

Avaliação do Ciclo de Vida do Composto

NUTRIMAIS



O presente estudo foi desenvolvido em colaboração com a Professora Florinda Martins do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

Índice

Introdução.....	6
Objetivo do trabalho.....	9
Âmbito do trabalho.....	10
A. Processo em estudo.....	10
B. Unidade Funcional	10
C. Fronteiras do sistema	11
A. Cobertura geográfica.....	13
B. Cobertura temporal	14
C. Dados do processo em estudo e suas fontes.....	14
D. Considerações do Estudo.....	18
Inventário de Ciclo de Vida	22
Bloco: Transporte de resíduos	22
Bloco: Triagem de resíduos de cemitérios	22
Bloco: Compostagem de biorresíduos	25
Bloco: Transporte de composto e subprodutos da compostagem	26
Bloco: Aplicação do NUTRIMAIS (composto) no solo	26
Avaliação dos Impactes	29
Bloco: Transporte de resíduos (entradas)	29
Sistema completo: Transporte de biorresíduos + Triagem de resíduos de cemitérios + Processo de compostagem dos biorresíduos + Transporte dos rejeitados da compostagem para a CVE + Transporte de composto	31
Bloco: Aplicação do composto NUTRIMAIS no solo (com utilização de maquinaria)	32
Interpretação dos resultados da Avaliação de Ciclo de Vida.....	34
Bloco: Transporte de resíduos (entradas)	34
Sistema completo: Transporte de biorresíduos + Triagem de resíduos de cemitérios + Processo de compostagem dos biorresíduos + Transporte dos rejeitados da compostagem para a CVE + Transporte de composto	38
Bloco: Aplicação do composto NUTRIMAIS no solo (com utilização de maquinaria)	40
Identificação de oportunidades de melhoria e recomendações.....	41

Conclusões	42
Bibliografia	43
ANEXOS.....	44
Anexo 1 – Inventário do Ciclo de Vida – Dados dos transportes de resíduos	44
Anexo 2 – Descrição do processo de aplicação de composto do SimaPro: Dados utilizados no Inventário de Ciclo de Vida, no bloco sobre a aplicação do composto NUTRIMAIS no solo (com utilização de maquinaria)	61
Anexo 3 – Indicadores resultantes do bloco: transportes de resíduos (entradas).....	62

Índice de Figuras

Figura 1 – Esquema do processo de produção do NUTRIMAIS.....	10
Figura 3 – Impactes ambientais associados ao transporte de resíduos por categorias de danos e por Entidade/Cliente (em pontos).....	34
Figura 4 – Impactes ambientais totais por Entidade/Cliente (em pontos)	34
Figura 5 – Transporte de resíduos: massa de resíduos entregues e distâncias totais percorridas pelas Entidades/Clientes (em quilogramas e quilómetros, respetivamente)	35
Figura 6 – Rácio de massa de resíduos entregues e distâncias totais percorridas pelas Entidades/Clientes (kg/km)	36
Figura 7 – Impactes ambientais totais por massa de resíduos transportados pelas Entidades/Clientes (μPt/kg).....	36
Figura 8 – Impactes ambientais totais por distância total percorrida no transporte de resíduos pelas Entidades/Clientes (μPt/km).....	36
Figura 9 – Emissões totais de CO ₂ eq. por Entidade/Cliente.....	37
Figura 10 – Impactes ambientais do sistema completo por categoria de dano (Pt)	38
Figura 11 - Emissões totais de CO ₂ eq. por Bloco	39
Figura 12 – Comparação dos impactes ambientais nos dois cenários de aplicação de composto: 5t/ha e 20t/ha.....	40

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Entradas de biorresíduos alimentares e agroalimentares.....	14
Tabela 2 - Entradas de biorresíduos verdes.....	15
Tabela 3 - Entradas de resíduos de cemitérios	15

Tabela 4 – Saídas de materiais decorrentes da triagem de resíduos de cemitérios e respetivo destino	16
Tabela 5 – Saídas de composto (NUTRIMAIS) (Fonte: LIPOR, 2016)	16
Tabela 6 - Dados sobre os cemitérios considerados (Ano 2016)	16
Tabela 7 – Distâncias dos ecocentros consideradas no estudo (Fonte: <i>Google Maps</i> , 2018)	17
Tabela 8 – Inventário da linha de triagem de resíduos de cemitérios	23
Tabela 9 - Inventário do processo de compostagem na CVO	25
Tabela 10 - Inventário do transporte de composto	26
Tabela 11 - Inventário do processo de valorização energética dos resíduos (CVE)	27
Tabela 12 – Resultados dos impactes causados pelo consumo de combustível (entrada neste bloco), tendo em consideração as quantidades de resíduos recolhidos por cada Município (por kg de resíduo transportado)	29
Tabela 13 – Resultado total dos impactes causados pelo transporte de resíduos (entradas)	31
Tabela 14 - Resultados dos impactes causados pelas diferentes entradas e saída no sistema completo por kg de resíduo tratado	31
Tabela 15 – Resultado do estudo ACV	32
Tabela 16 – Resultado total dos impactes causados pela aplicação do NUTRIMAIS no solo recorrendo a maquinaria	33

Introdução

Numa perspetiva de Economia Circular e consciente da importância da proteção ambiental e dos possíveis impactes ambientais associados aos produtos (bens e serviços) decorrentes das atividades da LIPOR, o grupo interno de trabalho – Grupo da Prevenção de Resíduos – continua a desenvolver estudos para obter um melhor entendimento e abordagem destes impactes, e assim, poder atuar de modo a promover a Prevenção na sua terceira forma, isto é, tomar medidas que visem a diminuição de impactes ambientais ao longo do ciclo de vida de um produto ou serviço, bem como encontrar soluções que permitam aproveitar o valor disponível num resíduo, tornando-o uma matéria-prima para outros processos. Por outras palavras, tenciona-se aumentar a rentabilização de recursos, diminuir a quantidade de emissões e resíduos produzidos, aumentar a valorização e, conseqüentemente, diminuir custos.

A Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) é uma poderosa ferramenta capaz de:

- identificar oportunidades de melhoria no desempenho ambiental dos produtos em vários pontos do ciclo de vida;
- fornecer informação útil à Administração para tomada de decisões sobre o planeamento estratégico, definição de prioridades, definição de novos projetos ou reformulação de produtos ou processos;
- selecionar indicadores de desempenho ambiental relevantes, incluindo técnicas de medição;
- apoiar a comunicação e sensibilização ambiental.

Para além disso, a ACV tem sido frequentemente aplicada à área dos resíduos (Beylot e Villeneuve, 2013; Boesch et al., 2013; Tarantini et al., 2009; Van Haaren et al., 2010).

Tendo-se efetuado um primeiro estudo sobre a ACV do processo de valorização de resíduos de cemitérios, deu-se continuidade à utilização desta ferramenta, procurando aplicá-la no estudo de valorização de resíduos orgânicos com a produção de Composto – o Nutrimais.

Processo em estudo:**O processo de valorização de biorresíduos com vista à produção de NUTRIMAIS e sua aplicação no solo**

No âmbito da estratégia definida de Valorização Orgânica, a LIPOR tem vindo, desde 2005, a implementar diversos projetos, com o objetivo de remover seletivamente a fração orgânica presente nos resíduos domésticos e nos grandes produtores, nomeadamente restauração, mercados e hipermercados, cooperativas agrícolas, unidades industriais de processamento de produtos alimentares, etc. Os resíduos alimentares e resíduos verdes, provenientes dos circuitos de recolha de resíduos biorresíduos, são sujeitos a um processo de compostagem, no qual todos os parâmetros fundamentais são controlados em contínuo (humidade, oxigénio, temperatura), dando origem a corretivo agrícola orgânico de alta qualidade, o NUTRIMAIS. Durante o processo de compostagem apenas são adicionados água e ar à massa de biorresíduos pelo que todo o processo decorre de uma forma natural e sem a adição de químicos.

A aplicação regular de NUTRIMAIS aos solos agrícolas promove a manutenção ou aumento do teor de matéria orgânica desses solos bem como o fornecimento de uma alargada gama de nutrientes, libertando-os de forma gradual ao longo do tempo. À medida que vai sendo decomposto pela flora microbiana do solo os nutrientes são retidos e evita-se a sua lavagem para a toalha freática ou cursos de água.

Avaliação de ciclo de vida:

A metodologia ACV foi aplicada ao processo em estudo, através da realização das 4 fases fundamentais desta metodologia, nomeadamente:

1. Definição do objetivo e do âmbito do trabalho;
2. Elaboração e análise do inventário do ciclo de vida, identificando e quantificando todas as correntes de entrada e saída do processo em estudo, em termos de energia e materiais associados a cada etapa do processo e dentro da fronteira do sistema definida;
3. Avaliação de impactes ambientais mais significativos identificados em cada etapa do processo e associados às correntes de entrada e saída do sistema;
4. Interpretação dos resultados do inventário de ciclo de vida efetuado, de forma a permitir a definição de medidas que minimizem os impactes ambientais e identificar oportunidades de melhoria no processo em estudo.

Para além da definição do objetivo foi necessário definir a unidade funcional, o fluxo de referência, estabelecer as fronteiras do sistema, estabelecer o fluxograma com as unidades processuais e recolher toda a informação referente às entradas e saídas do sistema.

Na avaliação de impactes ambientais foi necessário seguir as seguintes etapas: a seleção das categorias de impacte, modelos e indicadores, a classificação, a caracterização, a normalização, a agregação e ponderação, sendo que de acordo com a norma ISO 14040 as três últimas são etapas opcionais. A ACV foi efetuada com o auxílio do *software Simapro*, utilizando a base de dados *EcoInvent*. O método utilizado para a avaliação de impactes foi o “IMPACT 2002+” (Pré, 2018).

Por fim, foi efetuada a interpretação dos resultados tendo em conta os objetivos delineados e procurando a melhoria do desempenho ambiental.

Objetivo do trabalho

O presente estudo tem como principais objetivos:

- Avaliação dos impactes ambientais resultantes do processo de produção de composto (NUTRIMAIS) e sua aplicação no solo, quando comparados com os impactes ambientais da aplicação de adubos químicos no solo;
- Determinar as fases e pontos críticos do processo, através da determinação dos impactos ambientais mais significativos;
- Identificar as oportunidades de melhoria do desempenho ambiental;
- Fornecer informação para apoio à tomada de decisões.

Como objetivo secundário, pretende-se:

- Comparar os impactes ambientais associados à aplicação de diferentes doses de NUTRIMAIS no solo.

Para isso foram definidos 2 cenários - 5 t/ha no caso de manutenção do teor de matéria orgânica dos solos. Este valor é usual entre os utilizadores de NUTRIMAIS e no caso do NUTRIMAIS para a Agricultura Biológica esta dose é a máxima que se poderá aplicar por ano de acordo com o limite estabelecido para a aplicação de 150 unidades de azoto presente no Código de Boas Práticas Agrícolas. Foi usada também a dose de 20 t/ha no caso de instalação de novas culturas. Na instalação de culturas permanentes a dose é sempre muito superior à manutenção pois é a única altura em que se consegue o enterramento e melhor homogeneização da matéria orgânica.

Âmbito do trabalho

A. Processo em estudo

O processo de valorização de biorresíduos com vista à produção de NUTRIMAIS contempla, de uma forma genérica, as etapas apresentadas na figura 1.

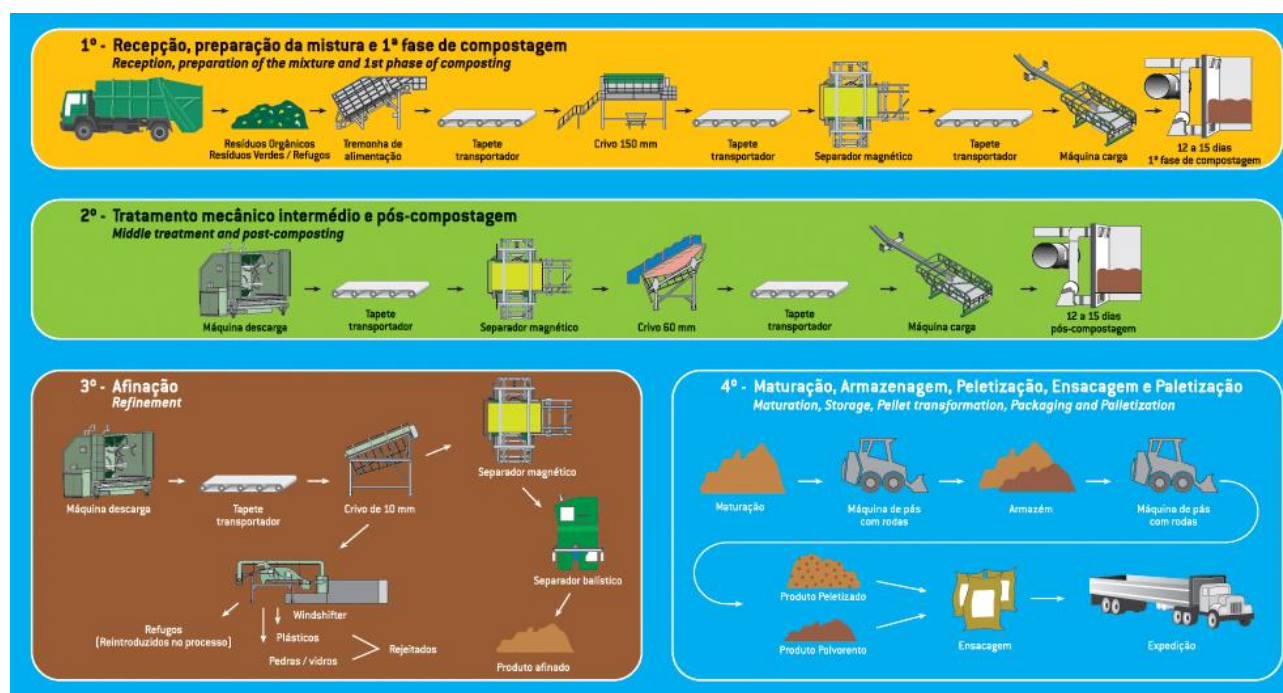


Figura 1 – Esquema do processo de produção do NUTRIMAIS

B. Unidade Funcional

A unidade funcional é definida pela norma ISO 14040, como o desempenho quantificado de um sistema de um produto para utilização como unidade de referência (IPQ,2008).

A unidade funcional considerada neste estudo é a produção de 1 kg de composto.

De notar que este estudo pretende comparar a capacidade fertilizante do NUTRIMAIS com um adubo químico sintético, tendo-se considerado que o NUTRIMAIS tem 1/3 da capacidade fertilizante relativamente à quantidade de azoto, pois possui cerca de 3% deste elemento em relação à composição do adubo tradicional mais vendido em Portugal que tem na sua constituição NPK 10-10-10.

C. Fronteiras do sistema

A metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida pressupõe a caracterização dos aspetos ambientais e potenciais impactes ambientais, associados ao produto, desde a extração/transformação das matérias-primas até à deposição final do mesmo, passando pela obtenção de matérias-primas, produção, distribuição, utilização, reutilização, reciclagem (quando aplicável) e deposição final.

A figura 2 representa o ciclo de vida do NUTRIMAIS.

No presente estudo, foram excluídas as etapas relacionadas com a produção agrícola, florestal, pecuária e até mesmo de alimentos e bens de consumo e o próprio consumo, por uma questão de não controlo destas operações. Assim, considerou-se as etapas relativas aos transportes que contenham biorresíduos (a partir do momento em as viaturas são carregadas e se inicia o seu transporte até à LIPOR), por parte dos Municípios e Clientes Privados, os processos de triagem de resíduos de cemitérios, a valorização dos biorresíduos, a produção de NUTRIMAIS e a sua aplicação no solo.

De seguida apresenta-se o esquema de processos unitários (blocos) do sistema em estudo (Figura 3):

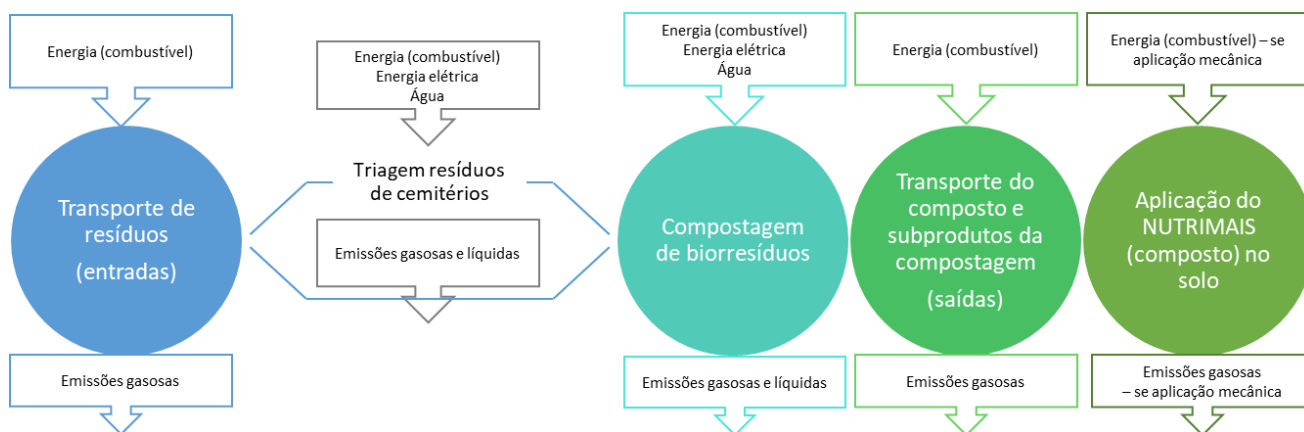


Figura 3 – Esquema de processos unitários (blocos)

A. Cobertura geográfica

Os biorresíduos entregues na LIPOR provêm de 3 grandes grupos de produtores:

- Os oito Municípios que constituem a LIPOR - Espinho, Gondomar, Maia, Matosinhos, Porto, Póvoa de Varzim, Valongo e Vila do Conde;
- Outros sistemas de gestão de resíduos – Ambisousa e Resulima. Neste último sistema, a entrega de biorresíduos é feita pelos Municípios de Esposende e Viana do Castelo;
- Clientes Privados que se distribuem geograficamente pelas zonas Norte e Centro do País.

A comercialização do NUTRIMAIS, tem maior peso no Norte do País, estendendo-se também pela zona Centro.

B. Cobertura temporal

O período de tempo escolhido é de 1 ano. A escolha deve-se ao facto de garantir a sazonalidade existente quer na produção de biorresíduos, quer na venda de NUTRIMAIS garantindo-se assim que são abrangidas todas as diferenças sazonais que possam ocorrer ao longo do ano.

C. Dados do processo em estudo e suas fontes

Para a realização deste trabalho foram considerados os dados do ano de 2016.

Estes dados foram fornecidos, essencialmente, pelos diferentes departamentos internos da LIPOR envolvidos no processo, onde se incluem os quantitativos de biorresíduos rececionados e tratados. As características dos veículos de recolha foram obtidas junto das Câmaras Municipais dos oito Concelhos. No que diz respeito aos clientes privados, outros sistemas de gestão de resíduos e clientes NUTRIMAIS, os respetivos dados foram retirados do sistema de pesagens da LIPOR, portal Clientes e portal NUTRIMAIS.

As quantidades dos biorresíduos recebidos, as quantidades encaminhadas para os diferentes destinos finais e quantidade de NUTRIMAIS expedido, são apresentados nas tabelas 1, 2, 3, 4 e 5.

Tabela 1 - Entradas de biorresíduos alimentares e agroalimentares
(Fonte: LIPOR, 2016)

Entradas na Plataforma Orgânicos 2016			
Município	n.º descargas	peso total (kg)	%
Espinho	259	603.920	3,67%
Gondomar	587	1.766.220	10,74%
Maia	387	2.105.440	12,80%
Matosinhos	988	3.519.620	21,41%
Porto	1680	5.088.480	30,95%
Póvoa de Varzim	304	1.472.580	8,96%
Valongo	299	1.000.440	6,08%
Vila do Conde	302	885.730	5,39%
Subtotal	4806	16.442.430	100,00%
Outros Sistemas			
Ambisousa	31	51.700	5,76%
Esposende	155	249.380	27,80%
Viana do Castelo	98	595.920	66,43%
Subtotal	284	897.000	100,00%
Clientes Privados	1521	9.271.700	100,00%
TOTAL	6611	26.611.130	

Tabela 2 - Entradas de biorresíduos verdes

(Fonte: LIPOR, 2016)

Entradas no Parque de Verdes 2016			
Municípios (entradas diretas)	n.º descargas	peso total (kg)	%
Espinho	1	4.080	0,07%
Gondomar	891	1.670.800	30,46%
Maia	144	160.540	2,93%
Matosinhos	839	1.020.020	18,60%
Porto	1507	2.025.960	36,93%
Póvoa de Varzim	-	-	0,00%
Valongo	690	391.040	7,13%
Vila do Conde	99	212.980	3,88%
Subtotal	4171	5.485.420	100,00%
Municípios (via ecocentros)			
Espinho	56	231.720	2,14%
Gondomar	458	1.220.400	11,29%
Maia	435	1.901.200	17,59%
Matosinhos	444	2.642.600	24,45%
Porto	195	791.040	7,32%
Póvoa de Varzim	141	946.240	8,75%
Valongo	1358	1.722.840	15,94%
Vila do Conde	308	1.353.020	12,52%
Subtotal	3395	10.809.060	100,00%
Clientes Privados	1310	20.004.380	100,00%
Total	8876	36.298.860	

Tabela 3 - Entradas de resíduos de cemitérios

(Fonte: LIPOR, 2016)

Entradas na Linha de Triagem de Resíduos de Cemitérios 2016			
Municípios (entradas diretas)	n.º descargas	peso total (kg)	%
Espinho	71	235.820	7,77%
Gondomar	161	503.060	16,58%
Maia	129	552.800	18,22%
Matosinhos	140	390.400	12,87%
Porto	371	543.600	17,92%
Póvoa de Varzim	52	164.380	5,42%
Valongo	106	227.480	7,50%
Vila do Conde	131	416.080	13,72%
Total	1161	3.033.620	100,00%

Tabela 4 – Saídas de materiais decorrentes da triagem de resíduos de cemitérios e respetivo destino
(Fonte: LIPOR, 2016)

Saídas Linha de Triagem de Resíduos de Cemitérios 2016				
Tipo de material	n.º descargas	peso total (kg)	%	destino final
Aço Plataforma	12	24.260	0,97%	SPV
Copos velas	68	48.280	1,93%	Reciol/Natural Life
Embalagens	12	8.000	0,32%	LIPOR: triagem
Plásticos mistos	66	198.100	7,90%	Extruplás
Rejeitados Plataforma Orgânicos	47	97.335	3,88%	LIPOR II (prensa rejeitados)
Verdes Cemitérios	499	2.130.340	85,00%	CVO
TOTAL	704	2.506.315	100,00%	

Tabela 5 – Saídas de composto (NUTRIMAIS) (Fonte: LIPOR, 2016)

Produção de composto em 2016	10.575,40 toneladas
-------------------------------------	---------------------

Algumas lacunas de dados necessários para o estudo foram colmatadas com dados da literatura e dados obtidos em bases de dados de inventários de avaliação de ciclo de vida (SimaPro; Ntziachristos e Samaras, 2017).

Relativamente aos dados sobre as distâncias entre os produtores dos biorresíduos até à LIPOR, foram obtidos da seguinte forma:

- Resíduos verdes de cemitérios - foram considerados 113 cemitérios, localizados nos 8 municípios da área de intervenção da LIPOR. Foram igualmente estimadas as distâncias médias entre cemitérios de cada Município e a LIPOR em Baguim do Monte. Estas distâncias são apresentadas em quilómetros (km) na tabela 6.

Tabela 6 - Dados sobre os cemitérios considerados (Ano 2016)
(Fonte: Câmaras Municipais, 2016)

Municípios	Nº Cemitérios	Distância Média (km)
Espinho	5	33,1
Gondomar	19	17,0
Maia	19	14,6
Matosinhos	14	12,7
Porto	10	14,7
Póvoa de Varzim	6	38,9
Valongo	8	7,0
Vila do Conde	32	32,4
Total de cemitérios	113	

- Resíduos verdes de recolha camarária – foi considerada a distância “ida e volta” mais curta, entre o centro do Município respetivo e a LIPOR (distância retirada do site *Via Michelin*);
- Resíduos verdes com proveniência dos ecocentros – foi considerada a distância média de “ida e volta” dos três trajetos sugeridos pelo *Google Maps*, entre o ecocentro e a LIPOR. Estas distâncias estão representadas na tabela 7.

Tabela 7 – Distâncias dos ecocentros consideradas no estudo (Fonte: *Google Maps*, 2018)

Ecocentro	Distância “vinda e volta” (km)
ANTAS - PORTO	16,53
CASTELO DO QUEIJO - PORTO	36,00
CUSTOIAS - MATOSINHOS	27,50
ANTA - ESPINHO	75,67
AGUAS SANTAS - MAIA	17,13
SANTA MARIA DE AVIOSO-MAIA	32,80
SENDIM-MATOSINHOS	30,50
ERMESINDE - VALONGO	9,40
FOLGOSA - MAIA	20,20
FORMIGA - LIPOR	6,80
LAUNDOS – POVOA DE VARZIM	92,20
MAINÇA - MATOSINHOS	23,20
MOREIRA - MAIA	35,47
NOGUEIRA - MAIA	24,73
PARQUE DA CAL - GONDOMAR	17,00
PERAFITA - MATOSINHOS	42,07
PRELADA – PORTO	24,47
SILVALDE - ESPINHO	79,67
VALONGO - VALONGO	15,60
VARZIELA - V. CONDE	69,47

- Resíduos verdes de recolha privada – foi considerada a distância “ida e volta” mais curta, entre a sede da Empresa e a LIPOR (distância retirada do site *Via Michelin*);
- Resíduos alimentares de recolha camarária - foi considerada a distância de ida e volta mais curta, entre o centro do Município respetivo e a LIPOR (distância retirada do site *Via Michelin*);
- Resíduos alimentares e agroalimentares de recolha privada – foi considerada a distância ida e volta mais curta, entre a sede da Empresa e a LIPOR (distância retirada do site *Via Michelin*).

Relativamente aos dados sobre as distâncias dos trânsitos internos da LIPOR (entre a plataforma de triagem de cemitérios e o parque de verdes, e entre este e a CVO), foram obtidos de forma real, simulando o trajeto.

Os dados sobre as distâncias entre a LIPOR e os vários destinos dos produtos e subprodutos e da CVO, foram obtidos da seguinte forma:

- Composto NUTRIMAIS - Foi considerada a distância “ida e volta” mais curta, entre a sede da Empresa e a LIPOR (distância retirada do site *Via Michelin*);
- Rejeitados do processo de compostagem (enviados para CVE) - Foi considerada a distância “ida e volta” entre a LIPOR I – Baguim do Monte e a LIPOR II - Maia (distância retirada do *Google Maps*).

D. Considerações do Estudo

Na elaboração do inventário do ciclo de vida houve a necessidade de se assumirem vários pressupostos nos diferentes blocos do sistema.

Os pressupostos apresentam-se por blocos e são os que se seguem.

Para o bloco referente ao **transporte de biorresíduos** pelas entidades foram considerados os seguintes pressupostos:

- Foi efetuada uma georreferenciação dos cemitérios considerados no estudo, de modo a permitir o cálculo das distâncias entre os cemitérios e a LIPOR, tendo sido considerado um ponto médio entre a localização dos cemitérios de cada município e a LIPOR, em Baguim do Monte;
- Os consumos das viaturas foram determinados tendo em consideração a sua tipologia, marca/modelo, classe Euro e classificação de acordo com a normalização existente em termos de tonelagem.

No caso do bloco referente à **triagem de resíduos de cemitérios** foram considerados os seguintes pressupostos:

- O consumo de eletricidade foi estimado tendo em consideração que a linha de triagem de resíduos de cemitério funcionou 8 horas/dia, durante 5 dias/semana em 52 semanas;
- Neste cálculo foi excluído o consumo de eletricidade referente ao ar comprimido em virtude da sua utilização ser residual (<2%);
- O consumo de combustível (gasóleo) utilizado na máquina móvel foi estimado em 75% do consumo anual de combustível, uma vez que esta máquina está afeta a outros serviços;
- No cálculo dos impactes ambientais decorrentes da utilização da máquina móvel foram observadas as suas características técnicas, tendo sido estas comparadas com os dados que constam no SimaPro e consideradas as que mais se equiparavam;

- O consumo de água utilizada foi estimado em 10 m³/ano;
- Na determinação das quantidades de efluentes líquidos gerados no processo foi considerada a diferença entre as quantidades de entradas e saídas de materiais (apresentadas nas tabelas 3 e 4), que neste ano de referência, foi cerca de 2/3 desse valor (perda de humidade, por condensação);
- A diferença de cerca de 17% entre o material que entrou e saiu neste ano deve-se, essencialmente, à perda de humidade por condensação, mas também ao stock de resíduos de cemitérios que transita de um ano para o outro;
- No cálculo dos impactes estimou-se a quantidade de carga orgânica emitida para a água tendo em conta as características do efluente, uma vez que o efluente não é enviado para tratamento;
- No que diz respeito ao transporte de materiais recicláveis triados na linha de resíduos cemitério, apenas foi considerado o transporte de copos, ceras e plásticos mistos, uma vez que os restantes materiais representam quantidades inferiores a 1% relativamente à quantidade total de materiais recicláveis triados;
- Para o cálculo dos impactes ambientais decorrentes do transporte de copos de velas e cera para a empresa NATURAL LIFE foi utilizada uma distância total de 16,4 km (vinda e ida) e para a empresa Reciol foi utilizada uma distância total de 137,2 km (vinda e ida);
- Para o cálculo dos impactes ambientais decorrentes do transporte de plásticos mistos para a empresa Extruplás localizada na Maia foi utilizada uma distância total de 13,4 km (vinda e ida) e para a empresa Extruplás localizada no Seixal foi utilizada uma distância total de 698,0 km (vinda e ida);
- No transporte de resíduos verdes triados entre a linha de triagem de resíduos de cemitério e o parque de verdes, foi assumido o seguinte percurso - partida da triagem de cemitérios do camião carregado → básculas da portaria, para pesagem → descarga parque de verdes → básculas da portaria, para nova pesagem → término na triagem de cemitérios (distância de 2,2 km);
- No transporte dos resíduos verdes de cemitérios triados do parque de verdes para a CVO, foi assumido o seguinte percurso – partida do parque de verdes → básculas da portaria, para pesagem → descarga CVO (distância de 2,3 km). A salientar que os resíduos verdes de cemitério triados são previamente destroçados e misturados com outros resíduos verdes que se encontram no parque de verdes, representando cerca de 10% da massa total de verdes que entram na CVO;
- No transporte de rejeitados da triagem de resíduos de cemitério entre a linha de triagem de resíduos de cemitério e a plataforma exterior (onde ficam armazenados até seguirem para a central de valorização energética (CVE), foi assumido o seguinte percurso - partida da

triagem de cemitérios do camião carregado → básculas da portaria, para pesagem → descarga plataforma exterior → básculas da portaria, para nova pesagem → término na triagem de cemitérios (distância 2,1 km);

- Para o cálculo dos impactes ambientais decorrentes do transporte dos rejeitados para a CVE foi utilizada uma distância total de 36 km (ida e volta);
- Os consumos das viaturas foram determinados tendo em consideração a sua tipologia, marca/modelo, classe Euro e classificação de acordo com a normalização existente em termos de tonelagem.

No que se refere ao bloco sobre a **compostagem de biorresíduos** foram considerados os seguintes pressupostos:

- O transporte de resíduos verdes destroçados do parque de verdes até à CVO foi contabilizado, tendo sido assumido o seguinte percurso – partida do parque de verdes → básculas da portaria, para pesagem → descarga CVO (distância de 2,3 km);
- A produtividade da CVO foi de 23,3%;
- Os consumos de energia relativamente ao parque de verdes foram tidos em conta, estando estes indexados aos consumos da CVO;
- Não havendo nenhuma referência sobre a dosagem a aplicar e estando-se a comparar apenas a capacidade fertilizante do NUTRIMAIS com um adubo sintético, considerou-se que o NUTRIMAIS tem 1/3 da capacidade fertilizante relativamente à quantidade de azoto, pois possui cerca de 3% deste elemento em relação à composição do adubo tradicional mais vendido em Portugal que tem na sua constituição NPK 10-10-10. Utilizou-se o azoto e não o fósforo e o potássio porque é aquele que cria uma maior reação no crescimento das plantas, sendo por isso mais fácil de avaliar, visualmente, pelo agricultor;
- Foi tida em conta a produção de energia elétrica na CVE, tendo sido utilizado o mix energético nacional do ano de 2017 no cálculo dos impactes ambientais associados, pelo tratamento dos rejeitados do processo de compostagem.

No bloco **transporte do composto e subprodutos de compostagem** foram considerados os seguintes pressupostos:

- Para o cálculo dos impactes ambientais decorrentes do transporte dos rejeitados para a CVE foi utilizada uma distância total de 36 km (ida e volta);
- O transporte de materiais recicláveis não foi considerado (aço e alumínio) apesar de ter sido considerado que substituíam a produção de ferro na proporção 1:1; contudo a sua percentagem é <1%.

- Foi considerado o transporte do NUTRIMAIS desde a LIPOR ao cliente NUTRIMAIS (distribuidor/revendedor) que poderá não ser o cliente final, tendo sido utilizada uma distância total de 78486,35 km;
- No cálculo das emissões das viaturas utilizadas no transporte foi utilizado o método de cálculo por tonelagem de classe EURO.

Por último no bloco da **aplicação do NUTRIMAIS** foram considerados os seguintes pressupostos:

- Não havendo nenhuma referência sobre a dosagem a aplicar e estando-se a comparar apenas a capacidade fertilizante do NUTRIMAIS com um adubo sintético, considerou-se que o NUTRIMAIS tem 1/3 da capacidade fertilizante relativamente à quantidade de azoto, pois possui cerca de 3% deste elemento em relação à composição do adubo tradicional mais vendido em Portugal que tem na sua constituição NPK 10-10-10. Utilizou-se o azoto e não o fósforo e o potássio porque é aquele que cria uma maior reação no crescimento das plantas, sendo por isso mais fácil de avaliar, visualmente, pelo agricultor:
- Na determinação de dose de NUTRIMAIS a aplicar ao solo, optou-se por duas dosagens, 5 toneladas/ha e 20 toneladas/ha. Para determinação destas dosagens usamos o seguinte critério:
 - 5 toneladas/ha - dosagem anual máxima permitida para a aplicação de lotes específicos de NUTRIMAIS no modo de produção biológico;
 - 20 toneladas/ha - dosagem a aplicar na instalação da cultura.
- As dosagens de aplicação em culturas instaladas aproximam-se da dosagem máxima a aplicar no modo de produção biológico pelo que foi decidido não criar uma outra categoria e usar a existente.

Inventário de Ciclo de Vida

São apresentados de seguida os dados compilados e quantificados de entradas e saídas para o conjunto de blocos unitários considerados no ciclo de vida. De referir que o método de alocação usado foi a substituição. Neste caso os subprodutos produzidos pelo sistema (ex.: eletricidade, materiais a enviar para reciclagem) evitam a necessidade de produzir esses produtos pelos meios usuais de produção. Esses processos evitados podem ser subtraídos ao sistema em estudo.

Bloco: Transporte de resíduos

Os dados utilizados no Inventário deste bloco dizem respeito às características das viaturas utilizadas no transporte de biorresíduos. As características tidas em conta foram:

- Classe EURO;
- Classificação de acordo com a normalização existente em termos de tonelagem;
- Número de descargas de biorresíduos que as viaturas efetuaram na LIPOR em 2016;
- As distâncias mencionadas, anteriormente, no ponto dos pressupostos;
- Peso total de resíduos transportados por cada viatura, em quilogramas;
- No caso de resíduos com proveniência dos cemitérios, efetuou-se uma análise de sensibilidade, tendo-se comparado as distâncias médias dos cemitérios consideradas em 2013 com as distâncias médias consideradas em 2016.

Através destas características foi possível estimar o combustível consumido e as emissões provenientes dos transportes (Ntziachristos e Samaras, 2017). Os valores correspondentes a estas características encontram-se no anexo 1.

Bloco: Triagem de resíduos de cemitérios

Na elaboração do Inventário do bloco “Triagem de resíduos de cemitérios” foram quantificadas as entradas e saídas na linha de triagem de resíduos de cemitérios durante o ano de 2016. Resumidamente, as entradas e saídas neste processo unitário são as que se apresentam na tabela 8 e que se segue.

Tabela 8 – Inventário da linha de triagem de resíduos de cemitérios
(Fonte: LIPOR, 2016)

CTRV		
Massa de resíduos que entrou na linha de triagem de resíduos de cemitérios	2506315	kg
Produtos evitados		
Aço	24260	kg
Copos de velas e ceras	48280	kg
Plásticos mistos e embalagens	206100	kg
Entradas		
Materiais/Eletricidade/Calor, etc.		
CVE-LIPOR	97335	kg
CVO-LIPOR	2130340	kg
Gasóleo consumido em máquinas	87251,65	MJ
Consumo eletricidade (mix PT)	7747	kWh
Consumo de água de rede pública	10	ton
Transportes		
Internos LIPOR	14264,60	km
Copos de velas e ceras (Reciol)	3604,24	tkm
Copos de velas e ceras (Natural Life)	360,96	tkm
Plásticos mistos e embalagens (Extrúplas – Maia)	861,660	tkm
Plásticos mistos e embalagens (Extrúplas – Seixal)	98973,61	tkm
Saídas		
Emissões para a água		
CQO, Carência química de oxigénio	731	kg

Na saída de resíduos verdes triados na linha de cemitérios foram considerados os seguintes aspetos:

- Partida da viatura carregada com resíduos verdes triados da linha triagem de resíduos de cemitérios até às básculas da Portaria para pesagem. Após esta pesagem, a viatura segue para o parque de verdes, onde descarrega os resíduos verdes triados e segue de volta à Portaria para nova pesagem. A viatura termina o seu percurso na linha de triagem de resíduos de cemitérios;
- Em cada viagem (transporte de resíduos verdes de cemitério para o parque de verdes e retorno à linha de triagem de resíduos de cemitério), a viatura percorre 2,2 km, tendo sido efetuadas 499 viagens. O combustível utilizado foi o gasóleo.

Na saída de rejeitados da linha de triagem de resíduos de cemitério para a plataforma exterior foram tidos em conta os seguintes aspetos:

- Partida da viatura carregada com os rejeitados da linha de triagem de resíduos de cemitérios até às básculas da Portaria para pesagem. De seguida, a viatura segue para a Plataforma Exterior – Estação de Transferência – onde descarrega os rejeitados e segue de volta à Portaria para nova pesagem. A viatura termina o seu percurso na linha de triagem de resíduos de cemitérios;
- Em cada viagem a viatura percorre 2,1 km;
- Foram efetuadas 49 viagens;
- Combustível utilizado: Gasóleo.

Depois de destróçados, os resíduos verdes são transportados até à CVO. A viatura carregada com a mistura de resíduos verdes desloca-se até às básculas da Portaria para pesagem. Após esta pesagem, a viatura segue para a Central de Valorização Orgânica (CVO), onde descarrega os resíduos verdes e segue de volta à Portaria para nova pesagem. Em cada viagem (transporte da mistura de resíduos verdes do parque de verdes para a CVO e retorno ao parque de verdes), a viatura percorre cerca de 2,3 km, tendo sido efetuadas 4913 viagens. O combustível utilizado foi o gasóleo.

No caso do transporte dos rejeitados da plataforma exterior para a central de valorização energética (CVE) – LIPOR II, foram considerados os seguintes aspetos:

- Uma distância total, de ida e volta, de 36 km;
- Combustível utilizado: Gasóleo;
- A capacidade máxima de transporte da viatura igual à sua tara, 12,7 t, aproximadamente 13 toneladas;
- Foram efetuadas 360 viagens de rejeitados da plataforma exterior até à LIPOR II. No entanto, este número de viagens corresponde ao transporte do total de rejeitados das várias unidades operacionais da LIPOR. Assim, para o transporte das quantidades de rejeitados da triagem de resíduos de cemitério, apenas foram consideradas 10 viagens até à LIPOR II.

Por último, no transporte de copos de velas e cera para a empresa NATURAL LIFE, foram considerados os dados da viatura e uma distância 16,4 km (NATURAL LIFE – LIPOR- NATURAL LIFE), tendo sido efetuadas 31 viagens. No transporte de copos de velas e cera para a empresa Reciol, foram considerados os dados da viatura e uma distância de 137,2 km (Reciol-Lipor-Reciol), tendo sido efetuadas 37 viagens.

De salientar que, para todos os transportes anteriormente referidos, usaram-se dados do guia sobre transporte rodoviário (Ntziachristos e Samaras (2017)) e o SimaPro, tendo conta as características das viaturas, as distâncias percorridas e as cargas transportadas.

Bloco: Compostagem de biorresíduos

Na elaboração do Inventário do bloco “Compostagem de biorresíduos” foram quantificadas as entradas e saídas na CVO durante o ano de 2016. Resumidamente, as entradas e saídas neste processo unitário são as que se apresentam na tabela 9, que se segue.

Tabela 9 - Inventário do processo de compostagem na CVO
(Fonte: LIPOR, 2016)

CVO		
Massa de resíduos que entrou na CVO para tratamento	45979,99	ton
Produtos evitados		
N, Nitrato de amónio	3525,13	ton
Alumínio	7,23	ton
Aço	23,38	ton
Entradas		
Materiais/Eletricidade/Calor, etc.		
Consumo eletricidade (mix PT)	4645469	kWh
Consumo de água de rede pública	11281,00	ton
Consumo gasóleo máquinas	2892736	MJ
CVE-LIPOR	3293605	kg
Consumo gás natural	2006648	MJ
Água de captação	14283,0	m³
Saídas		
Emissões para a atmosfera		
COV, Compostos orgânicos voláteis	14800,32	kg
Sulfureto de hidrogénio	302,40	kg
Amónio	15154,56	kg
Monóxido de carbono (fóssil)	25,92	kg
Óxidos de azoto	319,68	kg
Dióxidos de enxofre	3,46	kg
Partículas não especificadas	2,59	kg
COV, Compostos orgânicos voláteis	6940,00	ton
Dióxido de carbono (biogénico)	14800,32	kg
Resíduos e Emissões para tratamento		
Separador de hidrocarbonetos	3560	L
Águas residuais domésticas	1699,5	m³

Bloco: Transporte de composto e subprodutos da compostagem

Na tabela 10 apresenta-se o inventário relativo ao transporte de composto e subprodutos da compostagem.

Tabela 10 - Inventário do transporte de composto
(Fonte: LIPOR, 2016)

Transporte rejeitados da CVO para a CVE

Quantidade de rejeitados da CVO para a CVE	3293,6	ton	
Viagem	9,41 t/ viagem	36 km (ida e volta)	
Viatura	26000 t	Euro2	1997
Número de viagens	350	12600	km
Transporte composto			
Quantidade de transporte	10575,4	ton	
Viaturas	26000 t	Euro 2	
	78486,35	km	

Neste caso foram estimadas as distâncias totais percorridas no transporte dos rejeitados da CVO para a CVE.

De salientar que, para todos os transportes anteriormente referidos, usaram-se dados do guia sobre transporte rodoviário (Ntziachristos e Samaras (2017)) e o SimaPro, tendo em conta as características das viaturas, as distâncias percorridas e as cargas transportadas.

Bloco: Aplicação do NUTRIMAIS (composto) no solo

No que se refere a este bloco, foi tida em conta a relação de 1/3 no que diz respeito à capacidade do NUTRIMAIS quando comparado com um adubo sintético. Considerou-se ainda a aplicabilidade do composto – manual e mecânica, sendo que a aplicação mecânica terá sempre o impacte ambiental resultante desse mecanismo. Definiram-se, assim, dois cenários na aplicação de composto. Um primeiro cenário em que a aplicação mecânica de 20 toneladas de composto num hectare e um segundo cenário com a aplicação mecânica de 5 toneladas de composto num hectare, para uma massa de 10.575,40 toneladas de composto (produção em 2016).

De referir que para o inventário de dados foi utilizado o SimaPro, tendo-se considerado o seguinte:

- Um processo de fertilização convencional;
- Um distribuidor de fertilizante com uma capacidade de 500 litros;
- A exclusão do fertilizante;
- A unidade funcional é 1 ha fertilizado;
- O tempo de operação é de 1,5 horas por 1 ha fertilizado.

A descrição do processo encontra-se no anexo 2.

Por último, e uma vez que este estudo incide sobre todo um processo real, e porque foi tido em conta o tratamento dos rejeitados da triagem da linha de resíduos de cemitérios e dos rejeitados da compostagem na CVE, apresentam-se de seguida (tabela 11) as entradas e saídas na CVE em 2016, consideradas neste estudo.

Tabela 11 - Inventário do processo de valorização energética dos resíduos (CVE)
(Fonte: LIPOR, 2016)

CVE		
Massa de resíduos que entrou na CVE para tratamento	387692	ton
Produtos evitados		
Eletricidade (alta tensão) {PT}	156051	MWh
Aço	5499,17	ton
Entradas		
Materiais/Eletricidade/Calor, etc.		
Eletricidade (média tensão) {PT}	369,019	MWh
Consumo gás natural	5983140	MJ
Consumo de água de rede pública	234558	ton
Saídas		
Emissões para a atmosfera		
Ácido clorídrico	7786,755	kg
Óxidos de azoto	274732	kg
Amónio	12053,06	kg
Fluoreto de hidrogénio	234,037	kg
Dióxido de enxofre	15831,6	kg
COT, Carbono orgânico total	660,981	kg
Partículas	1297,162	kg
Monóxido de carbono	8176,548	kg
Mercúrio	1,045	kg
Dióxido de carbono (fóssil)	1,45E+08	kg
Cádmio	0,258	kg
Tálio	0,14	kg
Antimónio	1,333	kg
Arsénio	0,347	kg
Chumbo	3,998	kg
Crómio	2,489	kg

Cobalto	0,235	kg
Cobre	3,022	kg
Manganês	2,68	kg
Níquel	13,369	kg
Vanádio	0,229	kg
Dioxinas, 1,2,3,7,8,9-hexaclorodibenzo-	1,58E-06	kg
Dióxido de carbono (biogénico)	2,17E+08	kg
Resíduos e Emissões para tratamento		
Cinzas inertizadas e escórias em aterro sanitário	106528	ton
Águas residuais domésticas (capacidade de tratamento: 1.1E10l/ano)	83202,28	m ³

Em qualquer dos casos, foram utilizados os dados do inventário que constam na ferramenta SimaPro sempre que necessário e o SimaPro foi usado para calcular os impactos ambientais associados.

Avaliação dos Impactes

Neste capítulo serão apresentados os resultados em termos de impactes ambientais por categorias de danos.

As categoriais de danos avaliadas foram:

- Saúde humana;
- Qualidade do ecossistema;
- Alterações climáticas;
- Utilização de recursos;
- Eutrofização aquática (no caso da avaliação dos impactes existentes na linha de triagem de resíduos de cemitério); de referir que o modelo não inclui esta categoria no cálculo do indicador global.

Apresentam-se ainda os resultados para a categoria aquecimento global expressos em kg CO₂ eq. de modo a facilitar a leitura e interpretação dos resultados.

Bloco: Transporte de resíduos (entradas)

Na tabela 12, que se segue são apresentados os resultados dos impactes causados pelo consumo de combustível e distâncias percorridas pelas viaturas camarárias, pelas viaturas que servem os outros sistemas de gestão de resíduos e pelas viaturas dos clientes privados, tendo em consideração as quantidades de resíduos recolhidos por cada um, em 2016.

Tabela 12 – Resultados dos impactes causados pelo consumo de combustível (entrada neste bloco), tendo em consideração as quantidades de resíduos recolhidos por cada Município (por kg de resíduo transportado)

Categoria de danos		Saúde Humana (Pt)	Qualidade do Ecossistema (Pt)	Alterações Climáticas (Pt)	Utilização de Recursos (Pt)	Total (Pt)	Aquecimento Global (kg CO ₂ eq)
Entidades	Resíduos						
Espinho	Alimentares	1,691	0,146	2,018	2,181	6,035	19977,360
	Verdes	0,009	0,001	0,008	0,008	0,026	77,191
	Verdes (ecocentro)	0,370	0,027	0,360	0,389	1,146	3563,013
	Cemitérios	0,637	0,039	0,454	0,491	1,621	4496,423
	Total	2,706	0,213	2,840	3,069	8,828	28036,871
Gondomar	Alimentares	2,056	0,266	4,425	4,763	11,51	43809,500
	Verdes	3,846	0,412	6,569	7,084	17,911	65038,680
	Verdes (ecocentro)	0,973	0,057	0,649	0,7	2,379	6426,175
	Cemitérios	0,363	0,032	0,461	0,498	1,355	4566,340
	Total	7,238	0,767	12,104	13,046	33,155	119840,693
Maia	Alimentares	1,105	0,094	1,289	1,392	3,879	12757,619

	Verdes	0,224	0,025	0,395	0,424	1,067	3910,889
	Verdes (ecocentro)	1,437	0,085	0,956	1,029	3,508	9465,613
	Cemitérios	0,352	0,025	0,316	0,341	1,034	3129,751
	Total	3,117	0,229	2,956	3,186	9,488	29263,872
Matosinhos	Alimentares	5,64	0,478	6,579	7,11	19,807	65140,312
	Verdes	2,617	0,208	2,862	3,089	8,776	28340,204
	Verdes (ecocentro)	1,427	0,113	1,514	1,636	4,69	14988,393
	Cemitérios	0,246	0,021	0,296	0,320	0,882	2928,424
	Total	9,930	0,820	11,251	12,154	34,155	111397,333
Porto	Alimentares	4,301	0,408	5,967	6,437	17,115	59084,021
	Verdes	6,163	0,402	5,158	5,551	17,274	51071,566
	Verdes (ecocentro)	0,154	0,010	0,125	0,135	0,423	1234,426
	Cemitérios	0,531	0,053	0,784	0,848	2,216	7766,635
	Total	11,149	0,873	12,035	12,971	37,028	117923,456
Póvoa de Varzim	Alimentares	2,049	0,173	2,369	2,56	7,15	23451,591
	Verdes	-	-	-	-	-	-
	Verdes (ecocentro)	2,002	0,107	1,085	1,169	4,364	10744,376
	Cemitérios	0,347	0,025	0,332	0,359	1,064	3289,863
	Total	4,398	0,306	3,786	4,088	12,578	37485,831
Valongo	Alimentares	0,295	0,021	0,254	0,274	0,844	2514,809
	Verdes	0,697	0,039	0,501	0,536	1,774	4962,219
	Verdes (ecocentro)	1,884	0,091	0,907	0,975	3,857	8981,887
	Cemitérios	0,298	0,014	0,301	0,132	0,746	2984,603
	Total	3,174	0,165	1,964	1,918	7,221	19443,518
Vila do Conde	Alimentares	2,045	0,151	1,967	2,124	6,287	19472,531
	Verdes	1,452	0,067	0,649	0,696	2,864	6423,072
	Verdes (ecocentro)	2,266	0,144	1,785	1,923	6,118	17670,341
	Cemitérios	0,871	0,056	0,672	0,726	2,325	6653,396
	Total	6,633	0,420	5,072	5,469	17,595	32550,922
Esposende	Alimentares	1,341	0,092	1,141	1,233	3,807	11299,595
	Verdes	-	-	-	-	-	-
	Verdes (ecocentro)	-	-	-	-	-	-
	Cemitérios	-	-	-	-	-	-
	Total	1,341	0,092	1,141	1,233	3,807	11299,595
Viana do Castelo	Alimentares	1,779	0,102	1,101	1,118	4,171	10905,586
	Verdes	-	-	-	-	-	-
	Verdes (ecocentro)	-	-	-	-	-	-
	Cemitérios	-	-	-	-	-	-
	Total	1,779	0,102	1,101	1,118	4,171	10905,586
Ambisousa	Alimentares	0,045	0,004	0,066	0,071	0,186	652,473
	Verdes	-	-	-	-	-	-
	Verdes (ecocentro)	-	-	-	-	-	-
	Cemitérios	-	-	-	-	-	-
	Total	0,045	0,004	0,066	0,071	0,186	652,473
Privados	Alimentares	14,748	1,098	14,310	15,440	45,596	141684,923
	Verdes	8,781	0,568	7,514	7,923	24,786	74396,461
	Verdes (ecocentro)	-	-	-	-	-	-
	Cemitérios	-	-	-	-	-	-
	Total	23,529	1,665	21,824	23,363	70,382	216081,384

Nota: Valor de normalização 9.900

Tendo em consideração, o total da quantidade de resíduos (alimentares, verdes, verdes do ecocentro e cemitérios) que deram entrada na LIPOR, obtiveram-se os impactes globais, por kg de resíduo que se apresentam na tabela 13.

Tabela 13 – Resultado total dos impactes causados pelo transporte de resíduos (entradas)

Categoria de danos	Saúde Humana (Pt)	Qualidade do Ecossistema (Pt)	Alterações Climáticas (Pt)	Utilização de Recursos (Pt)	Total (Pt)	Aquecimento Global (kg CO ₂ eq)
Transporte resíduos (entradas)	75,039	5,657	76,140	81,756	238,591	734229,7

Sistema completo: Transporte de biorresíduos + Triagem de resíduos de cemitérios + Processo de compostagem dos biorresíduos + Transporte dos rejeitados da compostagem para a CVE + Transporte de composto

Na tabela 14 que se segue são apresentados os resultados dos impactes causados pelo sistema completo em estudo. De notar que, estes resultados são em função da substituição de fertilizantes químicos pelo NUTRIMAIS.

Tabela 14 - Resultados dos impactes causados pelas diferentes entradas e saída no sistema completo por kg de resíduo tratado

<div>Categoria de danos</div> <div>Entradas e Saídas</div>	Saúde Humana (Pt)	Qualidade do Ecossistema (Pt)	Alterações Climáticas (Pt)	Utilização de Recursos (Pt)	Eutrofização aquática (kgPO ₄ P-lim)	Total (Pt)	Aquecimento Global (kg CO ₂ eq)
Transporte de biorresíduos¹	73,946	5,577	75,055	80,642	-	235,219	676609,3
Linha de Triagem de cemitérios	-22,476	0,0994	-36,944	-97,602	0,000117	-156,922	-365807,2
Central de valorização orgânica	-1803,026	-173,271	-1800,533	-1176,980	-	-4953,810	-17827057,5
Transporte rejeitados CVO para a CVE	1,690	0,097	1,050	1,133	-	3,970	10392,5
Transporte composto	10,526	0,606	6,538	7,060	-	24,730	64735,9
Total (Pt)	-1739,340	-166,892	-1754,834	-1185,747	0,000117	-4846,813	-17441127,0

¹ Considerados apenas 70% da massa de resíduos de cemitérios transportados até à LIPOR, uma vez que, é a quantidade efetiva enviada para a CVO (resíduos verdes triados)

Em 2016, foram produzidas 10575,4 toneladas de, podendo-se apresentar como resultado final deste estudo o seguinte:

Tabela 15 – Resultado do estudo ACV

Impacte ambiental	-0,458 Pt/ton composto
Emissões de CO₂ eq. (evitadas)	-1649,2 kg CO₂ eq./ton composto

Bloco: Aplicação do composto NUTRIMAIS no solo (com utilização de maquinaria)

Na determinação de dose de NUTRIMAIS a aplicar ao solo recorrendo a máquinas agrícolas, optou-se por duas dosagens 5 toneladas/ha e 20 toneladas/ha. Para determinação destas dosagens utilizaram-se os seguintes critérios:

- 5 toneladas/ha - dosagem anual máxima permitida para a aplicação de lotes específicos de NUTRIMAIS no modo de produção biológico e quantidade habitualmente usada pelos agricultores do modo convencional;
- 20 toneladas/ha - dosagem a aplicar na instalação da cultura (o valor máximo de NUTRIMAIS que pode ser aplicado anualmente, considerando a Classe I de qualidade do composto (Decreto-Lei n.º 103/2015, de 15 de junho), é de 50 toneladas/ha, mas dificilmente esta relação é utilizada. Assim, optou-se por utilizar uma relação mais baixa, uma vez que, que é a mais realista, muito devido ao preço do NUTRIMAIS);
- A dosagens a aplicar em culturas instaladas aproxima-se da dosagem máxima a aplicar no modo de produção biológico, pelo que não se considerou mais nenhum critério.

Na tabela16 e que se segue são apresentados os resultados dos impactes causados pela aplicação das duas doses (5 e 20 toneladas/ha).

Tabela 16 – Resultado total dos impactes causados pela aplicação do NUTRIMAIS no solo recorrendo a maquinaria

Categoria de danos	Área de fertilização² (ha)	Saúde Humana (Pt)	Qualidade do Ecossistema (Pt)	Alterações Climáticas (Pt)	Utilização de Recursos (Pt)	Total (Pt)	Aquecimento Global (kg CO₂eq)
20t/ha	529	4,014	1,8215	1,378	1,272	8,485	13642,296
5t/ha	2115	16,055	7,284	5,511	5,088	33,939	54569,183

Assim sendo, no cenário referente à aplicação de 5 toneladas de composto/ha, o impacte ambiental total acrescido ao nosso sistema completo é 0,00321 Pt, enquanto que no cenário onde se aplica 20 toneladas de composto/ha, o impacte ambiental total é de 0,000802 Pt.

² Tendo em conta a massa de NUTRIMAIS produzida em 2016 (10575,4 toneladas).

Interpretação dos resultados da Avaliação de Ciclo de Vida

Bloco: Transporte de resíduos (entradas)

Os principais indicadores resultantes deste estudo encontram-se no Anexo 3. Desses indicadores apresentam-se, na figura 3, os impactos ambientais associados ao transporte de biorresíduos para cada fonte e na figura 4 o valor global do impacto ambiental por entidade em pontos.

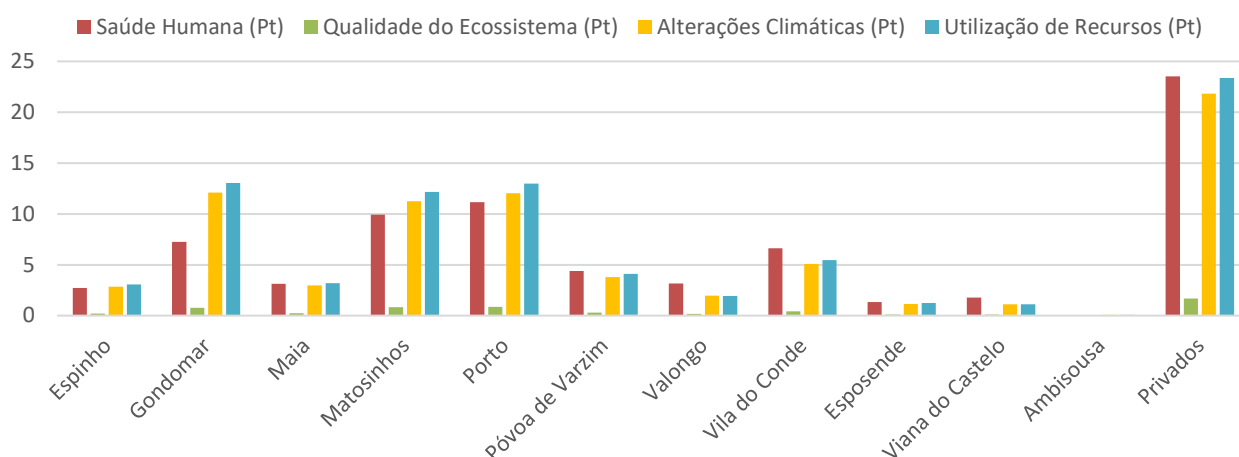


Figura 2 – Impactes ambientais associados ao transporte de resíduos por categorias de danos e por Entidade/Cliente (em pontos)

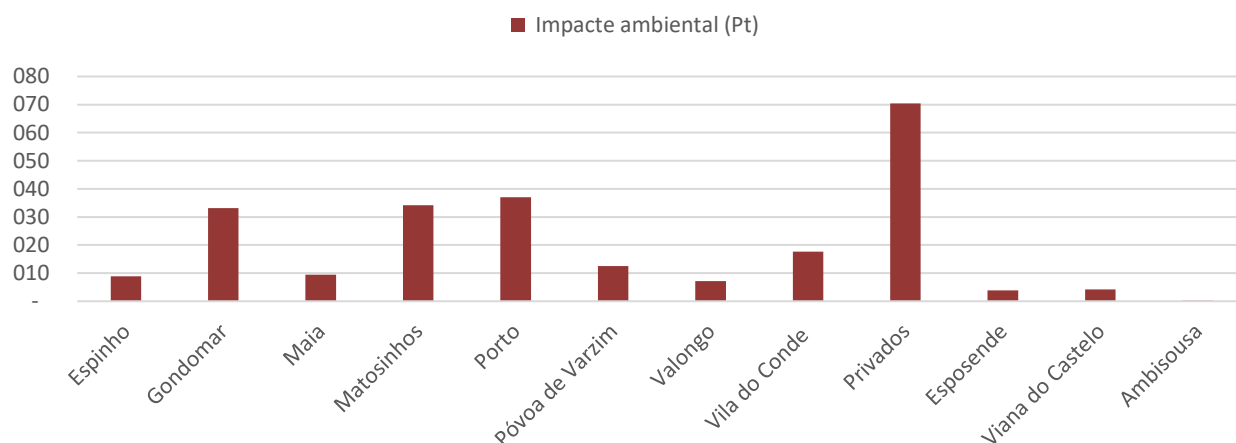


Figura 3 – Impactes ambientais totais por Entidade/Cliente (em pontos)

Procedendo-se à análise dos gráficos das figuras 3 e 4, é possível observar-se o seguinte que a categoria de dano Qualidade do Ecossistema é a que apresenta menores valores (menor impacto ambiental) para todas as entidades. As outras três categorias apresentam valores que revelam um

maior impacto ambiental, facto perfeitamente normal uma vez que o consumo de combustível e a respetiva emissão de gases são as principais entradas e saídas deste processo unitário. O transporte de resíduos dos clientes privados é, sem dúvida, o maior contribuidor de impactos ambientais negativos, apresentando os valores mais elevados. O Porto, Matosinhos e Gondomar são os Municípios que apresentam valores mais elevados em termos de impactos ambientais, em virtude de serem os que maiores quantidades de resíduos (que contêm biorresíduos) entregam, valores que rondam as 7 000 toneladas anuais; Os outros sistemas de gestão de resíduos contribuem muito pouco para o impacto ambiental total.

De facto, observando-se os gráficos das figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8 pode-se referir que uns clientes são mais eficientes que outros em termos de transporte de resíduos, e que nem sempre são proporcionais as relações entre a quantidade de resíduos transportados e as distâncias totais percorridas e a quantidade de impactos ambientais.

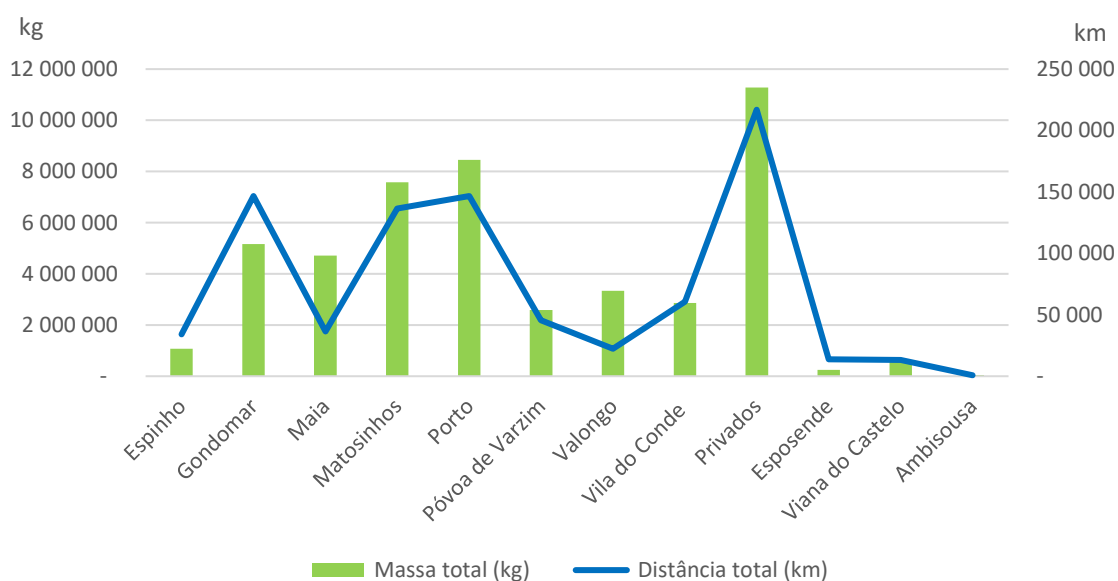


Figura 4 – Transporte de resíduos: massa de resíduos entregues e distâncias totais percorridas pelas Entidades/Clientes (em quilogramas e quilómetros, respetivamente)

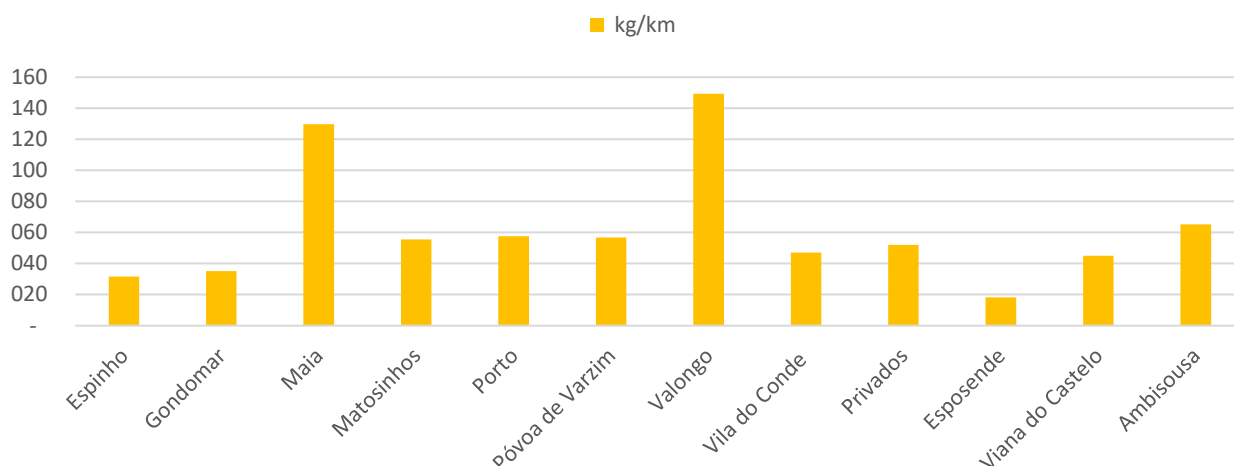


Figura 5 – Rácio de massa de resíduos entregues e distâncias totais percorridas pelas Entidades/Cientes (kg/km)

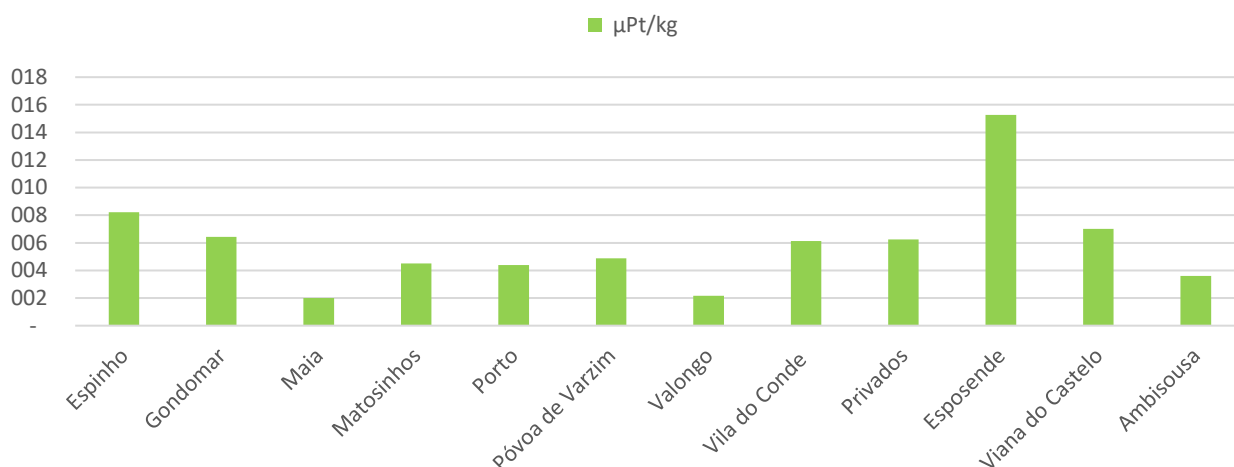


Figura 6 – Impactes ambientais totais por massa de resíduos transportados pelas Entidades/Cientes (μPt/kg)

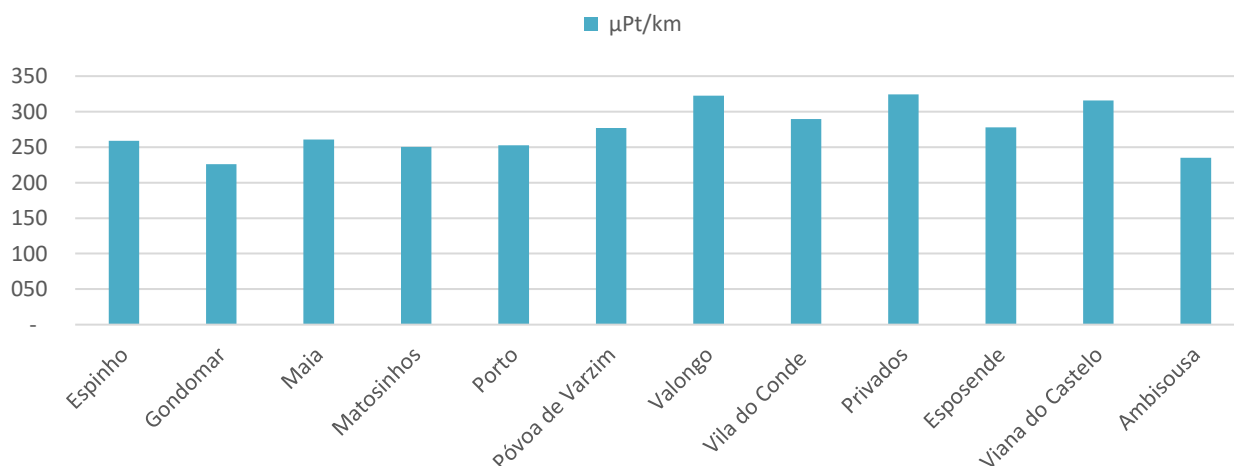


Figura 7 – Impactes ambientais totais por distância total percorrida no transporte de resíduos pelas Entidades/Cientes (μPt/km)

Genericamente pode-se afirmar que os Municípios da Maia e Valongo são os que apresentam melhor rácio massa de resíduos transportados/distância total percorrida, isto porque a Maia utiliza melhor a capacidade de carga das viaturas e porque Valongo é o Município menos distante da LIPOR de Baguim do Monte.

Por outro lado, os Municípios de Espinho, Gondomar e Vila do Conde são os que apresentam maiores impactes ambientais por massa de resíduo transportado, muito provavelmente devido à menor produção de resíduos, enquanto que a Maia apresenta o menor valor em termos de impacte ambiental.

Avaliando os impactes ambientais por distâncias totais percorridas no transporte de resíduos, a distribuição de valores é equilibrada. Este equilíbrio deve-se essencialmente à idade avançada das viaturas, com classificações EURO muito baixas e em alguns dos casos sem esta mesma classificação.

Relativamente às emissões totais de gases de efeito de estufa, e como se pode observar na figura 9, os clientes Privados apresentam um valor muito elevado (cerca do dobro) quando comparado com as emissões das outras entidades, pois são os que mais resíduos entregam na LIPOR (em massa). Relativamente aos Municípios, Porto, Matosinhos e Gondomar são os que apresentam os maiores valores, justificados pelo já referido anteriormente.

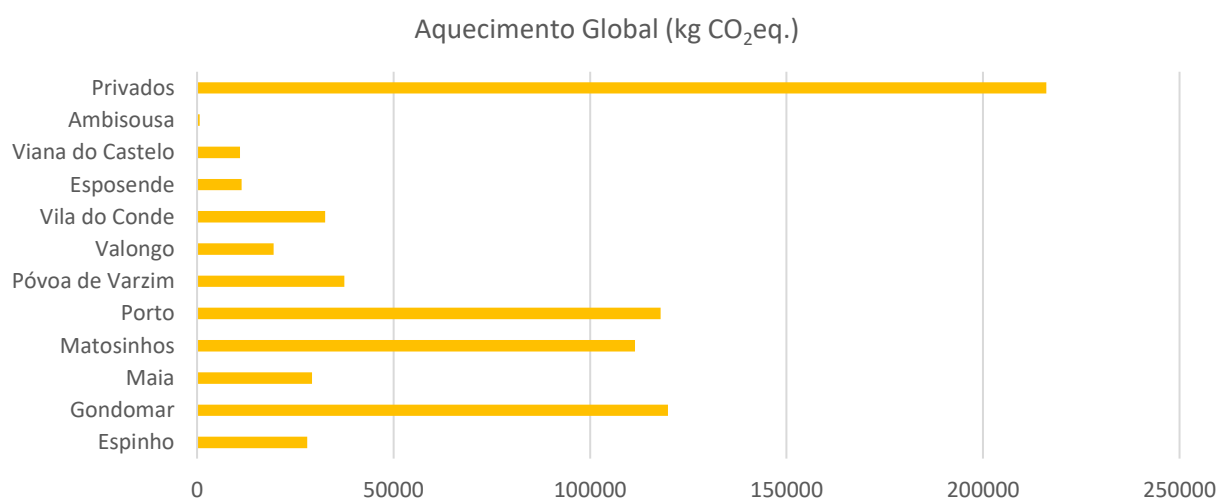


Figura 8 – Emissões totais de CO₂ eq. por Entidade/Ciente

Sistema completo: Transporte de biorresíduos + Triagem de resíduos de cemitérios + Processo de compostagem dos biorresíduos + Transporte dos rejeitados da compostagem para a CVE + Transporte de composto

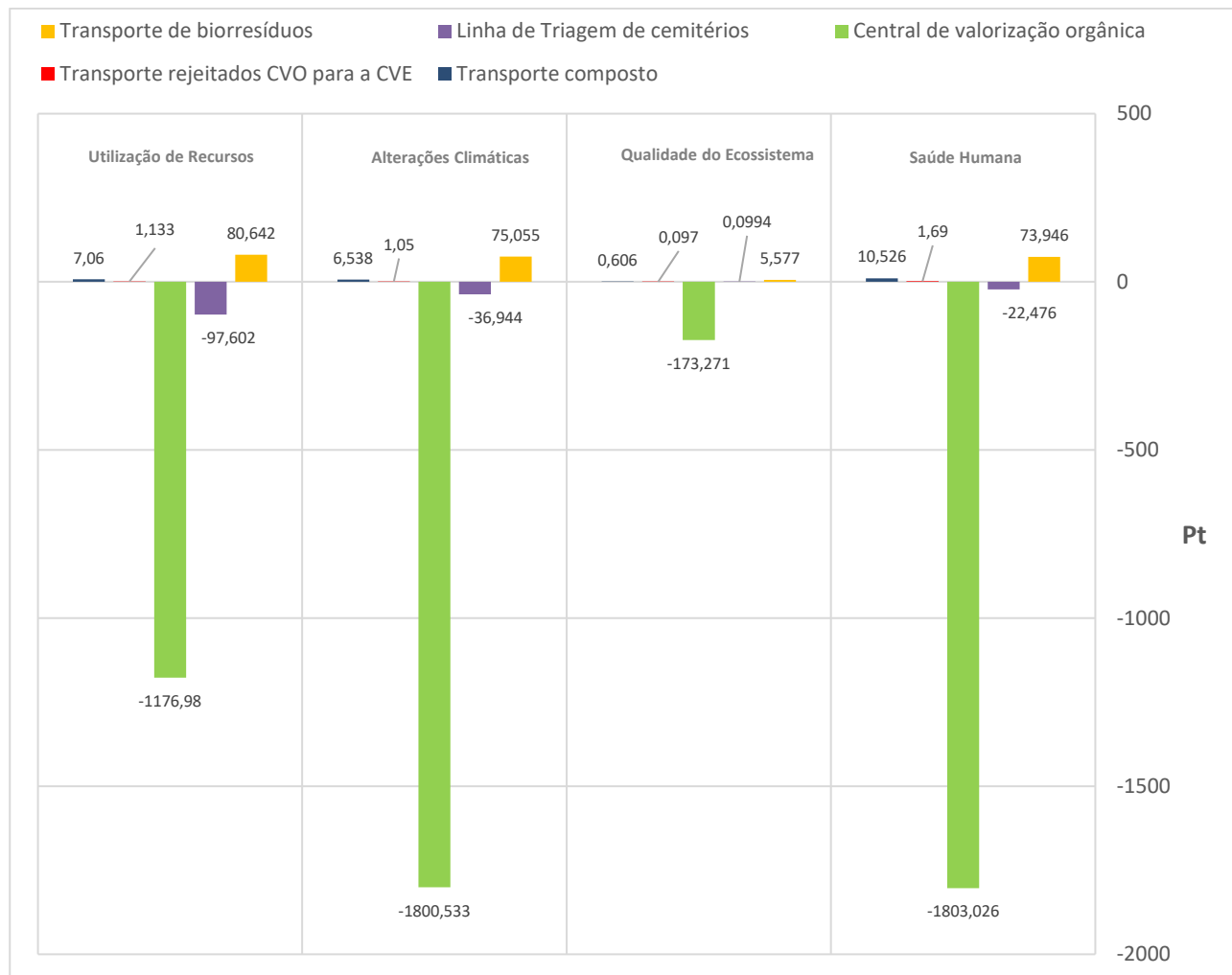


Figura 9 – Impactes ambientais do sistema completo por categoria de dano (Pt)

No que diz respeito ao sistema completo, observando-se a Figura 10, pode afirmar-se o seguinte:

- O bloco que apresenta um maior impacte ambiental negativo é o transporte dos resíduos até à LIPOR;
- O bloco que apresenta um maior impacte ambiental positivo é o processo de compostagem dos biorresíduos na CVO;
- Em termos de categorias de danos, as mais afetadas negativamente são a utilização de recursos, a saúde humana e as alterações climáticas no transporte de resíduos;
- As categorias de danos afetadas positivamente são exatamente as mesmas, mas no processo de compostagem dos biorresíduos.

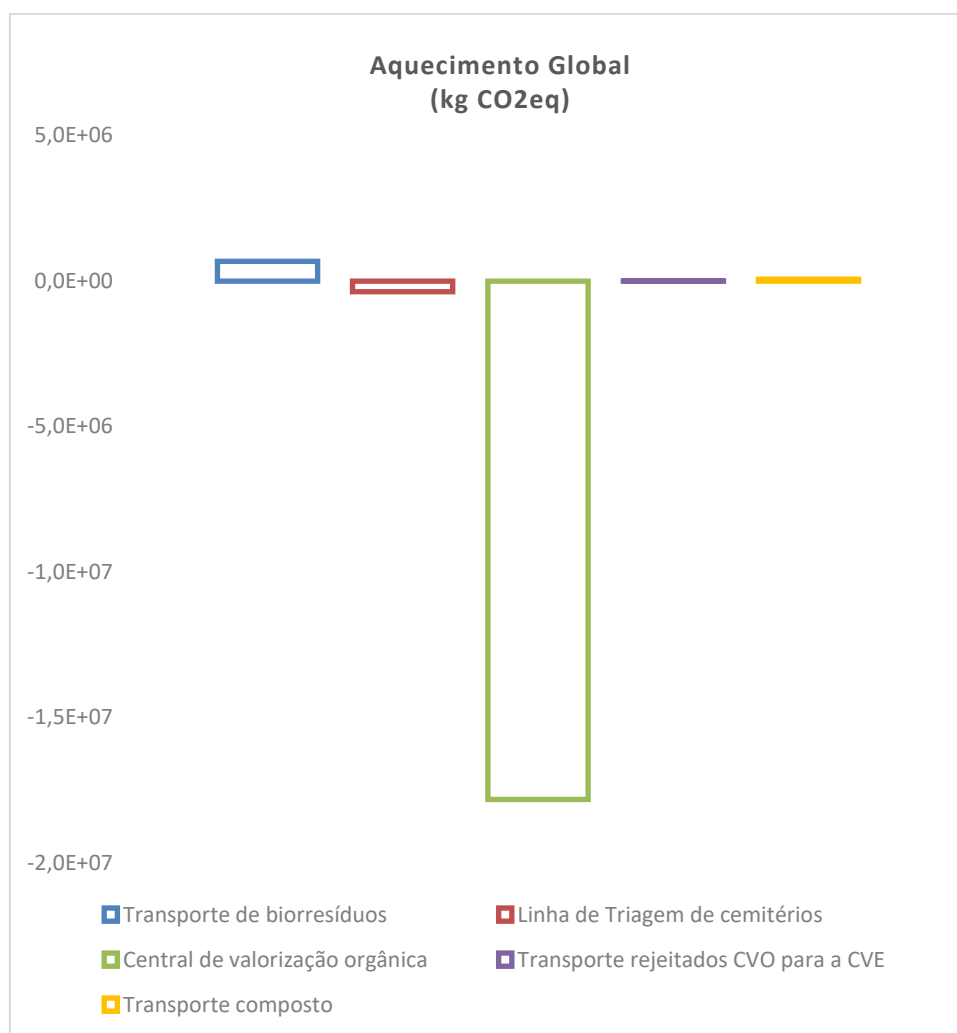


Figura 10 - Emissões totais de CO₂ eq. por Bloco

Em termos de aquecimento global, e de acordo com os resultados apresentados anteriormente (figura 11), o bloco dos transportes é o maior contribuidor de emissão de gases com efeito de estufa, enquanto que o bloco do processo de compostagem é o que mais faz evitar essas mesmas emissões.

De notar que, estes resultados são em função da substituição de fertilizantes químicos pelo NUTRIMAIS

Bloco: Aplicação do composto NUTRIMAIS no solo (com utilização de maquinaria)

Em termos de comparação dos dois cenários escolhidos – 5t/ha e 20t/ha – o primeiro cenário apresenta maiores impactes ambientais e maior emissão de gases com efeito de estufa, como se pode observar na Figura 12.

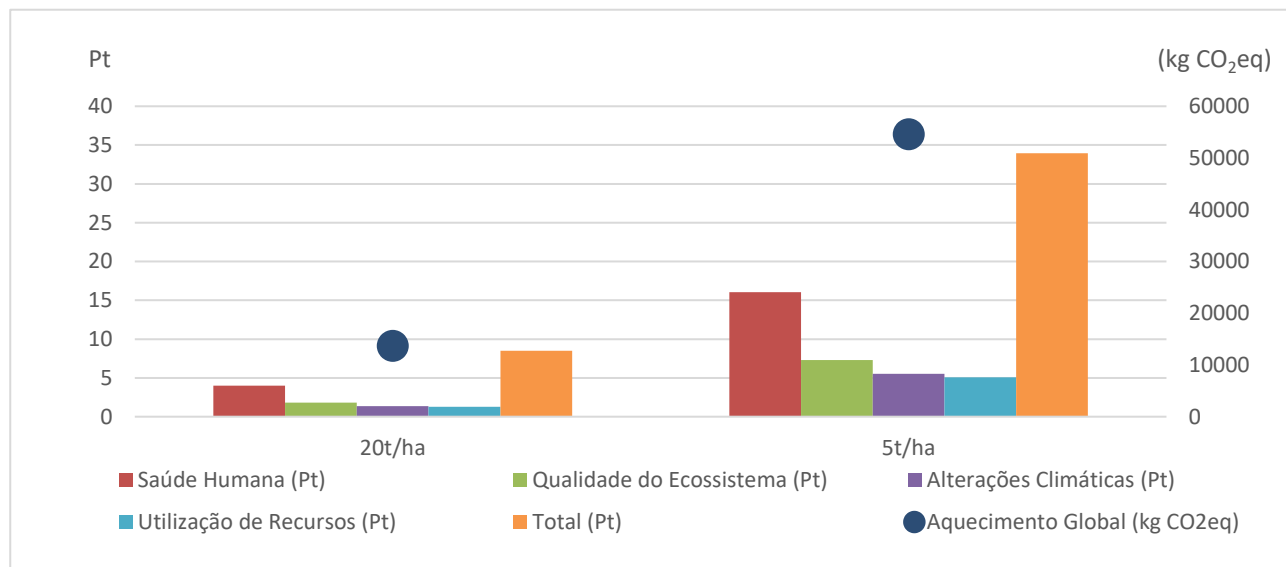


Figura 11 – Comparação dos impactes ambientais nos dois cenários de aplicação de composto: 5t/ha e 20t/ha

Identificação de oportunidades de melhoria e recomendações

Efetivamente, os sistemas sob total responsabilidade e controlo da LIPOR, a triagem de resíduos de cemitérios e compostagem dos biorresíduos na CVO, não apresentam oportunidades de melhoria significativas, uma vez que os resultados dos impactes ambientais e aquecimento global são favoráveis. No entanto, em qualquer processo deverá ser sempre tido em conta a redução de consumos de eletricidade, combustível e água, apesar de neste caso estes já apresentarem valores relativamente baixos.

No que diz respeito ao bloco unitário referente ao transporte de resíduos, sem dúvida que deverá ser este o alvo de mais oportunidades de melhoria, visto ser o bloco que apresenta os valores de impacte ambiental negativos maiores.

Numa análise às características das viaturas camarárias utilizadas neste transporte e respetivas pesagens efetuadas, verifica-se alguma ineficiência no transporte, devido essencialmente a três motivos: a idade das viaturas, pois algumas são já pouco atuais; a não utilização da capacidade máxima de transporte na grande maioria das descargas; e a capacidade de transporte de algumas viaturas ser pequena, levando à necessidade de um maior número de “viagens”. O mesmo se aplica aos transportes realizados por clientes privados e os outros sistemas de gestão de resíduos.

No entanto, não é de esquecer que este bloco unitário não depende da LIPOR e está sob total controlo dos Municípios e outras entidades, pelo que as oportunidades de melhoria aqui referidas deverão ser refletidas e postas à consideração dos mesmos.

Deste modo, as oportunidades de melhoria recomendadas são:

- Utilizar a capacidade máxima da viatura;
- Sempre que possível, utilizar viaturas de classes EURO IV, no mínimo;
- Sempre que possível, utilizar viaturas que utilizem combustíveis com menor impacte ambiental no respeito às emissões gasosas, por exemplo, gás natural, viaturas híbridas, etc.;
- Os Municípios mais longínquos serem favorecidos com estações de transferência de resíduos (evitando-se “viagens” no caso de viaturas mais pequenas), o que levaria à redução de impactes ambientais relacionados com a saúde humana, uma vez que esta categoria de dano tem um peso de cerca de 30% nos impactes ambientais totais do transporte de resíduos.

Por último, será conveniente referir que todas estas oportunidades de melhoria de desempenho ambiental carecem de uma Análise Custo-Benefício.

Conclusões

Os resultados obtidos do estudo e apresentados na Tabela 15 mostram que o composto NUTRIMAIS, quando comparado com um fertilizante químico, é um produto com um impacto ambiental positivo (**-0,458 Pt/tonelada de composto**). Adicionalmente, evita a emissão de **1649 kg CO₂ eq. por tonelada de composto**.

Os impactes ambientais associados à aplicação do NUTRIMAIS no solo foram calculados, no entanto, as informações disponíveis sobre a forma de aplicação (manual e mecânica) e as doses a aplicar não foram muito precisas, pelo que, encarou-se o pior cenário, em que há uma contribuição de 0,003 Pt/tonelada de composto, o que não altera significativamente o valor do impacto ambiental total (-0,456 Pt/tonelada de composto). O mesmo pode ser referido para as emissões de gases de efeito de estufa.

Foi possível concluir, como esperado, que a compostagem tem vários benefícios:

- evita as emissões de gases de efeito estufa,
- permite a produção de composto de boa qualidade que pode aumentar a qualidade do solo e a eficiência dos recursos,
- diminui a quantidade significativamente necessária de fertilizante químico, e
- o composto é um produto com impacto positivo no meio ambiente.

Por outro lado, o transporte dos resíduos deverá ser alvo de melhoria, visto ser o bloco que apresenta os valores de impacto ambiental maiores. Da análise efetuada verifica-se que as oportunidades de melhoria passam pela renovação de algumas viaturas, a otimização de cargas e a possível criação e partilha de estações de transferência, no caso dos Municípios mais distantes.

Bibliografia

- Beylot, A. e Villeneuve, J. (2013). Environmental impacts of residual Municipal Solid Waste incineration: A comparison of 110 French incinerators using a life cycle approach. *Waste Management*, 33, 2781-2788;
- Boesch, M., Vadenbo, C., Saner, D., Huter, C. e Hellweg, S. (2013). An LCA model for waste incineration enhanced with new technologies for metal recovery and application to the case of Switzerland *Waste Management*, 34, 378-389
- ECN (2010). Sustainable Compost Application in Agriculture
- Instituto Português da Qualidade (2008). Norma Portuguesa EN ISO 14040, Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e enquadramento (ISO 14040:2006);
- Ntziachristos e Samaras (2017). 1.A.3.b Road transport GB2009. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2009. Disponível em: <http://www.eea.europa.eu/themes/air/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook/emep>;
- Pré (2015). *SimaPro Database Manual Methods library*. Disponível em: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/nl/deed.en_US;
- Tarantini, M., Loprieno, A.D., Cucchi, E. e Frenquellucci, F. (2009). Life Cycle Assessment of waste management systems in Italian industrial areas: Case study of 1st Macrolotto of Prato. *Energy*, 34, 613-622;
- Van Haaren, R., Themelis, N e Barlaz, M. (2010). LCA comparison of windrow composting of yard wastes with use as alternative daily cover (ADC). *Waste Management*, 30, 2649-2656

ANEXOS

Anexo 1 – Inventário do Ciclo de Vida – Dados dos transportes de resíduos

VILA DE CONDE			
VERDES	212980	7741,8	
Diesel {Europe without Switzerland}	1858	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		408,3954	kg
Carbon dioxide, fossil		5429,588	kg
Carbon monoxide		15,33267	kg
NM VOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		4,329465	kg
Nitrogen oxides		79,35736	kg
Dinitrogen monoxide		0,224512	kg
Ammonia		0,022451	kg
Lead		9,43E-05	kg
Particulates, < 2.5 um		3,072634	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		1,08E-05	kg
Benzo(k)fluoranthene		4,71E-05	kg
Benzo(b)fluoranthene		4,22E-05	kg
Benzo(a)pyrene		6,97E-06	kg
ECOCENTROS	1353020	21375,2	
Diesel {Europe without Switzerland}	5130,048	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		1127,58455	kg
Carbon dioxide, fossil		14991,15452	kg
Carbon monoxide		25,319202	kg
NM VOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		5,4491492	kg
Nitrogen oxides		119,65601	kg
Dinitrogen monoxide		0,3816306	kg
Ammonia		0,11258068	kg
Lead		0,000245662	kg
Particulates, < 2.5 um		3,52205	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		2,99253E-05	kg
Benzo(k)fluoranthene		0,000130175	kg
Benzo(b)fluoranthene		0,000116495	kg
Benzo(a)pyrene		1,92377E-05	kg

ALIMENTARES	885730	23616,4	
Diesel {Europe without Switzerland}	5667,936	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		1245,812	kg
Carbon dioxide, fossil		16562,98	kg
Carbon monoxide		15,86725	kg
NM VOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		3,093045	kg
Nitrogen oxides		112,7564	kg
Dinitrogen monoxide		0,219429	kg
Ammonia		0,077355	kg
Lead		0,000237	kg
Particulates, < 2.5 um		1,733663	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		3,31E-05	kg
Benzo(k)fluoranthene		0,000144	kg
Benzo(b)fluoranthene		0,000129	kg
Benzo(a)pyrene		2,13E-05	kg
CEMITÉRIOS	416080	kg	8069,6
Diesel {Europe without Switzerland}	1937	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		425,6875	kg
Carbon dioxide, fossil		5655,563	kg
Carbon monoxide		8,04841	kg
NM VOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		1,648786	kg
Nitrogen oxides		49,87321	kg
Dinitrogen monoxide		0,071025	kg
Ammonia		0,025897	kg
Lead		8,54E-05	kg
Particulates, < 2.5 um		0,887052	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		1,13E-05	kg
Benzo(k)fluoranthene		4,91E-05	kg
Benzo(b)fluoranthene		4,4E-05	kg
Benzo(a)pyrene		7,26E-06	kg
VALONGO			
VERDES	391040	5426,4	1611,6
Diesel {Europe without Switzerland}	1431	kg	
Electricity/heat			

Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		314,5918	kg
Carbon dioxide, fossil		4199,094	kg
Carbon monoxide		10,83583	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		5,561815	kg
Nitrogen oxides		30,77535	kg
Dinitrogen monoxide		0,169636	kg
Ammonia		0,140591	kg
Lead		4,54E-05	kg
Particulates, < 2.5 um		1,941704	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		8,99E-06	kg
Benzo(k)fluoranthene		3,37E-05	kg
Benzo(b)fluoranthene		3,09E-05	kg
Benzo(a)pyrene		6,22E-06	kg
ECOCENTROS	1722840	10842,2	
Diesel {Europe without Switzerland}	2602,128	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		571,9477344	kg
Carbon dioxide, fossil		7604,003495	kg
Carbon monoxide		19,70008	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		4,7021764	kg
Nitrogen oxides		103,73544	kg
Dinitrogen monoxide		0,2457986	kg
Ammonia		0,03144238	kg
Lead		0,000136959	kg
Particulates, < 2.5 um		3,73577612	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		1,51791E-05	kg
Benzo(k)fluoranthene		0,000066029	kg
Benzo(b)fluoranthene		0,00005909	kg
Benzo(a)pyrene		9,75798E-06	kg
ALIMENTARES	1000440	3049,8	
Diesel {Europe without Switzerland}	731,952	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		160,883	kg
Carbon dioxide, fossil		2138,928	kg
Carbon monoxide		1,958859	kg

NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		0,390354	kg
Nitrogen oxides		16,92435	kg
Dinitrogen monoxide		0,030172	kg
Ammonia		0,008844	kg
Lead		3,3E-05	kg
Particulates, < 2.5 um		0,24138	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		4,27E-06	kg
Benzo(k)fluoranthene		1,86E-05	kg
Benzo(b)fluoranthene		1,66E-05	kg
Benzo(a)pyrene		2,74E-06	kg
CEMITÉRIOS	227480	1462,8	
Diesel {Europe without Switzerland}	351	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		210,6704	kg
Carbon dioxide, fossil		2798,907	kg
Carbon monoxide		3,801139	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		0,775526	kg
Nitrogen oxides		18,55488	kg
Dinitrogen monoxide		0,020582	kg
Ammonia		0,011581	kg
Lead		3,31E-05	kg
Particulates, < 2.5 um		0,370153	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		5,59E-06	kg
Benzo(k)fluoranthene		2,43E-05	kg
Benzo(b)fluoranthene		2,18E-05	kg
Benzo(a)pyrene		3,59E-06	kg
MATOSINHOS			
VERDES	1020020	33654	2044,8
Diesel {Europe without Switzerland}	8241	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		1811,272	kg
Carbon dioxide, fossil		24101,76	kg
Carbon monoxide		21,69056	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		5,042221	kg
Nitrogen oxides		133,3253	kg

Dinitrogen monoxide		0,384593	kg
Ammonia		0,187027	kg
Lead		0,00026	kg
Particulates, < 2.5 um		2,809014	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		4,85E-05	kg
Benzo(k)fluoranthene		0,000205	kg
Benzo(b)fluoranthene		0,000185	kg
Benzo(a)pyrene		3,16E-05	kg
ECOCENTROS	2642600	18184	
Diesel {Europe without Switzerland}	4364,16	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		959,242368	kg
Carbon dioxide, fossil		12753,05746	kg
Carbon monoxide		7,227954	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		1,212802	kg
Nitrogen oxides		79,0259	kg
Dinitrogen monoxide		0,187512	kg
Ammonia		0,0527336	kg
Lead		0,000195315	kg
Particulates, < 2.5 um		0,8428394	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		2,54576E-05	kg
Benzo(k)fluoranthene		0,000110741	kg
Benzo(b)fluoranthene		9,91028E-05	kg
Benzo(a)pyrene		1,63656E-05	kg
ALIMENTARES	3519620	79040	
Diesel {Europe without Switzerland}	18969,6	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		4169,518	kg
Carbon dioxide, fossil		55433,44	kg
Carbon monoxide		17,61872	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		2,66064	kg
Nitrogen oxides		307,5664	kg
Dinitrogen monoxide		0,8936	kg
Ammonia		0,229216	kg
Lead		0,000812	kg
Particulates, < 2.5 um		2,561264	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		0,000111	kg

Benzo(k)fluoranthene		0,000481	kg
Benzo(b)fluoranthene		0,000431	kg
Benzo(a)pyrene		7,11E-05	kg
CEMITÉRIOS	390400		3556
Diesel {Europe without Switzerland}	853	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		187,5861	kg
Carbon dioxide, fossil		2492,215	kg
Carbon monoxide		0,368198	kg
NM VOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		0,035255	kg
Nitrogen oxides		13,43965	kg
Dinitrogen monoxide		0,042672	kg
Ammonia		0,010312	kg
Lead		3,73E-05	kg
Particulates, < 2.5 um		0,0838	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		4,98E-06	kg
Benzo(k)fluoranthene		2,17E-05	kg
Benzo(b)fluoranthene		1,94E-05	kg
Benzo(a)pyrene		3,2E-06	kg
MAIA			
VERDES	160540	4240	1400
Diesel {Europe without Switzerland}	1130	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		248,9894	kg
Carbon dioxide, fossil		3325,116	kg
Carbon monoxide		0,77856	kg
NM VOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		0,14824	kg
Nitrogen oxides		9,33568	kg
Dinitrogen monoxide		0,10432	kg
Ammonia		0,042136	kg
Lead		3,98E-05	kg
Particulates, < 2.5 um		0,15632	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		6,94E-06	kg
Benzo(k)fluoranthene		2,61E-05	kg
Benzo(b)fluoranthene		2,4E-05	kg
Benzo(a)pyrene		4,72E-06	kg

ECOCENTROS	1901200	11444,8	20,2
Diesel {Europe without Switzerland}	2746,752	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		604,0912864	kg
Carbon dioxide, fossil		8033,097443	kg
Carbon monoxide		18,746334	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		3,4699246	kg
Nitrogen oxides		83,399498	kg
Dinitrogen monoxide		0,1393768	kg
Ammonia		0,06499274	kg
Lead		0,000167972	kg
Particulates, < 2.5 um		1,67937368	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		2,10796E-05	kg
Benzo(k)fluoranthene		0,000091531	kg
Benzo(b)fluoranthene		8,19268E-05	kg
Benzo(a)pyrene		1,32849E-05	kg
ALIMENTARES	2105440	15480	
Diesel {Europe without Switzerland}	3715,2	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		816,601	kg
Carbon dioxide, fossil		10856,65	kg
Carbon monoxide		2,6532	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		0,35468	kg
Nitrogen oxides		60,67448	kg
Dinitrogen monoxide		0,18224	kg
Ammonia		0,045864	kg
Lead		0,000164	kg
Particulates, < 2.5 um		0,447088	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		2,17E-05	kg
Benzo(k)fluoranthene		9,43E-05	kg
Benzo(b)fluoranthene		8,44E-05	kg
Benzo(a)pyrene		1,39E-05	kg
CEMITÉRIOS	552800		3791
Diesel {Europe without Switzerland}	909,792	kg	
Electricity/heat			

Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		199,9723	kg
Carbon dioxide, fossil		2656,775	kg
Carbon monoxide		2,959546	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		0,607921	kg
Nitrogen oxides		19,4055	kg
Dinitrogen monoxide		0,069202	kg
Ammonia		0,023723	kg
Lead		3,95E-05	kg
Particulates, < 2.5 um		0,349093	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		5,31E-06	kg
Benzo(k)fluoranthene		2,31E-05	kg
Benzo(b)fluoranthene		2,07E-05	kg
Benzo(a)pyrene		3,41E-06	kg
GONDOMAR			
VERDES	1670800	77932,8	2435,4
Diesel {Europe without Switzerland}	18902	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		4153,935	kg
Carbon dioxide, fossil		55251,32	kg
Carbon monoxide		24,40559	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		6,286399	kg
Nitrogen oxides		150,6924	kg
Dinitrogen monoxide		1,559197	kg
Ammonia		0,757346	kg
Lead		0,000605	kg
Particulates, < 2.5 um		4,322113	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		0,000111	kg
Benzo(k)fluoranthene		0,000475	kg
Benzo(b)fluoranthene		0,000426	kg
Benzo(a)pyrene		7,17E-05	kg
ECOCENTROS	1220400	7786	
Diesel {Europe without Switzerland}	1868,64	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		410,727072	kg
Carbon dioxide, fossil		5460,586524	kg

Carbon monoxide		11,584684	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		2,685082	kg
Nitrogen oxides		53,242572	kg
Dinitrogen monoxide		0,049113	kg
Ammonia		0,0234056	kg
Lead		8,81756E-05	kg
Particulates, < 2.5 um		1,5431325	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		1,09004E-05	kg
Benzo(k)fluoranthene		4,74167E-05	kg
Benzo(b)fluoranthene		4,24337E-05	kg
Benzo(a)pyrene		7,0074E-06	kg
ALIMENTARES	1766220	52947,4	
Diesel {Europe without Switzerland}	12707,4	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		2793,081	kg
Carbon dioxide, fossil		37133,81	kg
Carbon monoxide		4,863313	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		0,488523	kg
Nitrogen oxides		75,95444	kg
Dinitrogen monoxide		1,778834	kg
Ammonia		0,582421	kg
Lead		0,000505	kg
Particulates, < 2.5 um		0,782223	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		7,41E-05	kg
Benzo(k)fluoranthene		0,000322	kg
Benzo(b)fluoranthene		0,000289	kg
Benzo(a)pyrene		4,77E-05	kg
CEMITÉRIOS	503060		5538,4
Diesel {Europe without Switzerland}	1329,216	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		292,1617	kg
Carbon dioxide, fossil		3881,577	kg
Carbon monoxide		1,458078	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		0,235537	kg
Nitrogen oxides		18,86231	kg

Dinitrogen monoxide		0,089818	kg
Ammonia		0,031108	kg
Lead		5,47E-05	kg
Particulates, < 2.5 um		0,195561	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		7,75E-06	kg
Benzo(k)fluoranthene		3,37E-05	kg
Benzo(b)fluoranthene		3,02E-05	kg
Benzo(a)pyrene		4,98E-06	kg
ESPINHO			
VERDES	4080	93,6	
Diesel {Europe without Switzerland}	22,464	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		4,937587	kg
Carbon dioxide, fossil		65,64486	kg
Carbon monoxide		0,084427	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		0,019375	kg
Nitrogen oxides		0,5148	kg
Dinitrogen monoxide		0,000749	kg
Ammonia		0,000271	kg
Lead		7,53E-07	kg
Particulates, < 2.5 um		0,009734	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		1,31E-07	kg
Benzo(k)fluoranthene		5,7E-07	kg
Benzo(b)fluoranthene		5,1E-07	kg
Benzo(a)pyrene		8,42E-08	kg
ECOCENTROS	231720	4325,6	
Diesel {Europe without Switzerland}	1038,144	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		228,1840512	kg
Carbon dioxide, fossil		3032,800582	kg
Carbon monoxide		3,442824	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		0,723492	kg
Nitrogen oxides		19,733868	kg
Dinitrogen monoxide		0,0174636	kg
Ammonia		0,00723492	kg
Lead		2,76923E-05	kg
Particulates, < 2.5 um		0,386694	kg

Indeno(1,2,3-cd)pyrene		3,49272E-06	kg
Benzo(k)fluoranthene		1,51933E-05	kg
Benzo(b)fluoranthene		1,35967E-05	kg
Benzo(a)pyrene		2,24532E-06	kg
ALIMENTARES	603920	24242,4	
Diesel {Europe without Switzerland}	5818,176	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		1278,835	kg
Carbon dioxide, fossil		17002,02	kg
Carbon monoxide		2,545452	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		0,242424	kg
Nitrogen oxides		92,84839	kg
Dinitrogen monoxide		0,290909	kg
Ammonia		0,070303	kg
Lead		0,000257	kg
Particulates, < 2.5 um		0,579393	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		3,39E-05	kg
Benzo(k)fluoranthene		0,000148	kg
Benzo(b)fluoranthene		0,000132	kg
Benzo(a)pyrene		2,18E-05	kg
CEMITÉRIOS	235820	kg	5452,8
Diesel {Europe without Switzerland}	1309	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		287,6461	kg
Carbon dioxide, fossil		3821,584	kg
Carbon monoxide		7,92745	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		1,527014	kg
Nitrogen oxides		36,39706	kg
Dinitrogen monoxide		0,026266	kg
Ammonia		0,015813	kg
Lead		6,11E-05	kg
Particulates, < 2.5 um		0,741427	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		7,63E-06	kg
Benzo(k)fluoranthene		3,32E-05	kg
Benzo(b)fluoranthene		2,97E-05	kg
Benzo(a)pyrene		4,91E-06	kg

PORTO			
VERDES	2025960	60492	3663,6
Diesel {Europe without Switzerland}	14811	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		3255,495	kg
Carbon dioxide, fossil		43319,24	kg
Carbon monoxide		61,69439	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		19,96372	kg
Nitrogen oxides		307,8311	kg
Dinitrogen monoxide		1,32699	kg
Ammonia		0,518378	kg
Lead		0,000512	kg
Particulates, < 2.5 um		11,08573	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		8,73E-05	kg
Benzo(k)fluoranthene		0,000369	kg
Benzo(b)fluoranthene		0,000332	kg
Benzo(a)pyrene		5,68E-05	kg
ECOCENTROS	791040	1496,6	
Diesel {Europe without Switzerland}	359,184	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		78,9486432	kg
Carbon dioxide, fossil		1049,616464	kg
Carbon monoxide		1,8217154	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		0,3378772	kg
Nitrogen oxides		8,6225298	kg
Dinitrogen monoxide		0,0084318	kg
Ammonia		0,0044746	kg
Lead		1,65666E-05	kg
Particulates, < 2.5 um		0,16345492	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		2,09524E-06	kg
Benzo(k)fluoranthene		9,11429E-06	kg
Benzo(b)fluoranthene		8,15647E-06	kg
Benzo(a)pyrene		1,34694E-06	kg
ALIMENTARES	5088480	71568	
Diesel {Europe without Switzerland}	17176,32	kg	
Electricity/heat			

Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		3775,355	kg
Carbon dioxide, fossil		50193,07	kg
Carbon monoxide		7,353868	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		0,706223	kg
Nitrogen oxides		219,2741	kg
Dinitrogen monoxide		1,547658	kg
Ammonia		0,461166	kg
Lead		0,000746	kg
Particulates, < 2.5 um		1,673592	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		0,0001	kg
Benzo(k)fluoranthene		0,000436	kg
Benzo(b)fluoranthene		0,00039	kg
Benzo(a)pyrene		6,44E-05	kg
CEMITÉRIOS	543600		9423,4
Diesel {Europe without Switzerland}	2262	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		497,1032	kg
Carbon dioxide, fossil		6604,371	kg
Carbon monoxide		1,308989	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		0,218643	kg
Nitrogen oxides		26,07193	kg
Dinitrogen monoxide		0,145186	kg
Ammonia		0,040495	kg
Lead		7,7E-05	kg
Particulates, < 2.5 um		0,220005	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		1,32E-05	kg
Benzo(k)fluoranthene		5,74E-05	kg
Benzo(b)fluoranthene		5,14E-05	kg
Benzo(a)pyrene		8,48E-06	kg
PÓVOA			
ECOCENTROS	946240	13000,2	
Diesel {Europe without Switzerland}	3120,048	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		685,7865504	kg
Carbon dioxide, fossil		9117,482267	kg

Carbon monoxide		21,841258	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		4,207086	kg
Nitrogen oxides		119,687586	kg
Dinitrogen monoxide		0,1508392	kg
Ammonia		0,03770058	kg
Lead		0,000171612	kg
Particulates, < 2.5 um		2,4807332	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		1,82003E-05	kg
Benzo(k)fluoranthene		7,91712E-05	kg
Benzo(b)fluoranthene		7,08511E-05	kg
Benzo(a)pyrene		1,17002E-05	kg
ALIMENTARES	1472580	28454,4	
Diesel {Europe without Switzerland}	6829,056	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		1501,027	kg
Carbon dioxide, fossil		19956,04	kg
Carbon monoxide		5,531947	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		0,77791	kg
Nitrogen oxides		112,5914	kg
Dinitrogen monoxide		0,336773	kg
Ammonia		0,086309	kg
Lead		0,000303	kg
Particulates, < 2.5 um		0,874758	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		3,98E-05	kg
Benzo(k)fluoranthene		0,000173	kg
Benzo(b)fluoranthene		0,000155	kg
Benzo(a)pyrene		2,56E-05	kg
CEMITÉRIOS	164380		3993,6
Diesel {Europe without Switzerland}	958	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		210,6704	kg
Carbon dioxide, fossil		2798,907	kg
Carbon monoxide		3,801139	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		0,775526	kg
Nitrogen oxides		18,55488	kg

Dinitrogen monoxide		0,020582	kg
Ammonia		0,011581	kg
Lead		3,31E-05	kg
Particulates, < 2.5 um		0,370153	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		5,59E-06	kg
Benzo(k)fluoranthene		2,43E-05	kg
Benzo(b)fluoranthene		2,18E-05	kg
Benzo(a)pyrene		3,59E-06	kg
ECOCENTROS			
VERDES			
Diesel {Europe without Switzerland}	21229	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		4666,512	kg
Carbon dioxide, fossil		62041,8	kg
Carbon monoxide		109,6841	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		22,78759	kg
Nitrogen oxides		587,1034	kg
Dinitrogen monoxide		1,180166	kg
Ammonia		0,334565	kg
Lead		0,00105	kg
Particulates, < 2.5 um		14,35405	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		0,000126	kg
Benzo(k)fluoranthene		0,000549	kg
Benzo(b)fluoranthene		0,000492	kg
Benzo(a)pyrene		8,09E-05	kg
ESPOSENDE			
ALIMENTARES			
Diesel {Europe without Switzerland}	3288,48	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		722,8079	kg
Carbon dioxide, fossil		9609,678	kg
Carbon monoxide		12,40871	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		2,823584	kg
Nitrogen oxides		74,51236	kg
Dinitrogen monoxide		0,106787	kg
Ammonia		0,039736	kg
Lead		0,000111	kg

Particulates, < 2.5 um		1,413764	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		1,92E-05	kg
Benzo(k)fluoranthene		8,34E-05	kg
Benzo(b)fluoranthene		7,47E-05	kg
Benzo(a)pyrene		1,23E-05	kg
VIANA DO CASTELO			
ALIMENTARES	595920	13210	
Diesel {Europe without Switzerland}	3170,496	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		696,875	kg
Carbon dioxide, fossil		9264,903	kg
Carbon monoxide		18,81835	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		3,838565	kg
Nitrogen oxides		104,5617	kg
Dinitrogen monoxide		0,107031	kg
Ammonia		0,03831	kg
Lead		0,000151	kg
Particulates, < 2.5 um		2,114756	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		1,85E-05	kg
Benzo(k)fluoranthene		8,05E-05	kg
Benzo(b)fluoranthene		7,2E-05	kg
Benzo(a)pyrene		1,19E-05	kg
AMBISOUA			
ALIMENTARES	51700	792	
Diesel {Europe without Switzerland}	190,08	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		41,77958	kg
Carbon dioxide, fossil		555,4565	kg
Carbon monoxide		0,057816	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		0,006178	kg
Nitrogen oxides		2,125728	kg
Dinitrogen monoxide		0,008554	kg
Ammonia		0,002297	kg
Lead		6,23E-06	kg
Particulates, < 2.5 um		0,028227	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		1,11E-06	kg
Benzo(k)fluoranthene		4,82E-06	kg

Benzo(b)fluoranthene		4,32E-06	kg
Benzo(a)pyrene		7,13E-07	kg
PRIVADOS			
VERDES			
Diesel {Europe without Switzerland}	21139,61	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		4762,932	kg
Carbon dioxide, fossil		63329,35	kg
Carbon monoxide		101,8964	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		46,93288	kg
Nitrogen oxides		424,1999	kg
Dinitrogen monoxide		1,769385	kg
Ammonia		1,259143	kg
Lead		0,000786	kg
Particulates, < 2.5 um		17,48323	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		0,000132	kg
Benzo(k)fluoranthene		0,000503	kg
Benzo(b)fluoranthene		0,000461	kg
Benzo(a)pyrene		8,97E-05	kg
PRIVADOS			
ALIMENTARES	9271700		171647
Diesel {Europe without Switzerland}	41195,38	kg	
Electricity/heat			
Emissions to air			
Carbon dioxide, biogenic		9054,744	kg
Carbon dioxide, fossil		120382,2	kg
Carbon monoxide		104,0514	kg
NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin		20,12893	kg
Nitrogen oxides		811,087	kg
Dinitrogen monoxide		2,706759	kg
Ammonia		0,74882	kg
Lead		0,00184	kg
Particulates, < 2.5 um		12,5336	kg
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		0,00024	kg
Benzo(k)fluoranthene		0,001045	kg
Benzo(b)fluoranthene		0,000935	kg
Benzo(a)pyrene		0,000154	kg

Anexo 2 – Descrição do processo de aplicação de composto do SimaPro: Dados utilizados no Inventário de Ciclo de Vida, no bloco sobre a aplicação do composto NUTRIMAIS no solo (com utilização de maquinaria)

“This dataset represents an example of a typical fertilizing process. Fertiliser broadcaster, 500l carrying capacity. Fertiliser is not included. The functional unit (FU) is one ha fertilized. The operation time is 1.5 h/FU.

Included activities start: From agricultural field foreseen to be processed.

Included activities end: This activity ends with the delivery of fertilizing. The dataset includes the diesel fuel consumption and the amount of agricultural machinery and of the shed attributed to broadcast fertilization. It was also taken into consideration the amount of emissions to the air from combustion and the emission to the soil from tyre abrasion during the work process. The following activities were considered part of the work process: preliminary work at the farm, such as attaching the adequate machine to the tractor”

Anexo 3 – Indicadores resultantes do bloco: transportes de resíduos (entradas)

	VERDES				ECOCENTROS				ORGÂNICOS				CEMITÉRIOS										
	Massa total	Distância total (km)		Impacto (Pt)	Massa total	Distância total (km)		Impacto (Pt)	Massa total	Distância total (km)		Impacto (Pt)	Massa tot	Distância total (km)		Impacto (Pt)	Massa total	Distância total	Impacto (Pt)	μPt/kg	μPt/km	kg/km	
	7489800	246028,6		74,47773	10809060	88474,8		26,48461	26611130	497750,2		126,3872	3033620	41287,4		11,24191	47943610	873541	238,5915	4,9765	273,1314	54,88421	
	9,943888	μPt/kg	302,7198	μPt/km	2,4502229	μPt/kg	299,3463	μPt/km	4,7494122	μPt/kg	253,917	μPt/km	3,705773	μPt/kg	272,2842	μPt/km							
																	Massa total (k	ância total	Impacto (Pt	μPt/kg	μPt/km	kg/km	
Vila de Co	212980	7741,8		2,864028	1353020	21375,2		6,1184	885730	23616,4		6,287053	416080	8069,6		2,325075	2867810	60803	17,59456	6,1352	289,3699	47,1656	
Valongo	391040	5426,4	1611,6	1,773512	1722840	10842,2		3,857151	1000440	3049,8		0,844292	227480	1462,8		0,745655	3341800	22393	7,220611	2,1607	322,4523	149,2355	
Matosinhc	1020020	33654	2044,8	8,775949	2642600	18184		4,689829	3519620	79040		19,80712	390400	3556		0,882363	7572640	136479	34,15526	4,5104	250,2606	55,48583	
Maia	160540	4240	1400	1,067063	1901200	11444,8	20,2	3,507701	2105440	15480		3,879414	552800	3791		1,033741	4719980	36376	9,487919	2,0102	260,8305	129,756	
Gondomar	1670800	77932,8	2435,4	17,91077	1220400	7786		2,378781	1766220	52947,4		11,51009	503060	5538,4		1,355008	5160480	146640	33,15464	6,4247	226,0955	35,19149	
Espinho	4080	93,6		0,026086	231720	4325,6		1,146045	603920	24242,4		6,034837	235820	5452,8		1,620551	1075540	34114	8,82752	8,2075	258,7623	31,52745	
Porto	2025960	60492	3663,6	17,27432	791040	1496,6		0,423026	5088480	71568		17,11475	543600	9423,4		2,21579	8449080	146644	37,02788	4,3825	252,5026	57,61643	
Póvoa do Varzim					946240	13000,2		4,363674	1472580	28454,4		7,150179	164380	3993,6		1,063722	2583200	45448	12,57758	4,869	276,7453	56,83833	
Esposende									249380	13702		3,806591					249380	13702	3,806591	15,264	277,8128	18,20026	
Viana do castelo									595920	13210		4,171007					595920	13210	4,171007	6,9993	315,7366	45,10991	
Ambisousa									51700	792		0,186273					51700	792	0,186273	3,603	235,1933	65,27778	
Privados	2004380	19615,2	25677,4	24,78601					9271700	171647,4		45,59562					11276080	216940	70,38163	6,2417	324,429	51,97787	
																	47943610	873541	238,5915	4,9765	273,1314	54,88421	