

## **Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica**

### **2.1. Eficiência Energética**

A racionalização da utilização de energia tem sido considerada uma forma eficiente e sustentável de forma a serem reduzidos *inputs* energéticos, ganhando-se competitividade em termos de mercado (Serra *et al.*, 1979). Os processos frequentemente utilizados para obtenção de energia consideram o somatório de *inputs* de origem directa e indirecta, inseridas num determinado bem ou serviço (Serra *et al.*, 1979).

A análise dos processos requer uma análise rigorosa de todos os bens e formas de energia directa utilizados na fabricação de produtos. A avaliação da energia total contida num determinado bem (a produção de culturas hortícolas ou aromáticas por exemplo) só poderá ser realizada se ocorrer uma análise fraccionada à análise de processos em certa etapa (Serra *et al.*, 1979). A análise da eficiência energética permite fornecer os parâmetros necessários para medir, interpretar e subsidiar medidas de apoio à gestão sustentável do espaço rural, sendo de suma importância para a resolução da eficiência no aproveitamento da energia num ecossistema agrícola. Deste modo, os balanços energéticos são fundamentais para a qualidade ambiental, visto que, um aumento do nível de consumos pode originar em modo directo, maior número de emissões de gases de efeito estufa nos processos produtivos (Doering III *et al.*, 1977; Castanho Filho e Chabaribery, 1983; Comitre, 1993; Campos, 2001).

Os *inputs* utilizados em produção vegetal representam custos energéticos. Dependendo desses factores e das produções obtidas, a conversão da produção em energia determinará a eficiência energética de um determinado sistema. As práticas agrícolas apenas poderão atingir e cumprir os objectivos de sustentabilidade ambiental apenas de forem cumpridos os princípios de sustentabilidade energética (Souza *et al.*, 2008)

As formas directas e indirectas de energia são necessárias para a produção vegetal.

Assim sendo, a análise do coeficiente entre as entradas (*inputs*) e as saídas de energia (*outputs*) é frequentemente utilizada de modo a se proceder à avaliação da eficiência energética e dos respectivos impactes no ambiente dos sistemas produtivos denominando-se de eficiência energética (Singh *et al.*, 1997).

Avaliando quatro espécies de culturas hortícolas em modo de produção convencional Ozkan *et al.*, (2004) verificaram que os consumos energéticos foram elevados neste tipo de sistema de produções, variando entre  $19,2 \times 10^3$  MJ ha<sup>-1</sup> em pimentos até  $32,2 \times 10^3$  MJ ha<sup>-1</sup> em pepinos. Mesmo tendo-se obtido elevadas produtividades (200 t ha<sup>-1</sup> em tomate), as eficiências energéticas foram relativamente baixas. A relação entre a quantidade de *outputs* e a quantidade de *inputs* foi de 1,26 (tomate), 0,99 (pimento), 0,76 (pepino) e 0,61 (beringela).

Estudos realizados pelos mesmos autores determinaram eficiências energéticas em modo de produção convencional de 2,15 para a batata, 2,41 para a cebola e 4,80 para a cenoura sendo que os valores médios de eficiência energética em modo de produção orgânico para culturas hortícolas se encontram em 5,31, confirmando-se a maior eficiência energética deste sistema produtivo.

Estes resultados têm sido comprovados em muitos estudos realizados no qual se comparam sistemas orgânicos de produção com sistemas convencionais de produção (Mansvel *et al.*, 1998; Waldon *et al.*, 1998; Reganold *et al.*, 2001; Poudel *et al.*, 2002), indicando um aproveitamento mais eficiente de recursos e energia e directamente, uma taxa superior de conversão energética nos sistemas orgânicos de produção de culturas hortícolas.

Trabalhando em culturas hortícolas, Gândara (1998) avaliou a eficiência energética em modos de produção convencionais e orgânicos de produção de alface e beterraba. As exigências energéticas mais elevadas no sistema convencional foram representadas pela energia nos *inputs* de origem industrial (57 %), dos quais os adubos minerais representaram cerca de 48 % ao passo que no sistema orgânico o maior *input* foi obtido pelo trabalho humano (18 %) e pela adubação orgânica (75 %).

## 2.2. Mecanismos de Multifuncionalidade Rural

O espaço rural (Figura 5) tem passado recentemente por um conjunto de mudanças com significativo impacto sobre as suas funções e conteúdo social, levando ao desenvolvimento de estudos e pesquisas sobre o tema em vários países, sobretudo nos países desenvolvidos, onde esse processo apresenta maior importância (Marques, 2007).



**Figura 5** - Paisagem rural (<http://ipt.olhares.com/data/big/55/557599.jpg>).

A OCDE, em 2000, definiu a multifuncionalidade da agricultura como “a existência de múltiplos *outputs* mercantis e não mercantis que são conjuntamente produzidos pela agricultura” (Laurent, 2000). A noção de multifuncionalidade aponta para a diversificação económica da agricultura e dos territórios rurais, baseada na valorização dos seus recursos materiais e imateriais. Os recursos imateriais são constituídos, essencialmente, pelo ambiente rural, a paisagem agrícola e o património cultural. Esses recursos são, hoje, alvo de uma crescente procura pela sociedade, como sejam a produção agropecuária, a garantia da qualidade dos alimentos, a manutenção do potencial produtivo do solo, a conservação das características paisagísticas das regiões, a protecção ambiental no meio rural, a manutenção de um tecido económico e social rural, a conservação do capital cultural e a diversificação das actividades rurais (Laurent, 2000).

No âmbito dos países desenvolvidos, a emergência do paradigma da multifuncionalidade tem proporcionado um intenso debate que divide opiniões acerca do papel da agricultura e do espaço rural como é exemplo a tentativa em denominar as suas novas funções – sociais, culturais e ambientais, além das de carácter económico e de abastecimento tradicionalmente atribuídas (Laurent e Mouriaux, 1999; Laurent, 2000; Blanchemanche *et al*, 2000).

Uma das questões centrais que a problemática da multifuncionalidade agrícola levanta, quando discutida do ponto de vista do desenvolvimento rural, é, efectivamente, a da integração das explorações agrícolas numa estratégia coerente de maximização dos recursos locais (Valadas de Lima, 1991).

### **2.3. Gestão Sustentável do Espaço Rural**

Ainda que cada território possua, sem excepção, aptidões para um determinado tipo de uso do solo, o espaço rural apresenta, cada vez mais, condições para ocorrência de fenómenos de erosão e desertificação, potenciais causadores do êxodo rural e outros problemas sociais e económicos. O desenvolvimento rural sustentável implica a articulação entre as várias dimensões da sustentabilidade: a sustentabilidade económica, social, ambiental e institucional e carece, numa primeira fase, de apoio e incentivos por parte das políticas públicas. Estas, por sua vez, devem ser pensadas no contexto de uma estratégia global de desenvolvimento rural que contemple a agricultura (Valadas de Lima, 1991).

Os impactes da produção agrícola sobre o ambiente podem ser geridos e controlados quer em regiões onde a agricultura intensiva tem sido determinante, quer nas regiões onde se verifica um crescente processo de despovoamento e de desertificação física. É neste contexto de evolução do sector agrícola que as medidas agro-ambientais, provenientes da Reforma da PAC de 1992, são introduzidas, em 1994, em Portugal.

Na procura em promover uma gestão sustentável do espaço rural, tem-se vindo a questionar actualmente a utilização de fertilizantes de síntese – agroquímicos, na produção de diversas culturas (Ehlers, 1996).

A partir da constatação dos problemas resultantes da fertilização química e mineral tem-se vindo a incentivar práticas agrícolas que promovam a produção de culturas de qualidade sem contaminantes e promovam o desenvolvimento do meio rural (Darolt, 2002). É o caso da produção de fertilizantes na própria exploração, reciclando-se substratos e desenvolvendo-se culturas sustentáveis e eficientes em termos de nutrição sendo até mais eficientes sobre o ponto de vista energético. Os resíduos agrícolas são os resíduos gerados directa ou indirectamente em processos produtivos da actividade agrícola como sejam os resíduos das culturas (Tabela 1), os dejectos pecuários (Tabela 2) e os resíduos silvícolas.

A utilização de matéria orgânica como reserva e fornecedor de nutrientes para as plantas possui aspectos positivos na qualidade das culturas e do solo uma vez que a sua incorporação tem demonstrado ser uma prática viável no incremento da fertilidade e produtividade, desencadeando efeitos globais no que respeita à melhoria físico-química e biológica das plantas (Noronha, 2000).

Este facto contribui para o seu crescimento e desenvolvimento, aumentando a capacidade de circulação e retenção de água e nutrientes, sendo em grande parte responsável pelo aumento de capacidade de troca catiónica (Kiehl, 1985).

**TABELA 1** – Quantidades médias de húmus produzido anualmente por algumas culturas. Fonte: Moreno (1996).

<b>Cultura</b>	<b>Húmus produzido por ano (kg ha<sup>-1</sup>)</b>
Trigo (palha)	400
Trigo (raízes e restolho)	400 a 800
Raízes e restolho de outros cereais)	300 a 500
Milho (raízes e restolho)	400 a 800
Milho (raízes, restolho e canas)	700 a 1400
Beterraba (folhas e coroas)	450 a 900
Colza (raízes, palhas e silíquas)	1500 a 2600
Aubos verdes	40 kg t <sup>-1</sup>

**TABELA 2** – Valores aproximados da produção total e percentagem de sólidos totais dos excrementos produzidos por algumas espécies pecuárias (Adaptado de USDA, 1992).

Espécies pecuárias	Peso (kg)	Produção total de excrementos (por 500 kg de peso vivo)		Sólidos totais (% na matéria fresca)
		Em kg dia <sup>-1</sup>	Em dm <sup>3</sup> dia <sup>-1</sup>	
		Vaca leiteira	450	41,3
Bovino de engorda	450	30,2	31,5	11,6
Vitela	90	31,1	31,6	8,4
Leitão	15	33,3	36,6	9,2
Porco de engorda	30	31,6	32,6	9,2
Ovelha	45	20,0	18,9	25,0
Galinha poedeira	1,8	26,4	28,3	25,2
Frango	0,9	35,6	37,8	25,2
Peru	6,8	23,7	23,4	25,5
Cavalo	450	22,7	23,4	20,5

#### **2.4. Alternativas Agronómicas: *Lactuca sativa* e *Thymus zygis***

A alface (*Lactuca sativa*) é uma das espécies do género *Lactuca*. Este género é relativamente próximo do género *Cichorium*, ao qual pertencem a escarola e as diversas formas hortícolas da chicória. É cultivada pelas suas folhas, normalmente consumidas cruas em salada.

As suas folhas são constituídas essencialmente por água, fornecendo ainda vitaminas, fibra e minerais à dieta do Homem.

Em Portugal, a alface é cultivada tanto em estufa como ao ar livre um pouco por todo o país. As maiores áreas com cultivo de alface concentram-se perto dos grandes centros populacionais junto ao litoral, nomeadamente Oeste, Entre-Douro-e-Minho e Beira Litoral. Actualmente a produção nacional é cerca de 56 mil toneladas numa área de 2500 ha (Tabela 3) (Almeida, 2006).

**TABELA 3** – Cultura de alface em Portugal (INE, 2004).

-	2001	2002	2003	2004
Superfície (ha)	2408	2536	2541	2515
Produção (t)	53887	57162	57287	56112
Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )	21,8	22,5	22,5	22,3
Peso fresco por planta (g) <sup>a)</sup>	244,0			

a)Dados duma cultura de alface em estufa em cultura de Outono-Inverno, na região de Entre-Douro-e-Minho.

Actualmente consideram-se grupos de cultivares (Tabela 4) onde se inclui a designação da respectiva variedade botânica como é exemplo o tipo “batavia” (Figura 6).

A alface é uma espécie anual de ciclo cultural relativamente curto. A duração de cada ciclo cultural depende de vários factores, como sejam da cultivar, da região e da época de produção. O ciclo cultural em estufa dura cerca de 6 a 8 semanas na época de Primavera-Verão e 10 a 12 semanas na época de Inverno.

A alface batavia forma um repolho arredondado ou ovóide, de folhas crespas ou margens sinuosas ou recortadas. Distinguem-se as batávicas europeias e as batávicas americanas (tipo *iceberg*) cujo repolho muito compacto se encontra nitidamente separado das folhas externas (Tabela 4) (Almeida, 2006).

**TABELA 4** – Grupos de cultivares de alface (Almeida, 2006)

Tipo de cultivares	Variedade de <i>L. sativa</i>
Bola de manteiga	var. capitata
Batávia	var. capitata
Romana	var. longifolia
Acéfala ou de corte	var. acephala (sin. var. crispa)
De caule	var. asparigina (sin. ar. augustana)



**Figura 6** – Alface tipo “batavia”

A produção de aromáticas apresenta-se como uma alternativa à produção de hortícolas, contribuindo para o embelezamento paisagístico.

Estas plantas têm sido desde longa data utilizadas pelas populações locais para variados fins, sendo os costumes e saberes tradicionais a elas associados transmitidos de gerações em gerações até aos dias de hoje (Fernandes, 2000).

Actualmente, verifica-se que o saber popular sobre este assunto se tem vindo a perder progressivamente, tendo o abandono do meio rural contribuído para este fenómeno.

Pretende-se que o cultivo de plantas aromáticas e medicinais possa constituir no futuro um complemento económico para algumas das zonas rurais podendo, através de uma estratégia integrada conduzir à obtenção de receitas nesses meios.

O género *Thymus* é taxonomicamente um género muito complexo tanto química como morfológicamente. A variabilidade química dos óleos essenciais de *Thymus* encontra-se documentado e de acordo com alguns autores, o polimorfismo químico só pode ser determinado pela sua espécie e variedade, diversidade genética relacionada com a heterogeneidade das condições ambientais (humidade, amplitude térmica e tipo de solo) e estado de desenvolvimento do material vegetal, variação sazonal e condições agronómicas (Morales, 2002; Sáez e Staha-Biskup, 2002; Figueiredo *et al.*, 2008); Horwath *et al.*, 2008).



A espécie *Thymus zygis* cresce espontaneamente na Península Ibérica podendo ser encontradas três subespécies: *Thymus zygis* Loefl. ex. *L. subsp. zygis*, *Thymus zygis* Loefl. ex. *L. subsp. sylvestris* e *Thymus zygis* subsp. *gracilis*. Boas práticas de cultivo de *Thymus zygis* são necessárias para a obtenção de teores suficientes de biomassa e produção de óleos essenciais com rendimento e composição química adequados (Letchamo *et al.*, 1994; Bravo *et al.*, 1996, Guillén e Cabo, 1996; Jeliaskova *et al.*, 1999, Miguel *et al.*, 2003; Mohamed e Abdu, 2004; Tuncturk , 2008).

A espécie *Thymus zygis*. originária da bacia mediterrânea ocidental, é uma planta aromática, pertencente à família *Lamiaceae*, cultivada na Europa, especialmente na Hungria, Alemanha, Espanha e sul da França. No Brasil, é conhecida popularmente por tomilho ou timo e já se encontra completamente aclimatada (Pinto *et al.*, 2001). Também é conhecida por outros nomes como: arca, arçanha, poejo e segurelha, (Silva e Verona, 1997). Na Tabela 5 encontra-se a classificação botânica do tomilho comum.

Uma das particularidades do género *Thymus* é a elevada variabilidade química dos óleos produzidos.

As indústrias farmacêuticas e alimentares exploram os extractos e óleos essenciais de *Thymus vulgaris* (Figura 7) graças à comprovada actividade antioxidante. Além disso, o timol e o carvacrol são potentes bactericidas e fungicidas, sendo reconhecidos cientificamente (Almeida, 2006).

Outros compostos fenólicos, como taninos e flavonóides também já foram caracterizados e relacionam-se com as actividades antioxidantes, expectorantes, digestivas e anti-inflamatórias associadas a esta planta (Shan, 2002).

O tomilho é uma cultura perene que, no que respeita às exigências edafoclimáticas, necessita de uma estação de crescimento longa de modo a terem boa produtividade e qualidade.



**Figura 7** – *Thymus vulgaris* L.

Prefere climas temperados a temperado-quentes e secos e locais que proporcionem boa exposição solar. São tolerantes à geada, podendo sobreviver a temperaturas inferiores a – 10 °C. O excesso de humidade relativa do ar é prejudicial à cultura (Morales, 2002).

**TABELA 5** - Classificação botânica do tomilho comum (Almeida, 2006).

<b>Família</b>	<i>Lamiacea</i>
<b>Subfamília</b>	<i>Nepetoideae</i>
<b>Tribo</b>	<i>Mentheae</i>
<b>Género</b>	<i>Thymus</i>
<b>Subgénero</b>	<i>Thymus</i>
<b>Secção</b>	<i>Thymus</i>
<b>Espécies</b>	<i>Thymus zygis</i>

Quanto ao solo, este deve ser bastante permeável e de textura média a grosseira. A sua germinação pode ser retardada em solos argilosos ou em solos demasiado húmidos.

Se a cultura se destinar à extracção de óleos essenciais, procede-se à colheita de ramos no início da floração. A produtividade de folhas secas, numa cultura de sequeiro de *Thymus* varia entre os 700 e os 1500 kg ha<sup>-1</sup>. A produtividade dos óleos essenciais na mesma espécie situa-se entre 30 a 40 L ha<sup>-1</sup> (Morales, 2002).

## **2.5. Substratos orgânicos para a produção**

O termo substrato aplica-se a qualquer material sólido, distinto do solo, natural, de síntese ou residual, mineral ou orgânico, que colocado num contentor, estreme ou em mistura, permite o desenvolvimento do sistema radicular, desempenhando um papel de suporte da planta (Abad *et al.*, 2004).

Quando se produzem plantas em recipientes (vasos, sacos de plástico, contentores rígidos e outros) o desenvolvimento do seu sistema radicular, contrariamente ao que sucede em espaço aberto é limitado pelo reduzido volume que estes oferecem.

Tal facto, faz com que as exigências das plantas relativamente à capacidade de retenção de água, arejamento e disponibilidade de nutrientes do substrato onde se encontram sejam muito mais intensas do que aquelas que teriam quando cultivadas em campo aberto, onde o volume de solo, teoricamente, é ilimitado.

Por este motivo novos materiais alternativos vem sido colocados nos mercados, susceptíveis de substituir as turfas ou materiais afins em parte ou na totalidade para a produção em estufa.

Por outro lado, na procura de uma exploração eficiente e sustentável dos recursos naturais é importante utilizar *inputs* produzidos na própria exploração (Ribeiro, 2006).

Em substratos, as relações ar-água possuem grande importância:

Capacidade de arejamento (CA):

É definida como a proporção de volume do substrato que contém ar depois de ter sido saturado com água e deixado a drenar (Abad *et al.*, 2004). As raízes requerem oxigénio para manter a actividade metabólica e crescimento. Deste modo, o *deficit* temporal de oxigénio pode reduzir o crescimento das raízes e da parte aérea (Abad *et al.*, 2004).

Os microrganismos, para a sua sobrevivência, também requerem oxigénio. Nos substratos orgânicos, onde existe uma elevada população microbiana, as plantas requerem o dobro do oxigénio que as cultivadas em substratos minerais (Abad *et al.*, 2004).

A distribuição do tamanho dos poros é um factor chave do estado hídrico e da quantidade de oxigénio dos substratos devendo, 20 a 30 % do volume do substrato ser compreendido pelos poros de maiores dimensões (Abad *et al.*, 2004)

Água Facilmente Utilizável (AFU):

É calculada pela diferença entre o volume de água retida no substrato, depois de ter sido saturado com água, e deixado drenar a 1 kPa, e o volume de água presente no mesmo a 5 kPa. A 1 kPa obtêm-se um conteúdo mínimo de ar (De Boodt, *et al.*, 1974). Este parâmetro é outro dos factores bastante importantes no que se refere às condições de humidade para permitir o crescimento vegetal. Os valores óptimos estão compreendidos entre 20 e 30 % do espaço poroso total do substrato (Abad *et al.*, 2004).

Água de Reserva (AR):

Define-se como a quantidade de água que se liberta num substrato, quando se passa de 5 para 10 kPa. O seu valor óptimo está compreendido entre 4 e 10 % do volume (Abad *et al.*, 2004).

Água Dificilmente Utilizável (ADU):

Define-se como o volume de água retido a 10 kPa. Este foi o limite de tensão encontrado experimentalmente para o cultivo de plantas em substrato (Abad *et al.*, 2004).

Um substrato deverá apresentar as características expressas na Tabela 6.

**TABELA 6** - Características adequadas para um substrato. Fonte: Abad *et al.*, 2004.

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor óptimo</b>
Espaço poroso total	> 85 % volume
Capacidade de arejamento	20 - 30% volume
Água facilmente utilizável	20 - 30% volume
Água de reserva	4 - 10 % volume
Água total	24 - 10% volume
Dimensão das partículas	Textura média a grosseira 0,25 – 2,5 mm
dap (em estufa)	< 0,4 g cm <sup>-3</sup>
Contração de volume	< 30%
CE – no extracto de saturação do substrato (mS cm <sup>-1</sup> )	0,75 – 1,99
pH	5,2 – 6,3
C/N	20 – 40
Matéria orgânica total (%)	> 80
Matéria mineral total (%)	< 20
<b>Nutrientes assimiláveis</b>	
Azoto total (ppm)	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 100 - 199 ppm N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 0 – 20 ppm
Potássio Total (K <sup>+</sup> ) (ppm)	150 – 249
Fósforo Total (P) (ppm)	6 – 10
Magnésio Total (Mg <sup>2+</sup> ) (ppm)	> 70
Cálcio Total (Ca <sup>2+</sup> ) (ppm)	> 200
Ferro (Fe) (ppm)	0,3 – 3,0
Manganês (Mn) (ppm)	0,02 – 3,0
Molibdénio (Mo) (ppm)	0,01 – 0,1
Zinco (Zn) (ppm)	0,3 – 3,0
Cobre (Cu) (ppm)	0,001 – 0,5
Boro (B) (ppm)	0,05 – 0,5

Os substratos, para além de permitirem a germinação das plantas, devem ser de fácil preparação e manejo, perturbando ao mínimo as raízes, de textura fina, com estrutura estável e fluida, elevada capacidade de retenção de água, permitindo que a humidade permaneça constante e baixo nível de salinidade. As características físicas do substrato são de extrema importância, pois após a sementeira ou plantação não é possível modificá-las, contrariamente ao que acontece com as propriedades químicas que podem ser alteradas (Abad *et al.*, 2004).

Os principais factores de natureza física que afectam o desenvolvimento das plantas encontram-se associados às condições hídricas e de arejamento de substratos condicionando estes a disponibilidade tanto de água como de ar, afectando ainda as propriedades térmicas, a actividade biológica e a disponibilidade de nutrientes para as plantas, devendo ser levados em conta factores como a elevada porosidade, elevada capacidade de retenção de água, boa drenagem e bom arejamento.

Com o aumento dos custos de adubação mineral, os resíduos orgânicos produzidos na indústria, em espaço urbano ou em espaço rural passaram a ter importância como materiais recicláveis, valorizáveis e utilizáveis com vista à melhoria dos atributos do solo e aumento dos seus níveis de fertilidade (Tedesco *et al.*, 1999) assim como a sua utilização como substrato para produção de plantas.

Os substratos orgânicos constituem fonte de macro e micronutrientes, podendo repor parte dos elementos extraídos do solo pela cultura (Ferreira *et al.*, 1993).

É reconhecida a importância e a necessidade da adubação orgânica em produtos hortícolas visando compensar as perdas de nutrientes ocorridas durante o seu cultivo (Kimoto, 1993). Bulluck *et al.* (2002) afirmam que os compostos orgânicos usados como alternativa para o aumento da fertilidade do solo, podem resultar em incremento da matéria orgânica e actividade biológica.

A adubação orgânica através da reciclagem de resíduos, possibilita maior autonomia do produtor, apresentando grande efeito residual (Smith e Hadley, 1989; Vidigal *et al.*, 1995).

Entende-se por matéria orgânica ou adubo orgânico como toda a matéria proveniente de substâncias organizadas, de quaisquer resíduos de origem vegetal, animal, urbano ou industrial, composto por carbono lábil, ou ainda qualquer substância morta no solo proveniente de plantas, microrganismos e excreções de origem animal (Primavesi, 1990).

Os adubos orgânicos são considerados fertilizantes de baixo teor em nutrientes, contendo apenas dez ou vinte por cento dos nutrientes encontrados nos fertilizantes químicos existentes. Contudo, quando devidamente mineralizados melhoram as condições físicas, químicas e biológicas do solo (Jorge, 1983) (Cardoso, 1992).

A vermicompostagem resulta do processo de degradação aeróbio de vários substratos orgânicos – RSU, resíduos agro-florestais ou lamas de ETAR, utilizando a minhoca *Eisenia foetida* como agente biológico e o produto obtido é o vermicomposto (Figura 8).



**Figura 8** – Vermicomposto ([http://www.organicrosecare.org/images/worm\\_compost.jpg](http://www.organicrosecare.org/images/worm_compost.jpg)).

O vermicomposto mineraliza-se lentamente, libertando gradualmente nutrientes para as plantas, além de que as substâncias húmicas nele contidas actuam na complexação dos iões  $Al^{3+}$  e  $Mn^{2+}$  diminuindo-se temporariamente a acção tóxica destes elementos (Peixoto, 1988). É um produto que resulta da degradação mesofílica de materiais orgânicos por meio da interacção entre minhocas e microrganismos (Gopal *et al.*, 2009).

Alguns autores afirmam que o vermicomposto apresenta algumas características que, em conjugação com doses adequadas de materiais orgânicos e inorgânicos resultaram no aumento dos teores de biomassa de produtos hortícolas (Silva *et al.*, 2008; Suthar, 2009).

O vermicomposto modifica ainda as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, apresentando vantagens em relação a outros fertilizantes orgânicos através do aumento da capacidade de troca de catiónica (Manna *et al.*, 1997), teores de nutrientes (Antoniolli *et al.*, 1996), aumento do pH (Longo, 1995) e diminuição da toxicidade provocada pelos iões  $Al^{3+}$  e  $Mn^{2+}$  devido à complexação desses elementos (Elvira e Doube, 1996).

O vermicomposto é inodoro, leve, de coloração escura e uniforme, e apresenta diferenças de propriedades quer químicas quer físicas em relação à mistura de resíduos inicial devido ao seu maior grau de humificação (Antoniolli *et al.*, 1996).

Segundo alguns autores, o vermicomposto proporciona uma forte retenção de nutrientes, bem como supressão do crescimento de fungos e nematódos, que geralmente induziria maior germinação, crescimento e floração de plantas ornamentais e crescimento e produção de hortícolas e frutícolas de melhor qualidade (Arancon *et al.*, 2004; Singh *et al.*, 2008; Suthar, 2009)

O vermicomposto ainda apresenta reduzida expressão em termos de mercado de substratos orgânicos apesar da sua produção em termos industriais e tradicionais registar assinalável crescimento em função das dinâmicas ambientais actuais.