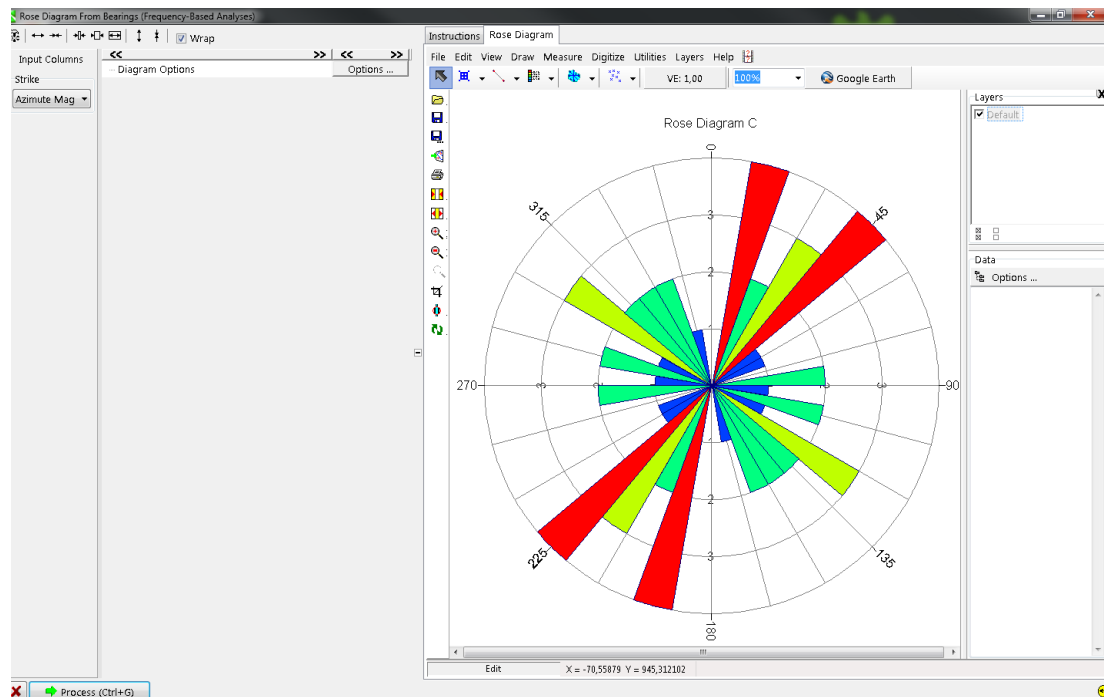


Figura VIII-7 Exemplo de um diagrama de rosas

Procedimento para criar uma nova projeção estereográfica:

O primeiro passo é criar um novo projeto e importar os dados para a *Datasheet*, como explicado no procedimento anterior.

De seguida é necessário aceder à faixa de ferramentas acima da *Datasheet* e seleccionar *Planes – Stereonet Diagram* (figura VIII-8).

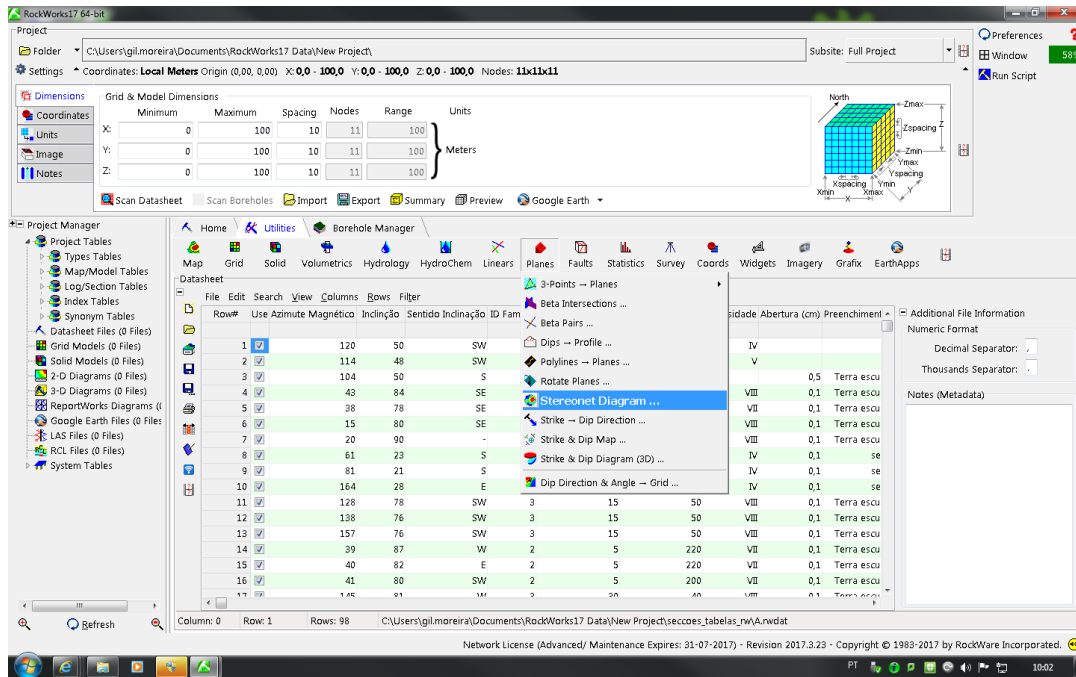


Figura VIII-8 Passos para fazer uma projeção estereográfica

Aparecerá uma nova janela como na figura VIII-9. É-nos pedido as *Input Columns* (1) onde devemos discriminar as colunas com a direção e inclinação da *Datasheet*. Para obter a projeção basta carregar em *Process* (2) no fundo da janela.

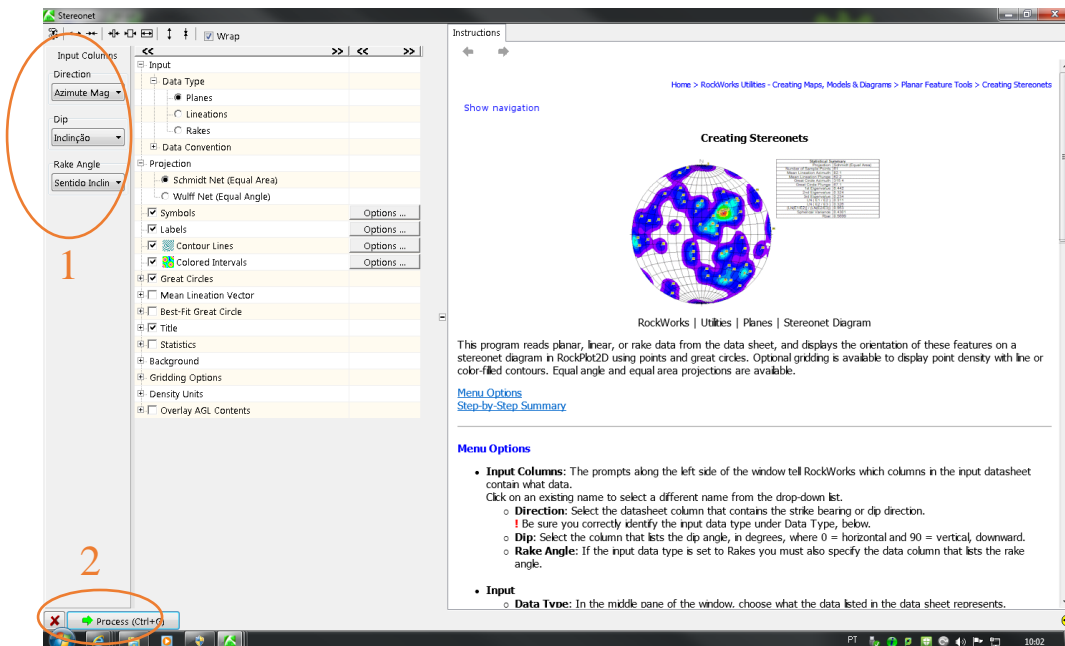


Figura VIII-9 Opções da projeção estereográfica

Na figura VIII-10 podemos ver um exemplo de um diagrama de contornos.

Para se alterar as opções da projeção basta fazê-lo na secção das opções à esquerda e carregar em *Process* novamente.

Nota: sempre que se faz alguma alteração e se carrega em *Process*, a projeção é substituída, perdendo-se a anterior projeção.

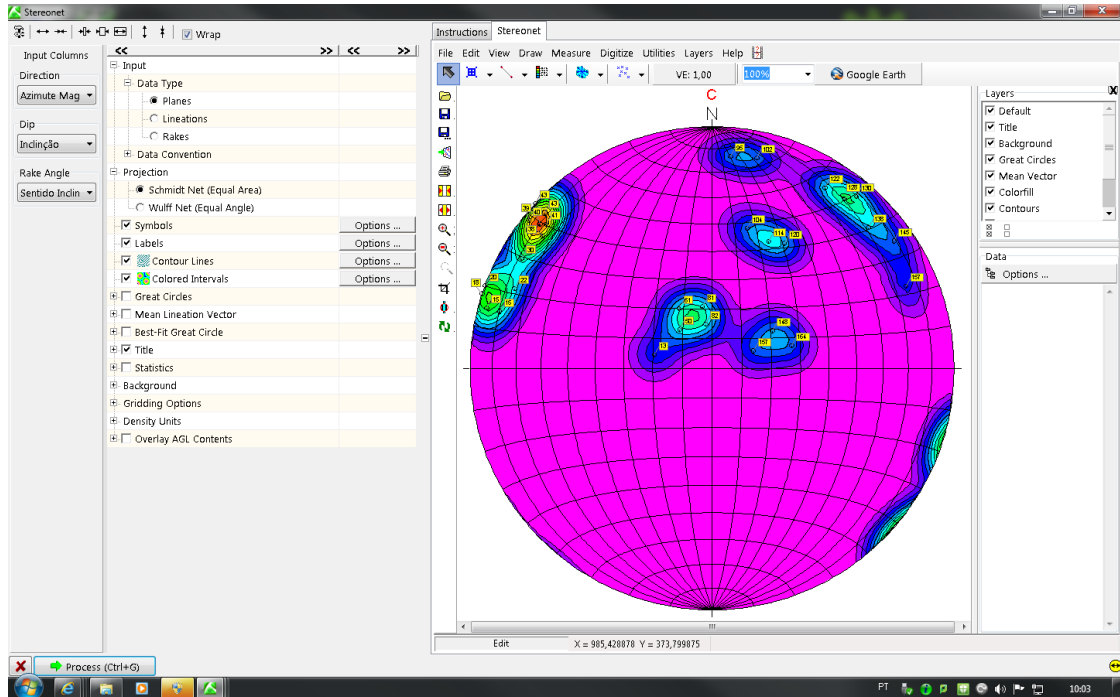


Figura VIII-10 Exemplo de um diagrama de contornos.