

Análise de Intervisibilidade um Caso de Estudo em Valença, Portugal

Geraldo S. Landovsky^{1,†}

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Pós-Graduação em Engenharia Civil, Rua João Pio Duarte Silva, s/n Córrego Grande, CEP 88040-970, Florianópolis, SC, Brasil

José F. G. Mendes²

*Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil
Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal*

RESUMO

As questões ligadas ao estudo da visibilidade de cenários naturais ou artificiais são consideradas de grande importância na elaboração e implantação de projectos, pois permitem a avaliação das alterações nos aspectos visuais do território através de simulações de cenários e da visualização tridimensional. O presente trabalho apresenta um arcabouço teórico básico referente à análise de intervisibilidade, através de revisão bibliográfica, e mostra um caso da aplicação prática dessa análise para o estudo da visibilidade de alguns elementos da paisagem do Concelho de Valença, Portugal. Os resultados são apresentados através de mapas de visibilidade para diferentes raios de alcance e alturas de visibilidade e mostram uma avaliação geral da visibilidade em Valença.

1. INTRODUÇÃO

Questões ligadas ao estudo da visibilidade são consideradas de grande importância na elaboração e implantação de projectos, por permitirem a avaliação das alterações nos aspectos visuais do território através de simulações de cenários e da visualização tridimensional. Determinar a área visível de uma paisagem a partir de um ponto de vista pré-estabelecido é uma análise relativamente comum. Porém, tanto o objecto dessa análise quanto seus métodos de cálculo podem ter consideráveis variações.

A modelagem de terrenos é uma das importantes aplicações de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) e um problema interessante nessa área é a determinação de pontos do terreno que podem ser vistos a partir de um determinado ponto de observação. Essa análise realizada sobre os modelos numéricos de terreno (ou elevação) é a chamada análise de intervisibilidade, e compreende a geração de mapas das áreas visíveis em relação a uma ou mais posições previamente definidas. Um SIG pode realizar este tipo de análise para determinar as regiões visíveis numa paisagem a partir de um ponto de observação

¹ Doutorando em Engenharia Civil, Bolseiro Erasmus

[†] glandovsky@ig.com.br

² Professor Catedrático

determinado. Os resultados advindos desta análise podem ser de grande utilidade nos estudos de planeamento e na avaliação de impactos visuais. Através de mapas de visibilidade e de qualidade da paisagem, para diferentes datas ou cenários alternativos, pode-se dar maior fundamentação aos processos de tomada de decisão no planeamento do território.

2. ANÁLISE DE INTERVISIBILIDADE

2.1. Visibilidade/Intervisibilidade

A terminologia visibilidade faz referência à linha de visão entre dois pontos, um observador e um objecto observado. Para Morláns (2009), a visibilidade é o espaço entre o observador e a paisagem ou a zona de visão física entre o observador e a paisagem ou, ainda, o território que pode ser visto a partir de um ponto ou área determinado. E para Magalhães *et al.* (2008) a visibilidade consiste em verificar se um determinado ponto está visível ou não a partir de um outro ponto situado no terreno.

Já o conceito de intervisibilidade inclui uma série de medidas que buscam qualificar o território em função do grau de visibilidade recíproca de todas as unidades entre si (Teixeira, 2005). Similarmente, Morláns (2009) define intervisibilidade como a visibilidade recíproca entre pontos determinados.

Embora os conceitos de visibilidade e intervisibilidade sejam diferentes na acepção das palavras, em trabalhos técnicos e estudos que envolvem a temática da visibilidade do território nota-se que são considerados sinónimos e/ou complementares.

Teixeira (2005) comenta que desde a década de 1930 existem métodos manuais para a produção de mapas de visibilidade, porém a sistematização da análise de visibilidade deu-se apenas ao final dos anos setenta, com o advento do uso do computador nos estudos de planeamento. Simões (1993) relembra que a determinação da intervisibilidade a partir de mapas de contornos convencionais não era trivial, pois se fazia necessário extrair-se um número considerável de perfis de terreno e compará-los em termos de altitude.

2.2. Análise de Visibilidade/Intervisibilidade

Tal qual a similaridade entre visibilidade e intervisibilidade, nos estudos relativos às questões visuais do território encontram-se expressões diferentes usadas para referir-se ao mesmo tema. Análise de visibilidade e análise de intervisibilidade são as mais recorrentes e, em princípio, podem ser consideradas sinónimos.

Schwartz (2001) afirma que a análise de visibilidade permite a identificação das regiões visíveis a partir de uma determinada posição do terreno e utiliza dados de elevação para determinar as regiões que são visíveis a partir de uma localização específica do terreno. Para Felgueiras e Câmara (2001) compreende a criação de um mapa de áreas visíveis em relação a uma ou mais posições do terreno. E Morláns (2009) complementa ao dizer que é uma etapa complementar para o estudo de qualidade visual e de fragilidade da paisagem, pois promove a avaliação das condições visuais do território.

A análise de intervisibilidade, em linhas gerais, indica os locais que estão dentro de uma linha de visada não obstruída a partir de uma determinada posição. Para Simões (1993), esta análise consiste da determinação automática da visibilidade de pontos da superfície em relação a um ponto de referência. Ramos (2000) argumenta que a análise de intervisibilidade define quais os pixels que representam a zona visível, de acordo com uma imagem representativa do relevo (MDT, por exemplo), a partir de um pixel ou conjunto de *pixels* previamente definidos.

2.3. *Viewshed* (Bacia Visual, *Cuenca Visual*)

A palavra *viewshed* é utilizada para designar uma área de terra, de água ou de outro elemento do ambiente que é visível aos olhos humanos a partir de um determinado ponto de vista. É, portanto, uma região visível para um observador. Nos estudos que envolvem o uso de sistemas de informação geográfica, *viewshed* é a área visível a partir de uma localização específica baseada em valores de elevação de um modelo digital de terreno (MDT).

Softwares de SIG utilizam a expressão *viewshed* para a função que realiza a análise de visibilidade. No planeamento urbano, *viewshed* tende a ser uma área de especial valor histórico ou cénico, considerada digna de preservação e que deve ser protegida de alterações. Em geral, é um espaço facilmente visível a partir de áreas públicas, como estradas ou parques. A preservação da *viewshed* deve ser um dos objectivos no planeamento de espaços abertos, cinturões verdes, etc.

Outro termo empregado nos estudos de visibilidade é bacia visual, definida como a superfície a partir da qual um ponto ou conjunto de pontos é visível ou, de forma recíproca, é a superfície visível a partir de um ponto ou conjunto de pontos (Braziltour, 2009). Em espanhol utiliza-se o termo equivalente *cuenca visual* para análises do campo visual (Bolós, 1992). A bacia visual de um ponto se define como a zona que é visível desde esse ponto (Aguilo, 1981). Ampliando-se o conceito para um conjunto de pontos, pode-se dizer que a bacia visual é o território visto a partir desses pontos ou desde onde eles podem ser vistos.

2.4. Cálculo de *Viewshed*

A análise ou cálculo de *viewshed* é uma função comum à maioria dos softwares de SIG (ArcMap, Erdas Imagine, Idrisi, entre outros). É realizada sobre um MDT, utilizando o valor de elevação de cada pixel deste modelo para determinar a visibilidade entre os pontos de vista (previamente estabelecidos) e as demais posições no terreno. Além do MDT, são necessários para o cálculo os dados relacionados com a altura da vegetação e edifícios existentes na área de estudo (que em alguns casos funcionam como barreiras visuais) e a definição da altura de observação.

O algoritmo de *viewshed* calcula a diferença de elevação a partir de um pixel ponto de vista em relação aos demais *pixels*, gerando perfis entre as posições predefinidas e qualquer outro ponto do terreno. Para determinar a visibilidade a partir do ponto de vista estabelecido, cada pixel na linha de visada entre este ponto de vista e o limite de visão estabelecido é analisado. Verifica-se, então, se a linha que une os dois extremos do perfil (ponto de observação ou de vista e o ponto observado) corta alguma linha do perfil gerado. Se o perfil não for cortado, o ponto observado é visível em relação à posição analisada (ponto de vista). Em caso contrário, o ponto observado é marcado como não visível. Quando um pixel tem valor de elevação maior que o valor do ponto de vista, ele é bloqueado, ou seja, a partir dele não se tem visibilidade para os *pixels* seguintes na mesma linha de visada e, portanto, ficam fora da *viewshed* do ponto de vista (Felgueiras & Câmara, 2001; Kim *et. al.*, 2004). Na Figura 1 apresenta-se um esquema de como funciona o cálculo de *viewshed* extraída de Fonseca (2009).

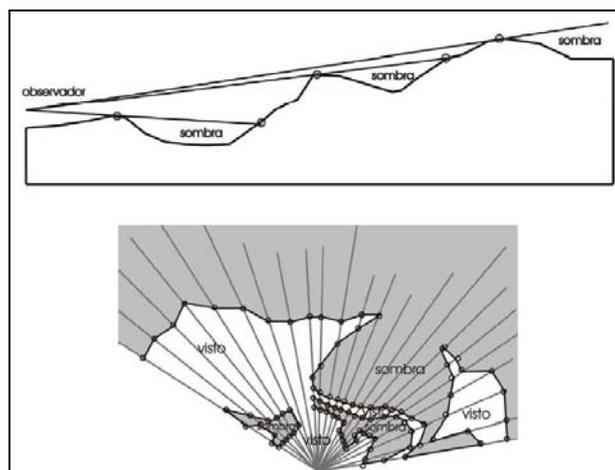


Figura 1 - Esquema do cálculo da visibilidade.

A imagem digital resultante do cálculo de *viewshed* é um sistema binário que indica a visibilidade a partir de um ponto de vista pré-determinado, numa área de interesse. Os pontos que não estão visíveis são apresentados com valor zero e os pontos visíveis a partir do ponto de observação são apresentados com o valor máximo permitido pela imagem. Ramos (2000) esclarece que é habitual atribuir também outro valor diferente aos *pixels* representativos das áreas a partir das quais se pretende analisar a visibilidade (os pontos de vista).

2.5. Algumas considerações sobre a visibilidade

Para Morláns (2009) a visibilidade tem a ver com a hora do dia, estação do ano, posição geográfica do observador, posição do observador em relação ao sol e com a intervisibilidade. A visibilidade é afectada, em todos os casos, pela presença de factores ambientais, tais como neblina, chuva e/ou tempestades de poeira, areia, neve, granizo, etc.

Catry *et al.* (2004), ao analisarem vários estudos sobre a temática da visibilidade, constataam que para que se possam determinar as áreas visíveis e não visíveis a partir de um ponto é necessário, em primeiro lugar, definir o alcance da visibilidade para cada zona. Ramos (2000) ressalta que, em relação às distâncias de visibilidade, para certos territórios, a forma particular de seu relevo implica uma total visibilidade a partir de áreas urbanas. É comum, então, limitar o raio de avaliação, para efeitos de determinação da visibilidade, podendo adoptar-se valores que vão das centenas de metros (para territórios de povoamento difuso) até alguns quilómetros. Davis *et al.* (1959) *apud* Catry *et al.* (2004) acrescentam que, apesar de a visibilidade não ser em regra igual em todas as direcções, na prática assume-se essa igualdade, fazendo-se o mapeamento num determinado raio, que geralmente corresponde à distância máxima de visibilidade, tendo como centro o ponto de observação. E afirmam ainda que os raios de visibilidade variam extraordinariamente em função das regiões e dos diversos factores a elas associados, tais como a transparência da atmosfera, contrastes e topografia, entre outros. Um factor muito importante é a influência da refacção, embora tal seja frequentemente ignorado para curtas distâncias.

Morláns (2009) alerta que em função da transparência da atmosfera e dos efeitos de refacção e da curvatura da Terra há um limite máximo (alcance visual) para além do qual não se pode ver. Conforme as características da área de estudo, podem ser definidas 3 classes de distância ou alcance visual: curta (de 0 a 1 km), média (entre 1 e 3 km) e longa (de 3 a 10 km). Com relação à altura de observação, enfatiza a necessidade de sua definição para o cálculo de *viewshed*. Em geral, é tomada uma altura de observação entre 1,60 ou 1,70 metros (altura média de um observador).

2.6. Aplicabilidades da análise de intervisibilidade

Para Magalhães *et. al.* (2008), grande parte dos problemas referentes à visibilidade no ambiente SIG envolve o cálculo de *viewshed* e, em geral, são problemas de optimização como o melhor posicionamento de recursos, a minimização de impactos visuais, planeamento de caminhos, entre outros. Simões (1993) afirma que a análise da intervisibilidade de pontos numa área é importante para propósitos militares, bem como para o planeamento de redes de comunicação e para auxiliar os projectos de locação de torres de linhas de transmissão.

Para Steinitz (1979), a medida da intervisibilidade é muito útil no estabelecimento das zonas de impactos visuais máximos ou mínimos e nos problemas de localização de actividades. Para o último caso, funciona de forma reversível, ao possibilitar a localização de actividades que se pretendam mais visíveis e ocultando, reciprocamente, nas zonas de menor visibilidade aquelas actividades necessárias para o desenvolvimento territorial, porém que não são desejadas visualmente.

A visibilidade em terrenos representados através de modelos digitais de terreno tem sido largamente estudada em muitas áreas distintas (Magalhães *et. al.*, 2008). Através do cálculo de *viewshed* pode-se estudar a localização de infra-estruturas (gasodutos, rodovias, linhas de transmissão, etc.) de forma a situá-las em locais onde não prejudiquem (ou onde menos prejudiquem) a paisagem natural. A análise de *viewshed* também pode ser empregada no estudo de impacto visual de edifícios, indústrias, barragens e outras grandes obras, na escolha da melhor localização para instalação de faróis, bandeiras, monumentos etc., na busca das melhores vistas para apreciação de aspectos cénicos de uma área, a partir de estradas e mirantes, e ainda na localização de torres de vigilância de incêndios, de forma a encontrar a melhor cobertura da área vigiada.

O conhecimento dos locais visíveis (ou dos não visíveis) pode afectar a tomada de decisão na implantação de projectos que causam impactos na paisagem. Por exemplo, no estudo da qualidade visual para a implantação de um aterro sanitário, pode-se determinar que o aterro não seja visível a partir do núcleo urbano e que só possa ser visto a partir de estradas secundárias ou, em outras palavras, pode-se determinar a área a partir de onde o aterro estará visível de forma a mantê-lo oculto.

3. CASO DE ESTUDO

3.1. O Concelho de Valença

O Concelho de Valença, localiza-se na região Norte de Portugal, sub-região Minho-Lima, no Distrito de Viana do Castelo e está subdividido em dezasseis freguesias. Sua população em 2007 era de 14.314 habitantes, distribuídos por uma área de 117, 43 Km² (INE, 2009). O território do concelho tem 13 Km de comprimento no sentido Leste/Oeste e 14 Km Norte/Sul, e as altitudes estão compreendidas entre os 6 e os 783 metros. Limita-se com os concelhos de Monção, Paredes de Coura e Vila de Cerveira, e com a Galiza, Espanha. Além do Rio Minho, outros cursos de água importantes do Concelho são os ribeiros da Furna e Mira e o rio Torto (Valença, 2009). Os acessos principais à Valença são: a auto-estrada A3, ligação com a cidade do Porto e Espanha; as estradas nacionais N13, N101 e N201; e o caminho-de-ferro que liga a cidade do Porto à Vigo, Espanha. As travessias para Espanha são feitas através da ponte da auto-estrada e da ponte rodoferroviária, histórica e de estrutura metálica, inaugurada em 1886.

Na região Sudeste do concelho está instalado parte do parque eólico do Alto Minho, que se estende pelos concelhos de Melgaço, Paredes de Coura e Monção. É considerado o maior da Europa, com 120 aerogeradores, 38 dos quais no subparque Picoto – São Silvestre, em Valença. Do património edificado de Valença, destaque-se sua praça-forte, construída em 1641 para protecção do território português. Tem 5 km de perímetro amuralhado e um interior repleto de monumentos bélicos e religiosos, sendo uma das principais fortificações militares europeias (Valença, 2009). Entre os pontos de interesse turístico, destacam-se os parques do Monte Faro e da Nossa Senhora da Cabeça e o Castelo Natural de Froiã. Em 2004, foi inaugurada a primeira ecopista de Portugal, aproveitando o troço da antiga linha do caminho-de-ferro entre Valença e Monção (Refer, 2009).

3.2. Metodologia

A metodologia empregada foi baseada nos trabalhos de Ramos (2000), Miller (2001), Gaspar e Fidalgo (2002), Catry *et. al.* (2004), Teixeira (2005), Franquesa e Asnar (2006), e Pinto *et. al.* (2009) que empregaram a análise de intervisibilidade com o propósito de contribuir para o planeamento do território em diversos temas.

Utilizou-se o software Idrisi, versão Andes (15.0), licenciado para o Laboratório de Planeamento Territorial do Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho. No Idrisi, a intervisibilidade é calculada através da função *viewshed* (menu *GIS Analysis – Context Operators*).

O modelo digital de terreno (MDT) empregado foi o do Projecto *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), obtido através de download do sítio electrónico do CGIAR-CSI (<http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>). De posse do arquivo digital, procedeu-se ao recorte da área de estudo e posterior alteração na resolução espacial original (90x90 m), através função *Expand* do Idrisi, obtendo uma resolução de 30x30 m.

Como um dos objectivos era estudar a visibilidade do parque eólico instalado em Valença, somou-se ao MDT o valor relativo à altura dos aerogeradores. Segundo a Enercon (2009), 110 metros é altura média do modelo de aerogerador implantado no Parque Eólico do Alto Minho. Sobre imagem de satélite da região disponível através do Google Earth foram encontrados e analisados apenas 7 dos 38 aerogeradores existentes no Concelho. Também foi acrescida ao MDT o valor relativo à altura média das muralhas da Praça Forte de Valença, 15 metros, conforme o Plano Director das Fortalezas Transfronteiriças do Vale do Minho (CICRA, 2009).

Foram utilizados vários elementos da paisagem de Valença como pontos de vista para análise da visibilidade do entorno: aerogeradores do parque eólico; aeroporto; áreas urbanas; auto-estrada; ecopista; estradas nacionais; ferrovia, ilhas do Rio Minho; miradouros Castelo do Froiã, Faro e Santa Ana; muralhas da Praça Forte; ponte rodoferroviária; rio Minho e rios interiores ao Concelho. Em função do espaço limitado, serão apresentados apenas os resultados da visibilidade a partir dos aerogeradores, da ecopista e das muralhas da Praça Forte.

Com base em estudos similares, procedeu-se uma estratificação dos raios de alcance empregados no cálculo de *viewshed*. Para cada elemento analisado como ponto de vista foram estipulados raios diferentes, conforme a Tabela 1. Os valores de raio empregado no cálculo foram baseados nos trabalhos Fisher (1996), Miller (2001), Gaspar e Fidalgo (2002), Catry *et. al.*, (2004), Soares (2006) e Franquesa e Aznar (2006). Para a altura de observação empregou-se o valor zero, ou seja, ao nível do chão e, em alguns casos, o valor 1,70 metros, considerado a altura média de um observador em pé (Mórlans, 2009). Importa referir que, neste caso, a diferenciação da altura de observação se faz apenas por razões formais e metodológicas, já

que, em termos do rigor, irreleva por ser uma ordem de grandeza inferior à precisão altimétrica do modelo digital do terreno.

Tabela 1 - Raios adoptados para cada ponto de vista.

Ponto de Vista	Raios (M)
Aerogeradores	5.000; 10.000; 15.000
Ecopista	200; 300; 400; 1.000 (para valores de altura 0 e 1,7)
Muralhas da Praça Forte	300; 1.000; 3.000; 5.000; 10.000

Para a elaboração dos mapas dos pontos de vista e dos mapas de resultados utilizou-se os softwares ArcMap e Idrisi e: a) Carta Militar de Portugal, na escala 1:50.000, do Instituto Geográfico do Exército, folhas Caminha e Valença, edição de 1993; b) arquivos digitais utilizados por Ramos (2000), em sua tese de doutoramento, gentilmente cedidos pelo autor; c) mapa de uso do solo do plano director de Valença, disponível no sítio electrónico da Câmara Municipal (<http://www.cm-valenca.pt>); d) Mapa rodoviário de Portugal Continental (Michelin, 2009).

Esta forma de analisar a intervisibilidade entre os pontos de vista e suas bacias visuais (definidas por cada um dos raios empregados) permite avaliar a distribuição espacial da visibilidade, mostrando quanto do território está visível a partir de cada ponto de vista. Terminadas as análises, com os resultados foram gerados mapas que mostram as áreas visíveis, as áreas não visíveis e as áreas ou pontos de vista.

4. RESULTADOS

4.1. Ponto de vista: ecopista

A visibilidade a partir do Ecopista, antigo traçado do caminho-de-ferro, pode ser conferida na Figura 2. Para o cálculo de viewshed considerou-se primeiro a altura de observação igual a zero (a) e depois igual a 1,70 metros (b). Os raios considerados em ambos os casos foram: 200, 300, 400 e 1.000 metros. A Figura 2 apresenta apenas o resultado para o raio igual a 1.000 metros.

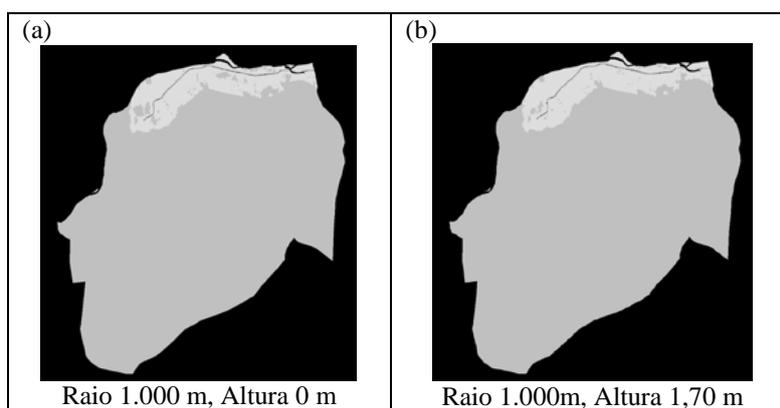


Figura 2 - Visibilidade a partir da Ecopista para os dois valores de raio e altura considerados no cálculo.

O percentual de área visível é diferente para os dois valores de altura de observação empregados no cálculo. No resultado percebe-se que o maior valor para a altura aumenta a

área de visibilidade a partir da ecopista. A comparação entre o percentual de área visível para cada raio utilizado no cálculo e para os dois valores de altura considerados é mostrada na Figura 3. Pode-se dizer que, para esse caso, levar em conta o factor altura resultou significativo.

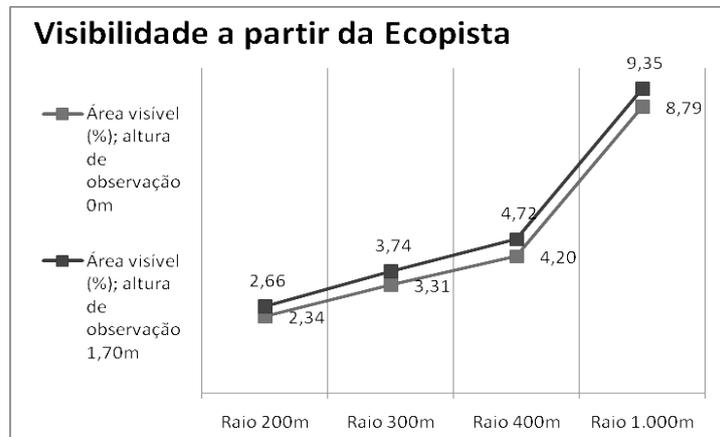


Figura 3 - Comparação entre os percentuais de área visível para os diferentes valores de raio e altura empregados no cálculo de *viewshed*.

No caso da Ecopista do Minho considerar a altura de observação igual a 1,70m parece ser o mais adequado, uma vez que esta via é utilizada para passeios e caminhadas, seja por peões ou ciclistas, e está inserida nos percursos turísticos como um dos trilhos da região. Se o raio de alcance for aumentado, também a área visível do concelho a partir da ecopista aumentará, pois seu traçado, antigo caminho-de-ferro, segue a margem do rio Minho por terrenos mais planos e permite avistar o relevo circundante mais acidentado.

4.2. Ponto de vista: muralhas da Praça Forte

A Figura 4 mostra a visibilidade do Concelho de Valença a partir das muralhas da Praça Forte da cidade para raio igual a 5.000 metros. No estudo considerou-se também os valores de raio: 300, 1.000, 3.000 e 10.000 metros. Desta maneira, verificou-se que o percentual de área visível aumentou consideravelmente com o incremento no valor do raio de alcance. Para o raio igual a 300 metros, o percentual de área visível do Concelho a partir das muralhas era de apenas 0,80%, enquanto para o raio de 10.000 metros o valor é de 45,84%.

No caso da Praça Forte de Valença, a visibilidade que se tem a partir do alto de suas muralhas se deve a sua localização privilegiada no alto de uma colina numa região praticamente plana. Essa localização estratégica permitia que da fortaleza se tivesse domínio dos arredores na época em que sua função era a protecção do território. Hoje, permite que seja um dos elementos melhor avistados no vale do rio Minho.

4.3. Ponto de vista: aerogeradores

No cálculo de *viewshed* tendo como ponto de vista o alto das torres de energia eólicas (110 metros), localizadas na região Sudeste do concelho foram empregados os valores de raios iguais a 5.000, 10.000 e 15.000 metros. A altura de observação empregada no cálculo foi igual a zero, uma vez que a altura dos aerogeradores já estava adicionada ao MDT.



Figura 4 - Área visível (cinza claro) do Concelho de Valença a partir da Praça-forte (cinza escuro).

Conforme o gráfico da Figura 5, a visibilidade dos aerogeradores para os raios de 10.000 e 15.000 metros é praticamente igual. Quase 73% da área do Concelho de Valença pode ser vista a partir do alto das torres dos aerogeradores. A alta visibilidade dos aerogeradores é função da altura das torres e da localização do parque eólico, na região das maiores altitudes do Concelho de Valença.

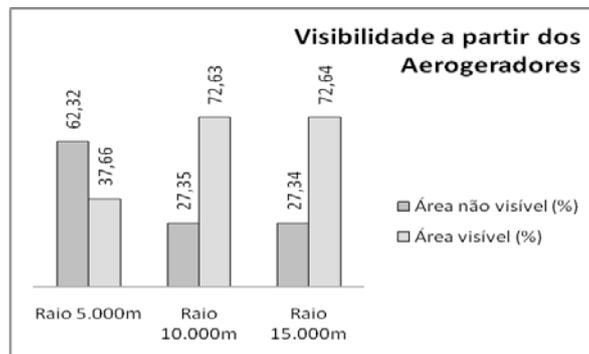


Figura 5 - Percentual de áreas visíveis e não visíveis a partir dos aerogeradores.

A Figura 6 mostra a representação tridimensional das áreas visíveis a partir dos aerogeradores. Estão representadas as torres eólicas, as principais vias, a Praça Forte de Valença e o aeroporto. O ângulo de direcção de vista empregado para a geração da representação ortogonal foi igual a 45°E e o ângulo vertical de observação empregado foi 45°. Pela figura pode-se verificar o impacto visual que os aerogeradores incutiram à paisagem da região de Valença. Mais de 60% da área do concelho está visível a partir dos aerogeradores, ou seja, as torres eólicas são intervisíveis de mais de 60% da área do Concelho.

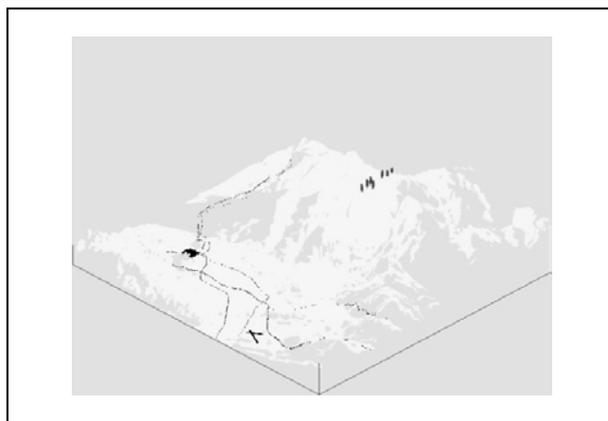


Figura 6 - Representação tridimensional da área visível (cinza claro) do Concelho de Valença a partir das torres dos aerogeradores (cinza escuro).

5. CONCLUSÕES

O relevo do Concelho de Valença - composto de planícies ao longo do curso do rio Minho e na porção Sudoeste do Concelho e mais acidentado, com montanhas e picos nas porções Sul, Centro e Oeste - permitiu a realização e vários testes sobre a visibilidade a partir de diversos elementos ponto de vista. Cada elemento empregado no cálculo de *viewshed* apresentou resultados que foram interpretados e analisados e podem servir de base para estudos que visem o planeamento territorial do concelho, levando-se em consideração a questão da visibilidade.

Nos resultados obtidos para o traçado da ecopista como ponto de observação pode-se avaliar o factor altura de observação na avaliação da visibilidade. Dado que essa via é utilizada para recreio e lazer, o estudo da sua bacia visual mostra-se interessante na escolha de locais para instalação de miradouros e serviços (casas de banho, por exemplo), buscando-se os melhores pontos para os primeiros e os menos visíveis para os segundos.

Do alto das muralhas da Praça-Forte de Valença, em tempos passados, a questão visual era primordial para a defesa do território. Na actualidade, a Praça-forte pode ser vista de vários pontos do concelho, constituindo-se, de forma recíproca, num excelente miradouro dos aspectos cénicos da região.

A questão dos aerogeradores talvez seja a que promova a maior polémica quando se trata de estudos dos impactos visuais (e ambientais), pois coloca em discussão, entre outros temas, a matriz energética e a protecção da paisagem. No caso de Valença, o parque eólico existente no concelho faz parte de um parque maior, instalado na região do Minho. As torres têm 110 metros de altura (em média) e foram instaladas nas áreas mais altas do relevo da região, o que as torna visíveis desde muitos quilómetros de distância. Ao passo que já fazem parte da paisagem, deveriam também ser aproveitadas como recursos cénicos e estar inseridas nos planos de ordenamento do turismo local.

De maneira geral, pode-se concluir que o caso de estudo de análise de intervisibilidade para o concelho de Valença resultou positivo e pode ser repetido para outras localidades. Ressalta-se a importância desse tipo de estudo no planeamento do território e da paisagem, de forma a prever, medir ou minimizar eventuais impactos causados por intervenções humanas.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Projecto ISAC, do Programa Erasmus.

REFERÊNCIAS

Aguilo, M., Metodología para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje. Tese de Doutoramento- Universidad Politécnica de Madrid, Madrid (1981).

Bolós, M., Manual de Ciencia del Paisaje: Teoría, métodos y aplicaciones. Barcelona: Masson. 273p (1992).

Braziltour, Sítio electrónico. Glossário de Turismo. Disponível em: http://www.braziltour.com/site/br/dados_fatos/conteudo/form_glossario.php (2009).

Catry, F., Almeida, R. Rego, F., Produção de Cartografia de Visibilidades para Portugal Continental: A Importância da sua Utilização na Vigilância Contra Incêndios Florestais. *Silva Lusitana* 12 (2): 227 – 241. Lisboa (2004).

CICRA - Centro de Investigação de Construção Rural e Ambiente da Escola Superior Gallaecia. Plano Director das Fortalezas Transfronteiriças do Vale do Minho (2009). Disponível em: <http://fortalezas.valedominho.pt/indice.html>, acedido a 24 de Outubro de 2009.

Enercon. Energia Eólica. Sítio electrónico. Disponível em: www.enercon.de/pt, acedido a 11 de Outubro de 2009 (2009).

Felgueiras, C., Câmara, G., Modelagem numérica de terreno. In: Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A. Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos: INPE. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>, acedido a 20 de Maio de 2009 (2001).

Fisher, P., Extending the applicability of viewsheds in the Landscape Planning. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Leicester, v. 11, n. 62, p.1297-1302 (1996).

Fonseca, E., Modelo Numérico de Terreno (Apresentação). Disponível em: <http://sites.google.com/site/geotecnologiasroger/pagina-2>, acedido a 23 de Junho de 2009 (2009).

Franquesa, V., Aznar, F., Utilización de un SIG y herramientas de analisis visual para la determinación del posible impacto ambiental debido a la implantacion de un parque eólico em la serra de L’Aulela, La Jonquera, Girona. XI Congresso de Métodos Cuantitativos, SIG e Teledetección–Murcia,Espanha (2006). Disponível em: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1203944>, acedido a 17 de Setembro de 2009.

Gaspar, J. Fidalgo, B., Evolução do Uso Solo e Avaliação do Valor Paisagístico e de Recreio na Área de Paisagem Protegida da Serra do Açor. *Silva Lusitania*, dez. 2002, vol.10, no.2, p.179-194 (2002).

INE. Instituto Nacional de Estatística. Sítio electrónico. Disponível em: <http://www.ine.pt>, acedido a 28 de Maio de 2009 (2009).

Kim, Y., Rana, S., & Wise, S. Exploring Multiple Viewshed Analysis Using Terrain features and Optimisation Techniques. *Computers and Geosciences*, 30(9), 1019, (2004).

Magalhães, S., Andrade, M., Magalhães, M., Um Algoritmo Eficiente para Cálculo de Viewshed em Memória Externa. *Revista Eletrônica de Iniciação Científica*. Ano VIII, N. III, Setembro. Disponível em: <http://www.sbc.org.br/index.php?language=1&subject=101&content=magazine&id=84&option=abstract&sid=280&aid=612>, acedido a 26 de Junho de 2009 (2008).

Miller, D., A method for estimating changes in the visibility of land cover. *Landscape and Urban Planning* 54 (2001) 93-106 (2001).

Morlans, C., El paisaje visual o paisaje percebido (II). Material Didáctico do Mestrado. Univ. Nac. Catamarca. Disponível em: ww.editorial.unca.edu.ar/.../pdf/005-elpaisajepersibido-2.pdf, acessido a 28 de Maio de 2009 (2009).

Pinto, L., Gaspar, J., Fidalgo, B., Pascoa, F., Planeamento e Gestão Participada da Paisagem. 5º Congresso Florestal Nacional. Viseu. Disponível em: www.esac.pt/cernas/T2-45.pdf, acessido a 28 de Maio de 2009 (2005).

Ramos, R., Localização Industrial: Um modelo espacial para o Noroeste de Portugal. 299 p. Tese (Doutorado) – Depto. Eng. Civil, Universidade do Minho, Braga (2000)..

Refer. Rede Ferroviária Nacional. Sítio electrónico. Disponível em: <http://www.refer.pt/>, acessido a 20 de Novembro de 2009 (2009).

Schwartz, W. Determinação de mapas de visibilidade em MTD. Disponível em: www.geodesia.ufsc.br, acessido a 20 de Junho de 2009.

Simões, M., Modeladores Digitais de Terreno em Sistemas de Informação Geográfica. Tese (Doutorado). 167p. COPPE/UFRJ (1993).

Steinitz, C., Simulating alternative policies for implementing the Massachusetts scenic and recreacional rivers act: the north river demonstration Project. *Landscape Planning*, n.6, p51-89 (1979).

Soares, T., Análise de Visibilidade aplicada na Rede Municipal de Informática. Estudo de Caso: Belo Horizonte. Monografia (Especialização). UFMG. Instituto de Geociências, Departamento de Cartografia, Belo Horizonte, Brasil, (2006).

Teixeira, I., Estudo da Paisagem da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, Brasil. Tese (Doutorado). UFSM, Pós-Graduação em Engenharia Florestal (2005).

Valença. Câmara Municipal (2009), Sítio electrónico. Disponível em: www.cm-valenca.pt/, acessido a 23 de Outubro de 2009.