

## ANEXO VI. Classificação VRHRS de risco face a quedas de blocos em taludes de rochas vulcânicas.

### VI.1. Introdução

Para as zonas de trânsito desenvolve-se neste documento a Classificação *Volcanic Rockfall Hazard Rating System* (VRHRS), que parte da Classificação Geomecânica VSR para taludes em rochas vulcânicas, apresentada no Anexo IV. Consiste na aplicação de dois fatores de ajuste ao diagnóstico de estabilidade que são: a análise de risco da perigosidade do talude e o grau de exposição do elemento a ser protegido quando atravessa a zona em estudo.

Previamente realiza-se uma transformação matemática do índice resultante da aplicação da Classificação Geomecânica VSR a fim de obter o índice VRHRS básico que representa, da mesma forma, a qualidade e o grau de estabilidade geral do maciço rochoso, através da seguinte expressão, que deve ser arredondada para o valor inteiro inferior:

$$VRHRS_{\text{básico}} = 200 e^{-0.034 \cdot VSR} \quad (VI. 1)$$

A título indicativo, no Quadro VI.1, podem observar-se os valores de VRHRS básico, obtidos para diferentes valores de VSR:

Quadro VI. 1. Relação entre os índices VSR e VRHRS básico.

Grau de estabilidade VSR	VRHRS <sub>básico</sub>
10 (Grau V)	142
30 (Grau IV)	72
50 (Grau III)	36
70 (Grau II)	18
90 (Grau I)	9

Em seguida, aplicam-se ao índice obtido os fatores de ajuste por perigosidade do talude ( $F_1$ ) e por exposição ( $F_2$ ), utilizando a seguinte expressão:

$$VRHRS = VRHRS_{\text{básico}} + F_1 + F_2 \quad (VI. 2)$$

O **fator de ajuste por perigosidade** do talude é obtido através da soma das pontuações parciais obtidas para cada um dos seguintes parâmetros:

- altura do talude;
- eficácia da vala de receção;
- largura da estrada, incluindo a berma;
- tamanho do bloco/volume de rocha, por evento;
- clima e presença de água no talude; e
- historial de eventos ou quedas de blocos.

O fator de ajuste por exposição do elemento ou conjunto de elementos vulneráveis a proteger é o resultado da soma das pontuações parciais obtidas para cada um dos seguintes parâmetros de avaliação:

- risco médio para veículos; e
- percentagem de visibilidade.

Conforme estabelecido no método Rockfall Hazard Rating System (RHRS) de Oregon (Pierson 1990), cada um dos parâmetros incluídos nos fatores de ajuste são quantificados exponencialmente de acordo com a seguinte expressão matemática:

$$Y = 3^x \text{ (com } x = 1, 2, 3 \text{ ou } 4) \quad (VI. 3)$$

O valor obtido para cada um dos parâmetros estudados é acumulado no correspondente fator de ajuste e, finalmente, esses fatores são somados ao  $VRHRS_{\text{básico}}$  conforme indicado na expressão VI.2 apresentada anteriormente. Para facilitar a aplicação do

método, foi elaborado o Quadro VI.7, apresentado no ponto VI.4 deste anexo para registo da ponderação obtida em cada um dos parâmetros mencionados.

Em seguida, define-se cada um dos parâmetros anteriores e propõem-se várias expressões matemáticas para obter o valor de  $x$  de forma analítica.

## VI.2. Parâmetros de ajuste por perigosidade

Este ajuste introduz, na análise de riscos, os fatores que podem influenciar o aumento da probabilidade de que ocorra um desprendimento, ou queda de blocos, e o grau de intensidade dos seus efeitos. São utilizados os seis parâmetros descritos nos pontos seguintes.

### VI.2.1 A altura do talude

Este parâmetro correlaciona o risco de queda de blocos com a altura total do talude. Os blocos de rochas que caem de uma altura superior possuem maior energia potencial do que aqueles que caem de uma altura inferior, de forma que os primeiros causam maiores danos e, portanto, representam um risco maior, por isso devem receber uma maior ponderação na análise de riscos.

A altura do talude é a correspondente ao ponto mais alto a partir do qual se considera que as rochas podem desprender-se ou cair. Nesse sentido, caso seja detetada a possibilidade de queda de rochas de qualquer zona da encosta localizada acima do talude de escavação da estrada, é a partir desse ponto que se mede o parâmetro em causa.

No campo, mede-se a altura do talude, utilizando um clinómetro ou uma bússola de geólogo. Na Figura VI.1 apresenta-se uma construção gráfica que facilita a sua determinação.

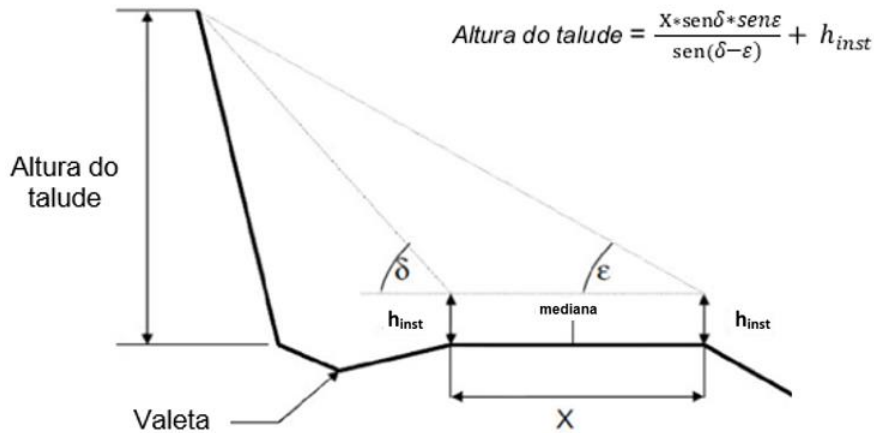


Figura VI. 1. Cálculo da altura do talude.

onde:

- **X** é a distância entre os pontos de medição do ângulo. Recomenda-se considerar as bermas da estrada;
- **δ** é o ângulo que forma com a horizontal a linha que une o ponto mais próximo de medida com o ponto mais alto do talude, a partir do qual podem ocorrer os desprendimentos;
- **ε** é o ângulo que forma com a horizontal a linha que une o ponto mais distante de medição com o ponto mais alto do talude, a partir do qual podem ocorrer os desprendimentos; e
- **h<sub>inst</sub>** é a altura do instrumento utilizado na medição.

Para determinar a ponderação deste parâmetro, que deve ser contabilizado no fator de ajuste por perigosidade, pode ser utilizada a seguinte expressão:

$$X = \frac{\text{Altura (m)}}{7,5} \quad (\text{VI. 4})$$

## VI.2.2 Eficácia da vala de receção

A eficácia de uma vala de receção é medida pela sua capacidade de limitar que o material que se desprende chegue à estrada. Em função da inclinação do talude, podem ocorrer três tipos de trajetórias dos blocos rochosos durante a sua queda:

- queda direta ou livre: para taludes com inclinação 1H:4V, ou mais inclinados;
- ressalto: para taludes com inclinação à volta de 1H:2V; e
- rolamento e deslizamento: para taludes com inclinação 1H:1V ou mais suaves.

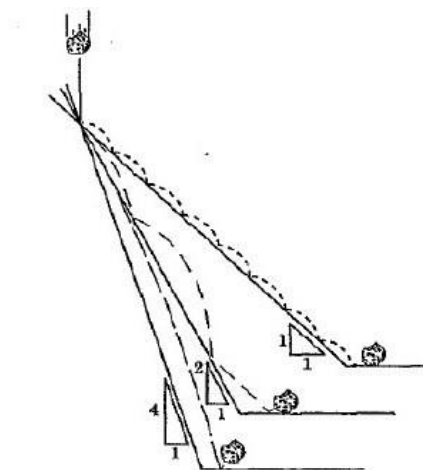


Figura VI. 2. Tipos de queda de rocha segundo a inclinação do talude.

Ao estimar a eficácia da vala de receção, o avaliador deve considerar os seguintes fatores:

- altura e ângulo do talude;
- largura, profundidade e forma da vala de receção;
- estimativa do tamanho do bloco ou volume de material suscetível de desprender-se; e
- impacto ou influência de irregularidades da face do talude (características de lançamento) na queda de rochas.

A avaliação do efeito destas irregularidades (saliências cornijas, cavidades, etc.) é de vital importância, pois podem anular completamente os benefícios expectáveis com a

presença da vala de receção. Por isso, é importante detetar possíveis saliências que possam modificar a trajetória da massa durante sua queda, desviando-a para a estrada.

Para conhecer a eficácia de uma vala de receção, recomenda-se a consulta de informações da entidade que efetua a conservação e manutenção da estrada em causa.

A pontuação do referido parâmetro pode ser realizada de acordo com as indicações apresentadas no Quadro VI.2.

Quadro VI. 2. Ponderação dos níveis de captação de valas de receção em estradas. (Fonte: *The Rockfall Hazard System*, Lawrence A. Pierson. Departamento de Transportes de Oregon).

Ponderação	Descrição
X = 1	<b>Captação boa.</b> Ocorre quando todas, ou quase todas, os blocos de rochas que caem ficam retidas na vala de receção.
X = 2	<b>Captação moderada.</b> Ocorre quando, ocasionalmente, os blocos de rochas atingem a estrada.
X = 3	<b>Captação limitada.</b> Ocorre quando os desprendimentos atingem frequentemente a adestrada.
X = 4	<b>Sem captação.</b> É o caso em que não existe vala de receção ou é totalmente ineficaz e todas, ou quase todas, os blocos de rochas que caem atingem a estrada.

No caso de não se dispor da informação acima referida ou esta ser excessivamente subjetiva, é possível estimar objetivamente a eficácia ou adequação de uma vala ou valeta de receção com base na sua geometria e dimensões de acordo com os critérios que se apresentam em seguida.

Para avaliar a adequação das dimensões das valas de receção, em função da altura e inclinação dos taludes, no caso de maciços rochosos duros com resistência superior a 50 MPa e elevados coeficientes de restituição, podem ser utilizados os valores propostos por RITCHIE (1963), apresentados no Quadro VI.3. No caso de maciços rochosos médios ou brandos, com resistência inferior a 50 MPa, nos quais haja maior dissipação de energia na trajetória de queda, considera-se mais adequado recorrer aos valores propostos por CASTAÑEDA (1976), apresentados no Quadro VI.4, que conduzem a dimensões menos conservadoras.

No caso de **máçios rochosos duros**, com resistência superior a 50 MPa e elevados coeficientes de restituição, a adequação da vala de receção pode ser avaliada a partir das dimensões indicadas no Quadro VI.3:

Quadro VI. 3. Dimensões ideais de valas de receção para diferentes alturas e inclinações do talude (Resistência,  $R \geq 50$  MPa).

Altura (m)	INCLINAÇÃO DO TALUDE									
	1H:4V / 1H:3V		1H: 2V		3H:4V		1H:1V		5h:4V	
	W	D	W	D	W	D	W	D	W	D
4,5 – 9	3,0	0,9	3,0	0,9	3,0	1,2	3,0	0,9	3,0	0,9
9 - 18	4,5	1,2	4,5	1,2	4,5	1,8	4,5	1,2	3,0	1,5F
18 - 30	6,0	1,2	6,0	1,8F	6,0	1,8F	4,5	1,8F	4,5	1,8F
> 30	6,0	1,2	7,5	1,8F	7,5	2,4F	4,5	1,8F	4,5	1,8F

sendo:

- W: largura da bacia, em metros;
- D: profundidade da vala de receção, em metros; e
- F: a valeta pode ser de 1,20 m com uma vala complementar até à profundidade total.

No caso de **máçios rochosos médios ou brandos**, com resistência inferior a 50 MPa, são propostas no Quadro VI.4 dimensões menos conservadoras:

Quadro VI. 4. Dimensões ideais de valas de receção para diferentes alturas e inclinações do talude (Resistência,  $R \leq 50$  MPa).

Altura (m)	Talude 1H:4V / 2H:3V		Altura (m)	Talude 2H:3V / 1H:1V	
	W	D		W	D
10 – 25	2,2	1,2	6 - 20	2,2	1,2
25 - 40	3,2	1,6	> 20	3,5	1,8
> 40	3,7	2,0	-	-	-

### VI.2.3 Largura da estrada

Esta dimensão, medida transversalmente ao eixo da estrada, representa a margem de manobra disponível pelo utilizador da via para evitar o impacto contra um possível desprendimento de blocos rochosos. Essa medida deve ser a largura mínima quando a largura da estrada ou do caminho pedonal não for constante no troço em que o risco é analisado. Considera-se apenas a largura da berma, se esta for pavimentada e em estradas com faixas de rodagem com separador central (auto estradas e vias rápidas), apenas se considera a faixa de rodagem que diz respeito ao talude alvo de análise.

Para facilitar a valoração deste parâmetro, que se acumula no fator de ajuste por perigosidade, propõe-se a utilização da seguinte expressão matemática:

$$X = \frac{65 - 4,1 \cdot \text{Largura da via (m)}}{10} \quad (\text{VI. 5})$$

### VI.2.4 Tamanho do bloco ou volume de queda de blocos por evento.

Este parâmetro representa a fenomenologia do desprendimento mais provável. Para blocos individuais, a pontuação depende do tamanho destes. No entanto, se a queda de uma massa fraturada é mais provável, é o volume desta massa que deve ser valorizado. A tomada de decisão sobre qual das duas situações a implementar, deve ser determinada, sempre que possível e caso exista, a partir do histórico de quedas ou desprendimentos fornecido pelo serviço responsável pela manutenção da estrada em causa. Quando não houver informação disponível, estima-se a partir das condições observadas em campo e, em caso de dúvida, as duas possibilidades devem ser avaliadas separadamente, adotando-se o valor mais desfavorável das duas situações.

Para valorar o efeito do tamanho do bloco, propõe-se a utilização da seguinte expressão:

$$X = \frac{10 \cdot \text{Dimensão do bloco (m)}}{3} \quad (\text{VI. 6})$$

Caso seja necessário ponderar o parâmetro com base no volume do desprendimento, propõe-se a seguinte expressão:



$$X = \frac{4 \cdot \text{Volume}(\text{m}^3)}{10} \quad (\text{VI. 7})$$

## VI.2.5 Clima e presença de água no talude

A água e os ciclos de gelo/degelo contribuem para o desgaste ou meteorização e o deslizamento de materiais rochosos. Se se tiver conhecimento que a água flui continuamente ou intermitentemente pelo talude, pondera-se este fator. O impacto do ciclo gelo/degelo pode ser interpretado a partir das condições de congelação e seus efeitos na zona.

Para facilitar o trabalho do avaliador, foram estabelecidas quatro Zonas Climáticas (ZCx), em que, a cada uma delas, foi atribuído um valor da variável x: ZC1, ZC2, ZC3 e ZC4. Estas zonas foram definidas a partir das informações compiladas nos mapas pluviométricos e térmicos do Guia CLIMCAN no qual se descreve a caracterização climática das Ilhas Canárias, para aplicação do Código Técnico de Edificações (CTE). Os critérios a ter em consideração para localizar o talude numa ou noutra Zona Climática são os que se descrevem em seguida:

**ZC<sub>1</sub>:** Taludes ou encostas situados em zonas de precipitação inferior a 300 mm por ano (zona pluviométrica V do CTE). É uma zona climática onde a precipitação é baixa a moderada, sem períodos de geada e sem a presença de água no talude;

**ZC<sub>2</sub>:** Taludes ou encostas localizados em zonas de precipitação moderada, entre 300 e 500 mm por ano (zona pluviométrica IV do CTE) e situados a uma cota inferior a 2000 m acima do nível do mar. É uma zona climática onde a precipitação é moderada com períodos curtos de geada e/ou onde é detetada uma presença intermitente de água no talude;

**ZC<sub>3</sub>:** Taludes ou encostas localizados em zonas de precipitação moderada, a uma cota igual ou superior a 2000 m acima do nível do mar ou taludes ou encostas localizados em áreas de elevada precipitação, entre 501 e 1000 mm por ano (zona pluviométrica III do CTE). Esta zona climática é caracterizada por elevada precipitação e/ou longos períodos de geadas e/ou onde se deteta a presença ou surgimento contínuo de água no talude;

**ZC<sub>4</sub>**: Taludes ou encostas localizados em zonas de precipitação muito elevada, entre 1.001 e 2.000 mm ao ano (zona pluviométrica II do CTE). Esta zona climática caracteriza-se por elevada precipitação e longos períodos de geadas ou pela presença contínua de água no talude.

Nas figuras seguintes apresentam-se os mapas das zonas pluviométricas retirados do Guia CLIMCAN.

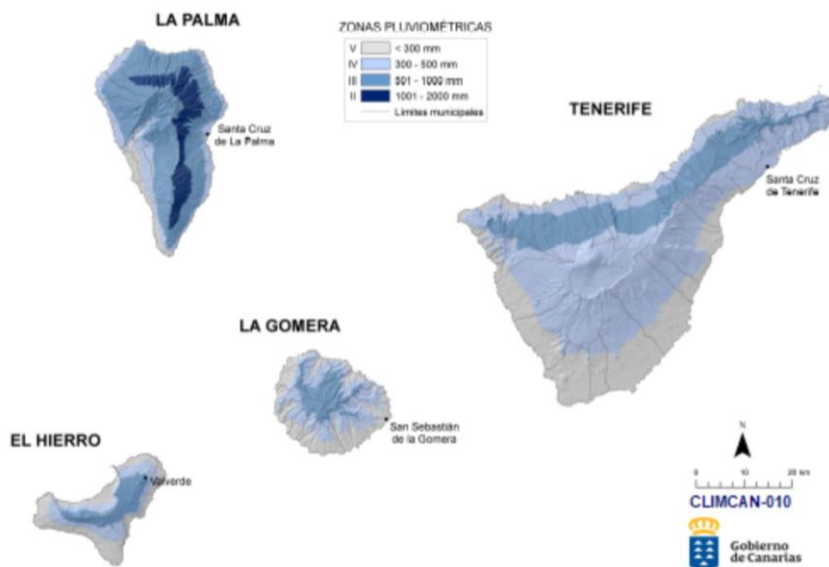


Figura VI. 3. Guia CLIMCAN – níveis de precipitação nas ilhas ocidentais.

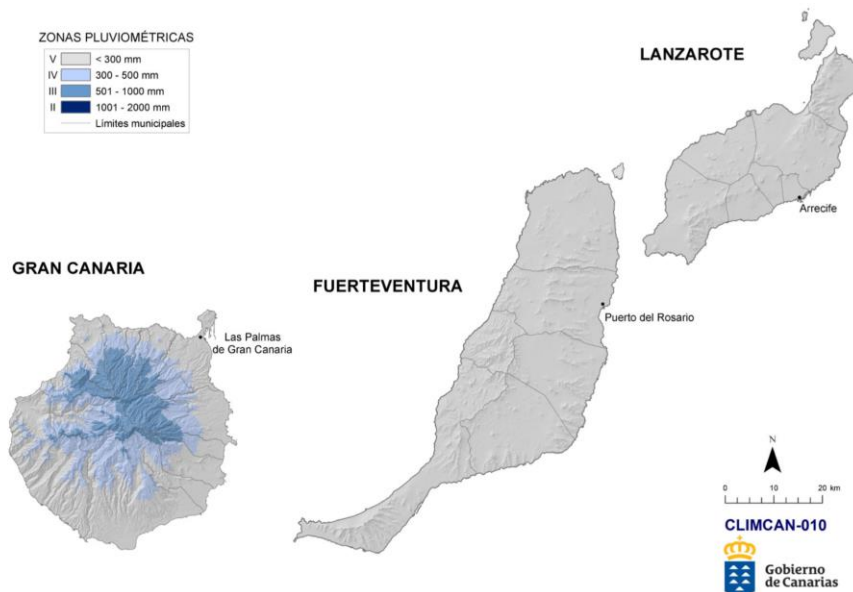


Figura VI. 4. Guia CLIMCAN – níveis de precipitação nas ilhas orientais.

## VI.2.6 Historial de eventos ou quedas de blocos

Com este parâmetro pretende considerar-se os registos de desprendimentos, ocorridos no passado, como indicador de potenciais eventos que possam ocorrer no futuro. É fundamental, na medida do possível, dispor da referida informação histórica, baseada nas informações das equipas de conservação e manutenção das vias afetadas pelo talude ou encosta em análise. Em zonas de construção recente ou nas zonas em que não se disponha de informação ou registo documentado de eventos anteriores, avalia-se por similaridade com taludes semelhantes, indicando-se a pertinência de rever a avaliação no futuro, conforme se vá dispondo de mais informação.

Abaixo estão algumas diretrizes que podem ser utilizadas pelo avaliador para estabelecer um critério de estimação da pontuação correspondente a este parâmetro.

Quadro VI. 5. Critério para ponderar o historial de eventos (Fonte: *The Rockfall Hazard Rating System, Lawrence A. Pierson. Oregon Department of Transportation*).

Pontuação	Descrição
3	<b>Poucos desprendimentos.</b> De acordo com informações históricas, ocorreram desprendimentos várias vezes, mas não tem sido um problema persistente. Eles ocorrem raramente num ano ou sob fortes tempestades. Também se utiliza esta categoria se não houver referências históricas a desprendimentos.
9	<b>Desprendimentos ocasionais.</b> Acontecem regularmente. Podem ocorrer várias vezes por ano e durante a maioria das tempestades.
27	<b>Muitos desprendimentos.</b> Os desprendimentos ocorrem com frequência durante certas estações, como inverno ou o período chuvoso da primavera ou no ciclo de gelo/degelo. São os locais onde ocorrem desprendimentos durante uma determinada estação e não são um problema significativo durante o resto do ano. Também se utiliza esta categoria quando ocorrem grandes desprendimentos.
81	<b>Desprendimentos constantes.</b> Os desprendimentos ocorrem com frequência ao longo do ano. Também se utiliza esta categoria para locais onde são comuns os grandes desprendimentos.

## VI.3. Ajuste por exposição

Com este ajuste avalia-se a probabilidade de um veículo ou peão ser afetado pelo desprendimento, em função do tempo que leva para cruzar a zona de risco, utilizando um parâmetro denominado risco médio para veículos (RMV) ou peões (RMP). Neste ajuste também se valoriza a possibilidade do condutor do veículo ou peão observar o

desprendimento a tempo e evitar ser afetado pelos seus efeitos ou, pelo menos, minimizá-los.

### VI.3.1 Risco médio para veículos

Esta categoria mede o risco associado ao tempo na percentagem em que os veículos circulam no troço da estrada suscetível a desprendimentos. O seu valor pode ser obtido por meio da expressão VI.8, que tem em consideração o comprimento do troço (extensão do talude objeto de estudo), o tráfego médio diário de veículos (TMD) e a velocidade com que atravessam a área de perigo:

$$RMV = \frac{TMD \text{ (veículos/dia)} \cdot \text{Comprimento do talude (km)}}{\text{Limite de velocidade (km/h)} * 24 \text{ (h/dia)}} \cdot 100\% \quad (VI. 8)$$

Através desta expressão é possível determinar a percentagem média de tempo em que existem veículos no troço analisado. Uma valoração de 100% significa que haverá sempre um veículo dentro da zona de desprendimentos em 100 % do tempo.

Em troços de estradas que suportam um alto TMD, ou onde o comprimento do talude é significativo, é previsível que a fórmula retorne valores superiores a 100%, o que significa que, a qualquer momento, mais de um veículo cruza o troço afetado pelo perigo. Nestes casos, a pontuação atribuída deve ser limitada a 100.

Por fim, é necessário relevar a importância de se considerar apenas o comprimento do talude em que a queda dos blocos representa um risco real, pois se esse comprimento for sobrestimado pode aumentar injustificadamente a ponderação aplicada ao parâmetro.

Para valorar a influência do efeito deste parâmetro recomenda-se utilizar a seguinte expressão:

$$X = \frac{RMV \text{ (ou RMP)}}{25} \quad (VI. 9)$$

### VI.3.2 Percentagem de visibilidade face à distância de reação

A capacidade de um condutor reagir a um desprendimento para evitar ser afetado pelas suas consequências, depende de dois parâmetros: a visibilidade, ou seja, a distância a que é capaz de perceber a presença de um desprendimento na estrada e a distância de imobilização, que deve ser menor que a anterior, para que o condutor possa evitar o impacto.

**Visibilidade** ou distância visível (SD) é um parâmetro que é necessário determinar no terreno. É definido como a distância ao longo de uma faixa entre um obstáculo na estrada e a posição de um veículo que se desloca em direção a esse obstáculo, sem veículos intermédios no momento em que a pessoa pode vê-lo sem que o mesmo desapareça do campo visual. O ponto de vista do condutor é definido, para efeitos de cálculo, a uma altura de um metro e dez centímetros (1,10 m), acima da estrada e a uma distância de um metro e cinquenta centímetros (1,50 m) da margem esquerda de cada faixa, dentro dela e no sentido da marcha. A altura do obstáculo acima do nível da estrada é fixada em vinte centímetros (20 cm).

Ao longo de um troço de estrada com possibilidade de desprendimentos, a visibilidade, ou distância visível, pode mudar de forma considerável. A presença, no traçado da estrada, de curvas e variações de inclinação, conjuntamente com a presença de afloramentos rochosos ou vegetação exuberante na paisagem, podem limitar significativamente a capacidade do condutor detetar objetos (desprendimentos) na estrada.

Por outro lado, a norma espanhola 3.1-IC Trazado, redigida pela *Instrucción de Carreteras* (Despacho FOM / 273/2016, de 19 de fevereiro), define a **distância de paragem** como a distância percorrida por um veículo forçado a parar antes de um obstáculo inesperado na sua trajetória (caso de um desprendimento), medida a partir da posição do veículo, no momento em que o objeto que motiva a imobilização aparece. Inclui a distância percorrida durante o tempo de perceção, reação e travagem e é estimada pela seguinte expressão:

$$DP = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f_l + i)} \quad (VI. 10)$$

sendo:

- DP = distância de paragem (m);
- V = velocidade no início da manobra de travagem (km/h). Para efeitos de cálculo, considera-se a velocidade máxima regulamentar permitida no troço de estrada em análise;
- $f_l$  = coeficiente de atrito longitudinal mobilizado entre os pneus do veículo e o pavimento, de acordo com a regulamentação aplicável;
- i = inclinação do troço em análise; e
- $t_p$  = tempo de perceção e reação (em segundos). Para efeitos de cálculo, adota-se o valor de 2 segundos.

Em função do sentido em que o veículo circula, subida ou descida, a inclinação da estrada fará com que a distância de paragem seja menor ou maior, respetivamente.

Em seguida apresenta-se um quadro resumo com a gama de valores obtidos para diferentes velocidades de circulação e diferentes inclinações da estrada:

Quadro VI. 6. Exemplos de distâncias de paragem para diferentes velocidades e graus.

V (km/h)	Distância de paragem (DP)			Gama de Variação
	i = -0.8	i = 0.0	i = 0,8	
40	35	37	40	35 - 40
50	48	52	58	48 - 58
60	63	70	79	63 - 79
70	82	91	106	82 - 106
80	103	117	138	103 - 138
90	127	145	176	127 - 176
100	154	179	220	154 - 220
110	185	217	272	185 - 272
120	219	261	335	219 - 335

A Capacidade de Reação (CR) é definida como a relação entre a distância de visibilidade e a distância de paragem em percentagem.

A Capacidade de Reação deve ser de 100% quando a visibilidade ou a distância visível for igual ou superior à distância de reação; caso contrário, a percentagem é calculada através da seguinte expressão:

$$CR = \frac{\text{Visibilidade (SD)}}{\text{Distância de paragem (DP)}} \cdot 100\% \quad (VI. 11)$$

Para ponderar a Capacidade de Reação do condutor, pode utilizar-se a seguinte expressão matemática:

$$X = \frac{120 - CR}{20} \quad (VI. 12)$$

#### VI.4. Aplicação da classificação VRHRS

De seguida apresenta-se um quadro que facilita o registo dos valores atribuídos aos oito parâmetros ou categorias que devem ser avaliados de forma a aplicar o ajuste por perigosidade e por exposição ao grau de estabilidade VRHRS básico.

Para cada um dos parâmetros definidos anteriormente, que constam na primeira coluna do Quadro VI.7, deve ser atribuído um valor ponderado, através de uma estimativa de acordo com os critérios explicados, entre 3 e 81 pontos (interpolando exponencialmente se necessário). Alternativamente, o valor  $x$  proposto pode ser calculado através de expressões analíticas para cada parâmetro, obtendo o valor correspondente pela expressão  $y = 3^x$  (onde  $x=1, 2, 3$  ou  $4$ ) (Expressão VI.3). Se em qualquer caso o valor obtido for maior que 100, deve ser truncado até este valor.

Em função da pontuação final obtida para cada um dos taludes ou maciços rochosos estudados, recomendam-se as orientações ou ações do Quadro VI.8.

Quadro VI. 7. Estimativa do índice VRHRS.

QUALIDADE E ESTABILIDADE GERAL DO MACIÇO ROCHOSO (VRHRS <sub>básico</sub> )				
VRHRS <sub>básico</sub>	$200 * e^{-0.034 VSR}$			100 ≥ VSR ≥ 0
	Pontuação:			
AJUSTE DO RISCO DO TALUDE (F <sub>1</sub> )				
Parâmetro	Critérios de classificação e pontuação			
	(x=1) 3 Pontos	(x=2) 9 Pontos	(x=3) 27 Pontos	(x=4) 81 Pontos
Altura do Talude	7,5 m	15,0 m	22,5 m	30 m
Eficácia da vala de receção	Boa	Moderada	Limitada	Nula
Largura da faixa de rodagem	13,5 m	11,0 m	8,5 m	6,0 m
Tamanho do bloco ou volume de rochas	0,3 m 2,5 m <sup>3</sup>	0,6 m 5,0 m <sup>3</sup>	0,9 m 7,5 m <sup>3</sup>	1,2 m 10,0 m <sup>3</sup>
Clima e presença de água no talude	Zona Climática 1 (ZC <sub>1</sub> )	Zona Climática 2 (ZC <sub>2</sub> )	Zona Climática 3 (ZC <sub>3</sub> )	Zona Climática 4 (ZC <sub>4</sub> )
Histórico de eventos	Poucos desprendimentos	Desprendimentos ocasionais	Muitos desprendimentos	Desprendimentos constantes
Pontuação F1:				
AJUSTE POR EXPOSIÇÃO (F <sub>2</sub> )				
Parâmetro	Critérios de avaliação e pontuação			
	(x=1) 3 Pontos	(x=2) 9 Pontos	(x=3) 27 Pontos	(x=4) 81 Pontos
Risco médio para veículos	25 %	50 %	75 %	100 %
Capacidade de Reação	100 %	80 %	60 %	> 40%
Pontuação F2:				
<b>Pontuação final do Índice VRHRS</b>				

Quadro VI. 8. Recomendações em função da pontuação VRHRS.

Classe	Classificação VRHRS	Recomendações
<b>A</b> (risco máximo)	> 500	Taludes de estrada que requerem atuação imediata
<b>B</b> (risco médio)	300 - 500	Taludes de estrada que requerem atuação prioritária a curto-médio prazo
<b>C</b> (risco moderado)	< 300	Taludes de estrada com baixa prioridade de atuação



Os taludes de classe A apresentam um risco máximo e devem ser implementadas, de imediato, medidas que permitam reduzir o nível de risco. Por outro lado, em taludes de classe C, é apenas necessário acompanhar a evolução dos fatores intrínsecos do talude de forma a perceber se estes não variam negativamente, no sentido de maior instabilidade.

Os taludes de classe B são de risco médio e recomenda-se, por isso, a realização de uma monitorização constante, que permita realizar uma Avaliação Quantitativa de Risco ou *Quantitive Risk Assessment* (QRA). O resultado desta avaliação determina a necessidade de tomar medidas, mais ou menos imediatas, em função da aceitação da probabilidade de ocorrência de instabilidades nesse talude e das suas consequências no caso de perda de vidas humanas.



MACASTAB

