



INSTITUTO POLITECNICO DE CASTELO BRANCO

Escola Superior Agrária

Relatório de Projecto Final

**Gestão de Resíduos do Lavadouro Industrial de
Lãs Têxtil Manuel Rodrigues Tavares, S.A.**

Cláudia Isabel Silva de Jesus

Mestrado em Gestão Agro-Ambiental de Solos e Resíduos

**Orientador: Professora Doutora Maria do Carmo Simões Mendonça Horta
Monteiro**

Co – Orientador: Mestre João Paulo Carneiro

Castelo Branco, Dezembro de 2009

As doutrinas expressas neste trabalho são da inteira responsabilidade da sua autora.

Na Natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.

Lavousier

Agradecimentos

Aos professores Carmo Horta e João Paulo Carneiro pela sua disponibilidade total na orientação deste projecto, em todas as suas fases, sempre lembrando o que era preciso focar, o que era importante e essencial.

Ao professor Paulo Águas pela disponibilidade e orientação no tratamento de dados e na definição do programa de gestão de resíduos orgânicos com recurso à geo-informação.

À Natália pela disponibilidade e apoio prestado no programa de geo-informação.

A todos os que, directa ou indirectamente, colaboraram neste projecto e me apoiaram na concretização do mesmo.

Índice

Resumo	vi
Abstract.....	vii
Lista de Abreviaturas.....	viii
1. Introdução	1
1.1. A problemática dos resíduos.....	1
1.2. Enquadramento e objectivos do projecto.....	2
1.3. Metodologia adoptada e estrutura do projecto	4
2. Enquadramento e descrição do processo industrial	6
2.1. Lavadouro industrial de Lãs Têxtil Manuel Rodrigues Tavares	6
2.2. Escolha de lã suja.....	8
2.3. Lavagem de lã suja.....	9
3. Levantamento dos resíduos produzidos no LIL	12
4. Caracterização dos resíduos orgânicos produzidos no LIL.....	23
4.1. Caracterização quantitativa dos resíduos orgânicos	25
4.2. Caracterização qualitativa dos resíduos orgânicos	30
5. Plano de Gestão de Resíduos do LIL.....	36
5.1. Proposta de novo plano de gestão de resíduos	36
5.1.1. Novo plano de gestão de resíduos	37
5.1.2. Viabilidade técnica e económica do tratamento dos resíduos orgânicos	39
5.2. Proposta de valorização agrícola dos resíduos orgânicos	41
6. Conclusões.....	49
7. Referências bibliográficas.....	50

Anexos.....	52
I. Levantamento dos resíduos produzidos	53
II. Caracterização quantitativa dos resíduos orgânicos produzidos	55
III. Caracterização qualitativa dos resíduos orgânicos produzidos.....	56
IV. Programa de gestão e valorização agrícola dos resíduos orgânicos produzidos ..	63
IV.1. Boletim analítico de solos representativos da região da Guarda	63
IV.2. Representação gráfica da área seleccionada para aplicação dos resíduos orgânicos produzidos	63
IV.3. Folhas de cálculo para gestão parcelar dos resíduos orgânicos.....	66

Índice de Figuras

Figura 1.1. Localização do LIL (Extracto da carta militar n.º 203, sem escala).	3
Figura 1.2. Metodologia utilizada na realização do Plano de Gestão de Resíduos TMRT.	5
Figura 2.1. Fluxograma do Lavadouro Industrial TMRT.	7
Figura 2.2. Mesa com tampo de malha metálica de 3 cm utilizada na escolha da lã.	8
Figura 2.3. Esquema da coluna de lavagem da lã com indicação de descarga de resíduos e efluentes.	9
Figura 2.4. Esquema do carregador, abridor e tapete doseador da lã suja e resíduos de FTNP produzidos.	10
Figura 2.5. Representação esquemática das barcas de lavagem da lã.	10
Figura 2.6. Esquema do abridor de lã lavada e resíduos de FTNP produzidos.	11
Figura 3.1. Distribuição quantitativa dos resíduos produzidos com indicação do código LER.	15
Figura 3.2. Armazenamento de óleos usados (LER 130205).	15
Figura 3.3. Resíduos de embalagens de plástico (LER 150102) armazenados na forma de fardos.	16
Figura 3.4. (A) Resíduos de embalagens de papel e cartão e (B) resíduos de ferro e aço.	17
Figura 3.5. Resíduos produzidos na operação de escolha (A). Pormenor dos resíduos de FTNP e RO separados na operação de escolha (B).	18
Figura 3.6. Carregador de lã suja (A). Recolha de resíduos separados no carregador (B). Pormenor dos resíduos FTNP e RO separados no carregador (C).	18
Figura 3.7. Abridor de lã suja (A). Recolha de resíduos separados no abridor (B). Pormenor dos resíduos FTNP e RO separados no abridor de lã suja (C).	18
Figura 3.8. Abridor de lã lavada (A). Recolha de resíduos separados no abridor (B). Pormenor dos resíduos FTNP e RO separados no abridor de lã lavada (C).	19
Figura 3.9. Fluxograma do processo. Fluxo de lã e fluxo de resíduos.	20
Figura 3.10. Volume anual de resíduos de FTNP e RO produzidos no LIL.	21
Figura 3.11. Quantidade de resíduos de FTNP e RO produzidos nas operações de escolha e abertura mecânica da lã suja e lã lavada.	22
Figura 4.1. Fluxograma do processo com indicação da solução de valorização de resíduos FTNP.	24

Figura 4.2. Valores percentuais de FTNP' e RO obtidos na valorização por crivagem dos resíduos produzidos nas operações de escolha e abertura da lã suja e abertura da lã lavada.	26
Figura 4.3. Resíduos FTNP produzidos na operação de escolha (A). FTNP' (B) e RO (C) separados após crivagem.	26
Figura 4.4. Resíduos de FTNP produzidos na operação de abertura mecânica da lã suja recolhidos no carregador de lã suja (A). Resíduos separados após crivagem, FTNP' (B) e RO (C).	27
Figura 4.5. Resíduos de FTNP produzidos na operação de abertura mecânica da lã suja recolhidos no abridor de lã suja (A). Resíduos separados após crivagem, FTNP' (B) e RO (C).	28
Figura 4.6. Resíduos FTNP produzidos na operação de abertura mecânica da lavada no abridor de lã lavada (A). Resíduos separados após crivagem, FTNP' (B) e RO (C).	29
Figura 5.1. Representação gráfica da área seleccionada para a valorização dos RO com restrições espaciais.	43
Figura 5.2. Representação gráfica das parcelas agrícolas seleccionadas para a valorização de resíduos sobre ortofotomapa.	43
Figura 5.3. Plano de Gestão Parcelar de Resíduos Orgânicos. Resíduos Orgânicos provenientes da lã suja.	45
Figura 5.4. Plano de Gestão Parcelar de Resíduos Orgânicos. Resíduos Orgânicos provenientes da lã lavada.	46
Figura III.1. Boletim analítico de uma amostra de resíduos orgânicos separados da lã suja (ROLS).	57
Figura III.2. Boletim analítico de uma amostra de resíduos orgânicos separados da lã lavada (ROLL).	58
Figura III.3. Boletim analítico de uma amostra da fracção sólida de chorume.	59
Figura III.4. Boletim analítico de uma amostra de esterco de cavalo.	60
Figura III.5. Boletim analítico de uma amostra de estrume de vaca.	61
Figura III.6. Boletim analítico de uma amostra de composto da LIPOR.	62
Figura IV.1. Boletim analítico de solos representativos da região da Guarda.	63
Figura IV.2. Representação gráfica da área seleccionada para aplicação dos RO com indicação das restrições espaciais e RAN.	64
Figura IV.3. Representação gráfica das parcelas agrícolas seleccionadas para a valorização de resíduos sobre ortofotomapa, com indicação das restrições espaciais e RAN.	65

Índice de Tabelas

Tabela 3.1. Identificação dos resíduos produzidos no Lavadouro Industrial TMRT	13
Tabela 3.2. Plano de Gestão de Resíduos actualmente em vigor no Lavadouro Industrial de Lãs Têxtil Manuel Rodrigues Tavares.	14
Tabela 4.1. Resíduos produzidos por ano e por tonelada de lã suja por operação geradora de resíduos.	25
Tabela 4.2. Parâmetros determinados, métodos utilizados e valores apurados nas análises efectuadas aos resíduos orgânicos produzidos no Lavadouro TMRT.	31
Tabela 4.3. Nutrientes e metais pesados disponibilizados por tonelada de RO aplicado no solo.	35
Tabela 5.1. Novo plano de gestão de resíduos do Lavadouro Industrial de Lãs Têxtil Manuel Rodrigues Tavares.	38
Tabela 5.2. Encargos financeiros relacionados com os resíduos de fibras têxteis não processadas depositados em aterro e economia de recursos verificada através da valorização dos resíduos orgânicos.	40
Tabela 5.3. Quantidade de resíduos orgânicos susceptíveis de serem valorizados e área agrícola necessária.	41
Tabela 5.4. Plano de fertilização proposto contemplando a valorização dos ROLS.	47
Tabela 5.5. Plano de valorização proposto contemplando a valorização dos ROLL.	48
Tabela I.1. Resíduos produzidos anualmente no LIL.	53
Tabela I.2. Quantidade de resíduos produzidos semanalmente na operação de escolha.	53
Tabela I.3. Quantidade de resíduos produzidos semanalmente na operação de escolha (cont. I.2).	53
Tabela I.4. Quantidade de resíduos produzidos semanalmente na coluna de lavagem.	54
Tabela I.5. Quantidade de resíduos de FTNP produzidos por tonelada de lã processada no LIL.	55
Tabela II.0.1. Caracterização dos resíduos orgânicos valorizados através de crivagem.	55
Tabela III.1. Parâmetros determinados e valores apurados na análise de diferentes resíduos.	56

Resumo

A indústria da lavagem de lãs sujas é fortemente geradora de resíduos. Nestes incluem-se os resíduos transversais a todo o processo e os resíduos de fibras têxteis não processadas (FTNP) produzidos nas operações de escolha e abertura mecânica da lã suja e lã lavada. Os resíduos de FTNP, com elevada fracção orgânica, representam 61,3% do total de resíduos gerados pelo Lavadouro Industrial de Lãs Têxtil Manuel Rodrigues Tavares (LIL), actualmente enviados para aterro sanitário.

Para além da caracterização de todos os resíduos produzidos, foi objectivo deste trabalho idealizar um processo de tratamento que permitisse a separação dos resíduos de FTNP dos resíduos orgânicos (RO) que lhes estão associados e, para além de caracterizar estes RO, verificar a viabilidade da sua valorização agrícola, e estabelecer um novo Plano de Gestão de Resíduos para a empresa.

Concluiu-se que a solução de tratamento dos RO avançada é técnica e economicamente viável, e representa uma redução de custos, para a empresa, na ordem dos 2400 € em ano de pedido de licenciamento e renovação da licença, e superior a 4450 € nos outros anos. Constatou-se ainda que para a valorização agrícola das 131,56 t de RO produzidos anualmente (56,76 t provenientes dos RO separados da lã suja e 74,80 t dos RO separados da lã lavada), são necessários pelo menos 30 ha de solos elegíveis localizados nas proximidades do LIL.

Palavras-chave: resíduos orgânicos; tratamento; desvio de aterro sanitário; valorização agrícola; plano de gestão de resíduos.

Abstract

The wool scouring industry is a strongly waste producer. Beyond the wastes produced across the process, is the non processed wool fibers (NPWF) produced in the wool selection and in mechanical opening of dirty and scoured wool. Wastes of NPWF with high organic fraction, representing 61,3% of total waste generated by the Têxtil Manuel Rodrigues Tavares Wool Scouring (WS), are currently sent to landfill.

In addition to the characterization of waste produced, has been the subject of this work devising a treatment process that allows the separation of NPWF from the associated organic wastes (OW). The characterization of these OW and the feasibility of its agricultural valorization, allows the definition of a new Waste Management Plan.

It was concluded that the OW treatment was technical and economically sustainable and represents a cost savings in the order of €2400 in licensing and license renewal years and more than €4450 in the other years. For the agricultural valorization of 131,56 tons of OW (56,76 tons separate from OW of greasy wool and 74,80 tons from the scoured wool), is necessary, at least, 30 ha of eligible land located near the Wool Scouring Industry.

Key words: organic wastes; treatment solution; landfill of; agricultural valorization; waste management plan.

Lista de Abreviaturas

(por ordem alfabética)

BPA – Boas práticas agrícolas

Cl⁻ – Cloretos

CBPA – Código das boas práticas agrícolas

C/N – Razão carbono azoto

DL – Decreto-Lei

FTNP – Fibras têxteis não processadas

K – Potássio

LER – Lista Europeia de Resíduos

LIL – Lavadouro industrial de Lãs

Mg – Magnésio

MO – Matéria orgânica

Na – Sódio

P – Fósforo

PGR – Plano de gestão de resíduos

PGPRO – Plano de gestão parcelar dos resíduos orgânicos

PNAPRI – Plano Nacional de Prevenção de Resíduos

RO – Resíduos orgânicos

ROLS – Resíduos orgânicos separados da lã suja

ROLL – Resíduos orgânicos separados da lã lavada

SIRAPA – Sistema integrado de registo de resíduos da Agência Portuguesa do Ambiente

TMRT – Têxtil Manuel Rodrigues Tavares, S.A.

1.Introdução

1.1.A problemática dos resíduos

Os resíduos representam em numerosas situações matérias-primas desperdiçadas, devendo, portanto, na lógica natural de quem os produz, serem objecto de uma preocupação no sentido da sua minimização, dado o seu impacte positivo na redução dos custos de deposição e na melhoria da competitividade da empresa em mercados de exigência crescente. Os benefícios ambientais são a consequência natural desta estratégia (PNAPRI, 2001).

Todas as actividades implicam a produção de resíduos, que segundo “as leis da termodinâmica nunca deixarão de existir e terão de ser colocados nalgum lado”. Estes resíduos têm de ser transportados e tratados de forma transparente, segura, higiénica e respeitando o meio ambiente. Sob o ponto de vista regulamentar, a legislação ambiental está cada vez mais exigente, impondo às organizações novas formas de actuação e criando uma necessidade crescente de otimizar todos os processos para um inquestionável cumprimento legal, levando à necessidade de minimizar a produção de resíduos e assegurar a sua gestão sustentável.

A implementação de um plano de gestão de resíduos visa, fundamentalmente o cumprimento do regime geral de Gestão de Resíduos, estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro. De acordo com esta legislação, deve-se em primeiro lugar procurar que *à utilização de um bem sucede uma nova utilização ou que, não sendo viável a sua reutilização se procede à sua reciclagem ou ainda a outras formas de valorização*. Por outro lado, considera-se que *a eliminação definitiva de resíduos, nomeadamente a sua deposição em aterro, constitui a última opção de gestão, justificando-se apenas quando seja técnica ou economicamente inviável a prevenção, a reutilização, reciclagem ou outras formas de valorização*. Assim, devem os produtores de resíduos proceder à sua separação na origem, de forma a promover a sua valorização por fluxos e fileiras, privilegiando sempre o recurso às melhores tecnologias disponíveis com custos economicamente sustentáveis, que permitam o prolongamento do ciclo de vida dos materiais através da sua reutilização, reciclagem e valorização.

De acordo com as directivas comunitárias e a legislação nacional, nomeadamente o referido Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro e o Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de Agosto, toda a estratégia desenhada, aponta para que os aterros se destinem apenas

aos designados *resíduos últimos* – resíduos que já não podem ser sujeitos a operações de tratamento nas presentes condições técnicas e económicas. A revisão do quadro legal aplicável à deposição de resíduos em aterro reforça o princípio da hierarquia de gestão de resíduos e no que concerne aos resíduos biodegradáveis perspectiva a maximização da reciclagem e valorização de forma a recuperar resíduos potencialmente valorizáveis e evitar a sua deposição em aterro.

Através da implementação de um plano de gestão de resíduos procura-se que, para além do cumprimento das operações legais, se atinjam três objectivos principais:

- **redução dos riscos** associados à gestão de resíduos tanto do ponto de vista do Ambiente como de Higiene, Saúde e Segurança no trabalho;
- **redução dos custos** de gestão de resíduos, minimizando a quantidade de resíduos que necessita de tratamento especial, devido ao perigo que representam, e encontrado melhores soluções em termos de operadores para os mesmos;
- **favorecimento da valorização** através da preparação dos resíduos para o cumprimento das especificações de reutilização e reciclagem, com vantagens económicas e ambientais (www.ambiprime.com). É necessário que o Plano de Gestão de Resíduos contribua, não apenas para uma melhoria ao nível interno, mas também para uma maior visibilidade externa de bom desempenho ambiental e boas práticas.

Historicamente têm-se aplicado processos de *fim-de-linha* para tratar os resíduos da indústria têxtil. Todavia, devido a uma maior consciencialização dos problemas ambientais, tem sido reconhecida a necessidade de se identificarem e implementarem medidas, com o propósito de se diminuir a produção e eliminação de resíduos. Estas medidas alternativas passam por uma actuação quer ao nível das tecnologias do processo, quer em outras vertentes, num melhor controlo do processo e reutilização e reciclagem de resíduos (ANIL, 2003).

1.2. Enquadramento e objectivos do projecto

A empresa Têxtil Manuel Rodrigues Tavares, S.A. foi constituída na década de 60 e desempenha actividades de fição e lavagem de lãs. A actividade de fição tem lugar na sede da empresa, localizada na cidade da Guarda, enquanto a actividade de lavagem de lãs ocorre num outro estabelecimento, designado por Lavadouro Industrial de Lãs (LIL),

localizado na Estrada Nacional n.º 531 na localidade da Gata pertencente ao Concelho da Guarda (figura 1.1).

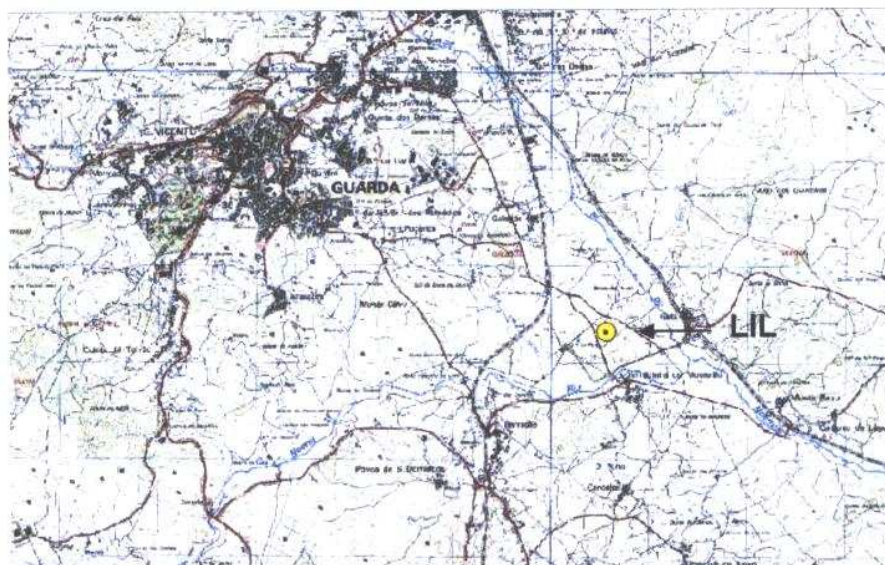


Figura 1.1. Localização do LIL (Extracto da carta militar n.º 203, sem escala).

A secção de lavagem de lãs da empresa TMRT funciona como prestadora de serviços de escolha e lavagem de lãs de ovelha. A lã processada no LIL é propriedade dos clientes que requisitam os serviços disponíveis.

O LIL é detentor de Licença de Exploração Industrial N.º 57/2008 e está classificado como actividade económica de preparação e fição de fibras de lã (C.A.E.rev3 13102), sendo ainda portador do N.º de Controlo Veterinário CST036 de 2008. A unidade industrial encontra-se em laboração, nas actuais instalações, desde 2002, e está equipada com tecnologia de ponta no que respeita à lavagem de lãs. Processa anualmente 5 000 toneladas de lã suja de ovino e, resultando da sua lavagem cerca de 2 500 toneladas de lã lavada.

A lavagem de lã é uma actividade fortemente geradora de resíduos. Actualmente, todos os resíduos produzidos no LIL estão classificados segundo a Lista Europeia de Resíduos (código LER), de acordo com a Portaria n.º 209/2004 de 3 de Março, e são alvo de gestão legal e ambientalmente adequada conforme estipulado pelo regime jurídico dos resíduos, DL n.º 178/2006. Contudo, existem um conjunto de resíduos classificados como resíduos de fibras têxteis não processadas (FTNP) que são presentemente depositados em aterro, e que devido à sua origem e constituição, poderão ser alvo de valorização,

saindo dessa forma da classificação de FTNP (LER 040221). Esta valorização responderia às imposições legais do regime jurídico dos resíduos, DL n.º 178/2006 e DL n.º 183/2009, através da diminuição substancial dos resíduos enviados para aterro, e também representaria uma redução de custos para a empresa.

Os resíduos de FTNP são constituídos por fibras de lã de maiores ou menores dimensões e por uma grande quantidade de resíduos de origem orgânica, provenientes da actividade pecuária (maneio de ovinos), que dada a sua constituição são fonte de matéria orgânica e passíveis de serem valorizados. Assim, e face ao quadro legal em vigor e à necessidade urgente de dar um destino ambientalmente adequado a estes resíduos, surgiu a necessidade de se proceder a uma redefinição do Plano de Gestão de Resíduos do LIL, no âmbito da qual se tem que identificar, caracterizar e quantificar todos os resíduos produzidos no LIL e indicar uma solução adequada de reciclagem e/ou tratamento.

Deste modo, o objectivo geral deste trabalho passa por (1) verificar a possibilidade de ser proposto um novo Plano de Gestão de Resíduos para a empresa, através do (2) levantamento de todos os resíduos produzidos e de (3) uma eventual reclassificação dos resíduos orgânicos após o seu tratamento e separação das fibras têxteis não processadas. Através da (4) caracterização destes resíduos orgânicos pretende-se verificar a possibilidade de valorização agrícola e a semelhança da sua composição a um resíduo agro-pecuário. Pretende-se ainda, (5) avaliar os benefícios económicos e ambientais resultantes da redefinição do Plano de Gestão de Resíduos e (6) propor uma gestão válida dos referidos resíduos em solo agrícola, tendo em conta a legislação em vigor e as Boas Práticas Agrícolas.

1.3. Metodologia adoptada e estrutura do projecto

Para a realização do presente projecto e do Plano de Gestão de Resíduos do Lavadouro Industrial de Lãs Têxtil Manuel Rodrigues Tavares adoptou-se a metodologia descrita no diagrama representado na figura 1.2.

De acordo com a metodologia adoptada, o projecto para redefinição do Plano de Gestão de Resíduos do Lavadouro Industrial de Lãs Têxtil Manuel Rodrigues Tavares divide-se em 6 capítulos. Após uma breve introdução ao tema (capítulo 1), no capítulo 2 procedeu-se à descrição detalhada das actividades inerentes às operações de escolha e lavagem da lã suja, desde o processamento da lã até à produção de resíduos.

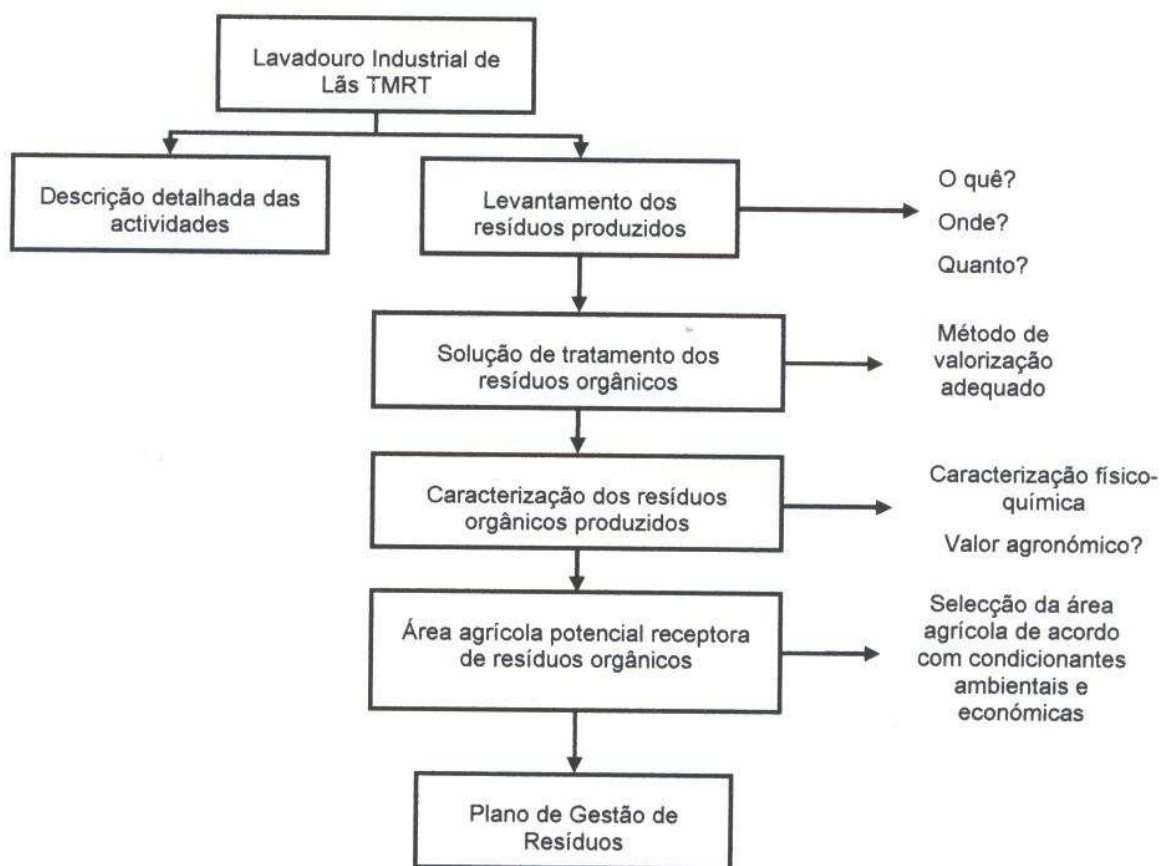


Figura 1.2. Metodologia utilizada na realização do Plano de Gestão de Resíduos TMRT.

No capítulo 3 apresenta-se o levantamento, identificação segundo o código LER (Portaria n.º 209/2004) e quantificação dos resíduos produzidos nas diferentes operações inerentes ao processo de lavagem, desde o processamento de lã suja até ao controlo de qualidade do produto acabado e pré-tratamento de efluentes. O levantamento dos resíduos produzidos nas operações de escolha e abertura mecânica da lã suja e lã lavada foi efectuado através da sua pesagem semanal.

Depois do levantamento efectuado avançou-se uma solução para valorização dos resíduos orgânicos, através de um processo de crivagem, e procedeu-se à caracterização quantitativa e qualitativa dos referidos resíduos (Capítulo 4). Para a caracterização qualitativa foram retiradas amostras dos resíduos orgânicos provenientes da abertura mecânica da lã suja e lã lavada que foram analisadas no Laboratório de Solos e Fertilidade da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

No capítulo 5 apresenta-se o novo Plano de Gestão de Resíduos do Lavadouro Industrial Têxtil Manuel Rodrigues Tavares e, para além da avaliação da viabilidade técnica e

económica da valorização dos resíduos, avança-se uma alternativa para o destino final dos resíduos orgânicos com interesse na utilização agrícola.

O desenvolvimento do programa de valorização agrícola dos resíduos orgânicos assentou na análise da área agrícola envolvente e potencial receptora dos RO. A análise da área geográfica e dos solos elegíveis, de acordo com o quadro legal e o Código das Boas Práticas Agrícolas, de forma a identificar parcelas aptas á fertilização orgânica através dos recursos foi feita com recurso à geo-informação. Utilizou-se o programa de geo-informação ArcGis 9, ArcMap 9.1, e a rasterização do extracto da Carta de Reserva Agrícola Nacional, fornecida pela Câmara Municipal da Guarda, foi efectuada num scanner A0, no Laboratório de SIG da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

No capítulo 6 apresentam-se as conclusões finais e sugerem-se medidas a ter em conta aquando da implementação do presente projecto.

2.Enquadramento e descrição do processo industrial

2.1.Lavadouro industrial de Lãs Têxtil Manuel Rodrigues Tavares

A tecnologia implementada no Lavadouro Industrial de Lãs, aliada a uma preocupação crescente de sustentabilidade ambiental e económica, permite a actuação pelo princípio da produção limpa (*cleaner production principle*) através da recuperação, reutilização e reciclagem de subprodutos, resíduos e efluentes. O LIL está equipado com tecnologia de ponta e, ao sistema de lavagem da lã (coluna de lavagem) encontra-se acoplado um circuito integrado de recuperação de gordura da lã, remoção de sujidades, e estação de pré-tratamento dos efluentes da lavagem.

Na figura 2.1 encontra-se representado o fluxograma do processo produtivo instalado no Lavadouro Industrial, que se descreve detalhadamente nos subcapítulos seguintes.

O processo industrial de lavagem de lãs de ovino tem início com a entrada, identificação e armazenagem de lã suja. A lã suja é escolhida consoante o tipo e “qualidade”, segundo o lote ou indicações do proprietário, sendo que a lã escolhida é posteriormente processada na coluna de lavagem de acordo com o plano de produção do LIL.

A lavagem de lã suja tem lugar numa linha de lavagem que compreende a abertura e limpeza mecânica da lã em sujo e seca, a lavagem da lã propriamente dita e o

enxaguamento em barcas, a secagem da lã lavada em estufa de ar quente e a limpeza mecânica da lã lavada.

Depois de terminado o processo de lavagem a lã é colocada em quartos estanques, onde repousa cerca de 8 horas antes da prensagem e embalagem em fardos. Antes da expedição para o cliente todos os fardos de cada lote são sujeitos a controlo de qualidade.

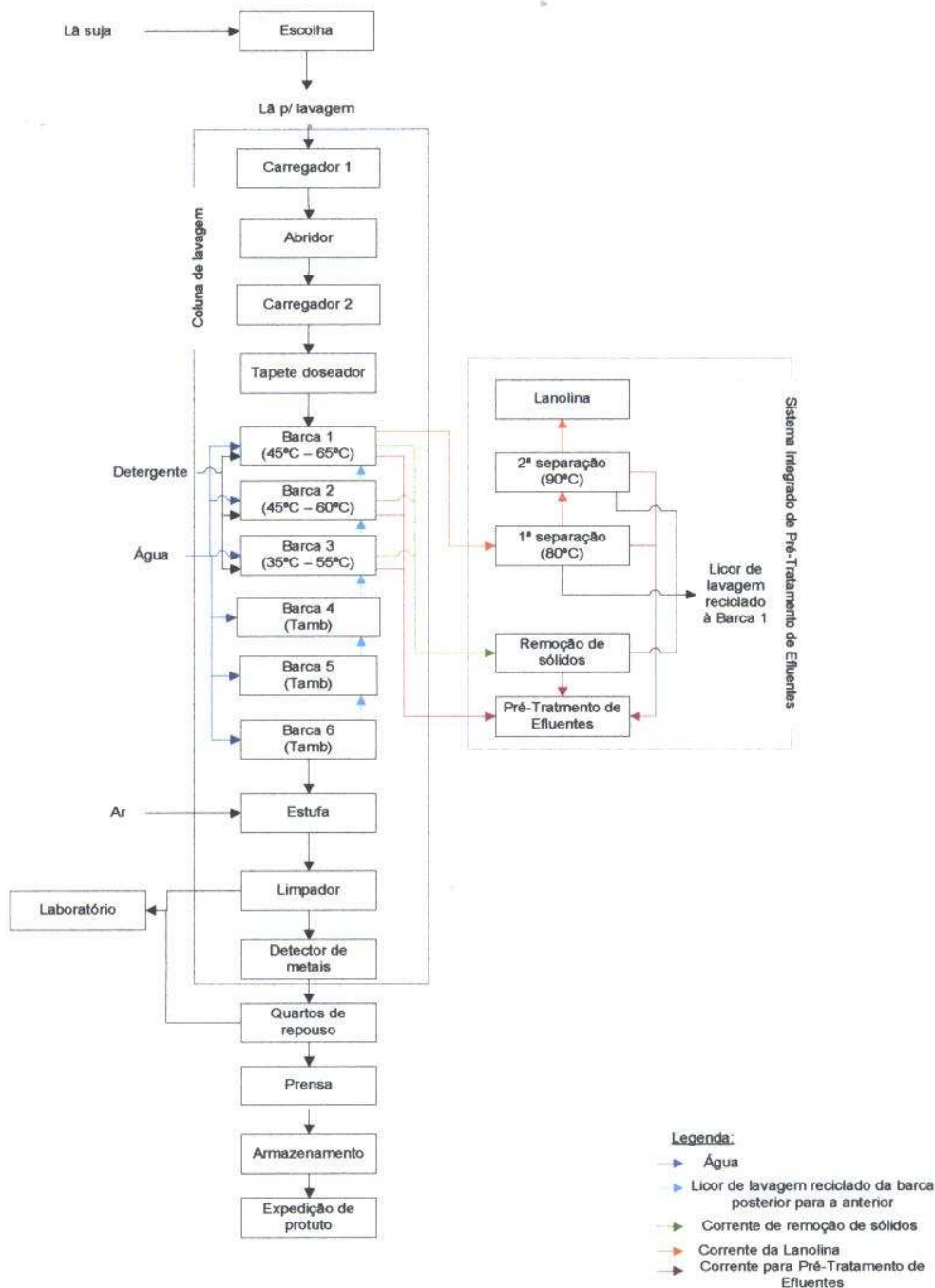


Figura 2.1. Fluxograma do Lavadouro Industrial TMRT.

2.2. Escolha de lã suja

A escolha de lã suja baseia-se num processo de selecção manual, efectuado por apartadoras, consoante as especificações do cliente e/ou lote de lã. A escolha de lã resume-se na divisão entre corpos inteiros e apartes, dando estes últimos origem a mesclas, jardas e rabejas. A lã enquanto matéria-prima divide-se em lã fina, entrefina e grossa.

A lã suja tem várias proveniências, tais como Portugal, Espanha, África do Sul ou Austrália, e a sua contaminação com elementos vegetais, terra e outras impurezas depende da sua proveniência, sendo a lã nacional e a espanhola aquelas que apresentam maior grau de contaminação. De salientar que a contaminação da lã, depende, em grande parte, das condições atmosféricas, grau de pluviosidade, condições ambientais e topográficas dos locais de pastagem dos rebanhos. Nas operações de escolha e abertura mecânica da lã suja, parte das impurezas são removidas. Os resíduos que surgem nestas operações são constituídos por resíduos fibrosos, vegetais, terras, guitas, arames e outras impurezas.

A escolha da lã é efectuada em mesas com tampo de malha metálica de 3 cm, o que facilita a escolha e a separação de matéria vegetal grosseira, palhas e ervas, de alguma terra e excrementos de animais das fibras de lã.

Nas figuras 2.2. encontram-se representadas as mesas com tampo de malha metálica onde é efectuada a operação de escolha de lã e, por conseguinte, a separação dos resíduos orgânicos e outros resíduos que lhe estão associados.



Figura 2.2. Mesa com tampo de malha metálica de 3 cm utilizada na escolha da lã.

2.3. Lavagem de lã suja

A lavagem da lã consiste, em termos genéricos, na remoção dos contaminantes naturais, como gordura (fracção extraível), suarda (fracção solúvel em água), diversas sujidades (terra, matéria vegetal e fecal), e dos contaminantes de uso veterinário, de forma a tornar possível o subsequente processamento da lã.

Em média, 1 tonelada de lã suja contém 150 kg de lanolina, 40 kg de suarda, 150 kg de sujidades (orgânicas e inorgânicas), 20 kg de matéria vegetal e 640 kg de lã. Cerca de 50% do peso da lã perde-se na operação de lavagem.

O processo de lavagem consiste em fazer passar a lã suja pela coluna de lavagem onde ocorre a remoção dos contaminantes.

A coluna de lavagem, para além das 6 barcas de lavagem, é constituída por um carregador de lã suja, seguido de um abridor e um batedor, que permite a abertura da lã e a libertação de palhas e outras impurezas, e por um outro carregador que eleva a lã até um tapete doseador. O tapete doseador alimenta a primeira barca de lavagem a um caudal mássico constante, variável consoante as características e sujidade da lã. Depois da passagem nas barcas de lavagem, a lã é seca numa estufa de ar quente em contracorrente, e limpa num batedor de lã seca, para libertação de poeiras e palhas. Na figura 2.3 encontra-se esquematizada a coluna de lavagem.



Figura 2.3. Esquema da coluna de lavagem da lã com indicação de descarga de resíduos e efluentes.

A separação de terras e de matéria vegetal e fecal tem lugar no carregador, abridor e batedor que antecedem as barcas de lavagem, enquanto a separação de palhas e poeiras finas ocorre nos limpadores da lã seca. A remoção de partículas grosseiras permite a diminuição da contaminação do licor das barcas 1, 2 e 3, o que reduz a concentração de sólidos grosseiros no licor e possibilita a sua recirculação à primeira barca de lavagem.

Na figura 2.4 encontra-se representado esquematicamente o carregador e abridor de lã suja onde são separados e recolhidos resíduos de FTNP com elevado conteúdo orgânico.

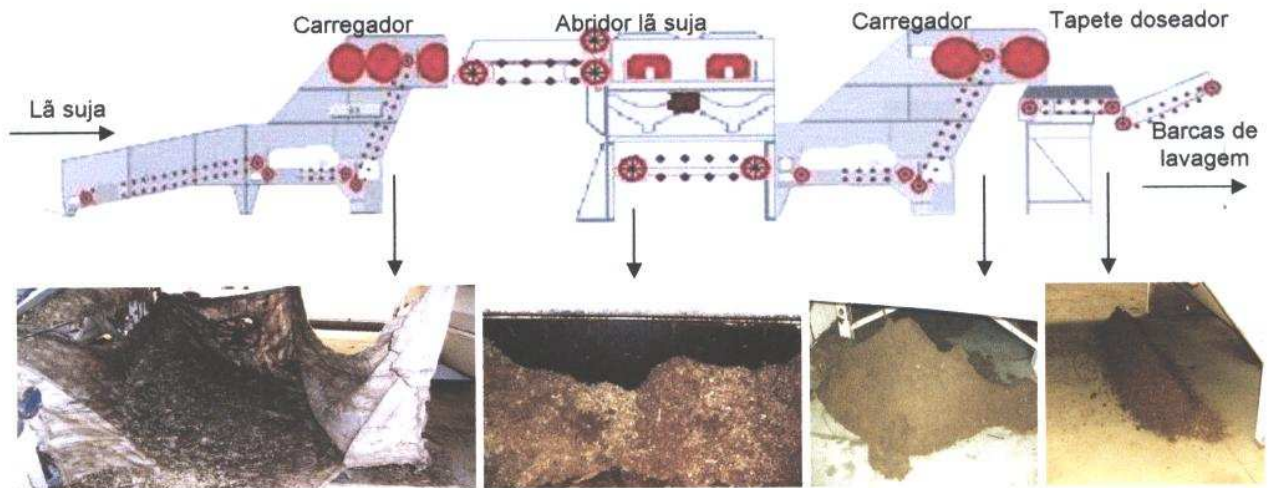


Figura 2.4. Esquema do carregador, abridor e tapete doseador da lã suja e resíduos de FTNP produzidos.

Depois de passar pelo processo abertura mecânica da lã suja, a lã dá entrada nas barcas de lavagem. A lavagem da lã ocorre nas 3 primeiras barcas, onde a água é aquecida, entre a 45-60°C. Nas restantes 3 barcas ocorre o enxaguamento da lã com água à temperatura ambiente. A adição de água limpa é efectuada nas últimas barcas, passando depois às outras barcas num sistema de contracorrente até à primeira barca de lavagem (figura 2.5).

A lavagem de lã é feita com recurso a um detergente com índice de biodegradabilidade superior a 90% e com água quente, sem adição de outros produtos químicos, e com recurso a garfos, que levam à imersão e abertura das fibras de lã no interior das barcas de lavagem.

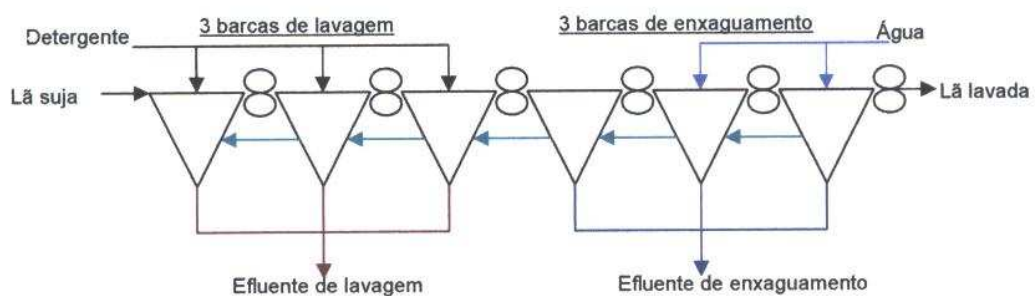


Figura 2.5. Representação esquemática das barcas de lavagem da lã.

A reutilização da água da barca posterior na barca anterior e o sistema de tratamento de efluentes permite, em relação aos lavadouros tradicionais, a:

- Redução do consumo de água entre 25 a 50%;
- Redução do consumo de energia equivalente à energia térmica transportada pelo licor reciclado;
- Valorização de um subproduto como a gordura da lã para a produção da lanolina;
- Redução da carga poluente (carência de oxigénio e sólidos suspensos) do afluente à estação de pré-tratamento e diminuição do consumo energético e de produtos químicos na estação de pré-tratamento das águas residuais industriais (EPTARi) (proporcional à remoção de gordura e sujidades).

A lã lavada depois de seca, em estufa de ar quente, também é sujeita a uma abertura mecânica que permite a separação de palhas e poeiras e de pêlo morto (fibras de lã de dimensões reduzidas). Na figura 2.6 encontra-se representado o esquema do abridor da lã lavada bem como os resíduos de FTNP com elevado conteúdo orgânico separados.

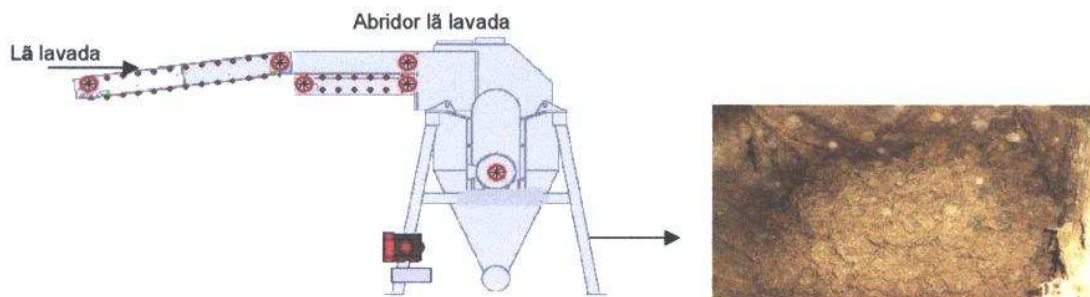


Figura 2.6. Esquema do abridor de lã lavada e resíduos de FTNP produzidos.

Depois de concluído o processo de lavagem, a lã é estabilizada em quartos de repouso e, posteriormente, prensada e embalada em fardos. Os fardos de lã lavada, produto acabado, são sujeitos a controlo de qualidade através da determinação do teor de humidade e gordura, em laboratório próprio, e são armazenados em local adequado até expedição para o cliente/proprietário.

Para além da separação de resíduos orgânicos na lã suja seca e lã lavada, o sistema de lavagem instalado permite a separação de lanolina e a remoção de partículas grosseiras do licor e efluentes das barcas de lavagem.

O sistema integrado de pré-tratamento dos efluentes produzidos na lavagem da lã consiste na remoção de resíduos orgânicos e outras impurezas antes e depois da lavagem, através de abridores mecânicos (figuras 2.4 e 2.6), na separação e recuperação da gordura da lã e no pré-tratamento físico-químico e biológico dos efluentes rejeitados.

A separação de lanolina permite a redução da concentração de gordura do licor de lavagem da barca 1, o que permite a sua recirculação à barca de lavagem. A separação de lanolina actua como pré-tratamento através da recuperação de gordura e da redução significativa da poluição da corrente de efluente que segue para a estação de pré-tratamento de águas residuais e promove a reutilização de água à primeira barca de lavagem e a diminuição do consumo de água limpa e consequentemente, detergente e energia.

A estação de pré-tratamento de águas residuais recebe os efluentes provenientes dos sistemas de pré-tratamento do licor de lavagem e da descarga directa das barcas de lavagem, e opera de forma a minimizar a carga poluente dos seus efluentes e a cumprir com as normas legais em vigor de descarga no colector municipal. As lamas resultantes do pré-tratamento de efluentes foram alvo de um estudo por parte da Escola Superior Agrária de Castelo Branco integrado num projecto NITEC desenvolvido pela empresa e, dado o seu valor agronómico, encontram-se em fase de licenciamento para valorização em solo agrícola no âmbito do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro.

3. Levantamento dos resíduos produzidos no LIL

Como já foi referido, a indústria da lavagem de lãs é fortemente geradora de resíduos sólidos e águas residuais. No LIL os efluentes são tratados em EPTARi própria e depois descarregados no colector municipal. Os resíduos sólidos são armazenados nas instalações e enviados para tratamentos de reciclagem ou de fim de linha de acordo com a legislação em vigor.

O levantamento dos resíduos produzidos foi efectuado através da monitorização de todas as actividades desenvolvidas no Lavadouro, com inventariação de resíduos produzidos por operação, o que permitiu a sua identificação e quantificação, desde a recepção da lã suja até à expedição do produto acabado. A caracterização dos resíduos identificados foi feita com base na Lista Europeia de Resíduos, Portaria n.º 209/2004 de 3 de Março, e a cada resíduo fez-se corresponder um código LER (Tabela 3.1).

Tabela 3.1. Identificação dos resíduos produzidos no Lavadouro Industrial TMRT

Origem	Designação	Código LER
Lavadouro (L)	Embalagens de papel e cartão	150101
	Embalagens de plástico	150102
	Ferro e aço	170405
	Óleos minerais não clorados de motores e transmissões	130205
Escolha (E)	Resíduos de fibras têxteis não processados	040221
	Embalagens de papel e cartão	150101
	Embalagens de plástico	150102
	Ferro e aço	170405
Abertura mecânica da lã suja (ALS)	Resíduos de fibras têxteis não processadas	040221
Abertura mecânica da lã lavada (ALL)	Resíduos de fibras têxteis não processadas	040221
Pré-tratamento de efluentes (EPTARi)	Lamas do tratamento local de efluentes não abrangidas em 040219	040220
	Embalagens de plástico	150102
Controlo de qualidade (CQ)	Embalagens de plástico	150102

Na Tabela 3.2 encontra-se representado o actual plano de gestão de resíduos, de acordo com o SIRAPA referente ao ano de 2008.

Apesar de existir um plano de gestão de resíduos em vigor no LIL, verificou-se que o seu cumprimento não era adequado e que não existia registo/controlo interno adequado das quantidades de resíduos produzidas. Assim, e no sentido de otimizar recursos, procedeu-se à inventariação e quantificação de todos os resíduos produzidos nesta unidade industrial.

A inventariação e quantificação dos resíduos produzidos foram efectuadas por amostragem, recolha e pesagem dos resíduos gerados nas diversas operações durante o processamento da lã suja, semanalmente durante 6 meses. A distribuição quantitativa e relativa dos diversos resíduos, por código LER, está indicada na Figura 3.1.

Tabela 3.2. Plano de Gestão de Resíduos actualmente em vigor no Lavadouro Industrial de Lãs Têxtil Manuel Rodrigues Tavares.

Origem	Designação	Código LER	Quantidade produzida (kg)	Recolha/armazenagem no LIL	Responsabilidade de recolha no LIL	Frequência de recolha por operador autorizado	Operação de tratamento	Transportador	Destinatário
L	Papel e cartão	150101	2400	Em local identificado (big bags) *	Chefe de turno	De 6 em 6 meses	Reciclagem/recuperação	António Manuel Barata Frexes	António Manuel Barata Frexes
	Plástico	150102	1000	Em local identificado (big bags) *	Chefe de turno	Anual	Reciclagem/recuperação	António Manuel Barata Frexes	António Manuel Barata Frexes
	Ferro e aço	170405	7000	Em local identificado *	Chefe de turno	Trimestral	Acumulação de resíduos	Oliveira & Quintino, Lda.	Reciquintino, Lda.
E ALS ALL	Óleos minerais não clorados de motores e transmissões	130205	270	Em local identificado (barris usados de 200L)	Responsável manutenção	De 2 em 2 anos	Refinação e outras utilizações	Correia & Correia, Lda.	Correia & Correia, Lda.
	Resíduos de fibras têxteis não processadas	040221	215000	Contentor de 15 m ³ (sacos de rafia 200 kg)	Operador da secção de recolha	Mensal	Deposição em aterro sanitário	Biscarroça, Lda.	Lena Ambiente, S.A.
EPTARi	Lamas do tratamento local de efluentes não abrangidas em 040219	040220	100000	Em local identificado	Chefe de turno	-	Valorização agrícola	TMRT, S.A.	Explorações agrícolas autorizadas
CQ	Plástico	150102	Contabilizado com o restante plástico	Em local identificado (big bags)	Responsável laboratório	Anual	Reciclagem/recuperação	António Manuel Barata Frexes	António Manuel Barata Frexes

L – Lavadouro Industrial de Lãs; E – Escolha de lã suja; ALS – Abertura mecânica de lã suja; ALL – Abertura mecânica de lã lavada; EPTARi – Estação de pré-tratamento de águas residuais industriais; CQ – Controlo de qualidade da lã lavada.

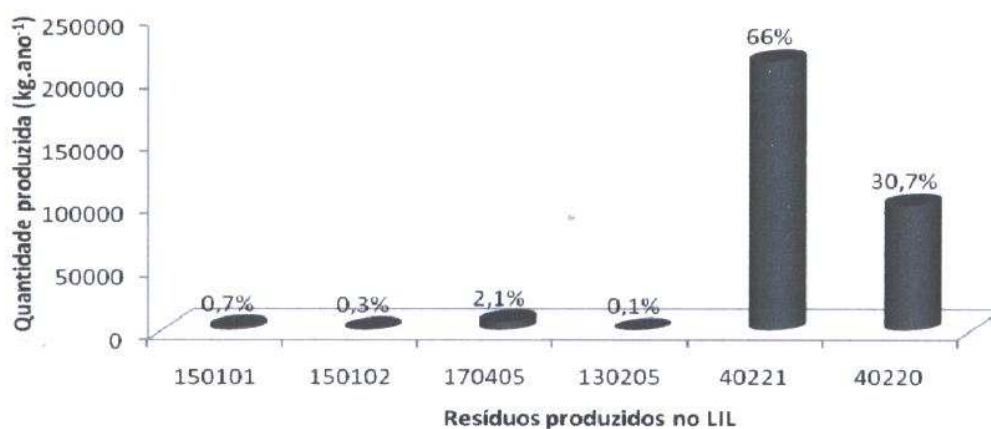


Figura 3.1. Distribuição quantitativa dos resíduos produzidos com indicação do código LER.

Existem resíduos transversais a todo o processo, como sejam os óleos minerais não clorados provenientes de motores, transmissões e de lubrificações e os resíduos sólidos urbanos (RSU) resultantes da actividade do Lavadouro e das actividades dos trabalhadores. Os primeiros (LER 130205) correspondem a cerca de 0,1% do total de resíduos produzidos, e são armazenados em barris de 200 L (Figura 3.2), em local próprio e identificado. Anualmente são recolhidos, na unidade fabril, por um operador de gestão de resíduos licenciado para o efeito.



Figura 3.2. Armazenamento de óleos usados (LER 130205).

Os RSU são recolhidos diariamente e colocados no contentor municipal, pelo que não foram contabilizados nos resíduos produzidos no LIL.

Os resíduos de embalagens de plástico (LER 150102) estão associados às operações de escolha, pré-tratamento de efluentes e controlo de qualidade. Os resíduos são recolhidos nas suas origens, armazenados em local específico, e quando a quantidade o justifica são prensados na forma de fardos (Figura 3.3). A sua produção anual corresponde a 0,3% do total de resíduos, ou seja, aproximadamente 1 tonelada por ano. Convém salientar que grande parte dos plásticos e rafia que acondicionam a lã suja à entrada do Lavadouro, e que são recolhidos no local onde se realiza a operação de escolha, são reutilizados para acondicionar partes e fracções que não são lavadas no seguimento dessa operação.



Figura 3.3. Resíduos de embalagens de plástico (LER 150102) armazenados na forma de fardos.

Ainda associada à operação de escolha, existe a produção de resíduos de papel e cartão e ainda de arames que, resulta dos materiais que acondicionam a lã suja. Estes resíduos (LER 150101 e LER 170405) correspondem a 0,7% e 2,1%, respectivamente, do peso total de resíduos produzidos.

Os resíduos de papel e cartão, tal como os resíduos plásticos, são recolhidos e armazenados em local próprio e quando a quantidade o justifica são prensados na forma de fardos (Figura 3.4 A). Os arames, resíduos de ferro e aço, são igualmente armazenados em local próprio (Figura 3.4 B) e, tal como acontece com os resíduos de plástico, são recolhidos periodicamente, e de acordo com o estipulado na Tabela 3.2, por operadores de gestão de resíduos licenciados.



Figura 3.4. (A) Resíduos de embalagens de papel e cartão e (B) resíduos de ferro e aço.

Os resíduos de lamas resultantes do pré-tratamento local dos efluentes gerados na lavagem da lã (LER 040220), como foi referido anteriormente, encontram-se em processo de licenciamento no âmbito do Decreto-Lei n.º 178/2006, para valorização em solo agrícola. A sua produção é bastante significativa, cerca de 30,7% do total de resíduos produzidos, e em termos de planeamento admite-se, desde já, como destino, a sua valorização agrícola, uma vez que o pedido de licenciamento se encontra em fase de apreciação pelas entidades competentes.

Em relação aos resíduos de FTNP, de grande expressão no total de resíduos produzidos, aproximadamente 66%, a sua produção ocorre nas operações de escolha, de abertura mecânica da lã suja e abertura mecânica da lã lavada (Figura 3.9).

Para efeitos de PGR e projecto de valorização, entende-se como resíduos orgânicos (RO) os resíduos de terras, matéria vegetal e fecal associados aos resíduos de fibras têxteis não processadas.

Nas Figuras 3.5, 3.6 e 3.7 encontram-se representados, respectivamente, os resíduos de FTNP e RO separados na escolha, carregador e abridor da lã suja. Os resíduos de FTNP produzidos na escolha e abertura da lã suja são compostos por fibras mais ou menos compridas de lã suja, e por uma grande quantidade de terra, matéria vegetal e fecal.



Figura 3.5. Resíduos produzidos na operação de escolha (A). Pormenor dos resíduos de FTNP e RO separados na operação de escolha (B).



Figura 3.6. Carregador de lã suja (A). Recolha de resíduos separados no carregador (B). Pormenor dos resíduos FTNP e RO separados no carregador (C).



Figura 3.7. Abridor de lã suja (A). Recolha de resíduos separados no abridor (B). Pormenor dos resíduos FTNP e RO separados no abridor de lã suja (C).

Os resíduos provenientes da abertura mecânica da lã suja, carregador e abridor, são diferentes em termos de conteúdo em FTNP sendo que os primeiros apresentam maior quantidade e fibras de maior dimensão. Em relação aos RO a sua composição é semelhante, sendo que os resíduos provenientes do carregador apresentam matéria vegetal e fecal de maiores dimensões enquanto os resíduos provenientes do abridor apresentam elevada quantidade de terras e matéria vegetal e fecal de dimensões reduzidas.

Os resíduos de FTNP produzidos na abertura da lã lavada são constituídos por fibras curtas de lã lavada, o chamado pêlo morto, poeiras e palhas. Na figura 3.8 encontra-se representado o abridor da lã lavada, filtros de remoção de poeiras e resíduos FTNP e RO produzidos nesta operação.



Figura 3.8. Abridor de lã lavada (A). Recolha de resíduos separados no abridor (B). Pormenor dos resíduos FTNP e RO separados no abridor de lã lavada (C).

Observou-se que os resíduos de FTNP, para além das fibras de lã, são constituídos por uma elevada fracção orgânica. Assim, torna-se de extrema importância a proposta de alteração do PGR actual de forma a reduzir a quantidade de resíduos que indevidamente são encaminhados para aterro atendendo à sua constituição à hierarquia de gestão de resíduos imposta pela legislação em vigor.

Na figura 3.9 encontra-se representado o fluxograma do processo de produção com indicação dos resíduos produzidos por operação.

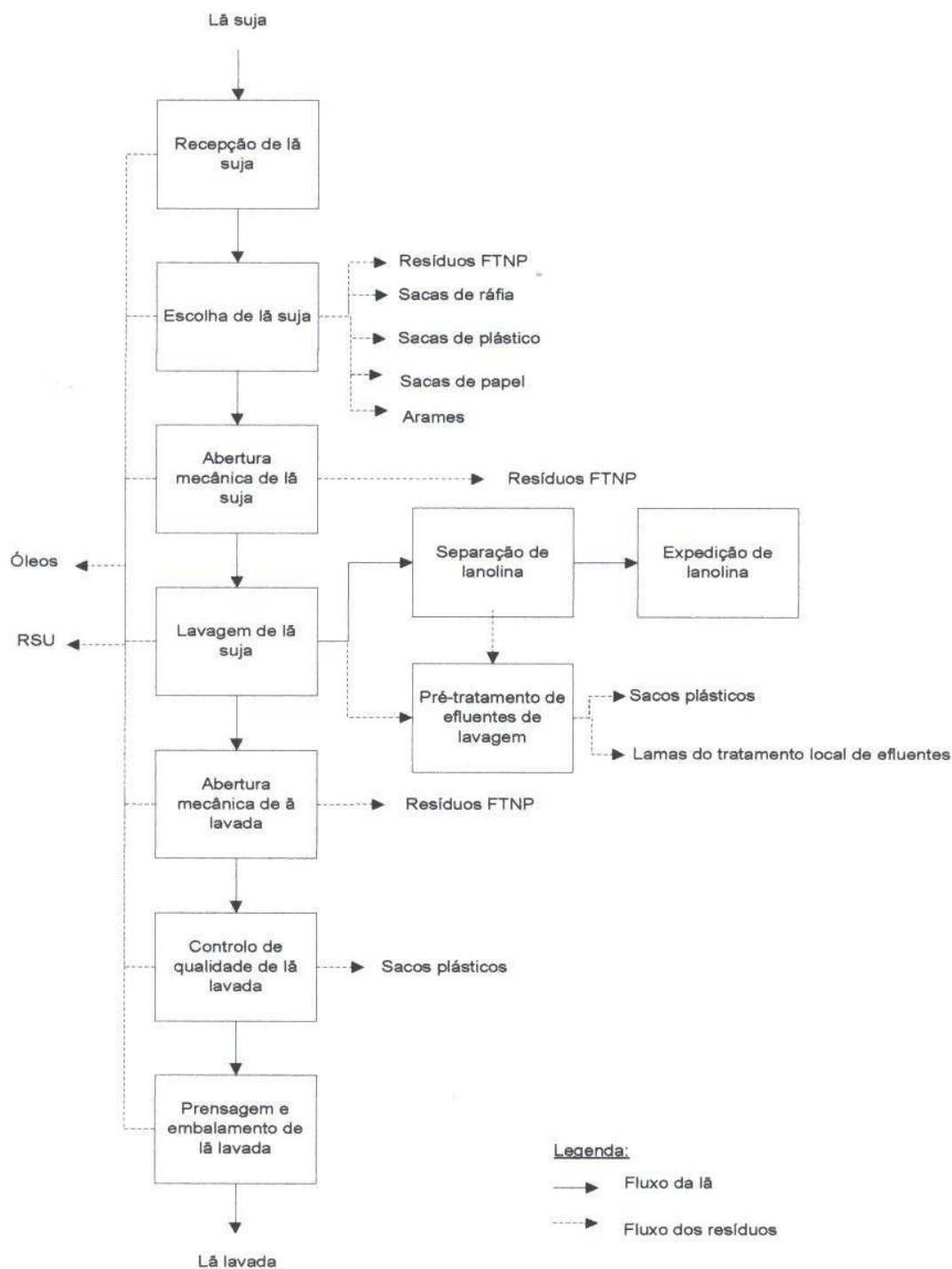


Figura 3.9. Fluxograma do processo. Fluxo de lã e fluxo de resíduos.

A contabilização, dos resíduos de FTNP, e consequentemente dos RO produzidos, foi realizada semanalmente recorrendo à separação destes resíduos nas diferentes origens

e à sua pesagem. Na figura 3.10 constam as quantidades e o peso relativo de resíduos de FTNP produzidos anualmente nas operações que lhe dão origem.

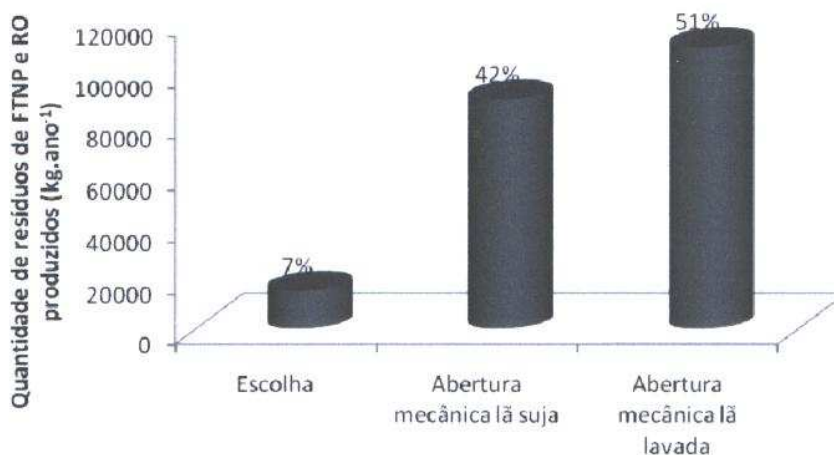


Figura 3.10. Volume anual de resíduos de FTNP e RO produzidos no LIL.

Verifica-se que em termos quantitativos, a operação de escolha é a que menos contribui para a produção de resíduos de FTNP e RO, o que se deve ao facto da separação ser manual e do objectivo principal desta operação ser a escolha das várias fracções de lã dentro do mesmo lote, e não a separação de resíduos.

Por outro lado, verifica-se que a maior quantidade de resíduos é gerada aquando da abertura mecânica de lã lavada, correspondendo a mesma a 51% do total de resíduos de FTNP e RO produzidos. Ao contrário do que se poderia pressupor, na escolha e abertura de lã suja a produção de resíduos é menor (42% do total), ficando a dever-se esse menor valor ao facto de a lã suja ter gordura que “cola” os RO às fibras. Note-se ainda que a maior parte da sujidade da lã é removida na operação de lavagem, sendo recuperada na forma de lanolina (gordura da lã) e nas lamas de depuração provenientes do pré-tratamento dos efluentes de lavagem.

Para além da contabilização total, definiu-se como indicador da produção de resíduos o total de quilogramas de resíduos de FTNP e RO produzidos por tonelada de lã processada. Na figura 3.11 apresentam-se os resultados obtidos por operação que origina estes resíduos.

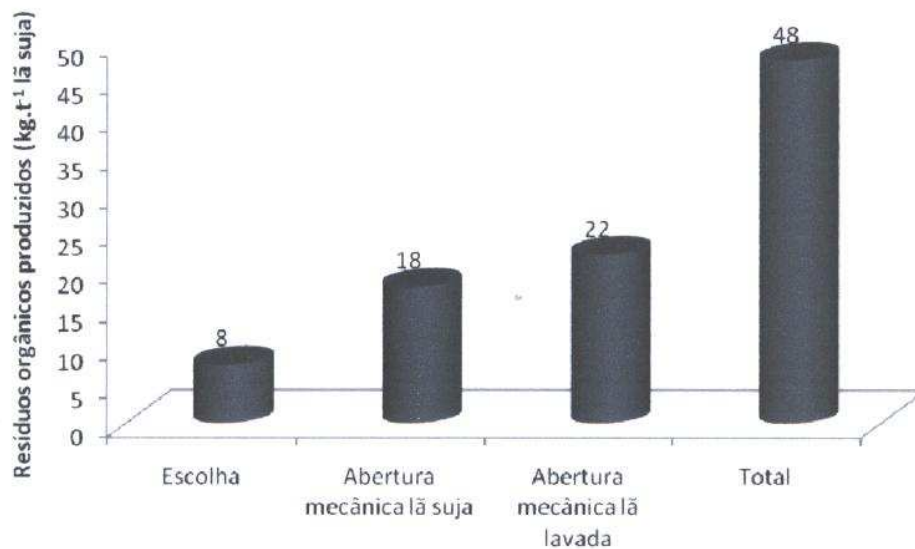


Figura 3.11. Quantidade de resíduos de FTNP e RO produzidos nas operações de escolha e abertura mecânica da lã suja e lã lavada.

De acordo a figura 3.11, por cada 1000 kg de lã suja escolhida e lavada no LIL são produzidos, aproximadamente, 48 kg de resíduos de FTNP e RO associados. Assim, depreende-se que estes resíduos, separados antes e depois da lavagem, correspondem a 5% do peso total da lã suja lavada.

Os resíduos de FTNP produzidos na operação de escolha incluem as fibras de lã suja rejeitadas e os RO, e correspondem a 8 kg.t⁻¹ de lã suja escolhida. Enquanto os resíduos produzidos na abertura mecânica da lã suja, que como já foi referido, ocorre no carregador e abridor, representam 18 kg.t⁻¹ de lã processada, e os resíduos separados no abridor da lã lavada equivalem a 22 kg.t⁻¹ de lã processada.

Como já se referiu anteriormente, em termos de quantidade total produzida, os resíduos separados na abertura da lã lavada tem maior expressão que os resíduos separados na escolha e abertura da lã suja, o que se deve principalmente à natureza dos resíduos e à facilidade de separação de poeiras e palhas da lã lavada com teores de gordura mínimos.

O indicador de resíduos separados por tonelada de lã processada, e numa primeira análise, pode transmitir a percepção de uma separação reduzida de resíduos FTNP e RO da lã, o que não é de todo correcto. Admitindo a média anual de processamento de cerca de 20 toneladas de lã diárias chega-se a números bastante elevados de resíduos produzidos. Diariamente são produzidos no Lavadouro Industrial cerca de 1 tonelada, valores médios, de resíduos FTNP e RO que equivalem a 215 toneladas anuais.

Tendo em conta que, actualmente, todos os resíduos FTNP são encaminhados para aterro sanitário e dada a sua expressão em termos quantitativos e a sua elevada composição em RO, e conseqüentemente em matéria orgânica, este tratamento de fim de linha traduz-se num grande encargo financeiro e ambiental, que pode e deve, de acordo com o regime jurídico de gestão de resíduos, ser mitigado. No capítulo seguinte propõe-se uma solução de tratamento que permite separar a fracção orgânica dos resíduos de FTNP.

4. Caracterização dos resíduos orgânicos produzidos no LIL

Segundo a literatura e a situação observada no Lavadouro TMRT a fracção relativa a matéria vegetal, excrementos e terras corresponde, aproximadamente, entre 5% a 10% do peso da lã em sujo. A fracção orgânica dos resíduos resultantes do processo de lavagem da lã é retirada do solo pelas ovelhas durante o seu ciclo produtivo e deve ser devolvida ao solo (Ecos 104, 2000). Na história da lavagem das lãs em Portugal e nomeadamente na história do LIL, a matéria vegetal, excrementos e terras separadas das lãs sujas e lavadas, bem como as lamas do pré-tratamento local de efluentes, sempre foram alvo de cobiça pelos agricultores devido ao seu potencial fertilizante, importante para os solos tradicionalmente pobres da região da Guarda.

Dado o possível potencial uso agronómico dos RO associados aos resíduos FTNP e o definido no Decreto-Lei n.º 178/2006, que *à utilização de um bem sucede uma nova utilização ou que, não sendo viável a sua reutilização, se procede à sua reciclagem ou ainda a outras formas de valorização e que a eliminação definitiva de resíduos, nomeadamente a sua deposição em aterro, constitui a última opção de gestão*, encontrou-se e definiu-se uma solução e estratégia para valorização destes resíduos.

Visto que o LIL está classificado como indústria de preparação de fibras de lã, os resíduos produzidos durante o processo de lavagem estão classificados como resíduos da indústria têxtil e tem um código LER associado (Tabela 3.1).

Assim, e de forma a possibilitar a valorização da fracção orgânica dos resíduos FTNP, procedeu-se ao seu tratamento e valorização, numa primeira fase, à escala piloto. O tratamento constou de uma crivagem manual.

Após vários ensaios de crivagem com malhas de diferentes diâmetros, chegou-se à conclusão que uma malha metálica de 2 mm é indicada para separar os resíduos FTNP

dos RO. A malha metálica seleccionada permite a separação da maior quantidade de FTNP possível e a obtenção de RO, terra, matéria vegetal e fecal, que se pretendem valorizar, praticamente isentos de FTNP.

Na Figura 4.1 encontra-se representado o fluxograma do processo e o fluxo de resíduos com indicação da operação de tratamento dos resíduos de FTNP e dos novos resíduos daí resultantes.

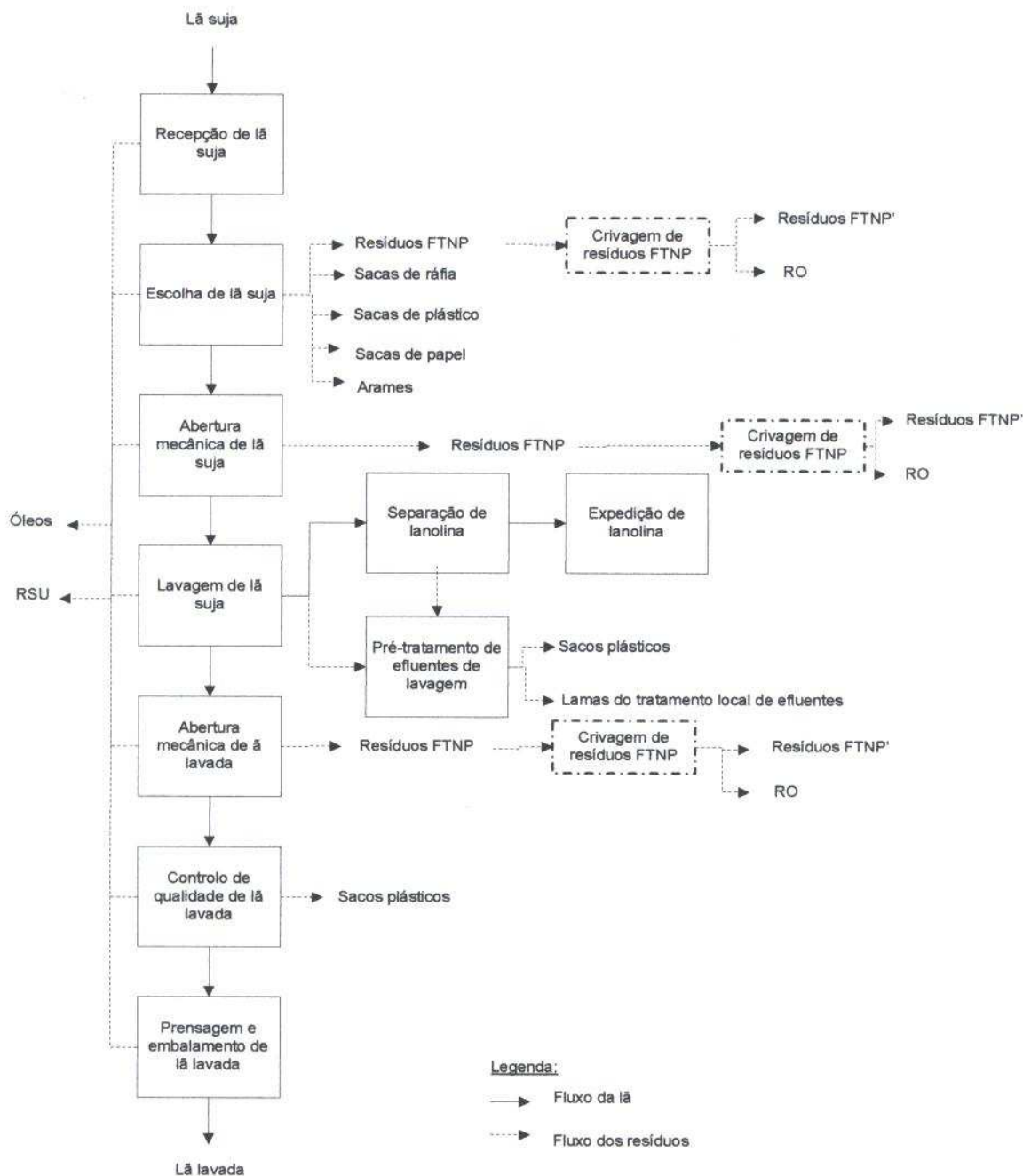


Figura 4.1. Fluxograma do processo com indicação da solução de valorização de resíduos FTNP.

Foram crivados os resíduos FTNP provenientes das operações de escolha, abertura mecânica da lã suja e abertura mecânica da lã lavada. Como já foi referido, a valorização destes resíduos permitiu a obtenção de dois resíduos diferentes e distintos, resíduos de fibras têxteis não processadas depois da crivagem (FTNP') e RO praticamente isentos de FTNP, o que, para além da valorização dos RO permitiu a sua quantificação e caracterização analítica.

De seguida apresenta-se a caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos obtidos na operação tratamento e valorização por crivagem.

4.1. Caracterização quantitativa dos resíduos orgânicos

Através da valorização dos RO foi possível perceber a sua expressão e importância em termos de produção e, conseqüentemente, os custos ambientais e económicos associados à sua deposição em aterro sanitário. Na Tabela 4.1 apresentam-se os valores brutos de resíduos produzidos e valorizados com base na sua produção anual e na sua produção por quantidade de lã suja escolhida e lã suja lavada.

Tabela 4.1. Resíduos produzidos por ano e por tonelada de lã suja por operação geradora de resíduos.

Operação geradora de resíduos		Rendimento valorização	FTNP		FTNP'		RO	
			kg.ano ⁻¹	kg.t ⁻¹ lã suja	kg.ano ⁻¹	kg.t ⁻¹ lã suja	kg.ano ⁻¹	kg.t ⁻¹ lã suja
Escolha		42%	15 000	8	8 700	4,64	6 300	3,36
Abertura lã suja	Carregador	55%	42 000	8	18 900	3,60	23 100	4,40
	Abridor	57%	48 000	10	20 640	4,30	27 360	5,70
Abertura lã lavada		68%	110 000	22	35 200	7,04	74 800	14,96
Total			215 000	48	83 440	19,58	131 560	28,42

Através da análise dos valores obtidos verifica-se que a crivagem é uma operação válida para a valorização dos RO e que, à excepção da operação de escolha, estes resíduos correspondem a valores superiores a 50% (p/p) do total de resíduos de FTNP produzidos nas diferentes operações onde ocorre separação de resíduos (Figura 4.2).

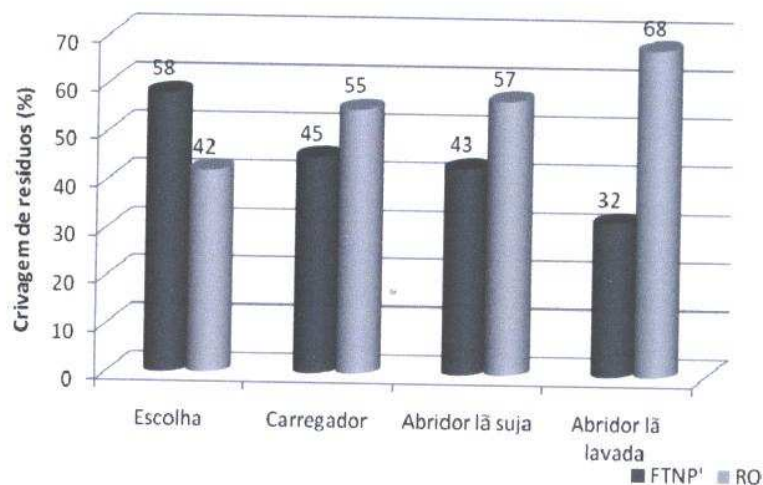


Figura 4.2. Valores percentuais de FTNP' e RO obtidos na valorização por crivagem dos resíduos produzidos nas operações de escolha e abertura da lâ suja e abertura da lâ lavada.

A valorização dos RO produzidos na operação de escolha apresenta um rendimento de 42%. Ou seja, 58% do peso total dos resíduos de FTNP correspondem a FTNP' (isentas de RO), enquanto 42% do peso total destes resíduos correspondem a RO (isentos de fibras têxteis) (Figura 4.3).



Figura 4.3. Resíduos FTNP produzidos na operação de escolha (A). FTNP' (B) e RO (C) separados após crivagem.

Em termos de quantidade produzida, a valorização destes resíduos permite a obtenção de 3,36 kg de RO por tonelada de lã suja, correspondendo a 6 300 kg de RO desviados de aterro sanitário anualmente.

Os RO provenientes da valorização dos resíduos de FTNP produzidos na abertura mecânica da lã suja correspondem a cerca de 55% e 57% separados, respectivamente, no carregador e no abridor da lã suja. Quantitativamente, estes resíduos representam 4,40 e 5,70 kg.t⁻¹ de lã suja processada, e correspondem a um total de 50 460 kg de RO susceptíveis de serem valorizados em solo agrícola por ano, evitando-se, assim, a sua deposição em aterro. Nas Figuras 4.4 e 4.5 encontram-se representados os resíduos de FTNP produzidos na operação de abertura mecânica da lã suja, recolhidos no carregador e no abridor de lã, bem como os resíduos FTNP' e RO obtidos após separação por crivagem.



Figura 4.4. Resíduos de FTNP produzidos na operação de abertura mecânica da lã suja recolhidos no carregador de lã suja (A). Resíduos separados após crivagem, FTNP' (B) e RO (C).



Figura 4.5. Resíduos de FTNP produzidos na operação de abertura mecânica da lã suja recolhidos no abridor de lã suja (A). Resíduos separados após crivagem, FTNP' (B) e RO (C).

Devido ao facto de tanto as fibras como os RO separados na escolha e no carregador da lã suja apresentarem grandes dimensões, a valorização dos RO foi bastante eficiente, obtendo-se no final RO isentos de fibras têxteis e, conseqüentemente, fibras isentas de RO. Os resíduos de FTNP' separados foram também alvo de valorização, através da sua reintrodução no processo de lavagem.

Assim, o processo de valorização, para além de evitar a deposição de RO em aterro, permite o aumento da eficiência do processo de lavagem através da recuperação de fibras têxteis isentas de RO que, devido às suas dimensões e qualidade, são passíveis de ser novamente reintroduzidas no processo de lavagem. Esta dupla valorização traduz-se na recuperação anual de 27 600 kg de matérias consideradas, até à data, resíduos de FTNP.

Os resíduos de FTNP' resultantes da valorização dos RO no abridor da lã suja e na abertura mecânica da lã lavada são de pequenas dimensões (o chamado pêlo morto), e não apresentam qualquer interesse em termos de reintrodução no processo de lavagem.

Deste modo, a eliminação destes resíduos traduzem-se no envio anual de 53 140 kg de resíduos de FTNP' para aterro sanitário.

Na Figura 4.6 encontram-se representados os resíduos FTNP produzidos na operação de abertura mecânica da lã lavada, bem como os resíduos FTNP' e RO obtidos após a operação de valorização.

Os RO provenientes da crivagem dos resíduos de FTNP produzidos nesta operação, correspondem a 68% do total de resíduos produzidos. A valorização destes resíduos representa o desvio anual de cerca de 74 800 kg de RO do aterro sanitário. Em termos de produção, os RO separados e valorizados na abertura mecânica da lã suja, correspondem a 14,96 kg.t⁻¹ de lã suja.



Figura 4.6. Resíduos FTNP produzidos na operação de abertura mecânica da lavada no abridor de lã lavada (A). Resíduos separados após crivagem, FTNP' (B) e RO (C).

Através da caracterização quantitativa dos resíduos orgânicos produzidos verificou-se que o rendimento da valorização dos resíduos FTNP produzidos na escolha da lã suja é ligeiramente inferior ao rendimento obtido na abertura mecânica da lã suja. Tal facto deve-se essencialmente à dimensão das fibras de lã e dos RO separados, sendo que o

rendimento da operação de valorização dos RO por crivagem vai aumentando, conforme vai diminuindo o tamanho das fibras de lã e dos próprios RO.

Verifica-se, ainda, que a valorização dos RO provenientes da abertura mecânica da lã lavada, apresenta um rendimento substancialmente superior em relação à valorização dos RO provenientes da lã suja, 68% e 56%, respectivamente, devido, como já foi referido anteriormente, à gordura presente nas fibras de lã suja e ao efeito “cola” que dificulta a separação, e conseqüente valorização destes resíduos.

Em termos de volume produzido, a valorização de RO pode parecer pouco significativa. No entanto, em termos ambientais e económicos, a valorização destes resíduos é bastante importante, uma vez que são desviadas cerca de 131,56 toneladas anuais de RO com potencial valor agronómico, do aterro sanitário. Para além do mais, com a valorização dos RO conseguiu-se, ainda, o reaproveitamento dos resíduos de FTNP' separadas na escolha e no carregador da lã suja, o que significa a recuperação de 27,6 toneladas anuais de fibras têxteis, que são reintroduzidas no processo de lavagem em vez de serem enviadas para aterro sanitário.

4.2. Caracterização qualitativa dos resíduos orgânicos

Os RO provenientes da lã suja, devido à sua constituição semelhante em terras e matéria vegetal e fecal, formaram uma única amostra compósita denominada de Resíduos Orgânicos da Lã Suja (ROLS). Quanto à amostra correspondente aos resíduos orgânicos provenientes da lã lavada, a mesma foi denominada de Resíduos Orgânicos da Lã Lavada (ROLL). A informação relativa aos parâmetros considerados, à metodologia analítica seguida, e aos valores dos resultados apurados nas duas amostras analisadas, encontra-se apresentada na Tabela 4.2.

A análise dos resultados obtidos para os diversos parâmetros determinados nas amostras de RO, provenientes da lã suja e lã lavada, foi efectuada com base no seu potencial valor agronómico e, uma vez que não existe legislação específica para a valorização destes resíduos orgânicos nos solos, com base nos valores limites de aplicação identificados na legislação que regulamenta a valorização agrícola de lamas de depuração (Decreto-Lei n.º 276/2009, de 2 de Outubro) e no Código das Boas Práticas Agrícolas.

Tabela 4.2. Parâmetros determinados, métodos utilizados e valores apurados nas análises efectuadas aos resíduos orgânicos produzidos no Lavadouro TMRT.

Parâmetros	Unidade	Método	ROLS	ROLL
Humidade	%	EN 12880	12,92	7,85
pH		NP EN 12176	8,8	6,2
Condutividade	uS.cm ⁻¹	Mét. Interno (Condutímetro)	20,42	874,5
MO	%	EN 12879	47,56	83,53
Azoto total, N	%	EN 13342	2,34	5,73
Razão C/N		Mét. Interno	11,8	8,5
Azoto orgânico	%	Mét. Interno	1,6	2,21
Azoto amoniacal	%	Mét. Interno	n.q.	n.q.
Azoto nítrico	%	Mét. Interno	---	---
Fósforo total, P	%	Mét. Interno, doseamento UV/VIS	0,08	0,01
Potássio total, K	%	Mét. Interno, doseamento EAA	6,14	0,59
Cálcio total, Ca	%	Digestão HCL, doseamento EAA	1,4	1,08
Magnésio, Mg	%	Digestão HCL, doseamento EAA	0,34	0,18
Sódio total, Na	%	Digestão HCL, doseamento fotómetro de chama	0,33	0,03
Cloretos, Cl-	mg.100g ⁻¹		0,97	0,55
Enxofre total, SO ₂			---	---
Ferro total, Fe	%	Digestão HCL, doseamento EAA	0,91	0,34
Manganês, Mn	mg.kg ⁻¹	Digestão HCL, doseamento EAA	335,8	131,1
Zinco total, Zn	mg.kg ⁻¹	Extracção EN 13346, doseamento EAA	112,9	78,5
Cobre total, Cu	mg.kg ⁻¹	Extracção EN 13346, doseamento EAA	116,5	113,6
Chumbo total, Pb	mg.kg ⁻¹	Extracção EN 13346, doseamento EAA	2,8	n.q.
Cádmio total, Cd	mg.kg ⁻¹	Extracção EN 13346, doseamento EAA	n.q.	n.q.
Níquel total, Ni	mg.kg ⁻¹	Extracção EN 13346, doseamento EAA	5,2	n.q.
Crómio total, Cr	mg.kg ⁻¹	Extracção EN 13346, doseamento EAA	33,5	n.q.

Notas: n.q. – não quantificável; resultados referentes à matéria seca, excepto humidade e pH.

Como se pode observar dos resultados obtidos, tanto os ROLS como os ROLL apresentam um teor de humidade reduzido de 12,92% e 7,85%, respectivamente. Esta característica traduz-se numa mais-valia em termos económicos e ambientais, dada a facilidade de transporte e de espalhamento homogéneo sobre a superfície de um solo.

Os ROLS apresentam pH alcalino, de 8,8 (na Escala de Sorensen), favorável à sua aplicação na generalidade dos solos nacionais, tendencialmente ácidos. O pH observado nos ROLL é ligeiramente inferior (6,2) ao observado nos resíduos anteriores, mas suficientemente elevado para permitir a aplicação do resíduo nos solos anteriormente referidos.

Os ROLS e ROLL apresentaram valores de condutividade eléctrica de $0,0204 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e $0,8745 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, respectivamente, sugerindo a diferença entre ambos haver um ganho substancial de sais (iões) com a lavagem, possivelmente originários das águas utilizadas e do detergente empregue para o efeito. O conhecimento da salinidade dos RO, bem como da salinidade dos solos onde se pretende valorizar os resíduos, serão assim de particular importância, não só pelas implicações que necessariamente vão ter que existir ao nível da gestão da sua aplicação (quantidade e frequência de aplicação), mas também porque as culturas têm diferentes tolerâncias à salinidade. Ou seja, a condutividade eléctrica dos ROLL e dos solos onde estes resíduos possam vir a ser valorizados, terá que ser um parâmetro a ser controlado e monitorizado devido à possibilidade de levar à acumulação de iões no solo e conseqüentemente, à sua salinização secundária. Contudo, deve ainda referir-se que a condutividade eléctrica observada nestes resíduos é substancialmente inferior à verificada em compostados de estrume de cavalo e RSU (Anexo III). Por outro lado, se os RO forem valorizados em solos com elevada capacidade de troca catiónica, os catiões veiculados pelos RO serão, em parte, adsorvidos no complexo coloidal, reduzindo-se assim a sua actividade na solução, pelo que o potencial aumento da salinidade devido à aplicação de RO será atenuado. Para além disso, em solos com elevada capacidade de retenção de água, ir-se-á verificar uma maior diluição dos sais veiculados, com a conseqüente diminuição dos efeitos sobre a salinidade. Convém igualmente referir que, em solos em que haja condições favoráveis para a ocorrência do fenómeno de lixiviação, os aumentos de salinidade provocados pelos RO terão sobretudo um carácter temporário, devido ao arrastamento dos sais (Santos, 2002).

A designação de matéria orgânica é atribuída a um vasto e heterogéneo conjunto de substâncias que, embora apresentando em comum o facto de serem produtos orgânicos, podem apresentar características acentuadamente diferentes, consoante o grau de transformação que tenham sofrido. A MO é susceptível de sofrer mineralização, havendo conversão de compostos orgânicos em substâncias simples, com a libertação de nutrientes vegetais que podem ser absorvidos pelas plantas. Simultaneamente, e a um

ritmo mais lento, vai ocorrer a formação de novos compostos orgânicos através do processo designado por humificação originando húmus ou matéria orgânica estável. O húmus, por sua vez, volta a sofrer mineralização (mineralização secundária), muito lenta, libertando vários nutrientes essenciais às plantas e conferindo aumento de fertilidade aos solos (Santos, 2002). A MO em relação com o complexo coloidal do solo desempenha importantes funções, quer no aumento da capacidade de troca catiónica, do poder tampão e do índice de estabilidade de catiões que actuam como nutrientes vegetais (Santos, 2001). Apresentando os ROLS e ROLL teores médios a elevados de MO, 47,56% e 83,53%, respectivamente, a sua valorização em solos com muita carência de MO, como é o caso da maioria dos solos portugueses e mais especificamente os solos da região da Guarda, seria de grande interesse, podendo mesmo vir a traduzir-se num aumento da fertilidade desses solos.

No que diz respeito ao teor de azoto total, verifica-se que os valores observados variam entre 2,34% para os ROLS e 5,73% para os ROLL. A maioria deste azoto encontra-se na forma orgânica, (1,60% e 2,21%, respectivamente), pelo que não é susceptível de ocorrer a imobilização do azoto mineral do solo nem inconvenientes associados ao azoto amoniacal (Santos, 2001). Pode-se inferir que o N presente nos RO, na sua maioria, não poderá ser absorvido de imediato pelas plantas, o que poderá constituir uma vantagem, na medida em que ocorrerá uma libertação progressiva desse nutriente que limitará a sua lixiviação, e conseqüente contaminação de lençóis freáticos e águas subterrâneas.

A razão C/N pode fornecer indicações de grande interesse quanto à previsão sobre se a aplicação dos RO aos solos vai ou não determinar, ainda que de um modo geral, temporariamente, a diminuição do teor de azoto disponível para as culturas (Santos, 2001). No caso concreto dos ROLS e ROLL, cuja razão C/N é de 11,8 e de 8,5, respectivamente, verifica-se uma probabilidade bastante reduzida de ocorrerem imobilizações de azoto mineral, uma vez que o valor da razão C/N verificado é inferior a 20. A razão C/N observada nos resíduos sugere a mineralização primária destes resíduos e a disponibilidade de fontes de carbono e azoto tanto para minearização no solo como para utilização pelas culturas instaladas.

Verifica-se que tanto os ROLS como os ROLL, apresentam teores muito baixos de fósforo: 0,08% e 0,01%, respectivamente. Tal resultado sugere que o P presente nos resíduos não é susceptível de causar problemas ambientais resultantes da sua valorização em solo agrícola e que o seu valor reduzido deverá ser tomado em consideração no planeamento global de uma fertilização.

O potássio é absorvido pelas plantas na forma de K^+ , em quantidades que de um modo geral se podem considerar da mesma ordem do azoto. Os ROLS apresentam um teor elevado de K, cerca de 6,14%, enquanto nos ROLL, o K é substancialmente inferior, 0,59%. Em relação à valorização em solo agrícola, os ROLS podem assim, também em relação a este macronutriente, significar uma mais valia em termos de fertilização.

No que se refere aos micronutrientes e metais pesados, consideram-se mais frequentemente, para efeitos de avaliação da possibilidade de utilização agrícola de resíduos, os elementos cobre, zinco, manganês, níquel, crómio, cádmio, chumbo e mercúrio. Todos estes elementos podem causar graves problemas de poluição, em particular, no que se refere às águas, à toxicidade para microrganismos úteis ao solo, e à fitotoxicidade e toxicidade das plantas e alimentos vegetais (Santos, 2001).

De notar, entretanto, que os RO, por poderem fazer subir o pH nos solos ácidos, terão tendência para diminuir a biodisponibilidade e a mobilidade da maior parte destes elementos. Também pelo facto de conterem elevadas quantidades de MO, poderão contribuir, através da retenção no complexo de troca e quelatização (quando se formem compostos estáveis e pouco solúveis), para diminuir a biodisponibilidade e a mobilidade dos elementos referidos (Santos, 2001).

Em relação aos macronutrientes cálcio e magnésio, verificam-se teores relativamente superiores do primeiro tanto nos ROLS como nos ROLL (1,40% e 1,08% de cálcio total e $335,8 \text{ mg.kg}^{-1}$ e $131,1 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectivamente). Contudo, embora os teores de cálcio sejam bastante mais elevados do que os de magnésio, a diferença não é tão acentuada que leve a admitir desequilíbrios na sua absorção, em desfavor do magnésio.

Os valores de sódio e de cloretos observados nos ROLS em relação aos ROLL, sugerem a utilização de cloreto de sódio (NaCl) na alimentação dos ovinos dos quais provém a lã suja. Assim, e devido aos valores de Na^+ e Cl^- observados nos ROLS, este parâmetro deve ser tido em atenção na monitorização dos solos onde serão valorizados os RO. O valor mais elevado de Na^+ nestes resíduos justifica o valor de pH de 8,8. O efeito deste ião sobre a estrutura do solo (elemento desfloculante) e sobre a condutividade eléctrica da solução do solo terá de ser considerado no plano de monitorização.

A presença de zinco e cobre são significativas em relação aos outros metais pesados, em quantidades reduzidas ou não quantificáveis, possivelmente devido à dieta alimentar dos ovinos. De qualquer maneira, os valores presentes nos ROLS não excedem as 112,9

mg.kg⁻¹ e 116,5 mg.kg⁻¹ , para o zinco e cobre, respectivamente, sendo que nos ROLL estes valores são inferiores: 78,5 mg.kg⁻¹ e 113,6 mg.kg⁻¹ , respectivamente.

Assim, os resultados obtidos na análise dos RO, em termos de MO e conteúdo em azoto e potássio, sugerem a possibilidade de a sua utilização agrícola poder permitir a satisfação, pelo menos de parte, das necessidades das culturas neste nutriente.

Da análise dos RO resultam como principais factores limitantes da aplicação dos ROLS e ROLL, a salinidade dos primeiros, não sendo de descurar o teor em azoto e de metais pesados. Assim, em termos de valorização agrícola, deverão ser respeitadas as condicionantes impostas pelo CBPA e o DL n.º 276/2009.

Na Tabela 4.3 apresentam-se as quantidades de nutrientes e metais pesados aplicados no solo e, conseqüentemente, disponibilizados para as plantas, por tonelada de RO seco e por tonelada de RO com humidade conforme o boletim analítico.

Tabela 4.3. Nutrientes e metais pesados disponibilizados por tonelada de RO aplicado no solo.

Nutrientes e MP	kg.t ⁻¹ RO (%H conforme BA)		kg.t ⁻¹ RO seco		DL n.º 276/2009 valores limite de concentração MP kg.t ⁻¹ mat. seca
	ROLS	ROLL	ROLS	ROLL	
MO	414,15	769,73	475,60	835,30	---
N	20,38	52,80	23,40	57,30	---
P	0,70	0,09	0,80	0,10	---
K	53,47	5,44	61,40	5,90	---
Ca	12,19	9,95	14,00	10,80	---
Mg	2,96	1,66	3,40	1,80	---
Na	2,87	0,28	3,30	0,30	---
Cl ⁻	0,01	0,01	0,01	0,01	---
Fe	7,92	3,13	9,10	3,40	---
Mn	0,29	0,12	0,34	0,13	---
Zn	0,10	0,07	0,11	0,08	2,50
Cu	0,10	0,10	0,12	0,11	1,00
Pb	0,002	---	0,003	---	0,75
Ni	0,005	---	0,005	---	0,30
Cr	0,029	---	0,034	---	1,00

MP – Metais pesados; %H – Percentagem de humidade; BA – Boletim analítico.

Verifica-se que os RO produzidos no Lavadouro TMRT, principalmente os provenientes da lã suja, apresentam teores importantes de potássio e cálcio, nutrientes que, para além de serem utilizados em quantidades significativas pelas culturas, podem contribuir para uma melhoria da nutrição das plantas através da sua participação no complexo de troca de um solo. Enquanto os ROLL apresentam teores bastante significativos de matéria orgânica e azoto o que, como já foi referido, se traduz numa mais-valia em termos do aumento da fertilidade dos solos onde possam ser valorizados.

Como se pode observar dos resultados obtidos, tanto os ROLS como os ROLL, não apresentam à partida características impeditivas da sua utilização enquanto correctivo ou fertilizante agrícola. Comparando os RO separados dos resíduos de FTNP de lã suja e lã lavada com outros resíduos usualmente utilizados como correctivos ou fertilizantes na agricultura (agrícola e ambientalmente aceites), nomeadamente o chorume, compostados de estrume de cavalo e estrume de vaca (Anexo III), verifica-se que os RO em estudo neste projecto lhes são comparáveis e que apresentam condições, em termos agro-ambientais, para serem valorizados em solos agrícolas, traduzindo-se numa mais valia na fertilização de culturas.

5.Plano de Gestão de Resíduos do LIL

5.1.Proposta de novo plano de gestão de resíduos

A aplicação dos resíduos ao solo tem como objectivo o aproveitamento do seu valor nutritivo, ou simplesmente do seu valor correctivo através da melhoria das condições físicas do solo devido ao aumento do teor de MO do solo, uma vez que este constituinte normal dos solos é tão necessário à vida como a água ou o ar (Cordovil, 2004). Com efeito, outrora encarados como lixo, muitos resíduos são hoje utilizados na agricultura, como fertilizantes, perseguindo o objectivo de atingir um desenvolvimento agrícola sustentável. Devido às propriedades únicas do solo, dos resíduos e suas interacções, a reciclagem destes materiais no solo agrícola é uma actividade complexa, exigindo uma monitorização atenta e adequada, de modo a que a sua aplicação não conduza à poluição do solo, água e ar, nem se corra o risco de introduzir na cadeia alimentar elementos tóxicos e patogénicos (Cordovil, 2004).

O programa de gestão e valorização de resíduos foi feito com base na caracterização físico-química dos RO produzidos. Estes resíduos até à data de início do projecto eram

enviados para aterro, o que se traduzia num encargo financeiro bastante elevado e na eliminação de resíduos com potencial de valorização agrícola.

Para a valorização dos RO em solo agrícola, não existindo legislação específica, a mesma será feita de acordo com o regime geral de gestão de resíduos, DL n.º 178/2006, e o disposto na regulamentação para a utilização agrícola de lamas de ETAR, DL n.º 276/2009, no que toca à frequência de análise dos resíduos e solos receptores, e aos valores limite de concentração de metais pesados.

5.1.1. Novo plano de gestão de resíduos

Na Tabela 5.1 apresenta-se o plano de gestão de resíduos final do LIL TMRT, tendo em conta a valorização dos RO, com base na sua caracterização físico-química, e a caracterização e monitorização dos restantes resíduos resultantes das actividades de escolha e lavagem de lãs.

Tabela 5.1. Novo plano de gestão de resíduos do Lavadouro Industrial de Lãs Têxtil Manuel Rodrigues Tavares.

Origem	Designação	Código LER	Quantidade produzida (kg)	Recolha/armazenagem	Responsabilidade de recolha	Frequência de recolha por operador autorizado	Operação de tratamento	Transportador	Destinatário
L	Papel e cartão	150101	2400	Em local identificado (big bags) *	Chefe de turno	De 6 em 6 meses	Reciclagem/recuperação	António Manuel Barata Frexes	António Manuel Barata Frexes
	Plástico	150102	1000	Em local identificado (big bags) *	Chefe de turno	Anual	Reciclagem/recuperação	António Manuel Barata Frexes	António Manuel Barata Frexes
	Ferro e aço	170405	7000	Em local identificado *	Chefe de turno	Trimestral	Acumulação de resíduos	Oliveira & Quintino, Lda.	Reciuintino, Lda.
	Óleos minerais não clorados de motores e transmissões	130205	270	Em local identificado (barris usados de 200L)	Responsável manutenção	De 2 em 2 anos	Refinação e outras utilizações	Correia & Correia, Lda.	Correia & Correia, Lda.
E ALS ALL	Resíduos de fibras têxteis não processadas tratadas	040221	83440	Contentores identificados	Operador responsável pelo tratamento dos resíduos	-	Tratamento por crivagem (LIL)	Biscarroça, Lda.	Lena Ambiente, S.A.
	Resíduos orgânicos tratados	-	131560				Valorização agrícola RO	TMRT, S.A. / Agricultor	Explorações agrícolas autorizada
EPTAR i	Lamas do tratamento local de efluentes não abrangidas em 040219	040220	100000	Em local identificado	Chefe de turno	-	Valorização agrícola	TMRT, S.A.	Explorações agrícolas autorizadas
CQ	Plástico	150102	Contabilizado com o restante plástico	Em local identificado (big bags)	Responsável laboratório	Anual	Reciclagem/recuperação	António Manuel Barata Frexes	António Manuel Barata Frexes

L – Lavadouro Industrial de Lãs; E – Escolha de lã suja; ALS – Abertura mecânica de lã suja; ALL – Abertura mecânica de lã lavada; EPTAR i – Estação de pré-tratamento de águas residuais industriais; CQ – Controlo de qualidade da lã lavada.

5.1.2. Viabilidade técnica e económica do tratamento dos resíduos orgânicos

É comumente aceite que a decisão sobre a definição de soluções de valorização e de tratamento se deverá basear na escolha da tecnologia económica e ambientalmente mais adequada. A separação dos RO dos resíduos de FTNP representa menor consumo de matérias-primas, menor consumo energético, mais espaço disponível e menores custos com soluções de fim de linha.

Tecnicamente, o projecto de valorização dos RO consiste na implementação de um crivo mecânico, com recurso a uma estrutura metálica, um crivo com malha de 2 mm pintado com tinta plástica para evitar a corrosão e a acumulação de RO, devido ao efeito “cola” dos ROLS, e um motor vibratório. A inclinação do crivo deve ser de 20%. A empresa TMRT possui desde já os equipamentos, bem como os quadros técnicos para a construção do crivo mecânico, pelo que os custos de construção não são tidos em conta na determinação da viabilidade económica do projecto.

A deposição destes resíduos no Aterro Lena Ambiente em Castelo Branco custa à TMRT 62,50 € por tonelada de resíduo eliminado. O aluguer do contentor e transporte destes resíduos, por operador de gestão de resíduos licenciado para o efeito, custa à empresa 3050 € por ano.

Admitindo a quantidade média de produção de resíduos determinada na fase de levantamento, e que o contentor, para acondicionamento dos resíduos, fica na empresa 12 meses por ano e o transporte é efectuado 1 vez por mês durante 11 meses por ano, foram determinados os encargos relacionados com a eliminação dos RO associados aos resíduos FTNP bem como a demonstração da economia de recursos que se verificaria através da valorização dos referidos RO. Na análise da viabilidade económica foram também tidas em conta as análises laboratoriais dos RO de acordo com o DL n.º 276/2009 e os custos associados ao licenciamento enquanto operador de gestão de resíduos de acordo com o DL n.º 178/2006.

A valorização dos RO, a nível industrial, seria levada a cabo num crivo mecânico construído para o efeito e resultaria da necessidade de um operador para recolha dos resíduos e controlo do processo durante a crivagem.

Na Tabela 5.1 apresentam-se os resultados obtidos em relação à viabilidade económica da valorização de RO. Os valores apresentados são referentes ao primeiro ano de valorização de RO, em que é contemplado o custo do pedido de licenciamento de valorização de resíduos, renovável ao fim de 5 anos.

Tabela 5.2. Encargos financeiros relacionados com os resíduos de fibras têxteis não processadas depositados em aterro e economia de recursos verificada através da valorização dos resíduos orgânicos.

Operação	Quantidade de resíduos FTNP (kg.ano ⁻¹)	Custo de acondicionamento, transporte e deposição em aterro (€)	Quantidade de resíduos FTNP' (kg.ano ⁻¹)	Custo de acondicionamento, transporte e deposição em aterro após valorização (€)
Escolha	15 000	937,50	8 700	543,75
Abertura mecânica da lâ suja	Carregador	42 000	18 900	1 181,25
	Abridor	48 000	20 640	1 290,00
Abertura mecânica da lâ lavada	110 000	6 875,00	35 200	2 200,00
Aluguer do contentor (12 meses)		960,00		960,00
Transporte de resíduos		2 090,00		811,10
TOTAL	215 000	16 487,50	83 440	6 986,10
Economia de recursos financeiros (€)				+ 9 501,40
Custo associado ao processo de valorização (operador para recolha e crivagem dos RO) (€) *				- 4 900,00
Custos associados a análise de resíduos e licença de operador de gestão de resíduos (€) **				- 2 200,00
Economia de recursos financeiros após valorização agrícola dos RO (€) (Ano 1, 5, 10, ...)				+ 2 401,40
Custos associados a análises de resíduos (€)				- 150,00
Economia de recursos financeiros após valorização agrícola dos RO (€) (Ano 2, 3, 4, 6, ...)				+ 4 451,40

* trabalhador afecto ao processo de valorização durante meio dia; ** 2 análises anuais; licença de operador de gestão de resíduos de acordo com DL n.º 178/2006

A valorização dos RO permite, para além do desvio dos RO de aterro (mais-valia ambiental) a economia de recursos financeiros na ordem dos € 2 401,40 no ano de licenciamento da actividade e nos anos de renovação da licença, cuja validade é de 5 anos. Nos anos intercalares entre o licenciamento e a renovação da licença, a economia de recursos financeiros atinge montantes de € 4 451,40.

Para a avaliação da viabilidade técnica e económica da valorização dos RO, não foi tida em conta a reintrodução dos resíduos de FTNP' provenientes da escolha e carregador da lâ suja no processo de lavagem, uma vez que a reutilização destes resíduos teria de ser alvo de estudo.

Considerou-se ainda, que os custos associados ao transporte e valorização em solo agrícola ficam a cargo do agricultor que mostre interesse no uso destes fertilizantes orgânicos na sua exploração.

De acordo com os resultados obtidos, a valorização dos RO traduz-se numa mais-valia económica e ambiental, quer através da economia de recursos, quer do desvio dos RO com valor agrícola de operações de fim de linha, como é a deposição em aterro sanitário.

5.2. Proposta de valorização agrícola dos resíduos orgânicos

A realização do plano de gestão e valorização agrícola dos RO pressupõe a caracterização, quantitativa e qualitativa, dos RO produzidos e uma análise da área geográfica envolvente ao LIL, através da determinação dos solos agrícolas elegíveis para a valorização dos resíduos de acordo com o DL n.º 276/2009 e o CBPA, tendo em conta as restrições temporais e espaciais de aplicação de resíduos e as próprias características dos solos e dos RO, criando uma alternativa válida para o destino final da fracção orgânica dos resíduos de FTNP produzidos no decorrer dos processos de escolha e lavagem de lãs.

Segundo a análise efectuada no capítulo anterior, os RO provenientes da lã suja e da lã lavada não apresentam características impeditivas da sua aplicação agrícola. No entanto, a valorização de RO em solo agrícola é alvo de licenciamento de acordo com o Regime Geral da Gestão de Resíduos e deve seguir o definido no CBPA, sendo que na forma de resíduos orgânicos não devem ser incorporados mais de $170 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ de azoto total na forma orgânica, nos solos agrícolas, como medida de prevenção contra a poluição das águas com nitratos. No que diz respeito à incorporação de metais pesados, e uma vez que não há legislação específica, adoptou-se o regulamentado no DL n.º 276/2009.

Na Tabela 5.3 apresenta-se a quantidade de ROLS e ROLL produzidos, bem como a quantidade de RO e a área necessária de solo agrícola para aplicar a totalidade dos RO a valorizar, sem ultrapassar o limite indicado pelo CBPA de $170 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$.

Tabela 5.3. Quantidade de resíduos orgânicos susceptíveis de serem valorizados e área agrícola necessária.

Resíduos Orgânicos	Quantidade produzida (kg)	Quantidade produzida (kg MS)	Área de solo necessária para valorização (ha)	Quantidade de RO valorizada ($\text{kg MS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$) ¹
ROLS	56760	49427	6,8	7260
ROLL	74800	68928	23,2	2965
TOTAL	131560	118355	30	10225

MS – Matéria seca; ¹ De acordo como teor de N presente na matéria seca

Para aplicar e valorizar os RO produzidos no LIL é necessária uma área total de 30 hectares que reúna condições técnicas e legais.

Para a determinação dos solos elegíveis para a valorização agrícola dos RO recorreu-se à geo-informação (ArGis 9 ArcMap 9.1), de modo a identificar polígonos ou parcelas aptas à fertilização ou correcção orgânica através dos RO. Numa primeira fase definiu-se um raio exploratório mínimo de 2,5 km, relativamente ao LIL, origem dos RO, uma vez que esta área de intervenção garante a viabilidade económica do processo de valorização (Figura 5.1). A partir de 10 km de distância da origem dos resíduos, os custos tornam-se difíceis de comportar, pelo que devem ser seleccionados solos o mais próximos possíveis do LIL (Pinto, 1995).

Depois de definido o raio de intervenção, e porque as parcelas passíveis de aplicação de resíduos para valorização agrícola encontram-se preferencialmente na Reserva Agrícola Nacional (RAN), solos com maior aptidão agrícola, bem desenvolvidos e profundos, identificaram-se as maiores bolsas de RAN no Extracto da Carta de RAN do Plano Director do Município da Guarda.

O passo seguinte passou pelo reconhecimento de todos os pontos que impliquem zonas de separação, de acordo com CBPA e quadro jurídico referido, delimitando um raio de protecção em todos os pontos de captação de água para rega e consumo humano, 50 m e 100 m, respectivamente, e aglomerados populacionais, 200 m, bem como uma faixa de 10 m relativamente às margens de cursos de água não navegáveis (Figura 5.1).

Por último seleccionaram-se as parcelas agrícolas que reúnem condições para a aplicação dos resíduos, através da projecção do polígono RAN criado sobre ortofotomapas recentes, salvaguardando as restrições referidas anteriormente, em zonas de declive pouco acentuado, e o mais perto possível da origem dos resíduos e acessíveis em termos viários (Figura 5.2).

As parcelas escolhidas garantem a viabilidade económica e a sustentabilidade ambiental da aplicação dos RO, uma vez que se encontram relativamente perto do LIL, em zona de RAN, e foram tidas em conta faixas de protecção em todas as zonas onde seria susceptível ocorrer poluição difusa devido à valorização dos RO. Verifica-se, ainda, que numa das parcelas serão necessários aplicar balizamentos com um raio de 50 m em 3 poços, para que os resíduos não sejam aplicados inadvertidamente em zonas protegidas (Figura 5.2).

Os mapas representados nas Figuras 5.1 e 5.2 foram produzidos à escala de 1:25000.

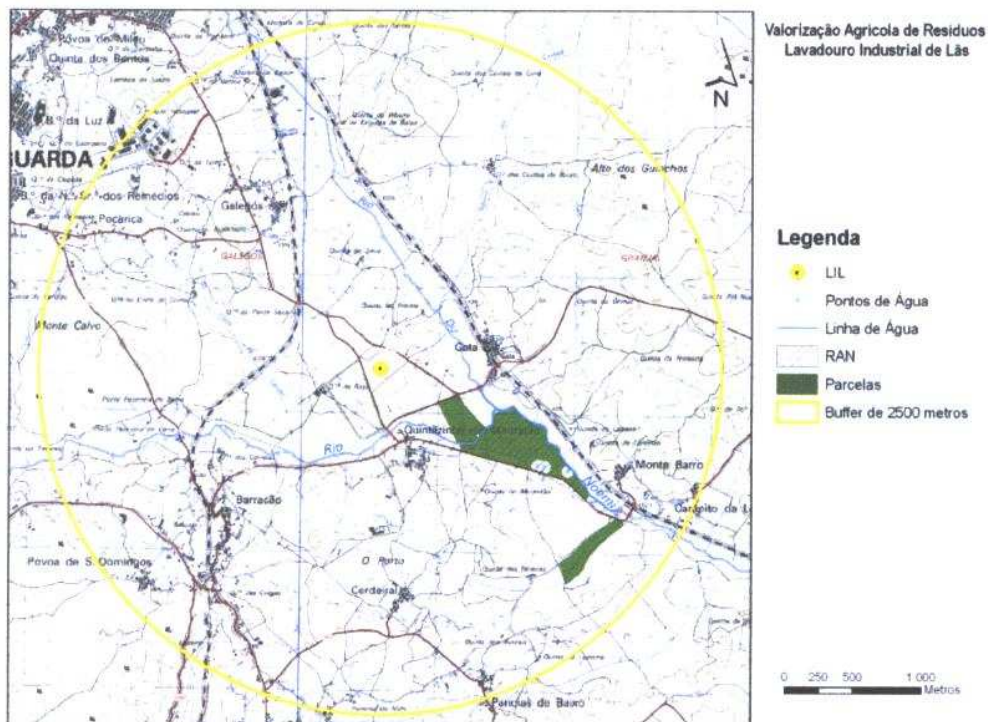


Figura 5.1. Representação gráfica da área seleccionada para a valorização dos RO com restrições espaciais.

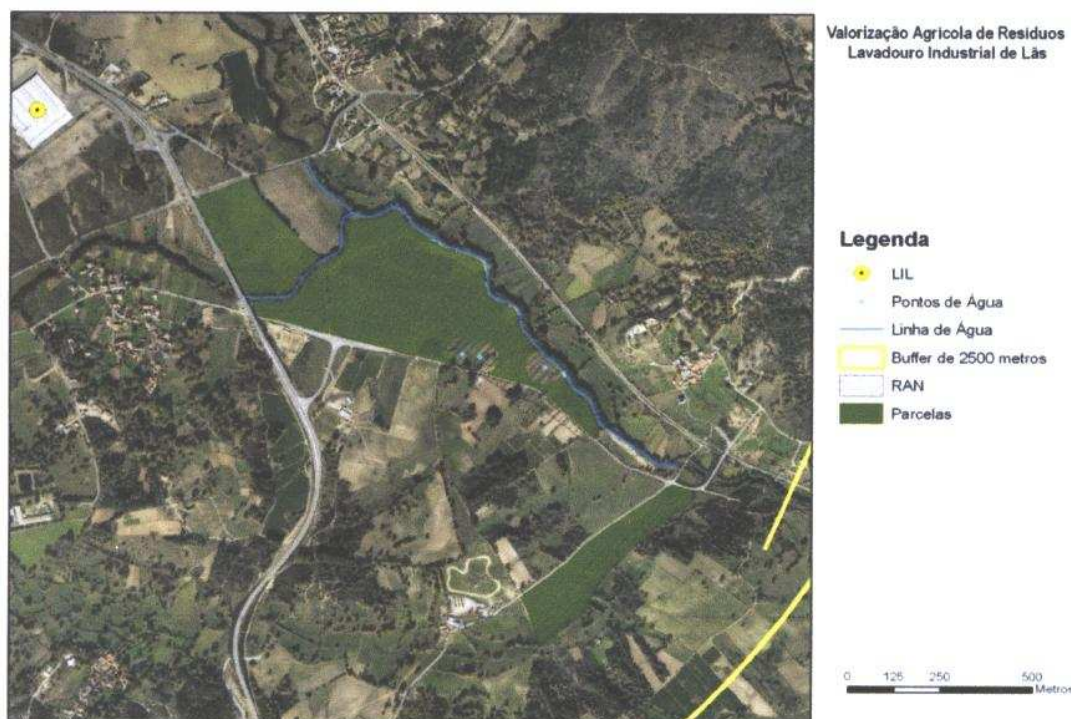


Figura 5.2. Representação gráfica das parcelas agrícolas seleccionadas para a valorização de resíduos sobre ortofotomapa.

De acordo com as parcelas identificadas definiu-se o Plano de Gestão Parcelar de Resíduos Orgânicos (PGPRO), provenientes da lã suja e lã lavada, que se apresenta nas figuras 5.3 e 5.4, respectivamente.

O PGPRO definido permite a gestão dos resíduos em solo agrícola num horizonte de 10 anos, tendo em conta as características do solo e das culturas instaladas, em termos de nutrientes, bem como as características dos RO, os dados do solos em relação às limitações de concentração de metais pesados, e os dados de aplicação dos RO em relação aos valores limite para as quantidades anuais que podem ser introduzidos nos solos cultivados, com base numa média de 10 anos. Esta ferramenta de gestão permite ainda definir a quantidade de RO a aplicar por ha e ano sem exceder a quantidade recomendada de $170 \text{ kg N.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, e perceber se são suprimidas as necessidades nutricionais das culturas instaladas, ou se por outro lado, é necessário o seu ajuste através de outra forma de fertilização.

Nas Figuras 5.4 e 5.5 encontram-se representados os PGPRO para o ano 0, considerando-se, a título de exemplo, os parâmetros analíticos de um solo da região e a instalação de uma cultura de Primavera/Verão de milho e Outono/Inverno de aveia (Anexo IV).

PLANO DE GESTÃO PARCELAR DE ROLS

SIGLAS

IQFP Índice de qualificação fisiográfica da parcela
 OI Outono/Inverno
 PIV Primavera Verão
 Dap Densidade Aparente
 TM Taxa de Mineralização
 MO Matéria Orgânica
 N Azoto
 P Fósforo
 K Potássio
 MP Metais Pesados

Explorador	
Morada	
Contacto	
Parcela n.º	
N.º parcelário	
IQFP	
Coordenadas	
Área (ha)	6,22
Acessibilidade	Sim

Anc	Dados Culturais										Dados do Solo										Dados de Aplicação de RO								
	OI	PIV	Área		Exportação (kg/ha ¹)	Profundidade	Terra fina (%)	Dap	pH	TM %	MO %	N %	P mg/kg	K mg/kg	Importação (kg/ha ¹)			Limitações MP (1)	Limitações N	Limitações P	Limitações K	Quantidade kg MS/ha	Técnicas de aplicação			Aplicação (kg/ha ¹)			
			ha	ha											N	P	K						N	P	K	N	P	K	
0	Aveia	Milho	6,21	410	132	340	0,2	80	1,2	5,6	1,3	1,2	1,49	0,49	0	1,86	0,28	0	FALSO	NÃO	FALSO	FALSO	7260				170	5,81	446
1																0	0	0	FALSO	NÃO	FALSO	FALSO					0	0	0
2																0	0	0	FALSO	NÃO	FALSO	FALSO					0	0	0
3																0	0	0	FALSO	NÃO	FALSO	FALSO					0	0	0
4																0	0	0	FALSO	NÃO	FALSO	FALSO					0	0	0
5																0	0	0	FALSO	NÃO	FALSO	FALSO					0	0	0
6																0	0	0	FALSO	NÃO	FALSO	FALSO					0	0	0
7																0	0	0	FALSO	NÃO	FALSO	FALSO					0	0	0
8																0	0	0	FALSO	NÃO	FALSO	FALSO					0	0	0
9																0	0	0	FALSO	NÃO	FALSO	FALSO					0	0	0
10																0	0	0	FALSO	NÃO	FALSO	FALSO					0	0	0

Figura 5.3. Plano de Gestão Parcelar de Resíduos Orgânicos. Resíduos Orgânicos provenientes da lã suja.

PLANO DE GESTÃO PARCELAR DE ROLL

SIGLAS

- IQFP Índice de qualificação fisiográfica da parcela
- OII Outono/Inverno
- PIV Primavera Verão
- Dap Densidade Aparente
- TM Taxa de Mineralização
- MO Matéria Orgânica
- N Azoto
- P Fósforo
- K Potássio
- MP Metais Pesados

Explorador	
Moreda	
Contacto	
Parcela n.º	
N.º parcelário	
IQFP	
Coordenadas	
Área (ha)	24,69
Acessibilidade	Sim

Ano	Dados Culturais										Dados do Solo										Dados de Aplicação de RO					
	OII	PIV	Área		Profundidade	Terra fina (%)	Dop	pH	TM %	MO %	N %	P mg/kg	K mg/kg	Impurezas (t/ha ³)			Limitações MP (†)	Limitações		Quantidade kg MS/ha	Técnica de aplicação			Aplicação (kg/ha ³)		
			ha	ha										N	P	K		N	MP		N	MP	N	P	K	
0	Aveia	Milho	33	320	90	250	0,2	80	1,2	1,49	0,49	0	1,88	0,28	0	FALSO	NMO	FALSO	2965			170	0,3	17,5		
1																FALSO	NMO	FALSO				0	0	0		
2																FALSO	NMO	FALSO				0	0	0		
3																FALSO	NMO	FALSO				0	0	0		
4																FALSO	NMO	FALSO				0	0	0		
5																FALSO	NMO	FALSO				0	0	0		
6																FALSO	NMO	FALSO				0	0	0		
7																FALSO	NMO	FALSO				0	0	0		
8																FALSO	NMO	FALSO				0	0	0		
9																FALSO	NMO	FALSO				0	0	0		
10																FALSO	NMO	FALSO				0	0	0		

Figura 5.4. Plano de Gestão Parcelar de Resíduos Orgânicos. Resíduos Orgânicos provenientes da lã lavada.

As necessidades nutricionais das culturas estão dependentes dos nutrientes exportados pelas próprias culturas, dos nutrientes disponíveis no solo e, neste caso específico, dos nutrientes veiculados pela aplicação dos RO.

Tabela 5.4. Plano de fertilização proposto contemplando a valorização dos ROLS.

ROLS	Milho (produção de 14 t de matéria seca)				Aveia (produção de 3 t de matéria seca)			
Quantidade (kg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	5978				1282			
Nutriente	Solo	Exportação	Resíduo	Aplicar	Solo	Exportação	Resíduo	Aplicar
N (kg.ha ⁻¹)	1,86	320	140	+180	1,86	90	30	+60
P (kg.ha ⁻¹)	0,28	90	4,8	+85,2	0,28	42	1	+41
K (kg.ha ⁻¹)	0	250	367	-117	242	90	78,7	-106

Nota: Valores de produção e exportação retirados do material de apoio à disciplina de Nutrição e Fertilização Mineral.

No caso da instalação das culturas representadas na Tabela 5.4, verifica-se que em relação ao azoto e fósforo é necessária a aplicação de adubos minerais para suprimento das necessidades culturais.

O teor de potássio aplicado ao solo por meio dos ROLS é muito elevado, no entanto os solos da região da Guarda são extremamente pobres em potássio. Devido ao possível antagonismo entre os níveis elevados de potássio e a absorção dos catiões cálcio e magnésio, pelas plantas, o teor de potássio nos solos e os teores de cálcio e magnésio nos solos e sobretudo nas plantas (plantas com teores de cálcio e magnésio muito baixos representam diminuição da qualidade em termos de alimentação animal), devem ser parâmetros a controlar. No caso de se verificar a diminuição dos teores de cálcio e magnésio nos solos pode haver necessidade de aplicar calcário magnesiano. Ainda, devido a este facto, e para prevenir problemas de lixiviação e contaminação dos solos, a aplicação destes resíduos no solo, deve ser dividida na fertilização das duas culturas instaladas.

No caso da cultura de Primavera/Verão, que corresponde à produção de 14 t de matéria seca de milho, os ROLS devem ser aplicados antes da sementeira, e as restantes necessidades culturais devem ser suprimidas no mês seguinte através da aplicação de adubos minerais. Em relação à cultura de Outono/Inverno, que corresponde à produção de 3 t de matéria seca de aveia, os ROLS devem ser aplicados em Setembro, sendo que as necessidades nutricionais devem ser colmatadas com adubos minerais.

Em relação aos ROLL, devido ao elevado teor de azoto total (5,78%), a sua aplicação no solo corresponde a 2965 kg.ha⁻¹.ano⁻¹. Como o teor dos restantes macronutrientes é muito baixo (Tabela 5.5), os ROLL devem ser aplicados, preferencialmente, na cultura de Primavera/Verão antes da sementeira, sendo que as necessidades nutricionais da cultura devem ser suprimidas como recurso à fertilização com adubos químicos.

Tabela 5.5. Plano de valorização proposto contemplando a valorização dos ROLL.

ROLS	Milho (produção 14 t matéria seca)			
Quantidade (kg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	2965			
Nutriente	Solo	Exportação*	Resíduo	Aplicar
N (kg/ha)	1,86	320	170	+ 150
P (kg/ha)	0,28	90	0,3	+ 89,7
K (kg/ha)	0	250	17,5	+ 232,5

A quantidade e a aplicação dos RO ficam condicionadas aos factores limitantes definidos no PGRO, à monitorização da salinidade dos solos, à monitorização e controlo dos níveis de potássio no solo e cálcio e magnésio nos solos e culturas, no caso da aplicação ROLS, às culturas instaladas, e ainda às condições climáticas da região.

A região da Guarda caracteriza-se por um clima com estação seca muito curta e invernos muito frios e chuvosos, sendo que a aplicação dos RO nos solos fica condicionada nos meses de Outubro a Março, devido às chuvas e a consequentes problemas de inundação e/ou lixiviação, e nos meses de Julho e Agosto devido à possível mineralização e imobilização biológica dos nutrientes. Considera-se que a época preferencial para a valorização dos resíduos orgânicos será nos meses de Março a Junho e no mês de Setembro. De acordo com a legislação, a aplicação dos RO no solo deve ser realizada com alfaia apropriada, de modo a garantir, no mínimo, uma mobilização superficial do solo. Os resíduos devem ser espalhados no terreno e incorporados no solo no prazo máximo de 48 horas.

Apesar de seleccionadas as parcelas necessárias para a deposição da produção anual de RO, não significa que os referidos resíduos sejam aplicados efectivamente nestes solos. Em primeiro lugar é necessário estabelecer contactos e contratos com os potenciais exploradores das parcelas agrícolas. Quando se concretizar a utilização dos RO por uma agricultor, e atendendo à legislação agrícola das lamas (DL n.º 276/2009), que temos vindo a adoptar para aplicação dos RO, ter que se á ainda a ter em conta aspectos tais como a caracterização do perímetro de intervenção, sob os pontos de vista climático e fundiário, a identificação dos efectivo pecuário existente no perímetro de

intervenção e nas explorações agrícolas, a descrição e localização das áreas de sequeiro, de regadio, de floresta, de pastagem e, nas explorações onde se prevê a aplicação de resíduos, as culturas previstas antes e após a sua aplicação.

6. Conclusões

No sentido de obter um Plano de Gestão de Resíduos produzidos no LIL, ambientalmente adequado e de acordo com quadro legal em vigor, propôs-se um novo Plano de Gestão de Resíduos onde se contempla o tratamento e reclassificação dos resíduos orgânicos produzidos (Tabela 5.1).

Do levantamento da totalidade dos resíduos gerados pela empresa, constatou-se que atingir a produção dos mesmos cerca de 325 t.ano⁻¹. Destes 66% corresponde a resíduos de FTNP, os quais foram sujeitos a um tratamento, por crivagem, para separação da fracção orgânica. Do tratamento resultaram resíduos de fibras têxteis não processadas depois da crivagem (FTNP') e resíduos orgânicos (RO), praticamente isentos de fibras de lã, correspondendo, estes últimos, a 61,2% das 215 t de resíduos de FTNP produzidas anualmente.

Da caracterização qualitativa efectuada aos RO, comprovou-se o seu valor enquanto fertilizante de origem orgânica, e também a possibilidade da sua valorização em solo agrícola de acordo com o Regime Geral da Gestão de Resíduos e o Código das Boas Práticas Agrícolas, nomeadamente no que a metais pesados se refere.

Verificou-se ainda que o processo de valorização é economicamente viável, para além de ambientalmente desejável. Efectivamente, não só não haverá lugar para a deposição em aterro de elevadas quantidades de matéria orgânica, como permitirá uma redução de custos à empresa na ordem dos € 2400, em ano de pedido de licenciamento e renovação da licença, e de € 4450 nos outros anos.

Através de técnicas de geo-informação definiu-se a área agrícola para a valorização dos RO de acordo com as Boas Práticas Agrícolas e restrições legais de aplicação deste tipo de resíduos. Do trabalho executado, conclui-se que para a valorização das 131,56 t de RO são necessários, pelo menos, 30 ha de solo elegível para aplicação de RO. Constatou-se que a área necessária pode estar localizada num raio de 2,5 km, relativamente ao LIL, distância que permite contribuir para a sustentabilidade da solução valorativa proposta.

Estes produtos devem ser utilizados como fertilizantes, não só porque ainda contém apreciáveis quantidades de macronutrientes, mas também porque a aplicação na

agricultura pode constituir um interessante processo de completar, ou efectuar mesmo, o seu tratamento com vista a retirar-lhes o carácter poluente (Santos, 2002).

Aquando da implementação do presente projecto será necessário efectuar o pedido de licenciamento, de acordo com o disposto no DL n.º 178/2006, junto das entidades competentes, e contactar os agricultores da região que mostrem interesse na valorização dos RO nas suas explorações.

7.Referências bibliográficas

Ambiprime, Consultoria e Gestão Ambiental, Lda. Disponível em www.ambiprime.com (acesso em 14 de Abril de 2009).

Cordovil, C.M.S. (2004) – *Dinâmica do azoto na reciclagem de resíduos orgânicos aplicados ao solo*. Instituto do Ambiente, Alfragide, 55 pp.

Decreto-Lei n.º 178/2006, Diário da Republica, 1ª série – N.º 171 – 5 de Setembro de 2006.

Decreto-Lei n.º 276/2009, Diário da Republica, 1ª série – N.º 192 – 2 de Outubro de 2009.

Decreto-Lei n.º 183/2009, Diário da Republica, 1ª série – N.º 153 – 10 de Agosto de 2009.

EDS.Norte. Valorização de Resíduos Orgânicos. Disponível em <http://www.biologicaonline.net/pt/attachments/DataBase/attachs.pdf> (acesso em 5 de Janeiro de 2009).

Gonçalves, M.S. (2005) – *Gestão de Resíduos Orgânicos*. Agricultura e Ambiente. Sociedade Portuguesa de Inovação, Consultadoria Empresarial e Fomento da Inovação, S.A., Porto, 104 pp.

INETI (2000) – *PNAPRI, Guia Técnico do Sector Têxtil*. Lisboa, 96 pp.

INETI (2001) – *Plano Nacional de Prevenção de Resíduos, Volume I*. Lisboa, 118 pp.

MADRP (1997) – *Código de Boas Práticas Agrícolas para a protecção da água contra a poluição com nitratos de origem agrícola*.

MADRP (1999) – *Conservação do solo e da água, manual básico de práticas agrícolas*. 80 pp.

MAOTDR, MADRP – *Estratégia Nacional para os Efluentes Agro-Pecuários e Agro-Industriais*.

Maheswaran, J., Meehan, B., Peverill, K. & Dziedic, A. Potential for agri-industry wastes as soil ameliorants. Disponível em <http://www.p2pays.org/ref/22/21797.pdf> (acesso em 20 de Março de 2009).

MAOTDR – *Plano de intervenção de resíduos sólidos urbanos e equiparados*. Disponível em [http://www.mne.gov.pt/NR/rdonlyres/C21C40C5-B5E1-4B36-81EB-624B2FE4B995/0/Plano Intervencao RSU.pdf](http://www.mne.gov.pt/NR/rdonlyres/C21C40C5-B5E1-4B36-81EB-624B2FE4B995/0/Plano%20Intervencao%20RSU.pdf) (acesso em 20 de Março de 2009).

Mitchell Associates (2005). Wool Scouring in Powys – a feasibility study. Disponível em <http://www.glasu.org.uk/en/uploads/documents/WoolScouringReport.pdf> (acesso em 23 de Novembro de 2007).

Multilateral Investment Guarantee Agency. Environmental Guidelines for Textiles Industry. Disponível em <http://www.miga.org/documents/Textiles.pdf> (acesso em 10 de Março de 2009).

National Pollutant Inventory (1999). Emission estimation technique manual for wool scouring. Disponível em <http://www.npi.gov.au/publications/emission-estimation-technique/fwool.html> (acesso em 23 de Novembro de 2007).

Nieminen-Kalliala, E. (2003) – Environmental Indicators Of Textile Products For ISO (Type III) Environmental Product Declaration. AUTEX Research Journal (on line), Vol. 3, N.º 4. Disponível em <http://www.autexrj.org/No4-2003/0056.pdf> (acesso em: 20 de Março de 2009).

Pearson, J., Fen, L. & Gandhi, K. (2003) – Disposal of wool scouring sludge by composting. AUTEX Research Journal, Vol. 4, N.º 3. Disponível em <http://autexrj.org/No3-2004/0093.pdf> (acesso em 23 de Novembro de 2007).

Pinto, A. (1995) – *Alguns Aspectos do Interesse Fertilizante das Lamas de ETAR*. Dissertação de mestrado, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

Portaria n.º 209/2004, Diário da Republica, 1ª série - B – N.º 53 – 3 de Março de 2004

PreResi (2007) – *Manual para a Prevenção de Resíduos, Estudo de Caso para o Sector Têxtil*. INETI, Lisboa, 60 pp.

PreResi (2007) – *Manual de Prevenção na Óptica de “Resíduo-Zero”, Sector dos Curtumes*. INETI, Lisboa, 81 pp.

Pyper, Wendy (2000) – Scouring process yields the fertiliser that grew on sheep. Ecos 104. Disponível em www.ecosmagazine.com (acesso em 27 de Março de 2009).

Santos, J.Q. (2001) – *Fertilização & Ambiente, Reciclagem Agro-florestal de Resíduos e Efluentes*. Publicações Europa-América, Mem-Martins, 261 pp.

Santos, J.Q. (2002) – *Fertilização, Fundamentos da utilização dos adubos e correctivos*. 3ª Edição. Publicações Europa-América, Mem Martins, 548 pp.

Santos, L. M. C. (2001) – *Resíduos com interesse agrícola, Evolução dos parâmetros da sua compostagem*. Edição do Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 143 pp.

Varenes, A. (2003) – *Produtividade dos Solos e Ambiente*. Escolar Editora, Lisboa, 488pp.

Walters, A., Santillo, D. & Johnston, P. (2005) – *An Overview of Textiles Processing and Related Environmental Concerns*. University of Exeter, Exeter UK, 30 pp.

Anexos

I. Levantamento dos resíduos produzidos

Tabela I.1. Resíduos produzidos anualmente no LIL.

Resíduo	Código LER	Quantidade (kg.ano ⁻¹)	Ponderação (%)
Papel	150101	2400	0,7%
Plástico	150102	1000	0,3%
Arames	170405	7000	2,1%
Óleos	130205	270	0,1%
FTNP	40221	215000	66,0%
Lamas	40220	100000	30,7%
TOTAL		325670	

Tabela I.2. Quantidade de resíduos produzidos semanalmente na operação de escolha.

Semana	Resíduos FTNP	RÁFIA	GUITAS
02/03 a 06/03	140	60	60
09/03 a 13/03	160	-	40
16/03 a 20/03	320	140	-
23/03 a 27/03	240	40	-
30/03 a 03/04	180	20	60
06/04 a 09/04	260	40	40
13/04 a 17/04	360	20	80
20/04 a 24/04	280	-	60
27/04 a 30/04	280	-	-
04/05 a 08/05	280	-	-
11/05 a 15/05	400	120	70
18/05 a 22/05	400	40	-
25/05 a 29/05	290	40	80
01/06 a 05/06	320	40	-
15/06 a 19/06	320	40	80
22/06 a 26/06	320	40	-
29/06 a 03/07	300	60	80
06/07 a 10/07	520	60	80

Tabela I.3. Quantidade de resíduos produzidos semanalmente na operação de escolha (cont. I.2).

Semana	Resíduos FTNP	RÁFIA	GUITAS
13/07 a 17/07	500	120	
20/07 a 24/07	280	100	80
27/07 a 31/07	400	60	40
TOTAL /ano	14660	2875	3073

Tabela I.4. Quantidade de resíduos produzidos semanalmente na coluna de lavagem.

Semana	Resíduos FTNP ALS Carregador (kg)	Resíduos FTNP ALS Abridor (kg)	Resíduos FTNP ALL (kg)
16/02 a 20/02	160	340	2100
02/03 a 06/03	680	300	1600
09/03 a 13/03	800	1160	2680
16/03 a 20/03	1320	1400	2660
23/03 a 27/03	600	1380	2320
30/03 a 03/04	760	1040	1880
06/04 a 09/04	420	2820	1880
13/04 a 17/04	1100	1460	4460
20/04 a 24/04	660	980	2640
27/04 a 30/04	380	720	2520
04/05 a 08/05	450	560	3425
11/05 a 15/05	780	560	3425
18/05 a 22/05	780	520	1920
25/05 a 29/05	700	650	2450
01/06 a 05/06	750	600	3120
15/06 a 19/06	700	400	1510
22/06 a 26/06	700	840	1230
29/06 a 03/07	880	1180	1350
06/07 a 10/07	1460	1700	2580
13/07 a 17/07	1080	1300	1570
20/07 a 24/07	2840	860	1940
27/07 a 31/07	1460	1420	1960
TOTAL lâ suja	90000	TOTAL lâ lavada	200000

Tabela I.5. Quantidade de resíduos de FTNP produzidos por tonelada de lã processada no LIL.

Operação	Quantidade de resíduos FTNP (kg.t ⁻¹ lã suja)
Escolha	8
Abertura mecânica lã suja	18
Abertura mecânica lã lavada	22
Total	48

II. Caracterização quantitativa dos resíduos orgânicos produzidos

Tabela II.0.1. Caracterização dos resíduos orgânicos valorizados através de crivagem.

Operação	Resíduos (g)	Resíduos FTNP' (g)	Resíduos Orgânicos (g)	Rendimento crivagem (%)
Escolha	571,07	331,36	239,71	42
Carregador	290,23	129,32	160,91	55
Abridor lã suja	237,46	102,00	135,46	57
Abridor lã lavada	92,40	29,50	62,90	68

III.Caracterização qualitativa dos resíduos orgânicos produzidos

Tabela III.1. Parâmetros determinados e valores apurados na análise de diferentes resíduos.

Parâmetros	Unidade	ROLS ¹	ROLL ²	Estrume ovino CBPA ³	Chorume fracção sólida ⁴	Composto esterco cavalo ⁴	Composto estrume vaca ⁴	Composto LIPOR ⁴	DL 276/2009
Humidade	%	12,92	7,85		61,08	49,91	63,7	12,88	
pH		8,8	6,2		8,47	8,5	8,6	7,2	
Condutividade	uS.cm ⁻¹	20,42	874,5		---	1763	215	1123	
MO	%	47,56	83,53	180	86,6	36,95	37,87	59,9	
Azoto total, N	%	2,34	5,73	5,5	14,64	2,94	3,99	2,75	
Razão C/N		11,8	8,5	19,0	3,4	7,3	5,5	12,6	
Azoto orgânico	%	1,6	2,21		2,4	2,81	3,9	2,6	
Azoto amoniacal	%	n.q.	n.q.		n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	
Azoto nitrico	%	---	---		---	---	---	---	
Fósforo total, P	%	0,08	0,01	2,5	0,445	0,34	0,33	0,34	
Potássio total, K	%	6,14	0,59	12	0,84	0,45	0,66	1,47	
Cálcio total, Ca	%	1,4	1,08		3,67	4,65	4,27	6,99	
Magnésio, Mg	%	0,34	0,18		0,1	0,3	0,21	0,36	
Sódio total, Na	%	0,33	0,03		0,35	0,14	0,14	0,68	
Cloretos, Cl-	mg100g ⁻¹	0,97	0,55		0,419	0,38	0,94	2,97	
Enxofre total, SO ₂		---	---		---	---	---	---	
Ferro total, Fe	%	0,91	0,34		0,1	0,45	0,42	0,95	
Manganês, Mn	mg.kg ⁻¹	335,8	131,1		475,28	503,71	532,13	187,89	
Zinco total, Zn	mg.kg ⁻¹	112,9	78,5		78,06	582,14	611,73	168,73	2500
Cobre total, Cu	mg.kg ⁻¹	116,5	113,6		186,1	28,39	31,08	41,88	1000
Chumbo total, Pb	mg.kg ⁻¹	2,8	n.q.		---	9,12	9,82	45,33	750
Cádmio total, Cd	mg.kg ⁻¹	n.q.	n.q.		---	0,14	0	0,37	20
Níquel total, Ni	mg.kg ⁻¹	5,2	n.q.		---	7,69	6,52	28,7	300
Crómio total, Cr	mg.kg ⁻¹	33,5	n.q.		---	0	0	53,13	1000

¹ Boletim analítico dos resíduos orgânicos separados da lã suja

² Boletim analítico dos resíduos orgânicos separados da lã lavada

³ Código das Boas Práticas Agrícolas, página

⁴ Boletins analíticos disponibilizados pelo Laboratório de Solos e Fertilidade da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco



LABORATÓRIO DE SOLOS E FERTILIDADE

ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA
INSTITUTO SUPERIOR DE CASTELO BRANCO



BOLETIM ANALÍTICO

Entidade requerente	Análises realizadas no âmbito do trabalho de Mestrado da Aluna Cláudia Jesus	Amostra n.º	51
Morada:	Guarda	Data de entrada:	23/06/2009
Cod. Postal	---	Data de Colheita de amostras:	---
Identificação do produto:	ROLS	Página 1 de 2	
Indicação do rótulo:	ROLS		
Acondicionamento da amostra:	Saco de Plástico		

Resultados:

Parâmetros	Método		Unidade
Humidade	EN 12880	12,92	%
pH H ₂ O (1:5 H ₂ O)	NP EN 12176	8,8	Escala de Sorensen
Condutividade eléctrica	Met. Interno (Conduvímeter)	20,42	dS.m ⁻¹
Matéria orgânica	EN 12879	47,56	%
Azoto total, expresso em N	EN 13342	2,34	%
Razão Carbono : Azoto (C/N)	---	11,8	---
Azoto orgânico	Met. Interno	1,60	%
Azoto amoniacal	Met. Interno	n.q.	%
Fósforo total, expresso em P	Digestão HCl, doseamento UV/VIS	0,08	%
Potássio total, expresso em K	Digestão HCl, doseamento EAA	6,14	%
Cálcio total, expresso em Ca	Digestão HCl, doseamento EAA	1,40	%
Magnésio total, expresso em Mg	Digestão HCl, doseamento EAA	0,34	%
Sódio total, expresso em Na	Digestão HCl, doseamento EAA	0,33	%
Cloretos, expresso em Cl	Met. Mohr	0,97	mg.100g ⁻¹
Ferro total, expresso em Fe	Digestão HCl, doseamento EAA	0,91	mg.kg ⁻¹
Manganés total, expresso em Mn	Digestão HCl, doseamento EAA	335,8	mg.kg ⁻¹
Zinco total, expresso em Zn	Extracção EN 13346, doseamento LAA	112,9	mg.kg ⁻¹
Cobre total, expresso em Cu	Extracção EN 13346, doseamento EAA	116,5	mg.kg ⁻¹
Chumbo total, expresso em Pb	Extracção EN 13346, doseamento EAA	2,8	mg.kg ⁻¹
Cádmio total, expresso em Cd	Extracção EN 13346, doseamento EAA	n.q.	mg.kg ⁻¹
Níquel total, expresso em Ni	Extracção EN 13346, doseamento EAA	5,2	mg.kg ⁻¹
Crómio total, expresso em Cr	Extracção EN 13346, doseamento LAA	33,5	mg.kg ⁻¹

Notas: n.q. - não quantificável.

Os resultados referem-se à matéria seca, excepto o pH e C.E.

Castelo Branco, 31 de Julho de 2009

O Analista

O Responsável

Apartado 119 6001 Castelo Branco	Tel.: 272 33 99 00 Fax: 272 33 99 01	Endereço electrónico: Labsolos@esa.pct.pt
-------------------------------------	---	--

Este relatório de ensaios só pode ser reproduzido na íntegra. Os resultados de ensaios referem-se exclusivamente à amostra enviada. A responsabilidade pela entrega e transporte das amostras cabe ao respectivo cliente (EN 15318). Para mais informações consulte o site da competência.

Figura III.1. Boletim analítico de uma amostra de resíduos orgânicos separados da lã suja (ROLS).



LABORATÓRIO DE SOLOS E FERTILIDADE

ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA
INSTITUTO SUPERIOR DE CASTELO BRANCO



BOLETIM ANALÍTICO

Entidade requerente:	Análises realizadas no âmbito do trabalho de Mestrado da Aluna Cláudia Jesus	Amostra n.º:	52
Morada:	Guarda	Data de entrada:	23/06/2009
Cod. Postal:	---	Data de Colheita de amostrais:	---
Identificação do produto:	ROLL	Página 2 de 2	
Indicação do rótulo:	ROLL		
Acondicionamento da amostra:	Saco de Plástico		

Resultados:

Parâmetros	Método		Unidade
Humidade	FN 12880	7,85	%
pH H ₂ O (1:5 H ₂ O)	NP EN 12176	6,2	Escala de Sorensen
Condutividade eléctrica	Met. Interno (Condutivímetro)	874,5	dS.m ⁻¹
Matéria orgânica	EN 12879	83,53	%
Azoto total, expresso em N	EN 13342	5,73	%
Razão Carbono : Azoto (C/N)	---	8,5	---
Azoto orgânico	Met. Interno	2,21	%
Azoto amoniacal	Met. Interno	n.q.	%
Fósforo total, expresso em P	Digestão HCl, doseamento UV/VIS	0,01	%
Potássio total, expresso em K	Digestão HCl, doseamento FAA	0,59	%
Cálcio total, expresso em Ca	Digestão HCl, doseamento EAA	1,08	%
Magnésio total, expresso em Mg	Digestão HCl, doseamento EAA	0,18	%
Sódio total, expresso em Na	Digestão HCl, doseamento EAA	0,03	%
Cloretos, expresso em Cl	Met. Mohr	0,55	mg.100g ⁻¹
Ferro total, expresso em Fe	Digestão HCl, doseamento FAA	0,34	mg.kg ⁻¹
Manganês total, expresso em Mn	Digestão HCl, doseamento EAA	131,1	mg.kg ⁻¹
Zinco total, expresso em Zn	Extracção EN 13346, doseamento FAA	78,5	mg.kg ⁻¹
Cobre total, expresso em Cu	Extracção EN 13346, doseamento FAA	113,6	mg.kg ⁻¹
Chumbo total, expresso em Pb	Extracção EN 13346, doseamento FAA	n.q.	mg.kg ⁻¹
Cádmio total, expresso em Cd	Extracção EN 13346, doseamento FAA	n.q.	mg.kg ⁻¹
Níquel total, expresso em Ni	Extracção EN 13346, doseamento EAA	n.q.	mg.kg ⁻¹
Crómio total, expresso em Cr	Extracção EN 13346, doseamento EAA	n.q.	mg.kg ⁻¹

Notas: n.q. = não quantificável

Os resultados referem-se à matéria seca, excepto o pH e C.E.

Castelo Branco, 31 de Julho de 2009

O Analista

O Responsável

Apartado 119 6001 Castelo Branco	Tel.: 272 33 99 00 Fax: 272 33 99 01	Endereço electrónico: Labsolos@esa.ipcb.pt
-------------------------------------	---	---

Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido da sua íntegra. Os resultados de ensaio referem-se exclusivamente à amostra enviada.
A representatividade e a integridade das amostras é de responsabilidade do IS de IASCB, através da investigação sobre a sua conformidade.

Figura III.2. Boletim analítico de uma amostra de resíduos orgânicos separados da lã lavada (ROLL).



LABORATÓRIO DE SOLOS E FERTILIDADE

ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA
INSTITUTO SUPERIOR DE CASTELO BRANCO

BOLETIM ANALÍTICO

Entidade requerente: ESA	Amostra n.º 34
Morada: Castelo Branco	
Cod. Postal: ---	
Identificação do produto: Resíduo Sólido	Data de entrada: 16/04/2008
Indicação do rótulo: ---	Data de Colheita de amostra(s): ---
Acondicionamento da amostra: Saco de plástico	Página(s): 1/1

Resultados:

Parâmetros	Método		Unidade
Humidade	EN 12880	61,08	%
pH H ₂ O (1:5 H ₂ O)	NP EN 12176	8,47	Escala de Sorensen
Condutividade eléctrica	Mét. Interno (Conduktivímetro)	---	µS.cm ⁻¹
Matéria orgânica	EN 12879	88,60	%
Azoto total, expresso em N	EN 13342	14,64	%
Azoto orgânico	Mét. Interno	2,40	%
Azoto amoniacal	Mét. Interno	n.q.	%
Azoto nítrico	Mét. Interno	---	%
Fósforo total, expresso em P	Mét. Interno, doseamento UV/VIS	0,445	%
Potássio total, expresso em K	Mét. Interno, doseamento EAA	0,84	%
Cálcio total, expresso em Ca	Digestão HCl, doseamento EAA	3,67	%
Magnésio total, expresso em Mg	Digestão HCl, doseamento EAA	0,10	%
Sódio total, expresso em Na	Digestão HCl, doseamento fotómetro de chama	0,35	%
Cloretos, expresso em Cl	Mét. Mohr	0,419	mg.100g ⁻¹
Enxofre total, expresso em SO ₃	Mét. Interno (Gravimetria)	---	
Ferro total, expresso em Fe	Digestão HCl, doseamento EAA	0,10	%
Manganês total, expresso em Mn	Digestão HCl, doseamento EAA	475,28	mg.kg ⁻¹
Zinco total, expresso em Zn	Extracção EN 13346, doseamento EAA	78,06	mg.kg ⁻¹
Cobre total, expresso em Cu	Extracção EN 13346, doseamento EAA	186,10	mg.kg ⁻¹
Chumbo total, expresso em Pb	Extracção EN 13346, doseamento EAA	---	mg.kg ⁻¹
Cádmio total, expresso em Cd	Extracção EN 13346, doseamento EAA	---	mg.kg ⁻¹
Níquel total, expresso em Ni	Extracção EN 13346, doseamento EAA	---	mg.kg ⁻¹
Crómio total, expresso em Cr	Extracção EN 13346, doseamento EAA	---	mg.kg ⁻¹

Notas: nq - não quantificável.

Os resultados referem-se à matéria seca, excepto a humidade e o pH.

Castelo Branco, 29 de Maio de 2008

O Analista

Patricia

O Responsável

Paulo

Apertado 119 8001 Castelo Branco	Tel. : 272 33 99 00 Fax: 272 33 99 01	Endereço electrónico: Labsolos@esa.ipcb.pt
-------------------------------------	--	---

Este relatório de análises só pode ser reproduzido na íntegra. Os resultados de ensaio referem-se exclusivamente à amostra enviada.
A representatividade e transparência das amostras não é da responsabilidade do LSF da ESA/CB, porque a amostragem não é da sua competência.

Figura III.3. Boletim analítico de uma amostra da fracção sólida de chorume (Fonte: Laboratório de Solos e Fertilidade da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco)



LABORATÓRIO DE SOLOS E FERTILIDADE

ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA
INSTITUTO SUPERIOR DE CASTELO BRANCO



BOLETIM ANALÍTICO

Entidade requerente	Graça Gaspar (Análises realizadas no âmbito do trabalho de fim de curso)	Amostra n.º 11
Morada:	Castelo Branco	
Cod. Postal:		
Identificação do produto:	Esterco de Cavalo	Data de entrada: 23/07/07
Indicação do rótulo:		Data de Colheita de amostra(s): ---
Acondicionamento da amostra:	Saco de plástico	Página(s): 5/8

Resultados:

Parâmetros	Método		Unidade
Humidade	EN 12880	49,91	%
pH H ₂ O (1:5 H ₂ O)	NP EN 12176	8,5	Escala de Sorensen
Condutividade eléctrica	Mét. Interno (Conduvímetero)	1763	µS.cm ⁻¹
Matéria orgânica	EN 12879	36,95	%
Azoto total, expresso em N	EN 13342	2,94	%
Azoto orgânico	Mét. Interno	2,81	%
Azoto amoniacal	Mét. Interno	n.q.	%
Azoto nítrico	Mét. Interno	---	%
Fósforo total, expresso em P	Mét. Interno, doseamento UV/VIS	0,34	%
Potássio total, expresso em K	Mét. Interno, doseamento EAA	0,45	%
Cálcio total, expresso em Ca	Digestão HCl, doseamento EAA	4,65	%
Magnésio total, expresso em Mg	Digestão HCl, doseamento EAA	0,30	%
Sódio total, expresso em Na	Digestão HCl, doseamento fotómetro de chama	0,14	%
Cloretos, expresso em Cl ⁻	Mét. Mohr	0,38	mg.100g ⁻¹
Enxofre total, expresso em SO ₃	Mét. Interno (Gravimetria)	---	
Ferro total, expresso em Fe	Digestão HCl, doseamento EAA	0,45	%
Manganês total, expresso em Mn	Digestão HCl, doseamento EAA	503,71	mg.kg ⁻¹
Zinco total, expresso em Zn	Extracção EN 13346, doseamento EAA	582,14	mg.kg ⁻¹
Cobre total, expresso em Cu	Extracção EN 13346, doseamento EAA	28,39	mg.kg ⁻¹
Chumbo total, expresso em Pb	Extracção EN 13346, doseamento EAA	9,12	mg.kg ⁻¹
Cádmio total, expresso em Cd	Extracção EN 13346, doseamento EAA	0,14	mg.kg ⁻¹
Níquel total, expresso em Ni	Extracção EN 13346, doseamento EAA	7,69	mg.kg ⁻¹
Crómio total, expresso em B	Extracção EN 13346, doseamento EAA	0	mg.kg ⁻¹

Notas: nq - não quantificável.

Os resultados referem-se à matéria seca, excepto a humidade e o pH.

reca amok

Apartado 119 6001 Castelo Branco	Telf. : 272 33 99 00 Fax: 272 33 99 01	Endereço electrónico: Labeol@esa.ipcb.pt
-------------------------------------	---	---

Este relatório de ensaios só pode ser reproduzido na íntegra. Os resultados de ensaio referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
A representatividade e transporte das amostras não é da responsabilidade do LSF da ESACB, porque a amostragem não é da sua competência.

Figura III.4. Boletim analítico de uma amostra de esterco de cavalo (Fonte: Laboratório de Solos e Fertilidade da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco)



LABORATÓRIO DE SOLOS E FERTILIDADE

ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA
INSTITUTO SUPERIOR DE CASTELO BRANCO



BOLETIM ANALÍTICO

Entidade requerente	Graça Gaspar (Análises realizadas no âmbito do trabalho de fim de curso)	Amostra n.º 12
Morada:	Castelo Branco	
Cod. Postal:		
Identificação do produto:	Estrume de Vaca	Data de entrada: 23/07/07
Indicação do rótulo:		Data de Colheita de amostra(s): —
Acondicionamento da amostra:	Saco de plástico	Página(s): 6/8

Resultados:

Parâmetros	Método		Unidade
Humidade	EN 12880	63,70	%
pH H ₂ O (1:5 H ₂ O)	NP EN 12176	8,6	Escala de Sorensen
Condutividade eléctrica	Mét. Interno (Condutivímetro)	215	µS.cm ⁻¹
Matéria orgânica	EN 12879	37,87	%
Azoto total, expresso em N	EN 13342	3,99	%
Azoto orgânico	Mét. Interno	3,90	%
Azoto amoniacal	Mét. Interno	n.q.	%
Azoto nítrico	Mét. Interno	---	%
Fósforo total, expresso em P	Mét. Interno, doseamento UV/VIS	0,33	%
Potássio total, expresso em K	Mét. Interno, doseamento EAA	0,66	%
Cálcio total, expresso em Ca	Digestão HCl, doseamento EAA	4,27	%
Magnésio total, expresso em Mg	Digestão HCl, doseamento EAA	0,21	%
Sódio total, expresso em Na	Digestão HCl, doseamento fotómetro de chama	0,14	%
Cloretos, expresso em Cl ⁻	Mét. Mohr	0,94	mg.100g ⁻¹
Enxofre total, expresso em SO ₃	Mét. Interno (Gravimetria)	---	
Ferro total, expresso em Fe	Digestão HCl, doseamento EAA	0,42	%
Manganês total, expresso em Mn	Digestão HCl, doseamento EAA	532,13	mg.kg ⁻¹
Zinco total, expresso em Zn	Extracção EN 13346, doseamento EAA	611,73	mg.kg ⁻¹
Cobre total, expresso em Cu	Extracção EN 13346, doseamento EAA	31,08	mg.kg ⁻¹
Chumbo total, expresso em Pb	Extracção EN 13346, doseamento EAA	9,82	mg.kg ⁻¹
Cádmio total, expresso em Cd	Extracção EN 13346, doseamento EAA	0,00	mg.kg ⁻¹
Níquel total, expresso em Ni	Extracção EN 13346, doseamento EAA	6,52	mg.kg ⁻¹
Crómio total, expresso em B	Extracção EN 13346, doseamento EAA	0	mg.kg ⁻¹

Notas: nq – não quantificável.

Os resultados referem-se à matéria seca, excepto a humidade e o pH.



Apartado 119 6001 Castelo Branco	Telf. : 272 33 99 00 Fax: 272 33 99 01	Endereço electrónico: Labsolos@esa.ipcb.pt
-------------------------------------	---	---

Este relatório de ensaios só pode ser reproduzido na íntegra. Os resultados do ensaio referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
A representatividade e transporte das amostras não é da responsabilidade do LSP da ESACB, porque a amostragem não é da sua competência.

Figura III.5. Boletim analítico de uma amostra de estrume de vaca (Fonte: Laboratório de Solos e Fertilidade da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco)



LABORATÓRIO DE SOLOS E FERTILIDADE

ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA
INSTITUTO SUPERIOR DE CASTELO BRANCO



BOLETIM ANALÍTICO

Entidade requerente	Graça Gaspar (Análises realizadas no âmbito do trabalho de fim de curso)	Amostra n.º 3
Morada:	Castelo Branco	
Cod. Postal:		
Identificação do produto:	Composto da LIPOR	Data de entrada: 10/07/07
Indicação do rótulo:		Data de Colheita de amostra(s): ---
Acondicionamento da amostra:	Saco de plástico	Página(s): 3/8

Resultados:

Parâmetros	Método	Unidade
Humidade	EN 12880	12,88 %
pH H ₂ O (1:5 H ₂ O)	NP EN 12176	7,2 Escala de Sorensen
Condutividade eléctrica	Mét. Interno (Condutímetro)	1123 µS.cm ⁻¹
Matéria orgânica	EN 12879	59,90 %
Azoto total, expresso em N	EN 13342	2,75 %
Azoto orgânico	Mét. Interno	2,60 %
Azoto amoniacal	Mét. Interno	n.q. %
Azoto nítrico	Mét. Interno	--- %
Fósforo total, expresso em P	Mét. Interno, doseamento UV/VIS	0,34 %
Potássio total, expresso em K	Mét. Interno, doseamento EAA	1,47 %
Cálcio total, expresso em Ca	Digestão HCl, doseamento EAA	6,99 %
Magnésio total, expresso em Mg	Digestão HCl, doseamento EAA	0,36 %
Sódio total, expresso em Na	Digestão HCl, doseamento fotómetro de chama	0,68 %
Cloretos, expresso em Cl ⁻	Mét. Mohr	2,97 mg.100g ⁻¹
Enxofre total, expresso em SO ₃	Mét. Interno (Gravimetria)	--- %
Ferro total, expresso em Fe	Digestão HCl, doseamento EAA	0,95 %
Manganês total, expresso em Mn	Digestão HCl, doseamento EAA	187,89 mg.kg ⁻¹
Zinco total, expresso em Zn	Extração EN 13346, doseamento EAA	168,73 mg.kg ⁻¹
Cobre total, expresso em Cu	Extração EN 13346, doseamento EAA	41,88 mg.kg ⁻¹
Chumbo total, expresso em Pb	Extração EN 13346, doseamento EAA	45,33 mg.kg ⁻¹
Cádmio total, expresso em Cd	Extração EN 13346, doseamento EAA	0,37 mg.kg ⁻¹
Níquel total, expresso em Ni	Extração EN 13346, doseamento EAA	28,70 mg.kg ⁻¹
Crómio total, expresso em B	Extração EN 13346, doseamento EAA	53,13 mg.kg ⁻¹

Notas: nq - não quantificável.

Os resultados referem-se à matéria seca, excepto a humidade e o pH.



Apartado 119 6001 Castelo Branco	Telf. : 272 33 99 00 Fax: 272 33 99 01	Endereço electrónico: Labsolos@esa.ipcb.pt
-------------------------------------	---	---

Este relatório de ensaios só pode ser reproduzido na íntegra. Os resultados de ensaio referem-se exclusivamente à amostra ensaiada.
A representatividade e transporte das amostras não é da responsabilidade do LSF da ESACB, porque a amostragem não é da sua competência.

Figura III.6. Boletim analítico de uma amostra de composto da LIPOR (Fonte: Laboratório de Solos e Fertilidade da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco)

IV. Programa de gestão e valorização agrícola dos resíduos orgânicos produzidos

IV.1. Boletim analítico de solos representativos da região da Guarda



Proprietário Têxtil Manuel Rodrigues Tavares, S.A.
Morada Av. Dr. Afonso Costa Apartado 12 6301-909 Guarda

Tipo de amostra - Terra Localização - Guarda
Resposta das análises às amostras enviadas em 15/04/2009

N.º Amostra	Parcela	Textura ⁽¹⁾	pH ⁽²⁾		M.O. ⁽³⁾ (%)	Fósforo P ₂ O ₅ (ppm)	Potássio K ₂ O (ppm)
			H ₂ O				
29428	280 396 311 3004 (31)	---	5,6	P.Ac	---	100	M
29429	280 396 311 3004 (32)	---	5,3	Ac	---	49	B
29430	285 396 197 0002 (11)	---	5,5	Ac	---	111	A
29431	285 396 197 0002 (12)	---	5,0	Ac	---	32	B
29432	282 408 432 1001 (21)	---	4,6	Ac	---	93	M

N.º Amostra	Parcela	N ⁽⁴⁾ %	Cu ⁽⁵⁾ mg kg ⁻¹	Zn ⁽⁶⁾ mg kg ⁻¹	Pb ⁽⁷⁾ mg kg ⁻¹	Ni ⁽⁸⁾ mg kg ⁻¹	Cd ⁽⁹⁾ mg kg ⁻¹	Cr ⁽¹⁰⁾ mg kg ⁻¹
29428	280 396 311 3004 (31)	1,49	A	15,28	16,40	4,44	1,18	n.q.
29429	280 396 311 3004 (32)	1,77	A	3,96	42,07	6,02	2,24	n.q.
29430	285 396 197 0002 (11)	1,53	A	97,89	75,48	23,14	2,75	0,03
29431	285 396 197 0002 (12)	1,44	A	77,21	65,97	2,80	4,62	0,13
29432	282 408 432 1001 (21)	1,72	A	13,57	19,98	11,36	1,96	n.q.

Notas:

n.q. - não quantificável

M.B - Muito Básico, B - Básico, M - Médio, A - Ácido, M.A - Muito Ácido

M.Ac - Muito Ácido, Ac - Ácido, P.Ac - Fósforo Ácido, N - Neutro, P.Al - Fósforo Alcalino, Al - Alcalino, M.Al - Muito Alcalino

06-05-2009

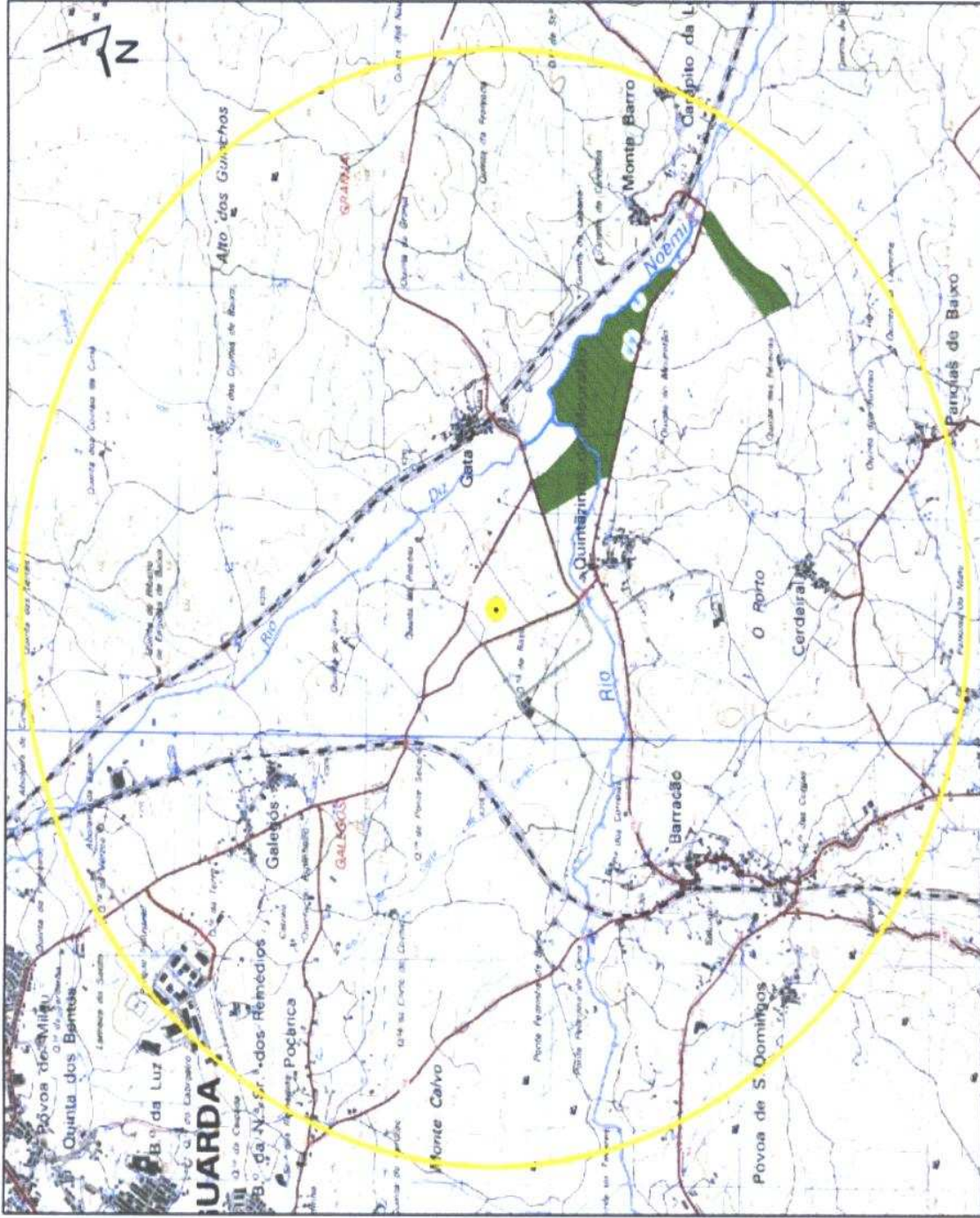
○ Responsável: _____

Página 1 de 2

(A representatividade das amostras, não é da responsabilidade do LFS da ESACB, porque a amostragem não é de sua competência.)

Figura IV.1. Boletim analítico de solos representativos da região da Guarda.

IV.2. Representação gráfica da área seleccionada para aplicação dos resíduos orgânicos produzidos



Legenda

- LIL
- Pontos de Água
- Linha de Água
- RAN
- Parcelas
- Buffer de 2500 metros



Figura IV.2. Representação gráfica da área seleccionada para aplicação dos RO com indicação das restrições espaciais e RAN.



Legenda

- LIL
- Pontos de Água
- Linha de Água
- Buffer de 2500 metros
- RAN
- Parcelas



Figura IV.3. Representação gráfica das parcelas agrícolas selecionadas para a valorização de resíduos sobre ortofotomapa, com indicação das restrições espaciais e RAN.

IV.3. Folhas de cálculo para gestão parcelar dos resíduos orgânicos

PLANO DE GESTÃO PARCELAR DE ROLS

Explorador	
Morada	
Contacto	
Parcela n.º	
N.º parcelário	
IQFP	
Coordenadas	
Área (ha)	6,22
Acessibilidade	Sim

Ano	Dados do Solo										Dados de Aplicação da RO								
	O/I	P/V	Área ha	Exportação (kg/ha ⁻¹) N P K	Profundi- dade	Terra fina (%)	Dap	pH	TM %	MO %	N	P	K	Importação (kg/ha ⁻¹) N P K	Limitações MP (1)	Limitações	Quantidade kg MS/ha	Técnica de aplicação	Aplicação (kg/ha ⁻¹) N P K
0	Aveia	Milho	6,21	410 132 340	0,2	80	1,2	5,6	1,3	1,2	1,49	0,49	0	1,86 0,28 0	FALSO	FALSO	7260		169,9 5,808 446
1														0 0 0	FALSO	FALSO			0 0 0
2														0 0 0	FALSO	FALSO			0 0 0
3														0 0 0	FALSO	FALSO			0 0 0
4														0 0 0	FALSO	FALSO			0 0 0
5														0 0 0	FALSO	FALSO			0 0 0
6														0 0 0	FALSO	FALSO			0 0 0
7														0 0 0	FALSO	FALSO			0 0 0
8														0 0 0	FALSO	FALSO			0 0 0
9														0 0 0	FALSO	FALSO			0 0 0
10														0 0 0	FALSO	FALSO			0 0 0

(1) Dados do Solo - Limitações metais pesados (mg/kg MS)

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DL 276/2006
pH	5,6											5,5 a 7
Cd	0											3
Cu	15,28											100
Ni	1,18											75
Pb	4,44											300
Zn	16,4											300
Cr	0											200
Hg	0,33											1,5

(2) Dados de Aplicação de Lamas - Valores limites para as quantidades anuais de metais pesados que podem ser introduzidos em solos cultivados (kg/ha/ano)

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DL 276/2006
Cd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
Cu	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12
Ni	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
Pb	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15
Zn	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,5
Hg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,1

SIGLAS

IQFP Índice de qualificação fisiográfica da parcela
 O/I Outono/Inverno
 P/V Primavera Verão
 Dap Densidade Aparente
 TM Taxa de Mineralização
 MO Matéria Orgânica
 N Azoto
 P Fósforo
 K Potássio
 MP Metais Pesados

PLANO DE GESTÃO PARCELAR DE ROLL

Explorador
Morada
Contacto
Parcela n.º
N.º parcelário
IQFP
Coordenadas
Área (ha)
Acessibilidade

24,69
Sim

Ano	Dados Culturais										Dados do Solo										Dados de Aplicação de RO						
	O/I	PV	Área ha	Exportação (kg/ha ⁻¹)		Profundi- dade	Terra fina (%)	Dap	pH	TM %	MO %	N %	P mg/kg	K mg/kg	N	P	K	Importação (kg/ha ⁻¹)	Limitações MP (1)	Limitações N	MP	Quantidade kg MS/ha	Técnica de aplicação	Aplicação (kg/ha ⁻¹)			
0	Aveia	Milho	33	320	90	250	0,2	80	1,2	5,6	1,3	1,2	1,49	0,49	0	1,86	0,28	0	FALSO	NÃO	FALSO	2965		N	P	K	
1																		0	FALSO	NÃO	FALSO			169,9	0,297	17,5	
2																		0	FALSO	NÃO	FALSO						
3																		0	FALSO	NÃO	FALSO						
4																		0	FALSO	NÃO	FALSO						
5																		0	FALSO	NÃO	FALSO						
6																		0	FALSO	NÃO	FALSO						
7																		0	FALSO	NÃO	FALSO						
8																		0	FALSO	NÃO	FALSO						
9																		0	FALSO	NÃO	FALSO						
10																		0	FALSO	NÃO	FALSO						

(1) Dados do Solo - Limitações metais pesados (mg/kg MS)

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DL 276/2009
pH												5,5 a 7
Cd	5,6											3
Cu	0											100
Ni	15,28											75
Pb	1,18											300
Zn	4,44											300
Cr	16,4											200
Hg	0											1,5

(2) Dados de Aplicação de Lamas - Valores limites para as quantidades anuais de metais pesados que podem ser introduzidos em solos cultivados (kg/ha/ano)

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DL 276/2009
Cd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
Cu	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12
Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3
Pb	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15
Zn	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,5
Hg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,1

SIGLAS
IQFP Índice de qualificação fisiográfica da parcela
O/I Outono/Inverno
PV Primavera/Verão
Dap Densidade Aparente
TM Taxa de Mineralização
MO Matéria Orgânica
N Azoto
P Fósforo
K Potássio
MP Metais Pesados