

# **Avaliação de impactes das alterações climáticas: como fazer?**

**Miguel Coutinho<sup>1</sup> e Margaret Pereira<sup>2</sup>**

IDAD – Instituto do Ambiente e Desenvolvimento, Campus Universitário,  
3810-193 AVEIRO, Portugal

## **Resumo:**

**Palavras-chave:** alterações climáticas, adaptação, mitigação.

## **1. Introdução**

A avaliação de impactes, nas suas diversas escalas é um exercício de estimativa, previsão, antecipação, prevenção, e monitorização. Na maioria dos estudos, estima-se a situação futura como sendo o impacte somado ao presente, este encarado como situação de referência. Porém, mais do que dinâmico e multi-dimensional, nesses estudos o futuro aparece frequentemente quase estático, amarrado apenas à dinâmica do projecto em apreciação (Coutinho, 2006).

A avaliação de impactes, é uma ferramenta que visa melhorar o processo de tomada de decisão, isto é, que visa garantir que as decisões que se tomam são as melhores, tanto hoje como amanhã, numa base de gestão de múltiplos consensos. Para cumprir este objectivo, a avaliação de impactes deverá ser capaz de integrar nos seus esquemas metodológicos, assim como na sua *praxis*, a possibilidade de avaliar cenários dinâmicos de futuro. Para além de futuros dinâmicos, a avaliação de impactes deverá ser capaz de incorporar rupturas, nomeadamente as que poderão vir a ser proporcionadas pelas alterações climáticas.

A regulamentação existente actualmente não aborda de forma explícita as alterações climáticas (CE, 2009). A consideração das alterações climáticas está normalmente limitada às emissões de CO<sub>2</sub> e de outros gases de efeito de estufa, resultantes da indústria e dos transportes e são tratados no capítulo da qualidade do ar ou dos impactes indirectos. Os efeitos de um projecto no clima global, os efeitos cumulativos com outros projectos e a adaptação às alterações climáticas não são consideradas com o detalhe necessário na grande maioria dos estudos de impacte ambiental.

Esta comunicação apresenta uma metodologia que possibilita a sistematização da informação disponível sobre alterações climáticas e reflectir sobre a sua incorporação na avaliação de impactes. A metodologia aqui desenvolvida estrutura-se em 2 conjunto de 3 passos. O primeiro conjunto centra-se na necessidade de compreender as alterações climáticas e o segundo na necessidade de adaptar a avaliação de impactes ao novo conhecimento adquirido.

## **2. Compreender as alterações climáticas**

O primeiro passo para integrar a temática das alterações climáticas nas metodologias de avaliação de impactes passa por compreender do que se fala quando se fala de alterações climáticas, e identificar as consequências directas e indirectas destas mesmas alterações. Adicionalmente é importante reflectir sobre as escalas espaciais e temporais utilizadas nas

---

<sup>1</sup> miguel.coutinho@ua.pt

<sup>2</sup> margaret@ua.pt

projeções climáticas: estas poderão ser excessivamente amplas face aos objectivos, mais concretos e localizados, da avaliação de impactes.

### **2.1. Identificar as alterações previsíveis a que o clima estará sujeito.**

As expressões “alterações climáticas” e “aquecimento global” são frequentemente utilizadas como sinónimos. Na realidade, trata-se de dois conceitos autónomos cujas diferenças merecem ser destrinçadas. A referência a “aquecimento global” explícita de forma simplificada, mas correcta, o efeito de grande escala resultante do acréscimo das concentrações dos gases de efeito de estufa: todos os cenários sugerem um aumento da temperatura média global da Terra. Tal facto não significa que as alterações climáticas sejam homogéneas em todas as regiões do planeta. O aumento da temperatura média global terá uma grande variabilidade geográfica dependendo de uma grande diversidade de factores, inter-relacionados entre si de forma complexa e não-linear, como a latitude, o uso do solo ou a proximidade a grandes massas de água.

A mesma variabilidade é encontrada para as variações esperadas para outras variáveis como a precipitação, a ocorrência de eventos extremos ou até o aumento do nível médios da água do mar. Desde 2007 (Christensen e tal., 2007) que foi publicada informação contendo projecções climáticas regionais à escala sub-continental. A análise destes dados é particularmente relevante para a precipitação, pois o aumento da precipitação em algumas regiões geográficas será compensado com reduções de precipitação noutras. Esta informação, coerente e validada internacionalmente, deverá constituir o ponto de partida para uma identificação mais precisa do sentido e magnitude das alterações climáticas esperadas para a região em estudo. Para algumas regiões do planeta foram já publicados estudos de grande resolução espacial que permite identificar e avaliar as heterogeneidades das alterações climáticas a uma escala espacial mais adequada à avaliação de impactes (Santos e Miranda, 2006; van Linden et al., 2009). Idealmente a escala espacial mais apropriada será dispor de informação sobre as alterações previsíveis à escala da bacia hidrográfica dos grandes rios da Europa.

De igual importância é a resolução temporal destes estudos, pois em alguns casos as estimativas reportam às últimas décadas do presente século (2070-90) o que dificulta a sua transposição para os estudos de impacte ambiental. É assim necessário pesquisar dados que tenham as escalas espacial e temporal o mais detalhadas possíveis.

### **2.2. Identificar as consequências das alterações climáticas.**

A análise das consequências das alterações climáticas não se deve confinar à identificação das tendências previstas para as variáveis climáticas propriamente ditas. É sabido que as alterações dos parâmetros climáticos induzirá uma grande variedade de consequências indirectas numa ampla gama de sistemas ambientais. Citando os dados publicados pelo IPCC (2007a), os principais impactes ocorrerão nos seguintes tópicos:

- **Recursos hídricos e sua gestão:** Até meados do século XXI, estima-se que o escoamento anual médio dos rios e a disponibilidade de água aumentem em 10-40% nas altas latitudes e em algumas áreas tropicais húmidas e diminua em 10-30% em algumas regiões secas nas latitudes médias e nos trópicos secos.. É provável que aumente a extensão das áreas afectadas por secas. Os eventos de precipitação extrema, cuja frequência é muito provável que aumente, elevarão o risco de inundações. Projecta-se que, ao longo do século, os stocks de água armazenados nos glaciares e nas camadas de neve diminuam, reduzindo a disponibilidade de água em regiões abastecidas pela água derretida de grandes cadeias montanhosas.
- **Ecosistemas:** É provável que a resiliência de muitos ecossistemas seja ultrapassada neste século por uma combinação sem precedentes de mudança do clima, perturbações associadas e outros factores de mudança global. É provável que aumente o risco de extinção de aproximadamente 20% a 30% das espécies vegetais e animais se os

aumentos da temperatura global média ultrapassarem 1,5 a 2,5°C. Para os aumentos da temperatura global média que ultrapassem esta gama de temperaturas projecta-se que haja grandes mudanças na estrutura e na função dos ecossistemas, e nas interações ecológicas e distribuições geográficas das espécies, com consequências predominantemente negativas para a biodiversidade e bens e serviços do ecossistema. A acidificação progressiva dos oceanos decorrente do aumento do CO<sub>2</sub> na atmosfera deve ter impactos negativos nos organismos marinhos formadores de conchas e as espécies que deles dependem.

- **Alimentação, fibra e produtos florestais:** Projecta-se que a produtividade das culturas aumente levemente nas latitudes médias a altas para aumentos da temperatura local média de até 1 a 3°C. Nas latitudes mais baixas, em especial nas regiões secas e nas regiões tropicais, projecta-se que a produtividade das culturas diminua mesmo com aumentos leves da temperatura local (1 a 2°C), o que aumentaria o risco de fome. Projecta-se que os aumentos na frequência de secas e inundações afectem negativamente a produção agrícola, principalmente nos sectores de subsistência nas latitudes baixas. Do ponto de vista global, a produtividade da madeira comercial aumenta levemente com a mudança do clima em curto a médio prazo, com uma grande variabilidade regional em torno da tendência global. Prevêem-se mudanças regionais na distribuição e produção de determinadas espécies de peixes em consequência da continuação do aquecimento, com efeitos adversos projectados para a aquacultura e criação de peixes.
- **Sistemas costeiros e áreas de baixa altitude:** Projecta-se que o litoral fique exposto a maiores riscos, inclusive à erosão, em consequência da mudança do clima e da elevação do nível do mar. Estima-se que os aumentos na temperatura da superfície do mar de cerca de 1 a 3°C provoquem eventos mais frequentes de branqueamento de corais e mortalidade generalizada. Projecta-se que as terras húmidas do litoral, inclusive os pântanos salgados e os mangais sejam afectados negativamente pela elevação do nível do mar. É previsível que muitos milhões de pessoas sejam atingidos por inundações, em razão da elevação do nível do mar, até a década de 2080. As áreas densamente povoadas e de baixa altitude correm mais riscos.
- **Indústria, Povoamento Humano e Sociedade:** Os custos e benefícios da mudança do clima para a indústria, o povoamento humano e a sociedade irão variar em função do local e da escala. No conjunto, contudo, os efeitos líquidos tenderão a ser mais negativos quanto maior for a mudança do clima. Os sistemas humanos mais vulneráveis são, em geral, os localizados em planícies de inundação costeiras e de rios, aqueles cujas economias estejam intimamente relacionadas com recursos sensíveis ao clima e aqueles em áreas propensas a eventos climáticos extremos. As comunidades pobres podem ser especialmente vulneráveis, em particular aquelas concentradas em áreas de alto risco, pois costumam ter capacidade de adaptação mais limitada e são mais dependentes dos recursos sensíveis ao clima, como a oferta local de água e alimento. Nos locais em que os eventos climáticos extremos se tornarem mais intensos e/ou mais frequentes, os custos económicos e sociais desses eventos aumentarão e esses aumentos serão substanciais nas áreas afectadas mais directamente. Os impactos da mudança do clima disseminam-se a partir das áreas e sectores afectados directamente para outras áreas e sectores, por meio de ligações extensas e complexas.
- **Saúde:** É provável que a exposição à mudança do clima afecte o estado de saúde de milhões de pessoas, em especial as com baixa capacidade de adaptação, mediante:
  - O aumento da subnutrição com implicações no crescimento e desenvolvimento infantil;
  - O aumento de mortes, doenças e ferimentos por causa das ondas de calor, inundações, tempestades, incêndios e secas;
  - O aumento das consequências negativas da diarreia;
  - O aumento da frequência de doenças cardiorespiratórias por causa das concentrações mais elevadas de ozono no nível do solo;
  - A alteração da distribuição espacial de alguns vectores de doenças infecciosas.

A mudança do clima poderá ter alguns efeitos mistos, como a redução ou o aumento da amplitude e do potencial de transmissão da malária na África. Os estudos das áreas temperadas mostraram que a mudança do clima deve trazer alguns benefícios, como menos mortes por exposição ao frio. Em geral, prevê-se que esses benefícios sejam superados pelos efeitos negativos na saúde decorrentes de temperaturas mais elevadas em todo o mundo, principalmente nos países em desenvolvimento. O balanço dos impactos positivos e negativos na saúde irá variar de um local para outro e mudará ao longo do tempo à medida que as temperaturas continuarem a subir.

### **2.3. Integração na avaliação de impactes**

A amplitude das questões identificadas no ponto anterior revela que a consideração adequada das alterações climáticas nos processos de avaliação de impactes será necessariamente transversal, e terá que envolver diversos factores ambientais. Ao contrário do que poderia parecer, o estudo das alterações climáticas não poderá estar confinado apenas a um capítulo restrito do Estudo de Impacte Ambiental, nomeadamente ao subcapítulo dos factores climáticos, ou da qualidade do ar. As alterações climáticas deverão ser abordadas em todos os factores ambientais considerados num estudo embora de forma diferenciada dependendo da magnitude da influência do clima nesse factor. Adicionalmente será necessário procurar potenciais interligações entre os vários factores ambientais, identificando relações indirectas de causa-efeito.

Do ponto de vista metodológico, interessa reunir esta reflexão integradora num capítulo único, de modo a reforçar as pontes de ligação que possam existir entre os vários factores ambientais. O ponto ideal para colocar esta informação nos Estudos de Impacte Ambiental reside no capítulo correspondente à evolução previsível, na ausência de projecto, da situação existente (também referida de como “de referência”). Apesar da obrigação normativa de especular sobre a evolução da situação de referência na ausência de projecto, na *praxis* da elaboração de Estudos de Impacte Ambiental, esta tarefa tem tradicionalmente um muito menor enfoque face ao esforço dedicado à previsão do efeito provocado pelo projecto.

Quando, ao longo de um EIA se avalia a evolução previsível da situação de referência, pretende-se enriquecer a avaliação de impactes respondendo à seguinte pergunta: “Se se fizer o projecto surgem estes impactes – e se não se fizer nada?”. No entanto, raramente se dá resposta a outra pergunta de igual importância: “No momento actual este é o impacte – será que face às tendências evolutivas do local em estudo esta estimativa se manterá válida daqui a 10 ou 20 anos?”. A consideração adequada das alterações climáticas é fundamental para se dar uma resposta informada a esta última pergunta.

### **3. Adaptar a avaliação de impactes**

Após a compreensão plena das alterações climáticas e das consequências expectáveis para a área de estudo é necessário integrar este novo conhecimento no processo de avaliação de impactes ambientais. Esta integração deverá ser realizada em dois sentidos distintos (ver Figura 1).

Se por um lado é necessário identificar e avaliar quais os impactes que o projecto em consideração terá sobre o clima, numa perspectiva da sua mitigação, por outro lado é fundamental que se prolongue esta avaliação de modo a identificar os efeitos que as alterações climáticas terão directa e indirectamente sobre o empreendimento em consideração e nas conclusões da avaliação de impactes já realizada, tendo em vista a definição de medidas de adaptação.

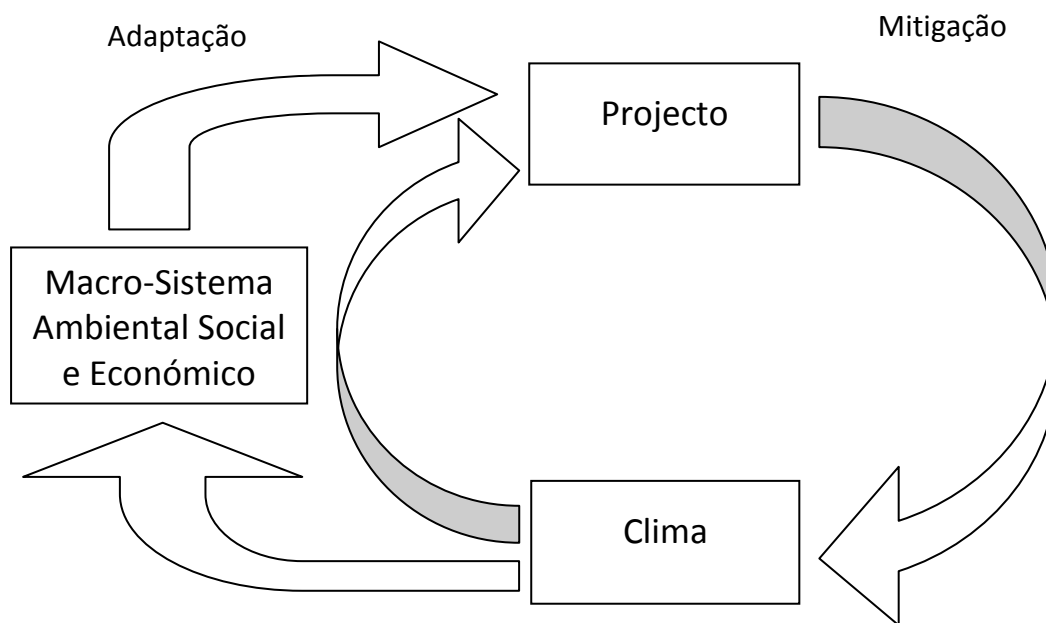


Figura 1 – Interações entre um projecto e as alterações climáticas.

### **3.1. Identificar os impactes que o projecto poderá induzir sobre as alterações climáticas**

A primeira perspectiva da pesquisa das inter-relações entre um determinado projecto e as alterações climáticas consiste na identificação do efeito directo que o projecto poderá ter sobre as mesmas. Esta análise pode ser subdividida em 4 tópicos principais:

- Quantificação das emissões de gases de efeito de estufa, nomeadamente CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O ou outros gases considerados como relevantes;
- Consumo de energia representado pelo projecto e tipo de produção energética que lhe está associada;
- Impacte do projecto na mobilidade, e opções adoptadas para o transporte de bens e pessoas;
- Alterações de uso de solo, com destaque para acções de desflorestação ou florestação e o efeito das alterações de uso do solo no balanço em termos de sorvedouros de carbono.

A concretização do objectivo desta análise culminará com a identificação de medidas de mitigação dos impactes das alterações climáticas. Utiliza-se aqui a nomenclatura empregue pelo Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas (IPCC, 2007b), distinguindo-se assim das medidas mitigadoras e/ou medidas minimizadoras referidas na maioria dos estudos de impacte ambiental.

### **3.2. Identificar os impactes que as alterações climáticas poderão provocar sobre o projecto**

O passo seguinte passa pela análise das consequências directas e indirectas que as alterações climáticas poderão ter sobre o projecto. Trata-se de uma fase mais complexa pois obriga a uma interacção com os vários factores ambientais considerados ao longo do estudo de impacte ambiental e à procura de potenciais ligações entre eles. Um exemplo clássico desta interacção reside no previsível aumento da frequência de chuvas torrenciais o que, em determinadas circunstâncias, poderá obrigar a uma revisão dos leitos de cheia, dos caudais a drenar e, consequentemente, obrigar ao redimensionamento das infra-estruturas de protecção hidráulica.

Noutro exemplo, em caso da avaliação das situações de seca, e seu período de retorno, estar-se-á perante o redimensionamento das reservas hídricas.

Remetendo para a nomenclatura da literatura das alterações climáticas está-se ao nível da identificação das medidas de adaptação necessárias e adequadas, para garantir o sucesso do projecto mesmo em condições climáticas diferentes das prevalecentes no momento da concepção do projecto.

A consideração destes factores no processo de avaliação de impactes poderá ter como consequência a revisão do próprio dimensionamento do projecto e implicar, numa fase posterior a revisão da avaliação de impactes previamente desenvolvida.

### **3.3. Efeitos cumulativos**

A avaliação dos efeitos cumulativos é o tópico onde será possível integrar naturalmente as novas informações, interacções e conhecimentos adquiridos através da execução dos 5 passos anteriores. Trata-se de um subcapítulo que é menosprezado em grande parte dos estudos de impacte ambiental apesar da enorme pertinência. De modo a cimentar a abordagem dos efeitos cumulativos é recomendável utilizar metodologias padronizadas para a identificação dos efeitos cumulativos. Um excelente exemplo a estudar e a aplicar reside na metodologia proposta por Canter e Ross (2009), que passa pela identificação das componentes ambientais de particular valor, pela identificação das acções relevantes do passado, do presente e do futuro e no estabelecer de relações entre estas acções e os efeitos previsíveis acumulados.

## **4. Conclusões**

As alterações climáticas colocam novos desafios metodológicos à avaliação de impactes pois impõem um conjunto de novos desafios à comunidade técnica envolvida na avaliação de impactes. Alguns dos desafios são de cariz metodológico, obrigando ao desenvolvimento de novas estratégias de abordagem, novas ferramentas para a identificação de impactes e de novas regras para avaliação da conformidade dos estudos de impacte ambiental.

Para continuar a ser útil, e apoiar a tomada de boas decisões, a avaliação de impactes deverá ser capaz de responder às seguintes perguntas:

- O plano, programa ou projecto em avaliação está preparado para suportar as alterações climáticas?
- É possível adaptar a intervenção em estudo a novas condições climáticas?
- Estar-se-á perante uma boa oportunidade para atenuar as alterações climáticas?

Para começar a preparar respostas a estas perguntas é necessário compreender em pleno o que representam as alterações climáticas e quais as suas consequências directas e indirectas sobre os vários sectores ambientais considerados na avaliação de impactes. O objectivo último será reduzir a vulnerabilidade e aumentar a capacidade de resposta às consequências das alterações climáticas. Para tal será necessário reparametrizar, recalcular e redimensionar muitas das intervenções no terreno. Esta nova avaliação de impacte implicará uma maior gestão de risco, conseguir trabalhar com cenários climáticos e lidar com probabilidades.

Tudo indica que a estrutura geral do procedimento de avaliação de impacte ambientais e das boas práticas para a realização dos estudos necessários são suficientes sólidas e flexíveis para incorporarem este novo desafio. No entanto, tudo sugere que as avaliações daí resultantes serão menos determinísticas do que o habitual, integrando técnicas de cenarização, o que tornará a avaliação de impactes mais incerta, mas desejavelmente, mais “inteligente” e mais útil.

## Referências

- Canter, L. W., and Ross, W. A., “State of Practice of Cumulative Effects Assessment and Management: The Good, the Bad, and the Ugly”, Keynote Address, Assessing and Managing Cumulative Environmental Effects, Special Topic Meeting, International Association for Impact Assessment, Calgary, Alberta, Canada, 2009.
- Christensen, J.H., B. Hewitson, A. Busuioc, A. Chen, X. Gao, I. Held, R. Jones, R.K. Kolli, W.-T. Kwon, R. Laprise, V. Magaña Rueda, L. Mearns, C.G. Menéndez, J. Räisänen, A. Rinke, A. Sarr and P. Whetton: Regional Climate Projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007.
- CE, Comissão Europeia, Report from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the application and effectiveness of the EIA Directive (Directive 85/337/EEC, as amended by Directives 97/11/EC and 2003/35/EC), COM(2009) 378 final (2009), 2009.
- Coutinho, M.: O futuro na avaliação de impactes, 2ª Conferência Nacional de Avaliação de Impactes, Associação Portuguesa de Avaliação de Impactes, Castelo Branco, 2006.
- IPCC: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp., 2007a.
- IPCC: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007b
- van der Linden P., and J.F.B. Mitchell (eds.): ENSEMBLES: Climate Change and its Impacts: Summary of research and results from the ENSEMBLES project. Met Office Hadley Centre, FitzRoy Road, Exeter EX1 3PB, UK. 160pp., 2009.
- Santos F.D. e Miranda P. (eds): Alterações Climáticas em Portugal – Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação, Projecto SIAM II, Gradiva, Lisboa, 2006.