

Modelação Qualitativa da Sustentabilidade Florestal

Helena Martins e José G. Borges

Centro de Estudos Florestais, Departamento de Engenharia Florestal, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-018 LISBOA

O desenvolvimento e a implementação de sistemas de avaliação e monitorização da sustentabilidade da gestão florestal são de grande importância, não apenas para a garantia do uso sustentável dos recursos florestais, mas também pela sua contribuição para a operacionalização da certificação florestal e para a articulação entre objectivos estratégicos e operacionais do planeamento florestal. Todavia, apesar da existência de um conjunto de critérios e indicadores de sustentabilidade adaptados à especificidade dos espaços florestais europeus, ainda muitas limitações se levantam à possibilidade de se implementar este tipo de sistemas a nível nacional (e.g. falta de informação, incerteza, e inexistência ou falta de experiência de utilização de instrumentos de análise adequados).

Com base em estudos publicados, é feita uma revisão crítica das abordagens metodológicas de tipo qualitativo que têm vindo a ser utilizadas na avaliação da sustentabilidade da gestão florestal. Algumas das metodologias apresentadas têm como objectivos compreender a relação entre os indicadores, avaliá-los e ponderá-los em termos da contribuição para a sustentabilidade. Esta revisão crítica será o ponto de partida para uma discussão sobre a possibilidade de se utilizar a informação disponível a nível nacional em linhas futuras de I&D, na área de aplicação de modelação qualitativa na avaliação da sustentabilidade da gestão florestal.

Introdução

A sustentabilidade tornou-se, nas últimas décadas, um objectivo dominante na gestão dos recursos naturais, e muito particularmente dos recursos florestais (ex.: Lindenmayer e Franklin, 2003). Diversas iniciativas têm vindo a ser desencadeadas a nível internacional para promover este conceito na gestão dos recursos naturais (ex.: Painel Intergovernamental para as Florestas, Comissão Mundial para as Florestas e Desenvolvimento Sustentável, Comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, Grupos de Trabalho Internacionais para as Florestas, Plano de Acção para a Floresta Tropical; Declaração do Rio para o Ambiente e Desenvolvimento/Agenda 21). Com aplicação ao nível nacional destacam-se três iniciativas: as Terceira e Quarta Conferências Inter-ministeriais para a Protecção das Florestas na Europa que definiram e consolidaram os critérios e indicadores Pan-Europeus para a sustentabilidade (em Lisboa, 1998 e Viena, 2003), e a Norma Portuguesa para a Gestão Florestal Sustentável (NP 4406; 2003), cuja aplicação ainda se encontra em fase experimental.

O desenvolvimento e a implementação de sistemas de avaliação e monitorização da sustentabilidade da gestão florestal são de grande importância, não apenas para a garantia do uso sustentável dos recursos florestais, mas também pela sua contribuição para a operacionalização da certificação florestal e para a articulação entre objectivos estratégicos e operacionais do planeamento florestal. A aplicação do conceito de sustentabilidade tem vindo, todavia, a confrontar-se com inúmeras dificuldades, especialmente no que diz respeito 1) à inexistência de um enquadramento conceptual adequado em relação ao qual a sustentabilidade possa ser avaliada (Mendoza e Prabhu, 2003), 2) às diferentes interpretações do seu significado (Purnomo *et al.*, 2005), e 3) à inexistência de uma base sólida de informação e metodologias que permitam a sua adequada avaliação.

Este contexto determina o potencial da utilização de metodologias de apoio à decisão com base em informação qualitativa, particularmente dizendo respeito às percepções e

perspectivas das comunidades locais e de peritos sobre o conceito de sustentabilidade (ex.: Ducey e Larson, 1999; Mendoza e Prabhu, 2003; Purnomo *et al.*, 2005). O presente artigo tem por primeiro objectivo divulgar estes métodos. Apresenta-se, igualmente, uma caracterização do estado actual dos projectos de investigação em sustentabilidade florestal a nível nacional. Integrando estas duas componentes, serão traçadas linhas futuras de investigação a desenvolver com base na informação recolhida por estes projectos, mas fazendo uso de abordagens qualitativas.

Métodos para a avaliação da sustentabilidade florestal

A identificação e a avaliação de Critérios e Indicadores (C&I) são importantes passos na avaliação da sustentabilidade, mas é necessário agregar a sua informação sob a forma de um índice, cujo valor dê uma indicação directa da condição dos recursos e dos sistemas. Consequentemente, diversos autores têm vindo a debruçar-se mais recentemente sobre o desenvolvimento de metodologias para o cálculo desse índice (ex. Mendoza e Prabhu, 2000a-b; Díaz-Balteiro e Romero, 2004).

Entre as abordagens metodológicas propostas para o cálculo de um índice de sustentabilidade contam-se métodos pertencentes à abordagem disciplinar designada Análise de Decisão Multicritério (ADM). A ADM possui características que lhe permitem lidar com a especificidade e a complexidade em torno do conceito e da gestão florestal, as quais foram sistematizadas da seguinte forma por Mendoza e Prabhu (2000a):

- 1- Capacidade de integrar múltiplos critérios na análise;
- 2- A capacidade de ser participativa, permitindo o directo envolvimento de múltiplos peritos, grupos de interesse e proprietários;
- 3- As análises não requerem grande quantidade de dados. Em alguns casos, em que não existe informação disponível, o conhecimento local e de peritos pode ser usado em substituição de dados mais adequados;
- 4- A capacidade de integrar tanto informação quantitativa como qualitativa. A informação qualitativa pode ser tanto pseudo-quantificável (através de medidas aproximadas) ou inerentemente não-quantificáveis;
- 5- A análise é transparente para os participantes.

A ADM foi apresentada por Mendoza e Prabhu (2000a) como um “instrumento de apoio à decisão que permite a selecção rigorosa das escolhas preferidas num contexto de vários critérios a serem aplicáveis simultaneamente”. No caso da avaliação de sustentabilidade, os critérios tomam a forma de atributos discretos. Alguns são mensuráveis directa ou implicitamente, enquanto que outros são inerentemente qualitativos e não se adequam a uma quantificação normal. Correspondentemente, os indicadores subordinados a cada critério podem ser tanto quantitativos como qualitativos.

O cálculo de um índice agregado de sustentabilidade implica a estimativa dos valores dos indicadores e a atribuição de pesos aos critérios e indicadores, consoante a sua influência para o nível global de sustentabilidade. No caso de falta de informação objectiva e quantitativa, poderá envolver o exame de cada indicador e uma apreciação do seu estado actual, relativamente a uma dada condição desejada (o “estado sustentável”). Mendoza e Prabhu (2000b) descreveram um número de metodologias para o cálculo dos pesos dos indicadores e dos critérios no âmbito de um índice global de sustentabilidade, tais como ordenação (*ranking e rating*) e comparação emparelhada. Estes métodos podem ser usados de forma complementar. Todavia, é importante ter em consideração a forma diferente como lidam com a inconsistência dos resultados do esforço cognitivo, uma vez que tal pode

determinar a maior adequação de um método em relação aos outros. Os métodos de ordenação não oferecem uma forma directa de melhorar a consistência das apreciações. No caso das comparações emparelhadas existe um método que permite uma apreciação e correcção da inconsistência de forma mais directa, o Processo Analítico Hierárquico (AHP; Zahedi, 1986).

Diaz-Balteiro e Romero (2004) sugeriram uma forma particularmente útil de estimar o valor de um índice global de sustentabilidade quando uma agregação não é possível e que não requer pressupostos sobre as preferências do decisor. Utilizaram para o efeito a técnica programação multi-objectivo difusa (ou *fuzzy*). O procedimento proposto determina o sistema “mais sustentável” a partir de um conjunto de planos de gestão executáveis, com base em vários indicadores de sustentabilidade. Também permite a ordenação e priorização dos sistemas. Uma abordagem seguindo os mesmos pressupostos teóricos foi proposta por Andreoli e Tellarini (2000), com o nome de método do “melhor-pior caso” (*best-worst-case*) e aplicada à avaliação da sustentabilidade de alternativas de gestão. Consiste em avaliar cada alternativa de acordo com o mais baixo valor do índice de sustentabilidade. Ducey e Larson (1999) criticaram mais directamente a abordagem onde o peso dos critérios é determinado com AHP, também num contexto de avaliação de alternativas de gestão.

Os métodos de ADM podem providenciar uma visão mais aprofundada da estrutura de C&I, o que pode ser útil de diversas formas (Mendoza e Prabhu, 2000a). Primeiro que tudo, porque permitem: (1) priorização de princípios em termos da sua importância para a sustentabilidade florestal em termos globais; (2) priorização dos critérios subordinados a cada princípio; e (3) priorização dos indicadores subordinados a cada critério. Estas listas priorizadas podem, posteriormente, ser usadas para: (1) orientar decisões relativas a que critérios e indicadores podem ser considerados significativos e deverão ser examinados, tendo em conta as limitações relativas a recursos e tempo; e (2) centrar a análise nos critérios e indicadores considerados importantes, mas para os quais falta informação.

Formas integradas de ter em consideração a monitorização e a aplicação de C&I num contexto de planeamento têm também sido objecto de investigação. Varma *et al.* (2000) apresentaram a discussão teórica da componente metodológica de um sistema de apoio à decisão (SAD) para a avaliação da sustentabilidade à escala da unidade territorial, a qual integra programação linear e Sistemas de Informação Geográfica. Este SAD seria capaz de identificar pontos (unidades de área florestal) que não atendem aos critérios da gestão florestal sustentável. Um dos seus outros módulos definiria alternativas de gestão a serem adoptadas nesses pontos, de forma a torná-los sustentáveis.

Interacção entre indicadores

A avaliação da sustentabilidade sob a forma de um índice agregado como o anteriormente apresentado não integra informação sobre as interacções, ligações e conexões entre indicadores. Tal é particularmente relevante se a sustentabilidade for vista numa perspectiva holística, onde as interacções entre critérios e indicadores podem ser tão importantes ou mesmo mais do que os seus atributos individualmente. O estudo das interacções entre indicadores pode ser abordado numa forma quantitativa se houver informação e conhecimento suficientes para tal. Todavia, no caso de sistemas naturais é frequente que os dados sejam insuficientes e que falte conhecimento e compreensão sobre a forma como os indicadores se relacionam entre si. Neste caso pode ser mais adequado fazer inferências e análises qualitativas dessas ligações (Mendoza e Prabhu 2003). Uma das análises qualitativas que têm vindo a ser aplicada ao estudo das ligações entre indicadores de sustentabilidade é o mapeamento cognitivo (Eden, 1989). Trata-se de um método que se integra nos chamados *soft evaluation methods* e que faz uso de diagramas de influência para

explicar as ligações. Mendoza e Prabhu (2002) sugeriram que uma análise mais formal e estrutural dos diagramas de influência poderia ser obtida com Teoria dos Grafos.

O mapeamento cognitivo e a Teoria dos Grafos são técnicas muito úteis quando o problema sob análise é complexo e muitos dos seus aspectos são difíceis de compreender e abarcar (Mendoza e Prabhu, 2002), como é o caso da avaliação da sustentabilidade em gestão de ecossistemas florestais. Tal como outras técnicas que integram o grupo das *soft methodologies*, providenciam resultados descritivos, os quais contribuem para uma compreensão mais profunda do problema complexo em estudo (Belton e Stewart, 2002).

Instrumentos com base no conhecimento para avaliação da sustentabilidade

Como foi referido, é importante ter um conjunto de indicadores adequados e atribuir-lhes um valor com o qual se possa calcular um índice agregado. Todavia, a avaliação directa do efeito dos indicadores pode não ser fácil. Tal como referido por Mendoza e Prabhu (2001), pode saber-se que alguns atributos têm impacte, mas a sua extensão e intensidade podem ser difíceis ou impossíveis de avaliar, devido à intrínseca complexidade ou ambiguidade associadas aos indicadores e às suas interacções. Tal representa incerteza associada à avaliação, conceito que é importante distinguir da incerteza estocástica.

Em situações como a anteriormente descrita, o impacto dos indicadores pode apenas ser julgada em termos do grau em que há uma contribuição favorável ou não para a sustentabilidade (Ducey e Larson, 1999; Mendoza e Prabhu, 2001). De forma a exemplificar de que forma esta contribuição é avaliada, é interessante ter em conta o exemplo apresentado por Ducey e Larson (1999). Estes autores argumentaram que questões como “quanta sustentabilidade podemos produzir?” e “qual o mínimo de sustentabilidade que podemos tolerar?” não fazem sentido. Todavia, percepções como “sustentável” ou “provavelmente não sustentável”, “em certo grau sustentável”, “muito sustentável” e “provavelmente sustentável” são expressões mais naturais, mesmo que o seu significado permaneça vago. Este é o contexto de aplicação da *Fuzzy Set Theory* (Zadeh, 1965) à sustentabilidade florestal.

Muitos dos aspectos anteriormente mencionados foram integrados, de forma bem sucedida, por Reynolds *et al.* (2003) num sistema com base lógica para a avaliação da sustentabilidade das florestas à escala regional e nacional. Especificamente concebido para lidar com os C&I do processo de Montreal, este modelo é uma espécie de “meta-database” de conhecimento, com forma de rede, a qual providencia uma especificação formal para organizar e interpretar informação, mesmo a incerta e proveniente de descrições feitas em linguagem natural.

Uma base de conhecimento tem “caminhos” lógicos, os quais geralmente vão de proposições abstractas para proposições mais concretas e destas para as premissas, as quais podem ser avaliadas com referência a dados que dizem respeito a indicadores. As métricas que correspondem a estes indicadores são chamadas os pontos terminais de medição. “No caso dos indicadores e dos pontos terminais de medição estarem definidos em termos vagos, estes são avaliados por atribuição de valores de uma escala subjectiva ordinal (nenhuma, fraca, moderada, evidência forte) para cada ponto terminal de medição” (Reynolds *et al.*, 2003).

O modelo com base no conhecimento é, portanto, um mapa cognitivo que providencia uma especificação formal dos dados, e que “descreve não apenas os dados a avaliar, mas também como os dados devem ser interpretados de forma a chegar a conclusões”. Nos trabalhos publicados até ao momento, os mapas cognitivos têm sido desenhados com auxílio de peritos (Reynolds *et al.*, 2003), mas existe potencial para virem a incorporar conhecimento local menos técnico.

Considerações finais

Em Portugal, desenvolveram-se iniciativas destinadas à análise de C&I para avaliação da sustentabilidade a diferentes escalas e para diferentes tipos de coberto. Os C&I de referência considerados foram os Pan-Europeus propostos nas Conferências Inter-ministeriais para a Protecção das Florestas na Europa de Lisboa (1998) e Viena (2003). Realizadas sobretudo no âmbito de projectos de investigação, centraram-se no teste da adequação dos indicadores, na sua selecção e na elaboração de protocolos para a sua avaliação e monitorização.

Estas iniciativas têm vindo a ser de grande valor no teste da aplicabilidade e adequação dos indicadores Pan-Europeus e da Norma Portuguesa aos espaços florestais nacionais. Essa discussão tem sido feita em termos de adequação à escala espacial, ao tipo de coberto vegetal, às restrições de recursos para a avaliação dos indicadores e à existência de informação que permita a sua avaliação e monitorização. A selecção e a definição dos protocolos de avaliação têm sido feitas por equipas de peritos. Algumas das dificuldades que têm vindo a ser identificadas prendem-se com o custo associado à recolha de informação de base, com a inexistência de padrões de referência para avaliação dos indicadores e com a falta de informação que permita proceder a essa avaliação. Estas são dificuldades para as quais foram apresentadas, neste artigo, metodologias passíveis de as contornar, quando o objectivo é a avaliação da sustentabilidade a curto-médio prazo com a informação disponível.

Por outro lado, a análise das conectividades entre indicadores, a incerteza associada a certos indicadores, o cálculo de índices agregados de sustentabilidade, a ponderação dos critérios e indicadores e a participação de outros grupos de interesse na avaliação da sustentabilidade são áreas ainda por explorar a nível nacional. No que diz respeito às duas últimas áreas seria, por exemplo, de grande interesse fazer um estudo da forma como Associações de Produtores Florestais, Indústria e Administração Florestal ponderariam de forma diferente os indicadores, ou como esta ponderação varia de acordo com o tipo de espaço florestal e a sua utilização.

As bases de informação constituídas com os projectos anteriores oferecem a gratificante possibilidade de se avançar para estas linhas de investigação. Embora o argumento de que indicadores mal seleccionados e mal avaliados podem conduzir a avaliações erradas não seja desvalorizado (ver referências em Van-Zeller *et al.*, 2005), propõe-se que metodologias de avaliação da sustentabilidade que permitam lidar com incerteza sejam desenvolvidas o quanto antes, sobretudo nos sistemas florestais mais ameaçados ou sob maior pressão. Recomenda-se, no entanto, que estas metodologias sejam aplicadas com precaução e de forma conservadora.

Bibliografia

- Andreoli, M. e Tellarini, V. (2000). Farm sustainability evaluation: methodology and practice. *Agriculture, Ecosystem and Environment* **77**: 43-52.
- Belton, V. e Stewart, T.J. (2002). *Multiple Criteria Decision Analysis. An integrated approach*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Diaz-Balteiro, L. e Romero, C. (2004). In search of a natural systems sustainability index. *Ecological Economics* **49**: 401-405.
- Ducey, M.J. e Larson, B.C. (1999). A fuzzy set approach to the problem of sustainability. *Forest Ecology and Management* **115**: 29-40.

- Eden, C. (1989). Using cognitive mapping for strategic options development and analysis (SODA). In Rosenhead, J. (ed.). *Rational analysis for a problematic world. Problem structuring methods for complexity, uncertainty and conflict*. John Wiley and Sons, Chichester, pp. 21-42.
- Lindenmayer, D.B. e Franklin, J.F. (ed., 2003). *Towards forest sustainability*. Island Press. Washington.
- Mendoza, G.A e Prabhu, R. (2000a). Multiple criteria decision making approaches to assessing forest sustainability using criteria and indicators: a case study. *Forest Ecology and Management* **131**: 107-126.
- Mendoza, G.A. e Prabhu, R. (2000b) Multiple criteria analysis for assessing criteria and indicators in sustainable forest management: a case study on participatory decision making in a Kalimantan forest. *Environmental Management* **26**(6): 659-673.
- Mendoza, G.A. e Prabhu, R. (2001). A fuzzy Analytic Hierarchy Process for assessing biodiversity conservation. In Schmoldt *et al.* (eds). *The Analytic Hierarchy Process in natural resource and environmental decision making*. Kluwer Academic Publishers. Pp 219-233.
- Mendoza, G.A. e Prabhu, R. (2002). Multidimensional measurements and approaches to forest sustainability assessments. An overview of models, approaches and issues. In: Pukkala, T. (ed.) *Multi-objective forest planning*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. pp. 71-98.
- Mendoza, G.A. e Prabhu, R. (2003). Qualitative multi-criteria approaches to assessing indicators of sustainable forest resource management. *Forest Ecology and Management* **174**: 329-343.
- Purnomo, H.; Mendoza, G.A. e Prabhu, R. (2005). Analysis of local perspectives on sustainable forest management: an Indonesian case study. *Journal of Environmental Management* **74**: 111-126.
- Reynolds, K.M.; Johnson, K.N. e Gordon, S.N. (2003). The science/policy interface in logic-based evaluation of forest ecosystem sustainability. *Forest Policy and Economics* **5**: 433-446.
- Van-Zeller, P.; Dahlin, A.M. e Feith, H. Indicators for Pan-European Sustainable Forest Management Criteria – a Practical Evaluation. In: Actas do European IALE Congress 2005. *Landscape Ecology in the Mediterranean. Inside and outside approaches*. Março 29- Abril 2. (in press)
- Varma, V.K.; Ferguson, I. e Wild, I. (2000). Decision support system for the sustainable forest management. *Forest Ecology and Management* **128**: 49-55.
- Zadeh, L. (1965). Fuzzy sets. *Information control* **8**: 338-353.
- Zahedi, F. (1986). The analytic hierarchy process – a survey of the methods and its applications. *Interfaces* **16**: 96-108.