

Mini-curso - CLAIO/SOBRAPO
Rio de Janeiro, Setembro de 2012

Apoio Multicritério à Decisão e Desenvolvimento Sustentável

João Clímaco (INESC-C, Universidade de Coimbra)
Rogério Valle (Universidade Federal do Rio de Janeiro)

Abstract

Neste trabalho apresenta-se um resumo estendido do mini-curso Apoio Multicritério à Decisão e Desenvolvimento Sustentável, CLAIO, Rio de Janeiro, Setembro de 2012.

Este curso divide-se em quatro parágrafos. No primeiro estudam-se sumariamente os conceitos básicos associados à problemática do desenvolvimento sustentável. No segundo tópico faz-se referência às várias abordagens disponíveis em Análise Multicritério, avaliando-as no que diz respeito à sua utilização em problemas que envolvem a sustentabilidade. O terceiro parágrafo é dedicado à aplicação do Apoio Multicritério à Decisão em Problemas de Sustentabilidade de nível Estratégico. Finalmente, o quarto dedica-se à aplicação do Apoio Multicritério à Decisão em Problemas de Sustentabilidade ao nível dos Processos Produtivos.

I. Introdução

Sempre que se pretende abordar problemas que envolvem questões de sustentabilidade, seja para construir modelos de análise de ciclo de vida nas empresas, seja em questões de planeamento estratégico, ou outras, estão sempre em causa três vertentes essenciais, cada uma delas envolvendo diversos sub-critérios. A saber: uma vertente econômica, uma social e, finalmente uma ambiental. Os problemas em questão são complexos, sendo naturalmente os de planeamento estratégico os que apresentam maior grau de complexidade. Entre outros fatores, estão em causa as incertezas associadas e a participação pública nas decisões a tomar.

Nos últimos anos, os modelos multicritério têm tido grande desenvolvimento, e, em muitos casos, trata-se de modelos que combinam aspetos quantitativos com aspetos qualitativos, o que parece essencial em estudos de sustentabilidade.

A seu modo, os modelos multicritério permitem contornar, pelo menos parcialmente, uma questão essencial, isto é, o processo clássico de

agregação das preferências dos agentes de decisão num único objetivo ou critério de avaliação, reduzindo tudo a uma só medida, em unidades monetárias. Por sua vez, no processo de agregação de preferências, desde que os sistemas de apoio à decisão sejam construídos com esse fim, pode combinar-se o uso de protocolos algorítmicos com a experiência e intuição de decisores. As novas tecnologias permitem construir Sistemas de Apoio Multicritério à Decisão Interativos muito flexíveis, podendo, por exemplo, integrar-se com Sistema de Informação Geográfica (GIS – Geographical Information Systems), e, em muitos casos, adaptar-se a problemas de decisão em grupo e de negociação.

O conceito de Desenvolvimento Sustentável encontra-se razoavelmente bem definido desde 1987, no chamado Relatório Brundtland (Our Common Future) como “caminhos de Progresso Humano que garantam as necessidades e aspirações da geração atual sem comprometer a capacidade das gerações futuras em garantir as suas próprias necessidades. Ora, os processos de decisão associados à avaliação da sustentabilidade são muito complexos, envolvendo, como se disse acima, três aspetos principais interrelacionados /conflituosos: ambientais, sociais e econômicos. Torna-se, portanto, claro que o apoio multicritério à decisão constitui uma ferramenta privilegiada para a procura de compromissos aceitáveis entre crescimento e desenvolvimento sustentável, tendo em conta simultaneamente o ambiente e os aspectos socio-econômicos. É imperativo tornar-se compatível a luta contra a pobreza com a preservação da qualidade ambiental, o combate ao aquecimento global, etc, etc.

Parece também claro que o crescimento ainda é essencial em grande parte do planeta, mas é impensável um modelo baseado no crescimento à escala global por muito mais tempo. Como explica José Eli da Veiga “o dilema (do crescimento) se impõe porque a pressão sobre os ecossistemas aumenta com a expansão da economia”, não sendo crível que a inovação possa compensar as questões de escala. Nestes processos, ecologia e economia são indissociáveis tanto do ponto de vista das questões globais, como dos problemas locais.

Para além de tudo isso, pretende-se melhorar as ações estratégicas, tornando-as mais transparentes, e internamente mais coerentes; envolver a participação pública e/ou os seus representantes no processo de decisão; e contribuir para “educar” os decisores sobre as consequências ambientais das suas decisões.

Finalmente, deve salientar-se que o paradigma subjacente à Avaliação Multicritério Social, proposto por G. Munda, combina à partida os

principais aspetos que temos vindo a referir, pelo que é particularmente vocacionado para problemas complexos, como os que tratam de aspetos do desenvolvimento sustentável.

II. Desenvolvimento sumário dos vários parágrafos do mini-curso.

(A)-Conceitos básicos associados à problemática do Desenvolvimento Sustentável.

Como já referimos acima, a famosa definição Brundtland (a rigor, estabelecida pela World Commission on Environment and Development em 1987) diz que o Desenvolvimento Sustentável é aquele que atende às necessidades das gerações atuais, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de terem suas necessidades atendidas. Mencione-se também outra abordagem instituidora da noção de sustentabilidade: a leitura das questões de desenvolvimento pelas lentes da biologia, que se dá, por exemplo, quando se identifica a população humana máxima que poderia se manter indefinidamente em um território (região ecossistêmica, nação ou planeta) segundo o enfoque da Ecologia para a manutenção das condições de sobrevivência futura de uma espécie. Na prática, houve muita dificuldade para operacionalizar este conceito. Assim, bem recentemente, passou-se a falar também em Economia Verde, conceito destinado a complementar e não (em princípio) a substituir o anterior e que anuncia a conciliação entre metas ambientais ou sociais (preservação, ou mesmo ampliação do capital natural e do capital humano) e metas econômicas (crescimento da renda e do emprego). O que se propõe é um redirecionamento da economia de cada país, na hipótese de que, no largo prazo, os setores “verdes” (aqueles com baixo impacto ambiental e trabalho decente) chegarão a proporcionar melhor retorno econômico sobre os investimentos do que os setores “marrons”.

Seja como for, é amplamente consensual que a sustentabilidade desejada depende da convergência de muitas dimensões, numa lista que varia de autor a autor. Sachs (1993), por exemplo, entende que a sustentabilidade deve abordar as dimensões ambiental, econômica, política, cultural, social, temporal e espacial da sustentabilidade. Bossel (1999) não menciona as duas últimas, mas julga necessário acrescentar três outras: material, legal e psicológica. Na Agenda 21, instrumento criado na Rio 92, há uma diferença entre dimensão

ecológica (uso racional do estoque de recursos naturais) e a dimensão ambiental (capacidade de suporte da natureza de absorver e superar as intervenções humanas), além da adição das dimensões demográfica e institucional. No entanto, a referência mais comum é, sem dúvida, o Modelo Triple Bottom Line de Elkington, J. (2001), traduzido pelo Relatório Brundtland nos seguintes termos:

- a. Sustentabilidade Social: atender a aspectos de distribuição de renda, diminuição da distância entre os padrões de vida entre as classes sociais, acesso a direitos universais e atendimento a necessidades básicas, tanto materiais quanto imateriais;
- b. Sustentabilidade Econômica: visa melhorar as relações de troca entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, e organizações permitindo a estes acessos às novas tecnologias e superação de condições externas adversas;
- c. Sustentabilidade Ambiental: ser obtida através da preservação e/ou recuperação da capacidade de recursos do planeta, por meio da evolução tecnológica socialmente justa e economicamente viável. Isto por meio de restrições do consumo de combustíveis fósseis, redução do volume de resíduos e da poluição, bem como da redução/racionalização do consumo pelos países ricos.

Independentemente das dificuldades conceituais e operacionais, todos admitem que as três dimensões são interligadas e frequentemente se sobrepõem, de algum modo. O próprio Elkington (2001) reconhece que muitas questões e as ações concretas envolvem apenas duas destas três dimensões; tal é o caso do conceito de ecoeficiência, que considera os pontos de vista ambiental e econômico, mas não o social.

Muito esforço tem sido feito em prol de formas confiáveis de avaliação da sustentabilidade tanto de países ou regiões, como de empresas. Há indicadores sintéticos específicos para a dimensão ambiental, como o EPI (desenvolvido pelas universidades de Yale e de Columbia) e a Pegada Ecológica. No que se refere à avaliação de empresas, há o Dow Jones Sustainability Index (DJSI) americano e o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) da BOVESPA, ambos buscando medir o desempenho econômico, ambiental e social de empresas com ações negociadas em bolsa. Mas nem todos os sistemas de avaliação propõem índices. O conjunto mais completo de indicadores de sustentabilidade é o elaborado pelo GRI (Global Reporting Initiative), para fins de elaboração de relatórios pelas empresas. São 79 indicadores (dos quais 49 são considerados essenciais), cobrindo 34 aspectos (como trabalho infantil, treinamento e educação, transporte,

água, energia, etc.), destinados a descrever o compromisso da empresa com a sustentabilidade.

Porém, o cerne do problema da avaliação Triple Bottom Line está, como veremos, na agregação de indicadores financeiros e não financeiros.

Em conclusão, os tópicos principais deste capítulo são:

- Triple Bottom Line
- Sustentabilidade Forte e Sustentabilidade Fraca
- Stakeholders
- Economia Verde

(B) Apoio Multicritério à Decisão (AMCD).

Em problemas envolvendo múltiplos critérios conflituosos entre si, o conceito de óptimo deixa de fazer sentido. Há contudo um conjunto de soluções designadas por eficientes, ou óptimas de Pareto, que gozam de propriedades especiais. Uma solução diz-se eficiente se não existir outra solução admissível para o problema em estudo igual ou melhor em todos os critérios e estritamente melhor em pelo menos um deles.

Este conceito é básico no desenvolvimento de métodos associados a esta área.

Sob a designação comum de métodos multicritério aparecem na literatura especializada dois ramos distintos:

- a. Métodos de Apoio à Decisão Multiatributo.
- b. Métodos de Apoio à Decisão Multiobjetivo.

A primeira destas designações refere-se a métodos que envolvem um pequeno número de alternativas, explicitamente conhecidas, enquanto a segunda diz respeito a problemas nos quais as alternativas são implicitamente definidas por restrições.

Os métodos multiatributo permitem uma avaliação mais detalhada das alternativas consideradas, sem excessivo esforço computacional, mas em muitas situações são redutores. Por vezes, o uso complementar dos dois tipos de modelos é aconselhável.

No que se refere aos métodos dedicados a problemas multiatributo, em termos genéricos desenvolveram-se a chamada Escola Americana em que, para apoiar a avaliação das alternativas, se utilizam funções utilidade multiatributo, lineares ou não, dependendo das aproximações (Keeney and Raiffa, 1976) e a chamada Escola Francesa baseada na introdução de relações de ordem parciais, isto é relações de

prevalência (outranking). Não se obtém nem completa comparabilidade entre alternativas, nem transitividade. O exemplo mais conhecido de métodos desta escola é a família de métodos ELECTRE (Roy e Bouyssou, 1993). Em geral, os métodos desta escola são menos exigentes do que os da escola americana. Contudo, os resultados são também menos conclusivos, no que se refere agregação de preferências dos decisores.

O Processo Analítico Hierárquico (AHP – Analytic Hierarchical Process) pode ser encarado como um ramo específico da Escola Americana, em que uma hierarquia de níveis de decisão é identificada, Saaty (1980).

No que diz respeito às aproximações dedicadas a modelos de programação matemática multiobjetivo (Steuer 1986, Clímaco, Antunes e Alves 1993), deve ter-se atenção especial com a dimensão das instâncias associadas a casos reais. Há métodos exatos e aproximados. Utilizando cálculo exato, prestaremos particular atenção a métodos iterativos de programação linear multiobjetivo, e a um método, também iterativo, dedicado a problemas de localização bicritério. Faremos uma brevíssima referência a métodos aproximados, dedicados a problemas multiobjetivo mais difíceis. Note-se que também se podem conceber implementações iterativas de métodos multiatributo.

Discutir-se-á, ainda que muito brevemente, o problema da estruturação e formulação (Rosenhead, 1989(ed); Zeleny, 1982; Keeney, 1992; Ackoff, 1969).

Por último, falaremos nas incertezas e/ou imprecisões associadas a todas as fases do processo de estudo de casos reais, desde a recolha de dados até à agregação de preferências dos decisores (Bouyssou 1990).

Os protocolos iterativos mais interessantes, em nossa opinião, têm como objetivo essencial a aprendizagem progressiva, muitas vezes de forma não completamente estruturada, das preferências dos decisores. Usando a linguagem de Feyerabend, no seu famoso livro, “Against the Method”, 1975, troca-se uma “guided exchange” subjacente à primeira atitude, por aquilo a que o autor chama “open exchange” e tipifica da maneira seguinte: “An open exchange is guided by a pragmatic philosophy. The tradition adopted by the parties is unspecified in the beginning and develops as the exchange proceeds. The participants get immersed in each other’s ways of thinking, feeling, perceiving to such an extent their ideas, perception, world views may be entirely changed – they become different people participating in a new and different

tradition". Estas ideias aparecem associadas a processos de decisão em grupo. Não deixam, por isso, de ser adequadas para os métodos interativos de apoio multicritério à decisão baseados na aprendizagem, aliás, também os mais fáceis e adequados para adaptar à decisão em grupo. De facto, neste tipo de abordagens não há lugar a convergência matemática; o processo termina quando se obtêm soluções satisfatórias.

Foi dentro desta linha, baseada na construção de sistemas interativos de cálculo dedicados à aprendizagem progressiva e seletiva, que tem trabalhado uma equipa de investigadores no centro de pesquisa INESC-Coimbra, ao longo dos últimos 25 anos.

Os principais itens deste capítulo do curso são:

- Estruturação e Formulação de Problemas (Rosenhead, 1989(ed); Zeleny, 1982; Keeney,1992; Ackoff, 1969).
- Apresentação das principais abordagens de Apoio Multicritério à Decisão, enfatizando os princípios básicos associados (métodos multiatributo – Escola Americana, métodos de prevalência – Escola Francesa e Métodos de Programação Matemática Interativos). Discussão das vantagens e desvantagens de cada uma das abordagens em problemas de escolha de políticas/projetos tendentes à construção de um desenvolvimento sustentável. Far-se-á referência às implementações interativas, desenvolvidas em Coimbra e Lisboa dedicadas quer a problemas multiobjetivo, quer multiatributo. Destacaremos: TRIMAP (Clímaco e Antunes 1989), DSS dedicado a problemas multiatributo (Antunes, Almeida, Lopes e Clímaco, 1994) e SABILOC (Captivo, Fernandes e Clímaco 2008, 2010).
- A incerteza associada a este tipo de problemas – o papel da análise de sensibilidade e robustez. Este item será exemplificado utilizando o software interativo VIP-Analysis (Dias e Clímaco, 2000; Clímaco, Costa, Dias e Melo, 2009).
- Nota sobre as razões do uso dos modelos multicritério em problemas de sustentabilidade (Omann, 2004; Multi-Criteria Analysis (MCA): A Tool for Sustainability Assessment, Iala 2010, course #3; Munda, 2008).
- Avaliação Multicritério Social – Apresentação dos conceitos essenciais e discussão sobre as potencialidades, neste contexto, dos métodos acima referidos (Munda 2008).

Este último item merece uma chamada de atenção especial. No âmbito de uma economia sustentável, G. Munda, no seu livro "Social Multi-Criteria Evaluation for a Sustainable Economy", 2008, define o conceito de avaliação multicritério social (AMCS).

Trata-se importante contribuição de Munda, que nos suscita alguns comentários/sugestões sobre a aplicação do AMCD num contexto de desenvolvimento sustentável. A saber: De acordo com Munda, o “conceito decision aid”, introduzido por B.Roy, não satisfaz os requerimentos deste novo paradigma, estando em geral associado a uma “avaliação tecnocrática”. É claro que o conceito de AMCS é demasiado rico e amplo para que seja possível a sua implementação cabal através de um qualquer modelo de apoio à decisão. Contudo, a nosso ver, os métodos interativos baseados na aprendizagem, são os que melhor se poderão vir a integrar no processo proposto por Munda.

(C) Aplicação do Apoio Multicritério à Decisão em Problemas de Sustentabilidade de Nível Estratégico.

1. Avaliação Estratégica de Impacto Ambiental

A Avaliação Estratégica de Impacto Ambiental (**SEA** - Strategic Environmental Assessment) é o procedimento formal, regulado juridicamente, que permitirá assegurar que as consequências das decisões estratégicas sejam sustentáveis. Sadler e Verheem definem SEA como “a systematic process for evaluating the environmental consequences of proposed policy, plan or programme initiatives in order to ensure they are fully included and appropriately addressed at the earliest appropriate stage of decision making on par with economic and social considerations”.

Trata-se de um procedimento novo, apenas parcialmente em prática, mesmo nos países mais evoluídos em questões ambientais. Contudo, é de tal forma importante que está disponível na rede (<http://sea.unu.edu/course/>) um curso sobre SEA da Universidade das Nações Unidas. Num brevíssimo resumo, o principal objetivo de SEA é incorporar questões ambientais/de sustentabilidade nas decisões estratégicas (socio-econômicas), podendo apontar-se, como objetivos assessórios, melhorar as ações estratégicas, tornando-as mais transparentes, e mais consistentes internamente; envolver a participação pública e/ou os seus representantes no processo de decisão; e contribuir para “educar” os decisores sobre as consequências ambientais das suas decisões.

É preciso não esquecer que implementar SEA é, por um lado, urgente, mas por outro constitui, por si só, um processo socio-político muito complexo, difícil de pôr em prática de forma adequada. Como se pode

ler no United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) Resource Manual (www.unece.org/env/eia_manual/), não existe uma metodologia que possa ser considerada a melhor para executar SEA em todos os casos. Em vez disso, há uma gama vasta de ferramentas e métodos disponíveis para apoiar as várias fases de SEA, que sumariamente se podem identificar como: a determinação do âmbito do estudo, isto é, daquilo que deve ser avaliado, o contexto do País em que o estudo é efetuado, que determina o grau de exigência em determinados aspetos e a sua evolução, tendo em conta consequências económico-sociais; e, finalmente, a identificação, geração e comparação de alternativas.

No que diz respeito a PO há diversas ferramentas que são sugeridas, como potencialmente adequadas. Por exemplo, Técnicas de Modelação, Análise SWOT, Análise Custo Benefício (ACB) e Apoio Multicritério à Decisão (AMCD). É ainda comum ver-se sugerida a utilização conjunta de AMCD e GIS.

No que se refere à comparação de alternativas, a Análise Custo Benefício (ACB) e AMCD são as metodologias mais relevantes. A ACB está enraizada, bem estruturada, e tem sido muito desenvolvida pelos economistas para comparar alternativas, nomeadamente quando estão em causa decisões relativas a grandes obras públicas. No aprofundamento desta via, a ACB tem tentado adaptar-se às situações novas, nomeadamente tentando incluir aspetos de impacto ambiental, reduzindo-os a valores monetários. Contudo, por exemplo, Damart e Roy, 2007, apontam limitações da ACB, nomeadamente nos casos em que há participação pública. Não sendo possível, nem desejável, abandonar os estudos de ACB, estes podem e devem ser acompanhados por outros. Por exemplo, os autores que temos vindo a referir sugerem que as ferramentas multicritério podem ser as mais adequadas para a legitimação de decisões que envolvem concertação. Por outro lado, G. Munda, como já vimos, propõe um novo paradigma multicritério vocacionado para problemas complexos, como os que tratam de aspetos do Desenvolvimento Sustentável, e, portanto, também de preocupações ambientais.

Em conclusão, o uso combinado de várias metodologias, em conjunto com a experiência e intuição dos atores envolvidos no processo de decisão, justifica-se quando se está na presença de estudos muito complexos como os de SEA, que envolvem critérios económicos sociais e ambientais. Note-se que é essencial todos eles serem considerados num “timing” adequado, isto é, a área ambiental deve ser estudada a par dos aspetos económicos e sociais, no início do processo. Para além disso, as incertezas associadas a problemas estratégicos e a

necessidade de transparência e de adequada participação pública tornam inevitável o caráter multimetodológico dos estudos de SEA.

Note-se que a variedade das metodologias do AMCD, e a complexidade do SEA, justificam que se dedique algum tempo à caracterização contextualizada das ferramentas multicritério disponíveis. A título de exemplo, refira-se que o governo inglês promoveu, faz anos, a escrita de um “guideline text” relativo ao uso de aproximações multicritério, disponível em <http://www.communities.gov.uk/publications/corporate/multicriteria-analysis-manual>).

Neste curso prestaremos especial atenção aos seguintes itens

- Importância da implementação de SEA na Sustentabilidade do Desenvolvimento.
- Ética, transparência e participação pública
- Discussão comparada das potencialidades e limitações da Análise Custo Benefício e do Apoio Multicritério à Decisão
- Adequação da Avaliação Multicritério Social a SEA.

2 - Indicadores Multidimensionais de Qualidade de Vida, de Sustentabilidade e de Economia Verde – Discussão baseada num caso específico.

É nossa convicção de que, em muitos casos, ao pretender-se reduzir a um escalar a avaliação multi-dimensional de objetos, por exemplo, da qualidade de vida de países, nos socorremos de procedimentos de agregação, que, se por um lado permitem o “ranking” desses objetos, por outro são redutores, têm uma carga ideológica e um caráter subjetivo. Este assunto é muito bem desenvolvido em Stiglitz-Sen-Fitoussi Report 2009, onde se propõe uma maior adequação dos dados e inquéritos a disponibilizar pelos institutos de estatística, por forma a permitir a utilização prática de avanços multi-metodológicos na definição de bem-estar, qualidade de vida e sustentabilidade, com vista a substituir a mono-racionalidade do PIB, por indicadores agregados mais sofisticados, ou até pela pluri-racionalidade de dashboards de indicadores.

A agregação, na construção de índices agregados de qualidade de vida, de índices de sustentabilidade, ou de índices dedicados à economia verde pode ser encarada como um parente próximo do apoio

multicritério à decisão.

Contudo, como é discutido em Bouyssou et.al. 2000 , enquanto o apoio à decisão se baseia em relações de preferência do(s) decisor(es), tendo por isso à sua disposição as ferramentas teóricas da teoria da medida (ver Vansnick 1990); os índices agregados são criados, entre outras coisas, para apoiar decisores políticos na definição de políticas, nem sempre sendo claro quem decide sobre a sua estruturação e a agregação necessárias à sua construção. Deve ainda notar-se que o conteúdo e a arquitetura desses índices são condicionados pelas posições ideológicas/interesses dos atores políticos, econômicos e sociais envolvidos. Portanto, nem só, como alguém disse, “What we measure affects what we do and if our measurement are flawed, decisions may be distorted”... , mas também há influências/imposições em sentido oposto, isto é, o que se mede depende das opções politico-ideológicas do poder. As potencialidades e limitações dos índices agregados utilizando somas ponderadas serão discutidos. O mais famoso dos índices agregados, o HDI - Human Development Index, será utilizado como exemplo na exposição. Prestemos agora um pouco mais de atenção à questão da construção dos índices agregados. Trata-se, em geral, duma soma ponderada das medidas escalares de cada uma das dimensões envolvidas. Como seria de esperar, há várias questões que merecem discussão. A saber: A escolha das dimensões/sub-indicadores a integrar e a qualidade das respectivas medidas; o problema da fixação de pesos, que embora muitas vezes sejam atribuídos como coeficientes de importância, na verdade estão associados a trade-offs e conduzem a índices completamente compensatórios em relação às dimensões incluídas; o problema da construção e normalização das escalas em cada dimensão; o problema da independência das dimensões, essencial quando se usa o modelo aditivo. Mais ainda, estes índices, em geral traduzem médias aritméticas do que se passa num determinado universo, não refletindo as desigualdades, por vezes gritantes, entre partes do todo em avaliação. A interpretação de variações no tempo nos índices agregados também não é fácil e, finalmente, não se pode ignorar a diversidade de pontos de vista sobre a importância das dimensões.

Com vista a ultrapassar, ao menos parcialmente, as limitações dos indicadores agregados, apresenta-se uma proposta de metodologia não compensatória, Clímaco e Craveirinha 2012, baseada no uso de um “dashboard” multidimensional, que pode ser utilizada quer na avaliação da qualidade de vida, quer da sustentabilidade ou do grau de verduza da economia. O software de suporte à nossa proposta,

desenvolvido inicialmente num âmbito de apoio à decisão, integrado num DSS dedicado a problemas de localização, encontra-se descrito em Clímaco et al, 2011 e em Fernandes et al, 2012. Trata-se de uma metodologia baseada na implementação interativa do método conjuntivo, permitindo a consideração de três limiares de desempenho, e, portanto, a classificação de objetos em quatro classes, a saber: não aceitáveis, aceitáveis, bons e muito bons. Em Clímaco e Craveirinha 2012, esta metodologia é comparada com o indicador interativo de qualidade de vida, que utiliza a agregação aditiva, proposto pela OECD 2011: BetterLife Index. Mais recentemente, foi utilizada em cooperação com o SAGE/COPPE/UFRJ num estudo sobre a verdura da economia do Estado do Rio de Janeiro. Utilizaremos este caso na nossa exposição. Este trabalho utilizou os resultados dum projeto entre a Secretaria de Estado do Ambiente e SAGE/COPPE/UFRJ: “Estruturação do Embasamento Técnico para Preparação de Estratégia de Economia Verde para a Conferência Rio+20”.

Tentaremos evidenciar o valor adicionado da utilização deste software na análise dos resultados.

Em resumo, neste capítulo, trataremos especificamente dos seguintes temas:

- Introdução aos problemas da Medida de Qualidade de Vida, Sustentabilidade e da Economia Verde
- Discussão das potencialidades e limitações dos Indicadores Agregados.
- Proposta de uso de um “dashboard”, baseada numa análise não compensatória utilizando o método conjuntivo de forma interativa.
- A importância de novos desenvolvimentos na construção do futuro.

(D) Aplicação do Apoio Multicritério à Decisão em Problemas de Sustentabilidade ao Nível dos Processos Produtivos

Sob forte pressão dos ambientalistas e do poder público, as empresas e demais organizações viram-se obrigadas a reconhecer e enfrentar seus problemas de sustentabilidade. De um modo geral, isto não alterou suas rotinas de tomada de decisão; apenas acrescentaram um termo a mais nas funções de valor aditivas de que se valem regularmente para otimizar seus custos. Assim, quaisquer indicadores relacionados às dimensões ambiental ou social são apreciados, lado a lado com os indicadores econômicos, numa escala monetária comum — em reais,

ou dólares, ou euros. É importante perceber que temos aqui, sim, uma decisão multicritério, mas caracterizada pela utilização do que B. Roy chamou de agregação por função única de síntese. E não é menos importante perceber que seu uso encerra os gerentes num quadro conceitual e prático em que (a) toda iniciativa nas áreas ambiental ou social é necessária e exclusivamente qualificada como custo, jamais como investimento na qualidade ou no reconhecimento público, (b) são ignoradas todas as consequências não monetárias destas iniciativas e (c) é possível intercambiar valores entre quaisquer indicadores de um modo direto e imediato, por exemplo, barganhar sem qualquer embaraço uma redução nos custos de manutenção em troca de um aumento nos custos ambientais, ou vice-versa. Tal quadro certamente inibe iniciativas mais avançadas em sustentabilidade, a tal ponto que mesmo projetos com bom retorno econômico a longo prazo não conseguem ser bem avaliados.

Esta situação deixa entrever o iminente surgimento de um bom espaço, dentro das organizações, para outros métodos de tomada de decisão, hoje ainda tidos erradamente como demasiadamente abstratos e sofisticados. Tende-se a uma consideração separada de cada uma das dimensões do Triple Bottom Line, antes que uma decisão seja tomada. Evidentemente, isto exige mudanças nada desprezáveis nas rotinas e instrumentos de gestão; contudo, como veremos nos exemplos que se seguem, a aplicação do Apoio Multicritério à Decisão em problemas de sustentabilidade organizacional é não apenas viável, mas muito promissora.

Nosso primeiro exemplo mostra como o Apoio Multicritério à Decisão pode ser combinado com uma Análise do Ciclo de Vida (ACV), uma ferramenta essencial para os estudos de sustentabilidade. Souza, Mendonça e Valle compararam duas opções para o reaproveitamento de óleo vegetal usado coletado de hotéis e restaurantes em Copacabana: produção de biodiesel ou produção de sabão (hoje, a maior parte deste óleo é simplesmente jogada fora na rede de esgotos, contribuindo deste modo para eutrofização da água e posteriormente por meio de sua biodegradação para o efeito estufa). Qual das duas é melhor, do ponto de vista ambiental? Como os impactos resultantes podem ser provenientes de diversas categorias diferentes (potencial de aquecimento global, acidificação, eutrofização, deplação abiótica, ecotoxicidade terrestre, toxicidade humana e formação de foto oxidantes), que agem com intensidades diferentes, torna-se necessário também a conjugação do ACV com um método de Apoio Multicritério à Decisão; neste caso, foi adotado o AHP (*Analytic Hierarchy Process*). As

intensidades de importância, na escala usual definida pelo AHP, são atribuídas de acordo com o resultado da ACV.

Por fim, note-se que os pesos dos critérios têm em conta:

- a. A relevância do impacto para o Estado do Rio de Janeiro (eutrofização e toxicidade humana);
- b. A relevância do impacto no ambiente global (aquecimento global e formação de foto oxidantes).

Nosso segundo exemplo também apresenta um caso em que a dimensão ambiental é analisada separadamente, agora recorrendo-se a uma média ponderada de seus indicadores. Numa pesquisa do SAGE conduzida por Marcelle Rodrigues de Souza e Rogerio Valle, o Apoio Multicritério à Decisão está por trás de uma ferramenta desenvolvida para ajudar a selecionar os fluidos de perfuração que as empresas de petróleo utilizarão. Estes possuem inúmeras propriedades que podem afetar fortemente o desempenho operacional e ambiental da operação. Além disso, eles e os cascalhos por eles transportados à tona constituem o mais relevante resíduo decorrente da operação, estritamente controlado pelo órgão licenciador. Na verdade, a pesquisa não se limita aos impactos referentes à operação e descarte final após a operação, considerando também aqueles relacionados à produção e transporte dos produtos presentes nas formulações dos fluidos (ou seja, considerando todo o ciclo de vida destes). A seleção dos melhores fluidos para atender as condições previstas, além de minimizar os custos e reduzir o risco de acidentes, busca reduzir a poluição causada pela atividade. A ferramenta ajudará o decisor a levar em conta todos os critérios operacionais e ambientais e, então, proceder à escolha da melhor alternativa (neste caso, a melhor formulação química associada a uma dada função operacional), num processo de decisão composto por quatro etapas:

- a. Primeiro, há a definição do conjunto de alternativas: neste caso, trata-se do conjunto de formulações que serão submetidas ao estudo da Análise do Ciclo de Vida, previamente consideradas como possíveis e sobre as quais serão realizadas as avaliações e comparações.
- b. A seguir, é elaborada uma família coerente de critérios. Os critérios para avaliar os efeitos causados ao meio ambiente pela perfuração de poços de petróleo são obtidos através da quantificação dos impactos ambientais fornecidos por uma das fases da Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida. Todos os critérios serão relativizados a partir de uma unidade funcional, por exemplo, o volume de fluido necessário para perfurar determinado percurso em metros em uma determinada formação. Posteriormente os critérios são organizados em uma tabela

de desempenho, onde as linhas correspondem às alternativas (as formulações a serem utilizadas) e as colunas representam os critérios de avaliação (impactos ambientais identificados na ACV).

c. A terceira etapa é a determinação dos pesos dos critérios. O decisor exprime a importância relativa de cada critério, ponderando com base em técnicas de atratividade. Segundo os autores, métodos como o AHP e o Macbeth serviram de inspiração.

d. Finalmente, é feito um somatório que considera as ponderações. Dificuldades técnicas tais como a sensibilidade à mudança de escalas e a compensação entre critérios foram ponderadas.

Ao final destas quatro etapas, a ferramenta terá sistematizado vários critérios em um único, gerando uma ordem de preferência (em termos ambientais) entre as diferentes formulações.

Um terceiro exemplo diz respeito à construção de reservatórios, que possuem um papel fundamental na gestão de recursos hídricos. Para melhor aproveitar estes recursos, os reservatórios devem ser projetados e operados de modo a atender vários propósitos: geração de eletricidade, pesca, conservação ambiental, etc.. Logo, é preciso avaliar os possíveis impactos de cada uma das modalidades consideradas de uso dos reservatórios (que são, neste caso, as alternativas), bem como os pontos de vista e interesses dos diferentes atores envolvidos no processo de decisão. Num contexto decisório tão complexo, surge a necessidade de utilização de uma abordagem que ordene as modalidades de uso para reservatórios artificiais a partir de uma lista de benefícios identificados (que são, neste caso, os critérios de decisão). Tendo em mãos esta ordenação, será menos difícil escolher a alternativa que melhor atende às expectativas dos atores sociais (que são, neste caso, os decisores, ou que pelo menos os influenciam).

Numa pesquisa do SAGE conduzida por Aline Muniz e pelos professores José Roberto Ribas e Rogerio Valle, o método ELECTRE III está sendo usado para analisar e ordenar as modalidades de uso no caso do reservatório artificial da Usina Hidrelétrica de Corumbá IV, frente aos possíveis benefícios identificados pelo empreendedor, pelo poder público e pela população local. O resultado da pesquisa não apenas avalia as possibilidades de usos múltiplos do reservatório, como também sugere a criação de novas políticas.

No nosso quarto exemplo, usou-se o Apoio Multicritério à Decisão para comparar o desempenho sustentável das cinco maiores empresas do mundo no setor de Petróleo e Gás. Os dados foram extraídos de seus

relatórios anuais de sustentabilidade, todos elaborados segundo o padrão Global Reporting Initiative. Foi considerada a evolução, ao longo de cinco anos, dos respectivos indicadores econômicos, sociais e ambientais. Para garantir uma avaliação integrada destas três dimensões, recorreu-se ao método ELECTRE III. As etapas de aplicação deste método, após a seleção das alternativas (empresas) e critérios (indicadores de sustentabilidade) foram compostas por:

- a. Normalização dos critérios: os critérios foram normalizados pelo volume total de produção de cada empresa. A partir desta medida, foi possível ter-se um grau comparativo do desempenho de cada empresa, em relação a cada critério;
- b. Pesos dos critérios: todos os critérios selecionados tiveram a mesma importância na análise, ou seja, receberam o mesmo peso, pois escopo do trabalho, no Triple Bottom Line, os três aspectos constituintes são igualmente importantes. Limiares: os limiares adotados, de indiferença, preferência e veto, seguiram a preferência dos especialistas.

Ao final da aplicação do método, obteve-se, para este caso, um ordenamento das empresas, assim como a análise da evolução destas ao longo de cinco anos. O Apoio Multicritério a Decisão foi fundamental para uma comparação delicada (o próprio GRI afirma que seu modelo deve ser usado para “benchmarking”, mas isto raramente é feito), comprovando inclusive a robustez necessária.

Para finalizar, os principais itens a tratar neste capítulo são:

- Possibilidade de uso dos critérios do GRI (Global Reporting Initiative) para uma avaliação multicritério do desempenho sustentável.
- Análise de ciclo de vida (ACV) – metodologia e aplicações. Potencialidades do uso integrado da ACV e do AMD.
- Apresentação de estudos de caso.

Bibliografia

Nesta bibliografia, para além dos trabalhos referidos no texto, incluem-se outros que vão ser utilizados no mini-curso.

Ackoff, R. Resurrecting the Future of Operational Research”, JORS, ol.30, nº3, pp189-199, 1979.

Alves, M.J. and J. Clímaco, “An Interactive Reference Point Approach for Multiobjective Mixed-Integer Programming Using Branch and Bound”, European Journal of Operational Research (EJOR), vol. 124(3), pp 478-494, 2000.

Alves, M. J. and J. Clímaco, “A Note on a Decision Support System for Multiobjective Integer and Mixed-Integer Programming Problems”. EJOR, vol 155,1, pp 258-265, Maio 2004.

ANSEA, Towards an Analytical Strategic Environmental Assessment”, Tau Consultora Ambiental, Madrid 2000.

Antunes, C.H., M. J. Alves, A. L. Silva and J. Clímaco, “An Integrated MOLP Method Base Package-A Guided Tour of TOMMIX”, Computers and Operations Research, vol. 19, nº 7, pp 609-625, 1992.

Antunes, C. H., L. Almeida, V. Lopes e J. Clímaco. “A Decision Support System Dedicated to Discrete Multiple Criteria Problems”, Decision Support Systems, vol. 12, pp 327-335, 1994.

Betterlife Index, OECD (<http://www.oecdbetterlifeindex.org/>).

Bossel, H., “Indicators for Sustainable Development: theory, method, applications – a report to the Balaton Group”. Winnipeg: IISD, 1999.

Bouyssou, D, Modelling inaccurate determination, uncertainty, imprecision using multiple criteria, in Improving Decision Making in Organisations, A.G. Lockett and G. Islei (eds.), pp. 78–87, Springer Verlag, Heidelberg, 1989.

Bouyssou,D., T. Marchant, P. Perny, A. Tsoukiàs and P. Vincke “Les Indicateurs en Perspective”. Também se encontra no cap. 4 de Evaluation and Decision Models: a Critical Perspective, Kluwer 2000.

Bouyssou, D., T. Marchant, M.Pirlot, A.Tsoukiàs e P. Vincke Evaluation and decision models with multiple criteria: Stepping Stones for the Analyst, Springer, 2006.

Captivo, M.E., J. Clímaco e S. Fernandes , “A Bicriteria DSS dedicated to Location Problems”, in Encyclopedia of Decision Making and Decision Support Technologies I, F.Adam and P.Humphreys (eds), Information Science Reference, New York, pp53-60, 2008.

Castoriadis, C, “Pour un Individu Autonome”, Manière de Voir- Monde Diplomatique 52, 14-17, 2000.

Clímaco,J. and C. H. Antunes , “Implementation of a User Friendly Software Package - A Guided Tour of TRIMAP”, Mathematical and Computer Modelling, vol. 12, nº 10/11, pp 1299-1309, 1989.

Clímaco,J., C.H.Antunes, “Decision Aid for Discrete Alternative Multiple Criteria Problems: A Visual Interactive Approach”, Information Decision Technologies Journal, vol. 19, nº 3, pp 185-193, 1994.

Clímaco, J. , C.H. Antunes, M.J. Alves, Programação Linear Multiobjetivo, Imprensa da Universidade de Coimbra, 2003.

Clímaco, J., A Critical Reflection on Optimal Decision, EJOR, 153, 2, pp506-516, 2004. Feature issue on Management of Future MCDA: Dynamic and Ethical Contributions. Editado por J.Brans, G.Coppin, Ph.Lenca, T.Jelassi, M.Roubens, P.Zarató.

Clímaco, J. and L. Dias, "An Approach to Support Negotiation Processes with Imprecise Information Multicriteria Additive Models". "Group Decision and Negotiation (GDN) Vol 15, pp171-184, 2006.

Clímaco, J., J.A. Costa, L. C. Dias, P. Melo.. "Supporting Collaborative Multicriteria Evaluation: the VIP Analysis plug-in for Decision Deck". International Journal of Decision Support Systems Technology Vol.1, nº 4, pp1-15, Oct/Dec 2009 (Special issue on Technologies for Collaborative Decision Making, eds Pascal Zarató e Ana Respício).

Clímaco, J. and José Craveirinha, "On the Role of OR Practice in Strategic Environmental Impact Assessment". ITOR, vol17, pp445-456, 2010.

Clímaco, J., M.E. Captivo, S. Fernandes, Classificação Multi-Atributo Suportada por uma Versão Interactiva do Método Conjuntivo CIO – Working Paper 9/2011.

Clímaco J. e J. Craveirinha, Multidimensional Evaluation of the Quality of Life – a new non-compensatory interactive system, research report nº6, INESCC 2012.

Damart e Roy, Limitations of Cost Benefit Analysis to Support Public Debate: The Case of Public Transportation Decision Making, Cahier du LAMSADE 252, Maio de 2007.

Diener, E. and E. Suh, Measuring Quality of Life: Economic, Social, and Subjective Indicators. In Social Indicators Research, vol.40: 189-216, 1997.

Dias, L. and J. Clímaco, "Additive Aggregation with Variable Interdependent Parameters: the VIP Analysis Software", Journal of the Operational Research Society (JORS), 51, 1070-1082, 2000.

Dias, L., V.Mousseau, J. Figueira e J. Clímaco, "An Aggregation /Disaggregation Approach to Obtain Robust Conclusions with ELECTRE TRI". European Journal of Operational Research, vol.138, pp332-348, 2002.

Dias, L. and J. Clímaco, "Dealing with Imprecise Information in Group Multicriteria Decisions: A Methodology and a GDSS Architecture". EJOR, 160 (2), pp291-307, 2005.

Dryzek, J., S., Deliberative democracy and Beyond: Liberals, Critics, Contestations. Oxford University Press 2000.,

Elkington, J., “Canibais de Garfo e Faca”. São Paulo, Makron Books, 2001.

Fernandes, S., M.E. Captivo, J. Clímaco, “A GIS Embedded Decision Support System for Bicriteria Location Problems”, In Bridging the Socio-Technical Gap in Decision Support Systems, Ana Respício et al editors, pp 271-280, IOS Press 2010.

Fernandes, S., M.E. Captivo, J. Clímaco

“A Multiattribute Analysis Module for SABILOC – A DSS for Location Problems”. In Fusing Decision Support Systems into the Fabric of the Context, Respício, A. and F. Burstein, pp 197-208, IOS Press 2012.

Feyerabend, Against the Method”, New Left Books, 1975.

Global Competitiveness Index 2011/2012
(<http://gcr.weforum.org/grc2011>).

Habermas, J, “The Public Sphere: An Encyclopedic Article”, New German Critique, 3, 49-55, 1974.

Jonas, H. “The Imperative of Responsibility – In Search of an Ethics for Technological Age”, The Chicago University Press 1992.

Infante, C.E.D.C., Análise Triple Bottom Line da Indústria de Petróleo & Gás com a aplicação ao método Electre III. Dissertação de Mestrado. Orientador: Prof. Rogerio Valle. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2012.

Keeney, R. and H. Raiffa Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-offs, Wiley 1976.

Keeney, R., Value-Focused Thinking. A Path to Creative Decision Making, Harvard University Press, 1992.

Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Avaliação Ambiental Estratégica do Estudo para Análise Comparada das Alternativas de Localização do Novo Aeroporto de Lisboa na Zona da Ota e na Zona do Campo de Tiro de Alcochete LNEC, Report 21/2008-DT, 2008.

Marcelle Rodrigues de Souza, Seleção de fluidos de perfuração de poços de petróleo baseada na avaliação do ciclo de vida e no Apoio multicritério à decisão. Dissertação de Mestrado, Programa de Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ. Orientadores: Prof. Rogerio Valle e Prof.^a Regina Sandra Veiga do Nascimento. Rio de Janeiro, 2010.

Medição dos Indicadores de Desempenho de Economia Verde propostos para o Estado do Rio de Janeiro, Relatório nº5 do projeto Estruturação do Embasamento Técnico para preparação de Estratégia de Economia Verde para a Conferência Rio+20, entre a Secretaria de Estado do Ambiente e UFRJ/COPPE – Instituto Alberto Luiz Coimbra de

Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia.

Muffels, R., B. Headey, Capabilities and Choices: Do They Make Sense for Understanding Objective and Subjective Well-Being? An Empirical Test of Sen's Capability Framework on German and British Panel Data, Soc Indic Res DOI 10.1007/s11205-011-9978-3, Springer, 2011.

Multi-Criteria Analysis (MCA): A Tool for Sustainability Assessment, IaIa 2010, course #3.

Munda, G. "Social Multi-Criteria Evaluation for a Sustainable Economy", Springer, 2008.

OECD, L'Évaluation Environnementale Stratégique – Guide de Bnnes Pratiques dans le Domaine de la Coopération pour le Développement Éditions OECD 2006.

Omann, E., "Multi-Criteria Decision Aid as an Approach for Sustainable Development Analysis and Implementation". Dissertation zur Erlangung des Akademischen Grades einer Doktorin der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften an der Karl-Franzens Universität Graz, 2004.

Pfeffer, J.P, "Managing with Power", Harvard Business School Press, Boston, MA.

Recchia, L. et al, Multicriteria Analysis and LCA Techniques. Springer-Verlag, Londres, 2011.

Rich, F. "Melhor Porquê", The New York Times Magazine, 1999.

Rogers, M., Bruen, M., Maystre, I.Y., ELECTRE and Decision Support: Methods and Applications in Engineering and Infrastructure Investment, Kluwer 2000.

Robeyns, I. Selecting Capabilities for quality of Life Measurement, Social Indicators Research (2005) 74: 191–215, Springer 2005 DOI 10.1007/s11205-005-6524-1

Rosenhead, J. (ed), Rational Analysis for a Problematic World: Problem Structuring Methods for Complexity, Uncertainty and Conflict, Wiley 1989.

Roy, B, Méthodologie Multicritère d'Aide à la Décision, Economica 1985.

Roy,B, Decision-Aiding today: What should we expect? In Gal,T., et al (eds) Multiple criteria Decision Making – Advances in MCDM Models, Algorithms, Theory and Applications, pp1-35, Kluwer, 1992.

Roy, B. et D. Bouyssou, Aide Multicritère à la Décision: Méthodes et Cas,

Economica, 1993.

Sachs, I., “Estratégias de transição para o século XXI: Desenvolvimento e Meio Ambiente”. São Paulo, Studio Nobel, Fundap, 1993.

Sadler, B. e Verheem, R., Strategic Environmental Assessment: status, challenges and future directions. Report nº 53, Ministry of Housing, spatial Planning and the Environment, The Hague, 1996.

Saaty, T. , The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York, 1980.

Sen, A., Development as Freedom, New York, Alfred A. Knopf 1999.

Souza, D.P., Mendonça, F.M. e Valle, R., Análise comparativa de duas alternativas de reaproveitamento de óleo vegetal usado para o bairro de Copacabana, Rio de Janeiro. III Congresso Brasileiro de Gestão do Ciclo de Vida de Produtos e Serviços. Maringá, 3-6/9/2012.

Stiglitz, J., A. Sen, J.P. Fitoussi (2009) Report by the Commission on Measurement of Economic Performance and Social Progress. Brussels, European Union.

United Nations Economic Commission for Europe, Resource Manual to Support Application of the Protocol on SEA, Chapter A5: overview of basic tools for SEA, United Nations Economic Commission for Europe., Available at http://www.unece.org/env/sea_manual/ (accessed 30 November 2009).

Zeleny, M, Multiple criteria Decision Making, McGraw-Hill 1982. World Commission on Environment and Development. *Our Common Future: Report*, 1987.

Vansnick, J.C., Measurement Theory and Decision Aid, in Readings in Multiple Criteria Decision Aid, C. Bana e Costa (ed), Springer Verlag, Berlin, 1990.