



Estudo como corretivo orgânico de misturas de composto de RSU com borras de café.

Pedro Miguel Matos Figueiredo Lima

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Agronómica

Orientadores: Professora Doutora Ana Cristina Ferreira da Cunha Queda
Professor Doutor Ernesto José de Melo Pestana de Vasconcelos

Júri:

Presidente: Doutor Henrique Manuel Filipe Ribeiro, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutor Ernesto José de Melo Pestana de Vasconcelos, Professor Catedrático Aposentado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa; Doutor David Paulo Figueiro, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

2016

AGRADECIMENTOS

Esta será mais uma página da minha vida, que recordarei sempre como uma grande mais-valia em todos os sentidos, pessoais e, eventualmente num futuro próximo profissionais. Depois do desejo de me aproximar da área agronómica e da vontade de querer saber mais sobre agronomia, concluo com enorme satisfação este percurso, com este trabalho de investigação. Recordo este caminho, não esquecendo nunca os que me acompanharam e, a meu lado, estiveram sempre com sentido motivacional e de ajuda.

Assim, e em primeiro lugar agradeço à minha família, em especial à minha mulher, quem mais me incentivou para esta “aventura”, com muito amor e dedicação, ajudou-me a ultrapassar os momentos menos fáceis, e a sua compreensão pelas minhas ausências no seio familiar. Agradeço igualmente ao meu primo Professor Doutor Célio Pina, Presidente do Conselho Pedagógico da ESTSetúbal/IPS, pela motivação implementada nas nossas conversas e pelos vários ensinamentos prestados.

À Professora Doutora Ana Cristina Ferreira da Cunha Queda, Professora Auxiliar do ISA, a muita admiração pela Senhora Professora Doutora.

Ao Professor Catedrático Engenheiro Ernesto Vasconcelos, Docente Aposentado do Instituto Superior de Agronomia, cuja orientação ajudou-me a concluir este desafio, com o seu saber, método e persistência, levou-me ao fim de mais esta etapa da minha vida, um muito obrigado por tudo. Sem ele seria muito difícil executar este trabalho, ficarei para sempre agradecido, assim como, por fazer parte do meu percurso e, agora da minha vida.

Agradeço à Christine Morais e ao Miguel Martins, Técnicos Superiores do ISA, que me ajudaram com os ensaios e com as análises necessárias para este trabalho, assim como, ao José Felício, aquando das minhas ausências do Horto, ajudou no ensaio de crescimento.

Agradecimento à Eng^a Constança Correia da Valorsul, pelo fornecimento do composto RSU e pela respetiva análise. E a todas as entidades de valorização de resíduos, que de algum modo responderam às solicitações, sobre as respetivas atividades.

A todos os colegas em geral, mas em especial aos amigos João Alves, João Menezes, Luís Cordeiro e Rui Nunes, pela amizade e companheirismo e, por fazerem parte deste caminho. Um até sempre.

Quero recordar aqui, o meu pai e o meu irmão, que já não se encontram entre nós, mas que de algum modo teriam todo o orgulho em acompanharem-me neste caminho, que culmina com este trabalho.

RESUMO

O objetivo principal deste trabalho é o de estudar a possibilidade de utilização agrícola das misturas de compostos de RSU (Resíduos Sólidos Urbanos) e de borras de café não compostadas. Pretende-se que a mistura final encontrada possa ter uma melhor classificação dentro dos corretivos orgânicos, especialmente em termos de concentração em metais pesados. Após uma abordagem à problemática da produção e utilização dos RSU e borras de café no País, efetuaram-se ensaios, com várias misturas de composto de RSU e borras de café, de índice de germinação (IG), índice de crescimento (IC) e um ensaio de vegetação em vasos (EV).

Os resultados obtidos foram contraditórios uma vez que nem sempre apontaram no mesmo sentido. Nos ensaios de IG conclui-se que nas modalidades em que se efetuaram misturas, o IG foi semelhante ao obtido para a modalidade em que utilizou RSU extreme, o que indica que a mistura da borra de café não influenciou de forma negativa o IG. Já no caso da utilização de borra de café extreme, o IG foi fortemente afetado devido essencialmente a uma diminuição acentuada do comprimento da radícula da espécie indicadora utilizada, o *Lepidum sativum L.*. Por outro lado no teste do IC conclui-se que não seria desejável qualquer mistura de borra com composto de RSU pois originava uma diminuição acentuada do IC.

Nos ensaio de vegetação em vasos conclui-se que, para uma aplicação de 5 t de matéria seca de composto por ha, as misturas de borra de café com composto de RSU até 30% do total não originaram qualquer efeito depressivo no crescimento da planta utilizada, a alface. Para misturas iguais ou superiores a 50% de borra houve uma diminuição da produção da alface. Por outro lado é de prever que com uma pequena mistura de borra de café com composto de RSU se consegue que o composto final passe da Classe IIA para a Classe II.

PALAVRAS-CHAVE:

Composto, RSU (Resíduos Sólidos Urbanos), borras de café, valorização e fertilização.

ABSTRACT

The main objective of the present work was to study the potential use of mixtures of Municipal Solid Waste (MSW) compost and raw coffee grounds for the agriculture purposes. It was hypothesized that the final mixture has better quality as composting especially relative to concentration of heavy metals. After a review of the state of the art relative to production and use of MSW and coffee grounds in Portugal, various mixtures composed of MSW compost and raw coffee grounds were tested relative to their effect on germination index (GI), growth rate (GR) and plant production (PP).

The results obtained in the different experiments did not lead to similar conclusions since contradictory results were obtained in terms of GI and PP. When considering the GI, similar results were obtained in treatment receiving mixtures and MSW at high rate, indicating that addition of raw coffee grounds has not negative impact on germination.

However, when using raw coffee ground at high rate, the IG value was significantly affected due to a sharp decrease in the length of the radicle. On the other hand, it was concluded that it would be undesirable to use any mixture of sludge with MSW compound as a sharp decrease of GR was observed.

For the plant production trials it was concluded that, for an application of 5 tonnes per ha of dry mixture, the coffee grounds mixtures with MSW compost at a 30% rate did not produce any depressive effect on plant growth of lettuce. For mixtures at rates equal or greater than 50% raw coffee grounds a reduction of the lettuce production was observed. Furthermore, it is expectable that a small addition of raw coffee ground to MSW compost can lead to a Class II compost.

Keys-words: Compost, Municipal Solid Waste (MSW), coffee grounds, valorization and fertilization.

INDICE

AGRADECIMENTOS	2
RESUMO	3
ABSTRACT.....	4
LISTA DE QUADROS.....	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	9
1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)	12
2.2. Enquadramento - Valorização dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)	12
2.3. Problemas Identificado nos RSUs	13
2.4. A Compostagem e o Composto	14
2.4.1. Enquadramento e processo da Compostagem	14
2.4.2. Composto e compostagem	15
2.4.3. Composto e Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).....	16
2.4.4. Especificações técnicas sobre a qualidade e utilizações do composto.....	17
2.4.5. Classes atribuídas ao Composto	18
2.4.6. Utilização do Composto.....	20
2.4.7. Classificação do Composto.....	20
2.5. Sistema de Gestão e Centros de Valorização Orgânica (CVO)	22
2.5.1. Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU)	23
2.5.2. Enquadramento Nacional e Plano Estratégico Nacional para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU)	23
2.5.3. Legislação.....	24
2.5.4. Agência Portuguesa do Ambiente.....	26
2.5.5. Levantamento dos Compostos de RSUs a nível nacional	26
2.6. Utilização agrícola dos compostados de RSU.....	28
3. CAFÉ E O CAFEEIRO.....	33
3.1. Introdução	33
3.1.1. A gestão sustentável da indústria do café a utilização dos subprodutos	33
3.1.2. Propriedades funcionais do café e subprodutos do café	34
3.2. Borrás de Café.....	35
3.2.1. Definição de Borrás de Café.....	36

3.2.2.	Propriedades das borras de café	36
3.2.3.	Efeitos antioxidantes	37
3.2.4.	Valorização das borras de café	38
3.2.5.	Bioprocessos	39
3.2.6.	Compostagem e composto de Borras de Café	40
3.3.	Levantamento a nível nacional da produção de borras de café	41
3.3.1.	Empresas produtoras de café para consumo	41
3.3.2.	Quantidade de café vendido, consumo e tendências	43
3.3.3.	Quantidades recolhidas vs quantidades não recolhidas;	44
3.4.	Utilização agrícola	45
4.	MATERIAL E MÉTODOS	48
4.1.	Ensaio efetuados	48
4.1.1.	Corretivos orgânicos utilizados	48
4.1.2.	Índice de Germinação (IG)	51
4.1.3.	Índice de Crescimento (IC)	55
4.1.4.	Ensaio de vegetação em vasos	58
4.2.	Análise da parte aérea das plantas	59
4.3.	Análise dos solos	60
4.4.	Análise da borra de café	60
4.5.	Análise estatística	61
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
5.1.	Previsão de produção de RSU e de composto de RSU para os próximos anos	62
5.1.1.	Previsão de produção de RSU	62
5.1.2.	Previsão de produção de composto de RSU	65
5.2.	Índice de Germinação (IG)	67
5.3.	Índice de Crescimento (IC)	67
5.4.	Ensaio de vegetação em vasos	68
6.	CONCLUSÕES	72
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
7.1.	Multimédia	80
	ANEXOS	81

LISTA DE QUADROS

Quadro I - Limite de deposição de resíduos biodegradáveis em aterro	16
Quadro II – Valores atribuídos às Classes (Classe I, II, IIA e III) do Composto.....	19
Quadro III – Categorias de Composto em função do grau de maturação	22
Quadro IV - Associados da AICC	45
Quadro V - Total de Café consumido em Portugal, em toneladas (t)	46
Quadro VI - Borrás de café. Constituição e principais características.....	48
Quadro VII - Composição das borras de café e do composto de RSU utilizados no ensaio.....	52
Quadro VIII – Teores prováveis de metais pesados nas misturas efetuadas	53
Quadro IX – Resumo das condições do bioensaio de germinação	56
Quadro X - Principais características do solo utilizado no ensaio	61
Quadro XI - Quantidades de composto produzido por CVO (2009-2013)	69
Quadro XII – Valores de NSG, CR e IG	70
Quadro XIII - Apresentam-se os resultados obtidos para o IC das modalidades ensaiadas.....	71
Quadro XIV - Produção da alface	71
Quadro XV - Teores de N, P e K na parte aérea da alface	72
Quadro XVI – Extrações de N, P e K pelas plantas de alface	73
Quadro XVII - Algumas características físico-químicas do solo no fim do Ensaio	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Caraterização física média dos RUs produzidos entre 2011 e 2012	17
Figura 2 - Evolução da produção de RSU e da Capitação, em Portugal Continental (1999-2005)	31
Figura 3 - Embalagem das sementes de agrião (<i>Lepidium sativum</i> L.), da marca <i>Somers</i> , utilizadas nos ensaios de germinação e crescimento	54
Figura 4 - Pesagem da amostra para a centrifugação	56
Figura 5 - Filtragem do extrato, para posteriormente ser colocado nas placas petri.....	57
Figura 6 - Imagens das placas petri, com o papel de filtro, o extrato e as sementes colocadas	57
Figura 7 - Placas petri com 7 sementes cada, foram colocadas durante 24 horas a 27° C	57
Figura 8 - Contagem das sementes germinadas e medição do comprimento da radícula (mm)	58
Figura 9 - As sementes de agrião foram semeadas à profundidade $\geq 0,5$ cm ≤ 1 cm, com a mesma equidistância entre elas, num total de 16 sementes por caixa	58
Figura 10 – Colocação em condições controladas, no Horto do ISA.....	59
Figura 11 – Foi controlada a rega por pesagem	59
Figura 12 – Conjunto de imagens com o resultado das 3 amostras (A, C e E)	60
Figura 13 - Imagens do ensaio em vasos das alfaces	62
Figura 14 – Evolução de produção de RUs (t) vs capitação diária (2003-2012).....	65
Figura 15 - Evolução da deposição direta de RU em aterro entre 2002 e 2012 (%).....	66
Figura 16 - Evolução da deposição de RUB em aterro em Portugal, no período 2002-2012, com referência aos valores de 1995 (fonte: PERSU 2020).....	67
Figura 17 -Contribuição individual de cada fração de resíduos para a reutilização e reciclagem (%).....	68
Figura 18 - -Evolução em toneladas do composto produzido (2009-2013) pelas 13 ETVO e previsão para 2014	69

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ADN – Ácido Desoxirribonucleico

AICC - Associação Industrial e Comercial do Café

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

C/N – Relação Carbono/Azoto

C.E. – Condutividade Elétrica (mS/cm)

CO₂ – Dióxido de Carbono

CVO – Centro de Valorização Orgânica

ECF - European Coffee Federation

ETVO - Estação Tratamento Valorização Orgânica

EV – Ensaio vegetação em vaso

ESTSetúbal/IPS – Escola Superior de Tecnologia de Setúbal/Instituto Politécnico de Setúbal

FAO – Food and Agriculture Organization: www.fao.org

HPLC – Cromatografia Líquida de Alta Pressão.

HoReCa - Concatenação das palavras Hotéis/Restaurantes/Cafés

IC - Índice de Crescimento

IG – Índice de Germinação

INE - Instituto Nacional de Estatística

ISA – Instituto Superior de Agronomia

KOH – Hidróxido de Potássio

MCR = Média do Comprimento da Radícula

MNSG - Média do Número de Sementes Germinadas

M.O. – Matéria Orgânica

M.S. – Matéria Seca

N₂ – Azoto elementar

NSG – Número de Sementes Germinadas

PERSU - Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos

RARU – Relatório Anual de Resíduos Urbanos

RU – Resíduos Urbanos

RUB – Resíduos Urbanos Biológicos

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

SGRU - Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos

TMB – Tratamento Mecânico Biológico

v/v – Volume em Volume

1. INTRODUÇÃO

A compostagem, de um modo controlado e dentro das condições favoráveis para o efeito, potenciam a valorização de resíduos orgânicos biodegradáveis. Deste processamento resulta uma matéria fertilizante de valor agronómico, para além de outros aspetos positivos, que daqui advém a favor do ambiente.

Com efeito a compostagem para além de provocar mais-valias ao ambiente, na medida em que liberta dos aterros materiais biodegradáveis, que podem ser valorizados e úteis para os nossos solos, faz com que a utilização ao solo do produto final, composto, possa colmatar em certa medida, a falta de matéria orgânica na maior parte dos solos do nosso país.

Uma das grandes fontes de composto ou de produtos provenientes de compostagem são os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Da sua recolha, tratamento, triagem e processamento da matéria biodegradável, culmina no composto estabilizado e higienizado, com baixo teor de matérias indesejáveis.

O setor e os processos relacionados com os RSUs, estão normalizados, legislados e controlados por várias entidades e mecanismos. O produto compostado resultante dos RSU's, não têm sempre a mesma caracterização. São efetuadas análises no final do processo e atribuídas as correspondentes classificações (Classe I, II, III e entre estas duas últimas, IIA), tendo como base as quantidades de metais pesados, materiais inertes antropogénicos, pedras e microrganismos patogénicos, no composto.

Estes são alguns dos problemas, acrescentando ainda os indesejáveis microrganismos *Escherichia coli* e da *Salmonella*, que obriga a uma grande preocupação com a higienização do composto e/ou do produto final, antes de ser utilizado no solo, e nomeadamente, no solo agrícola. Estas classificações e classes definem critérios, tipos de utilização e restrições do composto produzido a partir de resíduos, nomeadamente proveniente dos RSUs. Com efeito só os compostos com menor teor de metais pesados poderão ter uma utilização agrícola nobre e valorizados comercialmente.

Um outro resíduo, não menos importante, mas ainda pouco trabalhado são as borras de café, provenientes da produção do café solúvel. Esta matéria vegetal, pesa nos resíduos urbanos e concretamente no canal horeca¹ do comércio, nomeadamente a restauração, não

¹ O termo "HoReCa" é uma concatenação das palavras Hotéis/Restaurantes/Cafés", abrange os estabelecimentos de hotelaria, restauração e cafetaria, é um segmento que trata cerca de «80 a 100 mil unidades» em Portugal.

é valorizado e é libertado para os resíduos sólidos indiferenciados, como um resíduo qualquer a eliminar.

Até ao momento as borras de café foram geralmente descartados como lixo comum, sem estratégias de reutilização específicas. Devido à sua riqueza reconhecida em compostos bioativos e em macro e microelementos, deve ser equacionada a sua reutilização agroindustrial (Cruz *et al.*, 2014).

É uma matéria orgânica com características físico-químicas e químicas excelentes, que devem ser valorizadas e caracterizada como um subproduto do café com potencial a explorar. Foram já identificadas, como mais-valias a extração de cafeína e polifenóis, para fins agroindustriais (Esquivel *et al.*, 2012), assim como, de antioxidantes naturais.

Segundo Bravo (2013) observaram-se correlações positivas muito significativas para todos os carotenoides nas plantas, tratadas com borras de café frescas, particularmente para a violaxantina.

As borras de café são uma fonte de compostos bioativos reconhecidos e valiosos, e foi provado pela primeira vez que os elementos antioxidantes, potenciam a qualidade dos vegetais produzidos, no caso a alface (Cruz *et al.*, 2014).

Em suma, através de aplicações biotecnológicas no processamento de resíduos, nos pré-tratamentos dos mesmos, poder-se-á recuperar e dotar produtos de valor agregado e valor acrescentado (antioxidantes naturais, vitaminas, enzimas, celulose, amido, lipídios, proteínas, pigmentos) de alta importância para as indústrias farmacêuticas, cosmética e alimentar (Murthy, 2012). Com este trabalho tentar-se-á alargar este âmbito de utilização, nomeadamente para a agroindústria, e no que diz respeito à sua utilização como fertilizante.

Foi feito um levantamento da situação do País de produção de compostos de RSU e produção potencial de borras de café o objetivo principal deste trabalho é o de estudar a possibilidade de utilização agrícola das misturas de compostos de RSU e de borras de café não compostadas. Pretender-se-á que a mistura final encontrada possa ter uma melhor classificação dentro dos compostos, especialmente em termos de concentração em metais pesados e que não tenha problemas de utilização como fertilizante orgânico. Com este objetivo efetuaram-se ensaios de índice de germinação (IG), índice de crescimento (IC) e um ensaio de vegetação em vasos (EV), com várias misturas de composto e borras de café.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

Segundo Santos (2012), as crescentes exigências das populações e das autoridades, determinam uma maior necessidade de se proceder à recolha e tratamento dos resíduos sólidos e dos efluentes dos aglomerados populacionais. Estes produtos, que apresentam carácter poluente mas que, após conveniente tratamento, podem ter interesse como fertilizantes, em particular como corretivos orgânicos.

2.2. Enquadramento - Valorização dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

Tendo em consideração o prejuízo ambiental desenvolvido pelo homem, a problemática dos Resíduos Urbanos (RU) coloca-se como um dos mais alarmantes problemas para o nosso meio-ambiente. É um problema planetário, que começa em cada região e/ou país, das sociedades em geral, que pode ser controlado por políticas e normas ao setor e essencialmente pelo civismo das populações, na facilitação do tratamento dos resíduos. Como tal, na área dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e a respetiva valorização terão, cada vez mais, de ser abordados, estudados e levados a cabo medidas de proteção do ambiente, por um lado, de recolha e valorização de RU, por outro, assim como de sensibilização das populações em geral.

A valorização dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), inicia-se no principal interveniente, que é quem os provoca e/ou cria, na respetiva separação e no início do tratamento, que começa em todos nós. Depois da recolha, o sistema inicia uma separação mecânica e manual dos materiais recicláveis (plástico, metal, vidro e cartão) a partir dos resíduos sólidos urbanos indiferenciados. Aquela parte percorre algumas ações de separação até se encontrarem os materiais que estão em circunstâncias para serem valorizados em processos de reciclagem. No início da separação consegue-se uma parte de resíduos orgânicos que é enviada para o tratamento biológico e transformada em composto, e no final como corretivo orgânico para os solos.

Como nos RSUs se encontram grandes percentagens de matéria orgânica, faz todo o sentido, e pela necessidade de desvio dos aterros e de preservar o meio ambiente, obter um produto que possa substituir ou complementar os tradicionais fertilizantes, como são, os estrumes que resultam da mistura das camas dos animais com os seus dejetos.

2.3. Problemas Identificado nos RSUs

O principal problema que advém dos resíduos sólidos urbanos é o seu tratamento em grandes volumes. Estes são originados da vida socioeconômica, dos estilos de vida e do grande consumo, têm várias proveniências, como são as embalagens não reutilizáveis e de difícil degradação, e de bens de curta duração. Em pequenas quantidades, mas bastante prejudiciais encontramos as pilhas e acumuladores, tintas e vernizes, colas e diluentes, hidrocarbonetos, material elétrico, entre outros que possuem também metais pesados, que muitos prejuízos provocam à saúde humana e ao ambiente em geral.

Encontramos igualmente no seio destes RSUs, cerca de 35% de materiais fermentáveis, que constituem a parte biodegradável, que quando mal tratada é de fácil disseminação de vírus, bactérias, protozoários, fungos e vermes, que muito nos podem afetar, direta ou indiretamente (Gonçalves, 2005).

A garantia de um produto seguro e higienizado, para o seu comércio, deverá ter inexistência de *Salmonella spp.* em 25 g de matéria fresca, assim como o limite máximo, que é admissível, no número mais provável (NMP) do microrganismo *Escherichia coli*, indicador de contaminação fecal (Decreto-Lei n.º 103/2015 de 15 de junho).

Segundo Santos (1995), numa mistura com uma relação C/N elevada em que o carbono se encontre em excesso, o azoto, em deficit, é o fator limitante. Pelo contrário, se a relação C/N for baixa, encontrando-se o azoto em excesso, o fator limitante será o carbono disponível. Caso a compostagem seja incorreta, poder-se-á encontrar no composto razões de C/N elevadas, responsáveis pela diminuição do N disponível no solo e quando aplicado ao solo pode provocar subidas de temperatura no solo, impedir a germinação ou, até mesmo, queimar as raízes.

Os problemas de contaminação e de impacte ambiental que a eliminação dos resíduos urbanos comporta e a insuficiência em matéria orgânica, para uso de corretivo ou para obstruir os processos erosivos dos solos de determinadas áreas, determinam as condições necessárias para a colocação em funcionamento das estações de resíduos sólidos urbanos. Nestas estações melhoram de forma direta ou indireta determinados componentes que escolhem os resíduos sólidos, sendo a fração orgânica reciclada mediante o processo de compostagem (Moreno, 1996).

O composto só deve ser adicionado ao solo depois de antecipado conhecimento do pH (entre 5,5 e 9,0) e do teor de metais pesados do composto e dos solos a que se destinam, assim, como da sua higienização (Decreto-Lei n.º 103/2015 de 15 de junho).

2.4. A Compostagem e o Composto

2.4.1. Enquadramento e processo da Compostagem

A compostagem é um processo biológico em que os microrganismos transformam a matéria orgânica, como estrume, folhas, papel e restos de comida, num material semelhante ao solo a que se chama composto. Segundo Santos (2012) o central objetivo do processo de compostagem é a angariação de um produto estável, que não se altere na sua evolução biológica, maturado, e que seja compatível e/ou não fito tóxico, e com utilização na agricultura como corretivo orgânico dos solos, deve possibilitar também a anulação de maus cheiros, a diminuição de volume e de massa, e a desativação de microrganismos patogénicos, ou seja, boa higienização, do original produto.

A compostagem é uma tecnologia ajustada ao tratamento, à reciclagem e à valorização de biomassa, como por exemplo a fração orgânica de resíduos sólidos urbanos, resíduos orgânicos de origem agropecuária, agroindustriais e florestal, assumindo cada vez mais importância em virtude da produção de resíduos e, em especial a dos RSUs ter aumentado nos últimos anos (Queda 1999).

O processo de compostagem ou o processo digestão anaeróbica seguida de compostagem, quando produzida com os resíduos exatos e debaixo de situações orientadas, que permitam a criação de valor em resíduos orgânicos biodegradáveis, permitem obter um produto fertilizador com elevado valor agronómico e ambiental (Santos, 2012).

No que diz respeito aos fatores que influenciam o processo de compostagem e a sua evolução são os que afetam, direta ou indiretamente o metabolismo dos microrganismos que são responsáveis pela decomposição dos resíduos e sua transformação num produto estável e rico em substâncias húmicas — o composto (Queda, 1999).

Vogtman & Besson (1958), descreveram os objetivos do processo de compostagem, a saber:

- ✓ Suprimir os odores desagradáveis;
- ✓ Melhorar as condições higiénicas dos produtos obtidos;
- ✓ Reduzir a capacidade de germinação de sementes infestantes;
- ✓ Melhorar e manter o valor fertilizante;
- ✓ Incrementar as populações microbianas benéficas;
- ✓ Os compostos quando aplicados ao solo incrementam a sua atividade biológica, e também influenciam positivamente a qualidade da planta;
- ✓ Minimizar as perdas de nutrientes durante a sua aplicação;
- ✓ Minimizar os gastos para o agricultor;
- ✓ Melhorar as condições de trabalho;
- ✓ Minimizar os gastos energéticos no seu processo e uso.

2.4.2. Composto e compostagem

Entende-se por composto, o produto estabilizado resultante da deterioração controlada da matéria orgânica, derivado do processo de compostagem, em que se encontra mais ou menos higienizado e com uma determinada estabilização, humidade e temperatura, cujas características são de molde a beneficiar, direta ou indiretamente, o crescimento das plantas (Decreto-Lei n.º 103/2015 de 15 de junho).

Para a agricultura, o composto traz um ganho de matéria orgânica devidamente estabilizado para os solos nacionais, que na sua maioria apresentam teores baixo ou muito baixos de matéria orgânica e pode substituir, em algumas situações a turfa como base de suporte para a formulação de substratos (Matos, 2011).

Este processo é influenciado pelos parâmetros que atuam sob a atividade microbiana, a natureza do resíduo, a humidade, a temperatura, os nutrientes, a razão C/N, o pH, todos eles interligados entre si e pelo próprio processo, com o fornecimento de oxigénio e o modo de condução do processo (Moreno, 1996).

Para o meio ambiente, as mais-valias advêm do facto de se poder reduzir os limites definidos dos resíduos orgânicos biodegradáveis em aterro ultrapassando, assim, os reconhecidos impactos ambientais negativos resultantes deste processo de eliminação de resíduos, e contribuir para o cumprimento da Diretiva 1999/31/CE de 26 de Abril, e do Decreto-Lei 152/2002, de 23 de Maio, que definem restrições à deposição em aterro dos resíduos biodegradáveis (Quadro I).

Quadro I - Limite de deposição de resíduos biodegradáveis em aterro

Ano	% Admissível
2006	75
2009	50
2016	35

Fonte: PERSU II

O PERSU II (Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos), publicado através da Portaria nº 187/07 de 12 de Fevereiro, define normas de qualidade para o Composto, de maneira a transmitir segurança aos intervenientes e utilizadores destes produtos, com o intuito de atribuir regras ao mercado. Esta Portaria estipula e/ou categoriza por Classes, as diferentes qualidades, através das suas características, o composto gerado pelos RSUs.

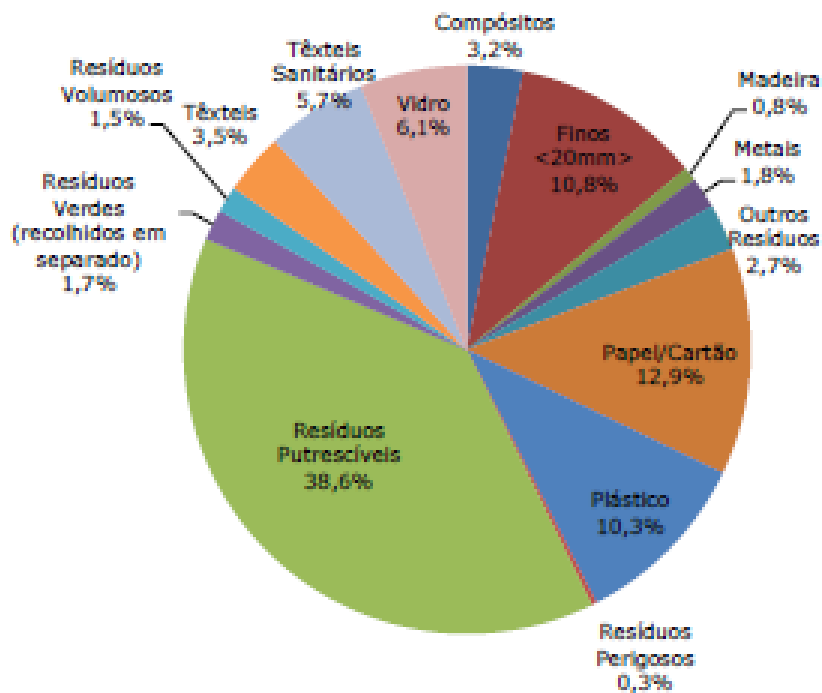
2.4.3. Composto e Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

O conceito e definição de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é atribuída geralmente a todo o excesso, desperdício e/ou lixo urbano. Provêm de toda a sociedade em geral, das suas várias atividades, domésticas, comerciais, industriais e outras. Os RSUs, são constituídos por matéria orgânica, plásticos, papel e cartão, vidro, metais, entre outros resíduos. A heterogeneidade de materiais e respetivas quantidades, variam muito, dos hábitos, das populações, das atividades, entre muitas outras variáveis, e por isto, muito difícil de quantificar e de caracterizar (APA, RARU 2012).

Os compostos dos resíduos sólidos urbanos, que têm valor fertilizante e ecológico, nomeadamente em consequência de proverem aos solos matéria orgânica, deverão vir a ser alcançados em quantidades cada vez mais altas já que, na grande maioria das regiões do país, o método de tratamento baseado na compostagem será, para a quase totalidade dos resíduos biodegradáveis, globalmente muito mais recomendável do que qualquer outro sistema (Santos, 1995).

Assim, a porção dos RSUs, compostados, podem e devem ser reciclados e valorizados através do processo de compostagem, e o produto encontrado, chamado composto, será rico em matéria orgânica e estabilizado, com bastante interesse e utilização agrícola.

Tipologia dos Resíduos Urbanos



Fonte: APA - RARU2012

Figura 1 – Caracterização física média dos RUs produzidos entre 2011 e 2012

Segundo o “*Relatório Anual – Resíduos Urbanos 2012*”, da Agência Portuguesa do Ambiente, não foram identificadas alterações significativas na composição física (especificações técnicas da Portaria nº 851/2009, de 7 de Agosto), no Continente, dos Resíduos Urbanos (RU) recolhidos entre 2011 e 2012 (Figura 1). Deve-se ao comportamento e hábitos das populações não terem diferido, naquele período.

Assim, analisando a Figura 1, dos RU produzidos, cerca de 54,5% equivale a RUB (Resíduos Urbanos Biológicos), bio resíduos, resíduos verdes, papel/cartão e madeira, valor semelhante à meta prevista pelo PERSU II (56%). A destacar ainda destes resultados, a elevada fração de resíduos recicláveis que constituem os RU, e que podem ser objeto de valorização, justificando a adoção de medidas efetivas tendentes à sua recuperação.

2.4.4. Especificações técnicas sobre a qualidade e utilizações do composto

Os resíduos orgânicos com elevada importância agrícola são aqueles que pela sua quantidade produzida e respetiva disponibilidade, resultantes da agricultura e pecuária, no

caso os estrumes e chorumes e logo a seguir os provenientes das nossas casas (resíduos sólidos urbanos), a crescer, os vindos das indústrias agroalimentares, como por exemplo as borras de café. As principais características que os valorizam são os seus teores em matéria orgânica e nutrientes. Em todo caso não deverá ser descurado o respetivo tratamento, eliminando os elementos nocivos ao ambiente, aos animais e às plantas.

As principais funções da matéria orgânica, proveniente dos compostos, nomeadamente dos RSUs, identificam-se através da influência benéfica de determinados fenómenos. Assim, a ação da matéria orgânica manifesta-se através da mineralização, da solubilização, da complexação, da adsorção e do poder tampão do solo (Santos, 1995).

A principal mais-valia do composto proveniente dos RSUs, é a elevada composição de carbono e a baixa densidade do substrato. Segundo (He *et al*, 1995; Soumare *et al*, 2003), em média, cerca de 20% do total de C é orgânico, 8% está na forma de carbonato C e 71% é C degradado.

Com o aumento do interesse pela agricultura orgânica, a produção e o aumento da taxa de composto orgânico de RSU para a agricultura, também está adquirindo reputação devido ao seu resultado positivo sobre aspetos biológicos, físicos, e de propriedades químicas do solo (Iglesias-Jimenez *et al*, 1993).

2.4.5. Classes atribuídas ao Composto

Procurou-se impor regras no tratamento biológico dos resíduos, no seguimento de especificações técnicas e limites para alguns parâmetros, com utilizações previamente definidas. Assim, o composto, proveniente RSUs e da compostagem deve estar em conformidade com determinadas Classes, conforme as suas características, identificadas no Quadro II.

Com base nas concentrações em metais pesados, matérias inertes antropogénicas, pedras e microrganismos patogénicos no Composto, estabeleceram-se três classes de qualidade: Classe I, Classe II e Classe III, admitindo uma quarta classe (Classe IIA), introduzida com fins provisórios, até uma nova revisão, das mesmas. Veremos a classificação especificamente, mais à frente.

Quadro II – Valores atribuídos às Classes (Classe I, II, IIA e III) do Composto

PARÂMETRO	COMPOSTO			
	Classe I	Classe II	Classe II A	Classe III
Cádmio (mg/kg)	0,7	1,5	3,0	5,0
Chumbo (mg/kg)	100	150	300	500
Cobre (mg/kg)	100	200	400	600
Crómio (mg/Kg)	100	150	300	400
Mercúrio (mg/kg)	0,7	1,5	3,0	5,0
Níquel (mg/kg)	50	100	200	200
Zinco (mg/kg)	200	500	1000	1500
Materiais inertes antropogénicos (%) *	0,5	1,0	2,0	3,0
Pedras > 5 mm (%)	5	5	5	-
<i>Salmonella ssp.</i>	Ausente em 25 g	Ausente em 25 g	Ausente em 25 g	Ausente em 25 g
<i>Escherichia coli</i> (células/g)	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000

* Incluem vidro, metais e plásticos, cujas partículas apresentem uma granulometria superior a 5 mm.

Fonte: Decreto-Lei n.º 103/2015 de 15 de junho.

A qualidade dos compostos, ou seja, higienizado, homogêneo, estável e maturado, e que a sua utilização não provoque resultados desfavoráveis para o ambiente (Queda, 1999), exige um acompanhamento ao longo de todo o processo. A monitorização proporciona a informação necessária para manter a elevada qualidade do processo e consequentemente do produto final – o composto (U.S.EPA, 1995). Através da monitorização do processo de compostagem é possível efetuar correções de forma a obter-se a qualidade desejada.

2.4.6. Utilização do Composto

Facilmente se conclui que a matéria orgânica, gerada pelo composto proveniente de RSUs, contribui para um aumento de fertilidade dos solos e da taxa de absorção dos nutrientes, assim como, diminui os riscos de poluição dos solos permitindo conciliar a agricultura e respetivas exigências agronómicas, económicas e ecológicas (Santos, 1995).

Os compostos das Classes I e II, podem ser incorporados nos solos de qualquer agricultura. O Composto da Classe II A dirige-se apenas a culturas agrícolas arbóreas e arbustivas, como são os pomares, olivais e vinhas, assim como, a espécies silvícolas. O Composto da Classe III só pode ser usado em plantas que não se dirigem ao consumo humano e animal.

Estas Classes, assim como, as respetivas características admissíveis e Especificações Técnicas, de cada uma, foram definidas pelo Decreto-Lei n.º 103/2015 de 15 de junho.

Para além da restrição relativamente ao pH (entre 5,5 e 9) e aos teores de metais pesados, existem outras não menos importantes, como as quantidades de composto aplicáveis anualmente (p. ex. Classes I, II e II A, não devem ser aplicadas mais do que 50 t/ha, 25 t/ha e 10 t/ha, respetivamente), por exemplo.

O composto destinado à utilização agrícola, não deverá ultrapassar 40% de humidade e a granulometria, em que cerca de 99% do material deverá passar por um crivo de 25 mm.

Ainda no que diz respeito à matéria orgânica e grau de maturação, deverá o peso seco não ser superior a 30%, ou seja, ao maturar-se não deve ultrapassar aquela percentagem de peso seco. Poder-se-á ainda analisar a quantidade por volume, não sendo este muito importante.

2.4.7. Classificação do Composto

A utilização da matéria fertilizante, proveniente dos compostos, está condicionada à classe da mesma, conforme já analisado, nomeadamente no que diz respeito à matéria orgânica, humidade, granulometria, pH, fitotoxicidade e valores máximos admissíveis de microrganismos e de propágulos de infestantes.

Tendo em conta o Decreto-Lei n.º 103/2015, foram definidas as especificações técnicas sobre qualidade e utilizações do composto onde se encontram definidos quatro classes de qualidade para o composto, suportados pela fixação de limites diferenciados para alguns parâmetros, visando aplicações distintas na agricultura, e ainda, relativamente à categoria e/ou nível de maturação do composto.

Em cada Classe (Quadro II) encontramos os máximos admissíveis para os teores “totais” de metais pesados, materiais inertes antropogénicos, pedras de granulometria superior a 5 mm no Composto (valores reportados à matéria seca) e valores admissíveis relativos à concentração em microrganismos patogénicos (valores reportados à matéria fresca).

A erradicação de microrganismos patogénicos que se encontram nos resíduos orgânicos sujeitos a processamento biológico são essencialmente conduzidos pelos efeitos das ações da temperatura e do tempo de exposição dos microrganismos a essa temperatura, no tratamento dos resíduos, deverão ser observadas as indicações e recomendações para a higienização do composto.

A avaliação da maturação dos compostos é cada vez mais reconhecida como sendo um parâmetro de avaliação de qualidade, devido ao facto de os compostos não maturados ou não suficientemente estabilizados causarem problemas durante o armazenamento, comercialização e utilização (Brinton, 2002).

O nível de maturação será calculado de acordo com as temperaturas atingidas pelo composto no teste de auto aquecimento em vasos Dewar. Em função do seu grau de maturação, consideram-se três categorias de Composto indicados no seguinte Quadro III.

O grau de estabilização das biomassas e da maturação dos produtos obtidos através do processo de compostagem – os compostos -, é desde há muito objeto de numerosos estudos, a partir dos quais os vários autores têm proposto diferentes parâmetros para a sua avaliação. Verificou-se que, não existe um único parâmetro que, por si só, permita avaliar a qualidade dos compostos. Outros pontos de controvérsia são as definições de estabilização e de maturação, e por sua vez, a diferença entre composto estabilizado e composto maturado (Queda, 1999).

Quadro III – Categorias de Composto em função do grau de maturação

TEMPERATURAS (T° C) ATINGIDAS NO TESTE *	GRAUS	CATEGORIAS DO COMPOSTO
T < 40	IV e V	Maturado
40 < T < 50	III	Semimaturado
T > 50	I e II	Fresco

* Teste de autoaquecimento em vasos Dawer (T° C = Temperatura em Graus Celcius).

Fonte: Decreto-Lei n.º 103/2015 de 15 de junho

Na fase de maturação, é completo o processo de modificação da matéria orgânica, ainda em condições aeróbias, mas não muito oxidantes, para evitar a demasiada mineralização da matéria orgânica e potenciar a criação de estruturas húmicas e, em simultâneo, anular as substâncias fitotóxicas eventualmente produzidas na primeira fase do processo (Ciavatta *et al.*, 1993)

2.5. Sistema de Gestão e Centros de Valorização Orgânica (CVO)

Os centros de recolha e tratamento de resíduos, que são processados nas centrais e valorização orgânica – digestão anaeróbica, provenientes da recolha e cuja origem é indiferenciada. São também recolhidos outros, provenientes da receção seletiva, com tratamento diferenciado nas centrais de valorização orgânica, normalmente são para compostagens de verdes. Estes últimos com muitos menos problemas, devido à sua não contaminação, considerado um material mais nobre (APA, RARU - 2012).

O principal objetivo destes centros, para além da valorização de determinados resíduos, é também, o desvio dos resíduos de aterro e aumentar as quantidades recicláveis, principalmente através do Tratamento Mecânico e Biológico (TMB).

O processo TMB é um modo de tratamento de resíduos indiferenciados e que não são separados na origem. Este sistema divide-se em duas etapas: a primeira é mecânica, abarca meios de separação que eliminam algumas partes, separando materiais para reciclagem; a segunda é biológica, desenvolve meios para estabilizar a parte orgânica de modo a que as suas características se tornem aceitáveis para outras utilizações.

Este TMB é o principal responsável pela inversão da tendência do depósito direto no aterro. Assim, com este processamento e as respectivas unidades TMB, conseguem uma maior valorização dos resíduos urbanos, nomeadamente os biológicos, ou seja, bio resíduos e resíduos verdes, em separado.

2.5.1. Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU)

Um Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU) é um sistema de recursos humanos, logísticos, de equipamentos e infraestruturas, criada para processar, transportar, tratar da melhor maneira a gestão dos Resíduos Urbanos (RU), dando-lhe um fim apropriado (APA, RARU - 2012).

A gestão de resíduos é um conjunto de ações de vários tipos, referenciando alguns como exemplo, do tipo técnico, administrativo e financeiro, essenciais na recolha, transporte, tratamento, valorização e anulação de resíduos e/ou deposição em aterro, incluindo-se a planificação e controlo dessas mesmas ações, assim como a verificação dos sítios de destino final, e o termino do processo.

É relevante que estas ações se realizem com menores constrangimentos ambientais e por organismos certificados e identificados para o efeito. São proibidos o depósito deste resíduos, em sítios não apropriados, no mar, ou queimados a céu aberto, assim como, o tratamento de resíduos não autorizadas. O processamento responsável e conforme as normas, auxilia a proteção dos recursos naturais, no que diz respeito à sua prevenção, assim como, à sua reciclagem e valorização (APA, RARU - 2012).

Identifica-se uma grande diversidade entre sistemas relativamente ao número de municípios abrangidos, dispersão geográfica, demografia e condições socioeconómicas, obrigando a tratar cada região como diferenciada das demais. A recolha e tratamento dos RU, os recursos de gestão de resíduos e fluxos de resíduos, são muito próprios, assim como, os respetivos custos inerentes.

2.5.2. Enquadramento Nacional e Plano Estratégico Nacional para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU)

O propósito Nacional para a redução dos resíduos é seguido pelo Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU), iniciado em 1997, que representa a via a seguir na área dos resíduos urbanos (RU).

“O sector tem com o PERSU as diretrizes e os objetivos bem definidos, assim como a estratégia de investimento, equilíbrio e sustentabilidade à intervenção dos vários agentes envolvidos. Assim, o PERSU II veio estabelecer as prioridades a observar no domínio da gestão dos RU, as metas a atingir, as ações a implementar e as regras orientadoras da disciplina a definir pelos planos de ação”.

A avaliação da aplicação do PERSU é visivelmente positiva, com o encerramento das lixeiras, a criação de sistemas multimunicipais e intermunicipais de gestão de RU, a construção de infraestruturas de valorização e eliminação e a criação de sistemas de recolha seletiva multimaterial. O PERSU faculta ainda linhas de normas gerais para a criação dos fluxos específicos de gestão de resíduos, abrindo caminho à criação de legislação específica e à constituição e licenciamento das respetivas entidades gestoras.”

Em 2012 existiam 23 SGRU cobrindo a totalidade do território continental, sendo 12 multimunicipais e 11 Intermunicipais. Cada um destes sistemas possui recursos para tratar e dar um destino final e ajustado aos RU provenientes da respetiva região. Das 23 infraestruturas apenas 14 são de valorização orgânica, sendo que 6 de recolha seletiva e 8 de recolha indiferenciada.

A gestão de RU em Portugal Continental é assegurada por 23 sistemas de gestão de RU, 12 multimunicipais (11 que integram o grupo EGF e a Braval) e 11 intermunicipais. Os sistemas “EGF” gerem cerca de 64% da produção de RU.

A saber: Valorminho; Resulima; Braval; Resinorte; Lipor; Ambisousa; Suldouro; Resíduos do Nordeste; Valoris; Ersuc; Planalto Beirão; Resiestrela; Valnor; Valorsul; Ecolezíria; Tratalixo; Amarsul; Gesamb; Ambilital; Amcal; Resialentejo e Algar.

2.5.3. Legislação

A gestão mais apropriada proporciona a preservação dos recursos naturais, ao nível da antecipação, através da reciclagem e valorização, assim, normas jurídicas específicas, criam uma importante consciência desta problemática, enquadrada nas questões ambientais, assim como, num sector de atividade económica e de implementação de políticas e regras a todos os intervenientes na cadeia valor e de gestão, desde a Administração Pública, passando pelos operadores económicos até aos cidadãos em geral, enquanto produtores de resíduos e responsáveis pelos mesmos, eliminação ou valorização, consoante as situações.

O Decreto-Lei n.º 103/2015 de 15 de junho, veio clarificar e concentrar todas as regras, entre outras, de matérias não harmonizadas e, concretamente a utilização dos compostos. O objetivo foi o de disponibilizar um quadro legislativo com maior clareza jurídica, que permita uma mais correta colocação no mercado das matérias fertilizantes.

Foram revogados as anteriores normas, a saber: Decreto-Lei n.º 190/2004, de 17 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, e a Portaria n.º 1322/2006, de 24 de novembro.

Assim retém-se o seguinte, da referida norma:

- Utilização sustentável das matérias fertilizantes com componentes orgânicos, estabelecem-se critérios de qualidade para estas matérias produzidas a partir de resíduos e matérias orgânicas biodegradáveis;
- Estabeleceu-se, que a produção destas matérias fertilizantes, de acordo com as disposições do diploma, configura a aplicação do fim de estatuto de resíduo à produção de composto constituindo-se como um produto;
- Foi criado um sistema de registo das matérias fertilizantes não harmonizadas e, respetivas obrigatoriedades;
- Reforçou-se a prevenção na produção de resíduos e fomenta-se a sua reutilização e reciclagem, promove-se o pleno aproveitamento do novo mercado organizado de resíduos, como forma de consolidar a valorização dos resíduos, com vantagens para os vários agentes económicos, bem como estimula o aproveitamento de resíduos específicos com elevado potencial de valorização;
- Clarifica conceitos-chave como as definições de resíduo, prevenção, reutilização, preparação para a reutilização, tratamento e reciclagem, e a distinção entre os conceitos de valorização e eliminação de resíduos, prevê-se a aprovação de programas de prevenção e estabelecem-se metas de preparação para reutilização, reciclagem e outras formas de valorização material de resíduos, a cumprir até 2020;
- Incentivo à reciclagem que permita o cumprimento destas metas, e de preservação dos recursos naturais, prevista a utilização de pelo menos 5% de materiais reciclados em empreitadas de obras públicas;
- Definição de requisitos para que substâncias ou objetos resultantes de um processo produtivo possam ser considerados subprodutos e não resíduos;
- Critérios para que determinados resíduos deixem de ter o estatuto de resíduo;
- Introduce o mecanismo da responsabilidade alargada do produtor, tendo em conta o ciclo de vida dos produtos e materiais e não apenas a fase de fim de vida, com as inerentes vantagens do ponto de vista da utilização eficiente dos recursos e do impacto ambiental.

Grande parte da legislação existente em Portugal são transposições das Diretivas da atual União Europeia e antiga Comunidade Europeia, como são os exemplos da Diretiva n.º 98/34/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de junho de 1998, alterada pela Diretiva n.º 98/48/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de julho de 1998, ou ainda mais recente, o Regulamento (CE) n.º 2003/2003, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de outubro de 2003, a norma mais abrangente, para o nosso país, é o Decreto-Lei 103, que se descreveu.

2.5.4. Agência Portuguesa do Ambiente

O Planeamento e Gestão de Resíduos, abarcando todas as tipologias de resíduos e as diversas origens, constituem o objetivo das políticas no domínio do Ambiente, assumindo ainda papel de relevo, de carácter transversal pela incidência na Preservação dos Recursos Naturais, e em outras Estratégias Ambientais. A Agência de Portuguesas de Ambiente, é a entidade reguladora e controladora destes assuntos, fazendo cumprir a lei portuguesa.

2.5.5. Levantamento dos Compostos de RSUs a nível nacional

2.5.5.1. Unidades Produtoras de Composto, através de CVO

Em 2014 foram identificadas em funcionamento, 17 centros de valorização orgânica (CVO), em 13 entidades distribuídas pelo território nacional continental.

As 13 entidades são: Resinorte; Lipor; Suldouro; Valoris; Ersuc (2 unidades); Planalto Beirão; Resiestrela; Valnor; Valorsul; TratoLixo (2 unidades); Amarsul; Ambilital e Algar (3 unidades, 2 centrais de compostagem de verdes).

Para os próximos dois anos estão previstas a entrada em funcionamento de 8 novos TMBs, a saber (uma unidade em cada): Braval; Valsousa (Ambisousa); Resíduos do Nordeste; Valorsul; Ecoleziria (Resitejo); Armasul; AMDE (Gesamb); Amalga (Resialentejo).

2.5.5.2. Totais Produzidos

No já referido Relatório Anual de Resíduos Urbanos, mostra que os RUBs valorizados energeticamente foram de 612×10^3 t; os resíduos compostados e/ou digeridos anaerobiamente foram de 280×10^3 t; os RUBs valorizados foram de 1098×10^3 t e os RUBs depositados em aterro foram de 1700×10^3 t (APA, RARU - 2011).

Podemos identificar que os indicadores relativos à gestão dos RUBs encontram-se muito abaixo dos objetivos definidos no PERSU II, identificando-se, no que concerne aos anos anteriores, um maior desvio face aos objetivos, posição que se deve ao facto do PERSU II prever metas progressivamente mais ambiciosas ao longo do seu período de vigência. Em todo o caso um estudo mais cuidadoso mostra uma leve melhoria face a 2010, quando se comparam os valores absolutos e relativos (face à produção total de RU) de RUB valorizados e enviados para aterro (Fonte RARU11).

Uma nota para frisar, no que diz respeito à evolução dos RUBs, o global de resíduos recolhidos, em 2012, para valorização orgânica apenas 13% é originário de recolha seletiva – levado a cabo pelos sistemas ALGAR (resíduos verdes), VALORSUL e LIPOR.

2.5.5.3. A Produção RU em 2011, 2012 e evolução da última década

“Em 2011 foram produzidas em Portugal, 5159 mil toneladas de RU, menos 305 mil toneladas que em 2010, o que representa um decréscimo de cerca de 6% da produção de RU.” (Fonte: RARU11)

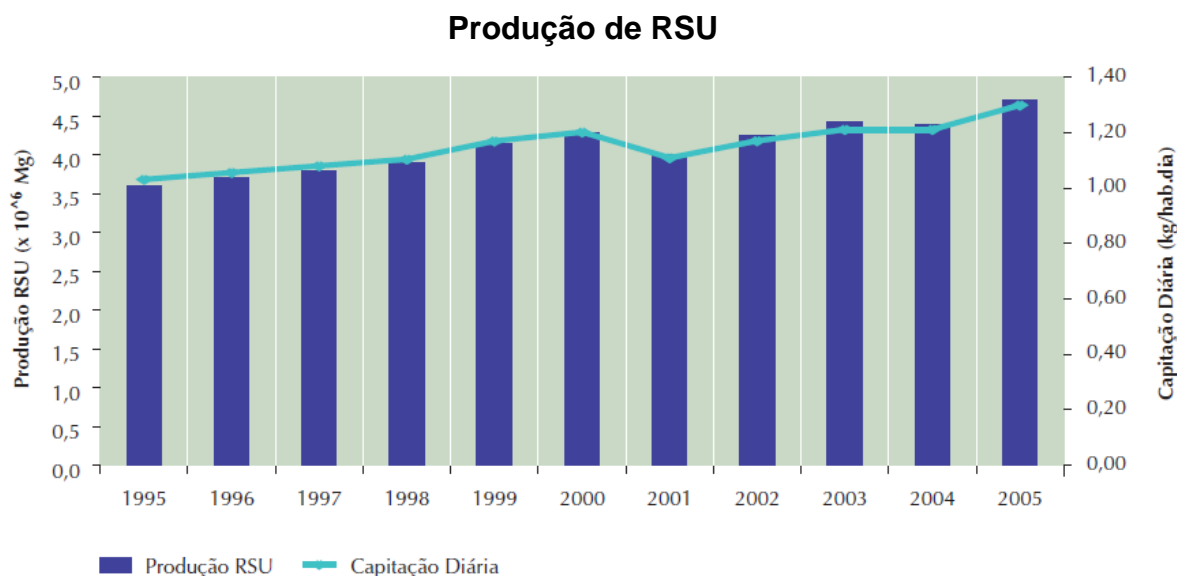
Em 2012 foram produzidas em Portugal, 4.782 mil toneladas de RU, menos 377 mil toneladas que em 2011, o que representa um decréscimo de cerca de 7% da produção de RU. Confirma-se, assim, a tendência de decréscimo já verificada no ano anterior.

“Em relação às opções de gestão de RU, manteve-se a tendência dos anos anteriores, com 59% de deposição direta em aterro, 21% de incineração com recuperação de energia e a restante fração encaminhada para valorização orgânica ou material. Neste âmbito há a salientar uma ligeira redução da fração depositada diretamente em aterro.” (Fonte RARU11).

“Em relação às opções de gestão de RU, manteve-se a tendência dos anos anteriores, com a predominância da deposição direta em aterro, representando o destino de 54% dos resíduos produzidos, 20% para incineração com recuperação de energia e a restante fração encaminhada para valorização orgânica ou material.

Importa, no entanto, salientar que se acentuou a tendência de redução da fração depositada diretamente em aterro, resultado da entrada em pleno funcionamento das unidades de tratamento mecânico e biológico (TMB) previstas”

“Para além do assegurar o cumprimento da meta comunitária de desvio de RUB de aterro, é igualmente essencial dispor de mecanismos e instrumentos que permitam concretizar as soluções de escoamento dos materiais resultantes das unidades de triagem e de tratamento mecânico e biológico (TMB), através da valorização dos materiais recicláveis e do composto,...”



Fonte: PERSU II, 2007-2016.

Figura 2 - Evolução da produção de RSU e da Capitação, em Portugal Continental (1999-2005).

É abordada a evolução da produção dos RSUs em Portugal Continental entre 1999 e 2005, assim como, a evolução da capitação, que nos poderá dar uma ideia das quantidades produzidas. Verifica-se que em 2005 a produção de RSU atingiu 4,5 milhões de toneladas, ou seja, cerca de 1,24 Kg por habitante e por dia.

Identifica-se uma tendência de aumento da produção de resíduos, assim como, da capitação diária, com exceção dos anos 2001 e de 2004, onde se verificou um ligeiro decréscimo.

2.6. Utilização agrícola dos compostados de RSU

Segundo Santos (2012) o problema dos RSUs e/ou chamados de lixos, provenientes dos aglomerados populacionais, tem vindo a alcançar um interesse cada vez maior, não só porque os quantitativos a eliminar são excessivamente grandiosos, mas também porque a sua constituição é, dia a dia, mais complexa e múltipla.

Os solos nacionais são muito pobres em matéria orgânica, é então importante aproveitar os compostados, devidamente processados e em conformidade com as regras de utilização, e aplicá-los na agricultura. Esta poderá ser a principal vantagem, elevando os níveis de matéria orgânica.

Mesmo sabendo-se que a matéria orgânica não interfere diretamente na alimentação das plantas, mas está profundamente ligada aos solos, dando suporte a uma agricultura, que se quer amiga do ambiente, com menores riscos de poluição, viabilidade económica, potencia assim, mais e melhores produtos agrícolas.

Os teores de matéria orgânica e de nutrientes vegetais dos compostados de RSU constituem, dois principais elementos de valorização destes produtos. Em todo o caso, e para já sem analisar outros aspetos que podem ser suscetíveis de condicionarem, no mínimo as quantidades a aplicar, na utilização agrícola e florestal, é importante precaver-se dos efeitos prejudiciais, no que diz respeito à razão C/N, do grau de humificação e do teor de azoto amoniacal (N-NH_4^+) (Santos, 2012).

Ainda segundo este autor o pH é também um parâmetro de apreciação da qualidade dos compostados RSU, especialmente no que diz respeito à antevisão da estabilidade da sua composição. Os valores mais frequentes são da ordem de 8, refletindo a presença de matérias de carácter básico, ou seja, compostos de cálcio e de sódio.

A função da matéria orgânica está relacionada com a nova noção de solo, cada vez mais agronómico mas ecológico, que se expõe dotado de grande complexidade, tanto a nível estrutural como funcional, resultado das relações entre os seres vivos e o alicerce físico e químico em que se desenvolvem. Este ponto de vista holístico do solo, a sua fertilidade não só é mostrada, através da aptidão desse ambiente fornecer nutrientes às plantas, como igualmente, da aptidão de manter um alto nível de produção, sem alterar o equilíbrio dinâmico (Moreno 1996).

Alguns dos graves inconvenientes e/ou riscos, são a possibilidade de contaminação, dos solos, dos recursos hídricos e das plantas. Segundo Santos (2012), nomeadamente porque possuem embalagens plásticas ou metálicas, vidros, pedaços de madeira e pilhas.

O uso agrícola pode ainda trazer vários inconvenientes no que se refere a uma certa heterogeneidade do produto a valores da razão C/N demasiado elevados, à transmissão de sementes e propágulos de plantas infestantes, e de agentes patogénicos e, ou, fito tóxicos para as culturas (Santos, 2012).

Segundo Santos (1995), a intervenção generosa da matéria orgânica acontece através do aumento da fertilidade do solo, tanto nos aspetos químicos como nos físicos e bióticos. Dando um equilíbrio nutritivo e conveniente às plantas, através dos seus elementos, de maiores quantidades e os de menores quantidades, os macronutrientes e micronutrientes, respetivamente. Há que ter em atenção, que em excesso estes grupos de nutrientes, poderão ser fito tóxicos.

Ambos os grupos de nutrientes, conferem uma característica e fertilidade química, processados através dos fenómenos de mineralização, solubilização, complexação, adsorção e poder tampão.

A mineralização quer seja de matéria fresca ou de matéria já estabilizada ou húmus, conduz à libertação de nutrientes que direta ou indiretamente chegam às plantas. Liberta igualmente anidrido carbónico, que influencia o pH, favorecendo reações que conduzem à solubilização de vários compostos, tornando os nutrientes, mais disponíveis e suscetíveis de serem absorvidos pelas plantas e pelos microrganismos.

Referir ainda, que no processo de mineralização provoca uma base simples de suporte para a síntese de moléculas complexas, que posteriormente suportam outras. Estes complexos, por um lado, exercem um efeito regularizador na biodisponibilidade e mobilidade dos micronutrientes, por outro, diminuem a disponibilidade do alumínio e dos metais pesados, como são, o níquel, cromo, cádmio, chumbo, etc.

A influência positiva da matéria orgânica na fertilidade biótica dos solos é provocada, indiretamente, por aspetos físicos e químicos, nomeadamente na atividade dos microrganismos fundamentais (rizóbio e nitrobactérias, p. ex.), potencia o arejamento, e maior disponibilidade de nutrientes, menor disponibilidade de metais pesados, retenção de águas, entre outras reações positivas (Santos, 2012).

Ou seja, a matéria orgânica, fornece um aumento de fertilidade dos solos e da taxa de absorção dos nutrientes, no ponto de vista da fertilização, reduz os riscos de poluição, conseguindo com isto, exigências agronómicas, económicas e ecológicas.

A compostagem pode ser uma estratégia segura e bem-sucedida para acelerar a decomposição e estabilização dos componentes biodegradáveis dos resíduos biológicos a partir de resíduos sólidos urbanos, para reciclagem completa sustentável, produzindo um fertilizante que pode ser usado como condicionador de solo e / ou corretivo orgânico. Moldes *et al.* (2006) compararam a utilização de substratos para plantas envasadas obtidas a partir de uma mistura de casca de pinheiro compostada com composto de RSU e, com um substrato obtido com composto de RSU e turfa e chegaram à conclusão que o primeiro deu melhores resultados.

Um outro exemplo é o estudo de Karak (2014) para identificação de Crómio (Cr) em solo cultivado com chá (*Camellia sinensis L.*), com a utilização de composto de RSU, concluiu que o Cr não representa qualquer problema, nomeadamente com a aplicação até 8 t/ha.

Mbarki *et al.* (2008) sugerem que o composto de RSU poderá ser utilizado como condicionador de solo argiloso para jardinagem. Para uma aplicação de 40 t/ha, foi identificado um efeito de crescimento máximo sobre luzerna (*Medicago sativa*) e, foi obtida sem efeitos de fito toxicidade sobre a planta e sem aumento de Cu, Pb, e Zn no tecido da planta, acima das variações aceitáveis. Contudo, o efeito da presença a longo prazo e as repetidas aplicações de composto no solo, precisa ser cuidadosamente considerada e analisada, especialmente em maior taxas de aplicação. De facto, um efeito cumulativo de composto, aplicação ao longo de vários anos não se pode excluir à priori, problemas e consequências indesejáveis.

O composto de resíduos sólidos urbanos (RSU) é uma boa alteração "orgânica" e pode influenciar positivamente a disponibilidade de nutrientes, a mineralização e o subsequente crescimento da planta abobreira. Num ensaio de campo de três anos, em solo em Nova Scotia, no Canadá, Warmana *et al.* (2009) avaliaram os efeitos do composto RSU como fertilizante no enriquecimento do solo, para a cultura da abóbora (*Cucurbita maxima cv. Buttercup*) e chegaram à conclusão que o composto é uma boa fonte de nutrientes (K, S, Cu, Zn, B e Na).

Mkhabela & Warman (2003), na verificação do rendimento e da influência do composto de resíduos sólidos urbanos, verificaram a disponibilidade de fósforo no solo e absorção pelas duas culturas hortícolas cultivadas e testadas em solo arenoso em Nova Scotia, Canada. Neste ensaio, observou-se que fertilizantes inorgânicos (NPK), e uma mistura de composto de RSU, produzem rendimentos mais elevados do que composto de RSU sozinho. O composto RSU pode ser usado no lugar de fertilizantes inorgânicos para fornecer P para as culturas de batatas e milho doce. Este pode ajudar a reciclar os nutrientes da planta e, assim, reduzir degradação ambiental associada ao descarte de RSU para aterros sanitários.

Segundo Ouni *et al.* (2013) a aplicação de composto de RSU na dose de 100 t/h melhorou as propriedades físicas e químicas do solo, e aumentou o teor de P no solo. Sob condições de salinidade, o composto não era completamente eficiente em corrigir os efeitos prejudiciais do sal, mas foi capaz de reduzi-los via regulação do equilíbrio hormonal da planta. Portanto, o composto de RSU pode ser usado para melhorar o rendimento da cultura em áreas com solos salinos ou com níveis de sais na água de irrigação.

Segundo Martínez-Blanco (2009) a utilização de composto em horticultura demonstrou ser um tratamento com menos impactos do que o fertilizante mineral. O composto pode eventualmente ser uma melhor opção ambientalmente do que a fertilização mineral para todas as categorias. A aplicação de composto como fertilizante para as culturas de tomate, aparentemente, não tem um efeito negativo sobre a colheita ou a qualidade do tomate.

Segundo Farrell & Jones (2009), o composto de resíduos sólidos urbanos têm o potencial para desempenhar um papel extremamente benéfico na recuperação e na regeneração de uma variedade de locais contaminados e de zonas pós-industriais. Além disso, se a compostagem é realizada da melhor maneira, a prática deverá levar um muito baixo risco biológico patogénicos.

3. CAFÉ E O CAFEIRO

3.1. Introdução

Segundo Murthy e Naidu (2012) e Clinfford *et al.* (1989) o cafeeiro é uma importante cultura de plantação pertencente à família *Rubiaceae*, subfamília *Chinchonoideae* e tribo *coffeeae* (Clinfford *et al.*, 1989). As *Rubiaceae* são na sua maioria das zonas tropicais e subtropicais, e apresentam cerca de 400 géneros e com 4800 a 5000 espécies. O subgénero *Coffee* terá cerca de 80 espécies (Murthy e Naidu, 2012).

A planta do café (cafeeiro), desenvolve-se em zonas tropicais, entre o Trópico de Câncer e Capricórnio, onde existem muitas chuvas, todo o ano e as temperaturas médias situam-se por volta dos 21º C, e sem geada. Desenvolvem-se em altitudes até cerca de 1.900 m. Demora cerca de cinco anos para um cafeeiro ter a sua primeira safra e será produtiva, por cerca de quinze anos. Os frutos maduros são apanhados, seletivamente de cada variedade dominante, inclusive separadas pela sua altitude de plantio. Separam-se igualmente, as verdes das frutas maduras e são secos separadamente, porque afetam a qualidade final do sabor do café (Murthy, 2012).

3.1.1. A gestão sustentável da indústria do café a utilização dos subprodutos

O café é a bebida mais consumida em todo o mundo e uma das mais populares, ocupando o segundo lugar no comércio mundial, depois do petróleo bruto, no seio das *commodities*. O café é cultivado em cerca de 80 países em todo o mundo e abarca um grande negócio em todo o mundo. É um produto alimentar, conhecido como um estimulante, devido à cafeína, que é o principal alcaloide nos grãos de café, para além de outros compostos benéficos e de propriedades funcionais, e de vários outros compostos químicos interessantes ao homem. O consumo de café, tem um papel na prevenção de algumas doenças graves, pelo que se justifica a sua classificação como uma bebida funcional, segundo Esquivel (2012).

Cerca de 50% do café produzido a nível mundial é processado para a preparação do café solúvel (Ramalakshmi *et al.*, 2009). Em média uma tonelada de café verde origina cerca de 650 kg de borras de café, e cerca de 2 kg de borras de café húmido são obtidas de cada quilograma de café solúvel produzido (Pflugger, 1975). Borras de café são ricas em açúcares, devido à manose e galactose, e apresentam uma fração significativa de proteínas (Mussatto *et al.*, 2011 a).

A evolução mundial do consumo de café aponta para um aumento *per capita* de 0,4% por ano, tendo sido assinalado para o ano de 2010 um consumo total de 6,9 milhões de toneladas (Ximenes, 2010). Em Portugal, cerca de 80% da população consome café tendo, em 2008, sido registado um consumo *per capita* de 4,05 Kg de café verde (Anónimo 1, 2009 - 2010). As principais razões para o consumo da bebida de café residem no seu efeito estimulante e nos saborosos aroma e sabor (Ferreira, 2011).

No que diz respeito à gestão sustentável da indústria do café e a utilização dos subprodutos, há que referir que, o café exige um elevado grau de processamento, e por isso origina grandes quantidades de subprodutos, como a polpa de café e casca, que têm aplicações limitadas, no que diz respeito à fertilização, ração animal, e outros fins. Aplicações biotecnológicas no campo da gestão de resíduos industriais fomentam o desenvolvimento sustentável da economia do país. Os objetivos do processamento de subprodutos de alimentos, resíduos e efluentes incluem a recuperação de química fina e de produção de metabólitos preciosos através de processos químicos e biotecnológicos. Pré-tratamentos, seguido de procedimentos de recuperação para prover produtos de valor agregado (antioxidantes naturais, vitaminas, enzimas, celulose, amido, lipídios, proteínas, pigmentos) de alta utilidade para as indústrias farmacêuticas, cosmética e alimentar. Com a produção maciça desta cultura, há uma necessidade imperiosa de contrapartida desta produção com alguma utilização e/ou reutilização e aplicação industrial dos subprodutos do café, devido a esta, fazer resultar enormes quantidades de subprodutos do café, que estão enriquecidas de fontes de nutrientes (Murthy & Naidu, 2012).

3.1.2. Propriedades funcionais do café e subprodutos do café

O café apresenta atuação antioxidante e, o seu consumo, parece abrandar o progresso de alguns tipos de tumor como o do intestino grosso (Azuma *et al.*, 2000).

É também referido o seu potencial na prevenção da doença de Parkinson, doença de Alzheimer, Diabetes mellitus tipo 2, doença coronária, cirrose, entre outras (Alves *et al.*, 2009). A atividade antioxidante é imputada à presença de compostos fenólicos, como ácidos clorogénicos (que representam cerca de 6-12% da massa do grão de café), à cafeína e a alguns produtos da reação de Maillard (Burdryn *et al.*, 2009).

Cada vez mais é enaltecida e potenciada a criação de valor aos subprodutos de café. Isto tem sido conseguido através de estratégias de valorização, integração de técnicas e aplicações dos princípios da bioengenharia no processamento de alimentos e gestão de resíduos. Esta ação permite poupar e defender o ambiente, devido à problemática da eliminação de resíduos. Podendo assim, desenvolver-se tanto os recursos ecológicos, como os económicos (Murthy & Naidu, 2012).

O subproduto principal do processamento a seco é composto pela pele, polpa, mucilagem e pergaminho, ou seja, casca de café (Prata & Oliveira, 2007). Os outros subprodutos do café, incluindo as borras, são potenciais ingredientes funcionais para a indústria alimentar. Os subprodutos do café, são ricos em hidratos de carbono, proteínas, pectinas, compostos bioativos (polifenóis), entre outros. A casca de café e polpa, que compreende cerca de 45% da cereja, são um dos principais subprodutos do café da agro-indústria e pode ser um material valioso para vários fins, incluindo a extração de cafeína e polifenóis” (Esquivel *et al.*, 2012).

Outros componentes bioativos presentes no café, são os carotenoides, fitoestrogénios, antioxidantes naturais, tais como os já referidos, fenólicos e compostos funcionais. Compostos fenólicos e seus benefícios para a saúde humana, como benefícios ao nível das atividades fisiológicas, anti-inflamatória, antimicrobiana, antialérgica, anticancerígenas e anti-hipertensiva (Esquivel *et al.*, 2012).

3.2. Borras de Café

As borras de café, dada a sua composição química, nomeadamente o seu teor de matéria orgânica, podem constituir um resíduo com interesse do ponto de vista da sua valorização agronómica. Assim, importa conhecer os efeitos da sua utilização direta, após mistura com outros corretivos orgânicos, como são os RSUs. O conhecimento desses efeitos é fundamental na definição da melhor opção de utilização deste tipo de resíduo com implicações quer ao nível da sua gestão nomeadamente no que se refere à logística para a recolha de borras de café, tratamento das mesmas, destino final das borras, necessidade ou não de tratamento, com avaliação dos respetivos impactes quer a nível ambiental, social, quer económico.

3.2.1. Definição de Borrás de Café

O processo de extração de café em estabelecimentos de restauração gera uma quantidade substancial de borras, as quais são um resíduo orgânico sem valor comercial mas que pode ser valorizado evitando a sua deposição em aterro (Arruda, 2006).

Ao consumo elevado de café encontra-se ligado à produção de resíduos de baixo valor. Estudos realizados evidenciaram que somente 6% da colheita de café é utilizada no preparo da bebida. Os remanescentes 94% pertencem a resíduos (Matos, 2003) sendo, a maioria, gerada durante o processo de produção do café decorrentes da lavagem e despolpa do fruto do cafeeiro. Estes resíduos incluem a polpa, a casca, a mucilagem e a água residual. No processo de obtenção da bebida de café é gerado, um segundo resíduo, a borra de café. Estes resíduos contêm elevadas concentrações de açúcares, matéria orgânica, compostos orgânicos e inorgânicos, com grande potencial poluidor que, se libertados no meio ambiente sem tratamento, podem causar graves problemas ambientais.

Gonçalves (2005) afirmou que as borras de café poderiam ser submetidas a tratamento térmico tendo em vista a sua esterilização e desidratação e apresenta as suas principais características: teores de azoto relativamente elevados e muito reduzidos nos casos do fósforo e potássio, um pH na gama do ácido e uma granulometria muito reduzida.

A obtenção das borras de café faz-se através de moagem do café em grão, resultando um produto fino, para utilização em máquinas expresso, para se alcançar a bebida, através de água que entretanto passou pelo café moído.

Até agora as borras de café são normalmente descartadas como lixo comum, sem estratégias de reutilização específicas definidas. Devido ao seu valor, já identificado, esta abordagem prática oferece uma alternativa para a reutilização deste subproduto, extensível a outras culturas, fornecendo produtos de origem vegetal com valor agregado (Cruz *et al.*, 2013).

3.2.2. Propriedades das borras de café

As borras de café são um resíduo agroindustrial, composto essencialmente por hidratos de carbono. Mostrou ser rica em açúcares (45,3% v/v), entre os quais, hemicelulose (constituído por manose, galactose e arabinose) e celulose (homopolímero de glicose) correspondendo a 36,7% (v/v) e 8,6% (v/v), respetivamente. Esta conclusão foi obtida

através do teste de hidrólise ácida, diluída com o objetivo de recuperar os açúcares hemicelulósicos (Mussatto *et al.*, 2010 a)

As borras tem sido utilizadas como fertilizantes, ração animal, etc. Algumas tentativas têm sido levadas a cabo, para desintoxicá-lo para uma melhor aplicação como alimento, e para produzir vários produtos, tais como enzimas, ácidos orgânicos, compostos de sabor e aroma, e cogumelos, a partir de polpa de café, p. ex.. A fermentação em estado sólido tem sido principalmente utilizado para processos de bioconversão e/ou reutilização de substâncias destes subprodutos Pandey *et al.* (2000).

3.2.3. Efeitos antioxidantes

Os efeitos antioxidantes e genoprotetor ou proteção genética de extratos de café, usado em células humanas foram estudadas e comprovadas. As borras de café têm sido apontadas como uma boa fonte de compostos antioxidantes hidrofílicos. O valor e potencialidade de extração de ácidos cafeoilquínicos, principalmente dicafeoilquínicos e cafeína (identificado nos cafés Arábica e Robusta), testados na proteção contra a oxidação e danos no ADN em células humanas, foi verificado em curto (2 h) e longo (24 h) espaços de tempos de exposição. A vitalidade celular não foi afetada pelos extratos de borras de café (> 80%) até 1000 mcg / mL após 2 h. Este trabalho comprovou o potencial antioxidante e propriedades genoprotetoras ou proteção genética de borras de café em células humanas (Bravo *et al.*, 2013).

Segundo Mussatto *et al.* (2011 b) a extração de compostos fenólicos antioxidantes da borra de café é fundamental para a indústria alimentar e farmacêutica. Foi estudada a extração de compostos fenólicos antioxidantes de borra de café, realizada pelo método de líquido-sólido convencional. Avaliada a influência dessas variáveis operacionais sobre o conteúdo de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante dos extratos produzidos. Flavonoides e ácido clorogénico foram encontrados em todos os extratos produzidos e também foram quantificados. A forte influência das variáveis sobre os resultados de extração e as condições capazes de maximizar cada resposta foram estabelecidas (teores de compostos fenólicos totais, flavonoides ácido clorogénico e ácido protocatecuico e atividade antioxidante).

Estas descobertas são de elevado interesse, na medida em que os compostos fenólicos antioxidantes têm um papel de destaque na área de saúde, e larga aplicação em alimentos e produtos farmacêuticos. Confirmou-se que o metanol como solvente é excelente para extrair compostos fenólicos antioxidantes das borras de café (Mussatto *et al.*, 2011 b).

Os compostos fenólicos têm aplicações de grande alcance e capacidade nas indústrias alimentícias e farmacêuticas, e, portanto, a extração destes compostos pode ser uma alternativa exequível para a exploração da casca do café e borra de café. Além disso, o uso de fermentação em estado sólido para obter estes compostos tem um impacto positivo no ambiente, porque a utilização de solventes químicos é evitada (Machado *et al.*, 2011).

Bravo (2010) analisou a influência do processo de extração da capacidade antioxidante das borras de café. Estas são produzidas em toneladas por restaurantes e cafeterias e consumidores a nível nacional, poderia ser uma boa oportunidade de ter uma importante fonte de antioxidantes naturais. Estudou também a influência de diversos fatores no processo de extração e capacidade antioxidante das borras de café. Avaliaram o teor de compostos fenólicos totais, atividade captora de radicais (ABTS e DPPH) e compostos enriquecidos (ABS 420 nm) dos extratos da borra de café com vários solventes (água, etanol, metanol e suas misturas). Bravo *et al.* (2010) avaliaram igualmente o efeito em extrações efetuadas com água com diferentes valores de pH, a maior capacidade antioxidante foram obtidos após uma extração com água neutra (pH 7,0). O desengorduramento de café e extração por liofilização, permitiu obter extratos de café com elevada capacidade antioxidante que pode ser usado como um ingrediente ou aditivo na indústria alimentar com potencial preservação e propriedades funcionais. Com este estudo concluiu-se que a melhor extração de antioxidante do café é obtido com aqueles solventes e que o pH neutro é a melhor opção (Bravo *et al.*, 2010).

3.2.4. Valorização das borras de café

As borras de café são um resíduo produzido, todos os dias em toda a parte. Este subproduto contém elevados níveis de compostos bioativos, tais como o ácido clorogénico e flavonoides que têm propriedades antioxidantes reconhecido. A recuperação destes compostos para reutilização, na produção de energia, ou para serem incorporados em produtos alimentares e farmacêuticos, são abordagens atraentes de valorização deste produto, que tem sido tratado como um simples desperdício.

A melhor atividade antioxidante foi demonstrado por extratos de casca de café obtidos por extração de baixa pressão. A quantificação e a identificação dos extratos foram efetuados por meio de análise por HPLC. Os principais compostos identificados foram cafeína e ácido clorogénico para os extratos supercríticos de cascas de café (Andrade *et al.*, 2011).

Plaza *et al.* (2012), ensaiaram e testaram as borras de café como material de produção de carvões ativados. As circunstâncias de ativação foram selecionados e otimizados para produzir carbonos microporosos com altas concentrações de CO₂. Dois métodos de ativação são comparados: ativação física com CO₂ e ativação química com hidróxido de potássio. Identificou-se um aumento de temperatura, e conseqüente, aumento do volume dos micros e mesoporos. As experiências de adsorção multicomponente cíclica, realça que a CO₂/N₂ seletividade de carbonos ativados fisicamente é maior do que a de carbonos ativados quimicamente.

Segundo Zuorro & Lavecchia (2011) as borras de café parecem apresentar uma potencial fonte de compostos fenólicos e de bioenergia. Foi testado e desenvolvido, através de um processo de extração com solvente, utilizando etanol aquoso como solvente e que funciona sob condições de temperatura moderadas. Nas melhores condições, mais de 90% dos compostos fenólicos dos resíduos dos materiais foram recuperados e todos eles tiveram um efeito positivo sobre a eficiência da extração, podendo ainda aquela percentagem ser melhorada. Conclui-se que a integração e recuperação fenólica das borras de café, podem produzir produtos naturais, com altas propriedades antioxidantes, contribuindo assim também, para a proteção ambiental, eficiência energética e como uma excelente fonte de energia renovável.

3.2.5. Bioprocessos

Segundo Pandey *et al.* (1999), as experiências efetuadas oferecerem informações úteis para a otimização do processo e do potencial biotecnológico e/ou bioprocessos na polpa de café. Os avanços na biotecnologia industrial ofereceram oportunidades potenciais para aproveitamento económico de resíduos agroindustriais, como polpa de café e casca de café. Polpa ou casca de café são um material fibroso e de mucilagem (subproduto) obtido durante o processamento de grãos de café por via húmida ou seca, respetivamente.

O café contém uma certa quantidade de cafeína e taninos, o que a torna tóxica na natureza, levantando um problema para a sua disposição e/ou colocação em aterros. No entanto, é rica em compostos orgânicos, o que a torna um substrato ideal para processos microbianos para a produção de produtos de valor acrescentado.

Cruz *et al.* (2013), mostraram pela primeira vez que os compostos bioativos presentes nas borras de café potenciam os antioxidantes e a qualidade dos vegetais produzidos com a utilização daqueles produtos.

Os benefícios nos vegetais e a existência de atividade antioxidante e bioativa, é melhorada por resíduos de café expresso. A compostagem de subprodutos de café, nomeadamente borras, melhora muito a capacidade fotossintética da alface (Cruz *et al.*, 2013).

3.2.6. Compostagem e composto de Borras de Café

Segundo Ferreira (2011), a aplicação de borra de café fresca a baixas concentrações (2,5 e 5%) facilita alcançar um maior número de folhas de alface, face às plantas de referência e às plantas cultivadas em borra compostada. Pelo contrário, nas alfices cultivadas em borra compostada, foram apenas identificados aumentos no número de folhas face às plantas controlo e cultivadas em borra de café fresca para concentrações superiores a 5% e a 10%, respetivamente. O ensaio de alface ao uso de borra de café fresca demonstra diferenças apenas quando a concentração de borra é baixa (entre 2,5 e 10%);

Investigações recentes sobre as propriedades de materiais altamente orgânicos, quando usados como materiais de aterro, têm sido levados a cabo para determinar as suas riquezas. Um contributo fundamental de resíduos orgânicos em aterros municipais são as borras de café, provenientes de estabelecimentos de cafés e residências domésticas.

“Os resultados dos ensaios, na produção de plantas, mostraram que as particularidades das borras de café refletem-se no composto final resultante da compostagem das mesmas!” (Carina, 2011).

Avaliação de vários sistemas de compostagem para a gestão das borras de café, tem comprovado que é uma excelente alternativa para se reutilizar este produto. Assim, Liu e Price (2011), levaram a cabo um estudo para avaliar a abordagem de compostagem ideal para a gestão de borra de café, proveniente de restaurantes e da indústria de café pronto a servir. O conteúdo total de carbono foi reduzido em 5-7%. O nitrogênio e outros nutrientes minerais foram conservados ou reforçados a partir e/ou comparados com os dados iniciais para os compostos finais em todos os sistemas de compostagem avaliados.

A composição centesimal das borras de café compostadas através da digestão anaeróbia mesófila e termófila, mostraram que o resíduo tinha um componente lipídico elevado (26-33%). Os níveis de lípido, hemicelulose, α -celulose e lignina foram encontrados, antes e depois de digestão. Estes componentes foram reduzidos da seguinte forma: 87% de lipídios no estudo mesófilos e 65% no estudo termófilas, α -celulose em 51%, em ambos os estudos lote mesófilas e termófilas, hemicelulose em 22% nos estudos de mesófilos e de 64%, nos estudos termófilas. O componente de lenhina não foi reduzido em qualquer um dos estudos. (Dinsdale *et al.*, 1999).

A fase termófila é fundamental para a higienização da biomassa, conseguindo assim, a eliminação de microrganismos patogénicos, que se encontram na matéria orgânica a compostar, sendo a principal função da compostagem (Queda, 1999).

3.3. Levantamento a nível nacional da produção de borras de café

As quantidades de café vendidas num ano, são indicativos da quantidade de borras de café que são produzidas em Portugal Continental. Assim, e calculando a comercialização do café, poder-se-á ter uma ideia da produção das borras de café.

Lamentavelmente grande parte da informação não se encontra disponível, uma vez que os mercados de distribuição de café (canal Horeca e grossistas/retalho) são muito dispersos e de difícil recolha de dados. Por outro lado, a maioria das empresas portuguesas continua a ter uma postura muito fechada, mostrando muita relutância em divulgar as suas vendas, o que dificulta ainda mais a recolha de informação.

3.3.1. Empresas produtoras de café para consumo

Através da Associação Industrial e Comercial do Café (AICC), foram identificadas as principais empresas e respetivas marcas de café comercializadas em Portugal (Quadro IV). A maioria destas companhias procede à torrefação em território nacional, procedendo ao respetivo armazenamento e distribuição.

Quadro IV - Associados da AICC.

LISTA DE EMPRESAS	LISTA DE MARCAS
<u>A FLOR DA SELVA, Lda.</u>	Flor da Selva
<u>CAFÉS NEGRITA</u>	Negrita
<u>CAFÉS PARAÍSO DO LIS, Lda.</u>	Paraíso do Lis
<u>CARAVELA - Torrefacção de Cafés, Lda.</u>	Caravela
<u>UCC COFFEE SPAIN, SLU</u>	Templo Cafés
<u>JMV - JOSÉ MARIA VIEIRA, S.A.</u>	Torrié
<u>NESTLÉ PORTUGAL, S.A.</u>	Buondi, Christina, Tofa, Sical, Nespresso
<u>NEWCOFFEE COMPANY</u>	Bogani, A Cafeeira, Lavazza, Caffécel
<u>NOVADELTA, S.A.</u>	Delta
<u>NOVO DIA CAFÉS, Lda.</u>	Novo Dia
<u>NUTRICAFÉS - Cafés e Restauração, S.A.</u>	Nicola, Chave d'Ouro
<u>SEGAFREDO ZANETTI (PORTUGAL) , S.A.</u>	Segafredo
<u>SOTOCAL - Socied. Torref. de Cafés Angola, Lda.</u>	Sotocal
<u>TORREFACÇÃO ARCUENSE, Lda.</u>	Bricelta
<u>TORREFAÇÃO CAMELO, Lda</u>	Camelo
<u>TORREFACÇÃO CUBANA, Lda.</u>	Cubana
<u>TORREFACÇÃO MANUEL DA LAPA, Lda.</u>	Beira Douro
<u>TORREFACÇÃO PALMEIRA, Lda.</u>	Palmeira
<u>INTERGRÃO, SL</u>	Intergrão, SL

3.3.2. Quantidade de café vendido, consumo e tendências

Sendo este um mercado muito fechado aos seus números, afirmado por alguns produtores, e nomeadamente, pela AICC – Associação Industrial e Comercial do Café, recorreu-se a várias fontes para retirar algumas elações relativas à venda e ao consumo de café em Portugal.

Segundo o Instituto Nacional de Estatística, em 2007, foram vendidas cerca de 39036 toneladas de café torrado e 38299 toneladas de café não descafeinado, em que por cada quilograma de café torrado são produzidas cerca de 2 kg de borras de café (Arruda, 2006).

No Relatório “Estatísticas Agrícolas 2010” do Instituto Nacional de Estatística (INE), identifica-se a quantidade de venda de café no ano 2008 de 36216 t e no ano 2009 de 38288 t. Nestes dois anos verificamos rapidamente que houve um aumento de venda de cerca de 6%.

A avaliação anterior, corrobora com o “Destaque – Informação à Comunicação Social”, elaborado pelo INE, referente à Balança Alimentar Portuguesa de 2008 - 2012, apresentada em 2 de Abril de 2014, em que se afirma que entre 2008 e 2012, houve um aumento de 8,0% das quantidades disponíveis para consumo de café e seus sucedâneos.

Para completar, com mais alguns números, e segundo *EUROPEAN COFFEE FEDERATION* (ECF), no Relatório “*European Coffee Report 2013/2014*”, publicado em Julho de 2014, identificou que Portugal importou nos anos 2011, 2012 e 2013, 47855 t, 48633 t e 49865 t, respetivamente.

No que diz respeito ao consumo, o mesmo Relatório Europeu, afirma que Portugal consumiu entre Julho de 2010 e Junho de 2013, as quantidades referidas no Quadro V.

Quadro V - Total de Café consumido em Portugal, em toneladas (t).

Jul. 2010 / Jun. 2011	Jul. 2011 / Jun. 2012	Jul. 2012 / Jun. 2013
49444 t	51000 t	51480 t

Fonte: EUROPEAN COFFEE FEDERATION (ECF), Bélgica, “*European Coffee Report 2013/2014*” Julho 2014. Acedido através do <http://www.ecf-coffee.org/>

O consumo de café mundial aumentou em média 0,4% desde 1998 até 2010, tendo diminuído nos países desenvolvidos dois pontos percentuais (FAO, 2010). Portugal destaca-se desde já, como um caso excecional com o crescimento médio anual desde 1998 até 2003 de 4,5% (ICO 2012).

O estudo académico denominado 'Tendências e Perspetivas Sociais no consumo de Café em Portugal em 2021', executado no âmbito de um Mestrado em Comportamento do Consumidor do IPAM - *The Marketing School*, Oliveira (2011), autor desta investigação, apresentou conclusões muito interessantes. Para a execução desta dissertação, e na ótica da análise qualitativa, o autor contou com a participação e contribuição preciosa de um painel de peritos na área do café. Concluiu que tendo o consumo de café aumentado 11% no período 2010-2011, o consumidor de café Português aproxima-se rapidamente do consumo per capita de 8 Kg, previsto para 2012.

3.3.3. Quantidades recolhidas vs quantidades não recolhidas;

As quantidades de borras de café recolhidas são residuais, ainda são demasiado reduzidas para se poderem contabilizar, como uma mais-valia a qualquer nível, ambiental ou de valor acrescentado para uma qualquer reutilização. Existem já alguns exemplos, casos específicos, como é o da Empresa Futuram, especialista em vermicompostagem, ou o caso da empresa Delta Cafés, que tem um pequeno projeto de recolha de capsulas, em cafés e restaurantes.

Para estimar qual seria a produção de borras de café por quilograma (Kg) de café torrado moído, Arruda (2006) efetuou-se uma avaliação e concluiu que 1 Kg de café moído aproximava-se do dobro de borras de café húmidas.

Tendo analisados os números anteriormente expostos, e utilizando a quantidade consumida entre Julho de 2012 e Junho de 2013, de cerca de 51480 t, calcula-se com esta base e estima-se que cerca de 102 960 t de borras de café foram criadas, naquele ano. Que terão, quase a totalidade, o seu fim nos RSUs indiferenciados.

3.4. Utilização agrícola

Segundo Gonçalves (2005), as características das borras de café atribuem-lhe ganho agronómico, pois têm uma composição homogénea, teores de azoto relativamente elevados, teores de potássio e fósforo muito resumidos e pH na faixa do ácido (Quadro VI).

Quadro VI - Borras de café. Constituição e principais características

Designação	Constituição	Principais Características	Observações
Borras de Café	Resíduos constituídos por grãos de café moídos	Teores de N relativamente elevados. Teores de P e K muito reduzidos pH na faixa do ácido	Granulometria muito reduzida, sendo recolhidos com aspeto pastoso. Quando compostados devem ser misturados com material estruturante para melhorar o arejamento da pilha

Fonte: Gonçalves, 2005

Para além das potencialidades e possibilidades, farmacêutica, cosmética e alimentar, já referenciadas até aqui, do café e dos subprodutos, nomeadamente as borras, analisaremos alguns casos práticos de benefícios adstritos à utilização agrícola e em plantas comestíveis.

Uma companhia norte-americana “*Grow Joe*”, depois da aceitação da *Pennsylvania State University*, comercializa borras de café, em forma de adubo orgânico, que compreende essencialmente matéria orgânica e macronutrientes principais. As borras de café, são neste ponto de vista, antecipadamente neutralizadas com calcário, porque o seu pH situa-se entre 3 e 5, e têm que ser combinados com outros macro e micronutrientes na proporção de NPK 6:8:6 (Arruda, 2006).

Oliveira (2011), concluiu que o composto final de borras de café apresenta, de um modo geral, características interessantes na perspetiva da criação de substratos orgânicos para a produção de plantas aromáticas, podendo ser utilizado, em todo o caso, na agricultura de um modo geral, devido às características da matéria orgânica e do seu pH. Esta apreciação foi efetivada através dos parâmetros físicos, físico-químicos e químicos das amostras recolhidas do composto antes e depois de ser crivado, neste particular, concluir que não existem diferenças significativas entre o composto crivado e o não-crivado.

Cruz (2013) comparou a aplicação de borras de café fresco e borras compostadas no teor em nutrientes de uma cultura de alface. Concluiu que o teor em nutrientes na alface diminuía com a aplicação de quantidades relativamente elevadas de borra fresca enquanto a aplicação de borra compostada ou a aplicação de pequenas quantidades de borra fresca conduziam a aumentos do teor em nutrientes.

Num outro ensaio efetuado por Ferreira (2011) estudou a influência da borra de café no crescimento e nas propriedades químicas e biológicas de plantas de alface (*Lactuca sativa* L.). Ensaiou plantas de alface (*Lactuca sativa* L.), em substrato composto por uma mistura de terra vegetal e borra de café, no estado fresco e compostado, em cinco concentrações diferentes [2,5; 5; 10; 15 e 20% (v/v)]. Os resultados da aplicação da borra de café foram avaliados por análise do crescimento, concentração de pigmentos fotossintéticos, composição mineral, anatomia radicular, citogenética das células meristemáticas radiculares e atividade antioxidante das folhas.

Verificou-se que ambos os tipos de borra de café (fresca e compostada), bem como a sua concentração, atuaram claramente sobre o crescimento das plantas. Apurou-se que a borra de café fresca, deverá ser aplicada em doses baixas (2,5% ou 5%, v/v), enquanto na forma compostada, as doses a aplicar devem ser iguais ou superiores a 15% (v/v).

Conclui-se que, tanto as borras frescas (em baixas concentrações) como as borras compostadas, originam um incremento em biomassa, crescimento em altura das plantas (cerca de 2 vezes superior à planta de controlo), de pigmentos fotossintéticos e de macronutrientes foliares. Por outro lado observou-se que a borra de café fresca, a concentrações iguais ou superiores a 20%, induz a binucleação das células meristemáticas radiculares, provocando um efeito citotóxico, assim como, reduzindo o número de feixes vasculares do xilema, condicionando a absorção dos componentes minerais do substrato, e assim, funcionar como um *stress* para a planta, originando uma maior produção de compostos com atividade antioxidante (Ferreira, 2011).

Hollingsworth *et al.* (2002) estudaram o efeito da aplicação de borras de café ao solo de minhocas, lesmas e caracóis. A cafeína tem um mecanismo de aniquilamento dos moluscos, os autores apontam que a cafeína estará na origem de danos no sistema nervoso. Ponderam ainda que a cafeína tem ação mais eficaz que o pesticida metaldeído, que normalmente é usado para estas pragas.

Machado *et al.* (2011) estudaram a utilização de borras de café, no crescimento de cepas fúngicas em resíduos da indústria de café com a remoção de compostos polifenólicos. A capacidade de sete estirpes de fungos diferentes dos géneros *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium* e *Neurospora*, crescem e libertam compostos fenólicos destes resíduos, em condições de cultura de estado sólido. As cepas tiveram crescimento na borra de café, mas *Penicillium purpurogenum*, *Neurospora crassa* e *Mucor* conseguiram libertar a maior quantidade de compostos fenólicos deste resíduo (Machado *et al.*, 2011).

Foi referido por Fan *et al.* (2003) a viabilidade de utilizar borras de café sem qualquer suplemento nutritivo para o cultivo de cogumelos comestíveis *Flammulina velutipes*.

Outras aplicações foram testadas com sucesso, como relatou Cullen (2003), as borras de café podem ser compostadas e transformadas num útil fertilizante para o jardim. Nos jardins, plantas como as azáleas, rosas e hortências, desenvolvem-se bem em solos ácidos, assim as borras de café, juntamente com folhas e relva seca (de modo a aumentar o pH), podem ser aplicadas diretamente no solo. Podendo ser aplicadas à superfície ou incorporadas no solo das plantas de interior ou nos jardins.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Seguindo o objetivo deste trabalho, por um lado, tenta-se avaliar, através de análises estatísticas do potencial do País para criação e produção de compostos derivados de RSU e produção potencial de borras de café. Por outro lado, efetuaram-se ensaios de índice de germinação (IG), índice de crescimento (IC) e ensaio de vegetação em vasos (EV), com várias misturas e/ou percentagens de composto e borras de café não compostadas.

4.1. Ensaios efetuados

4.1.1. Corretivos orgânicos utilizados

Para a realização dos ensaios de fitotoxicidade efetuados, Índice de Germinação (IG), Índice de Crescimento (IC) e ensaio de vegetação em vasos (EV) utilizaram-se dois corretivos orgânicos – um composto de RSU proveniente da Estação de Tratamento Valorização Orgânica (ETVO) da Valorsul e uma borra de café não compostada (bar dos alunos do ISA) cuja caracterização é apresentada no Quadro VII.

Para se efetuarem os ensaios foram, preparadas as seguintes misturas (v/v):

- A-** Mistura de 10% de borras de café e 90% de composto de RSU;
- B-** Mistura de 20% de borras de café e 80% de composto de RSU;
- C-** Mistura de 30% de borras de café e 70% de composto de RSU;
- D-** Mistura de 40% de borras de café e 60% de composto de RSU;
- E-** Mistura de 50% de borras de café e 50% de composto de RSU.

Para efetuar as misturas, determinou-se em primeiro lugar a massa volúmica dos dois corretivos (580,6 g/L para a borra de café e 657,7 g/L para o composto de RSU) e só depois se fez a mistura em peso tendo em atenção a massa volúmica.

Quadro VII - Composição das borras de café e do composto de RSU utilizados no ensaio.

DETERMINAÇÕES	BORRA DE CAFÉ*		COMPOSTO DE RSU**	
	m.s.	m.o.	m.s.	m.o.
Humidade g/kg ⁻¹		695		460
Matéria orgânica g kg ⁻¹	986,3	300,8	410	221,4
pH		4,87		8,1
N total g kg ⁻¹	23	7	24,2	13,07
N-NH ₄ mg kg ⁻¹	49,05	14,96	-	-
N-NO ₃ mg kg ⁻¹	< 0,05	< 0,05	-	-
P mg kg ⁻¹	1074,9	327,83	37117	20043,18
K mg kg ⁻¹	2626,1	800,97	10833,33	5849,99
Ca mg kg ⁻¹	1369,7	417,76	150000	81000
Mg mg kg ⁻¹	1419,9	433,08	10778,44	5820,34
Na mg kg ⁻¹	214,6	65,45	-	-
Cu mg kg ⁻¹	19	244,3	15	8,1
Fe mg kg ⁻¹	303,9	99,99	-	-
Zn mg kg ⁻¹	10,8	127,42	479	258,66
Mn mg kg ⁻¹	18,6	132,09	-	-
S g kg ⁻¹	1,06	0,32	< 37,00	< 19,98
B mg kg ⁻¹	3,9	1,19	39	21,06
Ni mg kg ⁻¹	1,1	0,34	15	8,1
Cd mg kg ⁻¹	0,05	0,02	1,9	1,03
Pb mg kg ⁻¹	2	0,61	27	14,58
Cr mg kg ⁻¹	4,3	1,31	36	19,44
Hg µg kg ⁻¹	3,8	1,16	1400	756
C/N	24,86	-	10,33	-

*Análise efetuada no ISA e na UTAD ** análise cedida pela Valorsul;

m.o. – matéria original; m.s. – matéria seca

No Quadro VIII apresenta-se uma simulação da composição em metais pesados das misturas efetuadas e a possível classificação da mistura obtida tendo em atenção os valores utilizados para os compostos de RSU.

Tendo em atenção os teores na matéria seca dos materiais originais, as misturas, a massa volúmica, a humidade e os pesos tomados.

Quadro VIII – Teores prováveis de metais pesados nas misturas efetuadas.

MISTURAS	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Ni mg/kg	Cd mg/kg	Pb mg/kg	Cr mg/kg	Hg mg/kg	Classe
Mistura A	I	II	I	IIA	I	I	II	II A
10%borra	1,90	1,08	0,11	0,005	0,20	0,43	0,38	
90%RSU	11,98	382,70	11,80	1,52	21,57	28,76	1118,60	
	15,43	426,52	13,24	1,69	24,19	32,44	1,244	
Mistura B	I	II	I	II	I	I	II	II
20%borra	3,84	2,17	0,22	0,01	0,40	0,86	0,76	
80%RSU	10,65	340,00	10,65	1,35	19,17	25,56	994,00	
	15,89	375,20	11,92	1,49	21,46	28,97	1,091	
Mistura C	I	II	I	II	I	I	II	II
30%borra	5,74	3,26	0,33	0,015	0,60	1,3	1,15	
70%RSU	9,30	297,4	9,31	1,18	16,77	22,36	869,40	
	16,28	325,36	10,43	1,29	18,80	25,60	0,942	
Mistura D	I	II	I	II	I	I	II	II
40%borra	7,66	4,35	0,44	0,02	0,81	1,73	1,53	
60%RSU	7,95	254,8	7,98	1,01	14,36	19,15	744,80	
	16,67	276,81	8,99	1,10	16,20	22,30	0,797	
Mistura E	I	II	I	II	I	I	I	II
50%borra	9,58	5,44	0,55	0,025	1,01	2,16	1,91	
50%RSU	6,60	212,20	6,64	0,84	11,96	15,94	620,20	
	17,06	229,51	7,58	0,91	13,68	19,09	0,656	
RSU Extreme	15,00	479,00	15,00	1,90	27,00	36,00	1,400	II A
Classe	I	II	I	IIA	I	I	II	
Borra Extreme	19	10,8	1,1	0,05	2	4,3	0,004	I
Classe	I	I	I	I	I	I	I	

E de salientar que a partir de uma mistura de 20% de borra de café é provável que o composto final passe, em termos de teores de metais pesados, da categoria IIA para a categoria II.

4.1.2. Índice de Germinação (IG)

Os ensaios efetuados para o Índice de Germinação (IG), foram executados através do desempenho em placas de *petri* com extrato do substrato obtido a partir das misturas, anteriormente apresentadas.

Foram utilizadas sementes de agrião (*Lepidium sativum* L.) nos ensaios devido à sua rápida resposta (Zucconi *et al.*, 1981).



Figura 3 - Embalagem das sementes de agrião (*Lepidium sativum* L.), da marca Somers, utilizadas nos ensaios de germinação e crescimento (imagem com melhor leitura em anexo).

Segundo Forte (1980) e o estudo apresentado pelo mesmo, concluiu que a temperatura máxima, e respetiva suscetibilidade seria aos 27°C e o período de incubação neste tipo de teste, realizado em 24 horas, potencia assim a rapidez no ensaio e diminui o tempo requerido para medições.

O índice de germinação (IG) é expresso em percentagem em relação aos ensaios da testemunha igualmente realizada, identificando-se assim, a sensibilidade e a justificação da toxicidade que afeta a germinação.

Os ensaios de germinação de sementes são aconselhados devido à sensibilidade, que estas têm, ao stress ambiental.

Foi identificado que a percentagem de germinação de sementes de agrião colocadas em extrato, aumenta inversamente com a condutividade elétrica (CE), (Paré *et al.*, 1997).

A avaliação da fitotoxicidade através do índice de germinação foi realizada segundo o método proposto por Tiquia *et al* (1996). De acordo com este método efetuaram-se as seguintes operações, apresentadas neste esquema e nas Figuras 4, 5, 6, 7 e 8.

ESQUEMA DO MÉTODO DE TIQUIA

10g DE MATÉRIA SECA (COMPOSTO) + 100mL DE H₂O DESTILADA OU
USUALMENTE 10g/100mL

(1/10 p/v)



AGITAR 1H



CENTRIFUGAR 3500 rpm – durante 20 minutos



Filtrar banda azul



extrato

10 placas de Petri com:

- 1 papel de filtro de Θ 70 mm;
- 1 mL de extrato;
- 7 sementes de agrião (*Lepidum sativum* L.);
- testemunha com 1 mL de água desionizada.



Incubação durante 24 horas a 27° C



Contagem das sementes germinadas e medição do comprimento da radícula (mm)

Segundo o método Tequia, para cada extrato aquoso foram preparadas 10 placas forradas com papel de filtro, cada uma com 7 sementes de agrião (*Lepidum sativum* L.); simultaneamente foram preparadas 10 placas testemunha, nas quais se utilizou água destilada. A quantidade de extrato aquoso da amostra utilizado nas placas a incubar foi 1 mL. Neste ensaio foram utilizadas todas as misturas preparadas e ainda a borra de café e o composto de RSU originais. No quadro IX apresentam-se em resumo as condições do ensaio.

Quadro IX – Resumo das condições do bioensaio de germinação.

TIPO DE TESTE	GRUPO DE SEMENTES
Temperatura	27° C
Luminosidade	Sem
Recipiente do teste	Placa de <i>Petri</i> 70 mm Ø
Volume de extrato	1 mL
Número de sementes	7
Número de extrações	3
Número de placas por extração	10
Ensaio em branco (testemunha)	Água destilada
Duração do teste	24 horas
Avaliação final	Germinação e comprimento da radícula



Figura 4 - Pesagem da amostra para a centrifugação



Figura 5: Filtragem do extrato, para posteriormente ser colocado nas placas *petri*.

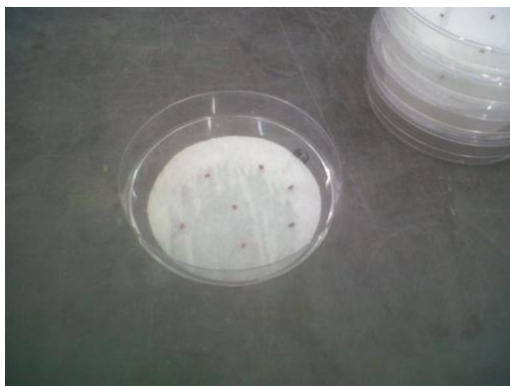


Figura 6 - Imagens das placas *petri*, com o papel de filtro, o extrato e as sementes colocadas.



Figura 7 - Placas *petri* com 7 sementes cada, foram colocadas durante 24 horas a 27° C.



Figura 8 - Contagem das sementes germinadas e medição do comprimento da radícula (mm).

O índice de germinação (IG%) foi calculado através da seguinte expressão:

$$\% \text{ IG} = [\text{MNSG (a)} * \text{MCR (a)} / \text{MNSG (t)} * \text{MCR (t)}] * 100$$

Em que MNSG = média do número de sementes germinadas

MCR = média do comprimento da radícula (mm)

(a) = ensaio com amostra de composto

(t) = ensaio com a testemunha (água destilada)

4.1.3. Índice de Crescimento (IC)

Para a realização dos ensaios de crescimento utilizaram-se apenas as amostras originais das borras de café e composto de RSU e as misturas A, C e E.

Os ensaios foram realizados em triplicado em caixas de plástico perfuradas na base com a capacidade de 1 L cheias com uma mistura de 1/3 (v/v) amostra com 2/3 (v/v) de um solo artificial, o qual foi preparado com turfa, perlite e areia nas proporções de 1/3 (v/v) de turfa, 1/3 (v/v) de perlite e 1/3 (v/v) de areia (CAN/BNQ, 1996 modificado em 1997). Simultaneamente foram preparadas 3 caixas com solo artificial, as quais constituem as testemunhas. Todas as caixas foram semeadas com 16 sementes (agrião) e foram mantidas durante todo o ensaio a 80% da respetiva capacidade de retenção de água, a qual foi previamente determinada.

Foram identificadas e preparadas 24 caixas, para receber 4 amostras por cada ensaio, ou seja, 6 amostras, sendo 3 misturas, 1 extreme RSU (ou 100% RSU), extreme Borras de café (ou 100% borras) e o Ensaio em Branco (EB), com apenas solo artificial, para referencia.

As caixas foram colocadas numa câmara de vegetação, com 13 horas de luz/dia e a temperatura do ar foi mantida entre os 20° C e os 25° C. Os ensaios de crescimento decorreram durante 14 dias contados após a germinação de pelo menos 50% das sementes nas caixas testemunha, que aconteceu 48 horas depois da sementeira (Figuras 9, 10, 11 e 12).

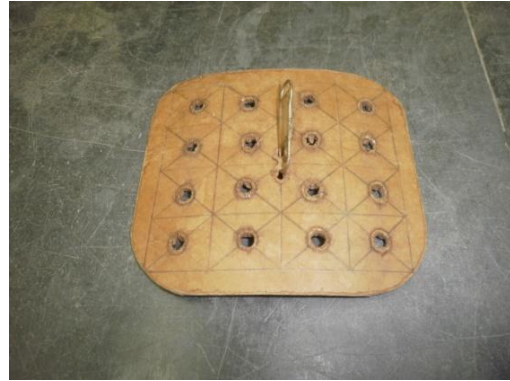


Figura 9 - As sementes de agrião foram semeadas à profundidade $\geq 0,5$ cm ≤ 1 cm, com a mesma equidistância entre elas, num total de 16 sementes por caixa.



Figura 10 – Colocação em condições controladas, no Horto do ISA.



Figura 11 - Foi controlada a rega pela pesagem.

No final dos 14 dias foi colhida a parte aérea das plantas, avaliado o peso fresco e o peso seco depois da secagem do material vegetal em estufa com ventilação a 55° C - 60° C.

Segundo Jodice (1989) o índice de crescimento (% IC) é calculado com a seguinte expressão:

$$\% \text{ IC} = [\text{PS (a)} / \text{PS (t)}] * 100$$

Em que **PS** = peso seco da parte aérea (g)

(a) ensaio com a amostra de corretivo a analisar

(t) ensaio com a testemunha (solo artificial)



Amostra A



Amostra C



Amostra E

Figura 12 – Conjunto de imagens com o resultado das 3 amostras (A, C e E).

4.1.4. Ensaio de vegetação em vasos

Ensaio foi realizado no Horto de Química Agrícola em vasos plástico com a capacidade 1,6^o L cheios com 1,9 kg de um solo Cbc da Tapada da Ajuda que apresentava as seguintes características físico-químicas (Quadro X).

Quadro X - Principais características do solo utilizado no ensaio.

Matéria orgânica (Ströhlein) g kg ⁻¹	17,1
pH em água	6,97
pH em solução normal de cloreto de potássio	5,97
Fósforo disponível em P ₂ O ₅ (Egner-Rhiem) mg kg ⁻¹	545,00
Potássio assimilável em K ₂ O (Egner-Rhiem) mg kg ⁻¹	248,00
Cálcio (acetato de amónio) cmol (+)kg ⁻¹	27,23
Magnésio (acetato de amónio) cmol (+)kg ⁻¹	6,57
Potássio (acetato de amónio) cmol (+)kg ⁻¹	0,60
Sódio (acetato de amónio) cmol (+)kg ⁻¹	0,48
N-NH ₄ ⁺ mg kg ⁻¹	6,94
N-NO ₃ ⁻ mg kg ⁻¹	2,48
Ferro (Lakanen) mg kg ⁻¹	48,00
Cu (Lakanen) mg kg ⁻¹	4,80
Zn (Lakanen) mg kg ⁻¹	2,20
Mn (Lakanen) mg kg ⁻¹	180,90

As modalidades ensaiadas em quadruplicado foram as seguintes:

1. Testemunha;
2. RSU extreme;
3. Borra de café extreme;
4. Mistura RSU x borra de café (A - 10% v/v de borra de café);
5. Mistura RSU x borra de café (C - 30% v/v de borra de café);
6. Mistura RSU x borra de café (E - 50% v/v de borra de café).

A quantidade de cada corretivo aplicada por vaso foi a correspondente a 5 t de matéria seca/ha. O ensaio foi montado no dia 29 de Setembro de 2014. Num algaridar, o solo de cada vaso foi misturado com o correspondente corretivo orgânico e de novo incorporado no vaso. A humidade do solo foi mantida, durante todo o ensaio, a 60% da capacidade de saturação do solo para a água por diferença de peso.

No dia 2 de outubro transplantou-se uma planta de alface (*Latuca Sativa L*) por vaso. No fim do ensaio, 6 de novembro, a parte aérea das plantas foi pesada em fresco e após secagem a 60° C até peso constante, moída e analisada para a determinação do teor em elementos minerais. Retiraram-se igualmente de cada vaso amostras de solo para análise (Figura 13).



Figura 13 - Imagens do ensaio em vasos das alfaces.

4.2. Análise da parte aérea das plantas

Para o doseamento dos elementos minerais da parte aérea das plantas fizeram-se duas extrações. Uma, para a determinação do azoto e do fósforo, outra para a determinação do potássio. Neste caso pesou-se rigorosamente para uma cápsula, previamente seca e tarada, cerca de 1g de material vegetal seco o qual foi sujeito a calcinação em mufla a 500-550° C. A cinza obtida foi mineralizada em banho-maria através da adição de três tomas de ácido clorídrico 3 M. Na última aplicação de ácido colocou-se um vidro de relógio na cápsula e deixou-se assim durante cerca de 10 minutos (Marti e Munoz, 1957). Filtrou-se a solução para balões aferidos de 100 mL com auxílio de água destilada quente. Neste extrato foi doseado o K por espectrofotometria de absorção atômica.

Para a obtenção do extrato para o doseamento do N e P pesaram-se para tubos de digestão de 50 mL de capacidade cerca de 0,3 g de material seco, adicionou-se ácido sulfúrico e selênio como catalisador. As amostras foram pré-digeridas por um dia a que se seguiu uma digestão a temperaturas elevadas (duas horas a 135° C, 10 minutos a 200° C e quatro horas e meia a 350° C). Depois de arrefecidos os tubos foram preenchidos com água destilada. No extrato obtido o N e o P foram doseados num autoanalisador de fluxo segmentado, usando o método de Berthelot para o doseamento do N (Houba *et al.* 1989) e o método de Strickland e Parsons (1965) para o fósforo.

4.3. Análise dos solos

Para a análise de solos recorreu-se aos métodos normalmente usados no laboratório de solos, plantas e fertilizantes, da Seção de Química e Ambiente do DCEB, nomeadamente:

- pH (H₂O) (1:2,5) – Potenciometria;
- Fósforo extraível (P₂O₅) - Égner-Rhiem, EAM VIS/UV (Egner *et al.*, 1960);
- Potássio extraível (K₂O) - Égner-Rhiem, fotometria de chama (Egner *et al.*, 1960);
- Azoto nítrico (N-NO₂⁻) - Espectrofotometria de absorção molecular (Houba *et al.*, 1989);
- Azoto amoniacal (N-NH₄⁺) - Espectrofotometria de absorção molecular (Houba *et al.*, 1989);
- Matéria orgânica - Combustão, deteção de CO₂ por IV;
- Condutividade elétrica (1:2) – Condutivimetria;
- Acidez de troca - Titulometria
- Bases de troca (Na, Ca, Mg e K) - acetato de amónio 1M (1:5), EAA (Simard,1993);
- Ferro extraível (Fe) - Lakanen-Ervio (1971), EAA;
- Cobre extraível (Cu) - Lakanen-Ervio (1971), EAA;
- Zinco extraível (Zn) - Lakanen-Ervio (1971), EAA;
- Manganês extraível (Mn) - Lakanen-Ervio (1971), EAA;

4.4. Análise da borra de café

Para a análise da borra de café seguiram-se também os métodos normalmente utilizados no laboratório de solos, plantas e fertilizantes, da Seção de Química e Ambiente do DCEB, nomeadamente:

- pH (H₂O) – Potenciometria;
- massa volúmica baseou-se na norma para a determinação do pH EN 13037 (dezembro de 1999)
- Azoto nítrico (N-NO₂⁻) - Espectrofotometria de absorção molecular (Houba *et al.*, 1989);
- Azoto amoniacal (N-NH₄⁺) - Espectrofotometria de absorção molecular (Houba *et al.*, 1989);
- Matéria orgânica - Combustão, deteção de CO₂ por IV;
- Condutividade elétrica – Condutivimetria;
- O azoto foi determinado pelo método de Kjeldahl (Horneck e Miller, 1998);
- O fósforo após digestão pelo método de Kjeldahl foi depois doseado num autoanalisador de fluxo segmentado por espectrofotometria de absorção molecular – método de Strickland and Parsons (1965);
- O K, Na, Mg, Ca, Cu, Fe, Zn e Mn. foram doseados por espectrofotometria de absorção atómica depois de mineralização ácida da cinza com HCl 3 M;
- Os metais pesados foram extraídos pelo método de Berrow and Stein (1985).

4.5. Análise estatística

Para a análise estatística dos dados utilizou-se o programa *Statistics*, sendo submetidos a análise de variância e de seguida a um teste de comparação de médias, utilizando o teste da menor diferença significativa para um nível de significância de 5% (Montgomery, 1991).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

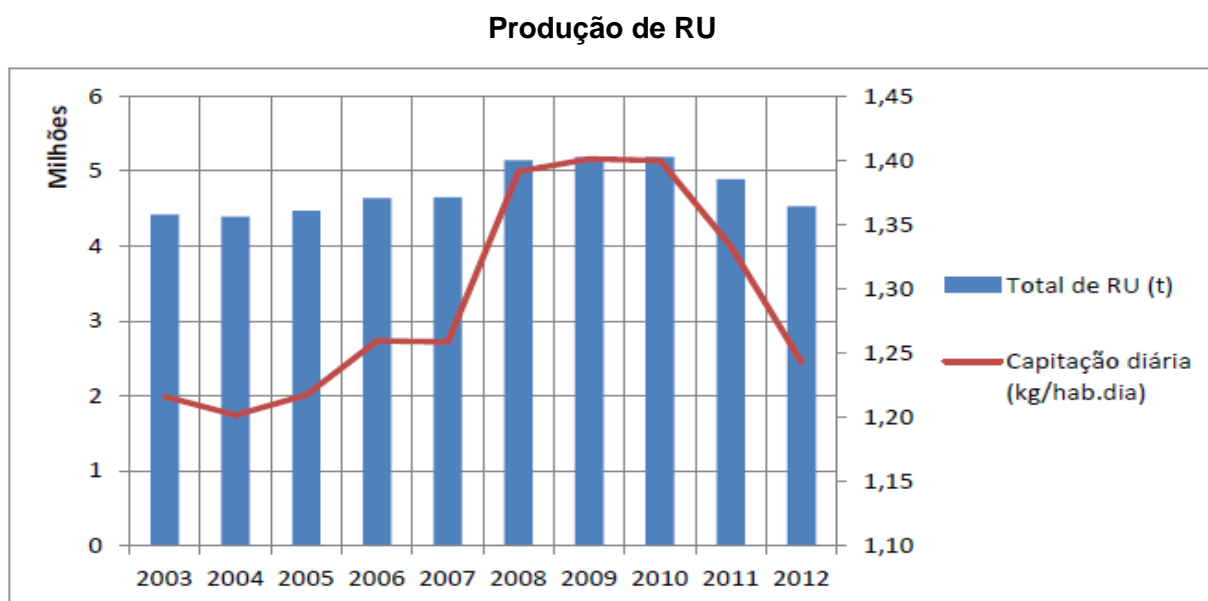
5.1. Previsão de produção de RSU e de composto de RSU para os próximos anos

Foi feito um levantamento da situação do País, no que diz respeito à produção de compostos de RSU, verificados alguns dados disponíveis dos anos mais recentes e, através dos documentos PERSU II (2007-2016) e PERSU 2020, observaram-se as respectivas tendências, como modo de contextualizar estes produtos no panorama nacional.

Juntamente com aquela análise, contataram-se várias gestoras de resíduos, através de troca de e-mails durante o ano 2014 e, conseguiram-se, junto de 13 entidades alguns dados, assim como, algumas previsões de evolução da produção de composto e da entrada em funcionamento de novas unidades de TMB e valorização orgânica.

5.1.1. Previsão de produção de RSU

Verifica-se que as quantidades de RU recolhidos durante a última década, não tem oscilado muito, ou seja, entre 2003 e 2012, identifica-se uma variação entre cerca 4,5 e 5,2 milhões de toneladas (Figura 14). Mesmo assim, constata-se que os valores das recolhas mais recentes, se aproximam e/ou tendem, para os valores mais baixos.



Fonte APA, RARU12

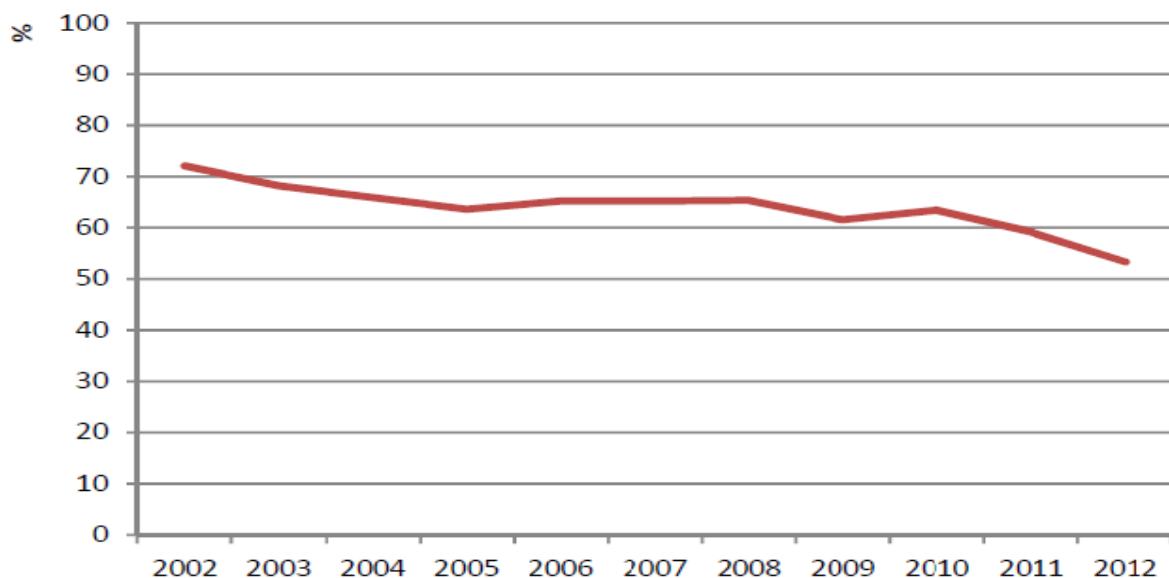
Figura 14 – Evolução de produção de RU (t) vs capitação diária (kg/hab. dia).

Enquanto no passado se procurava eliminar os resíduos, atualmente estes são encarados como um recurso, procurando-se promover a sua reciclagem, recuperação e utilização como matéria-prima, em detrimento da tradicional deposição em aterro.

Deverá assim ser incentivada a uma abordagem em termos de economia circular promovendo-se a consolidação da hierarquia da gestão, a valorização dos resíduos, o aumento significativo da reciclagem e a eliminação progressiva da deposição direta em aterro nomeadamente de Resíduos Urbanos Biodegradáveis (RUB).

Numa análise tendencial, em consonância com as políticas de desvio progressivo de colocação direta dos RU nos aterros (Figura 15), nomeadamente dos recicláveis e, em especial dos RUB, tem-se verificado passos importantes e positivos. Desde a erradicação das lixeiras, acontecido em 2002 e a passagem dos RU a serem depositados em aterro (cerca de 72%), agora, e desde 2012, apenas 53,7% produzidos em Portugal Continental, tiveram aquele destino, conforme se poderá verificar no Figura 15, a respetiva tendência.

Deposição direta de RU em aterro

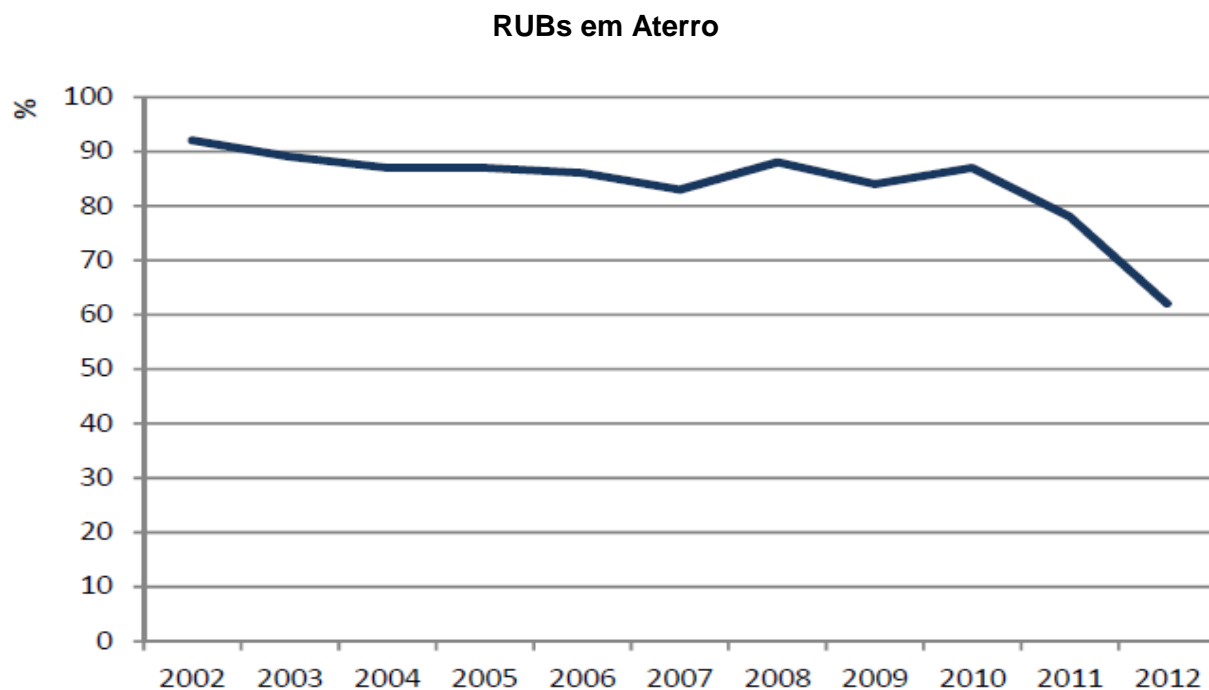


Fonte: PERSU II, 2007-2016.

Figura 15 - Evolução da deposição direta de RU em aterro entre 2002 e 2012 (%).

Esta tendência deve-se à entrada em funcionamento das Tratamento Mecânico e Biológico (TMB), e à respetiva tendência, na conversão de várias estações de tratamento de resíduos, com o intuito de valorização orgânica. Este é um indicador bastante interessante, na medida em que obriga, de forma indireta a deposição e o tratamento dos resíduos, identificando muita da matéria orgânica que poderá ter outro destino, que não o aterro, e de reutilização.

Tem-se assistido a uma diminuição da deposição de RUB em aterro, tendo esta diminuição sido mais significativa entre 2010 e 2012 com o aumento da capacidade nominal de valorização orgânica de cerca de 300 mil toneladas por ano, o que levou à diminuição da deposição de RUB em aterro (Figura 16).



Fonte: PERSU II, 2007-2016.

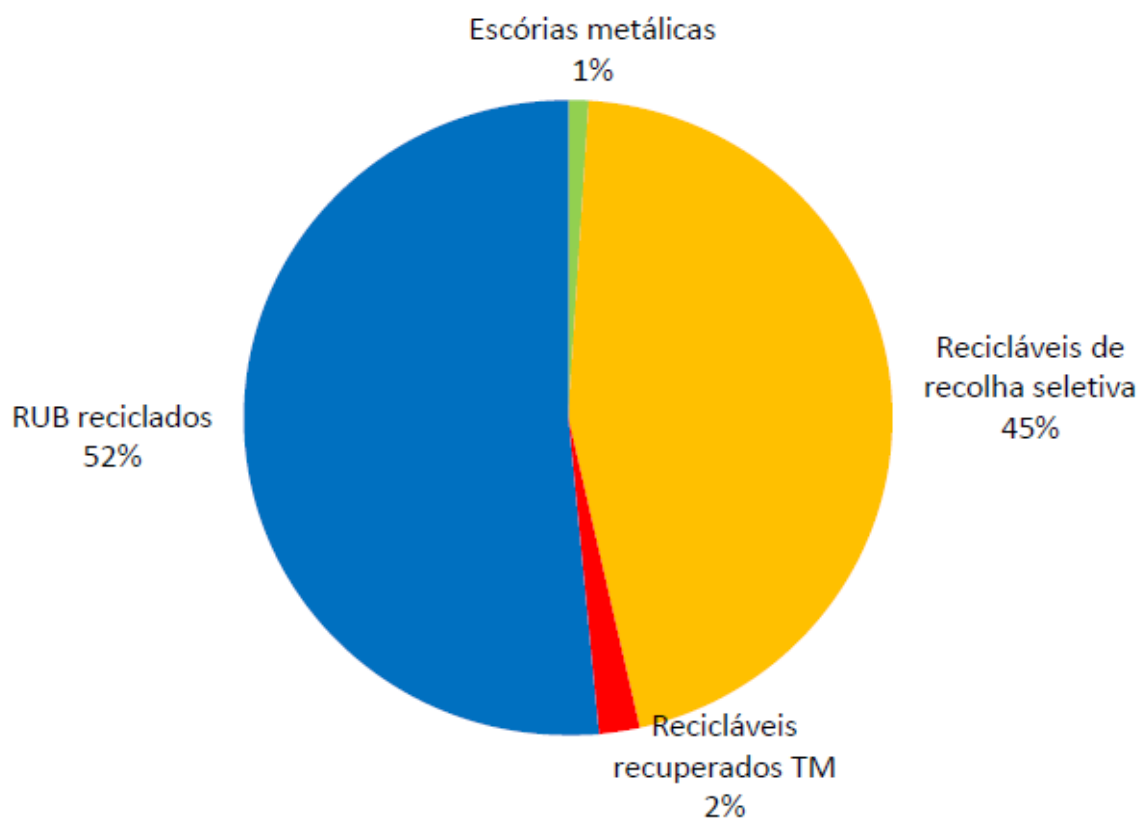
Figura 16 - Evolução da deposição de RUB em aterro em Portugal, no período 2002-2012. (fonte: PERSU 2020).

Em 2012 ainda se verificam cerca de 62% de RUB colocados em aterro. Mas com as 17 instalações de TMB e 5 TM que representam respetivamente uma capacidade de 1,5 milhões e 0,5 milhões de toneladas por ano, prevê-se que em 2020, sejam atingidos os 20%.

Os investimentos realizados nos sistemas de gestão têm permitido um aumento da taxa de preparação para a reutilização e reciclagem, embora a um ritmo lento (cerca de 1,4% ao ano), a qual, em 2012, se cifrou nos 25%.

Identifica-se um contributo essencial na separação dos resíduos, por parte das populações, por um lado, e das entidades de recolha e tratamento, por outro. Assim, evolui-se para um aumento substancial dos RUBs reciclados, e que terá uma tendência irreversível, nos próximos anos (Figura 17).

Resíduos Reutilizados



Fonte: APA, 2013 - PERSU II, 2007-2016.

Figura 17 - Contribuição individual de cada fração de resíduos para a reutilização e reciclagem (%).

5.1.2. Previsão de produção de composto de RSU

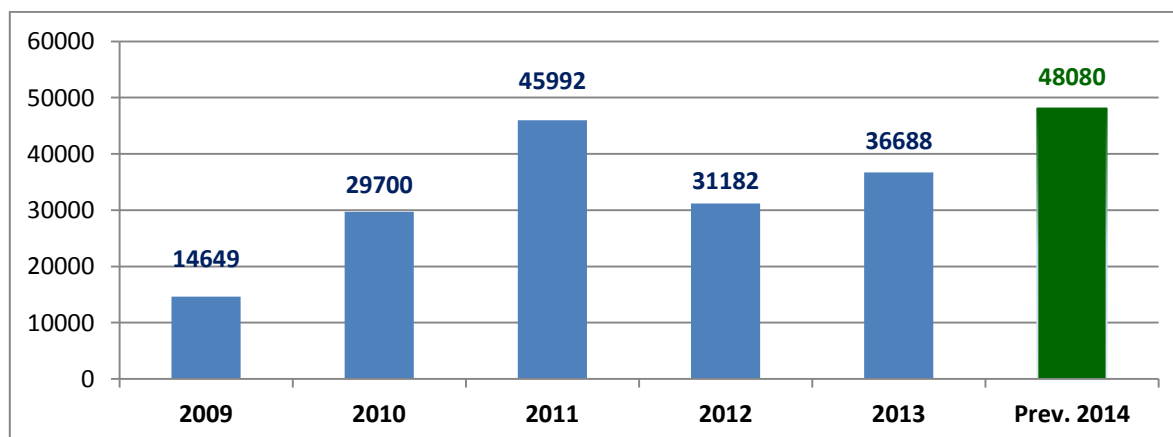
Foi verificado, através das fichas individuais da APA, que resultou no Quadro XI, a informação da produção dos RUs em 2010 e 2011, assim como, as quantidades de valorização orgânica produzida no ano 2011, para se ter uma ideia, destes valores comparativamente com o composto produzido (informação fornecida pelas 13 entidades gestoras RU).

Quadro XI - Quantidades de composto produzido por CVO (2009-2013)

Nome Entidade	Unid. CVO	Prod RU (t) (2011) Fch. Indiv.	Valoriz. Orgânica (t) (2011)	Prod. RU (t) (2010) Fonte APA	Qt. Comp. Prod (t) / (2009)	Qt. Comp. Prod. (t) / (2010)	Qt. Comp. Prod. (t) / (2011)	Qt. Comp. Prod. (t) / (2012)	Qt. Comp. Prod. (t) / (2013)	Previsão Composto Produzir (t) / (2014)
Resinorte	1	366235	63575	386889		10519	10805	7527	6140	12000
Lipor	1	503148	41103	520613	9097	10036	9686	9386	9801	9600
Suldouro	1	198032	12761	207204				1200	2800	3000
Valoris	1	123579	28893	130598					230	
ERSUC	2	411579	ND	446251						
Planalto Beirão	1	129788	ND	136756						
Resistrela	1	76642	18330	80500					90	
Amarsul	1	445513	39950	483815	4820	4820	3555	4820	4820	13000
Valnor	1	123498	65855	37084	372	4218	2512	7628	9050	6000
Valorsul	1	829948	20983	878600	360	107	487	454	240	330
AMTRES Tratoxio	2	455153	162136	498422			16163			
AMAGRA Ambilital	1	70367		71303				167	167	150
ALGAR	3	377808	28447	402749			2784	Nutriverd e	3350	4000
TOTAIS	17				14649	29700	45992	31182	36688	48080

Fonte: E-mails recebidos em 2014, das entidades gestoras de resíduos entretanto contatadas. Previsão dada pelas entidades, para o ano 2014.

Algumas unidades de TMB e valorização orgânica ainda se encontram em fase de testes, o que se reflete nos valores calculados. Na Figura 18 apresenta-se a evolução do composto produzido desde 2009 até 2013, assim como a previsão para 2014.



Fonte: Entidades gestoras de resíduos contatadas. Totais do Quadro XI.

Figura 18 - -Evolução em toneladas do composto produzido (2009-2013) pelas 13 ETVO e previsão para 2014.

5.2. Índice de Germinação (IG)

No Quadro XII apresentam-se os resultados do Índice de Germinação assim como o Número de Sementes Germinadas (NSG) e o Comprimento da Radícula (CR).

Verifica-se que o índice de germinação foi fortemente afetado na modalidade em que se utilizou borra de café extreme. Nas modalidades em que se utilizou uma mistura de borras com composto de RSU os índices de germinação foram semelhantes aos valores obtidos para a modalidade com RSU extreme. Por outro lado verifica-se um aumento do IG à medida que se aumenta a % de borra na mistura chegando mesmo as diferenças, nas modalidades D e E, a serem significativamente mais elevadas relativamente à modalidade B.

Quadro XII - Valores de NSG, CR e IG.

MODALIDADES	NSG	CR mm	IG %
Testemunha	6,67 a *	7,28 cd	n/a
RSU Extreme (100%)	6,77 a	7,13 d	105,72 abc
Borra de Café Extreme (100%)	6,00 c	1,32 e	16,31 d
Mistura (A) de 10% de borra	6,53 ab	7,68b cd	100,08 bc
Mistura (B) de 20% de borra	6,77 a	8,06 bc	95,77 c
Mistura (C) de 30% de borra	6,77 a	8,26 ab	100,85 bc
Mistura (D) de 40% de borra	6,37 b	8,49 ab	108,73 ab
Mistura (E) de 50% de borra	6,43 ab	9,02 a	116,71 a

* Nas colunas os valores seguidos de letras diferentes, diferem significativamente para $p \leq 95\%$.

n/a: Não aplicável

Quando se compara o NSG verifica-se que a utilização da borra de café extreme afetou de forma significativa o número de sementes germinadas. Por outro lado a análise dos resultados do comprimento médio da radícula mostram que houve um aumento significativo deste parâmetro nas modalidades em que se utilizou borra de café misturada com composto de RSU. É porém notório que a utilização extreme da borra de café conduziu a uma diminuição significativa do comprimento radicular.

5.3. Índice de Crescimento (IC)

No Quadro XIII apresentam-se o Índice de Crescimento (IC) das modalidades ensaiadas.

Quadro XIII - Apresentam-se os resultados obtidos para o IC das modalidades ensaiadas.

MODALIDADES	IC %
RSU Extreme (100%)	100,50 a *
Borras de Café Extreme (100%)	15,77 b
Mistura (A) de 10% de borras de café	19,70 b
Mistura (C) de 30% de borras de café	20,29 b
Mistura (E) de 50% de borras de café	22,58 b

* Nas colunas os valores seguidos de letras diferentes, diferem significativamente para $p \leq 95\%$.

Verificou-se que o índice de crescimento foi fortemente afetado nas modalidades em que se utilizou borras de café extreme (100%). Estes resultados mostram que a utilização de borras misturadas ao composto não estão em consonância com os obtidos para o índice de germinação. Com efeito tinha-se verificado que a utilização de borras de café até 50% de mistura não tinha afetado o IG e até no caso do comprimento radicular verificou-se um aumento deste parâmetro com a utilização moderada de borra de café. Porém segundo Oliveira (2011) o IC é um método que dá indicação sobre o estado de maturação do composto. Segundo CCME (1996) o IC para os ensaios efetuados com semente de agrião devem ser superiores a 50% para que o composto possa ser considerado maturado. Neste caso todos os valores relativos à utilização da borra de café deram valores muito inferiores a 50% a indicar que a mistura devia ser compostada ou que só se devia efetuar a mistura depois da borra de café ter sido compostada.

5.4. Ensaio de vegetação em vasos

No Quadro XIV apresentam-se os resultados da produção da alface para as diferentes modalidades ensaiadas.

Quadro XIV - Produção da alface.

MODALIDADE	Peso fresco (g/vaso)	Peso seco (g/vaso)
Testemunha	84,72 a *	6,05 a
RSU Extreme (100%)	82,7 a	6,25 a
Borra de Café Extreme (100%)	55,63 c	4,25 c
Mistura (A) de 10% de borras de café	79,2 a	5,88 ab
Mistura (C) de 30% de borras de café	80,4 a	6,10 a
Mistura (E) de 50% de borras de café	72,83 b	5,13 bc

* Nas colunas os valores seguidos de letras diferentes, diferem significativamente para $p \leq 95\%$.

Verifica-se que a produção da alface foi fortemente afetada quando se utilizou como corretivo orgânico a borra de café extreme sem ser compostada. Para as misturas efetuadas o efeito depressivo das borras de café só se manifesta para uma mistura superior a 50% de borra. Resultados semelhantes foram também observados para a mesma cultura por Cruz e Cordovil (2015), Ferreira (2011) e Dantas (2011) e para as culturas de espinafre e cenoura por Cruz e Cordovil (2015). Por outro lado verifica-se que pequenas quantidades de borra adicionada não tiveram um efeito depressivo. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Ferreira (2011). Com efeito num ensaio efetuado também com a cultura da alface chegou à conclusão que só misturas de substrato com borra superior a 5% v/v originavam uma diminuição da produção de biomassa. Pelo contrário a utilização de misturas inferiores a estes valores originaram um aumento de produção de biomassa.

Segundo Cruz e Cordovil (2015) o efeito depressivo verificado na produção de biomassa de alface com a aplicação de borra de café fresca poderia ser devido a uma imobilização de azoto provocado pela relação C/N da borra. Com efeito no estudo citado a razão C/N da borra utilizada era de 26 e no caso deste ensaio era de cerca de 25. A confirmar-se esta hipótese era natural que o teor de N nas plantas e a extração de N pelas plantas fosse bastante menor na modalidade em que se utilizou apenas borra. Isso mesmo verificou-se como se pode observar da análise dos quadros XV e XVI. Com efeito da análise do quadro XV verifica-se uma diminuição significativa do teor de N na parte aérea da alface na modalidade em que se aplicou só borra. Relativamente aos outros nutrientes analisados na parte aérea verifica-se que os teores de fósforo não sofreram alterações mas os teores de potássio parecem ter aumentado com a utilização isolada da borra, resultados estes que estão também de acordo com os obtidos por Cruz e Cordovil (2015).

Quadro XV - Teores de N, P e K na parte aérea da alface

MODALIDADE	N g/kg	P g/kg	K g/kg
Testemunha	16,7 a *	2,42 a	21,6 c
RSU Extreme (100%)	18,0 a	2,45 a	22,5b c
Borra de Café Extreme (100%)	13,7 b	3,01 a	32,2 a
Mistura (A) de 10% de borras de café	18,0 a	2,34 a	21,8 c
Mistura (C) de 30% de borras de café	17,5 a	2,75 a	22,3 bc
Mistura (E) de 50% de borras de café	18,3 a	2,92 a	26,1 b

* Nas colunas os valores seguidos de letras diferentes, diferem significativamente para $p \leq 95\%$.

Da análise do quadro XVI confirma-se que as extrações de azoto diminuem significativamente na modalidade em que se utilizou a borra extreme como corretivo. No caso das extrações de fósforo e potássio a utilização da borra não provocou qualquer alteração. Este facto leva-nos a considerar que o valor mais elevado verificado para o teor de potássio na modalidade só com borra poderá deve ter sido devido a um efeito de concentração.

Quadro XVI – Extrações de N, P e K pelas plantas de alface.

MODALIDADE	N mg/vaso	P mg/vaso	K mg/vaso
Testemunha	101,47 a *	14,67a	130,63 a
RSU Extreme (100%)	112,45 a	15,26 a	140,55 a
Borra de Café Extreme (100%)	58,42 b	12,81 a	136,51 a
Mistura (A) de 10% de borras de café	105,62 a	13,72 a	127,98 a
Mistura (C) de 30% de borras de café	108,12 a	17,18 a	134,72 a
Mistura (E) de 50% de borras de café	93,53 a	14,96 a	133,48 a

* Nas colunas os valores seguidos de letras diferentes, diferem significativamente para $p \leq 95\%$.

No Quadro XVII apresentam-se os resultados de algumas características físico-químicas do solo no final do ensaio. Verifica-se que a aplicação dos corretivos orgânicos originou um aumento do pH do solo o que no caso da utilização da borra de café é estranho pois esta tinha um valor de pH muito inferior quer ao solo quer ao composto de RSU. Por outro lado a aplicação de misturas de borra e composto ainda originaram uma subida do valor de pH superior ao efeito verificado para cada composto aplicado isoladamente. Relativamente à condutividade elétrica (CE) verifica-se um aumento deste parâmetro com a aplicação de composto de RSU. Apesar da aplicação da matéria orgânica os teores no fim do ensaio não se mostraram significativamente diferentes entre as várias modalidades. O teor de potássio disponível no solo aumentou na modalidade em que só se aplicou borra. Resultados semelhantes aos verificados para o potássio foram também observados por Cruz e Cordovil (2015).

Relativamente aos valores das bases de troca é de salientar o aumento dos teores de sódio e potássio com a aplicação da borra de café.

Quadro XVII - Algumas características físico-químicas do solo no fim do ensaio.

MODALIDADE	pH (H₂O)	CE (mS/cm)	MO (g/kg)	P₂O₅ (mg/kg)	K₂O (mg/kg)
Testemunha	7,22 d	0,13 b	21,30 a *	181,7 c	52,00 b
RSU (100%)	7,55 c	0,16 a	21,10 a	271,0 ab	56,00 b
Borra de Café (100%)	7,80 b	0,14 b	21,40 a	254,0 abc	66,00 a
Mistura (A) de 10% de borras de café	8,00 a	0,14 b	21,20 a	241,0 bc	56,00 b
Mistura (C) de 30% de borras de café	8,00 a	0,15 a	21,00 a	297,0 a	52,70 b
Mistura (E) de 50% de borras de café	8,05 a	0,15 a	21,00 a	315,2 a	52,70 b

MODALIDADE	Na (cmol (+)/kg)	K (cmol (+)/kg)	Ca (cmol (+)/kg)	Mg (cmol (+)/kg)
Testemunha	0,26 c	0,13 c	36,58 cd	12,95 c
RSU (100%)	0,29 c	0,13 c	37,83 b	13,37 bc
Borra de Café (100%)	0,37 a	0,18 a	35,89 d	13,23 bc
Mistura (A) de 10% de borras de café	0,33 b	0,15 b	37,36 bc	13,62 b
Mistura (C) de 30% de borras de café	0,29 c	0,12 d	36,97 bc	13,37 bc
Mistura (E) de 50% de borras de café	0,34 ab	0,13 c	39,12 a	14,10 a

* Nas colunas os valores seguidos de letras diferentes, diferem significativamente para $p \leq 95\%$.

6. CONCLUSÕES

Com este trabalho pretendeu-se estudar a possibilidade de utilização agrícola de misturas de compostos de RSU e de borras de café não compostadas. Pretendia-se que a mistura final encontrada possa ter uma melhor classificação dentro dos compostos especialmente em termos de concentração em metais pesados, o que hipoteticamente ficou demonstrado, e que não tenha problemas de utilização como fertilizante orgânico. Os resultados obtidos com os testes efetuados foram contraditórios uma vez que nem sempre apontaram no mesmo sentido. Com efeito nos ensaios de germinação concluiu-se que nas modalidades em que se efetuaram misturas, o Índice de Germinação (IG) foi semelhante ao obtido para a modalidade em que utilizou RSU extreme, ou seja, a indicar que a mistura da borra de café não influenciou de forma negativa a germinação da espécie utilizada, o *Lepidium sativum* L.. Já no caso da utilização de borra de café extreme, o IG foi fortemente afetado devido essencialmente a uma diminuição acentuada do comprimento médio radicular. Por outro lado, no teste do Índice de Crescimento (IC) concluiu-se que não seria desejável qualquer mistura de borra com composto de RSU pois originava uma diminuição acentuada do IC. Foi postulado que este teste não seria o mais indicado para o fim em causa pois essencialmente trata-se dum teste destinado a avaliar o estado de maturação de um composto e a borra de café utilizada não tinha sido sujeito a um processo de estabilização biológica por compostagem, o que originou um produto com um estado de maturação incompleto.

Finalmente nos ensaios de vegetação em vasos foi possível concluir que os resultados obtidos estavam em certa medida em consonância com os obtidos com o IG. De facto conclui-se que misturas de borra de café com composto de RSU até 30% do total não originaram qualquer efeito depressivo. Para misturas iguais ou superiores a 50% de borra conclui-se que houve uma diminuição da produção da alface. Tal como outros estudos já efetuados parece ser consensual que misturas de borra e composto de RSU em baixas percentagens parecem não ter um efeito depressivo sobre o crescimento das alfaces. Juntando este facto com a composição hipotética em termos de metais pesados das misturas conclui-se que será possível a utilização de misturas de borra com composto de RSU até 30% v/v sem afetar o desenvolvimento das alfaces e com a vantagem de o corretivo final passar da classe IIA para a classe II o que seria bastante importante. Pensamos que mais estudos devem ser efetuados, com outras plantas, para esclarecer melhor a situação. Por outro lado como uma das finalidades era a obtenção de uma melhor classificação do composto final será necessário efetuar novos ensaios em que se utilize na mistura uma borra de café compostada e um composto de RSU ou se faça de início uma adição de borra de café ao RSU a compostar.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, R. C., Casal, S., Oliveira, B., 2009. Benefícios do café na saúde: mito ou realidade?. Química Nova, 32, p. 2169-2180.

Andrade, K. S., Gonçalves, R. T., Maraschin, M., Valle, R. M. R., Martínez, J., Ferreira, S. R. S., 2011. Supercritical fluid extraction from spent coffee grounds and coffee husks: Antioxidant activity and effect of operational variables on extract composition, Talanta 88, p. 544–552.

Anónimo 1, 2009 - 2010. European Coffee Report. http://www.ecf-coffee.org/index.php?option=com_content&view=article&id=35&Itemid=94, acessado em Dezembro 2014.

Arruda, R. D. P., 2006. Estudo das Potencialidade das Borrás de Café para valorização Agrícola. Relatório do trabalho de fim de curso de Engenharia Alimentar, Instituto Superior de Agronomia – UTL.

Azuma, K., Ippoushi, K., Nakayama, M., Ito, H., Higashio, H., Terao, J., 2000. Absorption of chlorogenic acid and caffeic acid in rats after oral administration. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48, p. 5496-5500.

Berrow, M. L., Stein, W. M., 1983. Extraction of metals from soils and sewage sludges by refluxing with aqua regia. Analyst, 108, p. 277-285

Bravo, J., Arbillaga, L., Peña, M. P., Cid, C., 2013. Antioxidant and genoprotective effects of spent coffee extracts in human cells. Food and Chemical Toxicology, 60, p. 397–403.

Bravo, J., Monente, C., Juániz, I., Peña, M. P., Cid, C., 2010. Influence of extraction process on antioxidant capacity of spent coffee. Food Research International, 50 (2), March 2013, p. 610-616.

Brinton, W.F., 2002. Compost Quality Standards & Guidelines. Ed. Woods And Research Laboratory, Inc..

Burdryn, G., Nebesny, E., Podswdek, A., Materska, M., Jankowski, S., Janda, B., 2009. Effect of different extraction methods on the recovery of chlorogenic acids, caffeine and Maillard reaction products in coffee bean. *Eur. Food Res. Technol.* 228, p. 913-922.

CAN/BNQ (1996 modificado em 1997). *Organic Soil Conditioners – Compost*. CAN/BNQ 0413-200, seção 9.3.3: p. 12-14.

Ciavatta, C., Govi, M., Pasotti, L. & Sequi, P., 1993. Changes in organic matter during stabilization of compost from municipal solid wastes. *Bioresour. Technol.*, 43. p. 141-145.

Cruz, R., Gomes, T., Ferreira, A., Mendes, E., Baptista, P., Cunha, S., Pereira, J. A., Ramalhosa, E., 2013. Antioxidant activity and bioactive compounds of lettuce improved by espresso coffee residues. *Food Chemistry*, 145, p. 95–101.

Cruz, R., Morais, S., Mendes, E., Pereira, J. A., Baptista, P., Casa, S., 2014. Improvement of vegetables elemental quality by espresso coffee residues. *Food Chemistry*, 148, p. 294-299.

Cruz, S., Cordovil, Cláudia M. d S., 2015. Espresso coffee residues as a nitrogen amendment for small-scale vegetable. *Journal of the Science of Food and Agricultural*. DOI: 10.1002/jsfa.7325.

Cullen, M., 2003. Wake up your garden with Starbucks coffee grounds – A circular strategy for organics. Ontario waste management association - Rethink Organic Waste - , Toronto.

Dinsdale, R. M., Hawkes, F. R., Hawkes, D. L., 1996. The mesophilic and thermophilic anaerobic digestion of coffee waste containing coffee grounds. *Water Research*, 30 (2), p. 371–377.

Dantas, A.M., 2011. *Materiais orgânicos e produção de alface americana*. Monografia de graduação em Agronomia. Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária.

DG-ENV 2001 – Documento de Trabalho: Tratamento Biológico de Resíduos Biodegradáveis, DG-ENV. A.2.

DG-ENV 2003 - Documento de Trabalho: Lamas e Resíduos Biológicos, DG-ENV. A.2/LM.

Egner, H., Riehn, H., Domingo, W., 1960. Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung. *Kungliga Lantbrukshögskolans Annaler* 26: p.199-215.

Esquivel, P., Jiménez, V. M., 2012. Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International*, 46 (2), p. 488-495.

Fan, L., Soccol, C., Pandey, A., 2000. Produção do cogumelo comestível – *Flammulina velutipes* em casca e borra de café. *Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*: p. 687-690

Ferreira, A. D., 2011. Influência da borra de café no crescimento e nas propriedades químicas e biológicas de plantas de alface (*Lactuca sativa* L.). Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Qualidade e Segurança Alimentar”. Instituto Politécnico de Bragança, Bragança.

Farrell, M., Jones, D. L., 2009. Critical evaluation of municipal solid waste composting and potential compost markets. *Bioresource Technology*, 100 (19), p. 4301–4310.

Gonçalves, M. S., 2005. Gestão de Resíduos Orgânicos. Sociedade Portuguesa de Inovação (1ª Edição), Porto.

He, X., Logan, T., Traina, S., 1995. Physical and chemical characteristics of selected U.S. municipal solid waste composts. *J. Environ. Qual.* 24, p. 543-552.

Hollingsworth, R.G., Armstrong, J.W., Campbell, E., 2002. Caffeine as a repellent for slugs and snails. *Nature*: p. 915-916

Horneck, D., Miller, R., 1998. Determination of total nitrogen in plant tissue. In Y. Kalra (ed.), *Handbook of Reference Methods for Plant Analysis*. Florida: CRC Press LLC. p. 75-83.

Houba V. J. G., Lee, J. J. V. der, Novozamsky, I., Walinga, I., 1989. Soil and plant analysis, a series of syllabi, part 5, soil analysis procedures. Wageningen Agricultural University, Wageningen.

Iglesias-Jimenez, E., Alvarez, C., 1993. Apparent availability of nitrogen in compost municipal refuse. *Biol. Fert. Soils* 16, p. 313-318.

Jodice, R., 1989. Parametri chimici e biologici per la valutazione della qualità del compost. In: Proceedings of the Compost Production and Use – International Symposium, S. Michelle all'Adige, p. 363-384

Karak, T., Paul, K. R., Sonar, I., Sanyal, S., Ahmed, K. Z. , Boruah, R., Amrit, D. K. Das, Dutta, 2014. Chromium in soil and tea (*Camellia sinensis* L.) infusion: Does soil amendment with municipal solid waste compost make sense? *Food Research International*, 64, p. 114–124

Lakanen, E., Ervio, R., 1971. Comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soils. *Acta Agr. Finn* 23: p. 223-232.

Liu, K., Price, G. W., 2011. Evaluation of three composting systems for the management of spent coffee grounds. *Bioresource Technology*, 102 (17), p. 7966–7974.

Machado, M. S. E., Rodriguez-Jasso, R. M., Teixeira, J. A., Solange, I. Mussatto, 2011. Growth of fungal strains on coffee industry residues with removal of polyphenolic compounds, *Biochemical Engineering Journal*, 60, p. 87-90.

Marti, B., Muñoz, R., 1957. Flame photometry. Elsevier Publishing Company, New York. p 271.

Matos, A. T., 2003. Tratamento e Destinação Final dos Resíduos Gerados no Beneficiamento do Fruto do Cafeeiro. In: ZAMBOLIN, L., *Produção Integrada de Café*. Viçosa: UFV: DFP, 710, p. 648 a 695.

Matos, C. M. O., 2011 – Formulação e avaliação de substrato para a produção de plantas aromáticas envasadas em modo de produção biológica. Dissertação para a obtenção do grau de mestre em Engenharia Agronómica, ISA-UTL, Lisboa.

Mbarki, S., Labidi, N., Mahmoudi, H., Jedidi, N., Abdelly, C., 2008. Contrasting effects of municipal compost on alfalfa growth in clay and in sandy soils: N, P, K, content and heavy metal toxicity. *Bioresource Technology*, 99, p. 6745–6750.

Mkhabela, M.S., Warman, P.R., 2003. The influence of municipal solid waste compost on yield, soil phosphorus availability and uptake by two vegetable crops grown in a Pugwash sandy loam soil in Nova Scotia. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 106. p. 57–67.

Martínez-Blanco, J., Muñoz, P., Antón, A., Rieradevall, J., 2009. Life cycle assessment of the use of compost from municipal organic waste for fertilization of tomato crops. *Resources, Conservation and Recycling*, 53 (6), p. 340–351.

Moldes, A., Cendo'n, Y., Barral, M.T., 2006. Evaluation of municipal solid waste compost as a plant growing media component, by applying mixture design. *Bioresource Technology* 98 p. 3069–3075.

Montgomery, D. C. 1991. *Design and Analysis of Experiments*. John Wiley and Sons Inc, New York, USA.

Moreno, J.L., 1999. *La matéria orgânica en los agrosistemas*. Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, p. 174.

Murthy, P. S., Madhava, M., Naidu, R., 2012. Sustainable management of coffee industry by products and value addition - A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 66, p. 45–58.

Mussatto, S. I., Ballesteros, L. F., Martins, S., Teixeira, J. A., 2011 a. Extraction of antioxidant phenolic compounds from spent coffee grounds, *Separation and Purification Technology*, 83, p. 173–179.

Mussatto, S. I., Carneiro, L. M., Silva, J. P. A., Roberto, I. C., Teixeira, J. A. 2011 b. A study on chemical constituents and sugars extraction from spent coffee grounds, *Carbohydrate Polymers*, 83 (2), p. 368–374.

Oliveira, C., 2011. *Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente – Tecnologias Ambientais*. ISA - Instituto Superior de Agronomia (UL), Lisboa.

Oliveira, T., Dias, R. R., 2011. *Tendências Económicas-sociais no Consumo de Café em Portugal para 2021*, IPAM – Instituto Português de Administração e Marketing, do Porto.

Ouni, Y., Albaceteb, A., Canterob, E., akhdara, A., Abdellya, C., Pérez-Alfoceab, F., Barhoum, Z., 2013. Influence of municipal solid waste (MSW) compost on hormonal status and biomass partitioning in two forage species growing undersaline soil conditions. *Ecological Engineering* 64, p. 142–150.

Pandey A., Soccol, C. R., Nigam, P., Marca, D., Mohan, R., Roussos, S., 2000. Biotechnological potential of coffee pulp and coffee husk for bioprocesses, *Biochemical Engineering Journal*, 6 (2), p. 153–162.

Paré, T., Gregorich, E. G. & Dinel, H., 1997. Effects of Stockpiled and composted manures on germination and initial growth of access (*Lepidium sativum* L.). *Biological Agriculture and Horticulture* 14: p. 1-11

PERSU 2020, APA, 2014, - Avaliação Ambiental do PERSU 2020, Documento de trabalho de Julho de 2014.

Plaza, M. G., González, A. S., Pevida, C., Pis, J. J., Rubiera, F., 2012. Valorisation of spent coffee grounds as CO₂ adsorbents for postcombustion capture applications. *Applied Energy*, 99, p. 272–279.

Pfluger, R. A., C. L. Mantell, 1975. *Solid wastes: origin, collection, processing, and disposal*, Wiley, New York.

Queda, C. C., 1999. Dinâmica do azoto durante a compostagem de materiais biológicos putrescíveis. Tese de Doutoramento em Engenharia Agro-Industrial. ISA-UTL – Lisboa.

Ramalakshmi, K., Rao, L. J. M., Takano-Ishikawa, Y., Goto, M., 2009. Bioactivities of low-grade green coffee and spent coffee in different in vitro model systems. *Food Chemistry*, 115, p. 79–85

RARU 2011, APA – Relatório Anual de Resíduos Urbanos, 2011. Agência Portuguesa do Ambiente, Governo Português. Resíduos Urbanos – Relatório Anual, 2011.

RARU 2012, APA – Relatório Anual de Resíduos Urbanos, 2012. Agência Portuguesa do Ambiente, Governo Português. Resíduos Urbanos. Relatório Anual 2012.

Santos, J. Q., 2012. FERTILIZAÇÃO, Fundamentos da utilização dos adubos e corretivos, 4ª Edição das Publicações Europa-América.

Santos, J. Q., 1995. Interesse fertilizante e ecológico dos resíduos sólidos urbanos. Ciclostilado do Departamento de Química Agrícola e Ambiental.

Simard, J. J., 1993. Ammonium acetate – Extractable elements. In Soil Sampling and Methods of Analysis, Canadian Society of Soil Science, Lewis Publishers.

Soumare, M., Tack, F., Verloo, M., 2003. Characterization of Malian and Belgian solid waste composts with respect of fertility and suitability for land application. *Waste Manag.* 23, p. 517-552.

Strickland, J. H., Parsons, T. R. 1965. A manual of sea water analysis, with special reference to the more common micronutrients and to particulate organic material. Fisheries Research Board of Canada, Bull n° 125, p. 203-215.

Tiquia, S. M., Tam, N. F. Y., Hodgkiss, I. J., 1996. Effects of composting on phytotoxicity of spent pig-manure sawdust litter. *Environmental Pollution*, 93, p. 249-256.

Vallini, G., 1995. Compost. In *Dizionario dell'ambiente*. G. Gamba & G. Martignetti (eds), ISEDI, UTET Libreria, Torino, p. 173-174

Vogtman, H., Besson, J.M. 1958. European Composting Methods: treatment and use of farm yard manure and slurry. In *Compost Scienc/Land Utilization*. Reprinted in: EFRC (1980), The research needs of biological agriculture in Great Britain, Elm Farm Research Centre Report n° 1.

Zucconi, F., Pera, A., Forte M. & de Bertoldi, M., 1981. Evolution toxicity of immature compost. *Biocycle* 22: p. 54-57

Zuorro, A., Lavecchia, R., 2012. spent coffee grounds as a valuable source of phenolic compounds and bioenergy. *Journal of Cleaner Production*, 34, p. 49–56.

Ximenes, M. A., 2010. A tecnologia Pós-Colheita e Qualidade Física Organoléptica do Café Arábica de Timor. Dissertação para Obtenção do grau de Mestra em Engenharia Alimentar. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

Warmana, P.R., Rodd, A.V., Hicklenton, P., 2009. The effect of MSW compost and fertilizer on extractable soil elements and the growth of winter squash in Nova Scotia. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 133, p. 98–102

7.1. Multimédia

<http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84> acedido em 22-11-2014.

<http://www.aicc.pt/associados.html> acedido on-line 21-11-2015:

European Coffee Federation (ECF), Relatório “European Coffee Report 2013/2014”, publicado em Julho de 2014. Acedido on-line 21-11-2015: <http://www.ecf-coffee.org/>

FAO, 2010. “Medium-term prospects for agricultural Commodities”. Documento acedido online: (<http://www.fao.org/docrep/006/y5143e/y5143e0v.htm>)

Decreto-Lei nº 73/2011, de 17 de junho. Consultado on-line, em Novembro de 2014: http://www.apambiente.pt/_zdata/Políticas/Resíduos/DL_73_2011_DQR.pdf e <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84>

Decreto-Lei nº 103/2015, de 15 de junho. Consultado on-line, em Março de 2016 <https://dre.pt/application/conteudo/67485179>

ICO, 2009. Statistics on Coffee – Portugal. Documento online (http://www.ico.org/profiles_e.asp?section=Statistics)

INE - Instituto Nacional de Estatística, I.P., Estatísticas Agrícolas 2010, Edição 2011, pág. 109. Acedido em on-line: www.ine.pt

ANEXOS



Av. Rovisco Pais - 1049-001 Lisboa
 Tel: 21 841 7944 Fax: 21 841 7910 email: labanalises@laist.ist.utl.pt
 N.º 10207988 http://laist.ist.utl.pt

Boletim de Análise
 N.º 14089-14



Análise Bacteriológica de Composto

Requisição n.º 02151 de 2014-05-26
 Início da Análise em: 2014-05-26
 Conclusão da Análise em: 2014-05-03

Dados da Amostra

Origem: DC 14/10351

Colheita

Colhida por: Cliente

Ponto de Colheita:

Efectuada em: 2014-05-26

Obec: ---

Rótulo: [Lots 131011](#)

Cliente:

Valorsul-Val. Trat. Res. Sólidos Regiões Lisboa e Oeste S.A.
 Plataforma Ribeirinha da CP - Est. Mercadorias Bobadela
 2696-801 S. João da Talha

Matriz: Resíduo

Resultados

Nota(s): Determinação a partir do sluzão segundo o método M.M. 9.24 (2013-05-23)

Parâmetro	Resultado	Método
Escherichia coli	Não detetado (NMP) / g	M.M. 9.20 (2013-04-04)
Pesquisa de Salmonella spp	Negativo / 25 g	ISO 6079:2002
Enterobactérias (*)	10 ufc / g	Método Filotata

Lisboa, 2014-05-04

O Laboratório de Análises

Filipa Maciel

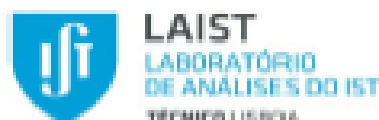
Filipa Maciel
 (Responsável de Análises)

O ensaio assinalado com (*) não está incluído no âmbito da acreditação

Os resultados reportados neste boletim referem-se exclusivamente à amostra e ao método analisados. Não devem ser usados para qualquer outra finalidade. A responsabilidade dos resultados obtidos é exclusiva do cliente, independentemente do método utilizado, não sendo possível garantir a ausência de erros. Caso de dúvida contactar o laboratório mediante e-mail: laist@laist.ist.utl.pt

10188 Enviado: 10/05/2014 10:00:00 AM; 10188 Enviado: 10/05/2014 10:00:00 AM; 10188 Enviado: 10/05/2014 10:00:00 AM; 10188 Enviado: 10/05/2014 10:00:00 AM; 10188 Enviado: 10/05/2014 10:00:00 AM; 10188 Enviado: 10/05/2014 10:00:00 AM; 10188 Enviado: 10/05/2014 10:00:00 AM; 10188 Enviado: 10/05/2014 10:00:00 AM; 10188 Enviado: 10/05/2014 10:00:00 AM; 10188 Enviado: 10/05/2014 10:00:00 AM

Análises do Composto de RSU – Valorsul (LAIST)



Av. Rovisco Pais - 1049-001 Lisboa
Tel: 21 841 794 - Fax: 21 841 792 - email: laboratorios@laist.ist.pt
NºP: 83202920 - http://www.laist.pt

Boletim de Análise Nº 14090-14



Análise Química do Composto

Requisição nº 02151 de 2014-05-26
Início da Análise em: 2014-05-26
Conclusão da Análise em: 2014-05-18

Cliente:

Valorsul-Val. Trat. Res. Sólidos Regiões Lisboa e Oeste S.A.
Plataforma Ruberinha da CP - Est. Mercadorias Bobadela
2696-801 S. João da Talha

Dados da Amostra

Origem: OC 14/10351

Matriz: Resíduo

Colheita

Colhida por: Cliente

Ponto de Colheita:

Decorreu em: 2014-05-26

Obs: ---

Rótulo: Lote 133011

Resultados

Nota(s): (m.a.) - matéria seca

Parâmetro		Resultado	Método
Humidade	(*)	46 %	EN 15040
Matéria Orgânica	(*)	41 % (m.a.)	EN 15099
pH	(*)	8,1 (a 22°C)	EN 15007
Condutividade	(*)	2,8 mS/cm	EN 15008
Azoto Total	(*)	24200 mg N/kg (m.a.)	EN 15054-1:2001
Carbono Orgânico Total		29 % (m.a.)	M.M. 8.6 (A, B) (2009-05-06)
Enxofre Total		< 3,7 % (m.a.)	M.M. 8.6 (A, B) (2009-05-06)
Fósforo Total		85000 mg P2O5/kg (m.a.)	ISO 11885:2007
Potássio Total		13000 mg K2O/kg (m.a.)	ISO 11885:2007
Cálcio Total		210000 mg CaO/kg (m.a.)	ISO 11885:2007
Magnésio Total		18000 mg MgO/kg (m.a.)	ISO 11885:2007
Cádmio Total		1,9 mg/kg (m.a.)	ISO 11885:2007
Cromo Total		36 mg/kg (m.a.)	ISO 11885:2007
Cobre Total		145 mg/kg (m.a.)	ISO 11885:2007
Níquel Total		15 mg/kg (m.a.)	ISO 11885:2007
Chumbo Total		27 mg/kg (m.a.)	ISO 11885:2007
Zinco Total		479 mg/kg (m.a.)	ISO 11885:2007
Mercurio Total		1,4 mg/kg (m.a.)	M.M. 5.8 (SAA-VF) (2013-04-24)
Boro Total		39 mg/kg (m.a.)	ISO 11885:2007

O ensaio analisado com (*) não está incluído no âmbito da acreditação.

Os resultados apresentados neste boletim referem-se apenas aos dados e parâmetros analisados. Os boletins de análises abrangem apenas os resultados.
A competência em matéria ambiental e química, representada e limitada ao âmbito de acreditação, pode ser comprovada pelo relatório de avaliação de conformidade emitido pelo Laboratório Técnico de Análises do Instituto Superior Técnico.

Este documento, incluindo fotografias, impressões digitais, identificação e/ou qualquer outro elemento de identificação, constitui uma cópia verdadeira e fiel do documento original. Qualquer alteração ou modificação deste documento constitui uma falsificação.

BOLETIM ANALÍTICO N.º 06 VALORSUL/2014

Cliente: VALORSUL

Tipo de Amostra: Amostra de composto orgânico proveniente da ETVO - Amadora, VALORSUL

Código da Amostra: ETVO Valorsul Lote 131011, Encomenda n.º 14/10330 de 12/02/2014

Data de receção da amostra no Laboratório: 26/05/2014

Amostra entregue por: Transportador

Data de Emissão: 07/07/2014

PARÂMETRO	RESULTADO	UNIDADE	MÉTODO/NORMA DE ENSAIO
Avaliação da Germinação de Infestantes e Partes de Plantas com Capacidade Germinativa	0	L ⁻¹ de amostra	Norma ONORM S 2023
Teste do auto-aquecimento (vasos Dewar) ⁽¹⁾	Classe V (Temperatura máxima alcançada no ensaio 27,1 °C)	---	Guttesichen Kompost RAL-GZ 251 (1992)
Granulometria partículas de dimensão:			
>a 20 mm	0,00	% (na amostra seca a 105 °C)	Methods book for the analysis of compost (1994) Federal Compost Quality Assurance Organization, pp. 41-43
< 20 mm e > 10 mm	0,00	% (na amostra seca a 105 °C)	
< 10 mm e > 5 mm	0,00	% (na amostra seca a 105 °C)	
< 5 mm e > 2 mm	13,75	% (na amostra seca a 105 °C)	
< 2 mm e > 1 mm	35,94	% (na amostra seca a 105 °C)	
< 1 mm	50,31	% (na amostra seca a 105 °C)	
Teor de Inertes			
Material estranho ⁽²⁾	0,35	% (na amostra seca a 105 °C)	Methods book for the analysis of compost (1994) Federal Compost Quality Assurance Organization, pp. 41-43
Pedras ⁽³⁾	0,00	% (na amostra seca a 105 °C)	
Massa volumica	0,760	kg dm ⁻³	EN 13040:1999

⁽¹⁾ Segundo o documento de referência LAGA - Merkblatt M 10 (1995) os compostos são classificados em função da temperatura máxima alcançada no Teste do Auto-Aquecimento de acordo com a seguinte tabela:

Designação	Temperatura máxima	Classe de estabilidade
Material inicial	>60 °C	I
Composto fresco	50-60 °C	II
Composto fresco	40-50 °C	III
Composto maturado	30-40 °C	IV
Composto maturado	<30 °C	V

⁽²⁾ Vidro, plástico, metais, borracha, etc. com partículas de dimensão superior a 2 mm.

⁽³⁾ Pedras com dimensão superior a 5 mm.

O Responsável

Professora Auxiliar Ana Cristina Cunha Queada

Os resultados constantes neste Boletim Analítico referem-se exclusivamente às amostras enviadas.
Este Boletim só pode ser reproduzido na totalidade.

Análise à matéria seca e humidade do IC e do IG

Cap. Peso (g)	Cap. + Mat. Húmido peso (g)	Cap.+ Mat. Seco peso (g)	Mat. Húmido peso (g)	Mat. Seco peso (g)	% Mat. Seca	% Humidade
33,72	38,76	36,84	5,04	3,12	61,905	38,095
38,11	43,16	41,24	5,05	3,13	61,980	38,020
37,23	42,23	40,34	5,00	3,11	62,200	37,800
Amostra RSU				Média	62,028	37,972
				Desvio Padrão	0,153	0,153
				Erro	0,247	0,404

Cap. Peso (g)	Cap. + Mat. Húmido peso (g)	Cap.+ Mat. Seco peso (g)	Mat. Húmido peso (g)	Mat. Seco peso (g)	% Mat. Seca	% Humidade
32,32	37,34	34,43	5,02	2,11	42,032	57,968
34,25	39,27	36,36	5,02	2,11	42,032	57,968
38,38	43,40	40,48	5,02	2,10	41,833	58,167
Amostra Borras de Café				Média	41,965	58,035
				Desvio Padrão	0,115	0,115
				Erro	0,274	0,198

Cap. Peso (g)	Cap. + Mat. Húmido peso (g)	Cap.+ Mat. Seco peso (g)	Mat. Húmido peso (g)	Mat. Seco peso (g)	% Mat. Seca	% Humidade
34,03	39,05	36,96	5,02	2,93	58,367	41,633
33,79	38,80	36,74	5,01	2,95	58,882	41,118
33,21	38,23	36,18	5,02	2,97	59,163	40,837
Amostra Modalidade A				Média	58,804	41,196
				Desvio Padrão	0,404	0,404
				Erro	0,687	0,981

Cap. Peso (g)	Cap. + Mat. Húmido peso (g)	Cap.+ Mat. Seco peso (g)	Mat. Húmido peso (g)	Mat. Seco peso (g)	% Mat. Seca	% Humidade
33,56	38,59	36,43	5,03	2,87	57,058	42,942
34,43	39,47	37,29	5,04	2,86	56,746	43,254
43,55	48,57	46,42	5,02	2,87	57,171	42,829
Amostra Modalidade B				Média	56,992	43,008
				Desvio Padrão	0,220	0,220
				Erro	0,386	0,512

Análise à matéria seca e humidade do IC e do IG

(continuação)

Cap. Peso (g)	Cap. + Mat. Húmido peso (g)	Cap.+ Mat. Seco peso (g)	Mat. Húmido peso (g)	Mat. Seco peso (g)	% Mat. Seca	% Humidade
67,95	72,95	70,67	5,00	2,72	54,400	45,600
73,41	78,44	76,17	5,03	2,76	54,871	45,129
57,81	62,84	60,58	5,03	2,77	55,070	44,930
Amostra Modalidade C				Média	54,780	45,220
				Desvio Padrão	0,344	0,344
				Erro	0,628	0,760

Cap. Peso (g)	Cap. + Mat. Húmido peso (g)	Cap.+ Mat. Seco peso (g)	Mat. Húmido peso (g)	Mat. Seco peso (g)	% Mat. Seca	% Humidade
63,57	68,58	66,31	5,01	2,74	54,691	45,309
69,71	74,73	72,43	5,02	2,72	54,183	45,817
75,39	80,39	78,11	5,00	2,72	54,400	45,600
Amostra Modalidade D				Média	54,425	45,575
				Desvio Padrão	0,255	0,255
				Erro	0,468	0,559

Cap. Peso (g)	Cap. + Mat. Húmido peso (g)	Cap.+ Mat. Seco peso (g)	Mat. Húmido peso (g)	Mat. Seco peso (g)	% Mat. Seca	% Humidade
64,24	69,25	66,85	5,01	2,61	52,096	47,904
64,23	69,26	66,85	5,03	2,62	52,087	47,913
74,63	79,69	77,29	5,06	2,66	52,569	47,431
Amostra Modalidade E				Média	52,251	47,749
				Desvio Padrão	0,276	0,276
				Erro	0,528	0,577

Cálculo do Índice de Crescimento (IC)

	Testemunha	AMOSTRAS				
		RSU	Borras de Café	Modalidade A	Modalidade C	Modalidade E
Peso seco (g)	0,2096	0,1767	0,0276	0,0341	0,0369	0,0424
	0,1932	0,2037	0,0334	0,0398	0,0423	0,0462
	0,1790	0,2068	0,0261	0,0388	0,0347	0,0421
	0,1729	0,1713	0,0319	0,0360	0,0392	0,0397
Médias	0,1887	0,1896	0,0298	0,0372	0,0383	0,0426

IC (%)	93,6531	14,6283	18,0734	19,5574	22,4725
	107,9634	17,7024	21,0945	22,4195	24,4866
	109,6065	13,8333	20,5645	18,3914	22,3135
	90,7910	16,9074	19,0804	20,7765	21,0415
Médias	100,5035	15,7679	19,7032	20,2862	22,5785

Índice de Germinação (IG) – RSU

Testemunha A										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	5	7	7	7	7	7	7	7	7
MNSG	6,800									
Comprimento da Radícula (mm)	10	3	6	8	11	8	5	7	0,5	9
	7	10	6	7	6	6	10	12	8	5
	4	4	7	6	10	1	9	12	8	4
	10	11	7	10	11	8	2	9	5	4
	8	10	7	4	9	9	7	10	8	7
	9		6	8	8	9	7	8	5	5
	5		6	4	5	9	8	8	6	4
Média Comp. Radícula	7,571	7,600	6,429	6,714	8,571	7,143	6,857	9,429	5,786	5,429
	7,153									

Testemunha B										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7
MNSG	6,900									
Comprimento da Radícula (mm)	10	11	9	0,5	2	1	0,5	2	1	0,5
	7	12	10	8	2	7	0,5	4	3	2
	7	5	7	5	4	11	0,5	9	7	0,5
	9	9	13	10	10	11	4	11	8	10
	7	6	5	3	9	9	10	11	14	13
	5	5	8	7	10	8	12	13	13	13
	7	3	8		11	11	11	8	10	9
Média Comp. Radícula	7,429	7,286	8,571	5,583	6,857	8,286	5,500	8,286	8,000	6,857
	7,265									

Testemunha C										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	7	6	6	7	6	6	7	7	7
MNSG	6,600		MÉDIA GERAL NSG			6,767				
Comprimento da Radícula (mm)	0,5	3	3	0,5	0,5	3	0,5	5	9	0,5
	1	4	8	5	0,5	3	1	2	9	8
	4	12	9	5	10	8	8	5	5	9
	13	7	6	8	11	3	10	7	10	9
	10	5	7	10	11	6	9	10	9	11
	9	8	9	11	10	12	9	7	9	8
	11	11			8			6	11	9
Média Comp. Radícula	6,929	7,143	7,000	6,583	7,286	5,833	6,250	6,000	8,857	7,786
	6,967									

Média Geral Comp. Radícula	7,128									
----------------------------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

RSU - Amostra A										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	6	6	6	6	5	7	7	7	7	7
MNSG	6,400									
Comprimento da Radícula (mm)	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	5	0,5	0,5	0,5
	4	6	7	5	3	3	10	15	13	0,5
	3	10	11	6	13	9	6	11	9	7
	9	8	8	10	11	5	3	8	12	13
	12	8	3	7	11	7	3	12	9	3
	5	11	9	8		8	6	9	12	12
						12	13	11	6	9
Média Comp. Radícula	5,667	7,250	6,417	6,083	7,700	6,357	6,571	9,500	8,786	6,429
	7,076									

% Índice de Germinação	93,886
------------------------	--------

RSU - Amostra B										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	7	7	7	7	7	7	6	6	7
MNSG	6,800									
Comprimento da Radícula (mm)	0,5	0,5	0,5	2	14	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	12	8	0,5	4	10	8	0,5	10	8	1
	7	5	1	7	13	8	7	10	7	11
	7	10	8	6	10	11	9	9	8	10
	8	7	7	9	6	11	7	13	9	7
	9	5	12	10	9	9	10	10	11	12
10	9	6	10	11	3	10			10	
Média Comp. Radícula	7,643	6,357	5,000	6,857	10,429	7,214	6,286	8,750	7,250	7,357
	7,314									

% Índice de Germinação	103,114
------------------------	---------

RSU - Amostra C										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	7	7	7	7	7	7	5	7	7
MNSG	6,800									
Comprimento da Radícula (mm)	13	0,5	0,5	2	12	3	0,5	6	2	1
	9	5	12	15	10	9	0,5	11	3	9
	12	4	10	13	12	8	0,5	13	8	6
	10	10	7	11	7	5	9	10	11	12
	5	8	12	11	11	9	9	12	10	13
	9	10	2	10	11	11	10		7	8
10	12	11	13	7	13	11		8	11	
Média Comp. Radícula	9,714	7,071	7,786	10,714	10,000	8,286	5,786	10,400	7,000	8,571
	8,533									

% Índice de Germinação	120,293
------------------------	---------

Índice de Germinação (IG) – Borrás de Café

Testemunha A										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	6	7	5	7	7	7	7	6	7	7
MNSG	6,600									
Comprimento da Radicula (mm)	1	2	0,5	10	0,5	1	4	8	7	9
	0,5	9	2	10	8	1	11	10	10	8
	2	9	11	10	11	8	7	12	2	4
	2	10	6	8	11	9	6	8	12	7
	11	8	7	6	7	11	7	7	10	7
	7	13		7	5	10	10	9	10	6
				11	11	10	12		8	9
Média Comp. Radicula	3,917	7,286	5,300	8,857	7,643	7,143	8,143	9,000	8,429	7,143
	7,286									

Testemunha B										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	6	6	7	7	7	7	6	7	7	7
MNSG	6,700									
Comprimento da Radicula (mm)	13	1	0,5	0,5	0,5	0,5	11	5	0,5	0,5
	6	3	3	2	4	10	10	7	11	3
	9	11	2	8	2	12	3	10	7	12
		9	12	5	5	11	10	6	3	2
	10	9	13	12	8	5	9	8	7	12
	7	6	13	9	8	12	9	13	5	7
			12	4	12	8		7	7	11
Média Comp. Radicula	7,500	6,500	7,929	5,786	5,643	8,357	8,667	8,000	5,786	6,786
	7,095									

Testemunha C											
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
NSG	7	7	7	6	5	7	7	7	7	7	
MNSG	6,700		MÉDIA GERAL NSG				6,667				
Comprimento da Radicula (mm)	0,5	1	12	0,5	5	0,5	1	5	3	0,5	
	0,5	3	8	8	11	0,5	0,5	10	3	9	
	8	1	12	10	8	8	8	9	8	6	
	9	6	9	11	6	6	12	10	7	10	
	13	8	11	12	7	2	5	11	12	10	
	8	11	10	11		11	11	7	7	5	
	9	10	12			6	11	10	12	11	
Média Comp. Radicula	6,857	5,714	10,571	8,750	7,400	4,857	6,929	8,857	7,429	7,357	
	7,472										

MÉDIA GERAL COMP. RAD.	7,285									
-------------------------------	--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Borras de café - Amostra A										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	5	5	5	4	5	7	6	5	7
MNSG	5,600									
Comprimento da Radícula (mm)	1	0,5	0,5	3	2	2	3	3	4	0,5
	1	0,5	2	0,5	2	2	2	3	2	0,5
	1	1	1	0,5	1	1	2	2	1	0,5
	0,5	1	0,5	1	0,5	0,5	2	1	0,5	2
	1	1	0,5	1		0,5	0,5	0,5	0,5	1
	1						0,5	0,5		0,5
	1						0,5			1
Média Comp. Radícula	0,929	0,800	0,900	1,200	1,375	1,200	1,500	1,667	1,600	0,857
	1,203									

% Índice de Germinação	13,869
-------------------------------	---------------

Borras de café - Amostra B										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	6	7	7	5	7	5	6	6	7	6
MNSG	6,200									
Comprimento da Radícula (mm)	0,5	8	3	0,5	2	2	1	3	0,5	4
	0,5	3	3	0,5	1	2	1	2	0,5	2
	2	2	4	4	1	1	1	2	0,5	1
	2	2	2	2	0,5	1	2	1	3	0,5
	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	1	2	0,5
	1	0,5	0,5		0,5		0,5	0,5	1	0,5
		0,5	0,5		0,5				1	
Média Comp. Radícula	1,167	2,429	2,000	1,600	0,857	1,300	1,000	1,583	1,214	1,417
	1,457									

% Índice de Germinação	18,597
-------------------------------	---------------

Borras de café - Amostra C										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	6	5	7	7	6	7	6	6	5
MNSG	6,200									
Comprimento da Radícula (mm)	3	3	2	3	3	0,5	2	2	0,5	0,5
	3	2	1	3	2	0,5	2	2	0,5	1
	2	1	0,5	2	2	0,5	1	2	1	1
	1	0,5	0,5	1	1	0,5	1	1	1	2
	1	0,5	0,5	1	1	1	0,5	1	4	2
	1	0,5		0,5	0,5	2	0,5	1	1	
	0,5			0,5	1		0,5			
Média Comp. Radícula	1,643	1,250	0,900	1,571	1,500	0,833	1,071	1,500	1,333	1,300
	1,290									

% Índice de Germinação	16,472
-------------------------------	---------------

Índice de Germinação (IG) – Modalidade A

Testemunha A										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	6	7	5	7	7	7	7	6	7	7
MNSG	6,600									
Comprimento da Radicula (mm)	1	2	0,5	10	0,5	1	4	8	7	9
	0,5	9	2	10	8	1	11	10	10	8
	2	9	11	10	11	8	7	12	2	4
	2	10	6	8	11	9	6	8	12	7
	11	8	7	6	7	11	7	7	10	7
	7	13		7	5	10	10	9	10	6
				11	11	10	12		8	9
Média Comp. Radicula	3,917	7,286	5,300	8,857	7,643	7,143	8,143	9,000	8,429	7,143
	7,286									

Testemunha B										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	6	6	7	7	7	7	6	7	7	7
MNSG	6,700									
Comprimento da Radicula (mm)	13	1	0,5	0,5	0,5	0,5	11	5	0,5	0,5
	6	3	3	2	4	10	10	7	11	3
	9	11	2	8	2	12	3	10	7	12
		9	12	5	5	11	10	6	3	2
	10	9	13	12	8	5	9	8	7	12
	7	6	13	9	8	12	9	13	5	7
			12	4	12	8		7	7	11
Média Comp. Radicula	7,500	6,500	7,929	5,786	5,643	8,357	8,667	8,000	5,786	6,786
	7,095									

Testemunha C										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	7	7	6	5	7	7	7	7	7
MNSG	6,700		MÉDIA GERAL NSG			6,667				
Comprimento da Radicula (mm)	0,5	1	12	0,5	5	0,5	1	5	3	0,5
	0,5	3	8	8	11	0,5	0,5	10	3	9
	8	1	12	10	8	8	8	9	8	6
	9	6	9	11	6	6	12	10	7	10
	13	8	11	12	7	2	5	11	12	10
	8	11	10	11		11	11	7	7	5
	9	10	12			6	11	10	12	11
Média Comp. Radicula	6,857	5,714	10,571	8,750	7,400	4,857	6,929	8,857	7,429	7,357
	7,472									

MÉDIA GERAL COMP. RAD.	7,285
-------------------------------	--------------

Modalidade A - Amostra A										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	6	6	7	6	7	7	6	7	7	6
MNSG	6,500									
Comprimento da Radicula (mm)	10	0,5	7	0,5	0,5	8	3	1	1	0,5
	4	1	12	12	0,5	11	11	12	0,5	1
	6	9	12	5	2	8	11	14	3	7
	11	10	8	11	3	8	10	10	11	9
	7	9	10	7	9	10	9	11	9	7
	9	8	11	8	9	3	11	11	7	12
			9		11	11		10	9	
Média Comp. Radicula	7,833	6,250	9,857	7,250	5,000	8,429	9,167	9,857	5,786	6,083
	7,551									

% Índice de Germinação	101,070
-------------------------------	----------------

Modalidade A - Amostra B										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	7	6	7	7	6	7	6	7	6
MNSG	6,600									
Comprimento da Radicula (mm)	9	0,5	4	8	4	5	5	5	1	0,5
	10	3	5	8	9	9	5	7	9	1
	9	5	12	12	8	9	5	12	11	8
	12	13	11	11	11	11	9	8	7	9
	9	10	9	10	12	9	9	7	9	11
	5	8	8	7	9	11	8	10	5	12
	10	5		8	10		11		9	
Média Comp. Radicula	9,143	6,357	8,167	9,143	9,000	9,000	7,429	8,167	7,286	6,917
	8,061									

% Índice de Germinação	109,550
-------------------------------	----------------

Modalidade A - Amostra C										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	6	7	7	6	7	6	6	7	6	7
MNSG	6,500									
Comprimento da Radicula (mm)	3	0,5	9	0,5	1	0,5	0,5	12	0,5	2
	7	10	4	12	3	0,5	12	7	7	10
	12	9	8	10	4	0,5	11	8	13	6
	8	6	10	10	10	10	10	9	10	8
	6	8	9	10	6	10	11	11	5	11
	9	10	9	8	14	6	4	6	11	7
			9	8	10			7		4
Média Comp. Radicula	7,500	7,500	8,143	8,417	6,857	4,583	8,083	8,571	7,750	6,857
	7,426									

% Índice de Germinação	99,397
-------------------------------	---------------

Índice de Germinação (IG) – Modalidade B

Testemunha A										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
MNSG	7,000									
Comprimento da Radicula (mm)	9	3	3	10	2	1	4	13	3	3
	8	3	8	12	0,5	7	2	12	10	3
	12	6	7	11	6	10	1	8	11	9
	12	11	8	13	8	8	3	9	10	13
	10	10	8	8	7	12	10	14	12	12
	8	8	11	11	10	9	8	12	12	12
	10	7	9	11	9	8	9	7	14	6
Média Comp. Radicula	9,857	6,857	7,714	10,857	6,071	7,857	5,286	10,714	10,286	8,286
	8,379									

Testemunha B										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	7	7	6	7	6	6	7	5	7
MNSG	6,500									
Comprimento da Radicula (mm)	11	8	1	1	2	9	0,5	10	11	10
	10	5	11	4	5	8	0,5	9	8	8
	7	9	6	7	12	8	9	8	11	13
	3	10	8	11	9	12	9	8	11	12
	8	11	9	11	9	9	10	9	11	7
	11	10	10	9	9	11	8	10		7
	13	12	6		7			12		9
Média Comp. Radicula	9,000	9,286	7,286	7,167	7,571	9,500	6,167	9,429	10,400	9,429
	8,523									

Testemunha C										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	7	7	6	6	7	7	7	7	7
MNSG	6,800		MÉDIA GERAL NSG			6,767				
Comprimento da Radicula (mm)	4	0,5	0,5	12	0,5	7	6	1	0,5	4
	7	0,5	0,5	9	5	6	5	8	0,5	2
	11	6	5	12	12	10	9	12	11	11
	11	11	4	11	11	8	3	9	7	12
	9	11	13	9	12	4	6	11	13	5
	10	10	12	8	10	9	8	11	10	12
	10	9	10			10	10	4	7	8
Média Comp. Radicula	8,857	6,857	6,429	10,167	8,417	7,714	6,714	8,000	7,000	7,714
	7,787									

MÉDIA GERAL COMP. RAD.	8,223
-------------------------------	--------------

Modalidade B - Amostra A										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	6	7	6	7	6	7	4	7	7
MNSG	6,400									
Comprimento da Radicula (mm)	13	4	12	5	13	8	11	5	1	3
	5	10	9	10	12	4	4	6	2	8
	8	11	9	9	10	9	10	4	7	4
	11	11	7	8	10	12	10	10	6	6
	8	12	6	13	11	9	7		12	6
	12	7	7	12	8	6	12		10	12
	12		9		11		12		7	12
Média Comp. Radicula	9,857	9,167	8,429	9,500	10,714	8,000	9,429	6,250	6,429	7,286
	8,506									

% Índice de Germinação	97,757
-------------------------------	---------------

Modalidade B - Amostra B										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	6	7	7	7	5	7	6	7	6	7
MNSG	6,500									
Comprimento da Radicula (mm)	2	0,5	10	9	12	6	2	1	3	0,5
	0,5	8	9	7	12	12	2	8	8	3
	0,5	8	0,5	8	7	10	4	10	3	9
	8	9	8	12	6	4	7	13	10	10
	10	6	6	12	12	8	13	11	10	10
	10	10	11	7		6	12	10	9	10
		10	10	8		12		10		8
Média Comp. Radicula	5,167	7,357	7,786	9,000	9,800	8,286	6,667	9,000	7,167	7,214
	7,744									

% Índice de Germinação	90,394
-------------------------------	---------------

Modalidade B - Amostra C										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	6	7	7	7	7	7	6	6	7	7
MNSG	6,700									
Comprimento da Radicula (mm)	6	4	0,5	0,5	13	0,5	0,5	6	2	11
	9	8	0,5	0,5	7	11	0,5	12	11	12
	9	8	8	6	11	10	5	10	13	11
	7	11	8	2	13	8	8	8	4	12
	12	10	9	9	13	13	11	7	9	8
	9	10	10	9	12	8	9	11	10	10
		7	9	8	10	12			11	11
Média Comp. Radicula	8,667	8,286	6,429	5,000	11,286	8,929	5,667	9,000	8,571	10,714
	8,255									

% Índice de Germinação	99,317
-------------------------------	---------------

Índice de Germinação (IG) – Modalidade C

Testemunha A										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
MNSG	7,000									
Comprimento da Radicula (mm)	9	3	3	10	2	1	4	13	3	3
	8	3	8	12	0,5	7	2	12	10	3
	12	6	7	11	6	10	1	8	11	9
	12	11	8	13	8	8	3	9	10	13
	10	10	8	8	7	12	10	14	12	12
	8	8	11	11	10	9	8	12	12	12
Média Comp. Radicula	9,857	6,857	7,714	10,857	6,071	7,857	5,286	10,714	10,286	8,286
	8,379									

Testemunha B										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	7	7	6	7	6	6	7	5	7
MNSG	6,500									
Comprimento da Radicula (mm)	11	8	1	1	2	9	0,5	10	11	10
	10	5	11	4	5	8	0,5	9	8	8
	7	9	6	7	12	8	9	8	11	13
	3	10	8	11	9	12	9	8	11	12
	8	11	9	11	9	9	10	9	11	7
	11	10	10	9	9	11	8	10		7
	13	12	6		7			12		9
Média Comp. Radicula	9,000	9,286	7,286	7,167	7,571	9,500	6,167	9,429	10,400	9,429
	8,523									

Testemunha C										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	7	7	6	6	7	7	7	7	7
MNSG	6,800		MÉDIA GERAL NSG			6,767				
Comprimento da Radicula (mm)	4	0,5	0,5	12	0,5	7	6	1	0,5	4
	7	0,5	0,5	9	5	6	5	8	0,5	2
	11	6	5	12	12	10	9	12	11	11
	11	11	4	11	11	8	3	9	7	12
	9	11	13	9	12	4	6	11	13	5
	10	10	12	8	10	9	8	11	10	12
	10	9	10			10	10	4	7	8
Média Comp. Radicula	8,857	6,857	6,429	10,167	8,417	7,714	6,714	8,000	7,000	7,714
	7,787									

MÉDIA GERAL COMP. RAD.	8,223									
-------------------------------	--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Modalidade C - Amostra A										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	6	6	7	7	7	7	6	7	6	7
MNSG	6,600									
Comprimento da Radicula (mm)	12	0,5	8	0,5	0,5	1	2	0,5	0,5	2
	3	7	13	0,5	0,5	0,5	3	2	9	5
	12	11	12	4	10	9	12	4	7	8
	8	10	8	7	11	10	9	12	11	6
	10	4	11	10	11	11	8	12	12	9
	10	7	12	10	10	12	9	11	11	13
			9	9	12	9		14		10
Média Comprimento Radicula	9,167	6,583	10,429	5,857	7,857	7,500	7,167	7,929	8,417	7,571
	7,848									

% Índice de Germinação	93,010
-------------------------------	---------------

Modalidade C - Amostra B										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	6	7	7	6	7	7	7	7	7	7
MNSG	6,800									
Comprimento da Radicula (mm)	7	0,5	5	10	0,5	6	0,5	10	7	1
	7	10	12	9	3	8	1	9	13	12
	10	7	12	11	9	11	7	12	6	12
	8	8	10	10	12	8	10	10	13	8
	7	11	11	11	7	9	12	11	10	9
	9	10	10	9	10	9	12	11	13	12
		8	11		12	10	10	9	10	11
Média Comprimento Radicula	8,000	7,786	10,143	10,000	7,643	8,714	7,500	10,286	10,286	9,286
	8,964									

% Índice de Germinação	109,464
-------------------------------	----------------

Modalidade C - Amostra C										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	6	6	7	7	7	7	6	6	6
MNSG	6,500									
Comprimento da Radicula (mm)	1	1	0,5	12	0,5	3	7	0,5	0,5	10
	1	12	9	13	7	5	9	0,5	8	14
	0,5	10	11	12	11	12	13	1	9	13
	8	10	3	11	13	12	11	1	12	12
	11	11	10	11	6	9	12	11	10	11
	11	12	12	9	8	12	10	10	9	12
	9			11	12	13	7			
Média Comp. Radicula	5,929	9,333	7,583	11,286	8,214	9,429	9,857	4,000	8,083	12,000
	8,571									

% Índice de Germinação	100,049
-------------------------------	----------------

Índice de Germinação (IG) – Modalidade D

Testemunha A										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	6	6	6	7	7	7	6	7	7	7
MNSG	6,600									
Comprimento da Radícula (mm)	0,5	0,5	8	8	11	0,5	3	1	2	0,5
	5	5	0,5	9	1	10	4	2	1	1
	7	3	11	9	11	11	4	6	7	7
	10	8	11	10	12	9	9	12	7	7
	10	10	13	9	7	10	10	11	6	8
	12	11	12	6	12	7	8	8	10	11
				11	10	12		11	6	4
Média Comp. Radícula	7,417	6,250	9,250	8,857	9,143	8,500	6,333	7,286	5,571	5,500
	7,411									

Testemunha B										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	7	7	7	7	7	6	6	6	7
MNSG	6,700									
Comprimento da Radícula (mm)	3	1	4	2	0,5	6	11	7	11	9
	0,5	3	5	2	0,5	9	6	0,5	11	3
	7	4	7	3	8	9	11	7	7	13
	7	11	7	10	11	10	11	6	9	11
	11	8	3	12	11	9	6	11	10	8
	11	12	10	8	7	12	10	9	3	8
	5	8	5	10	12	9				13
Média Comp. Radícula	6,357	6,714	5,857	6,714	7,143	9,143	9,167	6,750	8,500	9,286
	7,563									

Testemunha C											
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
NSG	7	6	7	7	7	7	7	7	7	5	
MNSG	6,700		MÉDIA GERAL NSG			6,667					
Comprimento da Radícula (mm)	0,5	8	1	1	8	3	0,5	0,5	5	7	
	0,5	0,5	5	2	0,5	3	1	1	11	1	
	1	9	7	4	8	14	13	4	11	4	
	10	7	8	9	12	12	10	12	11	8	
	10	10	14	11	14	8	10	2	12	11	
	10	11	13	11	11	11	9	10	11		
	8		8	12	8	9	7	4	10		
Média Comp. Radícula	5,714	7,583	8,000	7,143	8,786	8,571	7,214	4,786	10,143	6,200	
	7,414										

MÉDIA GERAL COMP. RAD.	7,463									
------------------------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Modalidade D - Amostra A										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	6	6	7	7	6	5	7	6	6	6
MNSG	6,200									
Comprimento da Radicula (mm)	7	7	11	1	1	2	1	0,5	10	9
	7	11	7	5	2	10	6	11	9	12
	8	12	13	12	8	12	12	8	11	8
	10	11	9	13	4	8	10	13	11	11
	11	8	7	9	12	10	10	10	12	12
	13	6	8	7	11		12	11	10	5
			10	10			11			
Média Comp. Radicula	9,333	9,167	9,286	8,143	6,333	8,400	8,857	8,917	10,500	9,500
	8,844									

% Índice de Germinação	110,210
-------------------------------	----------------

Modalidade D - Amostra B										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	7	6	5	7	7	6	6	7	6
MNSG	6,400									
Comprimento da Radicula (mm)	1	1	8	2	10	0,5	2	9	11	5
	5	0,5	4	5	12	9	1	6	12	10
	10	9	10	10	8	10	10	12	5	9
	12	8	10	8	11	12	9	9	12	10
	11	13	10	4	10	14	11	10	11	13
	12	13	9		12	9	5	5	11	
6	13			13	4			6		
Média Comp. Radicula	8,143	8,214	8,500	5,800	10,857	8,357	6,333	8,500	9,714	7,833
	8,225									

% Índice de Germinação	105,810
-------------------------------	----------------

Modalidade D - Amostra C										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	6	7	6	6	7	7	6	7	6
MNSG	6,500									
Comprimento da Radicula (mm)	11	3	3	0,5	7	0,5	0,5	2	4	7
	8	11	7	6	11	11	0,5	3	0,5	7
	3	7	10	13	13	10	5	10	1	10
	9	11	10	14	12	7	10	12	5	15
	11	8	11	10	11	10	14	12	11	10
	11	12	13	8	11	7	11	11	10	11
8		8			7	7		8		
Média Comp. Radicula	8,714	8,667	8,857	8,583	10,833	7,500	6,857	8,333	5,643	10,000
	8,399									

% Índice de Germinação	109,731
-------------------------------	----------------

Índice de Germinação (IG) – Modalidade E

Testemunha A										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	6	6	6	7	7	7	6	7	7	7
MNSG	6,600									
Comprimento da Radicula (mm)	0,5	0,5	8	8	11	0,5	3	1	2	0,5
	5	5	0,5	9	1	10	4	2	1	1
	7	3	11	9	11	11	4	6	7	7
	10	8	11	10	12	9	9	12	7	7
	10	10	13	9	7	10	10	11	6	8
	12	11	12	6	12	7	8	8	10	11
			11	10	12		11	6	4	
Média Comp. Radicula	7,417	6,250	9,250	8,857	9,143	8,500	6,333	7,286	5,571	5,500
	7,411									

Testemunha B										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	7	7	7	7	7	6	6	6	7
MNSG	6,700									
Comprimento da Radicula (mm)	3	1	4	2	0,5	6	11	7	11	9
	0,5	3	5	2	0,5	9	6	0,5	11	3
	7	4	7	3	8	9	11	7	7	13
	7	11	7	10	11	10	11	6	9	11
	11	8	3	12	11	9	6	11	10	8
	11	12	10	8	7	12	10	9	3	8
5	8	5	10	12	9				13	
Média Comp. Radicula	6,357	6,714	5,857	6,714	7,143	9,143	9,167	6,750	8,500	9,286
	7,563									

Testemunha C											
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
NSG	7	6	7	7	7	7	7	7	7	5	
MNSG	6,700		MÉDIA GERAL NSG				6,667				
Comprimento da Radicula (mm)	0,5	8	1	1	8	3	0,5	0,5	5	7	
	0,5	0,5	5	2	0,5	3	1	1	11	1	
	1	9	7	4	8	14	13	4	11	4	
	10	7	8	9	12	12	10	12	11	8	
	10	10	14	11	14	8	10	2	12	11	
	10	11	13	11	11	11	9	10	11		
8		8	12	8	9	7	4	10			
Média Comp. Radicula	5,714	7,583	8,000	7,143	8,786	8,571	7,214	4,786	10,143	6,200	
	7,414										

Média Comprimento Radicula	7,463									
----------------------------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Modalidade E - Amostra A										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	6	7	5	7	7	5	7	7	6
MNSG	6,400									
Comprimento da Radicula (mm)	2	4	0,5	6	0,5	9	2	11	0,5	3
	6	0,5	8	12	3	11	2	14	4	13
	3	8	9	10	12	12	4	12	12	13
	8	5	9	11	13	12	12	9	10	6
	11	7	7	12	13	10	11	10	10	11
	12	9	6		10	15		11	12	12
	7		10		9	10		11	8	
Média Comp. Radicula	7,000	5,583	7,071	10,200	8,643	11,286	6,200	11,143	8,071	9,667
	8,486									

% Índice de Germinação	109,170
-------------------------------	----------------

Modalidade E - Amostra B										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	6	7	6	6	7	7	6	7	7	7
MNSG	6,600									
Comprimento da Radicula (mm)	11	3	5	6	1	3	13	0,5	8	4
	12	10	4	6	5	13	3	6	11	6
	10	13	12	8	13	12	10	9	11	12
	7	14	13	10	7	11	9	10	10	7
	5	13	12	12	8	9	10	11	9	10
	9	12	9	12	11	9	7	10	7	12
		13			11	14		11	11	8
Média Comp. Radicula	9,000	11,143	9,167	9,000	8,000	10,143	8,667	8,214	9,571	8,429
	9,133									

% Índice de Germinação	121,164
-------------------------------	----------------

Modalidade E - Amostra C										
Placa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NSG	7	7	7	6	6	7	5	6	5	7
MNSG	6,300									
Comprimento da Radicula (mm)	3	0,5	6	4	11	3	0,5	0,5	1	0,5
	11	10	11	8	11	3	14	10	12	8
	13	16	10	5	13	8	13	8	12	7
	12	15	7	12	14	13	10	7	13	12
	10	12	13	13	11	12	14	12	7	15
	9	10	9	13	9	11		13		7
	12	8	3			12				11
Média Comp. Radicula	10,000	10,214	8,429	9,167	11,500	8,857	10,300	8,417	9,000	8,643
	9,453									

% Índice de Germinação	119,700
-------------------------------	----------------

Quadro Resumo do IG e IC

IG (Tiquia) %

Modalidades	IG %	Medias
RSU	93,89	105,76 abc
	103,11	
	120,29	
Borra de café	13,87	16,31 d
	18,60	
	16,47	
Modalidade A	101,07	103,34 bc
	109,55	
	99,40	
Modalidade B	97,76	95,82 c
	90,39	
	99,32	
Modalidade C	93,01	100,84 bc
	109,46	
	100,05	
Modalidade D	110,21	108,58 ab
	105,81	
	109,73	
Modalidade E	109,17	116,68 a
	121,16	
	119,70	

* Valores seguidos de letras diferentes, diferem significativamente para P ≤ 95%

IC %

Modalidades	IC %	Medias
RSU	93,65	100,5 a *
	107,96	
	109,61	
	90,79	
Borra de café	14,63	15,77 b
	17,70	
	13,83	
	16,91	
Modalidade A	18,07	19,7 b
	21,09	
	20,56	
	19,08	
Modalidade C	19,56	20,29 b
	22,42	
	18,39	
	20,78	
Modalidade E	22,47	22,58 b
	24,49	
	22,31	
	21,04	

* Valores seguidos de letras diferentes, diferem significativamente para P ≤ 95%

Quadro resumo dos valores de NSG, comprimento da radícula, Índice de Germinação (IG) e Índice de Crescimento (IC).

Modalidades	IG %		IC %		NSG		CR mm	
Testemunha					6,6	6,67 a *	7,29	7,28 cd
					6,7		7,09	
					6,7		7,47	
RSU	93,85	105,72	93,65	100,5 a *	6,8	6,77 a *	7,15	7,13 d
	103,06		107,96		6,9		7,26	
	120,24		109,61		6,6		6,97	
Borra de café	13,87	16,31	14,63	15,77 b	5,6	6,00 c	1,2	1,32 e
	18,60		17,70		6,2		1,46	
	16,47		13,83		6,2		1,29	
Modalidade A	97,88	100,08	18,07	19,70 b	6,5	6,53 ab	7,55	7,68b cd
	106,10		21,09		6,6		8,06	
	96,26		20,56		6,5		7,42	
Modalidade B	97,71	95,77			7	6,77 a	8,38	8,06 bc
	90,34				6,5		9	
	99,27				6,8		6,8	
Modalidade C	93,03	100,86	19,56	20,29 b	7	6,77 a	8,38	8,26 ab
	109,48		22,42		6,5		8,52	
	100,06		18,39		6,8		7,88	
			20,78					
Modalidade D	110,24	108,73			6,2	6,37 b	8,84	8,49 ab
	106,21				6,4		8,22	
	109,75				6,5		8,4	
Modalidade E	109,22	116,71	22,47	22,58 b	6,4	6,43 ab	8,48	9,02 a
	121,18		24,49		6,6		9,13	
	119,73		22,31		6,3		9,45	
			21,04					

* Nas colunas os valores seguidos de letras diferentes, diferem significativamente para $P \leq 95\%$.

Teores de N, P e K nas Alfices

Modalidade	vaso nº	N (%)		P (%)		K (%)	
Teste	1	1,792	1,67 a *	0,252	0,242 a *	2,249	2,16 c
	2	1,808		0,254		2,253	
	3	1,404		0,221		1,966	
	4	1,67		0,242		1,160	
RSU	5	1,764	1,8 a	0,237	0,245 a	2,143	2,25 bc
	6	1,997		0,280		2,393	
	7	1,648		0,217		2,230	
	8	1,80		0,245		2,250	
Borra de café	9	1,269	1,37 b	0,287	0,301 a	3,361	3,22 a
	10	1,376		0,291		3,231	
	11	1,467		0,324		3,059	
	12	1,37		0,301		3,220	
10% borra	13	1,926	1,8 a	0,261	0,234 a	2,086	2,18 c
	14	1,565		0,197		2,289	
	15	1,909		0,244		2,152	
	16	1,8		0,234		2,180	
20% borra	17	2,145	1,75 a	0,382	0,275 a	1,808	2,23 bc
	18	1,637		0,222		2,498	
	19	1,456		0,221		2,395	
	20	1,750		0,275		2,230	
50% borra	21	1,904	1,83 a	0,295	0,292 a	2,400	2,61 b
	22	1,951		0,305		2,857	
	23	1,620		0,276		2,562	
	24	1,830		0,292		2,610	

* Nas colunas os valores seguidos de letras diferentes, diferem significativamente para P ≤ 95%.

Extrações de N, P e K das Alfices

Modalidade	N mg/vaso		P mg/vaso		K mg/vaso	
Testemunho	120,04	101,47 a *	16,88	14,67 a	150,71	130,63 a *
	117,49		16,53		146,45	
	88,47		13,90		123,84	
	79,90		11,37		101,52	
RSU	121,70	112,45 a	16,36	15,26 a	147,88	140,55 a
	115,82		16,26		138,79	
	98,89		13,00		133,79	
	113,40		15,44		141,75	
Borra de Café	45,67	58,42 b	10,35	12,81 a	121,00	136,51 a
	59,18		12,51		138,93	
	63,07		13,93		131,56	
	65,76		14,45		154,56	
10% Borra de Café	103,98	105,62 a	14,11	13,72 a	112,64	127,98 a
	90,75		11,41		132,74	
	110,73		14,15		124,84	
	117,00		15,21		141,70	
20% Borra de Café	156,57	108,12 a	27,90	17,18 a	131,97	134,72 a
	99,87		13,57		152,39	
	81,53		12,40		134,10	
	94,50		14,85		120,42	
50% Borra de Café	100,89	93,53 a	15,65	14,96 a	127,19	133,48 a
	99,51		15,53		145,69	
	85,88		14,65		135,78	
	87,84		14,016		125,28	

* Nas colunas os valores seguidos de letras diferentes, diferem significativamente para $P \leq 95\%$.

Produção das Alfaces do ensaio de vegetação (g/vaso).

Modalidade	vaso nº	peso fresco g		peso seco g	
Testemunho	1	83,9	84,72 a *	6,7	6,05 a *
	2	88,6		6,5	
	3	85,7		6,3	
	4	80,7		4,7	
RSU	5	84	82,7 a	6,9	6,25 a
	6	83,8		5,8	
	7	82,7		6	
	8	80,3		6,3	
Borra de Café	9	48,6	55,63 c	3,6	4,25 c
	10	56		4,3	
	11	54,4		4,3	
	12	63,5		4,8	
10% Borra de Café	13	76,4	79,2 a	5,4	5,88 ab
	14	80,1		5,8	
	15	76,3		5,8	
	16	84		6,5	
20% Borra de Café	17	84,9	80,4 a	7,3	6,10 a
	18	80,4		6,1	
	19	79,1		5,6	
	20	77,2		5,4	
50% Borra de Café	21	70,4	72,83 b	5,3	5,13 bc
	22	78,4		5,1	
	23	69,4		5,3	
	24	73,1		4,8	

* Nas colunas os valores seguidos de letras diferentes, diferem significativamente para $P \leq 95\%$.

Análises do solo no fim do ensaio

Modalidade	Nº Amostra	pH (H ₂ O)	CE (mS/sm)	MO (%)	P2O5 (mg/Kg)	K ₂ O (mg/kg)	N-NH ₄ (mg/kg)	N-NO ₃ (mg/kg)	Na (cmol(+)/kg)	K (cmol(+)/kg)	Ca (cmol(+)/kg)	Mg (cmol(+)/kg)
Teste	1	7,20	0,12	2,18948	200	54	1,40	< 1,00	0,31	0,14	36,35	13,05
	2	7,20	0,14	2,22396	180	51	< 1,00	< 1,00	0,25	0,12	37,38	13,23
	3	7,30	0,12	1,98260	165	51	< 1,00	< 1,00	0,23	0,14	36,00	12,62
	4	7,20	0,13	2,13000	182	52	< 1,00	< 1,00	0,26	0,13	36,60	12,90
RSU	5	7,40	0,17	2,05156	221	55	1,59	1,03	0,29	0,13	36,65	13,13
	6	7,50	0,18	2,10328	303	58	1,48	2,60	0,30	0,13	37,76	13,09
	7	7,70	0,14	2,17224	289	55	1,24	< 1,00	0,28	0,13	39,12	13,85
	8	7,60	0,16	2,11000	271	56	1,44	< 1,00	0,29	0,13	37,80	13,40
Borra de café	9	7,80	0,14	2,15500	254	64	1,49	< 1,00	0,36	0,17	36,32	13,44
	10	7,80	0,16	2,03432	257	70	1,64	1,18	0,40	0,18	36,02	13,16
	11	7,80	0,12	2,22396	251	64	< 1,00	< 1,00	0,34	0,17	35,35	13,11
	12	7,80	0,14	2,14000	254	66	< 1,00	< 1,00	0,37	0,18	35,90	13,20
10% borra de café	13	8,00	0,14	2,06880	225	50	1,13	1,35	0,35	0,15	37,88	13,52
	14	8,00	0,15	2,06880	255	61	1,70	3,57	0,34	0,16	36,54	13,58
	15	8,00	0,13	2,22396	243	57	2,14	1,77	0,30	0,14	37,82	13,78
	16	8,00	0,14	2,12000	241	56	1,66	< 1,00	0,33	0,15	37,20	13,60
20% borra de café	17	8,00	0,15	1,99984	241	53	1,54	2,43	0,30	0,12	36,04	12,91
	18	8,00	0,16	2,15500	272	53	1,54	3,01	0,29	0,11	37,33	13,93
	19	8,00	0,15	2,13776	378	52	1,95	< 1,00	0,28	0,11	37,55	13,23
	20	8,00	0,15	2,10000	297	53	1,68	< 1,00	0,29	0,12	36,97	13,40
50% borra de café	21	8,00	0,15	1,96536	445	57	1,70	2,64	0,36	0,14	39,36	14,47
	22	8,10	0,14	2,15500	216	49	1,38	1,42	0,33	0,13	38,33	14,03
	23	8,10	0,16	2,17224	285	52	< 1,00	3,37	0,33	0,12	39,72	13,80
	24	8,00	0,15	2,10000	315	53	< 1,00	2,48	0,34	0,13	39,10	14,10

Imagem (frente) da embalagem das sementes de agrião (*Lepidium sativum* L.)



Imagem (verso) da embalagem das sementes de agrião (*Lepidium sativum* L.)

