

## METODOLOGIA PARA A SUSTENTABILIDADE DA EMPRESA AGRÁRIA

Ana Alexandra Vilela Marta Rio Costa, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Alexandre Manuel da Silva Dinis Poeta, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

### RESUMO

Pensamos, con este traballo, formular o planeamento de unha exploración hortícola, tendo en vista a conciliación dos criterios de sustentabilidade ambiental con criterios de competitividade económica, utilizando o paradigma da Teoría da Decisión de Multicriterio. Máis adiante se mide a sustentabilidade comparativa da exploración con dúas outras exploracións conseguidas para as condicións ambientais e ecolóxicas do Norte de Portugal, unha convencional e outra ecolóxica. Con os resultados conseguidos, podemos concluir que os sistemas de produción ecolóxica (que se planea ou non) asumen unha xerencia moito máis autónoma, produtiva, constante, adaptada e equitativa que o sistema de produción convencional, considerado neste estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ambiente, competitividade económica, sustentabilidade

### ABSTRACT

In this paper we propose a methodology to a farm plan that aims to reconcile the criterion of environmental sustainability with that of economic competitiveness, by employing the Multicriteria Decision Theory. Subsequently, we assess the comparative sustainability of the farm, along with that of a further two farms both of which correspond closely to the environmental and ecological conditions of the North of Portugal, one of which can be thought of as a “conventional” farm and the other an “ecological” production unit. With the results obtained, we are able to conclude that an ecological production system (planned or not) remits a much more autonomous, productive, balanced, adapted and equitable management to be adopted than the conventional production system also considered in this study.

## 1. INTRODUÇÃO

No contexto actual, as explorações agrícolas encontram-se sujeitas a um duplo compromisso, muitas vezes conflituoso, fundamental para o seu sucesso: por um lado há que rentabilizar o capital investido e maximizar o resultado económico alcançado e, por outro lado, face à conjuntura socio-ambiental, é necessário preservar e proteger o ambiente e os recursos naturais. Tal desidrato passa, entre outras coisas, por um adequado consumo de factores de produção (tais como fertilizantes e fitofármacos), por uma re-adaptação das tecnologias utilizadas, pela poupança energética, tudo isto sem por em causa a segurança alimentar à muito requerida pela sociedade.

Muitas das explorações agrícolas existentes não assumem, nem de perto nem longe, aqueles dois objectivos em simultâneo (explorações convencionais), enquanto que outras tentam equacioná-los, se não na totalidade pelo menos em parte, como as suas principais prerrogativas (explorações ecológicas). Não podemos esquecer que foi no contexto das políticas agro-ambientais que muitas destas explorações viram concedidos apoios monetários para a prossecução de uma política agrícola de acordo com os pressupostos da agricultura ecológica.

Neste quadro, o problema que hoje se coloca centra-se no planeamento da exploração por forma a ser capaz de dar resposta a objectivos económicos (na perspectiva do privado) e também a objectivos ambientais (na perspectiva do público), numa perspectiva de futuro e de acordo com a implementação da Estratégia do Desenvolvimento Sustentável.

Tratando-se, assim, de dois objectivos potencialmente conflituosos, porque a satisfação de um implica a penalização de outro (e vice-versa), e tendo em conta que, à luz da teoria económica, o rendimento obtido é função das quantidades de factores utilizados e, ainda, que o principal impacto negativo da actividade no ambiente deriva da utilização desses mesmos factores, coloca-se, deste modo, a questão de saber qual a solução a optar.

No caso vigente é nossa convicção que as explorações agrícolas devem ser planeadas de forma a conseguir encontrar um compromisso entre os dois princípios enunciados – sustentabilidade económica e sustentabilidade ambiental. Nesta perspectiva pretendemos, com este trabalho, formular o planeamento de uma exploração hortícola, tendo em vista conciliar critérios de sustentabilidade ambiental com critérios de competitividade económica, deitando mão do paradigma da Teoria de Decisão Multicritério. Dito de outra forma, pretendemos partir de uma exploração ecológica e melhorar a sua rentabilidade económica.

Na verdade, o princípio subjacente aos dois objectivos referidos estão de todo relacionados com a temática do desenvolvimento sustentável. Por um lado, a manutenção da actividade agrícola é possível, e desejável, para explorações economicamente viáveis, desde que sejam competitivas. Isto ajudará à sua reprodução e evitará problemas de desertificação humana. Por outro lado, o próprio conceito de desenvolvimento sustentável tem implícito que todas as actividades devem ser desenvolvidas com o princípio de não danificar o ambiente a usufruir também pelas gerações futuras. Daí o menor impacto ambiental negativo que é solicitado.

Tomando como referência o trabalho de Marino (2002), redesenhámos e adaptámos duas explorações para condições ambientais e ecológicas do Norte de Portugal, uma dita convencional e outra ecológica, que nos serviram como termo de comparação da exploração por nós planeada, através da metodologia da programação multiobjectivo.

## **2. A EXPLORAÇÃO PLANEADA**

### **2.1. Metodologia utilizada**

O planeamento de uma exploração hortícola, que obedeça, em simultâneo, a objectivos económicos e ambientais, foi realizado no âmbito do paradigma da Teoria de Decisão Multicritério. Esta teoria é o suporte da metodologia usada neste trabalho, tendo em vista a tomada de decisão num contexto de objectivos múltiplos.

Para obtenção da “exploração planeada” usamos a Programação Multiobjectivo, em particular o método NISE (*Noninferior Set Estimation Method*) e a Programação Compromisso.

O método NISE foi seleccionado dentro dos vários instrumentos de análise possíveis, devido essencialmente aos meios disponíveis, bem como às vantagens que lhe estão inerentes, nomeadamente, a redução das soluções a um sub-conjunto do conjunto eficiente, o que facilita uma melhor apreciação das alternativas possíveis, embora com algumas limitações (Romero e Rehman, 1989).

Dado que este método permite uma rápida e boa aproximação ao conjunto eficiente quando o número de objectivos sob consideração não é superior a dois (Romero e Rehman, 1989), consideramos como objectivos a maximização do Valor Acrescentado Bruto (VAB) e a minimização dos custos energéticos.

A selecção do primeiro teve em conta o facto das explorações para sobreviverem terem que apresentar maiores receitas monetárias conseguidas através da participação mais activa no mercado, com a venda de produtos. Este objectivo é traduzido, por nós, na maximização do VAB, dado este resultado ser aquele que facilmente se pode processar sob a forma de uma equação ou inequação linear.

Relativamente ao segundo objectivo, foi nossa intenção que ele obedecesse a pressupostos ambientais. Desta forma, entre os vários objectivos passíveis de serem escolhidos (por exemplo, minimização do consumo de água, minimização do consumo de factores de produção poluentes – produtos fitossanitários e fertilizantes, minimização do uso de máquinas e equipamentos no solo, entre outros) a minimização dos custos energéticos pareceu-nos o mais adaptado dada a possibilidade de quantificação do custo energético por factor de produção utilizado.

Nesta perspectiva, esperamos melhorar as condições económico-ambientais da exploração em causa, através de duas atitudes deliberadamente assumidas: a competitividade no mercado com produtos que apresentem maior VAB e a minimização dos custos energéticos.

Para o desenvolvimento do modelo utilizamos a informação disponível sobre a exploração ecológica. Isto é, tentamos planear um novo modelo a utilizar nesta exploração, tendo em conta os factores de produção disponíveis, bem como os princípios de agricultura ecológica que lhe estão subjacentes, de forma a melhorar o resultado económico obtido com a mesma. A área desta é repartida pela área coberta em estufa e pela área ao ar livre. A exploração tem ao seu dispôr 2040 horas de mão-de-obra, um tractor de 56 CV e uma motobomba. Todos os restantes factores de produção necessários são adquiridos ao exterior.

Fizemos coincidir a diversidade de produção hortícola tecnicamente possível com alguma da já produzida nesta mesma exploração, ou seja 13 actividades (couve-flôr, bróculos, alho-francês, cebola, beterraba, cenoura, batata, tomate, pepino, milho-grão, feijão-verde, alface e morangos).

A restante informação necessária para a concretização do modelo foi obtida pela consulta de literatura sobre o assunto, nomeadamente, Almeida (2000), Cary (1985), Díaz e Espinosa (1998), Ferreira *et al.* (2002), Leach (1981), Shiferaw *et al.* (2005), Thorez (1997) e Van Ierland e Lansink (2002).

O modelo foi baseado no seguinte formulação:

	$XA_{1j}$	$XA_{2j}$	MO	TA	MB	AG	$F_N$	$F_P$	$F_K$	$V_{ij}$	GS	$b_i$
--	-----------	-----------	----	----	----	----	-------	-------	-------	----------	----	-------

	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(H)	(H)	(H)	(m <sup>3</sup> )	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg ou Uds)	(L)	
Z1 - VAB (Euros)	- P <sub>j</sub> S <sub>ij</sub> - P <sub>FT</sub> h <sub>ij</sub>	- P <sub>j</sub> S <sub>ij</sub> - P <sub>FT</sub> h <sub>ij</sub>	- P <sub>MO</sub>	- P <sub>TA</sub>	- P <sub>MB</sub>	- P <sub>AG</sub>	- P <sub>FN</sub>	- P <sub>FP</sub>	- P <sub>FK</sub>	P <sub>j</sub>	- P <sub>GS</sub>	
Z2 - Custos energéticos (MJ)	VE <sub>sj</sub> S <sub>ij</sub> + VE <sub>FT</sub> h <sub>ij</sub>	VE <sub>sj</sub> S <sub>ij</sub> + VE <sub>FT</sub> h <sub>ij</sub>	VE <sub>MO</sub>	VE <sub>TA</sub>	VE <sub>MB</sub>		VE <sub>FN</sub>	VE <sub>FP</sub>	VE <sub>FK</sub>		VE <sub>GS</sub>	
Utilização da SAU em estufa (m <sup>2</sup> )	1											= AE
Utilização da SAU ao ar livre (m <sup>2</sup> )		1										= AL
Utilização da mão-de-obra (Horas)	a <sub>ij</sub>	a <sub>2j</sub>	- 1									≤ DMO
Utilização de tracção (Horas)	b <sub>ij</sub>	b <sub>2j</sub>		- 1								≤ DTA
Utilização de moto-bomba (Horas)	c <sub>ij</sub>	c <sub>2j</sub>			- 1							≤ DMB
Utilização de água (m <sup>3</sup> )	d <sub>ij</sub>	d <sub>2j</sub>				-1						≤ 0
Utilização de Azoto (Kg)	eN <sub>1j</sub>	eN <sub>2j</sub>					- 1					≤ 0
Utilização de Azoto (Kg)	eN <sub>1j</sub>	eN <sub>2j</sub>										≤ 0,017(AE+AL)
Utilização de Fósforo (Kg)	eP <sub>1j</sub>	eP <sub>2j</sub>						-1				≤ 0
Utilização de Potássio (Kg)	eK <sub>1j</sub>	eK <sub>2j</sub>							-1			≤ 0
Venda do produto fornecido pelas actividades culturais (Kg ou unidades)	- f <sub>ij</sub>	- f <sub>2j</sub>								1		≤ 0
Utilização de gasóleo (Litros)	g <sub>ij</sub>	g <sub>2j</sub>									- 1	≤ 0

O significado de cada um dos símbolos utilizados no modelo encontram-se em anexo.

A Superfície Agrícola Útil (SAU) representa duas restrições e colocamos uma restrição pela utilização de cada um dos seguintes factores de produção: mão-de-obra, tracção, motobomba e combustível para os equipamentos. Acrescentamos as restrições relativas ao uso de fertilizantes e, neste âmbito, impusemos, ainda, ao modelo, um uso razoável de fertilizantes que não exceda a quantidade especificada por hectare no âmbito da Directiva dos Nitratos<sup>1</sup>, lançada pela Comunidade Europeia, com o objectivo de proteger a água subterrânea da excessiva contaminação dos nitratos da agricultura, e em particular dos estrumes. A quantidade especificada por

<sup>1</sup> Directiva 91/676/CEE do Conselho, de 12 de Dezembro de 1991, relativa à protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola, JO L 375 de 31.12.1991.

hectare é a quantidade de estrume que contem 170 kg de azoto (Pau Vall e Vidal, 1999). Elaboramos, por último, as restrições relativas à venda do produto fornecido pelas culturas vegetais.

Como primeiro passo na construção do modelo, testámos o grau real de conflito entre os objectivos considerados. De forma a alcançar este propósito, cada objectivo foi individualmente optimizado por forma a encontrar o valor de cada um na solução óptima. Por esta via, obtivemos a matriz de Pay-off que se encontra no Quadro 1. Os elementos da diagonal principal representam o ponto ideal, isto é, a solução na qual todos os objectivos encontram os seus valores óptimos.

A interpretação da matriz de Pay-off permite concluir que existe um forte grau de conflito entre os dois objectivos considerados. Quando o VAB é maximizado, os custos energéticos alcançam o seu pior valor, ou anti-ideal, e vice-versa.

QUADRO 1. Matriz Pay-off obtida para os objectivos sob consideração.

QUADRO 1. Matriz Pay-off obtida para os objectivos sob consideração.	VAB (10 <sup>3</sup> Euros)	Custos energéticos (10 <sup>3</sup> MJ)
VAB (10 <sup>3</sup> Euros)	67,42	178,09
Custos energéticos (10 <sup>3</sup> MJ)	43,05	28,19

Pelos passos realizados a seguir foi possível conhecer as curvas de transformação (*trade-off*) e avaliar, na perspectiva do conceito de marginal, qual o sacrifício dos vários objectivos quando se deseja melhorar, de uma unidade adicional, um deles.

Dado que, no espaço dos objectivos considerados, os resultados encontrados têm uma amplitude de variação bastante grande, a solução foi encontrada através da Programação Compromisso. Esta baseia-se na noção de distância ao ponto “ideal”, ponto inalcançável mas que constitui a melhor referência dos desejos do agente de decisão. A ideia básica que lhe está subjacente consiste em encontrar a solução mais próxima do ponto ideal (Romero e Rehman, 1989).

De acordo com as métricas usadas, foram estabelecidos diferentes compromissos. Para a métrica  $p=1$ , a melhor solução compromisso pode ser obtida, como é usual na programação compromisso, através da resolução do seguinte modelo de programação linear (Romero e Rehman, 1989):

$$\text{Min}L_1 = w_1 \frac{67,42 - Z_1(x)}{67,42 - 43,05} + w_2 \frac{Z_2(x) - 28,19}{178,09 - 28,19}$$

Sujeito a:  $x \in F$

A variável de decisão  $x$  é constituída pela área coberta por cada cultura vegetal e o conjunto  $F$  é formado pelas restrições impostas inicialmente ao modelo. Os coeficientes  $w_1$  e  $w_2$  representam as preferências dos centros de decisão para alcançar cada um dos objectivos considerados.

Para a métrica  $p=\infty$ , na qual o desvio individual máximo é minimizado, a melhor solução compromisso pode ser obtida, resolvendo o seguinte modelo de programação linear (Romero e Rehman, 1989):

$$\text{Min}L_{\infty} = d$$

$$w_1 \frac{67,42 - Z_1(x)}{67,42 - 43,05} \leq d$$

$$w_2 \frac{Z_2(x) - 28,19}{178,09 - 28,19} \leq d$$

Sujeito a:  $x \in F$

Onde  $d$  é a maior distância.

Está bem estabelecido que as métricas  $p=1$  e  $p=\infty$  definem os dois limites,  $L_1$  e  $L_{\infty}$ , das soluções compromisso. Por outras palavras, todas as outras soluções compromisso caem entre elas (Romero e Rehman, 1989). Desta forma, será suficiente resolver estes dois problemas de programação linear, para cada conjunto de pesos preferenciais,  $w_i$ .

Ambos os modelos de programação linear anteriores foram resolvidos considerando  $w_1$  e  $w_2$  unitários.

Através das soluções obtidas delimitamos o espaço das soluções-compromisso. De forma a continuar com o objectivo deste trabalho, seleccionamos como melhor solução aquela que apresentava a menor distância ao ponto ideal, obtida através da técnica da “Aproximação discreta à melhor solução compromisso” (Romero e Rehman, 1989). Dos vários pontos medidos, a solução obtida pela métrica  $L_1$  foi a que apresentou a menor distância ao ponto ideal e foi, portanto, a solução seleccionada para utilizar nas restantes fases deste trabalho.

### 3. AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE

#### 3.1. Metodologia utilizada

Para a execução da parte final do estudo, usamos o procedimento descrito por Masera *et al.* (1999) e adoptado por Marino (2002), mas agora acrescida de um novo tipo de exploração, a “exploração planeada”.

A metodologia MESMIS – “Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Mediante Indicadores de Sustentabilidad” (Masera *et al.*, 1999) consiste na avaliação comparada de uma série de indicadores tradutores da sustentabilidade. Como refere Masera *et al.* (1999) a sustentabilidade não se pode avaliar *per se*, se não de forma relativa ou comparativa, contrastando dois sistemas de manejo ou dois momentos da evolução de um mesmo sistema no tempo.

Trata-se de uma metodologia de análise que tenta mitigar a falta de integração de variáveis e indicadores de muitos métodos de avaliação da sustentabilidade, superando a presença de variáveis não quantificáveis e a presença de variáveis de aspectos biofísicos, económicos e sociais (Marino, 2002).

O MESMIS parte dos seguintes pressupostos para a avaliação da sustentabilidade (Masera *et al.*, 1999):

- é válido só para sistemas de produção específicos num determinado contexto social e político, numa escala espacial e temporal determinada;
- é de carácter comparativo ou relativo, para avaliar as diferenças da sustentabilidade de dois sistemas alternativos ou com um de referência;
- é uma actividade participativa, que envolve os avaliados, promove a discussão entre avaliadores e avaliados com uma visão interdisciplinar;
- é um processo cíclico, as conclusões e determinações servirão para identificar os pontos críticos da sustentabilidade e modificar os sistemas de manejo, para logo dar início a outro ciclo de avaliação.

Para a avaliação dos agroecossistemas, é necessário realizar uma análise detalhada do sistema a avaliar, para determinar os pontos críticos que servirão para identificar os indicadores de sustentabilidade. É também indispensável que estes reflectam as três áreas de avaliação (ambiental, económica e social) para garantir uma avaliação ampla, que atenda a todos os aspectos de sustentabilidade. Além da definição dos indicadores e das áreas de avaliação, é necessário estabelecer num sistema de avaliação da sustentabilidade os atributos do sistema e os critérios de diagnóstico (Marino, 2002).

Atributos, critérios de diagnóstico e indicadores seleccionados por este autor constam no Quadro 2, que coincidem com os utilizados no presente estudo, tendo em conta que os cinco atributos podem ser avaliados para as três diferentes áreas: económica (E), social (S) e ambiental (A).

QUADRO 2. Indicadores de sustentabilidade adoptados por áreas de avaliação (E – Económica; S – Social e A – Ambiental), total: 56 indicadores, 26 critérios e 5 atributos (Marino, 2002)

ATRIBUTO	CRITÉRIO DE DIAGNÓSTICO	INDICADORES
<b>Produtividade (13)</b>	Rendimento económico da exploração e dos recursos (E)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valor actual líquido (VAL)</li> <li>• Rendimento mínimo equivalente por trabalhador</li> <li>• Rendimento líquido anual da terra</li> <li>• Custo anual total por superfície</li> <li>• Rendimento líquido anual do trabalho</li> </ul>
	Rentabilidade económica (E)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxa interna de rentabilidade (TIR)</li> <li>• Prazo de recuperação do investimento</li> <li>• Relação benefício/custo</li> <li>• Relação VAL/investimento</li> </ul>
	Produtividade dos recursos naturais (E, A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtividade por superfície cultivada</li> <li>• Aplicação de fertilizantes por superfície</li> </ul>
	Eficiência no uso de recursos (A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanço energético: energia produzida/consumida</li> <li>• Consumo de energia por produção</li> </ul>

QUADRO 2. Indicadores de sustentabilidade adoptados por áreas de avaliação (E – Económica; S – Social e A – Ambiental), total: 56 indicadores, 26 critérios e 5 atributos (Marino, 2002) (continuação)

ATRIBUTO	CRITÉRIO DE DIAGNÓSTICO	INDICADORES
----------	-------------------------	-------------

<b>Estabilidade (18)</b>	Estabilidade marco económico (E)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabilidade sentida dos rendimentos económicos</li> <li>• Estabilidade sentida das produções</li> <li>• Estabilidade sentida dos custos</li> </ul>
	Confiabilidade económica (E)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilidade dos benefícios a variações do investimento</li> <li>• Sensibilidade dos benefícios a variações dos custos</li> <li>• Sensibilidade dos benefícios a variações dos rendimentos</li> </ul>
	Estratégias de redução dos riscos (E)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversificação da produção</li> <li>• Seguros contratados</li> </ul>
	Qualidade de vida sentida (E, S)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivação na dedicação à agricultura</li> <li>• Satisfação laboral e de residir em meio rural</li> <li>• Satisfação económica e capacidade de aforro</li> </ul>
	Continuidade da exploração (S)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relevo geracional na exploração</li> </ul>
	Evolução e tendência do sector	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variação da superfície cultivada em 10 anos</li> </ul>
	Conservação dos recursos naturais produtivos (A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conteúdo em matéria orgânica do solo</li> <li>• Aplicação de produtos fitossanitários</li> </ul>
	Estabilidade do ecossistema (A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiversidade temporal</li> <li>• Biodiversidade espacial</li> <li>• Tratamentos fitossanitários</li> </ul>
<b>Adaptabilidade (8)</b>	Informação sobre o sector (E, S)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Publicações agrárias recebidas</li> <li>• Fontes de informação do sector</li> </ul>
	Capacidade de aprendizagem (E, S)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nível de estudos</li> <li>• Cursos agrários realizados e duração</li> </ul>
	Capacidade de troca e inovação produtiva (S)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adopção e geração de técnicas produtivas</li> <li>• Interesse em novos métodos e tecnologias</li> </ul>
	Disponibilidade de alternativas face a alterações inesperadas (E, S)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidade de alternativas de produção e comercialização</li> <li>• Saídas possíveis a uma crise</li> </ul>
<b>Equidade (10)</b>	Participação nos rendimentos da cadeia comercial (E, S)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preço recebido relativamente ao preço de venda ao público</li> </ul>
	Oferta e remuneração do emprego (E, S)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empregos gerados e serviços exigidos</li> <li>• Remunerações oferecidas relativamente ao salário mínimo</li> </ul>
	Distribuição do trabalho e responsabilidade familiar (S)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribuição do trabalho no seio da família</li> <li>• Participação na tomada de decisões da exploração</li> </ul>
	Ética de produção (S)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existência de horta para autoconsumo</li> </ul>
	Inserção social (S)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colaboração com agricultores e pessoas interessadas na agricultura</li> <li>• Participação em associações não profissionais</li> </ul>
	Protecção do ambiente (A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestão de resíduos</li> <li>• Medidas de redução dos impactos ambientais</li> </ul>
<b>Autonomia (7)</b>	Autosuficiência da produção (E)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Factores críticos externos à exploração</li> <li>• Estratégias de redução da dependência externa da produção</li> </ul>
	Controlo das relações coma cadeia comercial (S)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidade de controlo dos factores de comercialização</li> <li>• Poder de decisão e de negociação comercial</li> </ul>
	Organização sectorial (S)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participação em organizações profissionais</li> <li>• Sentimento de representação do sector</li> </ul>
	Dependência de recursos externos (A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de energia externa por superfície</li> </ul>

O ciclo de avaliação proposto pela metodologia MESMIS, através do cálculo dos indicadores seleccionados, foi aplicada por Marino (2002) sobre algumas explorações representativas do sector hortícola

profissional asturiano e por nós repetido para duas explorações: uma de agricultura convencional, que se denomina por caso “Con” e uma de agricultura ecológica, que se denomina caso “Eco”, ambas do Norte de Portugal. Acrescentamos a este conjunto de explorações aquela que planeamos anteriormente, através da programação multiobjectivo, que se designa de seguida por caso “Plan”.

O objecto de avaliação do estudo é o sistema de gestão das explorações horticolas de agricultura convencional e ecológica que consiste no conjunto de actividades realizadas para a gestão da exploração, incluindo as actividades produtivas e comerciais da exploração; as actividades de formação, informação, gestão de recursos, tomada de decisão e as relações económicas e sociais dos agricultores com o meio envolvente. O sistema de referência na avaliação é a produção hortícola convencional e os sistemas alternativos de comparação são a produção ecológica do caso “Eco” e do caso “Plan”, sendo este último o mais relevante para este trabalho.

Outros elementos caracterizadores do sistema de produção hortícola, bem como a determinação dos pontos críticos do mesmo e a forma de medição e de monitorização dos indicadores adoptados podem ser consultados em Marino (2002).

Os resultados obtidos com as restantes fases do ciclo de avaliação da sustentabilidade, através da metodologia MESMIS, são apresentados, de forma bastante sintetizada, no ponto seguinte.

### 3.2. Resultados obtidos

O Quadro 3 mostra os valores obtidos para os indicadores de sustentabilidade sob consideração, nos seguintes casos: Ecológico relativamente ao caso Convencional (Eco/Con); Planeado relativamente ao caso Convencional (Plan/Con) e Planeado relativamente ao caso Ecológico (Plan/Eco). Como já havíamos referido, o sistema de referência na avaliação é a produção hortícola convencional e os sistemas alternativos de comparação são a produção ecológica do caso “Eco” e do caso “Plan”, no primeiro e segundo casos, respectivamente. Na terceira relação considerou-se a produção hortícola ecológica como o sistema de referência. O sistema de referência assumirá, deste modo, um índice de 100.

Convém referir que muitos dos indicadores do sistema planeado são comuns à exploração do tipo ecológico, dado ter sido a partir da mesma que obtivemos a exploração planeada e, portanto, muitas das características de ambas são coincidentes.

Algumas considerações necessárias para a medição dos vários indicadores encontram-se em Marino (2002). Todavia, há que salientar que o valor considerado para alguns indicadores foi o inverso do obtido. Isto verificou-se nos casos em que um maior valor do indicador significa um menor contributo para a avaliação da sustentabilidade. É o que se observa, por exemplo, com os indicadores relativos aos custos de produção, em que um maior valor do custo suportado pela exploração (ou seja, maior valor do indicador), significa que o mesmo irá apresentar uma menor contribuição para a sustentabilidade. De forma a evidenciar-se este fenómeno opta-se por colocar o valor do inverso do indicador obtido.

QUADRO 3. Síntese da pontuação dos diversos critérios de sustentabilidade para o caso Ecológico relativamente ao valor médio dos casos Convencionais (Eco/Con) e para o caso Planeado relativamente ao valor médio dos casos Convencionais (Plan/Con) e relativamente ao caso Ecológico (Plan/Eco)

ATRIBUTO	CRITÉRIO DE DIAGNÓSTICO	PONTUAÇÃO		
		Relação Eco/Con	Relação Plan/Con	Relação Plan/Eco
<b>Produtividade (13)</b>	Rendimento económico da exploração e dos recursos (E)	320%	422%	131%
	Rentabilidade económica (E)	609%	1063%	171%
	Produtividade dos recursos naturais (E, A)	200%	200%	100%
	Eficiência no uso de recursos (A)	139%	118%	95%
	<b>Total</b>	<b>317%</b>	<b>451%</b>	<b>124%</b>
<b>Estabilidade (18)</b>	Estabilidade marco económico (E)	166%	166%	100%
	Confiabilidade económica (E)	757%	757%	100%
	Estratégias de redução dos riscos (E)	150%	50%	60%
	Qualidade de vida sentida (E, S)	133%	133%	100%
	Continuidade da exploração (S)	100%	100%	100%
	Evolução e tendência do sector	480%	480%	100%
	Conservação dos recursos naturais produtivos (A)	300%	300%	100%
	Estabilidade do ecossistema (A)	396%	127%	38%
<b>Total</b>	<b>310%</b>	<b>264%</b>	<b>87%</b>	
<b>Adaptabilidade (8)</b>	Informação sobre o sector (E, S)	133%	133%	100%
	Capacidade de aprendizagem (E, S)	150%	150%	100%
	Capacidade de troca e inovação produtiva (S)	133%	133%	100%
	Disponibilidade de alternativas face a alterações inesperadas (E, S)	150%	150%	100%
	<b>Total</b>	<b>142%</b>	<b>142%</b>	<b>100%</b>
<b>Equidade (10)</b>	Participação nos rendimentos da cadeia comercial (E, S)	134%	134%	100%
	Oferta e remuneração do emprego (E, S)	59%	49%	75%
	Distribuição do trabalho e responsabilidade familiar (S)	100%	100%	100%
	Ética de produção (S)	100%	100%	100%
	Inserção social (S)	200%	200%	100%
	Protecção do ambiente (A)	150%	150%	100%
	<b>Total</b>	<b>124%</b>	<b>122%</b>	<b>96%</b>
<b>Autonomia (7)</b>	Autosuficiência da produção (E)	150%	150%	100%
	Controlo das relações com a cadeia comercial (S)	150%	150%	100%
	Organização sectorial (S)	200%	200%	100%
	Dependência de recursos externos (A)	1064%	559%	52%
	<b>Total</b>	<b>390%</b>	<b>265%</b>	<b>88%</b>
<b>TOTAL SUSTENTABILIDADE</b>		<b>257%</b>	<b>249%</b>	<b>99%</b>

Da análise do quadro 3 salientamos os seguintes aspectos principais:

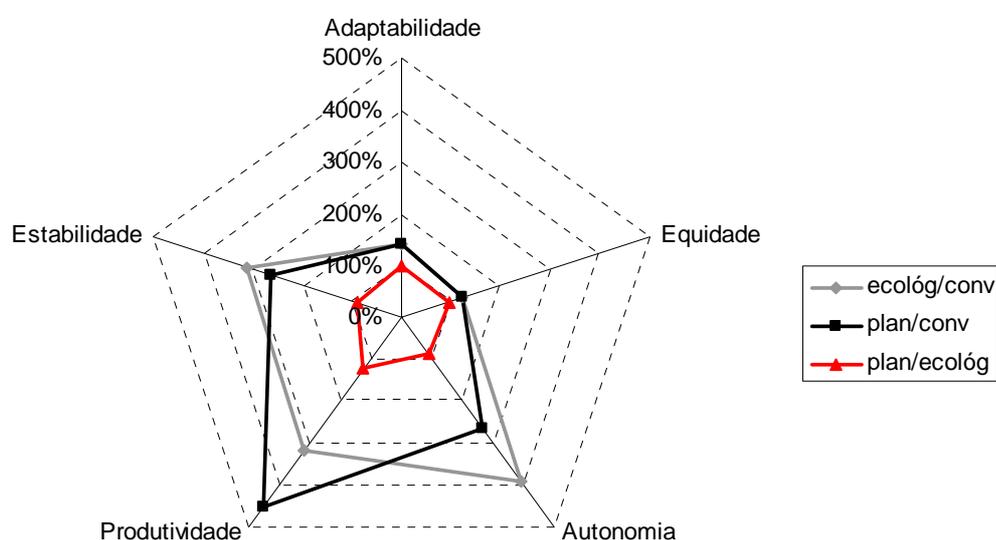
- Indicadores de produtividade:
  - o sistema planeado apresenta uma produtividade económica superior aos casos sob comparação e o sistema ecológico tem um valor superior relativamente ao caso convencional (três vezes maior). Este facto está relacionado, essencialmente, com os maiores valores alcançados para a rentabilidade e produtividade económica das explorações que obedecem aos pressupostos de agricultura ecológica, devido à redução dos custos de produção;

- os três sistemas são semelhantes relativamente à eficiência no uso de recursos energéticos, destacando-se, contudo, o sistema ecológico com uma eficiência no uso de recursos superior aos dos restantes casos, ainda que o consumo de energia por produto obtido tenha sido menor no caso planeado, seguido pelo caso convencional (o valor considerado para esta rubrica foi o inverso do obtido, pelas razões expostas anteriormente).
- Indicadores de estabilidade:
  - ao nível dos indicadores de estabilidade é de salientar que o sistema ecológico apresenta valores superiores para todos estes indicadores, estando o caso planeado numa situação intermédia face aos casos em estudo e, para alguns indicadores, situa-se mesmo abaixo dos valores obtidos para o caso convencional. Para esta situação contribui a diversificação vegetal de cada um dos sistemas;
  - de modo geral, é ao nível dos indicadores quantitativos, que o sistema ecológico se mostra bastante superior ao convencional, no âmbito da estabilidade.
- Indicadores de adaptabilidade:
  - os indicadores de adaptabilidade são todos eles qualitativos, e foram obtidos por meio de resposta a um inquérito. Desta forma, consideramos uma pontuação semelhante para a exploração planeada e ecológica, dado aquela ser também ela uma exploração ecológica;
  - pela análise de todos estes indicadores observamos que estes dois sistemas apresentam uma adaptabilidade superior ao caso convencional.
- Indicadores de equidade:
  - o caso ecológico apresenta uma equidade levemente superior ao caso convencional, o que se deve, concordando com Marino (2002), à maior inserção social dos produtores, que se agregam em grupos sociais; à maior adesão destes a medidas de protecção do ambiente e devido à participação dos mesmos com maior percentagem no valor final dos produtos;
  - por outro lado, o caso convencional apresenta uma equidade superior ao sistema planeado. Um dos factores que justifica esta situação reside na superior oferta de emprego do caso convencional, bem como as remunerações pagas de valor mais elevado. Pelas mesmas razões verifica-se que o sistema ecológico é também inferior ao caso convencional, para o indicador considerado.
- Indicadores de autonomia:
  - os casos planeado e ecológico são muito superiores em autonomia do que o sistema convencional, devido, em maior parte, aos indicadores de autonomia quantitativos (mais objectivos) do que aos indicadores qualitativos (mais subjectivos);
  - a maior autonomia verificada daqueles sistemas deve-se, principalmente, à menor dependência de recursos externos, que vem dada pelo menor consumo de energia anual por superfície

(sobretudo sob a forma de fertilizantes e energia de combustíveis) e, também, à maior organização em cooperativa que estes sistemas apresentam.

Na Figura 1 visualizamos a pontuação global da sustentabilidade comparada em cada um dos casos considerados. Podemos, pois, verificar que, quando a exploração de referência é a convencional, qualquer um dos outros tipos de explorações ultrapassam fortemente o índice 100. Os atributos de adaptabilidade e de equidade apresentam valores muito próximos dos três sistemas considerados, visualizando uma maior disparidade para os atributos de produtividade, estabilidade e autonomia, cerca de três vezes superior para os casos planeado e ecológico, comparativamente com o sistema convencional.

FIGURA 1. Síntese da avaliação da sustentabilidade para o caso Ecológico relativamente ao valor médio dos casos Convencionais (Eco/Con) e para o caso Planeado relativamente ao valor médio dos casos Convencionais (Plan/Con) e relativamente ao caso Ecológico (Plan/Eco) (Caso referência = Índice 100)



Aqueles dois sistemas, apesar das semelhanças que entre eles foram consideradas neste trabalho, apresentam um valor de sustentabilidade muito próximo. Não obstante, a exploração ecológica conseguiu obter uma sustentabilidade ligeiramente superior (relação do caso planeado versus ecológico - 99%), apesar da menor produtividade alcançada. Os factores que mais contribuíram para este fenómeno, devem-se, como já foi referido:

- à menor diversidade cultural: que justifica um sistema planeado menos estável;
- à menor criação de emprego e menores remunerações do trabalho: que justificam um sistema planeado menos equitativo;
- um maior consumo de energia anual por superfície: que justifica uma menor autonomia do sistema planeado.

Finalmente, é de salientar que a produtividade do sistema planeado é relativamente superior à dos casos considerados, devido, essencialmente, à maior rentabilidade e produtividade económica observadas para o mesmo.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das principais conclusões desta investigação é a impossibilidade de, em absoluto, se poder afirmar que determinada solução é, indiscutivelmente, a melhor, pois aquela que em determinado momento ou em determinadas circunstâncias parece ser a melhor, noutra momento diferente e noutras circunstâncias poderá não ser.

Há que notar que os únicos objectivos considerados para a obtenção da exploração planeada, pela programação multiobjectivo, foram o VAB e os custos energéticos. Isto é, conseguimos que a exploração planeada obtivesse um acréscimo de receitas monetárias, relativamente aos outros tipos de sistemas considerados (convencional e ecológico), mas, mesmo face ao compromisso assumido entre os dois objectivos sob consideração, verificamos que a exploração planeada foi aquela que apresentou um maior consumo de energia por superfície considerada.

Além disso, estes não são os únicos factores que poderão influenciar a sustentabilidade alcançada por um dado sistema de produção. É o caso, por exemplo, da diversidade vegetal, bem como a criação de postos de trabalho, que ficaram aquém do que se esperava ou pretendia para a exploração planeada. Não nos podemos esquecer que a própria biodiversidade é uma condição inerente à própria agricultura ecológica. Ora, estes factores poderão ser facilmente transponíveis alterando o modelo utilizado inicialmente para a obtenção da exploração planeada, ou seja, há que entrar com outros objectivos para a obtenção da exploração planeada, ou mesmo proceder-se a um agrupamento desses objectivos, que têm implícito o conceito de sustentabilidade.

Note-se que, como mostra o título deste trabalho, esta foi uma primeira tentativa de equacionar o problema aqui colocado, pretendendo-se abordar, posteriormente, as dificuldades e os aspectos mais relevantes aqui referidos.

O que nos importa, de facto, realçar com este trabalho, e que interessa sublinhar, é que é possível conjugar uma série de factores, de forma a obter uma exploração que passe a obedecer fortemente aos requisitos de sustentabilidade nas suas múltiplas vertentes.

Outras considerações sobre este trabalho relacionam-se com a metodologia MESMIS. Na verdade, e como expusemos anteriormente, seguimos o mesmo ciclo de avaliação de sustentabilidade que foi utilizado por Marino (2002). Porém, e após novas consultas da literatura sobre o assunto (Masera e López-Ridaura, 2000; Astier e Hollands, 2005), somos obrigados a concluir que o aspecto chave desta metodologia consiste na eleição dos indicadores e na forma de integrar os resultados numa valorização qualitativa. De acordo com os critérios adoptados para seleccionar os indicadores e para pontuar os resultados, poderá ver-se alterada a pontuação final da sustentabilidade, ainda que esta seja uma pontuação relativa.

Contudo, a partir dos dados utilizados e com os resultados obtidos, podemos concluir que o sistemas de produção ecológico (planeado ou não) assume uma gestão muito mais autónoma, produtiva, estável, adaptada e equitativa que o sistema de produção convencional, considerado neste estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, D. (2000). *Apontamentos de Horticultura II*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real. <<http://dalmeida.com/hortnet>> (1 de Julho de 2002).
- ASTIER, M. and HOLLANDS (Ed.) (2005). *Sustentabilidad y Campesinado. Seis Experiencias Agroecológicas en Latinoamérica*. GIRA A.C. - Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, A.C. and Mundi-Prensa, Mexico.
- CARY, F. (1985). *Enquadramento e Perfis do Investimento Agrícola no Continente Português*. 2º Volume. Banco de Fomento Nacional, Lisboa.
- DÍAZ, R. and ESPINOSA, J. (1998). *Agricultura Sostenible*. Ecoedición Agrofuturo, LIFE and Ediciones Mundi-Prensa.
- FERREIRA, J.; STRECHT, A.; RIBEIRO, J.; SOEIRO, A. and COTRIM, G. (2002). *Manual de Agricultura Biológica. Fertilização e Protecção das Plantas para uma Agricultura Sustentável*. AGROBIO – Associação Portuguesa de Agricultura Biológica, Lisboa.
- LEACH, G. (1981). *Energía y Producción de Alimentos*. Serie Estudios. Servicio de Publicaciones Agrarias do Ministerio de Agricultura y Pesca.
- MARINO, S. B. (2002). *Evaluación de la Sustentabilidad de la Explotación Hortícola Convencional y Ecológica. Estudio de Casos en Asturias*. Tese de Mestrado no âmbito do I Mestrado Internacional de Desenvolvimento Rural, Vila Real – Lugo.
- MASERA, Ó.; ASTIER, M. and LOPEZ-RIDAURA, S. (2000). *Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales. El Marco de Evaluación MESMIS*. GIRA A.C. - Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, A.C. Mundi-Prensa and Programa Universitario de Medio Ambiente – Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- MASERA, Ó.; and LOPEZ-RIDAURA, S., (Ed.) (2000). *Cinco Experiencias de Evaluación en el México Rural*. GIRA A.C. - Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada A.C., Mundi-Prensa, México.
- PAU VALL, M. and VIDAL, C. (1999). Nitrogen in Agriculture. *Agriculture, Environment, Rural Development: Facts and Figures – A Challenge for Agriculture*. Comissão Europeia.
- ROMERO, C. and REHMAN, T. (1989). Multiple Criteria Analysis for Agricultural Decisions. *Developments in Agricultural Economics*, 5. Elsevier.
- SHIFERAW, B.; FREEMAN, H. and SWINTON, S. (Ed.) (2005). *Natural Resource Management in Agriculture. Methods for Assessing Economic and Environmental Impacts*. ICRISAT and CABI Publishing.
- THOREZ, J. (1997). *Guia de Agricultura Biológica. Hortas e Pomares*. Tradução portuguesa. Livros de Vida, Editores, Lda, Mem Martins.
- VAN IERLAND, E. and LANSINK, A. (Ed.) (2002). *Economics of Sustainable Energy in Agriculture. Economy & Environment*, Vol 24. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.

## ANEXO

### VARIÁVEIS:

- $XA_{ij}$  = Actividades culturais anuais ( $m^2$ ),  
i = 1, área em estufa  
i = 2, terra ao ar livre  
j – tipo de cultura
- MO = Aluguer de mão-de-obra (Horas)
- TA = Aluguer de tracção (Horas)
- MB = Aluguer de motobomba (Horas)
- AG = Utilização de água ( $m^3$ )
- $F_N$  = Compra de fertilizantes N (Kg de N)
- $F_P$  = Compra de fertilizantes  $P_2O_5$  (Kg de  $P_2O_5$ )
- $F_K$  = Compra de fertilizantes  $K_2O$  (Kg de  $K_2O$ )
- $V_{ij}$  = Actividade de venda do produto fornecido pelas actividades culturais anuais (Kg ou Unidades)
- GS = Compra de gasóleo (Litros)

**PARÂMETROS:**

AE =	Disponibilidade de área total, em estufa (m <sup>2</sup> )
AL =	Disponibilidade de área total, ao ar livre (m <sup>2</sup> )
DMO =	Disponibilidade de mão-de-obra (Horas)
a <sub>ij</sub> =	Necessidades de mão-de-obra, para as actividades culturais (Horas/m <sup>2</sup> )
DTA =	Disponibilidade de tracção (Horas)
b <sub>ij</sub> =	Necessidades de tracção, para as actividades culturais (Horas/m <sup>2</sup> )
DMB =	Disponibilidade de motobomba (Horas)
c <sub>ij</sub> =	Necessidades de motobomba, para as actividades culturais (Horas/m <sup>2</sup> )
d <sub>ij</sub> =	Necessidades de água, para as actividades culturais (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )
eN <sub>ij</sub> =	Necessidade de fertilizante N, para as actividades culturais (Kg/m <sup>2</sup> )
eP <sub>ij</sub> =	Necessidade de fertilizante P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , para as actividades culturais (Kg/m <sup>2</sup> )
eK <sub>ij</sub> =	Necessidade de fertilizante K <sub>2</sub> O, para as actividades culturais (Kg/m <sup>2</sup> )
f <sub>ij</sub> =	Quantidade de produto fornecido pelas actividades culturais (Kg ou unidades/m <sup>2</sup> )
g <sub>ij</sub> =	Necessidade de gasóleo das actividades culturais (Litros/m <sup>2</sup> )
h <sub>ij</sub> =	Necessidade de fitofármacos das actividades culturais (Kg ou litros/m <sup>2</sup> )
s <sub>ij</sub> =	Necessidade de semente das actividades culturais (Kg ou unidades/m <sup>2</sup> )
VE <sub>s<sub>j</sub></sub> =	Valor energético da semente (MJ/Kg ou unidade)
VE <sub>FN</sub> =	Valor energético de fertilizante N (MJ/Kg)
VE <sub>FP</sub> =	Valor energético de fertilizante P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (MJ/Kg)
VE <sub>PK</sub> =	Valor energético de fertilizante K <sub>2</sub> O (MJ/Kg)
VE <sub>FT</sub> =	Valor energético dos fitofármacos (MJ/Kg)
VE <sub>MO</sub> =	Valor energético da mão-de-obra (MJ/Hora)
VE <sub>TA</sub> =	Valor energético da tracção (MJ/Hora)
VE <sub>MB</sub> =	Valor energético da motobomba (MJ/Hora)
VE <sub>GS</sub> =	Valor energético do gasóleo (MJ/Litro)

**PREÇOS:**

P <sub>j</sub> =	Preço dos produtos fornecidos pelas actividades culturais (Euros/Kg ou unidade)
P <sub>MO</sub> =	Preço unitário de aluguer de mão-de-obra (Euros/Hora)
P <sub>TA</sub> =	Preço unitário de aluguer de tracção (Euros/Hora)
P <sub>MB</sub> =	Preço unitário de aluguer de motobomba (Euros/Hora)
P <sub>AG</sub> =	Preço unitário da água (Euros/m <sup>3</sup> )
P <sub>FN</sub> =	Preço unitário do fertilizante N (Euros/Kg)
P <sub>FP</sub> =	Preço unitário do fertilizante P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Euros/Kg)
P <sub>PK</sub> =	Preço unitário do fertilizante K <sub>2</sub> O (Euros/Kg)
P <sub>GS</sub> =	Preço unitário do gasóleo (Euros/litro)
P <sub>FT</sub> =	Preço unitário dos fitofármacos (Euros/Kg ou litro)
P <sub>j</sub> =	Preço unitário da sementes das culturas anuais “j” (Euros/Kg ou unidades)