Anexo VIII	Paisagem Reformulado

Cálculo do Índice de Qualidade Visual

Processo Analítico Hierárquico

Cartografia

A - Qualidade visual

Neste anexo é descrito o cálculo do índice de qualidade visual aplicado aos fatores de caraterização a seguir indicados: integridade estrutural; ocupação do solo; declive; exposição de encostas; capacidade de apropriação visual; proximidade ao vale do rio Sado; visibilidade da rede elétrica de alta tensão; visibilidade da autoestrada (A2); e visibilidade das áreas de extração de inertes.

A seleção de fatores de caracterização da qualidade visual atendeu à observação efetuada no território, em que se assiste a um grande predomínio da ocupação florestal muitas vezes em situação de grande proximidade com zonas de arrozais ou outras culturas de regadio, em particular nas áreas do vale do rio Sado e afluentes principais. Com exceção das áreas de vale ou das que diretamente se lhe associam, trata-se de uma paisagem de caráter pouco heterogéneo, marcada pela monotonia associada à grande extensão de povoamentos florestais pouco diversificados, maioritariamente de eucalipto e pinheiro. Esta ocupação florestal extensiva provoca uma sensação de alguma clausura visual que, associada às condições de relevo, contribui para a ausência de grandes panorâmicas na observação desta paisagem, surgindo como consequência a fraca relação visual com a zona de vale ainda que em situações de relativa proximidade. Em resultado, a partir das zonas de cotas mais elevadas e de cariz mais aplanado da área de influência visual não se visualizam muitas ocorrências que concentrem a atenção do observador, realçando-se, no entanto, os aspetos negativos decorrentes da intrusão visual de estruturas artificiais onde se destaca a rede elétrica de alta tensão e a A2. Os valores de referência da paisagem (qualidade visual, capacidade de absorção visual e sensibilidade visual) aferidos pela metodologia implementada permitem corroborar que a paisagem analisada é medianamente diversificada e dotada de poucos atrativos visuais, com exceção da área do vale do Sado que se assume como o grande valor da paisagem considerada, ainda que com esta estabeleça fracas relações visuais a média/grande distância.

A aferição do I_{QV} através da ponderação (***P***) dos fatores de caraterização em função da sua QV é apresentada na "Tabela 1 Valoração dos fatores de caraterização da QV" do subcapítulo "Qualidade visual" do relatório de caracterização.

Integridade estrutural

A integridade estrutural das SUP, representada na Figura 1, corresponde a uma medida sensorial que pondera a aproximação das características de cada SUP à matriz de referência paisagística. Considera-se que a matriz de referência paisagística corresponde ao potencial de evolução natural de uma determinada paisagem, onde se perspetiva a maior coerência entre usos (humanos e ecológicos), vivências e imagem da paisagem vivida/observada. A adoção do termo matriz de referência relaciona-se assim com a multiplicidade de fatores associados a esta avaliação multissensorial subjetiva realizada in situ, como o potencial ecológico, o relevo, ou o grau de artificialização humana através da presença de ruído ou de degradações visuais, em função do que o autor do estudo considera ser o ótimo de evolução de uma paisagem, neste caso das SUP identificadas na área de influência visual (AIV).

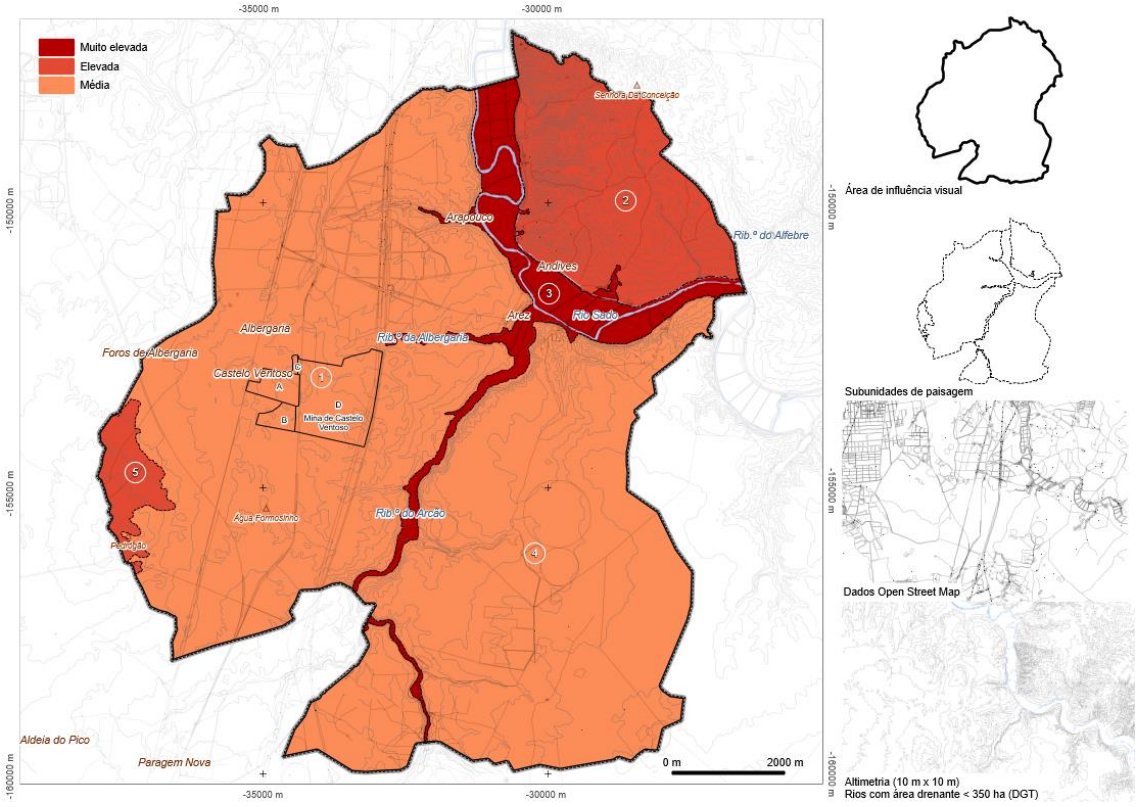

Figura 1 Integridade estrutural das SUP.

A valoração da integridade estrutural é efetuada a partir da vivência e experiência no terreno, refletindo a maior valoração a uma maior homogeneidade estrutural da SUP por oposição à menor valoração associada a subunidades menos distintas e de maior heterogeneidade de vivências.

Ocupação do solo

A ocupação do solo[1] enquanto consolidação da expressão visual de uma determinada paisagem, é considerada como um aspeto central e determinante na aferição das agregações de carácter visual presentes no território, assumindo a sua ponderação um ascendente elevado no momento da aferição da QV. A avaliação da sua QV na AIV é fundamentada sobre o conhecimento empírico do território sendo, por isso, dotada de um carácter de maior subjetividade onde são considerados aspetos de natureza estética associados à ocupação do solo (aspetos naturais como a vegetação, o relevo ou presença de água, etc.), ao seu enquadramento de acordo com o horizonte visual ou fundo cénico, como sucede com a envolvente imediata, ou com as sensações decorrentes da vivência no território pelos visitantes ou residentes. A classificação da QV é efetuada em função do nível 4 (N4) da legenda da COS2018, o nível de maior detalhe, tendo por base o princípio de que ocupações do solo mais próximas da matriz de referência paisagística são privilegiadas por oposição a usos artificiais associados a desordem visual ou a impactes visuais significativos sobre o território, que são classificados com menor valor.

1 Para a identificação da ocupação do solo na AIV utilizou-se a seguinte base cartográfica: Cobertura regular de ortofotos de 25 cm do território de Portugal Continental, de maio de 2018, cedida pela DGT; a Carta de Uso e Ocupação do Solo para 2018 elaborada pela DGT, com correção sobre o orto de informação não representada na sua totalidade, como as estradas. A nomenclatura adotada para as diferentes unidades baseia-se na legenda da COS 2018 que no seu nível de maior abrangência (N1) permite identificar 7 grandes classes que agregam 83 subclasses (N4). No âmbito da presente análise, considerou-se o grau de generalização da COS 2018 adequado à escala do estudo, uma vez que a informação geográfica é delimitada com base numa unidade mínima cartográfica com área igual superior a 1 ha, em que as manchas inferiores a este valor são generalizadas.

As diferentes ocupações do solo são representadas na Figura 2 (para maior legibilidade da imagem representa-se apenas o nível 1), apresentando-se na Figura 3 a QV das ocupações identificadas.

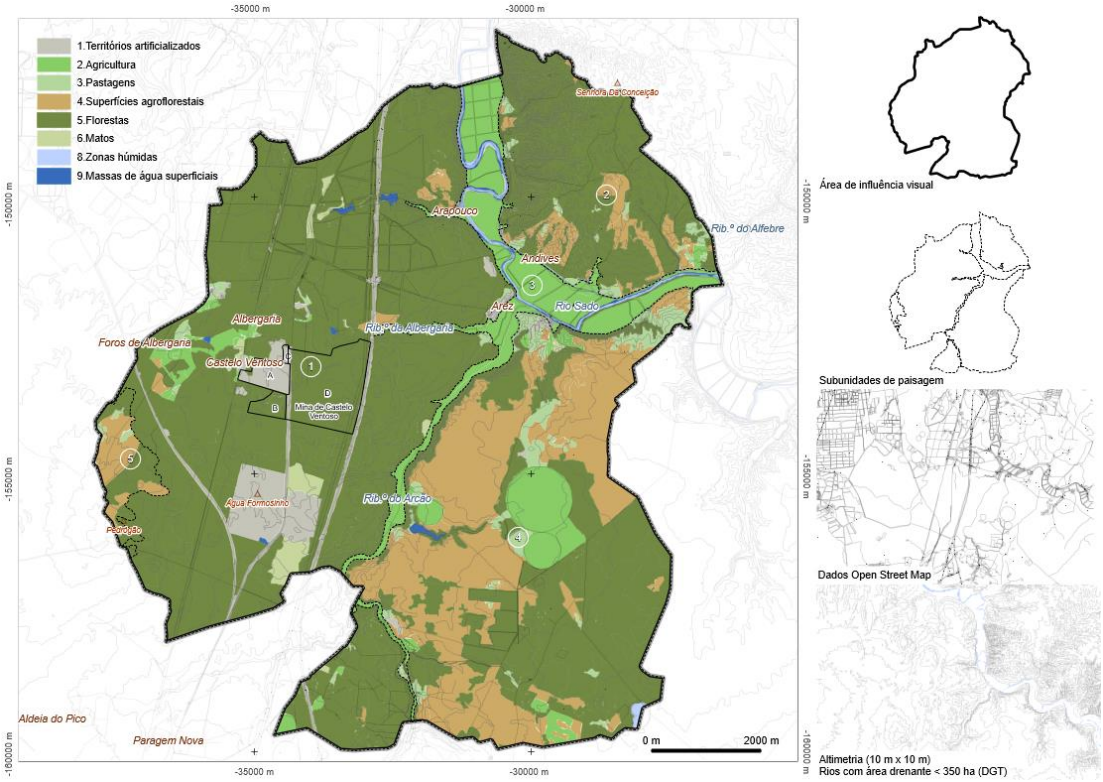

Figura 2 Uso do solo na AIV (legenda de acordo com o N1 da COS).

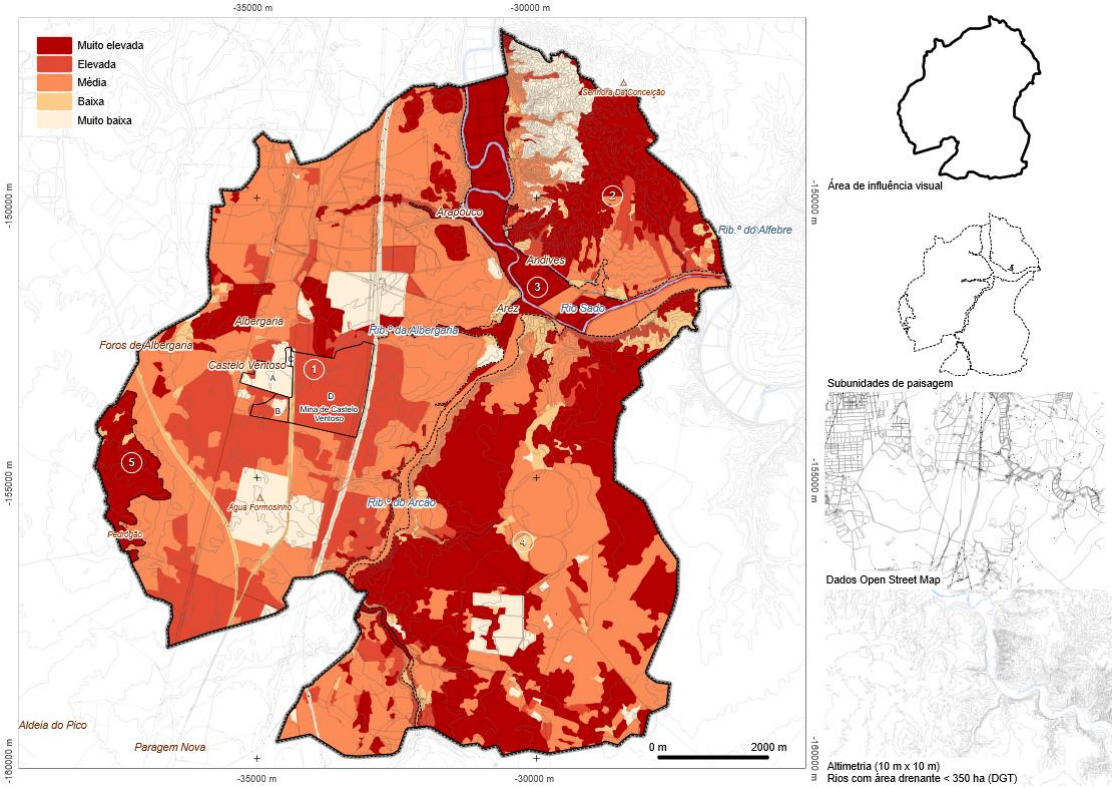

Figura 3 Qualidade visual do uso do solo na AIV (classificação de acordo com o nível 4 da COS).

Capacidade de apropriação visual

A capacidade de apropriação visual de um território encontra-se diretamente relacionada com a sua intervisibilidade, correspondente a uma propriedade deste em função do grau de visibilidade recíproca de todas as áreas analisadas entre si, valorizando-se a existência de amplas panorâmicas no horizonte visual de cada ponto do território. A capacidade de apropriação visual é influenciada pela altitude relativa da área e pelo contraste de altitudes presentes em seu redor e a sua determinação efetua-se através de emissões visuais a partir de duas tipologias de pontos: a primeira correspondente a uma grelha de potnos sobre a AIV com um intervalo de 100 m x 100 m; a segunda correspondente aos pontos notáveis de observação do território, selecionados em função da sua importância no contexto observado, podendo estes corresponder a vias de comunicação, cruzamentos rodoviários, miradouros ou outros pontos notáveis de uma dada paisagem ou de observação sobre a mesma.

Os pontos associados às amplas panorâmicas são assim considerados por representarem o cruzamento do maior número de bacias visuais sobre o MDT. Na análise em causa procedeu-se à análise de visibilidade, como uma altura de 1,8 m, de duas tipologias de pontos (representadas na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** do capítulo **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**: a primeira, constituída por uma grelha de 9593 pontos com espaçamento de 100 m x 100 m sobre o território, possibilita a representação da visibilidade intrínseca da AIV enquanto variável fisiográfica permitindo a identificação de zonas potenciais de elevada apropriação visual, independentemente da possibilidade atual de observação humana; a segunda corresponde à inclusão dos 1247 pontos identificados como representativos da presença humana sobre o território associados a locais onde esta é mais frequente, representativos tanto da presença sobre o território associada a usos residenciais ou laborais (119 pontos), como da passagem sobre o mesmo, como sucede com a rede viária existente: N120, N382, A2 e estradas e caminhos secundários (1128 pontos). Para a rede viária foi adotado um intervalo considerado representativo da frequência da circulação observada para cada eixo: N120 e N382: 50 m; A2: 100 m; e estradas secundárias: 200 m. O resultado do primeiro cálculo permite uma aferição não subjetiva da intervisibilidade do território aferida sobre o MDT, correspondendo o resultado do segundo cálculo à intervisibilidade em função dos PRPHST. A soma dos dois cálculos parciais possibilita a constituição de um modelo de avaliação global mais abrangente que traduz tanto a intervisibilidade atual como a potencial deste território, sendo o cálculo efetuado através de álgebra de mapas em formato *raster*: visibilidade (grelha de pontos) + visibilidade (PRPHST).

O resultado em formato matricial permite identificar as áreas que apresentam um maior número de sobreposição de visibilidades. Na análise desenvolvida considerou-se que o melhor agrupamento de intervalo do número de sobreposições de visibilidade corresponde ao método *Natural Breaks* que permite otimizar o agrupamento do conjunto de valores em classes "naturais", sendo o intervalo de classe composto por itens com características semelhantes que formam um grupo "natural" dentro do conjunto de dados. A profundidade visual não é integrada no modelo de análise implementado, uma vez que a sobreposição de *buffers* decorrentes de cada ponto interfere no resultado final (o *buffer* de um ponto visualizado a grande distância sobrepõe-se ao *buffer* de um ponto de um ponto visualizado a curta distância), pelo que apenas se considerou nesta avaliação a distribuição das duas tipologias de pontos referidas, a grelha de pontos 100 x 100 m e os PRPHST.

A Figura 4 representa a capacidade de apropriação visual da AIV de acordo com as classes de QV da apropriação visual definidas a partir da visibilidade dos pontos de observação.

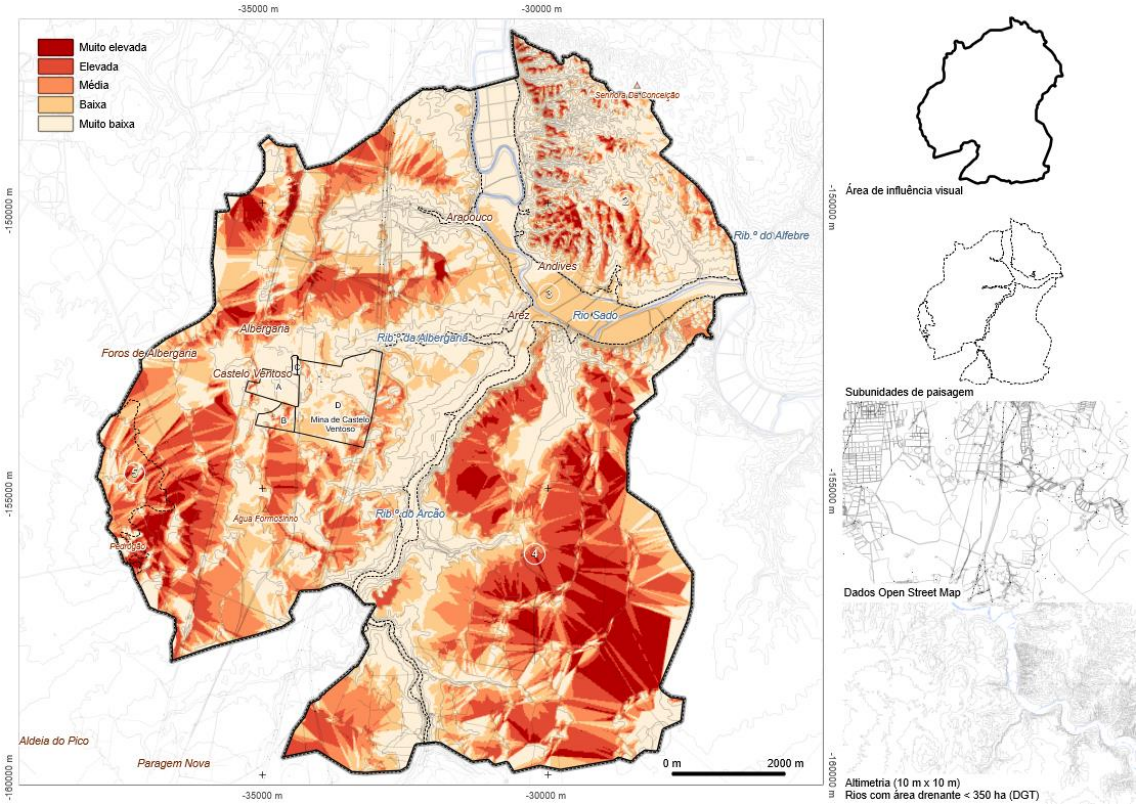

Figura 4 Qualidade visual associada à capacidade de apropriação visual na AIV.

Declive e exposição de encostas

O declive (*Figura 5*) é interpretado como medida da variedade morfológica associada à diversidade paisagística do território, considerando-se que uma paisagem de relevo mais movimentado e pronunciado possui um valor superior a uma paisagem de maior homogeneidade de relevo e formas, dado possuir um maior número de referências focais que concentram a atenção do observador.

A exposição de encostas (*Figura 6*) assume uma influência muito significativa na observação de uma paisagem, uma vez que quanto maior a exposição de um território à luminosidade solar, considerando as suas intensidade e duração, maior valor a QV assumirá, dado representar um acréscimo de zonas iluminadas para o observador.

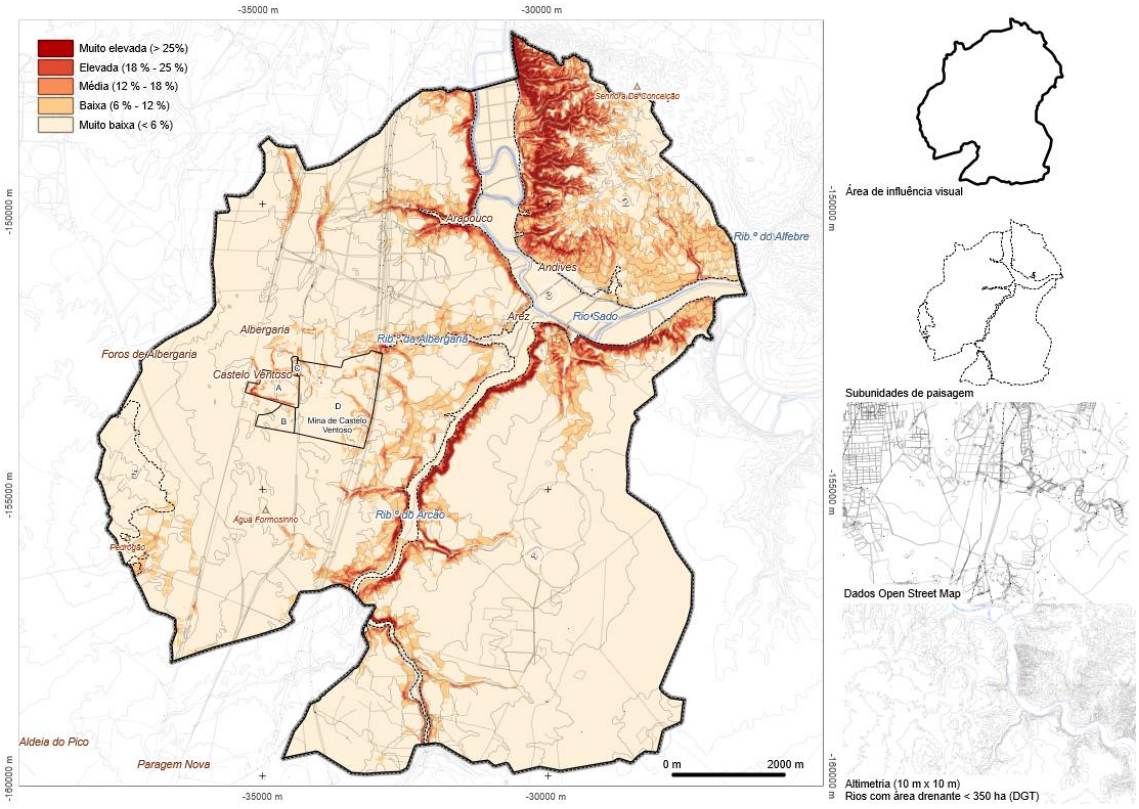

Figura 5 Qualidade visual associada ao declive na AIV.

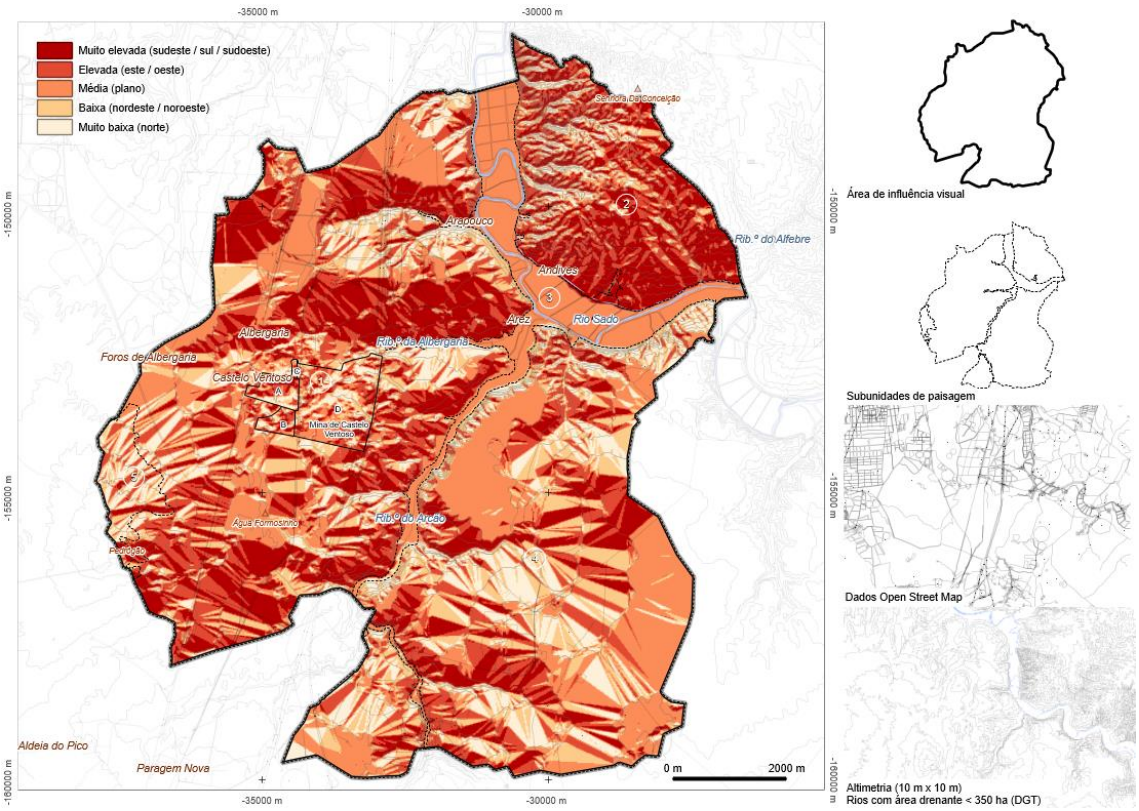

Figura 6 Qualidade visual associada à exposição de encostas na AIV.

Proximidade ao vale do rio Sado

Na AIV a relação com as zonas de vale assume-se como um fator determinante na apreciação da qualidade visual das SUP identificadas. Tratando-se de um elemento estruturante da paisagem considera-se que as suas qualidades de fundo cénico, de foco de atração visual ou de atenuação de impactes pelas características que se associam à vivência da sua proximidade (atividades, sons, movimento, cheiros) dependem da distância ao plano de água. A distância ao plano do vale foi avaliada de acordo com a escala da profundidade visual mencionada para a capacidade de apropriação visual, tendo sido calculada sobre o relevo possibilitando uma tradução física da relação de proximidade não só visual como vivencial com as zonas de vale. A *Figura 7* apresenta a valoração da proximidade ao vale do Sado e seus fluentes principais.

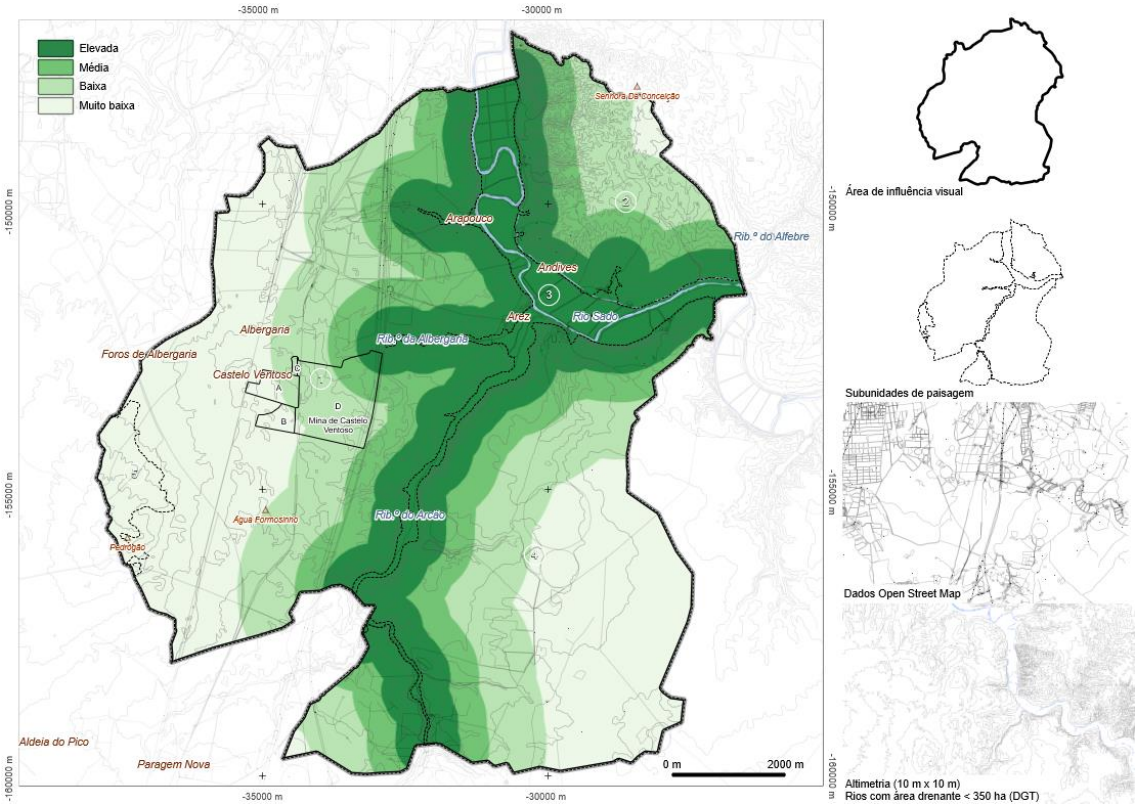

Figura 7 Qualidade visual associada à proximidade às zonas de vale.

Intrusões visuais

Na AIV foi identificada a existência de infraestruturas a cuja presença e impacte visual se associa desordem no horizonte visual de observação da paisagem. Estas estruturas representam disrupções significativas na vivência e observação da paisagem da AIV que são tanto maiores quanto a proximidade de observação à fonte de intrusão visual. A rede de alta tensão, em particular, constitui um obstáculo cuja presença se mantém muito para além da zona de implantação dos seus apoios, o mesmo sucedendo com o corte que a autoestrada efetua com a matriz de referência, sendo visível em parte considerável das subunidades de paisagem descritas para a AIV, causando uma perturbação constante no fundo cénico.

O índice de visibilidade destas intrusões visuais é obtido a partir do cruzamento dos intervalos da sobreposição de visibilidades agrupados de acordo com o método das quebras naturais nas cinco classes de valoração estabelecidas, com o fator de ponderação aferido pelo processo analítico hierárquico abordado, associado aos intervalos referidos para a profundidade visual (cuja metodologia é descrita no

Volume II Anexo VIII B – Processo analítico hierárquico). A valoração da visibilidade associada às intrusões visuais identificadas é apresentada no referido anexo. As figuras seguintes apresentam a qualidade visual da AIV em função das visibilidades associadas à rede elétrica de alta tensão (*Figura 10*), à autoestrada (*Figura 11*) e às áreas de pedreiras (*Figura 12*) identificadas de acordo com a carta de ocupação do solo.

Figura 8 Perspetiva sobre a rede elétrica de alta tensão obtida a partir da área de exploração.

Figura 9 Perspetiva conjunta da rede elétrica de alta tensão e da A2 obtida a partir da área de exploração.

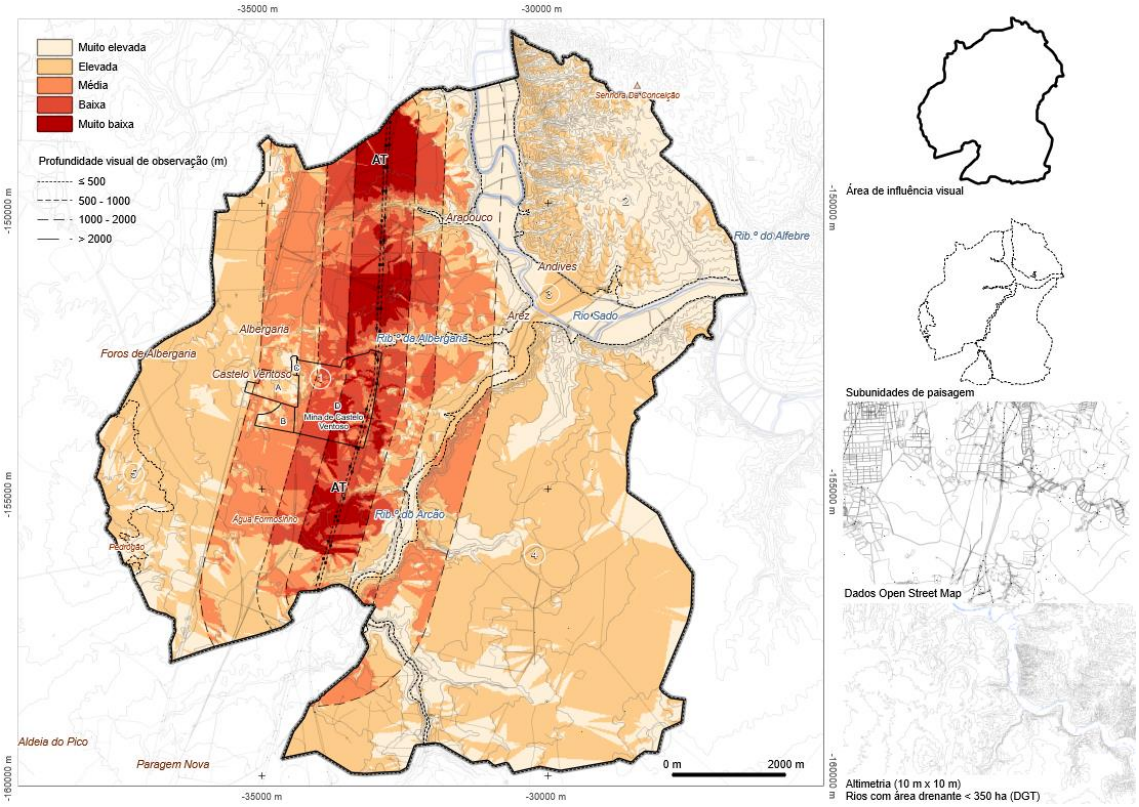

Figura 10 Qualidade visual em função da visibilidade da rede elétrica de alta tensão (AT).

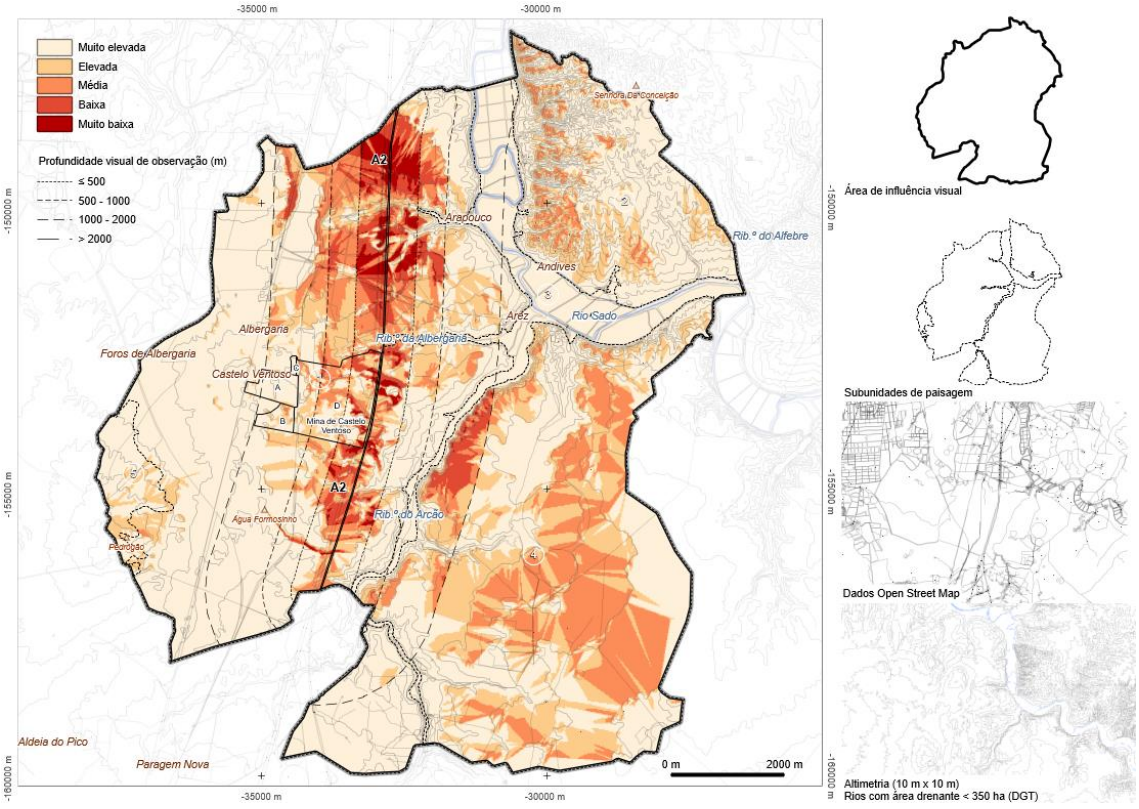

Figura 11 Qualidade visual em função da visibilidade da autoestrada (A2).

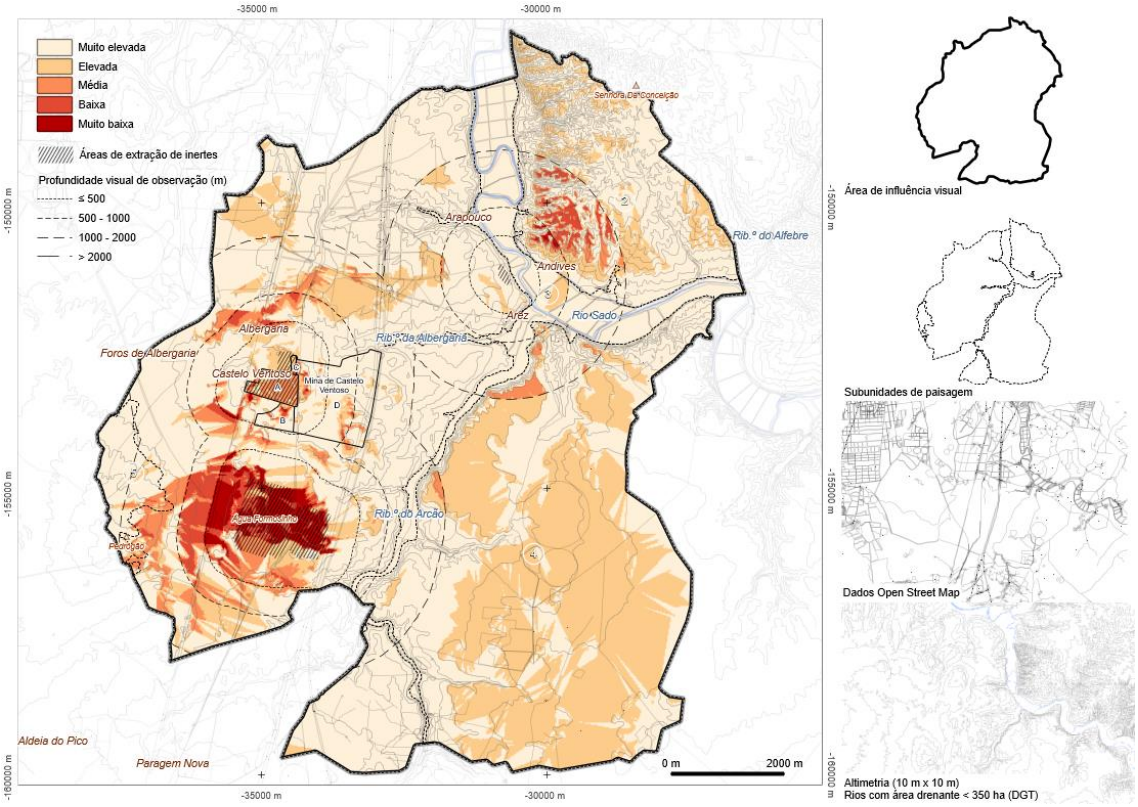

Figura 12 Qualidade visual em função da visibilidade das áreas de extração de inertes.

B - Processo Analítico Hierárquico (PAH)

O PAH estrutura-se em duas etapas: estruturação e avaliação. A primeira etapa, de estruturação, desenvolvida no capítulo referente à caracterização da Paisagem envolve a análise do tema em estudo quanto aos fatores envolvidos, as relações entre estes e os objetivos que intervêm na decisão, relacionando-se a segunda, a de avaliação, essencialmente, com a comparação dos fatores dois a dois, possibilitando-se a aferição das importâncias relativas de cada. É nesta última fase que é ponderada a importância relativa de cada fator.

Julgamento de fatores

A partir da construção de uma matriz quadrada, ilustrada pela tabela seguinte, avalia-se a importância relativa de um fator sobre outro, utilizando-se para esta finalidade a Escala Fundamental de Saaty (1987) representada na tabela seguinte, em que a quantificação dos julgamentos é efetuada através de uma escala de valores que varia de 1 a 9.

Fatores	F1	F2	F3	…	Fn	Wi
F1	$1/\sum F_1$	$W21/\sum F_2$	$W31/\sum F_3$	…	$Wn1/\sum F_n$	$\sum F_1/_n$
F2	$12/\sum F_1$	$2/\sum F_2$	$W32/\sum F_3$	…	$Wn2/\sum F_n$	$\sum F_2/_n$
F3	$13/\sum F_1$	$W23/\sum F_2$	$3/\sum F_3$	…	$Wn3/\sum F_n$	$\sum F_3/_n$
…				…		
Fn	$W1n/\sum F_1$	$W2n/\sum F_2$	$W3n/\sum F_3$	…	$1/\sum F_n$	$\sum F_n/_n$
	$\sum F_1$	$\sum F_2$	$\sum F_3$	…	$\sum F_n$	

Tabela 1. Matriz de comparações e cálculo do autovetor (*Wi*) ou vetor de prioridades. Fonte: adaptado de Saaty, 1987 e Ramos, 2012.

Intensidade de importância escala absoluta	Definição	Explicação
1	Igual importância.	Dois fatores contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância moderada de uma sobre a outra.	A experiência e julgamento favorecem ligeira a moderadamente um fator em detrimento de outro.
5	Importância essencial ou forte.	A experiência e o julgamento favorecem fortemente um fator em detrimento de outro.
7	Importância muito forte.	Um fator é fortemente favorecido e a sua preponderância é demonstrada na prática.
9	Extrema importância.	A evidência que favorece um fator em detrimento de outro é da mais alta ordem possível de afirmação.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre dois julgamentos adjacentes.	Quando é necessário compromisso entre julgamentos.
Recíprocos	Se à atividade i for atribuído um dos números acima quando comparada com a atividade j, então j terá o valor recíproco quando comparada com i (valores opostos).	

Tabela 2. Escala fundamental de comparações entre fatores. Fonte: Adaptado de Saaty, 1987.

Na comparação para a par (F_i F_j) os pesos dos fatores são definidos de acordo com a análise e julgamento do decisor e com base na Escala Fundamental de Saaty.

Após o preenchimento da matriz de comparação é efetuado o cálculo do autovalor e do correspondente autovetor, que atribuirá a ordem de prioridade e a hierarquia dos fatores analisados. Considera-se este resultado determinante na avaliação da suscetibilidade ao movimento de vertentes, pois será usado para atribuir a importância relativa de cada fator considerado e para definir a sua hierarquização.

A verificação da consistência, ou da qualidade da solução obtida (Ramos, 2012), constitui uma das vantagens associadas a este método, sendo possibilitada pelo cálculo do autovalor. De acordo com a mesma fonte, Wij corresponde à avaliação quantificada do par de características F_i, F_j e é definido pelas seguintes regras:

- Se $Wij = a$, então $Wji = {}^{1}/_{a}, a \neq 0$;
- Se F_i é considerado como de igual importância relativa a F_j, então $Wij = 1$, $Wji = 1$ e $Wii = 1$ para todo o i.

Para a aferição do autovetor de cada fator divide-se o somatório de cada linha pelo número de fatores analisados na matriz. O autovetor da matriz pode ser estimado pela seguinte fórmula:

$$Wi = \left(\prod_{j-1}^{n} wij\right)^{1/n}$$

O autovetor (W) deverá ser normalizado (T) para que o somatório dos seus elementos seja igual à unidade (Ramos, 2012), efetuando-se o cálculo da proporção de cada elemento em relação à soma, com o objetivo de quantificar e ponderar a importância de cada um dos critérios.

$$T = \left| {}^{W1}/_{\sum Wi} \; {}^{W2}/_{\sum Wi} \cdots {}^{Wn}/_{\sum i} \right|$$

Análise da consistência de julgamentos

A integridade, qualidade ou coerência dos julgamentos é, de acordo com Faria (2011) efetuada através do cálculo do autovalor, podendo esta análise ser designada por "análise de sensibilidade", permitindo concluir se os julgamentos estão logicamente relacionados. Para o cálculo do autovalor, Saaty (1990) indica o seguinte procedimento:

a) Cálculo inicial do autovalor máximo λ_{max} : A consistência de uma matriz positiva recíproca requer que o λ_{max} seja igual ao número de linhas (ou colunas) da matriz de comparação de pares de fatores n (número que representa a ordem da matriz). Quanto mais próximo λ_{max} for de n, maior consistência assumirá o resultado. O autovalor é calculado através da expressão a seguir indicada:

$$\lambda_{max} = T \,.\, W$$

em que T é o autovetor normalizado e W corresponde à soma das colunas da matriz de comparações para cada fator.

b) Cálculo do índice de consistência (IC): O IC de uma matriz de comparação de pares de fatores indica o grau de afastamento do valor teórico esperado n. Este desvio é dado pela expressão

$(\lambda_{max} - n)$, sendo a diferença medida pelo número de graus de liberdade da matriz $(n - 1)$. De acordo com Saaty (1990), o índice de consistência é definido pelo seguinte cálculo.

$$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$$

c) Cálculo da razão de consistência (RC): Saaty (1980 citado por Faria, 2011) calculou o índice de consistência aleatória (CA) para uma amostra de 500 matrizes recíprocas positivas de ordem até 11 por 11 recíprocas (gerada aleatoriamente usando a escala 1 / 11, 1 / 10,… 1,… 10, 11) com o objetivo de aferir uma razão de consistência (RC) com valor igual ou inferior a 0,1. Sublinha-se que a aferição de valores superiores aconselha a revisão das comparações efetuadas. A razão de consistência é indicada pela seguinte equação.

$$RC = \frac{IC}{CA}$$

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CA	0,0	0,0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

***Tabela 3**. Índice de consistência aleatória médio em função da ordem da matriz. Fonte: Saaty,1991; 2003*

Valoração global

A valoração global, de acordo com Saaty (1980), de cada um dos fatores é aferida através do método da soma ponderada de acordo com a seguinte equação.

$V_f = \sum_{j=1}^{n} p_j \, v_j \, (a)$ com $\sum_{j=1}^{n} = 1$ e $0 < \ p_j < 1 \ (j = 1, \dots n)$

em que: V_f representa o valor global do fator analisado; p_j corresponde à importância relativa do critério, e v_j traduz o nível de preferência do fator analisado no critério j .
De acordo com Ensslin (citado por Faria, 2012), num modelo estável, bem estruturado, pequenas variações na atribuição de pesos não alteram significativamente os resultados.

Aplicação do PAH à qualidade visual

A tabela seguinte apresenta a matriz de comparação entre os fatores considerados relevantes para a qualidade visual da AIV.

Fator	Integridade estrutural	Uso do solo	Apropriação visual	Declive	Exposição de encostas	Proximidade ao vale	Visibilidade AT	Visibilidade A2	Visibilidade pedreiras
Integridade estrutural	1	1	3	3	3	5	7	8	9
Uso do solo	1	1	3	3	3	5	6	8	9
Apropriação visual	1/3	1/3	1	1	1	4	6	7	8
Declive	1/3	1/3	1	1	1	3	5	7	8
Exposição de encostas	1/3	1/3	1	1	1	3	5	7	8
Proximidade ao vale	1/5	1/5	1/4	1/3	1/3	1	4	5	5
Visibilidade AT	1/7	1/6	1/6	1/5	1/5	1/4	1	3	5
Visibilidade A2	1/8	1/8	1/7	1/7	1/7	1/5	1/3	1	1
Visibilidade pedreiras	1/9	1/9	1/8	1/8	1/8	1/5	1/5	1	1
Soma	3,58	3,60	9,68	9,80	9,80	21,65	34,53	47,00	54,00

Tabela 4.Matriz de comparações dos fatores em estudo.

A tabela seguinte identifica os valores resultantes do IC e da RC para os fatores identificados de acordo com os intervalos de CA presentes no ***Tabela 3***. O valor aferido para a RC é de 0,067 o que representa um valor inferior a 0,1 (ou 10 %) e permite concluir que houve consistência nos julgamentos efetuados.

Fator	Integridade estrutural	Uso do solo	Apropriação visual	Declive	Exposição de encostas	Proximidade ao vale	Visibilidade AT	Visibilidade A2	Visibilidade pedreiras
Integridade estrutural	0,249	0,246	0,382	0,357	0,357	0,314	0,277	0,153	0,155
Uso do solo	0,249	0,246	0,382	0,357	0,357	0,314	0,238	0,153	0,155
Apropriação visual	0,083	0,082	0,127	0,119	0,119	0,251	0,238	0,134	0,138
Declive	0,083	0,082	0,127	0,119	0,119	0,188	0,198	0,134	0,138
Exposição de encostas	0,083	0,082	0,127	0,119	0,119	0,188	0,198	0,134	0,138
Proximidade ao vale	0,050	0,049	0,032	0,040	0,040	0,063	0,158	0,096	0,086
Visibilidade AT	0,036	0,041	0,021	0,024	0,024	0,016	0,040	0,057	0,086
Visibilidade A2	0,031	0,031	0,018	0,017	0,017	0,013	0,013	0,019	0,017
Visibilidade pedreiras	0,028	0,027	0,016	0,015	0,015	0,013	0,008	0,019	0,017
Fatores *n*	9								
λ_{max}	9,653								
IC	0,082								
CA	**1,45**								
RC	**0,056**	**< 0,1 %**							

Tabela 5. Cálculo do índice e da razão de consistência.

A tabela seguinte identifica os resultados do cálculo da matriz de comparação normalizada e do autovetor normalizado.

Fator	Integridade estrutural	Uso do solo	Apropriação visual	Declive	Exposição de encostas	Proximidade ao vale	Visibilidade AT	Visibilidade A2	Visibilidade pedreiras	Soma	Wi
Integridade estrutural	0,28	0,28	0,31	0,31	0,31	0,23	0,20	0,17	0,17	2,25	0,249
Uso do solo	0,28	0,28	0,31	0,31	0,31	0,23	0,17	0,17	0,17	2,22	0,246
Apropriação visual	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,18	0,17	0,15	0,15	1,15	0,127
Declive	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,14	0,14	0,15	0,15	1,07	0,119
Exposição de encostas	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,14	0,14	0,15	0,15	1,07	0,119
Proximidade ao vale	0,06	0,06	0,03	0,03	0,03	0,05	0,12	0,11	0,09	0,57	0,063
Visibilidade AT	0,06	0,05	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,06	0,09	0,36	0,040
Visibilidade A2	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,17	0,019
Visibilidade pedreiras	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,16	0,017
Soma	**1,01**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**9,02**	**1,00**

Tabela 6. Matriz de comparação normalizada e autovetor normalizado dos fatores.

Aplicação do PAH à profundidade visual

Como forma de distinguir os vários planos de profundidade visual associados à observação de uma paisagem, a análise de visibilidade é complementada pela atribuição de um índice em função da distância entre o ponto de observação e o horizonte de observação. De acordo com estudos similares onde foi abordada a questão da profundidade visual (FABRIZZI e GARNERO, 2013; DE LA FUENTE DE VAL et al., 2006; BRABYN e Mark, 2011), para a execução da presente análise, em função das especificidades do relevo e da experiência no local, adotaram-se os seguintes limiares de classificação da bacia de visibilidade em função da profundidade visual:

1. *Primeiro plano: com profundidade visual de 0 a 500 m, os componentes individuais da cena são distinguíveis e fatores multissensoriais intervêm (sons, cheiros);*
2. *Segundo plano: com profundidade visual de 500 a 1000 m, os elementos individuais são percetíveis em comparação com o fundo;*
3. *Plano intermédio: com profundidade visual 1000 a 2000 m, fundo é de interesse apenas em caso de dimensão relevante dos objetos ou elementos distintos;*
4. *Fundo visual: com profundidade visual superior a 2000 m, apenas se considera possuir interesse visual em caso de tamanho bastante relevante dos objetos como sucede com grandes infraestruturas de dimensão vertical significativa.*

O modelo analítico implementado para a aferição das diversas visibilidades analisadas tem por base três etapas.
A primeira corresponde à geração da bacia de visibilidade sobre o MDT de cada elemento considerado de acordo com a sua altura. Esclarece-se que no ambiente SIG utilizado, é adotada a altura do elemento enquanto valor z relativo sobre o MDT, ao invés da altitude do elemento (que seria o valor z absoluto).
A segunda etapa corresponde à delimitação de raios de análise (*buffers*) para cada elemento, sendo as distâncias delimitadas em função dos intervalos acima identificados.

A terceira etapa consistiu na aplicação do método do processo analítico hierárquico (PAH) para estabelecer uma ponderação a cada intervalo de profundidade com base na comparação dos intervalos dois a dois, através da matriz representada no quadro 1 (que integra o anexo do estudo referente à paisagem). A avaliação de cada intervalo é efetuada em função da experiência da observação do terreno.

A tabela seguinte apresenta a matriz de comparação entre os fatores (intervalos de distância) considerados relevantes para a profundidade visual da AIV.

Fator	**0 a 500 m**	**500 a 1000 m**	**1000 a 2000 m**	**> 2000 m**
0 a 500 m	1	2	4	9
500 a 1000 m	1/2	1	2	5
1000 a 2000 m	1/4	1/2	1	3
> 2000 m	1/9	1/5	1/3	1
Soma	**1,86**	**3,70**	**7,33**	**18,00**

Tabela 7. Matriz de comparações dos fatores em estudo.

A tabela seguinte identifica os valores resultantes do IC e da RC para os fatores identificados de acordo com os intervalos de CA presentes na ***Tabela 3***. O valor aferido para a RC é de 0,06, o que representa um valor inferior a 0,1 (ou 10%) e permite concluir que houve consistência nos julgamentos efetuados.

Fator	**0 a 500 m**	**500 a 1000 m**	**1000 a 2000 m**	**> 2000 m**
0 a 500 m	0,531	0,545	0,572	0,483
500 a 1000 m	0,265	0,272	0,286	0,268
1000 a 2000 m	0,133	0,136	0,143	0,161
> 2000 m	0,059	0,054	0,048	0,054
Fatores *n*	4			
λ_{max}	4,008			
IC	0,003			
CA	0,9			
RC	**0,003**	**< 0,1 %**		

Tabela 8.Cálculo do índice e da razão de consistência.

A tabela seguinte apresenta os resultados do cálculo da matriz de comparação normalizada e do autovetor normalizado.

Fator	**0 a 500 m**	**500 a 1000 m**	**1000 a 2000 m**	**> 2000 m**	**Soma**	Wi
0 a 500 m	0,54	0,54	0,55	0,50	2,12	0,531
500 a 1000 m	0,27	0,27	0,27	0,28	1,09	0,272
1000 a 2000 m	0,13	0,14	0,14	0,17	0,57	0,143
> 2000 m	0,06	0,05	0,05	0,06	0,21	0,054
Soma	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**4,00**	**1,00**

Tabela 9. Matriz de comparação normalizada e autovetor normalizado dos fatores.

Refere-se que o método possui uma verificação da consistência dos julgamentos efetuada, efetuada através do cálculo do autovalor, podendo esta análise ser designada por "análise de sensibilidade", permitindo concluir se os julgamentos estão logicamente relacionados.

Para exemplificar o preenchimento da matriz, no caso da primeira entrada referente ao intervalo de 0 a 500 m e à sua relação com o intervalo 500 m a 1000 m, considerou-se esta relação com o valor 2, que corresponde a um valor intermédio entre o valor 1 e 3 da escala fundamental de comparações de Saaty entre fatores, representada no quadro 2, indicando uma importância pouco moderada do primeiro sobre o segundo. Na comparação do mesmo intervalo com o terceiro intervalo 1000 m a 2000 m, o valor intermédio 4 representa uma importância tendencialmente forte do intervalo 0 a 500 m sobre o intervalo 1000 m a 2000 m. Na comparação da relação entre o intervalo 0 a 500 m e o intervalo superior a 2000 m o valor 9 representa que o primeiro intervalo é de extrema importância sobre o último (> 2000 m).

Após o preenchimento da matriz de comparação é efetuado o cálculo do autovalor, que representa a ponderação a atribuir aos intervalos considerados. O resultado da aplicação do PAH resulta num índice em que a soma das diferentes ponderações corresponde ao valor da unidade, 1. Assim, a cada intervalo corresponde uma ponderação que distingue desde a maior proximidade à maior distância de observação, designadamente: 0 a 500 m (0.531); 500 m a 1000 m (0.272); 1000 m a 2000 m (0.143); > 2000 m (0.054). Esta ponderação é em seguida multiplicada pelo resultado das sobreposições das bacias de visibilidade dos elementos.

No exemplo dos apoios da linha de alta tensão (que segue a mesma metodologia das restantes análises identificadas), o modelo considerado pondera a visibilidade em função da distância de observação, correspondendo o menor valor de qualidade visual à visualização do maior número de aerogeradores a uma menor distância, e o maior valor de qualidade visual à visualização do menor número de aerogeradores a uma maior distância que, na análise efetuada, corresponde a 0,054, valor referente à visualização de 1 apoio a uma distância superior a 2000 m. Em seguida, os intervalos são agrupados com a valoração de 1 (muito baixa) a 5 (muito elevada) de acordo com o método *natural breaks* uma vez que, após comparação com outros métodos como sucede com o método dos intervalos iguais, se considera que a sua aplicação produz resultados mais consistentes e de maior compacidade e que melhor traduzem a experiência no território em análise.