

A UTILIZAÇÃO DOS BENS AMBIENTAIS E O EFEITO DE IRREVERSIBILIDADE

Manuel Victor M. Martins ()*

1 — Introdução

A noção de irreversibilidade está associada a vários domínios da teoria e da análise económica. O problema de escolha entre projectos de investimento, mais ou menos irreversíveis, foi estudado, entre outros, por Arrow (1968) e Arrow e Nerlove (1962). Em particular, estes autores demonstraram que a irreversibilidade dos investimentos modifica a trajectória de expansão óptima da acumulação de capital. O comportamento da firma, em contexto de incerteza, é também influenciado pela irreversibilidade das decisões a tomar. Stigler (1939) e Kalecki (1937), que, em primeiro lugar, se ocuparam deste problema, concluem pela necessidade de responder ao efeito de irreversibilidade através da flexibilização dos equipamentos.

Uma outra forma mais recente de abordar o problema da irreversibilidade dos investimentos num contexto intertemporal é o de lhe associar a incerteza e o risco (Hirshleifer, 1965). Neste tipo de abordagem, o grau de incerteza, a aversão ao risco, mas igualmente o grau de flexibilidade das decisões, desempenham um papel fundamental na escolha do investimento óptimo. Pode tornar-se necessário, neste contexto, retardar certas decisões ou reparti-las ao longo do período de investimento, se informações mais precisas sobre os rendimentos reais dessas decisões podem ser obtidas num futuro próximo.

Este processo de aprendizagem e de redução da incerteza ao longo do tempo é condicionado pela existência de opções com graus de flexibilidade diferentes. Se todas as opções são igualmente irreversíveis, a aprendizagem é inútil; no entanto, se existem opções mais irreversíveis que outras há que avaliar os ganhos permitidos pelas oportunidades de futuras informações no momento da decisão.

O interesse do conceito de irreversibilidade em economia do ambiente é por de mais evidente e justifica-se pela necessidade de ter em conta os custos resultantes de modificações irreversíveis do espaço natural. A preservação de uma zona natural constitui uma opção reversível, isto é, em qualquer momento torna-se possível utilizá-la para outros fins. A construção nessa zona natural de um projecto de desenvolvimento, público ou privado (auto-estrada, urbanização), conduz a situações de natureza irreversível. A introdução do efeito de irreversibilidade no processo de avaliação do projecto de desenvolvimento pode conduzir à escolha de uma opção de conservação da zona ou então ao adiamento do projecto de desenvolvimento.

(*) Professor associado do Instituto Superior de Economia e investigador do CEEETA.

O objectivo deste artigo é de mostrar a importância e as consequências da introdução da noção de irreversibilidade na avaliação económica de projectos com impactes significativos, irreversíveis, sobre o meio ambiental. Após ter apresentado o interesse do tema para a análise económica, em geral, vamos precisar no n.º 2 as várias formas de irreversibilidade que a destruição dos bens ambientais pode implicar. No n.º 3 deste artigo analisaremos os trabalhos de Arrow e Fisher (1974) sobre o efeito irreversibilidade. Finalmente, tiraremos algumas conclusões que possam fundamentar a importância e a necessidade da preservação dos espaços naturais.

2 — Irreversibilidade, valor de opção e incerteza

Reconhece-se hoje que a utilização dos bens ambientais pode conduzir a situações irreversíveis de destruição do próprio recurso natural, de degradação dos serviços que esse recurso pode prestar e mesmo de efeitos externos sobre outros bens e recursos ambientais resultantes da alteração do equilíbrio natural. A decisão sobre a utilização dos bens naturais torna-se, por estas razões, um problema complexo em que o factor incerteza preside a todas as fases do processo de escolha das diferentes opções.

A incerteza preside a todas as fases do processo de tomada de decisão em matéria de bens ambientais: incerteza quanto aos dados da própria situação actual, incerteza quanto aos benefícios esperados da alteração do meio ambiente ou aos benefícios da sua preservação, incerteza quanto às preferências das gerações futuras e, mais geralmente, incerteza em relação à procura, actual e futura, de bens e serviços do ambiente.

Sabe-se que o processo de decisão em contexto de incerteza não é processo inteiramente resolvido, mesmo nas questões mais estudadas pela teoria económica. Com efeito, o procedimento que consiste em substituir as variáveis aleatórias pelo seu valor esperado dá resultados enviesados se o decisor tem uma atitude de aversão ao risco. Mas, o que é mais significativo para as escolhas em matéria de bens ambientais, é o facto de, para uma atitude neutra face ao risco, o enviesamento persistir se o projecto em análise for susceptível de causar danos irreversíveis.

O carácter de irreversibilidade dos bens ambientais de que nos temos ocupado não é fácil de definir, podendo revestir várias formas, dificultando, por isso, a sua valorização. Senão vejamos:

- O efeito de irreversibilidade está ligado ao conhecimento científico sobre a vida animal e vegetal. Conservar as espécies e as diversas formas de vida pode ser importante para novas descobertas no campo da medicina e de outras ciências. A destruição de certas formas de vida, animal e vegetal, pode ter consequências graves no futuro e o nosso desconhecimento desses efeitos pode subvalorizar os bens ambientais;

- A irreversibilidade pode ser entendida como tendo um conteúdo cultural e sociológico. A destruição de um tipo de paisagem que se encontre associada a formas de vida e de cultura ultrapassa o simples princípio da preservação da natureza. Isto é, em casos semelhantes, a conservação implica um grau de autenticidade e não é passível de substitutos;
- A irreversibilidade pode ser considerada do ponto de vista económico. Embora seja, por vezes, tecnicamente possível reconstruir o bem ambiental destruído, os custos de recuperação são, na maioria dos casos, tão elevados que seriam impraticáveis.

O efeito de irreversibilidade tem sido tratado na economia do ambiente segundo duas ópticas. A primeira tem a ver com o valor, eventualmente o preço, a atribuir às opções futuras. Esta valorização monetária das opções poderia integrar uma avaliação custo-benefício para clarificar a melhor escolha. A segunda óptica refere-se prioritariamente ao processo de decisão intertemporal e à estrutura de informação em que se baseia esse processo. Nesta abordagem o elemento central a ter em conta é a ponderação que se deve atribuir à incerteza.

Face ao carácter irreversível da utilização de certos bens ambientais e tendo em conta o contexto de incerteza em que se desenrola todo o processo de decisão, Weisbrod (1957) propõe que se tome em consideração um terceiro elemento, o valor de opção. Por valor de opção Weisbrod entende o valor que os consumidores estão dispostos a pagar para que certas opções sejam mantidas em aberto. Mais concretamente, esses consumidores pertencem a uma ou mais das seguintes categorias:

- Os que pagariam de boa vontade para que a diversidade ecológica e o equilíbrio natural do planeta fosse mantido;
- Os que desejariam disfrutar de uma certa qualidade ambiental, extensível às gerações futuras;
- Os que beneficiariam mais tarde dos progressos realizados pela sociedade, graças à preservação do ambiente.

O valor de opção resulta da conjugação de dois factores: da incerteza sobre o futuro e do facto de certas decisões serem mais irreversíveis que outras. A discussão que se seguiu à proposta de Weisbrod centrou-se na relação existente entre valor de opção e o excedente do consumidor (Bishop, 1982).

A outra via, menos polémica em termos teóricos, incide, como já se referiu, no processo da afectação intertemporal dos recursos do ambiente. É este aspecto que nos interessará no ponto seguinte.

3 — Irreversibilidade e utilização dos bens naturais

Consideremos um projecto de desenvolvimento que se prevê venha a ocupar uma vasta área de paisagem natural. A realização do projecto implica que as características da zona natural venham a ser de tal forma alteradas que a sua eventual recuperação seja impossível.

O problema que tradicionalmente se coloca ao decisor — vamos considerar que se trata de uma autoridade pública — é o de saber se os benefícios esperados do projecto são superiores aos custos da sua realização. No caso afirmativo, o projecto de desenvolvimento tem condições para ser realizado. O critério de decisão é simples: trata-se de maximizar os benefícios líquidos esperados ou então, no caso dos benefícios líquidos aleatórios, maximizar uma esperança de ganho.

O problema que nos interessa estudar apresenta algumas diferenças em relação ao caso tradicional. A realização do projecto de desenvolvimento vai provocar a destruição em condições de irreversibilidade de um bem natural que, se for preservado, produzirá igualmente benefícios. A escolha do decisor é agora entre duas alternativas, projecto de desenvolvimento e projecto de preservação, sendo a primeira de carácter irreversível.

O modelo que vamos apresentar para avaliar o efeito de irreversibilidade baseia-se no estudo de Arrow e Fisher (1974). Modelos semelhantes e com o mesmo objectivo foram elaborados, entre outros, por Henry (1974) e, mais recentemente, por Jones e Ostroy (1984).

O modelo utilizado por Arrow e Fisher é um modelo a dois períodos. No primeiro período o decisor público pondera se deve iniciar o projecto de desenvolvimento, ocupando desde logo uma fracção da zona natural que designaremos por d_1 .

Os benefícios resultantes do projecto de desenvolvimento e de preservação da zona natural, no fim do primeiro período, são, respectivamente, b_d e b_p e são considerados aleatórios.

No princípio do segundo período o decisor conhece b_d e b_p e, com base nesta informação, poderá decidir continuar o projecto ou optar pela preservação do resto da zona natural. Vamos admitir que d_2 constitui a parte da zona que virá a ser ocupada no segundo período. Os benefícios resultantes da inclusão de d_2 no projecto de desenvolvimento são benefícios condicionados pelos ganhos obtidos no primeiro período. Sejam β_d e β_p os ganhos condicionais, respectivamente, do projecto e da conservação do espaço natural.

Os custos de investimento do projecto serão de c_1 para o primeiro período e de c_2 para o segundo período. Vamos admitir, sem perda de generalidade, que a preservação da zona não tem custos.

Os benefícios e igualmente os custos serão entendidos como unitários e constantes, o que significa que o projecto tem rendimentos à escala constantes. Esta hipótese pode também ser flexibilizada, sem no entanto alterar os resultados do modelo.

Vamos admitir, no seguimento de Arrow e Fisher, que o decisor tem uma atitude neutral face ao risco. As opções em causa, desenvolvimento *versus* preservação, diferem unicamente nos benefícios esperados e no grau de irreversibilidade que lhes estão associados.

O decisor pode optar por começar o projecto no primeiro período ou no segundo.

Vamo-nos reter no segundo período.

O decisor público, no princípio do segundo período, determina a fracção da zona natural, d_2 , que maximiza os benefícios esperados, condicionados aos ganhos do primeiro período.

Tomando $d_1 + d_2 = 1$, a solução será:

$$d_2 = \begin{cases} 1-d_1, & \text{se } \beta_d - \beta_p > c_2; \\ 0, & \text{se } \beta_d - \beta_p < c_2. \end{cases}$$

Desta forma é possível encontrar o ganho máximo do segundo período em função da decisão tomada no primeiro período, d_1 , e em seguida determinar o ganho óptimo nos dois períodos igualmente face à decisão d_1 .

Sejam W e Z as variáveis aleatórias definidas da seguinte forma:

$$W = b_d - b_p - c_1; \text{ e} \\ Z = \beta_d - \beta_p.$$

W e Z são, respectivamente, os diferenciais (aleatórios) dos benefícios esperados do primeiro período e dos benefícios condicionais do segundo período.

Seja A o acontecimento $Z > c_2$, indicativo do interesse em desenvolver o projecto no segundo período.

Calculemos os benefícios do projecto.

A esperança de ganhos esperados ($d_1 > 0$) no primeiro período é

$$E\{[W + \min(c_2, Z)]d_1 + b_p + \max(\beta_d - c_2, \beta_p)\} \quad (1)$$

Esta esperança de ganhos resulta dos benefícios totais do projecto e da preservação da zona.

Se Z se realiza, o benefício total é:

$$b_p (1 - d_1) + b_d d_1 - c_1 d_1 + \beta_d - c_2 (1 - d_1)$$

Se Z não se realiza, os benefícios são:

$$b_p (1 - d_1) + b_d d_1 - c_1 d_1 + \beta_p (1 - d_1) + \beta_d d_1$$

Calculemos agora os benefícios esperados da preservação da zona no primeiro período ($d_1 = 0$).

Os benefícios totais serão, agora,

$$b_p + \beta_d - c_2, \text{ se } Z \text{ se verificar; e} \\ b_p + \beta_p, \text{ se } Z \text{ não se verificar.}$$

E a esperança de ganhos será:

$$E [b_p + \max(\beta_d - c_2, \beta_p)] \quad (2)$$

A diferença entre o valor esperado dos benefícios resultantes do projecto de desenvolvimento ($d_1 > 0$) e da preservação ($d_1 = 0$) no primeiro período é dada pela diferença entre as expressões (1) e (2):

$$E [W + \min (c_2, Z) d_1] \quad (3)$$

O sinal desta expressão indica a solução óptima: optar pelo projecto ($d_1 > 0$) se a expressão é positiva; preferir a conservação ($d_1 = 0$) se for negativa.

Vamos em seguida admitir que o decisor não toma em conta a possibilidade de utilizar a informação disponível no fim do primeiro período e decide programar de imediato a totalidade do investimento.

Tomando como estrutura de informação os dados de que dispõe no princípio do primeiro período, o decisor vai basear-se no critério de escolha do equivalente certo (Malinvaud, 1969). O decisor ignora a incerteza, substituindo no critério de decisão as variáveis aleatórias W e Z pelos seus valores esperados.

O critério de decisão será:

$$E (W) + \min [c_2, E (Z)] \quad (4)$$

Repare-se que este critério é a soma dos diferenciais de ganhos esperados, permitidos pelas duas opções em presença.

Consideremos o caso $c_2 < E (Z)$, em que há vantagens em desenvolver o projecto e o critério (4) toma a forma de $E (W) + c_2$. É evidente que $P [\min (c_2, Z) < c_2] > 0$ e consequentemente $E [\min (c_2, Z)] < c_2$, donde se deduz:

$$E [W + \min (c_2, Z)] < E (W) + c_2$$

Uma conclusão imediata deste resultado sugere que o valor esperado dos benefícios aleatórios é inferior ao valor dos benefícios em contexto de certeza. Pode acontecer, por exemplo, que a expressão (4) seja negativa e $E (W) + c_2$ seja positiva. Neste caso, se não tomarmos em conta a incerteza e raciocinando em termos de equivalente certo, podemos adoptar a decisão de começar o projecto ($d_1 > 0$ se $E (W) + c_2 > 0$); no entanto, ao incluirmos a informação futura seremos conduzidos a adiar o projecto para o segundo período, isto é, a proceder da seguinte forma:

$$d_1 = 0, \text{ se } E [W + \min (c_2, Z)] < 0; \text{ e} \\ d_2 > 0, \text{ se } c_2 < E (Z).$$

Consideremos em seguida o caso em que $c_2 > E (Z)$, isto é, os custos de investimento no segundo período ultrapassam o valor esperado dos benefícios. Seguindo um raciocínio análogo ao caso anterior, teríamos $P [\min (c_2, Z) < Z] > 0$ e $\min (c_2, Z) \leq Z$ e, consequentemente:

$$E [\min (c_2, Z)] < E (Z)$$

Este resultado, tal como o anterior, aponta para que, em equivalente certo, os benefícios líquidos esperados do projecto sejam superiores aos benefícios em contexto de incerteza. Existe um certo número de valores de W e de Z para os quais o projecto deve ser executado, em contexto de certeza, mas já não deve sê-lo se tomarmos em conta o efeito de incerteza.

Mesmo na ausência de qualquer aversão ao risco, o decisor defronta-se com um valor de opção positivo, ligado à preservação da zona natural, se os benefícios do projecto são incertos e o desenvolvimento da zona irreversível.

A possibilidade de programar sequencialmente as decisões, explorando os ganhos de informação adquiridos no futuro, permite escolhas de opções menos reversíveis, isto é, mais flexíveis.

4 — Conclusão

O interesse da análise em termos de irreversibilidade das acções sobre o ambiente é bastante evidente.

Por um lado, o efeito de irreversibilidade fornece uma base racional àqueles que atribuem importância à conservação dos espaços naturais e à valorização desses recursos no processo de avaliação de projectos de investimentos.

Por outro lado, a presença simultânea da incerteza e da irreversibilidade apela para uma certa flexibilidade das decisões na utilização dos bens ambientais. Essa flexibilidade pode implicar a necessidade de uma sequência de decisões no tempo, em vez de uma única, que elimine logo no primeiro período qualquer possibilidade de correcção nos períodos seguintes.

Finalmente, ao contrário do que acontece em situações em que o factor ambiente não está presente, o cálculo económico de rentabilidade de diferentes opções em termos de equivalente certo pode conduzir a erros de apreciação, precisamente porque não se tem em conta a possibilidade de separar temporalmente o processo decisional e beneficiar desta forma de novas estruturas de informação.

BIBLIOGRAFIA

- ARROW, K. J. (1968), «Optimal capital policy and irreversible investment», in J. N. Wolfe, ed., *Value, Capital and Growth*, Chicago, APC, pp. 1-20.
- ARROW, K. J., e FISHER, A. C. (1974), «Preservation, uncertainty and irreversibility», *Quarterly Journal of Economics*, 89, pp. 312-319.
- BISHOP, R. (1982), «Option value: An exposition and extension», *Land Economics*, 58, pp. 1-15.
- HENRY, C. (1974), «Option values in the economics of irreplaceable assets», *Review of Economic Studies*, 64, pp. 89-104.
- HIRSHLEIFER, J. (1965), «The investment decision under uncertainty: Choice-theoretic approaches», *Quarterly Journal of Economics*, 79, pp. 509-536.
- JONES, R. A., e OSTROY, J. M. (1984), «Flexibility and uncertainty», *Review of Economic Studies*, 51, pp. 13-32.
- KALECKI, M. (1937), «The principle of increasing risk», *Economica*, pp. 440-447.
- MALINVAUD, E. (1969), «Décisions en face de l'aléatoire et situation certaine approximativement équivalente», *Cahiers du Séminaire d'Économétrie*, 11.
- STIGLER, G. J. (1939), «Production and distribution in the short run», *Journal of Political Economy*, 47, pp. 305-327.
- WEISBROD, B. A. (1964), «Collective consumption services of individual consumption goods», *Quarterly Journal of Economics*, 77, pp. 71-77.