

# 6ª Conferência Nacional de Avaliação de Impactes “Sociedade e Sustentabilidade”

Universidade de Évora - Colégio Espírito Santo  
Évora, 19 - 20 - 21 de maio de 2016

## ATAS DAS COMUNICAÇÕES

# CNAI'16

## Sociedade e Sustentabilidade



View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk

COBE

### ORGANIZAÇÃO



UNIVERSIDADE DE ÉVORA  
ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

#### Ficha Técnica

6ª Conferência Nacional de Avaliação de Impactes (CNAI'16) – “Sociedade e Sustentabilidade”

Autor: APAI - Associação Portuguesa de Avaliação de Impactes

Editor: APAI - Associação Portuguesa de Avaliação de Impactes

ISBN: 978-989-96971-3-3

Suporte: Eletrónico

Formato: PDF / PDF/A

Organização: APAI - Associação Portuguesa de Avaliação de Impactes | Universidade de Évora

## TEMA: CONHECIMENTO

### **Avaliação de Impactes num contexto de Sustentabilidade e de Resiliência**

Manuela Pires Rosa

Manuela Pires Rosa, Professora Coordenadora, Centro de Investigação sobre Espaço e Organizações, Universidade do Algarve, mmrosa@ualg.pt.

#### **Resumo**

No mundo ocidental, tem-se vindo a constatar que os efeitos sinérgicos do crescimento económico e tecnológico traduziram-se em importantes problemas ambientais, ecológicos e sociais, tanto à escala local, como regional e global. Esta perceção suscitou a emergência de novas perspetivas - como a da sustentabilidade e a da resiliência - que se traduzem em novas dinâmicas de modificação social e política que têm implicações substantivas e processuais nos processos de avaliação de impactes.

Simultaneamente, no domínio da ciência, estão a ocorrer profundas mudanças epistemológicas que requerem novas formas de pensar e novos valores que demandam abordagens holísticas e ecossistémicas e a aceitação da complexidade e da incerteza inerentes ao ecossistema humano integrado.

Em consequência os processos de avaliação de impactes requerem abordagens transdisciplinares que considerem de uma forma equitativa as componentes ecológicas e ambientais, sociais e económicas. Há que averiguar se ocorre uma efetiva conservação da integridade dos subsistemas ecológicos que são cruciais para a estabilidade do ecossistema global, se surgem problemas de degradação dos serviços ecossistémicos, diminuindo os benefícios para o ser humano, se são contabilizadas adequadamente as emissões de gases com efeito de estufa e outros poluentes, se são concretizadas análises de risco e se se perspetivam impactes de iniquidade e injustiça social e territorial, e impactes na identidade cultural. Em termos processuais, os decisores técnicos envolvidos deverão conjugar as suas posições e atender às das comunidades envolvidas, em processos de planeamento participado e de gestão adaptativa.

#### **1. INTRODUÇÃO**

Ao longo do século XX, no mundo ocidental, foi experimentado um crescimento económico e tecnológico baseado, fundamentalmente, num progresso material ilimitado que visava satisfazer plenamente as necessidades e a qualidade de vida do ser humano. Nesta fase expansionista, a avaliação de impactes constituiu um importante instrumento de planeamento territorial e de gestão ambiental ao influenciar nos processos de localização, produção, distribuição e consumo inerentes aos sistemas territoriais e societais.

No entanto, tem-se vindo a constatar que os efeitos sinérgicos e acumulativos da implementação deste desenvolvimento territorial traduziram-se em importantes problemas ambientais, sociais e económicos, tanto à escala local, como regional e global.

Efetivamente, os modelos de organização espacial e social de teor expansionista, a par com o crescimento populacional e o sequente aumento da utilização dos recursos, têm transformado a superfície da terra, alterado os ciclos biogeoquímicos e modificado a condição biológica dos ecossistemas, resultando em problemas ambientais e ecológicos, como as alterações climáticas e a perda da diversidade biológica (Vitousek *et al.*, 1997) que têm uma dimensão social relevante.

As atividades antrópicas desenvolvidas também estão a perturbar os serviços que os ecossistemas naturais prestam à sociedade em termos de fluxos de materiais, energia e informação.

Considerando a escala do ecossistema global pensa-se que se chegou a uma situação em que a sua capacidade de regeneração e assimilação está posta em causa (Goodland e Daly, 1996).

Em consequência, reconhece-se, atualmente, que a interdependência e interconetividade entre os subsistemas naturais e humanos está a levar à necessidade de atender à coevolução existente entre o Homem e o meio ambiente onde se integra. Tal requer mudanças profundas na gestão do território que atendam a abordagens inovadoras que enfatizem a estrutura integradora destes subsistemas e que considere as interações e realimentações que influenciam a dinâmica a longo prazo dos ecossistemas. Assim, passa a considerar-se um sistema de integração dos sistemas naturais e humanos, ou seja, o ecossistema humano integrado (Redman *et al.*, 2004).

Neste âmbito há que atender à imprevisibilidade e alto grau de incerteza associada às inter-relações, atividades e processos que se estabelecem continuamente entre os sistemas naturais e humanos, detentores, respetivamente, de padrões e processos ecológicos (produção primária, populações, matéria orgânica, nutrientes e distúrbios) e de padrões e processos sociais (demografia, tecnologia, economia, instituições, cultura e informação) que estão por sua vez sujeitos a condições externas políticas e económicas e a condições externas biogeofísicas.

Esta perceção está a levar à emergência de novos paradigmas epistemológicos, como a Complexidade, e de novas ciências, como a Sustentabilidade e a Resiliência, que estão a traduzir-se em novas dinâmicas de transformação política e cultural a que o processo de avaliação de impactes deverá atender.

Pretende-se com esta comunicação fornecer uma exploração conceptual dos conceitos de “transdisciplinaridade”, de “sustentabilidade” e de “resiliência” e estabelecer as decorrentes mudanças substantivas e processuais da avaliação de impactes.

## 2. EPISTEMOLOGIA DA COMPLEXIDADE

Existe uma enorme dificuldade em se estudar e gerir o ecossistema humano integrado segundo o paradigma cartesiano que fragmenta e separa as partes de um todo, questionando-se nestes domínios associados à imprevisibilidade e alto grau de incerteza, os seus fundamentos.

A reorientação do pensamento científico surge nas primeiras décadas do século XX com o desenvolvimento da teoria geral dos sistemas que promoveu a integração das várias ciências e facilitou as relações entre os especialistas, determinando uma perspectiva de mudança da visão disciplinar e reducionista para a multi e interdisciplinar. Com a sistémica surge o holismo que procura a integração das partes e da totalidade e determina que o todo se encontra em todas as partes.

Nas últimas décadas do século XX, na sequência da evolução das ciências naturais, físicas, humanas e sociais (que demonstram a existência de vários níveis de realidade e a dificuldade em separar fatos e valores) e perante a perceção da existência de sistemas complexos adaptativos, da indeterminação e a incerteza de certos fenómenos, do comportamento emergente de muitos sistemas, da complexidade das redes, da teoria do caos, do comportamento dos sistemas distanciados do equilíbrio termodinâmico e das suas faculdades de autoorganização, surgiu um movimento científico liderado por Edgar Morin, Ilya Prigogine, Isabel Stengers, entre outros, que defendem a “epistemologia da complexidade” como um novo ramo da filosofia da ciência, que tem vindo a ser progressivamente assimilado pela sociedade, tanto em domínios tecnológicos como filosóficos.

Neste contexto científico mais amplo, Silvio Funtowicz e Jerome Ravetz defendem a emergência da ciência pós-normal, advogando que um novo método científico, nem livre de

valores nem neutro do ponto de vista da ética, deve ser desenvolvido perante um contexto de complexidade, valores em disputa, fatos incertos, grandes decisões em jogo (em termos de custos, benefícios, interesses e compromissos) e da necessidade de tomar decisões. Esta não poderá mais ser delegada somente a comunidades isoladas de especialistas, deverá ser renovada e enriquecida com o diálogo de todas as pessoas afetadas pelas questões em causa, formando o que chamaram de "comunidades extendidas de pares"(extended peer communities) (Funtowicz e Ravetz, 1991). Esta comunidade é necessária para a transmissão de aptidões e para enfrentar os problemas ambientais, devendo encontrar-se acordos perante a pluralidade de perspectivas legítimas sobre as questões ambientais. Requerem novas formas adaptativas de planeamento e gestão do território e do ambiente.

Por sua vez, o físico teórico Fritjof Capra defende que este paradigma emergente requer uma visão de mundo holística, que concebe o mundo como um todo integrado e não como uma coleção de partes dissociadas, e requer um pensamento holístico, ecológico e sistémico (Capra, 1996). Defende que há soluções para os principais problemas que ocorrem na cultura industrial ocidental, mas requerem uma mudança radical nas perceções, no pensamento e nos valores: da autoassertiva para a integrativa. Ambas tendências são aspetos essenciais de todos os sistemas vivos, nenhuma delas é, intrinsecamente, boa ou má, o que é saudável é um equilíbrio dinâmico. Acontece que tem-se vindo a enfatizar em excesso as tendências autoassertivas e negligenciam-se as integrativas. As primeiras estão associadas ao pensamento racional, reducionista, linear que privilegia a análise e a valores de expansão, competição, quantidade e autoridade. Por sua vez, o pensamento integrativo dá ênfase ao intuitivo, à síntese, ao holístico e não-linearidade, e os valores associados focalizam-se na conservação, cooperação, qualidade e parceria.

Estas novas abordagens apontam a transdisciplinaridade como um novo modo de produção de conhecimento que permite a compreensão dos padrões de comportamento complexo do ecossistema humano e a gestão deste. A transdisciplinaridade considera sistemas de múltiplos níveis de realidade, objetivos e perspectivas, necessita de um raciocínio dialógico e recursivo, que articula, vai do todo às partes e das partes ao todo, e só poderá ser desencadeada com a conectividade dos diferentes campos de saberes. Nela ocorre um único domínio linguístico e a aceitação de múltiplas perspectivas, o que constitui um grande desafio para a ciência do século XXI e consequentemente para o processo de avaliação de impactes.

### 3. SUSTENTABILIDADE

Desde a década de 70 do séc. XIX têm-se desenvolvido “visões do mundo” diferenciadas, que vão desde o apoio a um processo de crescimento guiado pelo mercado e pela tecnologia, passam por uma postura que apoia a gestão da conservação de recursos e do crescimento, e chegam a posturas ecoconservacionistas que recusam explicitamente o crescimento económico.

Perante perspectivas de desenvolvimento tão extremas, surge o desenvolvimento sustentável como uma alternativa ideológica que recebe os influxos das outras correntes mas que tenta evitar os seus excessos, pretendendo encontrar uma harmonia entre o desenvolvimento económico e a conservação dos recursos naturais.

O termo “sustentabilidade” traduz a qualidade de manutenção de algo que pode continuar por tempo indefinido, como por exemplo, as espécies biológicas, os ecossistemas e o ambiente físico. Exprime uma habilidade ligada ao equilíbrio dinâmico e à interdependência entre os ecossistemas naturais e os humanos levando à sua manutenção temporal. Consequentemente trata-se de um conceito dinâmico e evolutivo que incorpora uma multiplicidade de dimensões sistémicas: ecológica, ambiental, social e cultural, económica, territorial, institucional, política e governamental e individual (Rosa, 2013).

A dimensão ecológica da sustentabilidade tem como objetivo manter o potencial natural da Terra e da biosfera representado pelo *stock* de recursos naturais, atmosfera e hidrosfera, ecossistemas e espécies. Os ecossistemas deverão manter-se saudáveis, preservando a sua

“integridade ecológica”, ou seja, a capacidade de manutenção da estrutura e função das comunidades. Consequentemente, resulta fundamental manter a biodiversidade para garantir a integridade, resistência e flexibilidade ecológicas, bem como, os sistemas e funções de suporte de vida, e os sistemas de manutenção dos ciclos biogeoquímicos. Neste processo afigura-se imprescindível a estabilidade climática (Goodland e Daly, 1996).

Face às perturbações induzidas pelas atividades humanas, há que respeitar os limites da capacidade de carga dos ecossistemas naturais e a integridade ecológica do sistema global.

Esta dimensão ecológica está intrinsecamente relacionada com a dimensão ambiental que visa gerir os recursos naturais de forma a satisfazer três condições básicas genéricas propostas por Herman Daly (1990):

- as taxas de uso dos recursos renováveis não excederem as taxas de regeneração;
- as taxas de uso dos recursos não renováveis não excederem a taxa em que é feita a sua substituição por recursos renováveis e
- as taxas de emissão de poluentes não excederem a capacidade de assimilação do ambiente.

Há que conservar e melhorar a base dos recursos naturais e a estabilidade das paisagens, manter e melhorar os solos e os recursos hídricos, proteger a atmosfera nas escalas regional e mundial, manter e melhorar a qualidade do meio ambiente local, reduzir a dependência dos recursos não renováveis, como é o caso das energias fósseis.

Neste contexto é fundamental atender-se aos serviços dos ecossistemas. Estes serviços traduzem-se em benefícios que as pessoas e organizações recebem dos ecossistemas e constituem determinantes e constituintes do bem-estar, por exemplo, incluem materiais básicos para uma vida boa, liberdade e escolha, saúde, boas relações sociais e segurança (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Encontram-se subdivididos em quatro grupos:

- Serviços de suporte – correspondem aos serviços dos ecossistemas que são necessários para a produção de todos os outros serviços dos ecossistemas; por ex. a fotossíntese, a produção de oxigénio, a formação de solo, os ciclos dos nutrientes (carbono, fósforo, azoto), o ciclo da água e a provisão de habitats.
- Serviços de produção – de alimentos e de materiais, como a madeira e a água.
- Serviços de regulação – os benefícios obtidos da regulação dos processos dos ecossistemas; por ex. a regulação do clima, o controlo de cheias, a recarga de aquíferos, a manutenção da qualidade da água.
- Serviços culturais – benefícios em termos de recreio, estética e de âmbito espiritual.

Nos últimos 50 anos registam-se tendências de grande degradação por parte de muitos destes serviços dos ecossistemas, pelo que num contexto de sustentabilidade, há necessidade de conservar e/ou reabilitar os serviços dos ecossistemas.

A sustentabilidade económica tem como objeto o potencial de produção das sociedades que inclui o *stock* de produção, distribuição e transações do mercado. Pretende manter-se os fluxos regulares de investimentos privados e públicos (promotores da estabilidade) e mudança de padrões de produção que conduza a uma gestão mais eficiente dos recursos produtivos. Os sistemas de produção devem aperfeiçoar-se com tecnologias e processos que conduzam a uma mais eficiente e menor utilização dos recursos naturais e que produzam menos resíduos.

Para atender às necessidades básicas de todos os cidadãos, há que alienar a pobreza, incentiva-se a um aumento “razoável” do crescimento económico (sobretudo nas regiões mais empobrecidas) e a uma distribuição dos custos e benefícios mais equitativa.

Também a dimensão social da sustentabilidade dá ênfase ao conceito de “equidade” entendido de uma maneira mais ampla, que vai para além da repartição equitativa da riqueza (Serageldin, 1993). Está associado aos princípios inerentes aos direitos humanos, a valores de justiça e

solidariedade, à eliminação da discriminação, à igualdade de oportunidades de acesso a bens e serviços, ao acesso e gestão da informação, ao desenvolvimento de capacidades locais através do princípio de subsidiariedade, à liderança partilhada e à participação de diferentes grupos na tomada de decisões, incluindo as minorias.

Entende-se então a necessidade de se ter uma sociedade com um tecido social informado, dinâmico e participativo capaz de acordar um desenvolvimento sustentável em função do seu ambiente, das tecnologias de que dispõe, dos seus valores, culturas e aspirações.

Com a sustentabilidade cultural pretende-se o respeito pelas diferentes culturas e as suas contribuições para a construção de modelos de desenvolvimento apropriados às características das comunidades e dos ecossistemas que a integram. Firma-se no respeito pelas raízes endógenas das comunidades, pela afirmação do local, do regional e do nacional, a par com a globalização.

Estes aspetos endógenos e culturais que potenciam os recursos locais e melhoram a autossuficiência, fazem emergir a dimensão territorial da sustentabilidade, que tem como objeto o potencial do território, que constitui um sistema de apoio de todas as atividades. Com a coesão territorial procura-se uma maior equidade nas relações inter-regionais através de novos modelos territoriais detentores de uma configuração rural-urbana mais equilibrada e uma melhor distribuição territorial dos aglomerados humanos e das atividades económicas (Sachs, 1994).

A sustentabilidade institucional, política e governamental tem como objeto o potencial organizacional necessário para o conhecimento, desempenho, administração e gestão do governo e das administrações, sendo essencial para a gestão efetiva dos recursos naturais, artificiais e humanos para benefício do sistema total. Esta trilogia está relacionada com a construção de um processo de promoção de qualidade de vida (que garante a segurança de todos os cidadãos e salvaguardem os riscos e os cuidados de saúde) e de uma democracia participativa. Em todo o processo de partilha de responsabilidades, requerem-se igualmente mudanças profundas nos padrões de consumo dos cidadãos, bem como a sua participação na vida das comunidades e na tomada de decisão.

Concluiu-se que a sustentabilidade é a relação entre os sistemas económicos humanos dinâmicos e os sistemas ecológicos, também dinâmicos, mas que normalmente mudam a um ritmo mais lento, na qual: a) a vida humana possa continuar indefinidamente; b) individualidades humanas possam prosperar; c) as culturas humanas possam desenvolver-se; mas na qual: d) os efeitos das atividades humanas permaneçam dentro de certos limites de forma a não destruírem a diversidade, complexidade e funções do sistema ecológico que serve de suporte à vida (Costanza, 1997).

Decorrente da sua crescente importância, no início do séc. XXI emergiu como uma nova área científica, constituindo a Ciência da Sustentabilidade. No entanto, ocorrem novos desenvolvimentos substantivos nestes domínios. A tomada de consciência do carácter sobretudo antropocêntrico do desenvolvimento sustentável, e da coevolução existente entre os sistemas humanos e os naturais, levaram o meio académico a defender que a perspetiva da “sustentabilidade” foi ultrapassada, na década de 90 do século XX, pela da “resiliência” que determina a importância da mudança como um meio de sobrevivência perante situações de adversidade e que reclama a atenção pela complexidade e diversidade do ecossistema humano integrado (Leeuw e Aschan-Leygonie, 2000).

#### 4. RESILIÊNCIA

A “resiliência” tem vindo a ser considerada como uma perspetiva ou como uma maneira de pensar para analisar sistemas socio-ecológicos interligados e para lidar com os processos sociais, tais como a aprendizagem social, a liderança e a governança adaptativa (Folke, 2006).

Décadas atrás, o conceito de "resiliência" foi usado em ecologia por Holling (1973) que o definiu como uma medida da persistência dos ecossistemas e da sua capacidade de absorver mudanças e perturbações e ainda manter as mesmas estruturas populacionais ou variáveis de estado. Os ecossistemas têm capacidade de reorganizar-se, ou seja, movem-se de um domínio estável para outro. Esta dinâmica ecológica, enquanto atributo, é traduzida pela resiliência e está associada a uma capacidade de aprender, auto-organizar-se, e evoluir com a mudança.

De acordo com Walker *et al.* (2004) a resiliência é a capacidade de um sistema para absorver perturbações e organizar-se enquanto passa pelas mudanças, mantendo, mesmo assim, a mesma função, estrutura, identidade, e feedbacks.

Na ciência ecológica, a resiliência detém três características: (1) capacidade de absorver perturbações – um sistema pode sofrer mudanças mas mantém a mesma estrutura e processos; (2) capacidade de auto-organização - o sistema é capaz de se autorregular; e (3) capacidade de aprendizagem e adaptação - o sistema expressa capacidade de aprendizagem e adaptação (Folke, 2006). Esta interpretação da resiliência centra-se na robustez dos sistemas em resistir a perturbações, mantendo as suas funções.

O meio académico tem vindo a assumir que a resiliência não é uma característica exclusiva dos ecossistemas naturais, também é aplicada a sistemas artificiais, como é o caso dos sistemas económicos, sociais e socio-ecológicos. A resiliência socio-ecológica é a capacidade de um sistema socio-ecológico em absorver distúrbios recorrentes de forma a manter as suas estruturas essenciais, processos e feedbacks (Adger *et al.*, 2005). Remete para processos de reorganização dentro dos sistemas, associados a atributos de transformabilidade, aprendizagem e inovação.

Alguns dos conceitos inerentes à resiliência ecológica estão sendo usados para analisar e gerir os sistemas socio-ecológicos, tais como resiliência, adaptabilidade, transformabilidade, flexibilidade, diversidade, robustez, redundância, descentralização, etc. Estes atributos influenciam as suas capacidades de adaptação e beneficiam da mudança num processo dinâmico de estabilidade.

A adaptabilidade é a capacidade dos atores de um sistema de influenciar a resiliência. No caso dos sistemas socio-ecológicos, corresponde à capacidade coletiva das comunidades humanas, onde os indivíduos e os grupos agem coletivamente para gerir o sistema (Walker *et al.*, 2004). Expressa a capacidade de encontrar novos níveis de equilíbrio para mudanças de longo prazo no meio ambiente.

A capacidade de adaptação (ou flexibilidade) é um aspeto da resiliência que reflete a inovação, a aprendizagem e a capacidade de experimentar e adotar soluções múltiplas e inovadoras e desenvolver respostas generalizadas a uma ampla gama de mudanças.

Transformabilidade é a capacidade de criar um novo sistema quando as estruturas ecológicas, económicas ou sociais tornam o atual sistema insustentável (Walker *et al.*, 2004). Alguns académicos têm reconhecido que a diversidade de elementos constituintes de um sistema está relacionada com a sua estabilidade. Uma diminuição na diversidade reduz a possibilidade do sistema em reagir a circunstâncias imprevistas, por conseguinte, considera-se que a diversidade é muito importante para manter a resiliência.

Robustez é a capacidade de sistemas ou dos seus elementos para suportar um determinado nível de tensão ou exigência sem sofrer degradação ou perda de função (Bruneau *et al.*, 2003), isto é, ocorre a preservação de características particulares apesar de ocorrer incerteza em componentes ou no ambiente. Assim, um sistema é robusto quando continua a funcionar enquanto ocorrem perturbações, sem ocorrerem mudanças fundamentais no sistema original.

A redundância está relacionada com a medida em que existem sistemas ou elementos que são substituíveis, de modo que são capazes de satisfazer os requisitos funcionais, em caso de rutura, degradação ou perda de funcionalidade (Bruneau *et al.*, 2003). É um atributo associado a sistemas descentralizados, caracterizado pela redução de exposição e vulnerabilidade durante os desastres, proporcionando robustez.

## 5. MUDANÇAS SUBSTANTIVAS E PROCESSUAIS NA AVALIAÇÃO DE IMPACTE

A Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) de um projeto em desenvolvimento corresponde a um processo de identificação, previsão, avaliação e mitigação dos efeitos relevantes biofísicos, sociais e outros (IAIA/IEA, 1999). Pretende-se com este processo:

- Assegurar que o ambiente é explicitamente considerado e incorporado no processo de decisão sobre propostas de desenvolvimento;
- Antecipar e evitar, minimizar ou compensar os efeitos adversos significativos - biofísicos, sociais e outros relevantes - de propostas de desenvolvimento;
- Proteger a produtividade e a capacidade dos sistemas naturais e dos processos ecológicos que mantêm as suas funções; e
- Promover um desenvolvimento que seja sustentável e que optimize o uso dos recursos e as oportunidades de gestão (IAIA/IEA, 1999: 2).

Os aspetos biofísicos e sociais foram destacados desde a emergência da AIA pois Munn (1975) a define como uma atividade designada para identificar e prever o impacte no ambiente biogeofísico e na saúde e bem-estar do homem, provocado por propostas legislativas, políticas, programas, projetos e procedimentos operacionais, e para interpretar e comunicar a informação sobre os impactes.

No âmbito do processo de AIA é encomendada a uma equipa pluridisciplinar a realização de um Estudo de Impacte Ambiental, onde se apresenta num relatório a descrição do projeto e das ações associadas, a situação de referência, a identificação, previsão e avaliação dos impactes, a apresentação das medidas mitigadoras e compensatórias dos impactes negativos, a elaboração de uma análise de riscos, a análise comparativa de diferentes alternativas (incluindo a opção de não fazer nada) e a clarificação das lacunas de conhecimento. Este estudo é apreciado por uma comissão técnica de acompanhamento que deverá também atender à opinião do público. O parecer final constitui a declaração de impacte ambiental que, em termos institucionais, é geralmente apresentada formalmente pela tutela governamental do ambiente à entidade responsável pelo licenciamento do projeto.

Não obstante, nas últimas décadas, ter ocorrido uma crescente qualidade dos EIA ainda subsistem muitas críticas substantivas e processuais à avaliação de impactes.

Efetivamente, na prática, a ênfase na AIA tem sido dada aos aspetos biogeofísicos e somente a alguns de âmbito social, focalizados, sobretudo, nos benefícios para a economia do território. A avaliação dos múltiplos impactes tem sido segregada, dando-se importância aos impactes diretos, e não tanto aos efeitos sistémicos, indiretos e cumulativos. Muitas vezes não ocorre a consideração adequada de alternativas, em termos de localização, tecnológicas e temporais, o que permitiria examinar as melhores combinações de custos ambientais e benefícios. Também não se tem posto em causa a necessidade do projeto, não se valorizando a alternativa zero. A análise de risco não tem sido desenvolvida de uma forma consistente com a atual sociedade dos riscos e as alterações climáticas.

Os processos de participação pública têm sido, sobretudo, focalizados em instituições públicas e/ou privadas, quando se deviam promover, de uma forma sistemática, a participação do cidadão comum no processo de tomada de decisão. Com a participação do cidadão pretende-se a identificação de problemas, necessidades e valores importantes, a geração de ideias e a solução de problemas, a reação às propostas, a avaliação de alternativas e uma resolução consensual de conflitos. Com esta participação social procurava-se garantir a escolha da melhor realização de interesse coletivo. As perspetivas institucionais tendem a ser tecnocráticas e não põem em causa a necessidade do próprio projeto de desenvolvimento.

Com o pensamento complexo, há que contextualizar, de globalizar, e ao mesmo tempo, ser capaz de reconhecer o singular e o individual (Morin e Le Moigne, 2000). A inerente abordagem transdisciplinar focaliza-se nas interações de sistemas vivos e complexos.

Nos EIA a análise sistémica é fundamental pois a situação de referência não traduz um estado fixo de um sistema, mas um estado dinâmico, em que ocorre mudança, que envolve renovação e destruição de componentes do sistema, adaptação às mudanças ao seu ambiente, coevolução.

Tradicionalmente tem-se dado ênfase à sustentabilidade do sistema humano e, pontualmente, à sustentabilidade do sistema ecológico. Com o paradigma da complexidade deve atender-se à sustentabilidade de todo o sistema socio-ecológico, e avaliar as interligações existentes entre a sociedade (que tradicionalmente constituía um subsistema) e a natureza (que também constituía outro subsistema), ou seja, avaliar este sistema integrado como um todo. Neste processo os impactes sociais incluem tudo o que é humano (económico, social, demográfico, cultural, etc.).

Esta abordagem transdisciplinar focaliza-se também na construção social das decisões e ações. Todas as formas de conhecimento são igualmente válidas e assume-se que o conhecimento é construído socialmente, há aceitação das múltiplas perspetivas dos atores sociais (através de processos de participação pública) e acreditam-se em múltiplas realidades (cada indivíduo interpreta a sua diferentemente). Procuram-se construir várias soluções satisfatórias através da apresentação de alternativas e tenta-se chegar à harmonização de vários objetivos (ex. desenvolvimento. económico, social e ambiental).

Em consequência, a abordagem transdisciplinar aplicada ao processo de AIA requer um enfoque ecossistémico (integrado, que considera os ecossistemas como um todo, detém uma visão de longo prazo, inclui as pessoas, e mantém o potencial produtivo das unidades) e um enfoque participativo, adaptativo e progressivo que valoriza a experimentação e a aprendizagem social.

Estas abordagens associadas aos novos paradigmas epistemológicos também estão a ser consideradas no contexto da sustentabilidade e da resiliência que demandam um ambiente biofísico e humano mais sustentável e uma distribuição mais equitativa dos benefícios.

A avaliação ambiental antecipou-se às perspetivas de desenvolvimento da sustentabilidade e da resiliência, não estando estes conceitos automaticamente incluídos nos objetivos daquela. No entanto, o potencial da avaliação ambiental enquanto instrumento da sustentabilidade já foi reconhecido há muito tempo.

De acordo com Sadler (1999) a mudança para a sustentabilidade implica passar da minimização dos impactes para a gestão dos ecossistemas, do controlo do desenvolvimento de cada projeto e local específico para a manutenção ecológica dos recursos e do capital natural. Refere que os princípios orientadores para essa transição são:

- A manutenção da biodiversidade para garantir a integridade, resistência e flexibilidade ecológicas;
- O consumo dos recursos renováveis de acordo com as suas taxas de regeneração;
- A regularização das emissões de resíduos em função das capacidades de assimilação do ar e dos recursos hídricos;
- A reabilitação e restauração da produtividade dos sistemas degradados; e
- Sempre que possível, a promoção da sua conversão natural a fim de melhorar a produção primária líquida.

Todos estes princípios se conjugam para realçar o interesse do capital natural e não a sua destruição incremental que pode levar a situações de irreversibilidade.

Esta ênfase na manutenção da integridade ecológica dos territórios é consensual com os objetivos de manutenção ou recuperação dos serviços ecossistémicos que prestam benefícios ao ser humano.

Os serviços ecossistêmicos podem ser afetados pela intervenção humana que perturba as suas funções e processos. A identificação e quantificação do valor dos serviços ecossistêmicos presentes no território deverá ser outra importante inovação na avaliação de impactes. Há que analisar se os projetos de desenvolvimento contribuem para a degradação daqueles. Esta valoração é essencial para os serviços de regulação tais como a regulação do clima (pois podem influenciar a temperatura local e regional, a precipitação e outros processos climáticos), a regulação dos fluxos hidráulicos (recarga do lençol freático e descarga), a retenção de água, a purificação de água e o tratamento resíduos (remoção do excesso de nutrientes e outros poluentes), a regulação de erosão (retenção de solos e sedimentos) e a regulação dos riscos naturais (controle de inundações e proteção contra tempestades). Em caso de se perspetivar degradação irreversível de serviços ecossistêmicos, prever a não ação (Projeto zero) e/ou a implementação de capital natural adicional que contribuam para a sua preservação, conservação, recuperação e uso sustentável.

No domínio da sustentabilidade ambiental e da resiliência, a AIA desempenha um papel fundamental na contabilização dos gases com efeito de estufa associados ao projeto em desenvolvimento. As evidências científicas de uma provável ligação entre as alterações climáticas e a atividade humana fornecem um grande desafio para a avaliação de impactes.

A adaptação às mudanças climáticas é um desafio importante. O clima global está a mudar de maneira que afeta os sistemas socio-ecológicos, com as temperaturas mais elevadas, os padrões de pluviosidade alterados, e eventos extremos mais frequentes e intensos, tais como ondas de calor, secas e tempestades. Estes eventos são suscetíveis de aumentar a vulnerabilidade dos territórios a perigos e riscos.

Os previsíveis impactes das alterações climáticas devem ser integrados na gestão de riscos e no planeamento dos usos do solo e de infraestruturas. Os elementos do risco são: o perigo/evento, a vulnerabilidade dos sistemas socio-ecológicos e o nível de exposição das comunidades humanas e ecológicas.

Devemos dar mais ênfase à análise de medidas de mitigação e de adaptação às alterações climáticas nos processos de avaliação de impactes ambientais e sociais.

As medidas de mitigação contribuem para a redução das emissões de gases com efeito de estufa, possibilitando que ocorra um abrandamento do ritmo das alterações climáticas e podem potenciar a remoção desses gases da atmosfera, através de sumidouros de carbono e/ou a consideração de infraestruturas verdes e azuis que contribuem para a remoção do carbono. Há que verificar se os projetos em desenvolvimento, que estão a ser alvo da avaliação de impactes ambientais, contribuem efetivamente para uma redução das emissões de gases com efeito de estufa.

As medidas de adaptação contribuem para a redução da vulnerabilidade dos territórios e o nível de exposição das comunidades ecológicas e/ou humanas. Há que analisar se os projetos em desenvolvimento, que estão a ser alvo de avaliação de impactes ambientais, induzem a mudanças de usos do solo perturbando os serviços ecossistêmicos presentes no território. Há que averiguar se os projetos de realização de obras de construção integram construções com *design* resiliente a desastres e se as construções estão implantadas em zonas de risco.

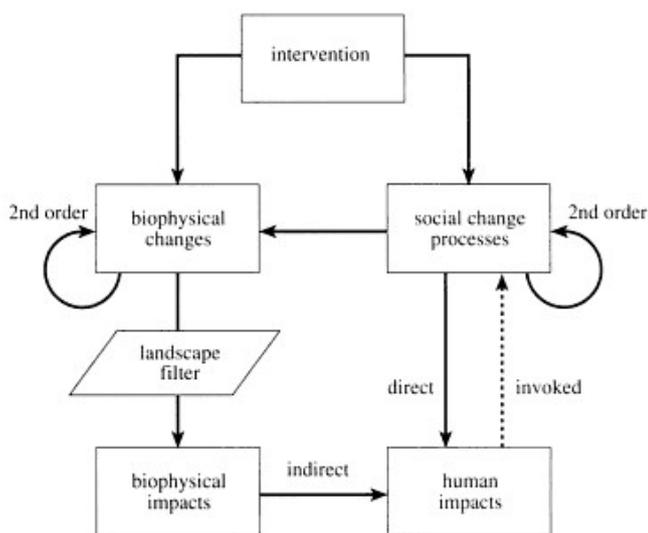
A perceção dos impactes das alterações climáticas no ecossistema integrado humano reforça a importância de se atender a abordagens ecossistêmicas na AIA.

O problema da consideração como um todo do sistema socio-ecológico prende-se com a complexidade inerente aos próprios sistemas naturais e sociais e nas suas inter-relações. Os impactes da atividade humana sobre o ambiente e as comunidades humanas são geralmente difíceis de prever e de expressar em modelos de causa-efeito devido às múltiplas interações.

De acordo com Slootweg *et al.* (2001) ocorrem diferentes relações entre impacte biofísico ou ambiental e impacte social. Uma atividade pode gerar mudanças biofísicas e sociais que podem gerar, de forma direta, impactes sociais. As mudanças biofísicas podem, indiretamente, gerar impactes sociais (Figura 1). Estes impactes sociais são entendidos numa perspetiva alargada, incluindo todas as consequências sociais e culturais provocadas nas populações e que alteram os

modos de vida destas. Os impactos sociais constituem as alterações nos modos como as pessoas vivem, trabalham, se relacionam e organizam, e os impactos culturais remetem para as mudanças nas normas, valores e crenças (Burdge e Vanclay, 1995).

**Figura 1. Modelo conceptual para a integração da avaliação de impactes ambientais e sociais**



Fonte: Slootweg *et al.* (2001)

Para a avaliação de impactes sociais os métodos de identificação não se podem reduzir à listas de verificação (checklists) realizadas por especialistas na área, a participação e envolvimento do público são necessários para a compreensão dos mecanismos complexos que causam os impactos, especialmente os impactos secundários e reações em cadeia (Vanclay, 2002).

A sustentabilidade social promove princípios de equidade intra e intergeracionais. Há que identificar todos os grupos ou indivíduos afetados pelo projeto, e avaliar adequadamente os impactes sociais que vão neles incidir ou nas gerações futuras. Os processos de participação pública devem incluir os grupos minoritários e a informação estar disponível a todos.

Na atualidade (e no futuro) a equidade entre as pessoas deve ser atendida, pelo que a distribuição dos custos e benefícios em termos sociais, económicos e territoriais é fundamental para o equilíbrio da sociedade.

Neste âmbito as medidas de compensação são, cada vez mais, consideradas imprescindíveis tanto no âmbito ecológico (p. ex. investir em biótopos de substituição) como social (p. ex. formas de compensação financeira ou a construção de infraestruturas para as comunidades lesadas), devendo-se promover uma participação pública conveniente para o sucesso da implementação destas medidas.

No âmbito da AIA também se deve dar mais ênfase à incorporação da análise de risco dos desastres tecnológicos e naturais e averiguar se o *design* das construções propostas em projetos de desenvolvimento é resiliente.

È fundamental a consideração de diferentes alternativas para se reduzir efetivamente a vulnerabilidade e o grau de exposição humana e social a riscos, bem como dos ecossistemas. Assim, pode contribuir para salvar vidas e propriedades em situações de desastres ou emergências, bem como proteger bens comunitários e herança cultural. Os processos de participação pública podem desencadear o desenvolvimento de plataformas locais e o aumento de capacidade institucional que contribuem para a construção da resiliência.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A exploração conceptual da sustentabilidade reclama a atenção pela complexidade do ecossistema humano integrado e pelo funcionamento deste, pelo que a AIA passa a ser mais ampla e integradora, ao atender à integridade ecológica do território e à equidade social. Em consequência a avaliação de impactes passa a ser muito problemática tecnicamente porque são muitas as variáveis implicadas, não existindo, ainda, um conhecimento completo de como as atividades interatuam com cada uma das componentes. A incerteza dificulta a incorporação das questões ambientais e sociais no processo de tomada de decisão, já que ocorrem situações em que os decisores têm de tomar decisões sem ter uma informação ou compreensão completas.

Em termos processuais, os técnicos de avaliação de impactes deverão ajustar-se ao atual processo de mudança, devendo necessariamente de conjugar a sua atividade com a de outros especialistas, num trabalho de equipa, de discussão, de consenso entre cientistas, técnicos e comunidades, em processos de planeamento participado e de gestão adaptativa.

A exploração conceptual da resiliência demanda uma análise de riscos tecnológicos e naturais na avaliação de impacte ambiental, reforça a relevância dos descritores alusivos aos usos do solo e à segurança e a participação da participação pública.

Presentemente é necessário deter uma abordagem holística e ecossistémica e uma atitude transdisciplinar de respeito pela diversidade de perspetivas sociais, que requer um novo olhar sobre a realidade e o conhecimento, fundeado por um conjunto de valores integrados como a ética, a equidade e a solidariedade.

### Referências Bibliográficas

- Adger, W., Hughes, T., Folke, C., Carpenter, S. and Rockström, J. (2005). Social-ecological resilience to coastal disasters. *Science*. 309: 1036-1039.
- Bruneau, M., Chang, S., Eguchi, R., Lee, G., O'Rourke, T., Reinhorn, A. *et al.* (2003). A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities. *Earthquake Spectra*. 19: 733-752.
- Burdge, R. and Vanclay, F. (1995): Social Impact Assessment. In Vanclay F. and Bronstein D. (Eds.). Environmental and Social Impact Assessment. United Kingdom, Wiley, p. 31-65.
- Capra, F. (1996): The Web of Life, Anchor Books, Double Day Dell Publishing Co., New York.
- Costanza, R. (1997): La economía ecológica de la sostenibilidad. Invertir en capital natural, in R. Goodland, H. Daly, S. El Serafy, e B. Von Droste, (ed.), Medio ambiente y desarrollo sostenible - Más allá del informe Brundtland, (Madrid: Editorial Trotta, pp. 103-114.
- Daly, H. (1990): Commentary: Toward some operational principles of sustainable development, *Ecological Economics*, 2, pp. 1-6.
- Folke, C. (2006): Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological system analyses. *Global Environmental Change*. 16(3): 253-267.
- Funtowicz, S.O. and J. R. Ravetz. (1991): "A New Scientific Methodology for Global Environmental Issues" in *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability*, ed. Robert Costanza. New York: Columbia University Press, pp 137-152.
- Goodland, R. and H. Daly (1996): Environmental sustainability: universal and non-negotiable, *Ecological Applications*, (6), pp. 1002-1017.
- Holling, C. (1973): Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 4: 1-24.
- IAIA/IEA (1999): Princípios da melhor prática em avaliação do impacto ambiental, versão portuguesa, International Association for Impact Assessment and Institute of Environmental Assessment.

- Leeuw S. and C. Aschan-Leygonie (2000): A long-term perspective on resilience in socio-natural systems, workshop System shocks – system resilience Abisko, Sweden, 22-26 may 2000.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005): Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis, Island Press, Washington, DC.
- Morin, E. e Le Moigne, J.L. (2000): A Inteligência da Complexidade. São Paulo: Petrópolis.
- Munn, R.E (Ed.) (1975): Environmental Impact Assessment:Principles and Procedures, SCOPE Report 5, Toronto.
- Redman, C.L.; Grove, M.J. and L.H. Kuby (2004): "Integrating social science into the long-term ecological research (lter) network: social dimensions of ecological change and ecological dimensions of social change" in *Ecosystems*, Volume 7, Issue 2, pp 161-171.
- Rosa, M. P. (2013): “Implications of Complexity and Sustainability in Civil Engineering” in International Review of Civil Engineering, Praise Worthy Prize, Italy, January 2013, Vol. 4 n.1.
- Sachs, I. (1994): Estratégias de transição para o século XXI. Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável, São Paulo, Ed. Brasiliense.
- Sadler, B. (1999): A framework for environmental, sustainability assessment and assurance. In: Petts J, (ed). Handbook of environmental impact assessment, vol. 1. Oxford: Blackwell, p. 12–31.
- Serageldin, I. (1993): Making development sustainable, *Finance & Dev.*, 30, pp. 6-10.
- Slootweg, R., Vanclay, F. & van Schooten, M. (2001): “Function evaluation as a framework for the integration of social and environmental impact assessment”, *Impact Assessment & Project Appraisal* 19(1), 19-28.
- Vanclay, F. (2002): Conceptualising Social Impacts, *Environmental Impact Assessment Review*, 22, pp. 183-211.
- Vitousek, P. M. Mooney, H. A. Lubchenco, J. and J. M. Melillo (1997): Human domination of earth’s ecosystems, *Science*, (277), pp. 494-499, July 1997.
- Walker, B., Holling, C., Carpenter, S. and Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecology and Society*. 9(2): 5. Accessed in 2<sup>nd</sup> January 2016, on the Web site of Ecology and Society: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/>.

## TEMA: ENERGIA

### **Impacto ambiental associado à utilização intensiva de algumas energias renováveis-Pequeno contributo**

Maria Rosa Alves Duque

Maria Rosa Alves Duque - Universidade de Évora, ECT, Departamento de Física, [mrada@uevora.pt](mailto:mrada@uevora.pt)

#### **Resumo**

A utilização de energia hídrica, obtida em grandes barragens, é uma prática muito antiga em Portugal. Nos últimos anos o seu número tem aumentado, existindo ou estando em fase de conclusão, 57 grandes barragens , no Alentejo.

Os problemas associados a este tipo de barragens são conhecidos. Iremos falar de dois, extremamente importantes, na região referida. Esses problemas são ou estão relacionados com a eutrofização das barragens, que pode impedir a utilização da água, principalmente a utilizada para abastecer a população e fins agrícolas ou industriais. O outro problema é o da produção de metano e dióxido de carbono e sua emissão para a atmosfera. Os dois efeitos referidos poderão ter efeitos significativos em termos de poluição e possível desertificação das regiões, facto que, na maioria dos casos, se pretende evitar com a realização das barragens.

O outro problema focado diz respeito à construção de grandes centrais solares fotovoltaicas, para produção de eletricidade destinada a exportação. Os problemas focados mostram que existem vários tipos de problemas associados a estas centrais, que nunca são mencionados. A experiência com outras centrais já existentes mostra que os ganhos para as populações da região são relativamente baixos, podendo os custos ser muito elevados (terra inutilizada, água necessária, lixo que atualmente não são reciclados e ausência de locais onde poderão ser depositados com segurança, poluição, segurança da central e linhas de transmissão). No caso referido verifica-se ainda que não foram construídas as linhas de transmissão, necessárias para a eletricidade ser exportada.

O trabalho termina com uma série de procedimentos que consideramos ser necessários, relativamente aos dois casos mencionados.

## **1.Introdução**

Com o anúncio da possível extinção das fontes tradicionais de energia (carvão, petróleo) e a constatação do grau de poluição do planeta, tem-se verificado um aumento da exploração das chamadas energias renováveis, principalmente na produção de eletricidade. Portugal não foi exceção ao que acabamos de referir. A utilização da energia hídrica, obtida em grandes barragens, é uma prática muito antiga, em Portugal. Nas últimas décadas de anos, o seu número tem aumentado, existindo ou estando em fase de conclusão, 57 barragens no Alentejo. O estudo do impacto associado a este tipo de barragens é prática corrente no nosso país, no entanto, existem problemas relacionados com a produção de metano e a eutrofização das barragens, que deveriam ser considerados.

Um outro tipo de energia muito utilizada é a energia solar, existindo grandes centrais fotovoltaicas em funcionamento e prevendo-se a construção de novas centrais, com uma potência total de 1300 MW, em Portugal. Em Évora, Ourique, Alcoutim e Nisa, já foi anunciada a construção de novas centrais, com uma potência total de 155 MW. O motivo para a construção destas centrais reside no facto de o Sul de Portugal ser uma região com níveis de insolação elevados e com pouca nebulosidade. A eletricidade produzida destinar-se-á a exportação para Espanha e, possivelmente, para França. As razões evocadas são económicas e ambientais. Quando se propõe um projeto deste tipo aparece sempre o número de toneladas de dióxido de carbono que não serão lançadas para a atmosfera. Esse valor é calculado com base na quantidade de carvão que seria necessário queimar para produzir a eletricidade referida, numa central térmica convencional. Na realidade existem problemas associados a este tipo de grandes centrais, que importa considerar no estudo do impacto a elas associado.

## **2.Produção de eletricidade em Portugal**

De acordo com dados publicados pela EDP, a eletricidade consumida em Portugal, no ano de 2014, foi obtida a partir de fontes renováveis (76,52%), carvão e gás natural (8,63%) e outras fontes (14,85%). Nas outras fontes está incluída a nuclear (2,44%) que é completamente produzida em Espanha. De acordo com a DGEG, 62,7 % da energia produzida em Portugal, no ano referido, teve origem em fontes renováveis. Para além destas fontes, devemos considerar ainda, o gás natural (10,5%) e o carvão (22,2 %). Portugal planeia (REN,2013) encerrar as suas centrais a carvão (Sines em 2017 e Pego em 2022) com uma capacidade total de 1756 MW. Em 2016, deverão começar a funcionar duas novas centrais em Sines (2x444MW) e Lavos (2x439

MW) que funcionarão com turbinas a gás e que substituirão as centrais a carvão. Depois destas centrais estarem a funcionar a nova potência instalada será 1766 MW (10MW acima da das centrais a carvão). A produção de eletricidade em barragens também sofrerá alteração estando previsto o início do funcionamento de três novas centrais hidráulicas com uma capacidade total de 1184 MW e em 2017 entrarão em funcionamento seis novas centrais, com uma capacidade total de 1837 MW. Em 2022 está prevista a inauguração de três novas centrais elétricas com uma capacidade total de 1100 MW. Isto significa que a capacidade hídrica, instalada em Portugal, sofrerá um aumento de 4131 MW, até 2022. Um número significativo das novas centrais hidráulicas estarão equipadas com sistemas de bombagem que permitirão reutilizar a água, depois de passar pelas turbinas.

Nos finais de 2014, a capacidade total associada a centrais solares fotovoltaicas era 418 MW (DGEG,2015). A construção das novas centrais em Évora, Ourique, Alcoutim e Nisa, fez subir este valor para 573 MW. De acordo com o estudo mencionado anteriormente (REN,2013), a capacidade instalada de energia solar seria de 285 MW em 2014, 465 MW em 2018 e 599 MW em 2023.

Na figura 1 mostra-se um gráfico com a previsão do aumento das necessidades energéticas em Portugal, para o período entre 2013 e 2023 (REN, 2013).

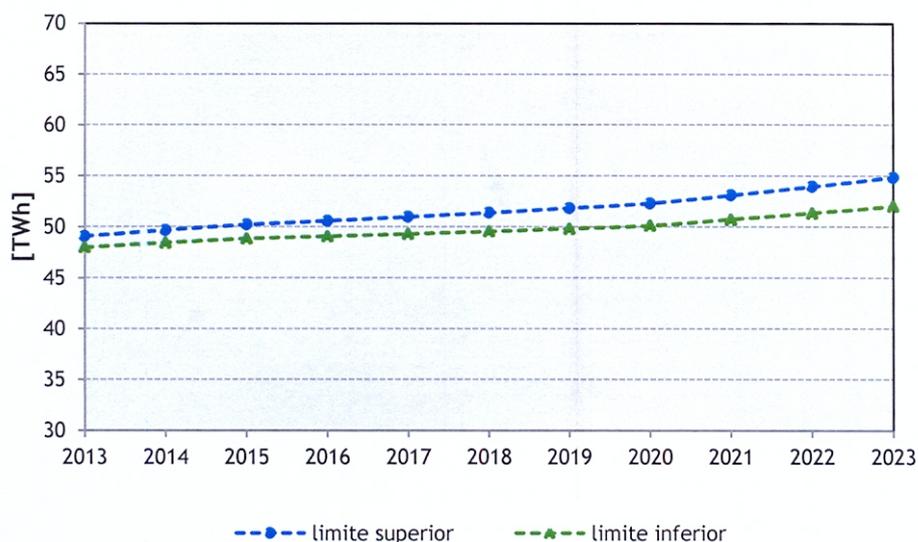


Figura 1. Previsão das necessidades energéticas de Portugal, entre 2014 e 2023.

### 3. Grandes barragens

O termo “grandes barragens” é utilizado para caracterizar as barragens com profundidades superiores a 15 m. Os problemas associados a este tipo de barragens são bem conhecidos e os estudos do impactos a elas associados, são feitos em Portugal. Iremos falar de um problema, que, infelizmente se tem vindo a constatar ser extremamente importante no Alentejo. Devido ao clima da região, com temperaturas relativamente elevadas e chuva fraca, durante a Primavera e Verão, juntamente com o facto de vários tipos de esgotos serem lançadas nos diversos cursos de água pertencentes às bacias hidrográficas onde são construídas as barragens, foram detetados problemas de eutrofização, em algumas delas. Basicamente o que se passa é que, devido ao excesso de nutrientes e ao facto de a radiação solar (abundante na região) poder penetrar nas camadas superiores de água das barragens, desenvolve-se flora abundante e nutrientes propícios ao desenvolvimento da fauna na barragem. O excesso de flora acaba por impedir o acesso da radiação solar às zonas abaixo da superfície, deixando de se verificar a produção de oxigénio nessas regiões e continuando a verificar-se a produção de dióxido de carbono. Como consequência deste facto verifica-se a intoxicação e morte da matéria viva existente e subsequente decomposição. A manifestação mais visível deste fenómeno consiste no

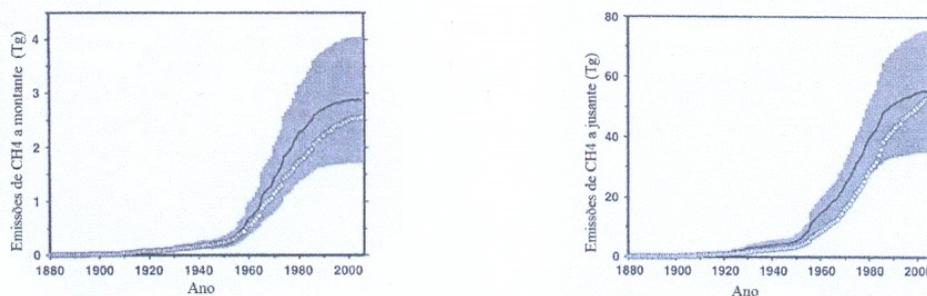
aparecimento de peixes mortos à superfície. A análise química de amostras destas águas revela a existência de substâncias tóxicas, perigosas para a saúde humana, e a água fica imprópria para consumo. Infelizmente, na zona sul do país, no Verão verifica-se um abaixamento do nível de águas nas barragens, um aumento da temperatura da água e uma quantidade de horas de insolação elevada. Todos os fatores descritos contribuem para a eutrofização das barragens.

A matéria orgânica (vegetação e material proveniente dos esgotos) acumulada no fundo das barragens, ao sofrer decomposição liberta dióxido de carbono e metano. No caso das grandes barragens, com profundidades relativamente elevadas e, por vezes, com problemas de eutrofização, o fundo das barragens será um local extremamente pobre em oxigénio, e a decomposição será anaeróbica, formando-se essencialmente metano. O metano é um gás de efeito de estufa, 30 vezes mais potente que o dióxido de carbono, em termos de efeito de estufa. Devemos referir que o conteúdo de matéria vegetal em decomposição no fundo da barragem será mais elevado se o leito da albufeira não tiver sido limpo, antes do enchimento da barragem. Não são conhecidas, até ao momento, medições do conteúdo deste gás, emitido pelas barragens portuguesas. O estudo publicado com níveis mais elevados de produção dos gases referidos, foi obtido na barragem Balbina, localizada no Brasil (Kemenes et al, 2011) em que os conteúdos de CO<sub>2</sub> e Metano emitidos pelo reservatório são aproximadamente 50% das emissões de CO<sub>2</sub> emitidas pela queima de combustíveis fósseis na cidade de São Paulo. Os estudos feitos para obtenção do metano produzido pelas barragens, a nível mundial, não estão atualizados, devido ao número elevado de grandes barragens que têm sido construídas nos últimos anos. Os gráficos da figura 2 mostram as quantidades de metano emitidas a montante e a jusante das grandes barragens (Lima et al, 2008), desde 1880 até 2005.

Figura 2. Quantidade de metano emitido pelas grandes barragens a nível mundial

Como se pode ver as emissões a jusante têm um valor mais elevado, e cerca de 51% dos valores apresentados correspondem à libertação de gases que ocorrem à saída da turbina. A quantidade restante é perdida, por difusão, no rio a jusante da barragem. A soma dos dados obtidos conduz um valor global de  $104,3 \pm 7,214$  Tg de CH<sub>4</sub>, que representa cerca de 30 a 31% das fontes de metano antropogénico (Wuebbles e Hayhoe, 2002), o que faz com que as fontes de metano antropogénico contribuam com cerca de 450 Tg de CH<sub>4</sub>. Os dados utilizados neste trabalho referem-se a 2003.

Se considerarmos as barragens existentes no Sul de Portugal constatamos que algumas sofrem problemas de eutrofização no final da Primavera. Considerando como exemplo a barragem do Alqueva (considerada o maior lago artificial da Europa Ocidental) constatamos que para além de produzir eletricidade (520 MW de potência instalada) a albufeira deverá fornecer água a 110 mil hectares de regadio e abastecer de água cerca de 300 mil habitantes dos distritos de Beja e Évora, estando previstas ligações a várias albufeiras (Monte Novo, Alvito, Enxoé, Roxo,



Brinches, Amoreira e Serpa). Das povoações envolvidas destacamos Évora, Reguengos de Monsaraz, Mourão, Alvito, Cuba, Vidigueira, Portel, Viana do Alentejo, Serpa e Mértola. Algumas destas povoações estão a receber, parcialmente, água de Albufeiras com problemas de eutrofização. Pelo exposto torna-se imperativo saber o que está a acontecer na barragem do Alqueva. O primeiro ponto que importa salientar é que o fundo da barragem (leito do rio) não

foi limpo antes do enchimento da Albufeira, existindo, portanto, quantidade significativa de matéria passível de decomposição. Devido à profundidade da barragem, a quantidade de oxigénio nas partes mais profundas será relativamente baixa. Para além das análises feitas à água da barragem seria importante saber o que se passa em termos de emissões de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>, a montante e a jusante da barragem e também o conteúdo dos gases libertados junto das turbinas. As previsões relativas a implementação de postos de trabalho e fixação de pessoas junto da barragem não se concretizaram, estando as populações próximas da barragem com taxas elevadas de desemprego. A eutrofização da barragem do Alqueva e impossibilidade de fornecer água para fins agrícolas e de abastecimento de populações seria, certamente, algo que ninguém deseja par ao Alentejo.

#### **4. Grandes centrais fotovoltaicas para produção de eletricidade**

As primeiras centrais fotovoltaicas eram centrais de pequenas dimensões, destinadas geralmente para fornecer eletricidade a regiões de difícil acesso e / ou longe de grandes aglomerados populacionais. Os problemas associados a poluição do planeta e os custos associados à aquisição destes equipamentos e custo da energia disponibilizada, foram motivo para a utilização destes sistemas em meio urbano. O problema de que iremos falar refere-se à construção de grandes centrais, fora dos meios urbanos, com a finalidade de obter eletricidade destinada principalmente a exportação. Uma das vantagens das centrais de pequena escala é a inexistência de rede de transmissão a grandes distâncias e conversão de potencial necessária. Estes factos fazem com que a eletricidade disponibilizada por estas centrais seja mais barata que a transportada a grandes distâncias. O número relativamente elevado de horas de Sol que se verifica no sul de Portugal (Alentejo e Algarve) e a nebulosidade reduzida, permitem, geralmente, o armazenamento de energia para ser usada durante a noite.

##### **4.1 Problemas associados a construção de grandes centrais**

As novas centrais fotovoltaicas planeadas para o Sul de Portugal irão produzir eletricidade para exportação. Isto significa que a vantagem de utilização da eletricidade perto da central deixa de existir, sendo necessária a existência de linhas de transmissão a grandes distâncias e a gestão efetiva do sistema de transmissão de modo a minimizar os efeitos da introdução de grandes quantidades de energia em intervalos de tempo variáveis e difíceis de prevêr. Apesar de estar planeada uma linha de transmissão de 400 kV, ligando o Algarve à Andaluzia, verifica-se que a parte portuguesa foi construída mas a espanhola não foi, não se conhecendo a data de finalização. A capacidade de exportação desta linha é limitada, sendo necessário adaptar a rede nacional até à fronteira. Segundo dados da REN (Ren, 2013) não está prevista a construção da linha Ferreira do Alentejo – Ourique – Tavira, que deveria transportar a eletricidade do Alentejo para posterior introdução na linha de transmissão internacional, até ao ano de 2023, não se sabendo quando e se será construída.

##### **4.1.1 Terra utilizada**

A área de terreno necessária para este tipo de centrais refere-se à central propriamente dita e à área que deverá ficar disponível para as linhas de transmissão. Este tipo de necessidade deve ser convenientemente estudado de modo a não haver problemas durante a fase de realização dos trabalhos. As linhas de transmissão deverão atravessar terrenos de diferentes proprietários, fato que pode originar diversos tipos de problemas. Não sendo conhecida exatamente a área a ocupar com as novas centrais fotovoltaicas no Alentejo, poderemos utilizar dados obtidos com as centrais fotovoltaicas montadas na região, antes de 2014, 4,49 ha / MW ( Duque, 2015). Considerando uma capacidade instalada de 1300 MW será necessária uma área de 5837 ha. Para

uma capacidade de 2000 MW será necessária uma área de 9000 há. Na realidade, teremos que acrescentar a esta área, a que está associada às linhas de transmissão. Esta terra poderia ser utilizada para fins agrícolas ou de criação de gado. Até agora temos conhecimento de uma central em Coruche que foi montada no local de uma antiga fábrica, e uma central em Évora, montada num aterro municipal. Os trabalhos de manutenção das centrais solares incluem a tarefa de não permitir que cresça vegetação nos terrenos da central. Existem modos diversos de conseguir esse objetivo mas, muitos deles, impedem a utilização da terra para os fins referidos, depois da central deixar de funcionar, contribuindo para a desertificação da região.

#### 4.1.2. Criação de emprego

Um dos argumentos utilizados para a montagem destas centrais na região, com uma taxa de desemprego relativamente elevada, é a possível criação de postos de trabalho. Na prática verifica-se que os diferentes módulos que constituem a central são, em geral, importados, e quando chegam ao local da nova central só necessitam de ser colocados no local apropriado. Os técnicos que fazem esse tipo de serviços pertencem a companhias internacionais e deixam a região, depois de a estação estar montada. A experiência obtida com as centrais mais antigas mostra-nos que o número de pessoal necessário para manter a central em funcionamento é muito pequeno ( a central da Amareleja, com uma potência de 46 MW emprega apenas 15 pessoas. Um número considerável desses trabalhadores são técnicos altamente qualificados, provenientes de fora da região). A montagem e funcionamento da central tem um impacto muito reduzido na empregabilidade dos habitantes da região.

Neste momento, a empresa Jinko Solar tem uma fábrica de painéis solares em Moura, pretendendo fornecer o mercado europeu a partir de Moura. A empresa emprega 115 pessoas, tendo feito a promessa de poder vir a empregar 150. Quando a central da Amareleja começou a funcionar, era suposto ser criado um pólo tecnológico em Moura, ligada a “tecnologias limpas”. Tal não se verificou, sendo Moura um concelho com taxa de desemprego elevada.

#### 4.1.3. Custos

As centrais fotovoltaicas são formadas por módulos. O custo por watt de um painel solar é o mesmo numa central de 10 kW ou numa central de 50 MW. No caso das grandes centrais será necessário considerar os custos de manutenção e de segurança, que irão aumentar os custos de produção.

Quando se consideram os custos de uma central solar fotovoltaica teremos que considerar o preço dos módulos, dos inversores, estações de transformação, centro de controle e subestação central. Por vezes, como na central da Amareleja, os módulos seguem o percurso do Sol para otimizar a captura de energia. A energia é capturada pelos módulos que fornecem corrente elétrica contínua, que é convertida em corrente alterna, pelos inversores. Nas estações transformadoras, a tensão de 0,22 kV é transformada em 20 kV. Na subestação central a tensão de 20 kV é transformada em 60 kV, de modo a poder ser introduzida na rede nacional. Se a eletricidade for destinada a exportação a tensão deverá aumentar para 400 kV. O preço de todos estes elementos deverá ser incorporado no custo da central.

Em geral, as centrais solares fotovoltaicas são conjuntos de centrais de 500 kW, porque a capacidade dos inversores está limitada a 500 kW.

Os problemas de segurança devem ser encarados com muito cuidado. De um modo especial, se a eletricidade se destina a exportação, uma falha em qualquer parte da central pode originar falha em grande parte do sistema. Há alguns anos, uma parte considerável do Sul de Portugal (incluindo parte da cidade de Lisboa) ficou sem eletricidade durante vários dias porque a produção de eletricidade estava centralizada num único lugar, tendo ocorrido uma falha de

segurança. A explicação dada à população foi que o problema tinha sido causado pelo voo acidental de uma ave. No caso que referimos a segurança deverá ser estendida às linhas de transmissão em Portugal e as que farão a ligação Portugal- Espanha.

#### **4.1.4. Água necessária**

Se não considerarmos os gastos de água exigidos pela manufaturação ( vamos considerar que as centrais são importadas) teremos que considerar a água necessária para a limpeza dos painéis durante a montagem e, posteriormente , quando a central estiver em funcionamento. O volume de água necessário nos trabalhos de montagem pode ser calculado com alguma facilidade, mas o cálculo da água necessária para a central funcionar pode variar de acordo com o clima e os ventos da região e também com o tipo de solo. Projetos com uma capacidade de 230 a 550 MW podem necessitar de cerca de 1,5 bilhões de litros de água par a limpeza durante a montagem da central mais 26 milhões de litros por ano para limpeza dos painéis, durante o seu funcionamento. Estamos a falar de uma instalação de 1300 MW, numa região onde existem problemas relacionados com a existência de água disponível para o fim indicado. Na rubrica custos deve ser adicionada uma nova parcela correspondente ao transporte e fornecimento de água para o fim indicado.

#### **4.1.5 Energia necessária e emissão de gases de efeito de estufa**

A energia solar pode ser obtida utilizando diferentes tecnologias, mas as células utilizadas nas centrais produtoras de eletricidade são obtidas a partir de sílica (quartzo) que é refinada para se obter o silício. Esta refinação é feita em fornos gigantes, para os quais se utilizam quantidades elevadas de energia. Na China (o país que é o maior produtor de células de silício) estes fornos trabalham com carvão. Na realidade a produção de células e de painéis fotovoltaicos utiliza quantidades elevadas de energia, em diferentes fases do processo. A quantidade de gases de efeito de estufa emitidos, varia de acordo com o local onde se encontram as fábricas e com o tipo de célula produzida. Na China ( o maior produtor a nível mundial) a quantidade de gases de efeito de estufa emitidos, por kWh de energia produzida, pode ser superior a 70 g de CO<sub>2</sub>. A estes valores vai ser necessário somar os gases de efeito de estufa emitidos durante o transporte até ao local onde será montada a central e os emitidos depois da central deixar de funcionar, quando for desmantelada, e transportado o material para o local onde será armazenado, e também a libertação de gases emitidos durante a montagem e desmontagem da central, e durante o seu período de funcionamento.

Em climas quentes, a temperatura dentro das cabines dos inversores, pode subir apreciavelmente, diminuindo o rendimento do equipamento. Nestes casos, é necessária a utilização de um sistema de ar condicionado, sendo necessária energia para o seu funcionamento.

#### **4.1.6 Tempo de vida das centrais e seu desmantelamento**

As centrais solares têm um tempo de vida que pode variar entre 20 e 25 anos. A primeira questão que se coloca é como substituir a central existente. Atendendo a que a área ocupada pelas centrais é relativamente elevada, coloca-se o problema da sua substituição. A constatação de que o solo, depois de retirada a central, não estará em condições de ser utilizado para pastoreio ou agricultura vem colocar o problema, já existente, da desertificação da região.

O desmantelamento de uma central solar envolve quantidades significativas de lixo sólido e industrial. Muito deste lixo sólido poderia ser reutilizado, sendo o restante enviado para locais

autorizados de deposição. A reciclagem é muito importante pois os painéis solares utilizam, para além das células fotovoltaicas, materiais raros ou preciosos como, por exemplo, a prata. Não se conhecem presentemente empresas que façam a reciclagem de painéis fotovoltaicos, no entanto nos EUA já existem empresas recolhendo painéis solares, de centrais de pequenas dimensões, fazendo o seu armazenamento, com a finalidade de os reciclar, quando a quantidade de material envolvido for suficiente para o trabalho ser rentável.

Utilizando como referência o dado- 1 MWp originará 75 toneladas de lixo (Kari Larsen, 2009), poderemos prever um valor de 7492,5 toneladas de lixo no final de vida das grandes centrais fotovoltaicas do Alentejo, construídas antes de 2013 ( capacidade total instalada 99,9 MW).

## 5. Conclusões

Como conclusão, poderemos dizer que, no caso das grandes barragens, os trabalhos de impactos associados à construção deverão incluir resultados de estudos relacionados com a possível eutrofização da barragem e o intervalo de tempo necessário para isso se verificar. A quantidade de pessoas vivendo na região abastecida pela barragem e a área de terra para agricultura / pastoreio, darão conta do impacto associado a este evento.

No caso das grandes barragens deverão ser feitos estudos/ medições que forneçam informação relativa a emissões de gases de efeito de estufa (dióxido de carbono e metano ) a montante e a jusante da barragem. As medições referidas deverão continuar a ser feitas durante todo o tempo de funcionamento da barragem.

Trabalhos de limpeza do leito da barragem e tentativas de eliminação de esgotos introduzidos diretamente na bacia hidrográfica, deverão ser procedimentos obrigatórios. A resposta a perguntas como “ O que acontecerá se a barragem do Alqueva eutrofizar ? “ deverão ter resposta antes da construção da barragem.

No caso específico das grandes centrais solares para produção de eletricidade importa verificar o interesse, a nível económico, para as populações da região e do país (criação de emprego na região, preço real da eletricidade e possibilidade de exportação). Dados como a área ocupada pela central e acessórios ( o valor em Portugal (Alentejo) é mais elevado que nos EUA), tempo necessário para poderem voltar a ser utilizados depois de a central ser desmantelada, quantidade de água necessária, local onde se pode obter e onde será lançada depois de ser utilizada, são outros aspetos a considerar.

O último aspecto a considerar deverá estar relacionado com o destino da central depois de deixar de funcionar, tempo necessário para desmantelamento e armazenagem ( o volume de lixo é bastante elevado), pessoal com capacidade para o fazer, e o que fazer para obter a energia que a central deixou de fornecer.

## 6. Referências

Belfiore, F., Taylor, T., Moisan, B. , Zappia, M. , Cinarelli, E. (2013). Risks and opportunities in the operation of large solar plants. Solar Power Gen 2013, San Diego, U.S.A.

DGEG (2015). Renováveis. Estatísticas rápidas, nº 131, Setembro de 2015. Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território e Energia.

Duque, M. R. (2015). Some problems related with electricity production using clean energy. A view about a part of the Alentejo region (South Portugal). Complete Communications. 6<sup>th</sup> International Congress of Energy and Environment Engineering and Management. Edited by ScienceKNOW Conferences C.B., July 2015, ISBN: 978-84-944311-2-8, 4 pages.

IEA (2015). Trends 2015 in Photovoltaic Applications. Survey Report of Selected IEA Countries between 1992 and 2014. Report IEA-PVPS T1-27:2015

Kari Larsen (2009). End-of-life PV: then what? - Recycling solar PV panels. *Renewable Energy Focus*.

Kemenes, A., Forsber, B. R., Melack, J.M. (2011). CO<sub>2</sub> emissions from a tropical hydroelectric reservoir (Balbina, Brazil). *Journal of geophysical research*, vol 116, Go 3004, DOI:10.1029/2010JG001465.

Lima, I. B. T., Ramos, F.M., Bambace, L.A.W., Rosa, R.R. (2008). Methane Emissions from large dams as Renewable energy resources : A developing nation perspective. *Mitig. Adapt Strat Clob Change*, 13, 193-206, DOI 10.1007/s11027-007-9086-5.

REN (2013). PDIRT. Plano de Desenvolvimento e Investimento da Rede de Transporte de Eletricidade 2014 – 2023.

Wuebbles, D.J., Hayhoe, K (2002). Atmospheric methane and global change. *Earth-Science Rev.*, vol 57, 177-210.

## **Mitigação de Impactes dos Parques Eólicos em Quirópteros Minimizando Perdas de Produção: Dois Casos de Estudo de Adequação da Velocidade de Arranque das Turbinas**

Joana Marques, Sandra Rodrigues, João Paula, Sílvia Mesquita, Ana Cordeiro, Miguel Mascarenhas, Ricardo Ramalho, Celso Costa e Miguel Ferreira

Joana Marques<sup>1</sup>, Sandra Rodrigues<sup>1</sup>, João Paula<sup>1</sup>, Sílvia Mesquita<sup>1</sup>, Ana Cordeiro<sup>1</sup>, Miguel Mascarenhas<sup>1,2</sup>, Ricardo Ramalho<sup>2</sup>, Celso Costa<sup>3</sup> e Miguel Ferreira<sup>3</sup>

1 – Bioinsight – Ambiente e Biodiversidade, Lda - Rua Antero de Quental 52B, 2675-690 Odivelas - www.bioinsight.pt. Contacto: silvia.m@bioinsight.pt / 212 951 588

2 – Bioinsight South Africa (PTY) Lda - 16 Loop Street – 3rd Floor, 8001 Cape Town, Western Cape, South Africa - www.bioinsight.co.za

3 – Megajoule - Consultoria de Energias Renováveis, Lda. - Rua Eng. Frederico Ulrich, 2650, 4470-605 Moreira da Maia - www.megajoule.pt

### **RESUMO**

Atualmente, a aplicação de restrições à velocidade de arranque das turbinas em parques eólicos é considerada uma das medidas mais eficazes para a mitigação de impactes sobre os quirópteros. Arnett *et al.* (2011, 2013) evidenciaram que o aumento da velocidade de arranque das turbinas para 3m/s permite reduzir, em média, 3,6 a 5,4 vezes a mortalidade de quirópteros face a turbinas totalmente operacionais.

Contudo, a transposição generalizada destes valores de referência para os mais variados cenários (ecológicos e ambientais) pode levar a perdas de produtividade desnecessárias com pouca ou nenhuma eficácia na redução dos impactes sobre as populações de morcegos.

Importa, por isso, adaptar esta medida de mitigação ao contexto de cada local garantindo a sua eficácia e maximizando a rentabilidade do projeto eólico.

Nesta comunicação pretende-se apresentar os resultados de dois casos de estudo aplicados em Portugal e África do Sul. Em cada um dos casos foi realizada uma monitorização durante a fase de pré-construção onde se caracterizou a atividade dos quirópteros e se avaliou o potencial impacto dos parques eólicos propostos. Durante um ano a atividade dos quirópteros foi registada à altura das pás com recurso a detetores automáticos de ultrassons SM2BAT+ da Wildlife Acoustics® equipados com microfones unidirecionais.

Relacionando a atividade dos quirópteros com uma previsão das variáveis ambientais como a velocidade do vento, época do ano e hora da noite, foi realizada uma simulação das perdas