



# **PEGADA ECOLÓGICA CORPORATIVA**

## **Discussão Metodológica e Aplicação à STEF**

por

Luísa Manuela Magalhães Soares

Tese de Mestrado para obtenção do Grau de Mestre em Economia

Orientada por

Professora Doutora Cristina Chaves

Porto, 2013

---



## **BREVE NOTA BIOGRÁFICA**

A candidata fez todo o seu percurso escolar no Colégio Luso-Francês.

Posteriormente, licenciou-se em Economia na Faculdade de Economia da Universidade do Porto em 2003.

Após algumas breves experiências profissionais, ingressou na STEF Portugal através do Programa de Péripières de recrutamento de jovens licenciados. Desta forma, recebeu formação e foi evoluindo dentro da empresa, passando por vários departamentos e assumindo diversas responsabilidades.

Com a presente tese, a candidata pretende concluir o Mestrado em Economia na Faculdade de Economia da Universidade do Porto.

## **AGRADECIMENTOS**

São muitas as pessoas a quem tenho que agradecer.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à Professora Doutora Cristina Chaves, pela confiança que sempre demonstrou nas minhas capacidades, pela preocupação que revelou com o meu trabalho e pelos sábios conselhos que me transmitiu.

Agradeço à STEF Portugal, em particular ao Dr. Sérgio Soares que autorizou a elaboração desta tese. Agradeço, ainda, a diversos colegas que tiveram um papel importante neste trabalho como: o Miguel Orfão, a Romana Guedes, o Rui Ferreira, o Miguel Martins e a Rute Carrilho. A todos, o meu obrigada pelo apoio e pela colaboração na obtenção da informação necessária a este trabalho.

Para finalizar quero deixar um agradecimento especial à Dr.<sup>a</sup> Isabel Moreno, minha professora no Colégio Luso-Francês e uma querida amiga, que sempre acreditou nas minhas capacidades académicas e me incentivou a ir sempre mais além.

Dedico este trabalho à minha família, em especial aos meus pais (sem os quais esta tese não poderia ser realizada), ao meu filho e à minha madrinha.

## RESUMO

No mundo atual, em que cada vez mais se fala em impactes ambientais e mudanças climáticas, é essencial encontrar formas de medir esses mesmos impactes e acompanhar a influência que diferentes medidas produzem nos ecossistemas.

Neste contexto, e tendo em consideração que todos nós temos a nossa quota de responsabilidade nos danos produzidos no planeta, é essencial que, não só os governos mas também as empresas possuam ferramentas eficazes para gerir os seus impactes ambientais.

Este trabalho começa por apresentar a Pegada Ecológica na sua vertente generalista para, posteriormente, se focar na Pegada Ecológica das Organizações.

Dentro da temática da Pegada Ecológica das Organizações, a tese centra-se no método MC3, desenvolvido a partir do conceito que Wackernagel e outros autores criaram para a Pegada das famílias. No MC3, os dados de consumo obtêm-se essencialmente da contabilidade da empresa, pelo que se pode aplicar a qualquer organização e a qualquer escala.

Após a exposição e discussão do método MC3, avança-se para a parte prática do trabalho aplicando este método a uma empresa do setor da logística alimentar – a STEF Portugal, nomeadamente calculando a Pegada da STEF Porto em dois momentos distintos espaçados por um período de cinco anos, havendo uma análise comparativa com a Pegada da STEF Lisboa.

Na parte final da tese, realizam-se simulações para testar, em particular, a hipótese da existência da STEF constituir uma mais-valia que excede a sua participação no tecido económico português, estendendo-se também à preservação do ambiente. Mais, pretende-se fazer propostas para a redução da Pegada, tanto a nível da empresa como a nível global.

Palavras-chave: Economia e Ambiente, Ecossistema, Sustentabilidade, Pegada Ecológica, Pegada Ecológica das Organizações, Método MC3, STEF.

## **ABSTRACT**

In today's world, where we talk more and more about environmental impacts and climate change, it is essential to find ways to measure those impacts and monitor the influence that different actions produce in the ecosystems.

In this context, taking into account that we all have our share of responsibility for the damages caused to the planet, it is essential that not only governments but also companies have effective tools to manage their environmental impacts.

This paper begins by presenting the Ecological Footprint in general and then focuses on the Corporate Ecological Footprint.

Within the Corporate Ecological Footprint, the present work focuses on the MC3 method, developed by Doménech from the concept of families' Footprint, created by Wackernagel and his colleagues. For the MC3, the consumption data is obtained mainly from the company's accounts, therefore it can be applied to any organization at any scale.

Having explained and discussed the MC3 method, we move on to its application to a company in the food logistics sector – STEF Portugal, namely calculating STEF Porto's Footprint, twice over a five year period, and also making a comparative analysis with STEF Lisbon's Footprint.

In the final part simulations are carried out, testing, in particular, the hypotheses of STEF's existence being an asset that exceeds its participation in the Portuguese economy, extending its benefits to the environment preservation. In addition, several propositions are made to reduce the Footprint, both at the company's and at the global level.

Keywords: Economy and Environment, Ecosystem, Sustainability, Ecological Footprint, Corporate Ecological Footprint, MC3 Method, STEF.

## ÍNDICE

1. Introdução .....	1
2. Enquadramento Inicial .....	4
2.1. A Economia Dominante versus a Economia Ecológica .....	4
2.2. As Leis da Termodinâmica e a Economia .....	6
2.3. O Impacte Humano no Planeta .....	8
2.4. Sustentabilidade .....	10
3. Pegada Ecológica – A Abordagem “Convencional” .....	16
3.1. Capacidade de Suporte.....	16
3.2. Biocapacidade e Parcela de Terra .....	18
3.3. Pegada Ecológica e Pegada de Carbono – Conceitos .....	19
3.4. Saldo Ecológico .....	24
3.5. Método de Cálculo da Pegada Ecológica.....	25
3.5.1. Tipos de Área.....	25
3.5.2. Matriz do Uso da Terra .....	28
3.5.3. Hectares Globais .....	29
3.5.4. Fatores de Produtividade.....	29
3.5.5. Fatores de Equivalência .....	30
3.5.6. Cálculo da PE – Etapas .....	32
3.6. Métodos de Cálculo da Pegada Ecológica – Apresentação dos Mais Relevantes .....	34
3.6.1. Abordagem do Componente.....	34
3.6.2. Abordagem do Composto.....	35
3.6.3. Análise Comparativa das Duas Abordagens: Componente versus Composto ..	36
3.6.4. Outros Métodos .....	37
3.7. Cálculo da PE dos Países: <i>National Footprint Accounts</i> .....	38
3.8. Utilidade e Pontos Fortes da Pegada Ecológica.....	41

3.9. Críticas e Pontos Fracos da Pegada Ecológica .....	43
4. Pegada Ecológica Corporativa.....	47
4.1. Introdução .....	47
4.2. Definição e Objetivo .....	47
4.3. O Método Composto das Contas Financeiras .....	49
4.3.1. Introdução .....	49
4.3.2. <i>Standards</i> MC3 2010.....	51
4.3.3. Folha de Cálculo – MC3 V.2.0.....	56
4.3.4. Método de Cálculo .....	59
4.3.5. Vantagens do MC3.....	62
4.3.6. Críticas ao Método MC3 .....	64
5. Estudo de Caso: A STEF .....	65
5.1. Breve Apresentação da STEF .....	65
5.2. A Pegada Ecológica da STEF .....	65
5.2.1. A Pegada por Categoria de Consumo .....	66
5.2.2 Pegada Ecológica Global.....	79
5.3. PEO de Outras Organizações via Método MC3 .....	80
5.4. O Método de Cálculo da PCO Desenvolvido pela STEF .....	82
5.5. Medidas para Reduzir o Impacte Ambiental e a PEO da STEF .....	82
6. Simulação de Cenários Alternativos e seu Impacte na Pegada Global e da STEF.	87
6.1. Concentração do Transporte de Mercadorias – O Contributo da STEF Para Uma Melhoria Ambiental .....	87
6.2. Impacte da Concentração do Mercado de Distribuição Alimentar: Evolução da PEO da STEF Porto 2006/2011 .....	89
6.3. Sugestão Final Para a Redução da PEO da STEF Porto: A Hipótese de Centralização das Compras em Centrais Versus Entrega Loja a Loja.....	92
7. Conclusão.....	95
8. Referências Bibliográficas .....	98



ANEXOS .....	106
ANEXO I – Pegada Ecológica.....	106
ANEXO II – Pegada Ecológica Corporativa .....	109
ANEXO III – Método MC3.....	110
ANEXO V – PEO da STEF Aplicando o MC3 .....	112
V.1. Folhas de Cálculo.....	112
V.2. Dados de Apoio aos Cálculos .....	130
ANEXO VI – Simulação de Cenários Alternativos e seu Impacte na Pegada Global e da STEF.....	139

## ÍNDICE DE FIGURAS

### TEXTO:

Figura 1 – Curva de Lorenz para a PE e os seus componentes, 2003 .....	23
Figura 2 – Fatores da Pegada e biocapacidade que determinam o <i>overshoot</i> global.....	25
Figura 3 – Total de hectares e hectares globais por categoria de área, 2007 .....	31
Figura 4 – Pegada Ecológica e biocapacidade mundial (hag) .....	40
Figura 5 – PEO da STEF Porto e da STEF Lisboa, por categoria.....	80

### ANEXOS:

Figura I.1 – Forma de cálculo da PE e da Biocapacidade nas <i>National Footprint Accounts</i> .....	106
Figura I.2 – Pegada Ecológica do consumo por pessoa, 2007 .....	107
Figura I.3 – Capacidade biológica por pessoa, 2007 .....	108
Figura I.4 – Países credores e devedores em termos ecológicos. Mapa comparativo da PE do consumo com a biocapacidade doméstica .....	108
Figura II.1 – PE aplicada à empresa .....	109
Figura II.2 – Aplicação da PE à empresa propiciando o “efeito dominó” .....	109
Figura III.1 – PEO e PCO: cálculo <i>bottom-up</i> e <i>top-down</i> com enfoque nos produtos e organizações .....	110
Figura IV.1 – A dimensão europeia do Grupo STEF .....	111
Figura IV.2 – Mapa de Portugal com indicação da localização da STEF Porto e Lisboa .....	111

## ÍNDICE DE TABELAS

### TEXTO:

Tabela 1 – Coeficientes de Gini para a distribuição global da PE e seus componentes, 2003 .....	23
Tabela 2 – Matriz de superfícies apropriadas por categoria de consumo (ha/ <i>per capita</i> ) .....	29
Tabela 3 – Exemplo de Fatores de Produtividade em 2008 .....	30
Tabela 4 – Fatores de Equivalência em 2008 .....	32
Tabela 5 – Vantagens e desvantagens das abordagens do Componente e do Composto	37
Tabela 6 – Colunas da folha de cálculo do MC3 V.2.0 .....	58
Tabela 7 - Fontes de emissão incluídas no MC3 V.2.0 .....	58
Tabela 8 – Emissões Diretas da STEF .....	67
Tabela 9 – Tabela explicativa do cálculo da PEO das Emissões Diretas .....	67
Tabela 10 – Emissões Indiretas da STEF .....	68
Tabela 11 – Tabela explicativa do cálculo da PEO das Emissões Indiretas .....	69
Tabela 12 – Consumo de Materiais da STEF .....	70
Tabela 13 – Tabela explicativa do cálculo da PEO dos Materiais.....	70
Tabela 14 – Serviços e Contratos da STEF .....	72
Tabela 15 – Tabela explicativa do cálculo da PEO dos Serviços .....	72
Tabela 16 – Recursos Agrícolas e Pesqueiros consumidos pela STEF .....	73
Tabela 17 – Tabela explicativa do cálculo da PEO dos Recursos Agrícolas e Pesqueiros .....	74
Tabela 18 – Recursos Florestais consumidos pela STEF .....	75
Tabela 19 – Tabela explicativa do cálculo da PEO dos Recursos Florestais .....	75
Tabela 20 – Consumo de Água pela STEF.....	76

Tabela 21 – Tabela explicativa do cálculo da PEO da Água.....	76
Tabela 22 – Uso do Solo pela STEF.....	77
Tabela 23 – Tabela explicativa do cálculo da PEO do Uso do Solo .....	77
Tabela 24 – Resíduos e Emissões gerados pela STEF.....	78
Tabela 25 – Tabela explicativa do cálculo da PEO dos Resíduos, Descargas e Emissões .....	78
Tabela 26 – PEO da STEF Porto e Lisboa.....	80
Tabela 27 – Valores das PEO de várias empresas, obtidos pela aplicação do método MC3 .....	81
Tabela 28 – Resultado dos cálculos do Cenário 1 e do Cenário 2.....	88
Tabela 29 – Resultado dos cálculos relativos ao Cenário A.....	90
Tabela 30 – Resultado dos cálculos de simulação do Cenário B.....	90
Tabela 31 – Resultado dos cálculos relativos ao Cenário I .....	93
Tabela 32 – Resultado dos cálculos de simulação do Cenário II.....	93

#### **ANEXOS:**

Tabela I.1 – Pegada Ecológica, biocapacidade e população de alguns países/regiões, 2007 .....	107
Tabela V.1.1 – Cálculo prévio da PCO (tCO <sub>2</sub> ) da STEF Porto em 2006 para o cálculo da PEO (hag) .....	112
Tabela V.1.2 – Cálculo da PEO (hag) da STEF Porto em 2006.....	115
Tabela V.1.3 – Cálculo prévio da PCO (tCO <sub>2</sub> ) da STEF Porto em 2011 para o cálculo da PEO (hag) .....	118
Tabela V.1.4 – Cálculo da PEO (hag) da STEF Porto em 2011.....	121
Tabela V.1.5 – Cálculo prévio da PCO (tCO <sub>2</sub> ) da STEF Lisboa em 2011 para o cálculo da PEO (hag) .....	124
Tabela V.1.6 – Cálculo da PEO (hag) da STEF Lisboa em 2011.....	127

Tabela V.2.1 – Dados de apoio ao cálculo da PEO da STEF Porto em 2006 .....	130
Tabela V.2.2 – Dados de apoio ao cálculo da PEO da STEF Porto em 2011 .....	131
Tabela V.2.3 – Dados de apoio ao cálculo da PEO da STEF Lisboa em 2011 .....	131
Tabela V.2.4 – Matriz de eletricidade da STEF Porto e da STEF Lisboa .....	132
Tabela V.2.5 – Matriz de obras próprias da STEF Porto e da STEF Lisboa.....	133
Tabela V.2.6 – Matriz de obras públicas da STEF Porto e da STEF Lisboa.....	133
Tabela V.2.7 – Matriz de serviços .....	134
Tabela V.2.8 – Tabela de apoio à conversão dos dados relativos aos impostos.....	135
Tabela V.2.9 – Matriz de intensidades energéticas .....	136
Tabela V.2.10 – Matriz de gases (GEE Quioto, sem CO <sub>2</sub> ) da STEF Porto 2006.....	137
Tabela V.2.11 – Matriz de gases (GEE Quioto, sem CO <sub>2</sub> ) da STEF Porto 2011 .....	137
Tabela V.2.12 – Matriz de gases (GEE Quioto, sem CO <sub>2</sub> ) da STEF Lisboa 2011 .....	138
Tabela V.2.13 – Matriz de resíduos.....	138
Tabela VI.1 – Adaptações e pressupostos utilizados nos cálculos do Cenário 1 e do Cenário 2 – STEF Porto 2011 .....	139
Tabela VI.2 – Adaptações e pressupostos utilizados nos cálculos do Cenário A e do Cenário B – STEF Porto 2006.....	139
Tabela VI.3 – Adaptações e pressupostos utilizados nos cálculos do Cenário I e do Cenário II – STEF Porto 2011 .....	140
Tabela VI.4 – Alteração na PCO (tCO <sub>2</sub> ) da STEF Porto em 2006 – Cenário B .....	141
Tabela VI.5 – Alteração na PEO (hag) da STEF Porto em 2006 – Cenário B .....	142
Tabela VI.6 – Alteração na PCO (tCO <sub>2</sub> ) da STEF Porto em 2011 – Cenário II.....	143
Tabela VI.7 – Alteração na PEO (hag) da STEF Porto em 2011 – Cenário II.....	144

## **ABREVIATURAS**

APG – *Autoridade Portuária de Gijón*

CG – Consumo de Gasóleo

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

CO<sub>2e</sub> – Dióxido de Carbono Equivalente

EEA – *Environmental European Agency*

EQF – *Equivalence Factor* (Fator de Equivalência)

FAO – *Food and Agriculture Organization*

GAEZ – *Global Agro-Ecological Zones*

GFN – *Global Footprint Network*

GEE – Gases com Efeito de Estufa

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*

JM – Jerónimo Martins

JRC – *Joint Research Center*

LPR – *Living Planet Report*

MC3 – *Método Compuesto de las Cuentas Contables* ou Método Composto das Contas Financeiras

NFA – *National Footprint Accounts*

ONU – Organização das Nações Unidas

PC – Pegada de Carbono

PCO – Pegada de Carbono das Organizações

PE – Pegada Ecológica

PEO – Pegada Ecológica das Organizações

SEI – *Stockholm Environment Institute*

STM – Serviços de Transporte de Mercadorias

YF – *Yield Factor* (Fator de Produtividade)

WWF – *World Wild Fund*

# 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tem sido grande o debate sobre o impacto do ser humano no meio ambiente e as consequências que daí advêm para o planeta e para a humanidade.

As preocupações ambientais constituem uma temática que está na ordem do dia, não só ao nível dos governos e das entidades públicas, mas também das famílias e empresas. De facto, os governos não podem alcançar o desenvolvimento sustentável de forma isolada. É necessária a participação das organizações privadas e do público em geral.

Devido aos desenvolvimentos ocorridos ao nível da legislação ambiental, à pressão dos consumidores e à consciencialização dos gestores, as empresas estão cada vez mais conscientes da importância de abordar de forma eficaz as problemáticas ambientais. A sustentabilidade, nomeadamente na sua vertente ambiental, constitui uma forma importante de diferenciação das organizações.

Neste sentido, tornou-se essencial o desenvolvimento de ferramentas que permitissem analisar a performance ambiental das organizações, auxiliando-as a evoluir no sentido do desenvolvimento sustentável.

Uma das ferramentas, que pretende sensibilizar e mostrar caminhos alternativos que produzam menores danos no ecossistema, é a Pegada Ecológica.

A Pegada Ecológica consiste, grosso modo, numa medida da área biologicamente produtiva que um indivíduo, região, cidade ou país utiliza para produzir os recursos que consome e para absorver os desperdícios que gera.

Na sua aplicação às empresas, a Pegada Ecológica das Organizações permite estabelecer objetivos claros e concretos de sustentabilidade ambiental, apoiando as decisões e permitindo acompanhar a eficácia das políticas implementadas.

O objetivo central desta tese consiste em explorar esta metodologia e aplicá-la a uma empresa pertencente ao setor da logística e transporte – a STEF Portugal, com a subsequente proposta de medidas para minorar os impactos negativos desta no ambiente e assim nortear a sua vertente de sustentabilidade.

Para esse propósito, o trabalho encontra-se organizado em sete capítulos.

O capítulo dois pretende fazer um enquadramento geral, abordando temáticas introdutórias. Com esse intuito, principia-se por fazer um confronto entre a *Mainstream Economics* e a Economia Ecológica, para, seguidamente, se explanarem as leis da termodinâmica da perspectiva da sua relevância económica. Apresenta-se, também, uma

breve reflexão sobre os impactes do ser humano no Planeta, lembrando as suas possíveis consequências, caso não seja tomada em conta a temática da sustentabilidade, tema muitíssimo relevante no âmbito deste trabalho. Em 1987, as Nações Unidas popularizaram a ideia de “desenvolvimento sustentável”, por meio da definição fornecida pela *Brundtland Commission*, tornando esta noção num ponto de encontro entre os ambientalistas e a ciência económica.

O terceiro capítulo avança para a explicação do conceito de Pegada Ecológica, recorrendo, para isso, às conceções de capacidade de carga e de biocapacidade. A Pegada Ecológica é apresentada de uma forma genérica, partindo-se da base fornecida por Wackernagel e Rees na sua obra de 1996. Mencionam-se igualmente, o seu método de cálculo, algumas metodologias existentes e as suas principais vantagens e debilidades.

O capítulo subsequente dedica-se à temática da Pegada Ecológica das Organizações, que constitui um caso particular da metodologia da Pegada Ecológica, ou seja, uma ferramenta dirigida especificamente às empresas e outras organizações. Em concreto, o foco estará no método conhecido como MC3 ou “Método Composto das Contas Contáveis”, desenvolvido sobretudo por Doménech a partir de 2004. O MC3 constitui uma adaptação da folha de cálculo da Pegada Ecológica das famílias de Wackernagel e outros autores. Também nesta parte são referidos o método de cálculo e as principais vantagens e pontos fracos da metodologia.

A parte aplicada e objetivo último deste trabalho, constante no capítulo cinco, é dedicada ao estudo de caso da STEF Portugal – empresa líder no setor da logística e transporte de produtos alimentares. Após uma breve apresentação da empresa, é efetuado o cálculo da sua Pegada, aplicando o método MC3, procedendo-se à apresentação dos dados do consumo da STEF e da respetiva Pegada, agrupados em nove categorias. Uma discussão sobre algumas medidas que contribuem para a redução da Pegada é igualmente um elemento essencial deste capítulo.

No sexto capítulo, profundamente relacionado com o anterior, procede-se à realização de várias simulações da Pegada assumindo, para isso, determinados pressupostos. Em primeiro lugar, ocorre a tentativa de responder à questão de que também em termos ambientais, a existência da STEF é vantajosa para o todo social. A ideia base é tentar provar que a STEF gera um efeito de concentração de mercadorias e



de entregas, cujos resultados, em termos ambientais, se revelam francamente favoráveis. Em seguida, são realizadas duas simulações da Pegada Ecológica da STEF, assumindo determinados pressupostos relacionados com alterações ocorridas no mercado da distribuição alimentar.

Para finalizar, no último capítulo referem-se as principais conclusões desta tese apresentando-se algumas sugestões para possíveis desenvolvimentos deste trabalho ou de outros que pretendam aplicar a metodologia MC3 às empresas.

## 2. ENQUADRAMENTO INICIAL

### 2.1. A ECONOMIA DOMINANTE VERSUS A ECONOMIA ECOLÓGICA

Os modelos económicos da corrente dominante veem a economia humana como uma economia na qual os fatores de produção (trabalho, capital) são quase substitutos perfeitos uns dos outros e na qual um aumento da intensidade de qualquer dos fatores de produção garante um aumento do *output*. De facto, alguns autores criticam esta visão que assume que o mundo tem uma capacidade de carga infinitamente expansível e em que o meio ambiente não cria verdadeiros constrangimentos ao crescimento económico (Wackernagel e Rees, 1996; Georgescu-Roegen, 1976; White, 2007).

Outra característica da corrente dominante é que esta se baseia no fluxo circular do valor de troca (fluxos monetários) entre famílias e empresas e em medidas *standard* do PIB. Medidas físicas do capital natural, rendimento natural, e transformações de energia/matéria subsequentes não fazem parte da análise (Wackernagel e Rees, 1996; Browne *et al.*, 2012; Lawn, 2006).

De acordo com Georgescu-Roegen, os economistas da corrente dominante falam ocasionalmente de recursos naturais e o processo económico é visto como um processo isolado, autossuficiente e a-histórico – um fluxo circular entre a produção e o consumo sem fluxos de saída ou de entrada (Georgescu-Roegen, 1976).

Assim, a Economia Ecológica, que é considerada uma corrente alternativa à Economia Dominante, aplicada ao ambiente, assenta na ideia de que se deve compreender o funcionamento do sistema económico tendo em conta as condições ambientais e biofísicas do planeta (Browne *et al.*, 2012).

Pearce e Turner fornecem um importante contributo para a aproximação entre a economia e o ambiente. Na sua obra de 1990, elencam as funções naturais do meio ambiente (Pearce e Turner, 1990): 1) fornecer serviços de suporte à vida (ar, clima, etc.); 2) fornecer *inputs* ao sistema produtivo; 3) facultar capacidade assimilativa de resíduos; 4) oferecer utilidade diretamente na forma de amenidades ambientais; e 5) constituir o espaço físico onde se instalam as atividades económicas.

Também Wackernagel e Rees (1996) refletem sobre o papel da natureza considerando que nós não estamos ligados à natureza, mas somos a própria natureza

(Wackernagel e Rees, 1996).<sup>1</sup> Segundo estes dois autores, o uso de preços para sinalizar a escassez de recursos ou o esgotamento de capital natural pode ser enganador pelas seguintes razões (Wackernagel e Rees, 1996; Neumayer, 2003; Wackernagel *et al.*, 2006):

1. As interpretações monetárias das necessidades de capital natural constante podem esconder o declínio dos *stocks* físicos dado que a manutenção de um valor de *stock* constante pode criar a ideia da existência de um *stock* físico constante;
2. A escassez biofísica ou eco-funcional reflete-se pouco no mercado;
3. As análises monetárias são enviesadas relativamente ao futuro através do desconto;
4. A utilidade de indicadores monetários é diminuída pelas flutuações de mercado, que afetam os preços mas não o valor ecológico do capital natural;
5. Os valores monetários não distinguem entre bens substitutos e complementares. Todos os preços são somados e subtraídos como se os bens com preços iguais fossem de igual importância para a vida humana;
6. O potencial de crescimento do dinheiro é teoricamente ilimitado, o que oculta a possibilidade de existência de limites biofísicos ao crescimento económico;
7. Não há mercados para muitos dos *stocks* de capital natural crítico e processos de suporte à vida (camada do ozono, estabilidade climática, etc.).

Desta perspetiva, as medidas de performance económica devem ser complementadas por medidas da biodiversidade e dos serviços prestados pelos ecossistemas (Vačkář, 2012).

Genericamente, a Economia Ecológica implica uma mudança fundamental na perceção dos problemas de alocação de recursos e de como estes devem ser tratados. Incorpora conceitos e instrumentos da "Economia Convencional" e da "Ecologia Convencional", mas reconhece a insuficiência destes para o propósito de uma análise integrada. Trata-se de uma disciplina pluralista e interdisciplinar, onde se cruzam

---

<sup>1</sup> O contributo destes autores para a Economia Ecológica foi oficialmente reconhecido através da atribuição do prestigiado *Kenneth E. Boulding Award* pela *International Society for Ecological Economics*, o que constitui a maior honra mundial no campo da Economia Ecológica (GFN, 2012a).

diversas abordagens e onde se procura envolver os *stocks* e os fluxos económicos nos princípios biofísicos (Pereira, 2008; Browne *et al.*, 2012; White, 2007).

Como a Economia Ecológica se sustenta no primado das leis da termodinâmica, o capítulo seguinte será dedicado à explicitação da relevância destas mesmas leis.

## **2.2. AS LEIS DA TERMODINÂMICA E A ECONOMIA**

A primeira lei da termodinâmica – Lei da Conservação da Matéria e da Energia refere que a quantidade total de matéria e energia de um sistema fechado permanece constante. A energia não pode ser criada nem destruída, apenas pode ser transformada (Pearce e Turner, 1990).

Como reação à descoberta da primeira lei da termodinâmica, alguns autores, em economia, têm enfatizado a ideia de que o homem não pode criar nem matéria nem energia (Georgescu-Roegen, 1976).

A conclusão desta lei é que a mudança que ocorre na matéria e energia tem que ser uma alteração qualitativa. Nada é destruído mas tudo é disperso no ambiente (Georgescu-Roegen, 1976). Logo, a energia e a matéria consumidas podem ser contabilizadas e traduzidas num espaço correspondente.

A relevância desta lei foi perfeitamente ilustrada pela obra “The Economics of the Coming Spaceship Earth”, escrita em 1966 por Kenneth Boulding. Segundo este autor, se concebermos uma nave espacial a partir numa longa viagem, apenas terá uma fonte de energia externa – a energia solar. Apenas terá um *stock* de recursos com que se abasteceu antes de partir na sua viagem. À medida que esse *stock* se reduz, também se reduz a esperança de vida dos astronautas, a não ser que consigam descobrir formas de reciclar água e materiais e produzir os seus próprios alimentos. Nesta metáfora, a nave espacial é obviamente a Terra e Boulding pretende chamar a atenção para a necessidade de encarar a Terra como um sistema económico em que a economia e o ambiente não são caracterizados por interligações lineares, mas por uma relação circular (Pearce e Turner, 1990).

A segunda lei da termodinâmica ou Lei da Entropia surgiu na sequência da descoberta, por parte dos físicos, de que o calor se move sozinho, numa única direção, do corpo mais quente para o mais frio. Esta lei está em contradição com os princípios da mecânica clássica em que se baseava também a Economia (Georgescu-Roegen, 1976).

A Lei da Entropia estabelece que o calor flui sempre por si próprio do corpo mais quente para o mais frio, nunca ao contrário. Toda a entropia do universo (ou de uma estrutura isolada) aumenta constantemente e irrevogavelmente. Ou seja, no universo há uma degradação qualitativa contínua e irrevogável de energia livre em energia utilizada. Se o processo entrópico não fosse irreversível, isto é, se a energia de um pedaço de carvão ou de urânio pudesse ser usada vezes sem conta, a escassez dificilmente existiria. Muitos recursos naturais são escassos porque, primeiro, a quantidade de baixa entropia no nosso ambiente decresce continuamente e irrevogavelmente e, segundo, um dado montante de baixa entropia pode ser usado por nós apenas uma vez (Georgescu-Roegen, 1976; Daly, 2007).

A luta económica só ocorre por causa da baixa entropia e a natureza do processo económico visto como um todo é puramente entrópica (Georgescu-Roegen, 1976). A lei da entropia coloca um obstáculo físico, uma barreira, na forma de desenhar a economia como um sistema fechado e sustentável (Pearce e Turner, 1990; Costa, 2008; Niccoluccia *et al.*, 2012). O processo económico consiste numa transformação contínua de baixa entropia em alta entropia, ou seja, em desperdícios irreversíveis ou poluição (Georgescu-Roegen, 1976; Daly, 2007).

É de recordar que há mais de 200 anos, Thomas Malthus na sua obra “Principle of Population” de 1798 manifestava a sua preocupação relativamente ao facto do crescimento da população vir a ultrapassar a capacidade do meio ambiente para a suportar. Este autor argumentou a existência de uma interconexão entre o crescimento biológico da espécie humana e o processo económico. De acordo com Georgescu-Roegen, os economistas em geral rejeitaram a sua doutrina porque, até recentemente, não compreenderam que Malthus tinha razão. A doutrina de Malthus pode ser imediatamente observada através da análise entrópica do processo produtivo. Na opinião de Georgescu-Roegen, a Lei da Entropia constitui a mais económica de todas as leis da física e, por isso, é difícil de explicar o facto de os economistas lhe terem prestado pouca atenção (Georgescu-Roegen, 1976; GFN, 2010; Rapport e Ullsten, 2006).

Os avanços tecnológicos podem reduzir um pouco a procura de capital natural, mas isto não significa a sua substituição por vários motivos. O primeiro dos quais é que o progresso tecnológico apenas atrasa a alta entropia dos resíduos gerada pela

transformação de capital natural em capital manufaturado; não permite que o capital manufaturado substitua o capital natural. Em segundo lugar, por causa da primeira e segunda leis da termodinâmica há um limite à quantidade de desperdícios produzidos que podem ser reduzidos pelo progresso tecnológico (Lawn, 2006).

### **2.3. O IMPACTE HUMANO NO PLANETA**

Na opinião de Wackernagel e Rees (1996), o ser humano enfrenta um desafio sem precedentes: há um consenso generalizado de que os ecossistemas da Terra não conseguem sustentar os níveis correntes de atividade económica e consumo. A atividade económica medida pelo valor do PIB tem crescido significativamente nas últimas décadas devido a vários fatores, sendo um dos mais importantes o crescimento da população mundial, que mais do que duplicou desde 1950. Mais grave ainda, em termos ecológicos, é o crescimento do consumo energético e material *per capita*. Os níveis atuais de utilização dos recursos e criação de resíduos esgotam a natureza mais depressa do que esta se consegue regenerar. A redução da pobreza que se tem verificado é conseguida à custa da degradação progressiva dos ecossistemas (Wackernagel e Rees, 1996; Niccoluccia *et al.*, 2012; Galli *et al.*, 2012a; Vačkář, 2012; Wackernagel *et al.*, 2004).

Alguns exemplos da exploração dos ecossistemas são o modo como as florestas têm sido cortadas mais rapidamente do que crescem, como os peixes têm sido apanhados a um ritmo superior àquele a que se reproduzem e a extração global dos recursos naturais (como biomassa, combustíveis fósseis e recursos minerais) que aumentou em cerca de 45% nos últimos 25 anos (Galli *et al.*, 2012a).

Muitas das consequências do esgotamento de *stocks* são retardadas no tempo. Isto significa que é possível usar capital natural a um ritmo superior àquele a que se regenera, sem que ocorram consequências imediatas visíveis. Existe um desfasamento temporal entre o aumento das concentrações de gases com efeito de estufa (GEE) na atmosfera e as alterações climáticas que geram (Wackernagel *et al.*, 2004).

Além disso, os problemas ambientais podem afetar populações que nada fizeram para os criar. Existe uma proporção relativamente pequena de população que vive nos países industrializados que contribui maioritariamente para as alterações climáticas, mas os seus impactes são mais gravosos nos países mais pobres, que possuem maiores

dificuldades de adaptação a essas mesmas mudanças. Estas disparidades, entre os que beneficiam do consumo de recursos e os que sofrem as consequências ambientais, incentivam a utilização excessiva dos recursos (Wackernagel *et al.*, 2004).

O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) é o mais importante GEE produzido pelo ser humano, sendo a principal causa do seu aumento na atmosfera o consumo de combustíveis fósseis. A concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera aumentou de um valor de 280 ppm na era pré-industrial para cerca de 400 ppm em 2013 (IPCC, 2007<sup>2</sup>; Mauna Loa Observatory, 2013).

O *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) afirma que o aumento global das temperaturas médias verificado desde o século XX está muito provavelmente relacionado com o aumento observado nas concentrações de GEE produzidos pelo ser humano (IPCC, 2007).

Este mesmo organismo considera inquestionável a ocorrência de um aquecimento climático com base nas evidências obtidas a partir de observações de aumentos nas temperaturas médias globais do ar e dos oceanos, degelo das neves e calotes polares, e subida do nível médio do mar. Têm sido observadas outras alterações climáticas como mudanças nas temperaturas árticas e nos montantes de precipitação, salinização dos oceanos, padrões de ventos e situações de clima extremo como secas, precipitação forte, ondas de calor e a intensidade de ciclones tropicais (IPCC, 2007).

Neste contexto é de mencionar um trabalho de referência nesta área – o denominado “*Stern Review*”.<sup>3</sup> De acordo com Stern (2006), se não forem tomadas medidas para a redução das emissões dos GEE, a sua concentração na atmosfera poderá atingir o dobro do seu nível pré-industrial já em 2035, sujeitando-nos a uma subida da temperatura média global de mais de 2°C. A longo prazo, há uma possibilidade de mais de 50% da subida de temperatura vir a exceder os 5°C. Esta subida seria de facto muito perigosa: é equivalente à mudança das temperaturas médias desde a última era glacial até ao presente. Uma tal mudança radical na geografia física do mundo tem de resultar em

---

<sup>2</sup> Este relatório do IPCC publicado em 2007 é o mais atual na data de realização desta tese, cuja recolha de informação foi dada por terminada em julho de 2013. Espera-se a publicação do próximo relatório não antes de finais de 2013.

<sup>3</sup> Este relatório foi elaborado a pedido do *Chancellor of the Exchequer* e do Primeiro-Ministro britânico. O objetivo foi compreender mais aprofundadamente a economia das alterações climáticas (Stern, 2006).

alterações importantes na geografia humana – o local onde as pessoas vivem e o seu modo de vida (Stern, 2006).

A principal conclusão retirada deste estudo é que os benefícios de uma ação forte e precoce superam consideravelmente os custos. Ainda vamos a tempo de evitar os piores impactes das alterações climáticas, se tomarmos desde já medidas rigorosas (Stern, 2006).

O estudo calcula que, se não atuarmos, o total dos custos e riscos das alterações climáticas será equivalente à perda anual de, no mínimo, 5% do PIB global. Se tivermos em conta uma série de riscos e impactes mais amplos, as estimativas dos danos poderão aumentar para 20% ou mais do PIB (Stern, 2006).

Em contraste, os custos da tomada de medidas – a redução das emissões dos GEE a fim de evitar os piores impactes das alterações climáticas – podem ser limitados anualmente a cerca de 1% do PIB global (estabilização da concentração de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) entre 500 e 550 ppm) (Stern, 2006).

Nas próximas duas décadas, o IPCC prevê um aquecimento de cerca de 0,2°C por década. Ainda que as concentrações dos GEE e aerossóis se tivessem mantido constantes ao nível das emissões do ano 2000, esperar-se-ia um aquecimento de cerca de 0,1°C por década (IPCC, 2007).

As evidências demonstram que ignorar as alterações climáticas porá em causa o crescimento futuro. A estratégia para promover o crescimento a longo prazo passa claramente por apostar em medidas que travem as alterações climáticas (Stern, 2006; Galli *et al.*, 2012b).

## **2.4. SUSTENTABILIDADE**

O consumo cada vez maior de recursos que tem suportado o rápido crescimento económico e os crescentes *standards* materiais dos países industrializados tem, ao mesmo tempo, degradado as florestas, o solo, a água, o ar e a diversidade biológica do planeta. À medida que o mundo se torna biologicamente sobrecarregado, o “desenvolvimento económico convencional” torna-se autodestrutivo e empobrecedor. São necessárias iniciativas de sustentabilidade mais eficientes, incluindo ferramentas para estimular um maior envolvimento público, avaliar estratégias e monitorizar o progresso (Wackernagel e Rees, 1996).



Foi apenas em 1987 que o relatório da *United Nations World Commission on the Environment and Development* (ou *Brundtland Commission*) “*Our Common Future*” popularizou a ideia de “desenvolvimento sustentável”. O ponto de partida para o trabalho da *Brundtland Commission* foi o seu reconhecimento de que o futuro da humanidade está ameaçado. A Comissão definiu desenvolvimento sustentável como: “... desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades”, definição essa que é atualmente mais utilizada (Ferreira *et al.*, 2008; Wackernagel e Rees, 1996; Dresner, 2008; GFN, 2010).

A Comissão reconheceu que o imperativo económico convencional de maximizar a produção económica tem que ser restringido por um imperativo ecológico de proteger a ecossfera e por um imperativo social de minimizar o sofrimento humano, hoje e no futuro. Pela primeira vez, o ambiente e a equidade tornaram-se fatores explícitos na equação do desenvolvimento. Assim, o desenvolvimento sustentável depende da redução da destruição ecológica e do melhoramento da qualidade de vida da população pobre (Wackernagel e Rees, 1996; Wackernagel *et al.*, 2006; Browne *et al.*, 2012; Vačkář, 2012).

Estes dois pilares da sustentabilidade (melhoria da qualidade de vida humana e viver dentro da capacidade regenerativa dos ecossistemas de suporte) são reconhecidos por diversas entidades como *World Conservation Union*, *United Nations Environment Programme*, *World Wide Fund* (WWF) e *Union for Concerned Scientists* (Wackernagel *et al.*, 2006; Parris e Kates, 2003).

O “desenvolvimento sustentável” é um ponto de encontro entre ambientalistas e cientistas do desenvolvimento mas, a definição fornecida pela *Brundtland Commission*, é frequentemente criticada por ser vaga ou não operacionalizável (Dresner, 2008). Por outro lado, esta definição é também considerada importante na medida em que nos força a considerar os problemas da equidade inter e intrageracional (Moffatt, 2000) e a integrar as considerações ambientais na política económica (Dresner, 2008).

A primeira resposta a nível mundial à questão da sustentabilidade surgiu apenas em 1992, durante a Primeira Conferência das Nações Unidas (ONU) sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, celebrada no Rio, em que foi adotada a Convenção-Quadro sobre as Alterações Climáticas. Nesta Conferência são referidas as limitações

do PIB como medida do desenvolvimento sustentável de um país: “indicadores comuns como o produto interno bruto e medidas de diferentes recursos ou fluxos de poluição não determinam a sustentabilidade do sistema económico”. Refere ainda que “devem ser construídos indicadores do desenvolvimento sustentável de modo a formar uma base útil para a tomada de decisão” (Nourry, 2008).

Posteriormente, na Terceira Conferência das Partes deste Convénio, celebrada em Quioto em dezembro de 1997, os países desenvolvidos do Anexo II do Protocolo de Quioto comprometeram-se a reduzir de forma global 5% das emissões, em relação ao ano base (1990), para o período compreendido entre 2008 e 2012. Para além de limitar as emissões, os países assumiram muitos outros compromissos de melhoria ambiental (Doménech, 2009).

Doménech (2009) estabeleceu princípios básicos que regem o conceito de “desenvolvimento sustentável” (Doménech, 2009):

- Princípio da Sustentabilidade: definição na sequência do relatório *Brundtland*.
- Princípio da Equidade: cada pessoa tem direito, mas não obrigação, a fazer uso da mesma quantidade de espaço ambiental (energia, matérias-primas não renováveis, terreno agrícola, florestas, capacidade de absorção de CO<sub>2</sub>, etc.).
- Princípio da Precaução: conveniência de tomar medidas antes de ter a certeza de que se vão produzir determinados efeitos, devido à gravidade e alta probabilidade de estes ocorrerem.
- Princípio da Responsabilidade Diferenciada: as obrigações que um país deve assumir estabelecer-se-ão de acordo com a sua responsabilidade no problema.
- Princípio do Poluidor-Pagador: os causadores de prejuízos ao meio ambiente devem assumir economicamente as medidas para a sua correção.

Uma das questões centrais é a questão de quanto capital natural é suficiente. Devemos lutar para conservar ou aumentar os nossos *stocks* de capital natural<sup>4</sup> (“sustentabilidade forte”) ou, como muitos economistas acreditam, as perdas de capital natural são aceitáveis se forem compensadas através da substituição por um montante

---

<sup>4</sup> Capital natural é a totalidade da natureza – recursos, plantas, espécies e ecossistemas – que é capaz de prover os seres humanos de utilidade material e não material (Neumayer, 2003).

ou valor equivalente de capital manufaturado<sup>5</sup> (“sustentabilidade fraca”)? (Wackernagel e Rees, 1996; Pearce *et al.*, 1989 *in* GFN, 2005; Dietz e Neumayer, 2007).

A sustentabilidade fraca baseia-se no trabalho de dois economistas neoclássicos, Robert Solow e John Hartwick, e pode ser interpretada como uma extensão da Economia do bem-estar Neoclássica. Baseia-se na crença de que o que interessa às gerações futuras é apenas o *stock* total agregado de capital humano e manufaturado. Porque o capital natural é entendido como sendo essencialmente substituível na produção de bens de consumo e como fornecedor direto de utilidade, Neumayer (2003) designa a sustentabilidade fraca de “paradigma da substituibilidade”. Um aumento no consumo pode compensar as gerações futuras de um declínio no *stock* de recursos renováveis ou de um aumento do *stock* de poluição. Por isso defendem a manutenção de um *stock* combinado das duas formas de capital (Neumayer, 2003; Daly, 2007; Lawn, 2006; Nourry, 2008; Parris e Kates, 2003).

O livro de Herman Daly “Steady-state Economics”, publicado em 1977, marca a fundamentação da sustentabilidade forte. Daly, um dos fundadores da *International Society for Ecological Economics* e Robert Costanza, cofundador, são dois dos mais proeminentes defensores da sustentabilidade forte (Neumayer, 2003).

A sustentabilidade forte exige uma mudança de paradigma da Economia Neoclássica em direção à Economia Ecológica. Daly (1996) exige uma mudança drástica na estrutura básica do nosso pensamento no sentido de uma visão da macroeconomia como um subsistema do ecossistema finito, como parte de um ecossistema mais abrangente. Na visão neoclássica, o capital natural era considerado superabundante e por isso não criava constrangimentos ao crescimento económico (Daly, 1996 *in* Neumayer, 2003).

Os economistas ecológicos, incluindo Daly (2007), acreditam que os dois tipos de capital (natural e manufaturado) são muito mais complementares do que substitutos e que o capital natural deve ser mantido porque se tornou o fator limitador do crescimento (sustentabilidade forte) (Daly, 2007; Lawn, 2006; Dietz e Neumayer, 2006; Neumayer, 2003; Nourry, 2008).

Os defensores da sustentabilidade forte não são contra o atingir a sustentabilidade fraca. Pelo contrário, o atingir a sustentabilidade fraca constitui um importante primeiro

---

<sup>5</sup> Capital manufaturado é o que tradicionalmente se designa como “capital”, ou seja maquinaria, fábricas, estradas, etc. (Neumayer, 2003).

passo (não suficiente) na direção certa. Neste sentido, a sustentabilidade forte engloba a sustentabilidade fraca, mas com mais exigências (Neumayer, 2003).

Considerando as funções ambientais elencadas por Pearce e Turner apresentadas no capítulo 2.1, podem existir algumas possibilidades de substituição de capital natural por capital produzido no que respeita à segunda, terceira e quarta funções. Porém, os serviços de suporte à vida são impossíveis de substituir. Para além disso, há também outros motivos para se defender a sustentabilidade forte (Dietz e Neumayer, 2007; Lawn, 2006):

1. Existe bastante risco e incerteza associada à forma como certos ciclos de capital natural funcionam, pelo que não se sabe exatamente as consequências de lhes causar danos. Nesta circunstância deve prevalecer uma certa precaução.
2. A perda de algum capital natural pode ser irreversível.
3. O ser humano é muito avesso a perdas de utilidade provenientes de funções do capital natural. Aqui se incluem os sistemas de suporte à vida e as amenidades.
4. Existe um argumento ético que postula que o crescente consumo futuro não constitui um substituto adequado para as perdas de capital natural.

Alguns autores referem a existência de duas escolas de pensamento no que respeita à sustentabilidade forte. Os representantes da primeira escola exigem que o montante global do capital natural seja preservado. Mas não exigem a preservação da natureza tal como é. No caso de recursos não renováveis, a sua utilização tem que ser compensada por investimentos de igual valor em recursos renováveis substitutos. Esta conceção de sustentabilidade forte assume a substituíbilidade ilimitada entre formas de capital natural (o que por vezes não é possível) (Neumayer, 2003).

Os defensores da segunda corrente exigem que um subconjunto do total de capital natural seja fisicamente preservado, de modo a que as suas funções se mantenham intactas. Este subconjunto designa-se por “capital natural crítico”. A classificação do capital natural crítico assenta em critérios ecológicos, económicos e sociais e está dependente da escala espacial. Esta interpretação restringe a substituíbilidade dentro do capital natural e exige a preservação do capital natural crítico. Não implica manter a natureza como é, mas exige a manutenção das suas funções intactas. Esta segunda interpretação é mais realista na opinião de Neumayer (Dietz e Neumayer, 2007; Neumayer, 2003).

A partir do conceito geral de sustentabilidade forte surgiram três regras, estabelecidas por Daly (2007), para o uso dos recursos, que devem ser respeitadas para que a economia seja sustentável a longo prazo (Daly, 1990 *in* Pereira, 2008; Daly, 2007; Niccoluccia *et al.*, 2012; Lawn, 2006):

- A taxa de uso dos recursos renováveis não deve exceder a respetiva taxa de regeneração;
- Os recursos não renováveis devem ser explorados de uma maneira “sustentável” limitando a taxa de esgotamento à taxa de criação de substitutos renováveis;
- A emissão de resíduos não deve exceder a capacidade assimilativa dos ecossistemas.

Na opinião de Lawn (2006) existe ainda uma quarta regra fundamental para atingir a sustentabilidade: a vegetação nativa e os ecossistemas críticos devem ser preservados, reabilitados e/ou recuperados. Além disso, a futura exploração de capital natural deve ser confinada a áreas já fortemente modificadas por atividades humanas prévias (Lawn, 2006).

À medida que o conceito de desenvolvimento sustentável é cada vez mais difundido e aceite, é essencial definir indicadores e estabelecer objetivos de modo a medir e avaliar a evolução da sustentabilidade (Wackernagel *et al.*, 2006).

De facto, e na sequência das opiniões expressas na Convenção da ONU no Rio, os indicadores tradicionais como o PIB ou os lucros das empresas refletem uma crença cega no crescimento e na eficiência (CSE, s.d.). Para medir a sustentabilidade é essencial utilizar instrumentos de medição de *stocks* e fluxos.

Segundo alguns autores, uma das ferramentas referida como útil na medição da sustentabilidade forte é a Pegada Ecológica (PE). Esta assume a substituibilidade entre diferentes formas de capital natural, considerando que os diferentes bens de capital natural são adicionáveis em termos de área de terra (Dietz e Neumayer, 2007; Neumayer, 2003).

### 3. PEGADA ECOLÓGICA – A ABORDAGEM “CONVENCIONAL”

#### 3.1. CAPACIDADE DE SUPORTE

Em termos económicos, o objetivo mínimo seria que todos atingissem um *standard* material suficiente para usufruírem de uma vida satisfatória emocional e espiritualmente. Grande parte das pessoas nos países industrializados ultrapassam largamente o *standard* do “suficiente” enquanto que mais de mil milhões de pessoas na Terra são incapazes de satisfazer mesmo as suas necessidades mais básicas. O problema é como conciliar as disparidades materiais entre ricos e pobres dentro das limitações ecológicas (Wackernagel e Rees, 1996).

Um dos fatores críticos limitadores para se atingir a sustentabilidade é a superpopulação combinada com o estilo de vida humano. Mas, o desafio para a sustentabilidade é distribuído de forma desigual (WWF, 2006). A pressão ecológica exercida por um morador dos EUA é bastante diferente da exercida por um morador da África do Sul.

Segundo Catton, a capacidade de suporte de uma área consiste na carga máxima persistentemente suportável por essa área (Catton, 1986 *in* Loone *et al.*, 2005).

Wackernagel e Rees (1996) definem-na como o tamanho máximo da população de certa espécie que uma determinada área pode suportar, sem que a sua produtividade seja irremediavelmente comprometida (Wackernagel e Rees, 1996).

A carga humana é uma função não só da população mas também do consumo *per capita* que tem vindo a aumentar ainda mais rapidamente do que a primeira devido à expansão do comércio e da tecnologia (Wackernagel e Rees, 1996; Hanley *et al.*, 1999).

No entanto, devido à nossa aptidão para aumentar a capacidade de suporte humana através da eliminação de espécies concorrentes, da importação de recursos e através da tecnologia, esta definição não parece aplicável aos humanos. De facto, comércio e tecnologia, são frequentemente citados como razões para rejeitar o conceito de capacidade de suporte humana (Wackernagel e Rees, 1996).

Na opinião de Wackernagel e Rees (1996), isto constitui um engano. Mesmo na melhor das circunstâncias, a inovação tecnológica não aumenta a capacidade de suporte em si mas apenas a eficiência de uso dos recursos (Wackernagel e Rees, 1996).

Na prática, os ganhos de eficiência e os incentivos à inovação frequentemente trabalham direta e indiretamente contra a conservação dos recursos. Muitos fatores contribuem para este resultado contraintuitivo, incluindo os efeitos de preço e rendimento das poupanças de tecnologia. Num cenário de crescimento, melhorias de eficiência energética e material podem permitir às firmas aumentar os salários e os dividendos e reduzir os preços, o que leva a um crescimento do consumo líquido dos trabalhadores, acionistas ou consumidores respetivamente – *rebound effect*. De forma similar, as poupanças de tecnologia são geralmente redirecionadas para formas alternativas de consumo, cancelando alguns ou todos os benefícios iniciais para o ambiente. Idealmente, as poupanças geradas por ganhos de eficiência deveriam ser aplicadas em investimentos de reabilitação do capital natural (Wackernagel e Rees, 1996).

Pior, muitas tecnologias industriais contribuem diretamente para uma PE maior, ao mesmo tempo que criam a ilusão de a reduzir. Isto acontece, em particular, na agricultura, floresta e mineração, onde a tecnologia aumenta a exploração (Wackernagel e Rees, 1996).

Os ganhos aparentes na capacidade de suporte provenientes do comércio também são ilusórios. Sempre que uma população local consegue importar capacidade de suporte, essa população ou as suas atividades económicas expandem-se. No entanto, isto não significa um ganho líquido mundial em capacidade de suporte; a expansão das regiões importadoras é acompanhada pela redução da capacidade de suporte das regiões exportadoras (Wackernagel e Rees, 1996).

Mesmo assim, é possível conceber equilíbrio ecológico e comércio. Se cada nação exportasse apenas excedentes – *output* em excesso do consumo local, cuja exportação não esgota os *stocks* de capital natural – então o efeito líquido seria um estado estacionário ecológico e estabilidade global (Wackernagel e Rees, 1996).

Na opinião de Wackernagel e Rees (1996), um complemento importante poderia ser a reforma fiscal verde<sup>6</sup>. O aumento dos preços para perto do custo social total dos bens e

---

<sup>6</sup> Associado à reforma fiscal verde surge o conceito de duplo dividendo que consiste na ideia de que os impostos ambientais não só produzem melhorias no ambiente (ganhos de eficiência estática e dinâmica) como também geram montantes substanciais de receitas governamentais. E, estas novas receitas permitiriam aos governos reduzir as taxas de outros impostos que distorcem a economia mantendo, simultaneamente, um nível constante de receitas globais. Dependendo de quais os impostos reduzidos e

serviços, através de impostos sobre o consumo dos recursos e outros instrumentos, não só encoraja a conservação dos recursos como também: estimula a procura de tecnologias eficientes e gera um fundo de investimento que pode ser usado para reabilitar o meio ambiente (Wackernagel e Rees, 1996).

### **3.2. BIOCAPACIDADE E PARCELA DE TERRA**

A biocapacidade é a capacidade de produção biológica, num dado ano, de uma área biologicamente produtiva, ou seja, a biocapacidade é representada pelo somatório das áreas biologicamente produtivas. A biocapacidade depende não só das condições naturais mas também das práticas de gestão do solo. Área biologicamente produtiva é terra e mar com atividade fotossintética significativa e produção de biomassa, não incluindo a área destinada à biodiversidade, ou seja, o espaço que seria necessário reservar para preservar a biodiversidade nem as áreas não produtivas (Wackernagel *et al.*, 2002 *in* Costa, 2008; WWF, 2005; GFN, 2012c; Vačkář, 2012).

A biocapacidade é calculada multiplicando a área física pelo fator de produtividade e pelo fator de equivalência. A unidade de medida da biocapacidade é o “hectare global” (hag), que corresponde a um hectare (ha) de espaço biologicamente produtivo com “produtividade média mundial” (GFN, 2012c; WWF, 2010; Lenzen *et al.*, 2007).

Em 2008, a biosfera tinha aproximadamente 12 mil milhões de hag de espaço biologicamente produtivo correspondente a cerca de 1/4 da superfície terrestre. Dividindo os 12 mil milhões de hag disponíveis pela população global, chega-se ao resultado de 1,8 hag biologicamente produtivos por pessoa no planeta (WWF, 2012; GFN, 2012c).

Estes 1,8 hag constituem a parcela de Terra (*earthshare*) a que cada pessoa justamente tem direito. Este cálculo é efetuado considerando que cada indivíduo possui igual direito à terra. Assim, por cada pessoa cuja PE excede a sua parcela em, por hipótese, um fator de três (como os Norte Americanos), três outras pessoas teriam que se contentar com apenas 1/3 da parcela para que existisse sustentabilidade (Wackernagel e Rees, 1996; Rapport e Ullsten, 2006; Barrett e Scott, 2001).

---

do país específico considerado, o segundo dividendo pode gerar ganhos de emprego, ganhos de investimento e/ou uma economia mais eficiente (Heady *et al.*, 2000).



### 3.3. PEGADA ECOLÓGICA E PEGADA DE CARBONO – CONCEITOS

Uma questão fundamental é saber qual é a área total dos vários tipos de ecossistemas terrestres necessária para sustentar de forma contínua todas as atividades sociais e económicas desenvolvidas pelas populações (Wackernagel e Rees, 1996; European Communities, 2006).

Foi tendo por base esta questão que nasceu o conceito de “Pegada Ecológica”. Criada por William Rees e Mathis Wackernagel nos anos 1990 (GFN, 2010), a PE é definida como “a área de terra (e água) que seria necessária para manter uma determinada população humana e o *standard* material indefinidamente” (Wackernagel e Rees, 1996; Nourry, 2008).

Esta definição de PE tem vindo a ser refinada ao longo dos anos. Uma definição mais atual é a que estabelece a PE como uma medida da quantidade de terra biologicamente produtiva e área de água que um indivíduo, cidade, país ou região, usa para produzir os recursos que consome e para absorver os desperdícios que gera, usando a tecnologia prevalecente e os esquemas de gestão de recursos. Esta área de terra e água pode localizar-se em qualquer parte do mundo (WWF, 2005; Kitzes e Wackernagel, 2009; GFN, 2012c; GFN, 2010).

Assim, a PE mede as necessidades de terra por pessoa (ou população), em vez da população por unidade de terra. Esta simples inversão é muito mais instrutiva do que o conceito de capacidade de suporte tradicional na caracterização do dilema da sustentabilidade (Wackernagel e Rees, 1996; Kratena, 2008).

A PE mede o total de hectares globais necessários para sustentar uma população, sem considerar que esses hectares estejam dentro ou fora dos limites territoriais dessa população. Isso é feito considerando o consumo líquido, ou seja, subtraindo os hectares utilizados para exportação daqueles usados para importação e produção interna (GFN, 2010; Pereira, 2008).

Tal como a biocapacidade, também a PE é medida em hag. A finalidade de se utilizar os hag na PE é permitir a comparação entre as duas partes que compõem o cálculo, a Pegada e a biocapacidade, dos diferentes países. O método utiliza também os dois fatores para converter cada uma das áreas biologicamente produtivas dos países, de ha em hag: o fator de equivalência e o fator de produtividade (WWF, 2010; Kitzes e

Wackernagel, 2009; GFN, 2010; Wackernagel *et al.*, 2004; Nourry, 2008; Parris e Kates, 2003).

Para o cálculo, foram escolhidas várias categorias de espaços (agrícola, pastagem, oceano, floresta, e superfície construída) e de necessidades de consumo (energia, alimentação, habitação, bens de consumo, transporte, etc.), bem como um valor fixo para os impactos na biodiversidade, que garanta a reposição dos serviços ambientais prestados pelos ecossistemas e a proteção de todos os tipos de ecossistemas e espécies. São excluídas áreas como desertos, glaciares e o mar aberto (Kitzes e Wackernagel, 2009).

Cada categoria de consumo – mais ou menos desagregada – é convertida numa área de terreno/espço (em princípio, de uma das categorias apresentadas) por meio de fatores calculados para o efeito. É ainda necessário ter em conta as importações e exportações desse mesmo produto ou de produtos que o utilizem (Quercus, s.d.).

Para cada *item* de consumo, a energia e os recursos incorporados referem-se à quantidade total de energia e matéria que são usados durante o ciclo de vida daquele bem para a sua manufatura, transporte e alienação. “Intensidade de energia” refere-se à energia incorporada por unidade de bem ou serviço. De forma similar, podemos falar de “PE incorporada” de uma mercadoria como a sua contribuição para a PE do consumidor (Wackernagel e Rees, 1996).

Frequentemente fala-se num conceito intimamente relacionado com o de PE que é o de “Pegada de Carbono” (PC). Esta é calculada estimando o montante de sequestro natural que seria necessário para manter uma concentração de CO<sub>2</sub> constante na atmosfera. Constitui portanto, a procura de biocapacidade necessária para sequestrar (através da fotossíntese) as emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da combustão de combustíveis fósseis (WWF, 2010; WWF, 2012).

Muitas organizações usam este conceito de PC para se referirem à quantidade de CO<sub>2</sub> emitida como consequência de uma atividade, processo ou produto. Esta é medida em toneladas de CO<sub>2</sub>e e constitui uma parte da PE. Numa análise completa da PE, a informação relativa às emissões de CO<sub>2</sub> é convertida em área (em ha) necessária para absorver essas emissões (Monfreda *et al.*, 2004). Tem sido sugerido por alguns autores que a PC é importante na medida em que apresenta a magnitude das emissões num

contexto significativo, sendo mais fácil de visualizar e compreender (Kitzes e Wackernagel, 2009; Browne *et al.*, 2012; Galli *et al.*, 2012b; Wiedmann *et al.*, 2009).

Tentar incluir todos os *items* de consumo, tipos de resíduos e funções do ecossistema na estimativa tornaria a informação intratável e geraria problemas de processamento de dados (Wackernagel e Rees, 1996). Assim, o cálculo da PE (usando o método *Global Agro-Ecological Zones*<sup>7</sup> (GAEZ)) usa uma simplificação que se baseia em seis considerações (WWF, 2004; GFN, 2010):

1. É possível monitorizar as quantidades anuais dos recursos consumidos e desperdícios gerados pela população.
2. A maioria dos fluxos (recursos e desperdícios) pode ser medida em termos da área necessária para manter estes fluxos.
3. As diferentes zonas, em ha reais, podem expressar-se em termos de áreas padronizadas com produtividade média.
4. As áreas servem somente um propósito.
5. As áreas equivalentes à procura humana (Pegada) e à oferta da natureza (biocapacidade) podem ser diretamente comparadas.
6. A área de procura pode exceder a área oferecida.

A PE pode ser comparada com a área ocupada pela população para revelar até que ponto a capacidade de suporte local foi excedida e a população é dependente do comércio. A PE *per capita* pode também ser comparada com a parcela de Terra individual (Wackernagel e Rees, 1996).

As PE de indivíduos e economias variam com o rendimento, os preços, os valores sociais e pessoais, o comportamento de consumo e a sofisticação tecnológica (energia e conteúdo dos bens e serviços). Por isso, existe grande variação entre a dimensão da Pegada tanto entre países como indivíduos. A PE de uma cidade será proporcional à população e ao consumo *per capita*. As estimativas realizadas mostram que nas cidades industriais a área em causa é superior à área física que a cidade ocupa. Cidades e países inteiros sobrevivem com bens e serviços ecológicos apropriados de fluxos naturais ou adquiridos através de trocas comerciais com todo o mundo (Wackernagel e Rees, 1996,

---

<sup>7</sup> O método GAEZ será apresentado no Capítulo 3.5.5.

Larsen e Hertwich, 2010; Mattila, 2012; Galli *et al.*, 2012a; Rapport e Ullsten, 2006; Hanley *et al.*, 1999).

No período entre 1961 e 2005, verificou-se que os países com elevado rendimento apresentaram um crescimento substancial na PE *per capita* média que passou de 3,62 para 6,39 hag, com menor crescimento populacional. Os países com baixo rendimento experimentaram uma redução de 23% na PE *per capita* média de 1,24 hag em 1961 para 1,01 hag em 2005 (Galli *et al.*, 2012a).

O facto de alguns países terem uma PE *per capita* muito maior do que outros demonstra desigualdade na utilização de recursos. Muitos métodos são utilizados na medição do grau de desigualdade na distribuição de um indicador. Uma das ferramentas mais comuns, utilizada pelos economistas para medir a distribuição do rendimento, é o coeficiente de Gini, que se pode descrever com recurso à curva de Lorenz<sup>8</sup>. White (2007) aplicou a curva de Lorenz e o coeficiente de Gini<sup>9</sup> ao estudo dos dados da PE de 140 países, referentes ao ano de 2003. A Figura 1 mostra a curva de Lorenz obtida para cada componente da PE e a Tabela 1 apresenta os coeficientes de Gini estimados (White, 2007).

Relativamente à Pegada total, as Pegadas de floresta e de energia apresentam maior desigualdade. Por outro lado, as Pegadas de área construída e de alimentação aparentam ter uma distribuição mais equitativa (White, 2007).

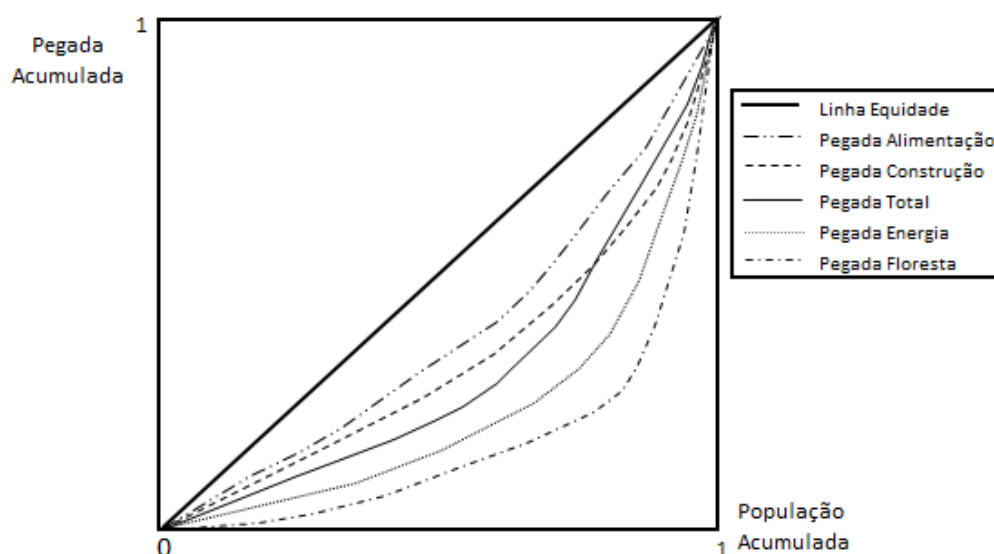
O autor refere que enquanto que o uso de energia gera aproximadamente 54% da PE total, é responsável por mais de 65% da desigualdade na distribuição da Pegada. Em sentido contrário encontramos o consumo alimentar que contribui em cerca de 34% para a PE mas representa apenas 27% na desigualdade. A grande conclusão é que a redução do uso de energia pelos países que são utilizadores intensivos irá gerar não só maior sustentabilidade mas também uma mais justa distribuição da PE (White, 2007).

---

<sup>8</sup> A curva de Lorenz constitui uma representação gráfica da percentagem acumulada da população total (no eixo horizontal) face à percentagem acumulada do rendimento total (no eixo vertical), estando a população ordenada do menor para o maior rendimento. Assim, se idealmente todos os indivíduos auferissem exatamente o mesmo volume de rendimento, teríamos uma curva de Lorenz coincidente com a bissetriz do gráfico (a chamada “linha de perfeita equidade”). Quanto mais afastada está a curva de Lorenz da linha de perfeita equidade maior é a desigualdade na distribuição do rendimento (White, 2007).

<sup>9</sup> O coeficiente de Gini calcula-se pela expressão  $\frac{A}{A+B}$ , sendo A a área entre a linha de perfeita equidade e a curva de Lorenz e B a área abaixo da curva de Lorenz. Este coeficiente varia entre zero e um, com “zero” a representar a perfeita equidade e “um” a desigualdade.

**Figura 1 – Curva de Lorenz para a PE e os seus componentes, 2003**



[Fonte: Adaptado de White, 2007]

**Tabela 1 – Coeficientes de Gini para a distribuição global da PE e seus componentes, 2003**

Componente	Coeficiente de Gini
Energia	0,553
Alimentação	0,272
Floresta	0,663
Construção	0,390
<b>Total</b>	<b>0,446</b>

[Fonte: Adaptado de White, 2007]

Embora as PE calculadas para regiões e países industriais sejam bastante grandes, são também bastante subestimadas. As estimativas presentes deveriam ser aumentadas por um “fator de sustentabilidade” significativo para ter em conta os pressupostos simplificadores utilizados no seu cálculo. De facto, no cálculo tradicional da PE normalmente não são contabilizados os serviços prestados pela biodiversidade, a perda de biocapacidade resultante da emissão de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, para além do CO<sub>2</sub>, ou a sobre-exploração ecológica e os seus impactes na biodiversidade. Dado que a contabilização dos impactes das atividades do Homem sobre a biodiversidade é de uma enorme complexidade e muito controversa, considera-se que a porção mínima de área necessária para a manutenção dos serviços vitais prestados pelos ecossistemas deve ser contabilizada no cálculo da PE de um país através da subtração de 12% à área bioprodutiva desse mesmo país. Considera-se que esta é a parcela de

biosfera destinada à proteção dos milhões de espécies que habitam o nosso planeta (Wackernagel e Rees, 1996; Quercus, s.d.; Wackernagel *et al.*, 2002 *in* Costa, 2008).

A utilização da área de terra produtiva como uma unidade de medida torna a análise da PE consistente com as leis da física, especialmente as leis da termodinâmica. A terra ou área do ecossistema é uma unidade de contabilização apropriada para a economia humana porque reflete a quantidade e qualidade de energia e matéria disponíveis para a economia humana (Wackernagel e Rees, 1996).

### 3.4. SALDO ECOLÓGICO

O saldo ecológico calcula-se da seguinte forma (expressão (1)):

$$(1) \quad \text{Saldo Ecológico} = \text{Biocapacidade} - \text{Pegada}$$

Esta medida pode servir como um indicador da sustentabilidade do país. Um saldo positivo significa um excesso ou reserva ecológica. Quando a Pegada é menor do que a biocapacidade, o país possui uma reserva ecológica e pode ser considerado sustentável. Um saldo negativo constitui um *deficit* ecológico e ocorre quando a PE de uma população (país ou região) excede a capacidade biológica do espaço disponível para essa população (Monfreda *et al.*, 2004; GFN, 2012b, European Communities, 2006; Lawn, 2006).

A comparação entre a PE (procura) e o espaço terrestre disponível numa dada área (oferta/biocapacidade) ilustra a dependência de uma população relativamente aos bens e serviços produzidos com base nos ecossistemas exteriores à sua área de residência. Assim, o *deficit* é atingido pela importação de recursos de outras zonas. Mas, obviamente que, nem todos os países podem ser importadores de biocapacidade (Hanley *et al.*, 1999).

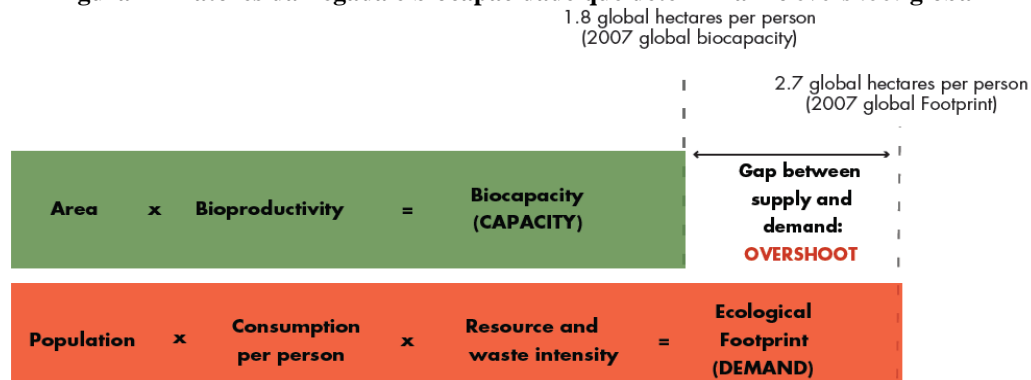
O *overshoot* local ocorre quando um ecossistema local é explorado mais rapidamente do que se consegue regenerar a si próprio. Por outro lado, o *deficit ecológico* refere-se à diferença entre a PE de uma população e a sua Biocapacidade disponível (Wackernagel *et al.*, 2004).

“*Overshoot*” global ocorre quando a procura de natureza pela humanidade supera a oferta de biosfera, enquanto capacidade regenerativa. Ao nível global, *deficit* ecológico

e *overshoot* são o mesmo, dado que não existe importação líquida de recursos no planeta (Wackernagel *et al.*, 2004).

A Figura 2 representa os fatores que determinam o *overshoot* global.

**Figura 2 – Fatores da Pegada e biocapacidade que determinam o *overshoot* global**



[Fonte: GFN, 2010]

### 3.5. MÉTODO DE CÁLCULO DA PEGADA ECOLÓGICA

#### 3.5.1. TIPOS DE ÁREA

A contabilização da PE assenta em componentes individuais, como seis tipos de terra e centenas de categorias de produtos (Kitzes e Wackernagel, 2009; Wackernagel e Rees, 1996; White, 2007). Em seguida são detalhados os diferentes tipos de terra considerados no cálculo.

##### Área de Cultivo

Constitui a superfície arável em que o Homem desenvolve atividades agrícolas, retirando produtos alimentares como frutas, vegetais, café, azeite e outros produtos não alimentares como os cereais para alimento de animais, algodão, etc. São considerados para este efeito 70 produtos principais e 15 secundários (Costa, 2008; Quercus, s.d.; Monfreda *et al.*, 2004; GFN, 2010).

Segundo Monfreda *et al.* (2004), estas áreas são consideradas as mais produtivas do mundo, por serem as maiores produtoras de biomassa vegetal (Monfreda *et al.*, 2004). Em 2007 existiam 1,6 mil milhões de hectares de área de cultivo (GFN, 2010).

##### Área de Pastagem

Consideram-se áreas de pastagem as que se destinam à criação de gado para produção de carne, couro, lã e leite.

Segundo Monfreda *et al.* (2004), essas áreas são menos produtivas (Monfreda *et al.*, 2004). No ano de 2007, existiam cerca de 3,4 mil milhões de hectares de pastagem permanente (GFN, 2010).

### **Área de Floresta**

Superfície ocupada pelas florestas, de onde advêm produtos derivados da madeira utilizados na produção de bens, e também combustíveis como a lenha (Quercus, s.d.; White, 2007). A forma de calcular a PE passa pela conversão do consumo de produtos florestais em área de floresta necessária para produzir esses mesmos produtos (GFN, 2010; Costa, 2008).

Dados da *Food and Agriculture Organization* (FAO) de 2007 revelam que há 3,9 mil milhões de hectares de floresta no mundo (FAO, 2007 *in* GFN, 2010).

### **Área Construída**

Área ocupada por todos os edifícios e outras infraestruturas relacionadas com habitação, transporte, produção industrial e hidroelétrica. Assume-se que esta área substitui as áreas aráveis, uma vez que as infraestruturas humanas estão geralmente localizadas nas áreas mais férteis de um país (Costa, 2008; Pereira, 2008; GFN, 2010). Parte da área dos estabelecimentos é pavimentada e outras áreas mantêm-se bioprodutivas, como jardins ou parques.

Estima-se que a área de construção representava cerca de 167 milhões de hectares em 2007 (GFN, 2010).

### **Área de Pesca**

Superfície marinha biologicamente produtiva aproveitada pelo Homem para obter pescado e marisco. Inclui todo o peixe marinho e de água doce, crustáceos e cefalópodes, assim como produtos alimentares marinhos (Quercus, s.d.; Costa, 2008).

Segundo Wackernagel e Rees (1996), somente 8% do espaço total dos oceanos (36,3 mil milhões de hectares) se concentra ao longo das costas dos continentes no mundo e fornece cerca de 95% da pesca comercial (Wackernagel e Rees, 1996).

Os cálculos da Pegada de zonas de pesca incluem oito categorias de peixes e animais aquáticos e uma categoria de plantas aquáticas. Estas nove categorias contêm 42 grupos de espécies (Monfreda *et al.*, 2004; Pereira, 2008).



Cálculos de 2007 estimam a área de pesca em 2,4 mil milhões de hectares (GFN, 2010).

### **Área de Energia Fóssil**

Esta área corresponde a um tipo de área de floresta hipotética que representa a área que deveria ser reservada para absorção do CO<sub>2</sub> libertado pelo consumo *per capita* de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural) assumindo como objetivo a estabilidade atmosférica. Representa usualmente a maior fatia da PE (Costa, 2008; Wackernagel e Rees, 1996; Malghan, 2011).

Segundo Monfreda *et al.* (2004), por cada tonelada de carbono emitida são necessários 1,05 hectares de floresta para a sua absorção (Monfreda *et al.*, 2004).

O “rácio de sequestro de carbono” é a área de terra necessária para sequestrar a quantidade de CO<sub>2</sub> libertada pela produção de 1 GJ de energia (Wackernagel e Rees, 1996). O “rácio de intensidade energética” ou “*embodied energy*” representa a quantidade de energia necessária para produzir e transportar 1 kg de material e varia com o material (Camill, 2002). Estes dois conceitos são importantes para compreender a noção de área de energia fóssil.

O componente “terra de energia” da PE pode ser obtido de várias maneiras. Wackernagel e Rees (1996), usaram três abordagens para converter o consumo de energia fóssil numa área de terra correspondente. Cada uma é baseada numa análise racional diferente, mas todas produzem aproximadamente o mesmo resultado – o consumo de 80 a 100 GJ de combustível fóssil por ano corresponde ao uso de 1 hectare de terra ecologicamente produtiva (Wackernagel e Rees, 1996; WWF, 2010):

**1º método** – calcula as necessidades de terra para produzir um substituto do combustível fóssil líquido que seja produzido biologicamente na atualidade. O etanol é um desses potenciais portadores de energia renovável que é tecnicamente e qualitativamente equivalente a um combustível fóssil. Assim, a área de terra correspondente ao consumo de combustível fóssil pode ser representada como a terra produtiva necessária para produzir a quantidade equivalente de etanol (Wackernagel e Rees, 1996).

**2º método** – estima a quantidade de terra necessária para remover o CO<sub>2</sub> emitido pela queima de combustíveis fósseis. Esta abordagem exige que se calcule a quantidade de terra necessária para assimilar o CO<sub>2</sub> fóssil que estamos a injetar para a atmosfera.

Este é o método privilegiado por Wackernagel e Rees e pela maioria dos autores nos seus cálculos da PE (Wackernagel e Rees, 1996).

**3º método** – estima a área de terra requerida para reconstruir capital natural ao mesmo ritmo a que a energia fóssil está a ser consumida. Esta terceira abordagem baseia-se num argumento lançado pelo economista do Banco Mundial Salah El Serafy. Esta abordagem – substituir o que é consumido – trata diretamente o critério de *stocks* de capital constantes para a sustentabilidade, que reconhece que a equidade entre gerações é um pré-requisito para a sustentabilidade (Wackernagel e Rees, 1996).

A Pegada do uso de combustíveis fósseis é o componente que mais contribui para a PE e o que mais tem crescido nos últimos anos.

A produção atual de energia nuclear em muitos países justifica a necessidade de avaliar o papel do consumo deste recurso no capital natural (Pereira, 2008). Por outro lado, o consumo de energia nuclear é diferente de outras categorias da Pegada, pois produz resíduos sobre os quais a biosfera tem uma capacidade assimilativa quase nula (WWF, 2005). O método assume, então, que a Pegada da energia nuclear é a Pegada equivalente da eletricidade produzida pelos combustíveis fósseis (WWF, 2006).

Quanto às fontes de energia renovável, estas fornecem produtividades muito superiores, ou seja PE menores do que os combustíveis fósseis. E, fontes como a fotovoltaicas, eólica e coletores solares de água quente não necessitam das próprias de qualquer uso direto de terra ecologicamente produtiva. No entanto, algumas destas energias não são consideradas devido à dificuldade de mensuração (Wackernagel e Rees, 1996).

### **3.5.2. MATRIZ DO USO DA TERRA**

Uma vez definidas as principais categorias de consumo e de uso da terra, a relação entre cada categoria de consumo e as suas necessidades de terra tem que ser estabelecida. Os dados são então reunidos numa matriz idêntica à representada na Tabela 2 que liga o consumo (linhas) com os usos de terra (colunas) (Wackernagel e Rees, 1996; Carballo *et al.*, 2008).

As linhas estão divididas nas 5 categorias de consumo: alimentação, habitação, transporte, bens de consumo e miscelânea de serviços. Os dados para cada categoria

refletem não só o espaço diretamente ocupado pelo item individual de consumo mas também a terra necessária para a sua produção e manutenção. No fundo, trata-se de uma análise ao ciclo de vida das implicações do consumo sobre a terra.

**Tabela 2 – Matriz de superfícies apropriadas por categoria de consumo (ha/per capita)**

	Cultivo	Pasto	Floresta	Superfície Construída	Energia	Mar	Total
Alimentação							
Habitação							
Transporte							
Bens de Consumo							
Serviços							
Total							PE TOTAL

[Fonte: Adaptado de Wackernagel e Rees, 1996]

### 3.5.3. HECTARES GLOBAIS

Como já foi referido no Capítulo 3.3, a métrica usada para o cálculo da PE é o hectare global.

Um hectare global é igual a um hectare com produtividade igual à produtividade média dos 12 mil milhões de hectares bioproductivos da Terra (WWF, 2012).

Os hectares para cada tipo de área bioproductiva são convertidos em hectares globais medindo-se o seu peso productivo em relação à média mundial. Esta conversão é determinada utilizando fatores de equivalência (que captam a diferença de produtividade entre os diferentes tipos de categorias de uso do solo) e fatores de produtividade (que captam a diferença entre a produtividade média global e local numa dada categoria de uso do solo) (GFN, 2010; GFN, 2012c).

Ao utilizar hectares globais, o método divide a Pegada global mundial entre todos os países, proporcionalmente ao seu consumo (Wackernagel *et al.*, 2004).

### 3.5.4. FATORES DE PRODUTIVIDADE

A produtividade dos recursos, em geral, pode definir-se como a eficácia com que se emprega a energia e os materiais na economia. Uma maneira de a medir é dividindo o PIB de um país pelo uso de energia (em toneladas equivalentes de petróleo) ou pelo uso total de materiais (toneladas). Também se pode usar a operação inversa, ou seja, dividir o uso de energia pela atividade económica (intensidade energética da economia) (Doménech, 2009).

Os “fatores de produtividade/rendimento” descrevem até que ponto uma área bioprodutiva num determinado país é mais (ou menos) produtiva que a média global mundial da área bioprodutiva do mesmo tipo, conforme a expressão (2). Mais especificamente, o fator de produtividade é a razão entre a área de um país utilizada para a produção de todos os bens numa dada categoria calculada com as produtividades nacionais, e a área que seria necessária para produzir os mesmos bens com os fatores de produtividade médios mundiais (Costa, 2008; Monfreda *et al.*, 2004; Pereira, 2008; GFN, 2010; GFN, 2012c; European Communities, 2006; Borucke *et al.*, 2013).

$$(2) \quad YF = \frac{\text{Produtividade de uma Área Bioprodutiva do País}}{\text{Produtividade Global do mesmo tipo de Área}}$$

Cada país tem o seu grupo de fatores de produtividade para cada tipo de área bioprodutiva e todos os anos são calculados novos fatores (GFN, 2010; GFN, 2012c).

Alguns exemplos de fatores de produtividade para o ano de 2008 estão indicados na Tabela 3.

**Tabela 3 – Exemplo de Fatores de Produtividade em 2008**

	<b>Cultivo</b>	<b>Pastagem</b>	<b>Floresta</b>	<b>Pesca Oceânica</b>
Média Mundial	1,0	1,0	1,0	1,0
Congo	0,4	2,9	1,1	6,2
EUA	1,1	0,7	1,2	1,3
Itália	1,6	1,9	1,7	0,8

[Fonte: GFN, 2012b]

De acordo com estes dados, 1 ha de pasto no Congo produz em média quatro vezes mais carne do que 1 ha de pasto nos EUA.

Segundo Monfreda *et al.* (2004), os fatores de produtividade refletem não só a produtividade inerente dos recursos renováveis mas também a tecnologia e as práticas de gestão utilizadas no país (Monfreda *et al.*, 2004; GFN, 2010).

### **3.5.5. FATORES DE EQUIVALÊNCIA**

O “fator de equivalência” (EQF) representa a média mundial do potencial de produtividade de uma dada área bioprodutiva relativamente à média mundial do potencial de produtividade de todas as áreas bioprodutivas (Wackernagel *et al.*, 2004; Borucke *et al.*, 2013), conforme a expressão (3):

$$(3) \quad EQF = \frac{\text{Produtividade Potencial Média Global de uma Área Bioprodutiva}}{\text{Produtividade Potencial Média Global de todas as Áreas Bioprodutivas}}$$

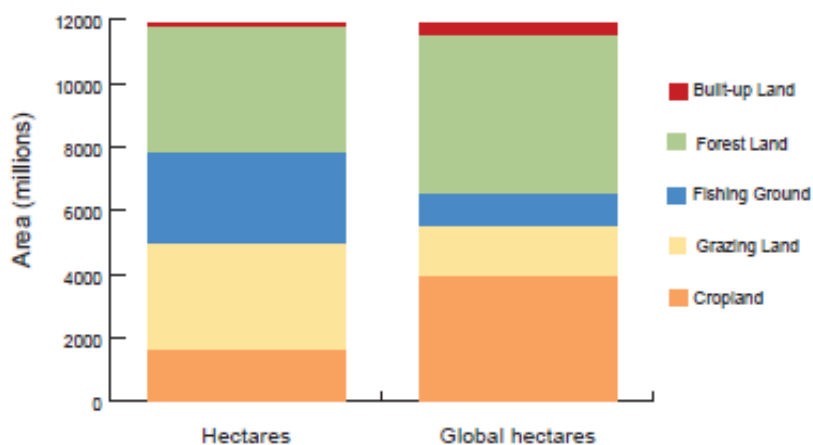
Logo, 1 ha de área altamente produtiva é igual a mais hectares globais do que 1 ha de área menos produtiva. Por exemplo, um espaço de cultivo é mais produtivo que um espaço de pasto, logo tem um fator de equivalência maior que o do pasto (WWF, 2005; Costa, 2008; GFN, 2010; GFN, 2012c; European Communities, 2006; Borucke *et al.*, 2013).

A Figura 3 mostra a diferença entre a área de cada tipo de terra expressa em hectares reais e em hectares globais (GFN, 2010).

De forma geral, os fatores de equivalência definem a quantidade de hectares globais contidos numa categoria de uso de terra ou espaço pesqueiro. Funcionam como um elemento redistributivo dos hectares reais no seu equivalente de hectares globais (Pereira, 2008).

Os fatores de equivalência para o ano de 2008 estão indicados na Tabela 4.

**Figura 3 – Total de hectares e hectares globais por categoria de área, 2007**



[Fonte: GFN, 2010]

Os fatores de equivalência são derivados do índice de conveniência do modelo GAEZ. O GAEZ é um modelo espacial de potenciais de produtividade agrícola que mapeia o potencial de produção agrícola de diversas variedades de cultivo com dados sobre tipo de solo, declive, estações do ano, precipitação, etc. O modelo assinala índices de conveniência ou medidas de produtividade potencial para cada tipo de área, que constituem a aptidão dessas terras para produzir cultivos. Assim, o fator de equivalência é a razão entre o índice de conveniência específico do uso da terra pela média dos índices de conveniência (Pereira, 2008).

**Tabela 4 – Fatores de Equivalência em 2008**

<b>Tipo de Área</b>	<b>EQF (hag/ha)</b>
Cultivo	2,51 <sup>10</sup>
Pastagem	0,46
Floresta	1,26
Marinha	0,37
Construída	2,51

[Fonte: GFN, 2012b]

Muitas vezes assume-se que o fator de equivalência da área construída é igual ao do cultivo uma vez que, em geral, as áreas urbanas são construídas nas terras ou perto das terras de cultivo mais produtivas. O valor do fator de equivalência referente às áreas de pesca é estimado como sendo a sua capacidade de fornecer proteína animal às áreas de pastagem (GFN, 2010; Pereira, 2008; Vačkář, 2012).

Os fatores de equivalência são idênticos para todos os países num dado ano (GFN, 2010; Pereira, 2008).

### **3.5.6. CÁLCULO DA PE – ETAPAS**

O cálculo da PE tem várias etapas que são discriminadas em seguida.

**1ª Etapa:** Como a PE pode ser aplicada a várias escalas (individual, família, região, nação, mundo), a primeira tarefa é definir a população ou economia cuja PE queremos estimar (Wackernagel e Rees, 1996).

**2ª Etapa:** Definir os bens que serão considerados nos cálculos. Como não é possível determinar necessidades de terra para a produção, manutenção e eliminação de cada um dos milhares de bens de consumo, os cálculos são restringidos a algumas categorias principais e *items* individuais. Para simplificar a recolha de dados, geralmente adotam-se as classificações de dados das estatísticas oficiais e agrupa-se o consumo nas cinco categorias principais já referidas e que conduzem à construção da matriz do uso da terra. Para análises mais refinadas, estas categorias podem ser subdivididas como se necessitar (Wackernagel e Rees, 1996; Carballo *et al.*, 2008).

---

<sup>10</sup> EQF<sub>cultivo\_2008</sub> = 2,51: significa que 1 ha efetivo de área de cultivo equivale a 2,51 hag, ou seja, a produtividade média mundial da terra de cultivo é superior em mais do dobro à produtividade média de todas as terras combinadas.

**3ª Etapa:** Compilar estatísticas anualizadas das cinco categorias principais de consumo e produção de resíduos, conforme a expressão (4) (Wackernagel e Rees, 1996; GFN, 2010):

$$(4) \text{ Consumo (corrigido do comércio externo)}^{11} = \text{Produção Doméstica} + \text{Importação} - \text{Exportação}$$

**4ª Etapa:** Dividir os totais dos *items* nessas categorias pela população total para determinar níveis médios (consumo *per capita*) (Wackernagel e Rees, 1996):

$$(5) \quad c = \frac{\text{consumo}}{\text{população}}$$

**5ª Etapa:** Estima-se a área *per capita* necessária à produção de cada indicador ( $aa_i$ ), dividindo a média anual de consumo ( $c$  em t/capita) de cada produto consumido ‘ $i$ ’ pela média da sua produtividade ( $p$  em t/ha), tal como se apresenta na expressão (6). Cada uma destas áreas é considerada equivalente a um tipo de área biologicamente produtiva (Ferreira *et al.*, 2008; Kitzes e Wackernagel, 2009; Costa, 2008):

$$(6) \quad aa_i = \frac{c_i}{p_i}$$

**6ª Etapa:** O número de hectares resultante deste cálculo é convertido em hag usando os fatores de produtividade e de equivalência (Kitzes e Wackernagel, 2009).

**7ª Etapa:** Obtemos a PE total do cidadão médio ( $pe$ ) – PE *per capita* – através da soma de todas as áreas dos ecossistemas apropriadas ( $aa_i$ ) por todos os *items* comprados ( $n$ ) na sua cesta de compras anual de bens e serviços de consumo, tal como se apresenta na expressão (7) (Wackernagel e Rees, 1996; Kitzes e Wackernagel, 2009):

$$(7) \quad pe = \sum_{i=1}^n aa_i$$

Esta área representa a parcela produtiva do planeta necessária para sustentar um único indivíduo (Wackernagel e Rees, 1996).

**8ª Etapa:** Finalmente obtemos a PE da população ( $PE_P$ ) em estudo, multiplicando a Pegada média *per capita* pela dimensão da população ( $N$ ), como é apresentado na expressão (8) (Wackernagel e Rees, 1996; Kitzes e Wackernagel, 2009):

$$(8) \quad PE_P = N \times pe$$

---

<sup>11</sup> Se o país A exporta 1 tonelada de carne de carneiro para o país B, as Pegadas de alimentação, pastagem e energia necessárias para gerar essa tonelada de carne são deduzidas do país A e acrescentadas ao país B para determinar o seu consumo (Pereira, 2008).

Na Figura I.1 do Anexo I é apresentado um resumo do método de cálculo da biocapacidade e da PE.

### **3.6. MÉTODOS DE CÁLCULO DA PEGADA ECOLÓGICA – APRESENTAÇÃO DOS MAIS RELEVANTES**

Apesar da definição de PE ser universal, há diversas formas de a calcular. Os métodos de cálculo variam de país para país e de instituição para instituição.

A metodologia de cálculo desenvolvida por Wackernagel e Rees nos anos 90 sofreu grandes mudanças nos últimos tempos, dando origem a duas abordagens principais (DEFRA, 2005).

Apesar das diferenças ao nível metodológico, ambas as abordagens têm como objetivo o cálculo do consumo de recursos naturais, baseando-se nos mesmos princípios e conceitos (Wackernagel *et al*, 2002 *in* Costa, 2008).

#### **3.6.1. ABORDAGEM DO COMPONENTE**

A abordagem do componente (*component approach*), foi desenvolvida pela consultora inglesa *Best Foot Forward* e apelidada de *EcoIndex*<sup>TM</sup>. Trata-se de uma metodologia *bottom-up* que recolhe dados locais para medir os consumos de populações sub-regionais (DEFRA, 2005; Lewan e Simmons, 2001). O enfoque por componentes é indicado para análises locais, regionais e de organizações (Pereira, 2008; Browne *et al.*, 2012; Barrett e Scott, 2001).

O nome “componente” deriva da característica inerente à metodologia que evidencia a contribuição individual de diferentes atividades (ou componentes) para a PE total. As atividades adotadas por esta abordagem são: consumo direto de energia, uso de transporte pessoal/coletivo, consumo de alimentos e bebidas, consumo de água, consumo de bens/produção de resíduos e infraestruturas e edifícios de alojamento (DEFRA, 2005).

A abordagem do componente também passa por parte dos passos indicados, em seguida, na abordagem do composto, sendo o primeiro a recolha de dados. Na abordagem do componente este passo é mais intensivo, já que utiliza dados analíticos de análises de ciclos de vida e fluxos de materiais e energia (Costa, 2008).



### 3.6.2. ABORDAGEM DO COMPOSTO

A abordagem do composto (*compound approach*), foi desenvolvida pelos autores do conceito de PE (Wackernagel e Rees). Esta metodologia parte de dados de fontes internacionais para efetuar os cálculos, tratando-se portanto de um modelo *top-down* (DEFRA, 2005; Carballo *et al.*, 2008; Lewan e Simmons, 2001; Browne *et al.*, 2012).

O indicador parte do pressuposto de que tanto o consumo de recursos como a produção de resíduos podem ser convertidos na superfície produtiva necessária para manter estes níveis de consumo. Posteriormente, a PE é comparada com a superfície disponível, assumindo que as populações com uma Pegada superior à superfície de que dispõem são insustentáveis. O método implica a utilização de estatísticas de consumo e população com a finalidade de estimar o consumo anual *per capita*. A PE é obtida pela comparação entre o consumo *per capita* dos habitantes da área geográfica estudada e a média da produtividade anual da superfície dos bens consumidos (Carballo *et al.*, 2008).

Esta abordagem, tem como principal fim a comparação entre a PE dos diferentes países. Assim, é tipicamente apresentada num relatório, o qual evidencia os resultados para as várias nações. A primeira edição deste relatório foi publicada em 1997, e tinha como nome *Footprint of Nations*, e embora continue a ser publicado sob este título, evoluiu para *National Footprint Accounts* (NFA), que faz parte do relatório anual *Living Planet Report* (LPR) da WWF (Wackernagel *et al.*, 2002 in Costa, 2008).

Ao longo do tempo, Wackernagel e outros autores introduziram melhorias neste método. Estas melhorias referem-se a questões como a introdução de fatores de equivalência para incluir na análise a diferença na biocapacidade entre as diferentes categorias de superfície; fatores de produtividade, que têm em conta as diferenças entre a biocapacidade local e global; ou a incorporação de um espaço para as outras espécies (Carballo *et al.*, 2008).

Com base na mais recente versão de cálculo desta metodologia, os passos a seguir são (DEFRA, 2005; Carballo *et al.*, 2008):

1. Recolha dos dados de produção e de trocas internacionais (importações e exportações) de bases de dados oficiais. As organizações às quais esta metodologia recorre incluem, por exemplo a FAO, *Environmental European Agency* (EEA) e as organizações estatísticas dos diferentes países.

2. Ajustar os dados contabilizados no consumo de bens e serviços (ou seja, consumo = produção + importação - exportação). A importância deste segundo passo, prende-se com o objetivo da abordagem de calcular os impactes ambientais provocado pelo consumo de recursos e não os impactes causados pela produção. Assim, baseia-se fortemente nos dados de importação e exportação, pois desta forma torna possível o cálculo do consumo doméstico.
3. Recolha dos dados de produtividade biológica, que são utilizados para a conversão dos dados de consumo em áreas de terra e mar. No caso desta abordagem, os fatores de equivalência para as diferentes áreas derivam do índice GAEZ.
4. As áreas de terra e mar são ajustadas para comparação e finalmente agregadas para formar a PE.

Como visto anteriormente, os resultados destes quatro passos dão origem à PE do país em termos de seis tipos diferentes de áreas: cultivo, pasto, floresta, construção, pesca e energia (DEFRA, 2005).

### **3.6.3. ANÁLISE COMPARATIVA DAS DUAS ABORDAGENS: COMPONENTE VERSUS COMPOSTO**

Embora apresentem os mesmos princípios mas tenham abordagens metodológicas diferentes, é necessário ter em conta que uma não substitui a outra. Pelo contrário, as duas metodologias complementam-se.

A abordagem do componente destina-se ao cálculo da PE para sub-regiões, e a abordagem do composto à contabilização para países. Cada metodologia tem as suas vantagens e desvantagens como apresentado na Tabela 5. As principais diferenças metodológicas são representadas em termos de precisão e características das áreas a medir.

**Tabela 5 – Vantagens e desvantagens das abordagens do Componente e do Composto**

	<b>Abordagem do Componente</b>	<b>Abordagem do Composto</b>
<b>Vantagens</b>	<p>Resultados apresentados de acordo com categorias politicamente relevantes, por exemplo, energia, transportes, etc.</p> <p>A abordagem pode ser utilizada para analisar áreas sub-nacionais e outras organizações.</p>	<p>Dados mais completos e geralmente retirados de fontes internacionais reconhecidas.</p> <p>Facilmente repetido numa base anual.</p> <p>Resultados comparáveis entre países.</p>
<b>Desvantagens</b>	<p>Os dados de consumo podem-se perder porque resultam de muitas fontes.</p> <p>Outros dados podem derivar de fontes não estandardizadas, tornando as comparações difíceis.</p> <p>Pode ser difícil repetir os resultados devido à variação da metodologia e da disponibilidade de dados.</p>	<p>Falta de precisão dos dados afeta a confiança nos resultados</p> <p>Os resultados para além da análise comparativa não são usados diretamente para fins políticos</p>

[Fonte: Adaptado de DEFRA, 2005]

#### **3.6.4. OUTROS MÉTODOS**

Recentemente foram criadas novas metodologias que abordam a problemática do cálculo da PE de forma diferente. Estas novas versões têm como principal objetivo responder às críticas colocadas aos métodos anteriores no que diz respeito aos problemas relacionados com o uso da PE como ferramenta de apoio à política (Costa, 2008).

Foi criada uma metodologia padrão, iniciada pelo Projeto Europeu de Indicadores Comuns, a qual recomenda o desenvolvimento segundo os seguintes critérios (Tarzia, 2003 *in* Costa, 2008):

- Deve ser compatível com as NFA;
- Deve ser desagregada em componentes politicamente relevantes;
- Os dados utilizados devem ser aqueles que estão disponíveis em toda a Europa;
- O modelo deve ser interativo de forma a facilitar um cenário de desenvolvimento.

Algumas destas novas metodologias são as que se referem em seguida:

- **Tabelas de *Input e Output***

Constitui uma técnica macroeconómica assente em dados de transações monetárias entre setores (Costa, 2008; Carballo *et al.*, 2008).

Esta ferramenta traduz os resultados das NFA para setores económicos, categorias de procura final, áreas sub-nacionais ou grupos socioeconómicos, utilizando uma análise de *input-output* para estabelecer um laço com dados nacionais detalhados. É baseada em tabelas de recursos e empregos para um dado ano cuja principal finalidade é a produção final de uma tabela de *inputs-outputs* que retrata uma economia, com todas as suas entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) em termos monetários (Costa, 2008; Carballo *et al.*, 2008; Wiedmann *et al.*, 2006).

- **Método SGA**

A designação SGA significa *Sub-national Geographical Areas*. Tal como o nome indica, esta ferramenta é desenvolvida para áreas geográficas sub-nacionais com base nos critérios indicados e com o objetivo de dar resposta a diferentes críticas. Tem como ponto de partida a PE do Reino Unido, calculada pela abordagem do composto que se encontra agregada em: alimentação, habitação, mobilidade e bens e serviços (Costa, 2008; Ambiente Italia Research Institute, 2003; Lewan e Simmons, 2001).

- **Abordagem SEI**

A metodologia do *Stockholm Environmental Institute* (SEI) apoiou-se nos resultados das diferentes abordagens e concluiu que a categoria que tinha mais peso na PE era a área destinada à energia. Logo, na sua abordagem focou-se fortemente no consumo de energia, principalmente a energia incorporada nos materiais importados (Costa, 2008; Lewan e Simmons, 2001).

### **3.7. CÁLCULO DA PE DOS PAÍSES: *NATIONAL FOOTPRINT ACCOUNTS***

O acesso aos recursos fornecidos pelos ecossistemas torna-se cada vez mais crítico para o sucesso da economia nos próximos anos. Deste modo, a contabilização dos recursos é essencial para os países ou cidades poderem tomar decisões (GFN, 2010).

Com o crescente reconhecimento do valor da PE e a sua adoção por cada vez mais governos e empresas, tornou-se clara a importância do desenvolvimento desta ferramenta. Para responder a esta necessidade, em 2003, surgiu a *Global Footprint*

*Network* (GFN). A GFN calcula a PE e a biocapacidade de mais de 230 países, territórios, e regiões desde 1961. Para esse efeito são utilizadas bases de dados de organizações como *UN FAOSTAT*, *UN Comtrade*, e *OECD International Energy Agency*. Os resultados são apresentados anualmente nas NFA e são sujeitos a melhorias contínuas sob o acompanhamento do *National Accounts Review Committee* (GFN, 2010; GFN, 2012b; Borucke *et al.*, 2013).

As NFA calculam a PE associada ao consumo total de cada país através da soma da Pegada das suas importações e produção, e subtração da Pegada das suas exportações (WWF, 2010; GFN, 2012b).<sup>12</sup>

Nos cálculos das NFA são considerados os mesmos seis tipos principais de uso da terra, já referidos (GFN, 2010; GFN, 2012b). A fórmula de cálculo utilizada é a constante da expressão (9),

$$(9) \quad PE = \frac{P}{YN} \times YF \times EQF$$

onde P é o montante de um produto ou resíduo gerado, YN é a produtividade média nacional de P, YF é o fator de produtividade e EQF é o fator de equivalência, para o país e tipo de utilização de terra em questão (GFN, 2010).

A biocapacidade é medida calculando o montante de terra biologicamente produtiva e área de mar disponíveis para fornecer os recursos consumidos por uma população e absorver os seus resíduos, dada a tecnologia e práticas de gestão atuais (GFN, 2010; GFN, 2012b). A biocapacidade de um país, para um dado tipo de terra, é calculada de acordo com a expressão (10).

$$(10) \quad BC = A \times YF \times EQF$$

onde BC é a biocapacidade, A é a terra disponível para um dado tipo de uso de terra, YF é o fator de produtividade e EQF é o fator de equivalência, para o país e tipo de utilização de terra em questão (GFN, 2010).

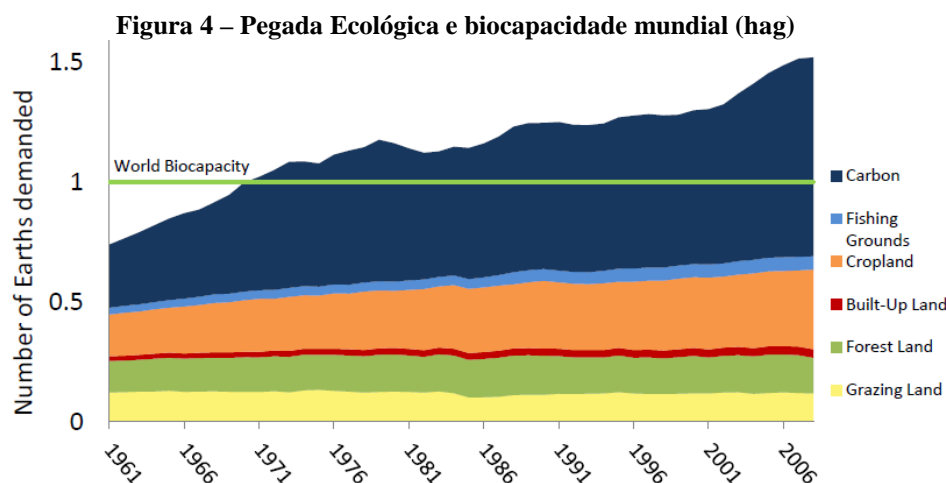
Dados das NFA para 2008, estimam que a biocapacidade total da Terra é de 12 mil milhões hag (ou 1,8 hag por pessoa) mas a PE da humanidade já atingiu 18,2 mil milhões hag (ou 2,7 hag por pessoa). Isto significa que, o número de planetas

---

<sup>12</sup> Desta forma, por exemplo, os recursos usados e emissões relacionadas com a produção de um carro fabricado no Japão mas vendido e utilizado na Índia irão contribuir para a Pegada de consumo da Índia e não do Japão (WWF, 2010).

necessários para sustentar a humanidade aumentou para 1,52 planetas, o que constitui um acréscimo de 2,5 vezes da procura de recursos desde 1961 (GFN, 2012c; Best Foot Forward, 2011). A Figura 4 revela o crescimento da PE no período 1961-2008.

O crescimento exponencial da população, apesar de constituir apenas um dos fatores determinantes da PE de um país, desempenha um papel extraordinariamente relevante na PE total da humanidade (GFN, 2010).



A PE está relacionada com a qualidade de vida. Os países desenvolvidos são os que apresentam melhor qualidade de vida e ao mesmo tempo, são os que impõem maior pressão sobre o meio ambiente (Pereira, 2008).<sup>13</sup> No Anexo I, a Tabela I.1 e as Figuras I.2 a I.4 permitem observar a diferença entre a biocapacidade e a PE dos vários países, assim como a “distância” entre os países de rendimento mais alto e mais baixo.

Segundo Wackernagel e Rees, é crucial compreender que o estilo de vida atual dos países industrializados não pode ser estendido de forma segura a todos na Terra. Esta conclusão constitui um grande choque mas não pode ser ignorada sob pena de uma catástrofe ambiental (Wackernagel e Rees, 1996).

Estas considerações desafiam os modelos convencionais de desenvolvimento económico tal como são promovidos pelo Banco Mundial, o Fundo Monetário

<sup>13</sup> PE pequenas não implicam necessariamente uma baixa qualidade de vida. Kerala, um estado do sul da Índia, apresentava nos anos 90 um rendimento *per capita* de cerca de 1 dólar por dia. No entanto, a esperança de vida, a mortalidade infantil e as taxas de literacia eram semelhantes às dos países industrializados. A população gozava de bons cuidados de saúde e sistemas educativos, uma vibrante democracia e estabilidade populacional. Aparentemente, o excepcional *standard* de vida deste povo devia-se mais ao capital social acumulado do que ao capital manufaturado (Wackernagel e Rees, 1996).

Internacional e a Organização Mundial do Comércio, com base no argumento de que simplesmente não há capital biofísico suficiente para sustentar os atuais mitos de desenvolvimento (Wackernagel e Rees, 1996).

### **3.8. UTILIDADE E PONTOS FORTES DA PEGADA ECOLÓGICA**

Ainda não existe consenso na comunidade científica mundial acerca de um método de avaliação da sustentabilidade dos países. Num estudo comparativo de indicadores de sustentabilidade, Siche *et al.* (2007) concluíram que a PE é um dos melhores indicadores para explicar a realidade ecológica de um sistema nacional (Siche *et al.*, 2007 *in* Pereira, 2008).

Os resultados básicos da PE são muito interessantes e úteis em análises comparativas. Por exemplo, podemos desejar comparar a PE de uma dada população com a área de terra realmente disponível da região dessa população, ou com a PE hipotética que pode resultar de alterações no estilo de vida dessa população (Wackernagel e Rees, 1996).

Apesar de ser um instrumento relativamente novo, a PE vem sendo promovida a indicador e a ferramenta de planeamento da sustentabilidade, permitindo a consciencialização, a alteração dos padrões de consumo e a tomada de ações pelo indivíduo e pela comunidade de modo a alcançar uma Humanidade que viva com os meios do planeta. Nesse sentido, alcançou já uma popularidade notável tanto dentro da comunidade científica como entre as instituições, governos e consumidores (Carballo *et al.*, 2008; Wackernagel e Rees, 1996; Ferreira *et al.*, 2008; Kitzes e Wackernagel, 2009; Neumayer, 2003; Malghan, 2011; Bagliania e Martini, 2012).

Um valor da PE global abaixo da biocapacidade global é uma condição necessária mas não suficiente para se atingir a sustentabilidade. Pelo contrário, uma PE global superior à biocapacidade global (exploração de recursos ou emissão de resíduos a um ritmo superior àquele a que o planeta consegue produzir ou absorver, respetivamente) assegura a insustentabilidade (Kitzes *et al.*, 2009; Kitzes e Wackernagel, 2009; Moffatt, 2000; GFN, 2010; Wackernagel *et al.*, 2006).

Na literatura, são apontadas como algumas das principais forças da PE as seguintes:

1. Em primeiro lugar, tem a virtude da simplicidade. Por mais completa que uma teoria ou modelo se proponha ser, não consegue incluir todos os aspetos da

- realidade. Por definição, qualquer modelo é necessariamente uma abstração e uma interpretação de uma realidade mais complexa (Wackernagel e Rees, 1996).
2. Segundo, como qualquer outra boa teoria, a PE encontra o equilíbrio entre a complexidade e a simplicidade. Algumas funções dos ecossistemas como a biodiversidade e a estabilidade climática são de difícil tratamento analítico (Wackernagel e Rees, 1996; Browne *et al.*, 2012; Mostafa, 2010).
  3. Na opinião de alguns autores, a PE é adequada para medir a sustentabilidade forte e considera a complementaridade entre capital manufaturado e natural (Dietz e Neumayer, 2007; Neumayer, 2003; Carballo *et al.*, 2008).
  4. A PE é consistente com as leis da termodinâmica (Carballo *et al.*, 2008).
  5. Este método permite estimar o saldo ecológico, verificando se existe um *deficit* ou uma reserva ecológica (Browne *et al.*, 2012; Wackernagel *et al.*, 2004).
  6. Este indicador permite uma comparação entre os impactos ambientais das várias nações (Mostafa, 2010).
  7. A PE pode ser aplicada a diversos níveis: nacional, local e global (White, 2007).
  8. Em seguida, a PE possui a capacidade de agregar numa única medida as pressões ambientais exercidas nos ecossistemas (Bagliania e Martini, 2012; Gondran, 2012; Wackernagel *et al.*, 2004; Fiala, 2008; White, 2007).
  9. Na medida em que o indicador estabelece diferentes categorias de superfície e bens de consumo, permite identificar procuras de produtividade de diferentes áreas e, portanto, pôr em marcha medidas de acordo com as necessidades de cada uma destas áreas (Carballo *et al.*, 2008).
  10. A PE comunica com clareza e simplicidade a natureza e magnitude da relação biofísica entre a humanidade e a ecossfera, permitindo alertar a opinião pública para esta temática (Carballo *et al.*, 2008; Moffatt, 2000; Siche *et al.*, 2007 *in* Pereira, 2008; Lenzen, *et al.*, 2007; GFN, 2010; Vačkář, 2012; Bagliania e Martini, 2012; Gondran, 2012; Browne *et al.*, 2012; White, 2007).
  11. Esta ferramenta ajuda a desenhar políticas para evitar ou reduzir a sobre-exploração do ambiente e monitorizar o progresso no sentido da sustentabilidade e da equidade a longo prazo. A sua análise recomenda que a carga humana se mantenha abaixo da capacidade de suporte da Terra e por isso é fundamental uma estratégia alternativa ao designado “*business as usual*” que perpetua o atual



estilo de vida destrutivo (Wackernagel e Rees, 1996; Quercus, s.d.; GFN, 2012c; GFN, 2010; Browne *et al.*, 2012; Galli *et al.*, 2012b).

12. A análise de uma série temporal da PE pode revelar se a população em estudo se está a aproximar ou afastar do *overshoot* ecológico (Wackernagel *et al.*, 2004).
13. A análise da PE identifica questões críticas como a vantagem ou desvantagem da existência de comércio entre os países e fornece uma base empírica que ajuda a responder a estas questões. No entanto esta ferramenta não é normativa, apenas contabiliza a procura de recursos ambientais (Wackernagel *et al.*, 2004).
14. A Pegada pode ser usada para facilitar a implementação de um regime de comércio gerido de modo a evitar maior esgotamento do capital natural renovável. O estabelecimento de uma série de contas regionais ecológicas (físicas) pode auxiliar os países a calcular as suas verdadeiras cargas ecológicas e a monitorizar os seus equilíbrios comerciais ecológicos (Wackernagel e Rees, 1996; Browne *et al.*, 2012).
15. Os dados nacionais usados no seu cálculo estão disponíveis, nomeadamente os relativos à agricultura, produção industrial e comércio (Browne *et al.*, 2012).

### **3.9. CRÍTICAS E PONTOS FRACOS DA PEGADA ECOLÓGICA**

O rápido crescimento da popularidade da PE e a sua influência motivou várias análises aos seus pressupostos e método de cálculo, originando diversas críticas.

Estas estão relacionadas com os pressupostos simplificadores, com a visão antropocêntrica, falta de rigor na demonstração dos impactes do consumo, não alocação correta das responsabilidades e falta de utilidade para os decisores políticos (Wiedmann *et al.*, 2006).

Especificando, algumas das fraquezas apontadas à PE são as seguintes:

1. Em primeiro lugar, o resultado agregado da PE usado isoladamente pode criar uma visão demasiado simplista de sistemas complexos e dar a impressão de que melhorias numa área compensam a degradação de outras (Kitzes e Wackernagel, 2009; Browne *et al.*, 2012).
2. A PE revela pouco acerca das dimensões sociopolítica ou económica da sustentabilidade (Browne *et al.*, 2012; WWF, 2010; Moffatt, 2000; Kitzes e Wackernagel, 2009).

3. A Pegada constitui mais uma medida do *overshoot* insustentável do que da sustentabilidade ecológica. Para este último propósito necessita de ser complementada com outros indicadores (Wackernagel *et al.*, 2004; Fiala, 2008; Nourry, 2008).
4. A PE só valoriza a terra que tem valor humano. Esta ferramenta é inerentemente baseada nas necessidades humanas, logo só os espaços com potencial para produzir biomassa utilizável são considerados. As áreas excluídas do cálculo incluem desertos, oceanos e recursos do subsolo. Estas suposições têm dois impactes: a subestimação do potencial de biocapacidade da Terra e a omissão dos impactes humanos causados nestas áreas “não-produtivas” mas que desempenham funções essenciais ao planeta (Pereira, 2008; Costa, 2008; Moffatt, 2000; Browne *et al.*, 2012; Hopton e White, 2012).
5. Este indicador efetua um tratamento das diferentes áreas como exclusivas, sem ter em conta as possibilidades multi-funcionais de uma área (Costa, 2008; Browne *et al.*, 2012).
6. A PE não faz distinção entre uso sustentável e uso insustentável da terra. A terra degradada pode não voltar a ser usada ou ser usada com um nível de eficiência muito mais baixo. A destruição da terra e a necessidade de transferência para outras terras constitui um problema de sustentabilidade. Se a população utiliza a terra de forma ineficiente mas sem a destruir, o sistema pode ser sustentável. Assim, uma Pegada grande pode ser mais sustentável do que uma pequena, dependendo da forma como a terra é utilizada (Fiala, 2008; GFN, 2010; Browne *et al.*, 2012).
7. As metodologias só consideram o uso dos recursos renováveis. Os recursos não renováveis só são tidos em conta no impacte por eles produzido na capacidade de bioprodução e na PC (GFN, 2010; Bagliania e Martini, 2012; Hanley *et al.*, 1999).
8. Esta ferramenta só tem em conta o uso direto do solo e as emissões de CO<sub>2</sub>, omitindo um grande espetro de pressões e impactes causados ao ambiente (Costa, 2008; Browne *et al.*, 2012).
9. A PE considera o princípio de que é fácil medir os fluxos de resíduos e convertê-los em área produtiva, o que se revela complexo na prática (Costa, 2008).

10. Nem todos os aspetos da atividade económica podem ser integrados no cálculo devido à impossibilidade de os converter em unidades físicas (Nourry, 2008).
11. A PE representa uma medida de *stock*, sem considerar os fluxos de entrada e de saída de uma área (Moffatt, 2000).
12. Os cálculos da PE são estáticos. Permitem apenas tirar uma “fotografia” da relação entre a economia e a terra num determinado momento no tempo (Wackernagel e Rees, 1996; Kitzes *et al.*, 2009).
13. Devido ao comércio internacional, a PE de uma população ou de um indivíduo está distribuída por todo o planeta; é contabilizada no país onde os bens são consumidos sem especificar os países produtores desses bens (Costa, 2008).
14. O cálculo do *deficit* ecológico através da comparação entre a Pegada e a biocapacidade implica o desejo de “autarcia ecológica”, de modo a que cada país utilize apenas os recursos naturais que possui localmente à sua disposição (Ayers, 2000 *in* White, 2007; van den Bergh e Verbruggen, 1999 *in* White, 2007).
15. Existe um problema de comparação entre a PE e a área física real de uma região. Da perspetiva histórica e administrativa, as fronteiras são irrelevantes. Em vez de medir a sustentabilidade de uma área, a Pegada de um país ou região mede as desigualdades de recursos (Fiala, 2008).
16. A PE ignora o papel das mudanças tecnológicas. Se estas fossem tidas em conta poderiam diminuir o valor da PE (Costa, 2008; Fiala, 2008).
17. A questão da bioprodutividade e a métrica da PE podem fornecer um sinal enganador aos decisores políticos. Há numerosos exemplos de situações em que aumentos dos fatores de produtividade afetam a biocapacidade de um país. Os sistemas intensivos têm em média as maiores produtividades, que têm consequências potencialmente negativas se este método for usado como orientador das políticas económicas relativamente à capacidade bioprodutiva ou biodiversidade. Este aumento de biocapacidade ocorre à custa de danos induzidos na biodiversidade e saúde dos ecossistemas que não são medidos pela PE. Assim, estes efeitos indesejados são uma consequência indireta da definição de bioprodutividade em *hag* da PE (Lenzen *et al.*, 2007).

18. Surgem dois problemas quando se tenta aplicar a PE na decisão política de governos e autoridades ao nível local ou regional: a) quanto menor a área e população em análise, maior a dificuldade em obter dados corretos sobre o consumo; b) a utilização de diferentes métodos e dados torna difícil a comparabilidade de resultados (Wiedmann *et al.*, 2006).
19. A PE apresenta falta de relevância política, uma vez que é usada meramente para descrever a procura humana de recursos naturais (Wiedmann *et al.*, 2006; Moffatt, 2000; Browne *et al.*, 2012; Nourry, 2008; White, 2007).
20. A área de energia corresponde a uma área teórica de floresta que seria necessária para sequestrar o excesso de carbono que é adicionado à atmosfera através das atividades humanas. Este ponto é um dos mais polémicos porque diz respeito, em muitos dos casos, à maior porção de área. Uma das questões colocadas e discutidas é o facto de se considerar o sequestro de CO<sub>2</sub> a medida mais apropriada para o cálculo da área de energia (Costa, 2008; Pereira, 2008; Browne *et al.*, 2012; Neumayer, 2003; Wackernagel *et al.*, 2006; White, 2007).
21. A PE dos países mais ricos é dominada pela componente de energia devido à quantidade de terra necessária para sequestrar os GEE. Embora seja necessária uma redução dos GEE, não é de todo claro quais desses gases devem ser reduzidos ou eliminados (Fiala, 2008).

Assim, esta medida tem que ser vista com as devidas precauções.

Apesar dos pontos negativos, a PE ocupa já um lugar de destaque em vários relatórios de grupos ambientais (WWF, *Greenpeace*) e de setores governamentais que visam estabelecer metas para uma economia sustentável. O método faz parte da agenda de vários governos nacionais como os do Canadá, Inglaterra, Bélgica, Japão, País de Gales e Alemanha, e vem sendo crescentemente utilizado por empresas privadas (Pereira, 2008).

## **4. PEGADA ECOLÓGICA CORPORATIVA**

### **4.1. INTRODUÇÃO**

Devido aos desenvolvimentos ocorridos na legislação ambiental, à pressão dos consumidores e à própria consciencialização dos gestores, as empresas estão cada vez mais preocupadas com as questões ambientais. As organizações têm vindo a compreender que a sustentabilidade constitui uma forma de diferenciação, que é crucial para aumentar a produtividade e a competitividade (Carballo *et al.*, 2008; Doménech, 2009).

Se, a curto prazo, as empresas não forem capazes de compensar todas as suas emissões diretas e indiretas de CO<sub>2</sub>, invertendo em capital natural, a sua sobrevivência poderá ver-se muito comprometida. Desta forma, faz sentido avaliar quanta biosfera é necessária para que uma empresa mantenha a sua atividade de negócio sem que para tal provoque impactes ecológicos insustentáveis (Doménech, 2009).

O desenvolvimento de ferramentas que permitam analisar a performance ambiental das organizações é essencial para as auxiliar a caminhar no sentido de alcançar um desenvolvimento sustentável global (Carballo *et al.*, 2008; Doménech, 2009).

Para além disso, os governos não podem alcançar o desenvolvimento sustentável de forma isolada. Necessitam do apoio das organizações e do público em geral (Barrett e Scott, 2001).

### **4.2. DEFINIÇÃO E OBJETIVO**

A Pegada Ecológica Corporativa (PEO) tem como principal objetivo determinar a superfície necessária para manter os consumos e a produção de resíduos da organização estudada. Permite avaliar o impacto da atividade na natureza, assim como quantificar e prever o efeito de possíveis medidas adotadas para melhorar a ecoeficiência produtiva (Carballo *et al.*, 2008; Moncho *et al.*, 2008; Quercus, s.d.; Barrett e Scott, 2001).

A PEO permite às empresas estabelecer objetivos claros e concretos de sustentabilidade ambiental, constituindo um método de apoio à decisão e de seguimento da eficácia das políticas implementadas (Doménech, 2006; Branco, 2012; Gondran, 2012; Barrett e Scott, 2001).

Desde que Barret e Scott (2001) propuseram a aplicação da PE às empresas, têm sido efetuadas diversas aplicações desta ferramenta como um indicador de sustentabilidade corporativa (Barrett e Scott, 2001 *in* Gondran, 2012; Wiedmann *et al.*, 2009). Esta primeira aplicação utilizou a abordagem do componente, tendo por base um estudo de caso da cidade de Liverpool, sendo a sua utilidade para as organizações demonstrada com recurso a dados presentes em relatórios ambientais de diversas empresas (Barrett e Scott, 2001).

Poderia questionar-se o sentido de se utilizar um indicador expresso em hectares de superfície produtiva, aparentemente mais apropriado para países ou regiões. No entanto, os diferentes tipos de superfície utilizados na PE proporcionam também informação relevante às empresas, expressando numa unidade comum a influência de questões como o consumo de energia, os resíduos gerados, etc. (Carballo *et al.*, 2008).

A PE é perfeitamente aplicável à empresa ou qualquer tipo de organização, uma vez que estas também são consumidoras de bens e serviços (ver Figura II.1 do Anexo II). Qualquer produto que chega ao consumidor final atravessou toda uma cadeia de valor desde a extração das matérias-primas até ao produto acabado. Em cada um dos passos da cadeia vai-se acrescentando algo mais de PE até chegar ao consumidor final (Doménech, 2006).

Se uma determinada empresa da cadeia opta pela sustentabilidade, poderá e deverá adquirir produtos sem Pegada ou com pouca Pegada (produtos “verdes” ou certificados) e, por sua vez, deverá implantar processos produtivos que não acrescentem nova Pegada a esse produto adquirido (utilizando, por exemplo, biocombustíveis, comprando energia “verde” ou energias alternativas). Se esta prática se estender por toda a cadeia produzir-se-á um “efeito dominó” (ver Figura II.2 do Anexo II), de modo que todos os fornecedores serão progressivamente mais sustentáveis (Doménech, 2006).

Desta forma, a empresa como possuidora da Pegada dos produtos que adquire e como geradora de nova Pegada pode aplicar com total propriedade o conceito de PE como indicador de sustentabilidade (Doménech, 2006).

Claro que, para calcular a Pegada total da cadeia de valor, não podemos somar as PE de todas as empresas que a compõe, uma vez que ocorreria dupla contabilidade, mas sim considerar a Pegada acumulada no último elo da cadeia (Doménech, 2006).

Assim, sabendo que o titular de um produto é o titular provisório da sua Pegada total acumulada, definimos PEO como o impacte ambiental (em hectares) de qualquer organização (Doménech, 2006), provocado pela:

- a) compra de todo o tipo de produtos e serviços claramente refletida nas suas contas;
- b) venda de produtos provenientes da produção primária de alimentos e outros recursos florestais ou bióticos (ou seja, frutas, legumes ou carnes que entram pela primeira vez na cadeia de mercado);
- c) ocupação de espaço;
- d) criação de resíduos claramente refletidos na sua memória ambiental.

Ao aplicar a análise da PE a uma organização, é necessário definir de forma clara as atividades individuais a incluir dentro das fronteiras da organização (Kitzes e Wackernagel, 2009).

Tal como sucede com a Pegada na sua versão tradicional, não existe uma única forma de calcular a PEO. Wackernagel e Rees não propuseram nenhuma metodologia específica para as organizações, pelo que não existe uma Pegada de referência (Carballo *et al.*, 2008).

Há pelo menos três tendências de cálculo da PEO: a) uma aproximação ao método dos componentes; b) a metodologia *input-output* e c) o “método composto das contas financeiras” (MC3<sup>14</sup>) desenvolvido por Doménech (Carballo *et al.*, 2008).

Em Portugal, a Quercus em parceria com a Sage Portugal, desenvolveu uma ferramenta que avalia áreas como a mobilidade, os resíduos, a água, o uso do solo e a energia e deixa-nos também sugestões sobre como reduzir a PEO (Greensavers, 2012).

## **4.3. O MÉTODO COMPOSTO DAS CONTAS FINANCEIRAS**

### **4.3.1. INTRODUÇÃO**

Doménech foi pioneiro no cálculo da PEO, aplicando, em 2004, a metodologia MC3 que ele próprio desenvolveu à *Autoridade Portuária de Gijón (APG)* (Doménech *et al.*, 2009).<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> A abreviatura MC3 provém do nome *Método Compuesto* e do facto das *Cuentas Contables* (contas financeiras) serem constituídas por três contas principais: ativo, passivo e capital próprio (Branco, 2012).

O método MC3 parte do conceito de Pegada que Wackernagel *et al.* (2000) desenvolveram para a Pegada das famílias. Os dados de consumo obtêm-se essencialmente da contabilidade da empresa, motivo pelo qual se pode aplicar a qualquer organismo e a qualquer escala, o que elimina qualquer arbitrariedade e facilita a comparação “inter-empresas”. Este método oferece a possibilidade de expressar a Pegada tanto em área de solo como em toneladas de CO<sub>2</sub> (Wackernagel *et al.*, 2000 *in* Doménech *et al.*, 2009; Carballo e Negro, 2008; Doménech, 2006; Carballo *et al.*, 2008; Carballo e Doménech, 2010).

No MC3 a Pegada de cada produto está implícita nesse produto e a informação flui entre cada elo da cadeia automaticamente (cada produto recolhe a Pegada acumulada em todo o seu ciclo de vida anterior). A responsabilidade da organização termina quando o produto fabricado sai da mesma e não se inclui no seu inventário de emissões o uso que um terceiro faça do mesmo (Doménech *et al.*, 2010b).

Depois de uma década de desenvolvimento e muitos estudos e publicações, surge a versão 2 do MC3. Esta nova versão apresenta claras vantagens, relativamente a outras metodologias baseadas no ciclo de vida de processos ou de organizações, e inclui consideráveis melhorias relativamente à versão anterior. A nova versão calcula a Pegada de Carbono das Organizações (PCO) e, só depois, através de fatores de absorção, calcula a PEO (Doménech *et al.*, 2010b).

A ferramenta MC3 assenta na orientação e princípios relevantes da abordagem *Life Cycle Assessment* como a ISO 14040:2006 e a ISO 14044:2006. Também no que diz respeito aos GEE, cumpre os requisitos da ISO 1464-1:2006, das publicações do IPCC e do Protocolo GEE. Além disso, no ano de 2010, o método MC3 foi validado pelo Observatório de Sustentabilidade de Espanha como método aplicável no âmbito do Compromisso Voluntário de Redução de Emissões, enquadrado no Plano de Medidas Urgentes da Estratégia Espanhola de Alterações Climáticas e Energias Limpas, aprovado pelo Governo Espanhol a 20 de julho de 2007. Tudo isto contribui para tornar este método mais credível, mais reconhecido e essencial na busca da sustentabilidade (Carballo *et al.*, 2011 *in* Branco, 2012; Branco, 2012).

---

<sup>15</sup> Em 2006 foi criado um grupo de trabalho entre a APG e as Universidades de Valência, Oviedo, Cantábria, Santiago de Compostela e Cádiz para a melhoria da metodologia de cálculo (Moncho *et al.*, 2008; Doménech *et al.*, 2009; Carballo *et al.*, 2008; Carballo e Doménech, 2010).



Os *standards* da versão 2.0 da metodologia, que incluem os pressupostos, fontes e formas de cálculo encontram-se no Capítulo seguinte.

#### **4.3.2. STANDARDS MC3 2010<sup>16</sup>**

##### **MC3-0: Alcance e enfoque.**

1. Alcance da organização: no MC3 o alcance será sempre o conjunto da organização e nunca excederá esses limites.
2. Enfoque organizacional: deverá existir total consistência entre a Pegada da organização e a Pegada dos produtos. O enfoque será *top-down*: primeiro calcula-se a Pegada da organização e depois afeta-se à Pegada dos produtos que saem do sistema (ver Figura III.1 no Anexo III).
3. Alcance operacional: cálculo de todas as fontes de emissão partindo da “melhor tecnologia disponível”.
4. Alcance funcional: no caso dos bens, a unidade funcional será sempre a tonelada de produto a fim de permitir a comparabilidade entre diferentes produtos. A PCO expressar-se-á sempre em termos absolutos (tCO<sub>2</sub>e) ou relativos (tCO<sub>2</sub>e/t produto). A PEO expressar-se-á em hectares globais (hag).
5. Obtenção de dados: a maior parte dos dados obtém-se preferencialmente das contas financeiras da organização ou do centro de trabalho.
6. A estrutura e as análises da PCO-PEO realizadas com o MC3 tentarão ser consistentes com os *standards* da PE da GFN (donde deriva o MC3), especialmente no emprego de hag, fatores de equivalência e fatores de produtividade, tipos de superfície utilizados ou conversão da PCO em PEO.

##### **MC3-1. Cálculo da Pegada dos combustíveis**

Os combustíveis mínimos incluídos como fontes de emissão no cálculo da Pegada dos combustíveis são os seguintes: carvão, madeira, biomassa (madeira ou não), gás natural, gasolina (95 e 98), gasóleo (A, B e C), fuelóleo, biodiesel e bioetanol. Para além destas fontes de emissão podem ainda ser adicionadas mais. Também se podem

---

<sup>16</sup> Fontes: Doménech *et al.*, 2010 e Branco, 2012

incluir fontes diretas de emissão de CO<sub>2</sub>, de CH<sub>4</sub> (metano), de N<sub>2</sub>O (óxido nitroso) e outros GEE incluídos no Protocolo de Quioto.

Os fatores de conversão utilizados são baseados nos dados do IPCC. Quando se conheçam fatores de emissão específicos da atividade, utilizam-se esses.

No caso da Pegada do ciclo de vida dos combustíveis, utilizam-se os fatores de conversão da *Joint Research Center (JRC)* da Comissão Europeia.

Todos os gases diferentes do CO<sub>2</sub> procedentes da combustão são contabilizados na secção de resíduos, descargas e emissões.

### **MC3-2: Cálculo da Pegada de eletricidade**

As tecnologias de produção elétrica mínimas incluídas como fontes de emissão são as seguintes: térmica de carvão-fuel, ciclo combinado, nuclear, hídrica, mini-hídrica, cogeração, eólica, fotovoltaica, solar térmica, biomassa e resíduos. Podem ainda ser adicionadas mais fontes de emissão, utilizando, numa primeira fase, as mesmas fontes de fatores de emissão usadas na metodologia.

O consumo elétrico total desagrega-se segundo o *mix* da companhia de eletricidade que fornece a empresa. Caso estes dados não sejam conhecidos, utiliza-se o *mix* elétrico nacional.

Para converter os kWh em joules, tem-se em conta o fator de eficiência ou rendimento da tecnologia utilizada.

O fator de emissão mais apropriado para converter o consumo energético em emissões de CO<sub>2</sub> é o divulgado pelas empresas de eletricidade. Caso não seja conhecido, deve ser utilizado o fator considerado pelo inventário nacional ou, por fim, o fator proposto por organismos ou *standards* internacionais.

As perdas de eletricidade, nas atividades de transporte e distribuição, apenas são contabilizadas quando são redes ou transformadores internos. Caso a empresa venda energia renovável produzida pela mesma, não se contabiliza como contra-Pegada.

### **MC3-3. Cálculo da Pegada dos materiais**

Incluem-se como fontes de emissão os materiais de fluxo (mercadorias), os materiais amortizáveis e não amortizáveis. Cada um destes inclui vários grupos de materiais, desde os menos intensivos em energia (matérias-primas, cimento, etc.) aos mais

intensivos (máquinas, veículos, etc.). Outros tipos de materiais como materiais de construção e obras públicas são também contabilizados nesta metodologia.

Os dados de consumo de materiais são obtidos, tal como para o resto das categorias de consumo, através das contas da organização. A empresa deve tentar obter unidades físicas (quilogramas ou toneladas) de todas as compras efetuadas aos seus fornecedores e tentar refletir este dado nas faturas emitidas.

A base de dados de intensidades energéticas dos materiais utilizada nesta metodologia provém da *Methodology Report v12 Draft*, promovida pelo WWF *One Planet Business*, elaborado por autores do SEI, do SERI (*Sustainable Europe Research Institute*) e do *Best Foot Forward*. As intensidades energéticas podem, no entanto, ser substituídas por dados mais específicos do sector em que se insere a empresa em causa.

Para calcular a Pegada de carbono a partir de giga joule consumidos e do fator de emissão do combustível predominante no ciclo de vida do material, é utilizado, por defeito, o gasóleo.

Caso a empresa produza materiais, a Pegada gerada pelo seu uso e pelo tratamento dos seus resíduos não é contabilizada na Pegada própria, já que sai fora do alcance da empresa.

#### **MC3-4. Cálculo da Pegada dos serviços**

Incluem-se como fontes de emissão os serviços de baixa mobilidade (hotelaria, formações externas, serviços interiores de limpeza, telefones, aluguer em centros comerciais, etc.), os serviços de alta mobilidade (serviços exteriores de limpeza, correio, gestor de resíduos, etc.), os serviços de transporte de pessoas (táxi, comboio, avião, camioneta, etc.) e de mercadorias (furgões, camiões, avião, etc.) e o uso de serviços públicos. Caso seja relevante, podem ser incluídos mais serviços.

A conversão de euros em unidades físicas (litros de gasóleo) realizar-se-á estimando a percentagem de combustível incluído na faturação.

Os dados de consumo dos serviços enumerados são obtidos através das contas da empresa.

Os fatores de conversão para a Pegada da mobilidade (passageiros ou mercadorias) são em giga joule por passageiro ou tonelada e quilómetro (permite-se a entrada de dados tanto em euros como tonelada-quilómetro ou passageiro-quilómetro).

### **MC3-5. Cálculo da Pegada agropecuária e pesqueira**

Incluem-se como fontes de emissão os alimentos e outros recursos agropecuários e pesqueiros adquiridos diretamente e os consumidos através de serviços de restauração, *catering*, etc. Também se inclui o vestuário natural e manufaturado.

Os dados de produtividade natural obtêm-se diretamente das bases de dados da FAO.

A Pegada dos produtos agrícolas e pecuários é compensada com contra-Pegada já que se assume que o espaço produtivo se transmite desde o produtor pela cadeia de fornecimento. A Pegada do peixe não se compensa uma vez que se assume que o peixe provém de zonas livres, não submetidas a planos de exploração verdadeiramente sustentáveis.

### **MC3-6. Cálculo da Pegada florestal**

Incluem-se como fontes de emissão três grupos de madeiras com diferentes níveis de intensidade energética (madeira pouco trabalhada, artigos fabricados de madeira e mobiliário), papel e produtos editoriais e produtos de cortiça e borracha.

Os dados de produtividade natural devem obter-se das bases de dados da FAO.

A Pegada florestal não é compensada com contra-Pegada, a não ser que os produtos adquiridos sejam certificados e sejam provenientes de explorações sustentáveis.

### **MC3-7. Cálculo da Pegada hídrica**

Incluem-se como fontes de emissão os consumos de água potável e não potável, desagregando o mais possível cada um deles (consumo, anti-incêndios, sistema de rega, etc.), com o objetivo de se efetuarem, numa fase posterior, ações corretivas independentes.

A Pegada hídrica inclui tanto a Pegada energética, baseada no consumo energético por metro cúbico, como a Pegada do uso do solo.

### **MC3-8. Cálculo da Pegada de ocupação do solo**

No cálculo da ocupação do solo, inclui-se a ocupação do espaço terrestre e aquático. A Pegada por ocupação de espaços bioprodutivos é zero quando os produtos obtidos são aproveitados por terceiros, caso contrário a Pegada é equivalente ao espaço ocupado (florestas, cultivos, pastos ou mar).

Quando o espaço ocupado é próprio, é contabilizado como contra-Pegada. É o espaço disponível (ou adquirido junto com os produtos e serviços) que permite compensar a Pegada. Quando se dispõe de um espaço bioproductivo que é explorado por terceiros, apenas se contabiliza a contra-Pegada. Um produto pode ser ecoetiquetado tanto com a sua Pegada como com a sua contra-Pegada. A contra-Pegada total contabilizada de uma organização pode ser utilizada como indicador do capital natural da mesma e da sua capacidade para acolher biodiversidade.

A PCO calculada com o MC3 é automaticamente convertida em PEO, e vice-versa. É o único indicador que se expressa de duas formas, em toneladas de CO<sub>2</sub> (PCO) e em hectares globais (PEO). A Pegada expressa em hectares (ha) é convertida em hectares globais (hag) através do fator de equivalência. Os fatores de equivalência atualizam-se, preferivelmente de forma anual, a partir dos dados disponibilizados pela GFN.

A Pegada e contra-Pegada dos espaços bioproductivos próprios, expressas em hag, multiplicam-se pelo fator de produtividade local. Caso os espaços não sejam próprios, ou seja, sejam adquiridos com os produtos ou serviços, assume-se que o fator de produtividade é 1 (fator de produtividade global mundial).

A conversão da PCO em PEO, e vice-versa, realiza-se a partir dos fatores de absorção. O fator de absorção das florestas obtém-se pelo IPCC e os restantes devem ser revistos continuamente (cultivos, pastos e mar).

### **MC3-9. Cálculo da Pegada dos resíduos**

Incluem-se como fontes de emissão os resíduos perigosos, não perigosos, descargas em redes de saneamento, descargas no mar e os GEE incluídos em Quioto.

Os fatores de emissão utilizados provêm de fontes reconhecidas como o IPCC para a combustão de carvão, biomassa, gás e gasóleo e a Comissão Europeia para o biodiesel e o bioetanol.

Os GEE diferentes do CO<sub>2</sub>, incluídos no Protocolo de Quioto, convertem-se em CO<sub>2</sub> equivalente através do Potencial de Aquecimento para um período de 100 anos.

### **MC3-10. Ajustes e resultados**

#### **MC3-10.1. A Pegada dos produtos**

Para o MC3, a Pegada dos produtos é a parte proporcional da Pegada da organização correspondente a esse produto. A Pegada da organização baseia-se numa abordagem

*bottom-up*, ou seja, calcula-se a partir dos elementos ou componentes “de entrada” que fazem parte dos consumos da mesma. A Pegada dos produtos (bens ou serviços) “de saída”, calculada com o MC3, baseia-se num enfoque *top-down*, dado que se obtém a partir da Pegada do conjunto da organização.

No caso de empresas multiproducto (de bens ou serviços), a Pegada da organização repartir-se-á entre os seus produtos, segundo os critérios de afetação que se determinem.

### **MC3-10.2. Ecoetiquetagem de produtos e organizações**

No MC3 ecoetiquetar-se-á todo o tipo de produto, o que facilita a transmissão da Pegada de uns fornecedores para os outros, de forma automática.

Propõe-se que a unidade da ecoetiqueta, com o MC3, seja as toneladas de CO<sub>2</sub> por tonelada de produto (tCO<sub>2</sub>/tproduto).

### **MC3-10.3. Indicadores de sustentabilidade e outras aplicações**

O MC3 pode ser utilizado como indicador integrado de sustentabilidade, o qual se expressará em termos relativos da seguinte forma:

- a) no seu aspeto ambiental com a quantidade de produto por tonelada de CO<sub>2</sub> (este indicador não existe nas organizações de serviços que não manejam produtos ou mercadorias);
- b) no seu aspeto económico, com a ecoeficiência ((*cash flow*+salários)/tCO<sub>2</sub>); e
- c) no seu aspeto social, por meio do número de empregos gerados por unidade de ecoeficiência.

### **4.3.3. FOLHA DE CÁLCULO – MC3 V.2.0.<sup>17</sup>**

Baseando-se na matriz de consumos e superfícies presente na folha de cálculo elaborada para o cálculo da Pegada das famílias, Doménech elabora uma matriz que regista os consumos das principais categorias de produtos que a empresa necessita (Doménech, 2006; Doménech *et al.*, 2009).

Os componentes da folha de cálculo<sup>18</sup> são apresentados na Tabela 6.

---

<sup>17</sup> O estudo de caso presente no Capítulo 5 foi realizado com base na folha de cálculo do MC3 V.2.0. A autora desta tese adotou a folha e os cálculos que a mesma disponibiliza através de fórmulas e instrumentos de cálculo que se admitiram como sendo corretos.

<sup>18</sup> Utilizada no estudo de caso no Capítulo 5.

As secções de consumos foram reorganizadas, em relação à versão 1, para facilitar a divisão em emissões “diretas”, “indiretas” e “outras indiretas”. Acrescentaram-se outras secções à folha de cálculo, como é o caso da Pegada hídrica e incluíram-se novas categorias de consumos em quase todas as secções.

A sua estrutura não difere no essencial da matriz de consumos-superfícies utilizada no cálculo da PE dos países. As linhas (Tabela 7) mostram a Pegada de cada categoria de produto enquanto as colunas (Tabela 6) incluem, entre outras coisas, as diferentes superfícies em que se divide a Pegada (Carballo *et al.*, 2008; Doménech *et al.*, 2009; Doménech *et al.*, 2010a).

As colunas da folha de cálculo dividem-se em cinco grupos distintos. A primeira coluna corresponde à descrição das diferentes categorias de recursos consumíveis, onde foram selecionados nove grandes grupos: emissões diretas, emissões indiretas, materiais, serviços e contratos, recursos agropecuários, recursos florestais, água, uso do solo e resíduos, descargas e emissões, conforme a Tabela 6.

O segundo grupo de colunas (colunas 2-6) indica os consumos anuais da empresa expressos em unidades específicas (kWh, m<sup>3</sup>, litro) (segunda coluna), em euros (terceira coluna), em toneladas (quarta coluna) e em giga joule (sexta coluna). Para se obter os dados em giga joule, é necessário conhecer a intensidade energética dos materiais (quinta coluna), que permite fazer a conversão de unidades físicas em energia.

O terceiro grupo de colunas (colunas 7 e 8), na PCO é referente aos fatores de emissão e na PEO é relativo aos fatores de conversão, que se subdividem em duas colunas: produtividade natural (t/ha/ano) e produtividade energética (GJ/ha/ano).

O quarto grupo é composto por seis colunas (9-14) mostrando a distribuição da Pegada pelas seis categorias de terra (energia fóssil, terra cultivável, pastos, floresta, terreno construído e mar) (Doménech *et al.*, 2009). No caso da PEO, todas estas superfícies, em hectares, são multiplicadas pelo respetivo fator de equivalência com o intuito de unificar os diferentes tipos de solo. No caso da PCO os tipos de ecossistema são expressos em toneladas de CO<sub>2</sub> e são multiplicadas pelo respetivo fator de emissão.

O último grupo (colunas 15 e 16), indica a PEO (terra ocupada) e a contra-Pegada, isto é, terra disponível. A contra-Pegada é um conceito, em parte, similar à capacidade de suporte de um país ou região. A PE assume que é positivo e sustentável que uma

região consiga satisfazer as suas necessidades com produtos produzidos no próprio território.

**Tabela 6 – Colunas da folha de cálculo do MC3 V.2.0**

Grupo da coluna	1º Grupo	2º Grupo					3º Grupo		4º Grupo						5º Grupo	
Composição da coluna	Categories e Subcategorias de Consumos	Consumo Anual					Fator Emissão / Fator Conversão		PCO por tipo de ecossistema, em tCO <sub>2</sub> / PEO por tipo de ecossistema, em ha						Pegada Total e contra-Pegada	
Unidades	---	litros; kWh; m <sup>3</sup> ; ha	euros	toneladas	GJ/t	GJ/ano	tCO <sub>2</sub> e/t comb.; t/ha/ano	tCO <sub>2</sub> /Gj; Gj/ha/ano	tCO <sub>2</sub> ; ha	tCO <sub>2</sub> ; ha	tCO <sub>2</sub> ; ha	tCO <sub>2</sub> ; ha	tCO <sub>2</sub> ; ha	tCO <sub>2</sub> ; ha	tCO <sub>2</sub> ; ha	tCO <sub>2</sub> ; ha
Nº da coluna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

[Fonte: Elaboração própria]

**Tabela 7 - Fontes de emissão incluídas no MC3 V.2.0**

Categories de Consumo	Subcategorias
1. Emissões Diretas	1.1. Combustíveis 1.2. Outras emissões diretas
2. Emissões Indiretas	2.1. Eletricidade 2.2. Outras emissões indiretas
3. Materiais	3.1. Materiais de fluxo (mercadorias) 3.2. Materiais não amortizáveis 3.3. Materiais amortizáveis (genéricos) 3.4. Materiais amortizáveis (obras) 3.5. Uso de infraestruturas públicas
4. Serviços e Contratos	4.1. Serviços com baixa mobilidade 4.2. Serviços com alta mobilidade 4.3. Serviços de transporte de pessoas 4.4. Serviços de transporte de mercadorias 4.5. Uso de infraestruturas públicas
5. Recursos Agropecuários e Pesqueiros	5.1. Vestuário 5.2. Produtos agropecuários 5.3. Serviços de restaurante
6. Recursos Florestais	
7. Pegada Hídrica	7.1. Consumo de água potável 7.2. Consumo de água não potável
8. Uso do Solo	8.1. Sobre terra firme 8.2. Sobre água
9. Resíduos, Descargas e Emissões	9.1. Resíduos não perigosos 9.2. Resíduos perigosos 9.3. Resíduos radioativos 9.4. Descargas de efluentes 9.5. Emissões 9.5.1. GEE do Protocolo de Quioto 9.5.2. Outros GEE ou precursores 9.5.3. Outras emissões atmosféricas

[Fonte: Elaboração própria]

Apesar de ser desejável que as empresas reduzam a sua Pegada via redução do consumo e aumento da eficiência, permite-se que estas disponham de espaços naturais,



e que os investimentos nos mesmos reduzam as suas Pegadas. Para aumentar a contra-Pegada, as empresas têm que investir em “capital natural”, ou seja, zonas de cultivos, pastos, florestas ou reservas marinhas. Para reduzir um hectare de Pegada basta adquirir a mesma quantidade de terreno com estas características. Ao subtrair a contra-Pegada à PEO total, obtemos a PEO líquida (Carballo *et al.*, 2008; Doménech, 2006; Doménech, 2009; Doménech *et al.*, 2009; Moncho *et al.*, 2008).

#### **4.3.4. MÉTODO DE CÁLCULO**

Grosso modo, o método de cálculo do MC3 consiste em dividir os dados de consumo (segundo grupo) pela produtividade das áreas (terceiro grupo) de forma a obter a PEO de cada tipo de área (quarto grupo).

Em seguida, será detalhada a forma como decorre o processo de cálculo da PEO.

##### **a) Consumos<sup>19</sup>**

Para obter o consumo dos materiais em toneladas é preciso utilizar índices de conversão, uma vez que a maior parte das empresas não desenvolveu uma contabilidade dos materiais que permita conhecer o consumo em toneladas. Normalmente os dados de consumo estão disponíveis em euros ou outras unidades físicas (litros, kWh, etc.). No primeiro caso, a conversão em toneladas pode ser feita considerando os preços médios dos produtos no período em estudo (por exemplo, euros/kg). Outra opção consiste em utilizar estatísticas de comércio externo, que fornecem informação sobre importações e exportações dos diferentes produtos expressas em unidades monetárias e toneladas, permitindo obter um fator unidade monetária/tonelada. No segundo caso, a conversão ocorre considerando o peso específico do *item*. Por exemplo, no caso da eletricidade, consideramos a quantidade de combustível usado para obter 1 kWh (Doménech, 2006; Doménech *et al.*, 2009; Carballo *et al.*, 2008; Doménech *et al.*, 2010a).

##### **b) Produtividades e Uso da Terra**

Uma vez obtido o consumo na unidade correspondente e conhecida a produtividade, calcula-se a Pegada de cada tipo de ecossistema, usando o terceiro grupo da Tabela 6.<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup> Listados no grupo 2 da Tabela 6.

### **b1) Produtividade natural<sup>21</sup>**

Uma empresa pode consumir recursos bióticos, como alimentos e madeira. Neste caso, a estimação da Pegada realiza-se pelo método habitual de dividir o consumo, neste caso em toneladas, pela produtividade natural da superfície à qual se atribui cada produto (Carballo *et al.*, 2008), conforme a expressão (11).

$$(11) \quad \text{Pegada Natural [ha]}^{22} = \frac{\text{Consumo [t]}}{\text{Produtividade natural [t/ha]}}$$

O conceito de produtividade natural varia de acordo com os solos em causa e o local geográfico. Assim, há terras mais produtivas que outras, devido a fatores como o clima, a proximidade à água, etc. (Doménech *et al.*, 2009; Branco, 2012).

As produtividades aplicadas são globais ou mundiais (Carballo *et al.*, 2008).

### **b2) Produtividade energética**

A Pegada dos recursos bióticos deve incluir também a energia aplicada na produção desses bens, pelo que, para além da Pegada “natural”, estima-se a sua Pegada energética, tal como se faria para qualquer outro produto. Assim, a Pegada destes bens tem estes dois componentes: o “natural” e o energético (Carballo *et al.*, 2008).

As empresas consomem, igualmente, bens como eletricidade, viaturas, equipamentos diversos, materiais sintéticos e outros, os quais não podem ser calculados com recurso à produtividade natural uma vez que ao serem bens não bióticos, não provêm diretamente de nenhuma superfície (Carballo *et al.*, 2008; Doménech, 2009).

Doménech recorre a fatores de intensidade energética que indicam a energia consumida na produção de cada categoria de produto, expressa em GJ/t. Os fatores de intensidade energética são os mesmos que são utilizados na PE dos países para determinar a quantidade de energia incorporada nos fluxos comerciais (Doménech *et al.*, 2009; Doménech, 2006). O cálculo efetuado é o que se apresenta na expressão (12).

---

<sup>20</sup> Por exemplo, a Pegada do consumo de materiais ou energia atribui-se a “energia fóssil”; a Pegada do consumo de batatas atribui-se a “terrenos cultiváveis”; a Pegada do consumo de carne atribui-se a “pastos”; a Pegada do consumo de madeira atribui-se a “floresta”; a Pegada da ocupação do espaço construído atribui-se a “terreno construído” e a Pegada do consumo de peixe atribui-se a “mar” (Carballo *et al.*, 2008; Doménech, 2006).

<sup>21</sup> Primeira coluna do grupo 3 da Tabela 6.

<sup>22</sup> Se, por exemplo, uma determinada comunidade consome 12.000 kgs de batatas por ano, e a produtividade média das batatas é de 12.000 kgs/ha, essa comunidade consome o equivalente a 1 ha de terreno de cultivo. Essa é a sua PE correspondente a esse tipo de superfície (terra cultivável) (Doménech, 2006).

$$(12) \quad \text{Energia Total [GJ]} = \text{Consumo [t]} \times \text{Intensidade Energética [GJ/t]}$$

Após transformar todos os elementos em energia, divide-se pela produtividade energética de terra, ou seja, a quantidade de energia que pode produzir ou assimilar 1 ha de terreno, conforme a expressão (13) (Doménech *et al.*, 2009; Doménech, 2006).

$$(13) \quad \text{Pegada Energética [ha]} = \frac{\text{Energia Total [GJ]}}{\text{Produtividade Energética [GJ/ha]}}$$

No caso de bens amortizáveis<sup>23</sup>, a PEO considera, cada ano, a sua quota de amortização, evitando flutuações elevadas no período em que se adquire o imobilizado. Uma vez obtida a energia, compara-se com a produtividade energética de cada combustível, calculando a Pegada destes bens (Doménech, 2006; Carballo *et al.*, 2008; Doménech *et al.*, 2009).

O cálculo da Pegada da energia aplica-se também aos serviços contratados pela organização e aos resíduos que gera (Carballo *et al.*, 2008; Doménech *et al.*, 2009).

Relativamente aos serviços<sup>24</sup>, assume-se que uma parte do custo do serviço corresponde ao consumo energético, estimando o peso desta parte para cada tipo de serviço. Esta percentagem aplica-se ao custo do serviço, obtendo-se em euros o valor correspondente ao consumo energético. Este valor transforma-se em toneladas considerando o preço dos combustíveis e posteriormente aplicando a intensidade energética correspondente (Carballo *et al.*, 2008; Doménech *et al.*, 2009).

No que respeita aos resíduos<sup>25</sup>, estima-se a Pegada de energia, sendo que se desconta a quantidade de energia recuperada através da reciclagem supondo que uma parte dos resíduos gerados é reciclada (Carballo *et al.*, 2008; Doménech *et al.*, 2009).

Os cálculos da PCO não necessitam de recorrer a este tipo de fatores e o consumo total de energia é facilmente transformado em tCO<sub>2</sub> considerando os fatores de emissão, que refletem a quantidade de CO<sub>2</sub> emitida por GJ consumido em cada tipo de combustível (Doménech *et al.*, 2009).

### c) Fator de equivalência

Obtida a Pegada dos “cultivos”, da “florestas” ou dos “pastos”, falta um último passo para se conhecer a Pegada final. O passo final consiste em multiplicar a Pegada

---

<sup>23</sup> Linhas 3.3 e 3.4 da Tabela 7.

<sup>24</sup> Linhas 4.1 a 4.5 da Tabela 7.

<sup>25</sup> Linhas 9.1 a 9.5 da Tabela 7.

em hectares por um fator de equivalência, obtendo-se, deste modo, a Pegada final equivalente. A Pegada de cada tipo de solo é multiplicada por um fator de equivalência, que representa a produtividade potencial média global de uma área bioprodutiva, relativamente à produtividade potencial média global de todas as áreas bioprodutivas (Doménech, 2006).

A contra-Pegada obtém-se multiplicando o terreno disponível pelo fator de equivalência e pelo fator de produtividade que é o fator de produtividade local dos terrenos em relação à produtividade global (Doménech, 2006).

#### **4.3.5. VANTAGENS DO MC3**

Após a apresentação do MC3, é importante conhecer as suas principais vantagens. Em seguida, são detalhadas essas vantagens, da perspectiva de diversos autores que aplicaram o método a várias empresas:

1. Baseia-se no método composto dos autores originais da PE (Wackernagel e Rees). A incorporação da ocupação do solo e da PEO na versão 2.0 do MC3 acrescenta grande valor à PCO, permitindo converter em CO<sub>2</sub> algumas categorias de consumos (todas aquelas que equivalem à ocupação de espaços agroflorestais, pecuários ou aquáticos) (Doménech *et al.*, 2009 ; Carballo *et al.*, 2008; Doménech *et al.*, 2010b).
2. Permite quantificar o nível de sustentabilidade e o progresso nesse sentido, através do cálculo da PEO (Doménech, 2006; Bagliania e Martini, 2012; Barrett e Scott, 2001).
3. Na sua aplicação às empresas, a PEO é uma ferramenta útil pois sintetiza num único indicador, simples e facilmente compreensível, aspetos relevantes da situação ambiental das empresas (Carballo *et al.*, 2008; Doménech *et al.*, 2010b; Bagliania e Martini, 2012). A PEO pode atuar como (Holland, 2003 *in* Carballo *et al.*, 2008):
  - a) uma ferramenta de gestão interna, identificando procuras insustentáveis de biosfera e usos alternativos do capital;
  - b) um meio de comunicação;
  - c) uma ferramenta de consenso a nível estratégico e de política de empresa;
  - d) uma ferramenta de previsão.

4. Apresenta um “enfoque na organização” que constitui um enfoque misto: a) *bottom-up* para os produtos de entrada (todos os consumos da organização); e b) *top-down* para os produtos de saída, ou seja, reparte a Pegada entre todos os produtos (bens e serviços) que a empresa oferece (tal como propõe a GFN para a repartição das Pegadas nacionais em sub-nacionais). Permite o cálculo simultâneo da Pegada de organizações e de produtos (ver figura III.1 do Anexo III). Esta é a principal vantagem desta metodologia (Doménech *et al.*, 2010b).
5. A PEO permite conhecer a Pegada acrescentada de todos os produtos, contribuindo para o desenvolvimento da análise do ciclo de vida e para criar uma nova ecoetiqueta integral e de fácil compreensão (Doménech, 2006; Carballo *et al.*, 2008; Doménech *et al.*, 2009).
6. A expressão da PEO em termos de hectares ou toneladas de CO<sub>2</sub> por tonelada de produto aumenta a sua utilidade e permite o cálculo da Pegada dos produtos comercializados, agregando as Pegadas geradas pelas empresas participantes em cada uma das fases do seu ciclo de vida (Carballo *et al.*, 2008).
7. Trata-se de um método, objetivo e executável. A informação necessária existe na contabilidade da empresa sem serem necessárias grandes transformações. Para efetuar os cálculos, basta introduzir os dados de consumo que são pedidos pela ferramenta de cálculo (Doménech *et al.*, 2009; Doménech *et al.*, 2010b; Carballo *et al.*, 2008).
8. É um método completo, que inclui a Pegada do consumo de todos os bens e serviços e desperdícios gerados por uma empresa (Doménech, 2006; Doménech *et al.*, 2009; Carballo *et al.*, 2008).
9. É um método transparente uma vez que emprega fatores de emissão e bases de dados oficiais e de reconhecido prestígio (Doménech *et al.*, 2009; Doménech *et al.*, 2010b).
10. É um método flexível, permitindo aos pesquisadores adicionar/atualizar os fatores utilizados nos cálculos, de acordo com as particularidades da empresa (Doménech *et al.*, 2009; Carballo *et al.*, 2008).
11. A ferramenta retroalimenta-se de forma contínua uma vez que cada novo cálculo efetuado pode permitir melhorar a precisão de cada categoria de consumo: a ferramenta vai-se aperfeiçoando (Doménech *et al.*, 2010b).

12. É uma ferramenta justa contra as alterações climáticas. Atualmente, a maior parte do esforço exigido pelo Protocolo de Quioto recai sobre as empresas fabricantes, o que não é de modo algum justo dado que todos contribuimos para as alterações climáticas (Doménech, 2006; Carballo *et al.*, 2008).

#### 4.3.6. CRÍTICAS AO MÉTODO MC3

A literatura científica é muito escassa no que concerne aos pontos fracos da metodologia MC3. Os diversos autores de trabalhos que aplicam esta metodologia, invariavelmente centram-se nos pontos fortes, abstendo-se de referir as suas debilidades.<sup>26</sup>

No decurso da elaboração deste trabalho foram diversas as dificuldades sentidas na aplicação do MC3, nomeadamente:

1. A folha de cálculo é pouco intuitiva e bastante complexa. Existem dificuldades em verificar a correção dos cálculos efetuados.
2. Existem dificuldades em obter informação relativa aos fatores de produtividade para a região em estudo e anos correspondentes.
3. Encontram-se obstáculos para conseguir dados sobre os fatores de equivalência referentes aos anos em estudo.
4. A informação referente aos fatores de conversão dos consumos em toneladas para a região em estudo e para os anos em análise é difícil de obter.
5. Por vezes não se encontram dados da companhia de eletricidade relativos à contribuição de cada fonte de energia para a produção de eletricidade nos anos pretendidos.
6. É difícil compreender o motivo pelo qual é contabilizada uma Pegada hídrica em kWh, mas não são também contabilizadas outras rubricas de consumo em termos do seu consumo de eletricidade.
7. A obtenção de dados da empresa em estudo relativos a todas as subcategorias de consumo é frequentemente complexa. Nomeadamente, alguns dados da contabilidade estão agregados e por isso é necessário assumir diversos pressupostos para os desagregar.

---

<sup>26</sup> Por este motivo, as críticas aqui referidas são, na sua totalidade, da responsabilidade da autora desta tese.

## **5. ESTUDO DE CASO: A STEF**

### **5.1. BREVE APRESENTAÇÃO DA STEF**

Com cerca de um século de experiência dedicada à *Supply Chain* sob temperatura controlada, o Grupo STEF é líder europeu num dos mercados mais especializados e exigentes da logística.

Com a sua ampla rede europeia, o grupo propõe uma oferta completa de soluções em transporte, logística e sistemas de informação sob temperatura controlada. O Grupo STEF garante a cadeia de frio entre  $-25^{\circ}\text{C}$  e  $+15^{\circ}\text{C}$  de produtos indispensáveis para milhões de consumidores.

Com sede em França, a STEF possui 223 plataformas em 9 países (ver Figura IV.1 do Anexo IV).

A STEF, a partir da sua sede em França, incentiva as várias plataformas a integrar o desenvolvimento sustentável nas suas diversas dimensões. Nas palavras de Serge Capitaine, Diretor Geral Adjunto da STEF e Presidente do Comité de Pilotagem do Desenvolvimento Sustentável da STEF: “STEF é um grupo de serviços logísticos sob temperatura controlada que integra o desenvolvimento sustentável na sua tripla dimensão: económica, ambiental e social.” (STEF, 2011b).

A STEF é uma empresa de referência no universo da logística sob temperatura controlada também em Portugal, possuindo 4 plataformas. Destas, existem 2 principais que conciliam a armazenagem com o transporte: a STEF Porto e a STEF Lisboa. Estas duas delegações possuem a sua própria área de influência, ou seja uma zona do país que é da sua responsabilidade em termos de clientes e de transporte. Na Figura IV.2 do Anexo IV está representada a “linha teórica” que separa a área de distribuição de mercadoria da delegação norte e da delegação sul.

Relativamente à atividade de transporte, esta é efetuada recorrendo a viaturas internas (frota própria) e a viaturas externas (frota subcontratada).

### **5.2. A PEGADA ECOLÓGICA DA STEF**

Como já referido, o objetivo central deste trabalho é o cálculo da PEO da STEF Porto, local de trabalho e realidade conhecida da autora deste trabalho. O ano escolhido

para o cálculo foi 2011, o ano mais recente para o qual existiam dados disponíveis. O método utilizado no cálculo da PEO foi o método MC3.

Foram, em primeiro lugar, estabelecidas duas situações para efeitos comparativos:

- o Cálculo da PEO da STEF Porto em 2006, com o intuito de realizar uma análise da evolução temporal da Pegada da STEF Porto no período que medeia entre 2006 e 2011.
- o Cálculo da PEO da STEF Lisboa em 2011 com o intuito de realizar uma análise comparativa da PEO em 2011 de duas delegações do mesmo grupo que têm a mesma área de negócio e a mesma metodologia de trabalho, sendo em quase tudo idênticas.

No sentido de concretizar esse objetivo, foram utilizadas, de acordo com o método MC3, as folhas de cálculo da PCO e da PEO (Anexo V.1.), seguindo os procedimentos apontados no ponto 4.3.4.

Como as folhas de cálculo do método MC3 se destinam a um leque muito variado de realidades diferentes, foi necessário tecer considerações adicionais, avançar com os pressupostos que se entenderam como relevantes e adaptar a maioria das fórmulas e cálculos “pré-formatados” do método à realidade concreta da empresa.

De seguida serão apresentadas as conclusões retiradas desta análise, acompanhadas, quando se ache pertinente, das explicações sobre os cálculos efetuados, fórmulas utilizadas e pressupostos considerados.

### **5.2.1. A PEGADA POR CATEGORIA DE CONSUMO**

#### **1. Emissões Diretas**

Nesta categoria temos quase exclusivamente um tipo de combustível consumido pela STEF – o gasóleo. O consumo de gasolina é perfeitamente residual tanto no Porto como em Lisboa.

A Tabela 8 apresenta os dados de consumo das duas delegações em estudo e o resultado obtido pelo cálculo da respetiva PEO.

A Tabela 9 apresenta uma explicação do modo de cálculo da Pegada das Emissões Diretas, nomeadamente com uma síntese estruturada sobre o trabalho de adaptação do formato inicialmente fornecido pelo MC3 e o resultado obtido para a PEO de cada



delegação, seguindo as várias etapas do cálculo. Pretende-se assim clarificar como os valores finais foram obtidos, condicionados pelos pressupostos admitidos e apontando as fontes de informação utilizadas.

**Tabela 8 – Emissões Diretas da STEF**

Emissões Diretas	Consumo Anual (litros)		
	STEF Porto 2006	STEF Porto 2011	STEF Lisboa 2011
Gasolina 95	0,0	224,8	328,0
Gasóleo	278.059,3	249.304,8	313.905,2
<b>Pegada Ecológica (hag)<sup>27</sup></b>	<b>260,1</b>	<b>233,4</b>	<b>293,9</b>

[Fonte: Dados da STEF, elaboração própria]

**Tabela 9 – Tabela explicativa do cálculo da PEO das Emissões Diretas**

Categorias de Consumo		Cálculos e Comentários	Fonte
<b>Combustíveis</b>			
Consumo anual	em unidades de consumo [litros/ano]	Dados da contabilidade da STEF.	STEF
	em euros sem IVA [€/ano]	Multiplicam-se os dados em unidades pelos preços dos combustíveis (ver Tabelas V.2.1, V.2.2 e V.2.3 do Anexo V).	STEF; Doménech <i>et al.</i> , 2010a
	em toneladas [t/ano]	Assume-se uma densidade de 0,8 (1 litro pesa 0,8 kgs) e divide-se por 1.000: [t/ano] = [litros] x 0,8 / 1.000	Doménech <i>et al.</i> , 2010a
	[GJ/t]	Os valores do Poder Calorífico permitem converter os dados de consumo de combustível de toneladas em GJ (42,3 GJ/t).	Diário da República, 2008
	em giga joules [GJ/ano]	A conversão faz-se da seguinte forma: [GJ/ano] = [t/ano] x [GJ/t] O valor referente ao ciclo de vida obtém-se pelo cálculo da expressão: [GJ/ano] x Fator Conversão O Fator de Conversão é 0,14 na gasolina e 0,16 no gasóleo e é calculado da seguinte forma: Energia consumida / Energia contida no combustível final.	Doménech <i>et al.</i> , 2010a; <i>European Commission</i> (JRC, 2008 in Doménech <i>et al.</i> , 2010a)
Fatores de Emissão [tCO <sub>2</sub> /GJ]		Os Fatores de Emissão usados são os do Diário da República. No cálculo do ciclo de vida os dados são da <i>European Commission</i> .	Diário da República, 2008; <i>European Commission</i> (JRC, 2008 in Doménech <i>et al.</i> , 2010a)
PCO por tipo de ecossistema [tCO <sub>2</sub> ]		Pegada de “energia fóssil”: [tCO <sub>2</sub> ] = [GJ/ano] x Fator Emissão [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Doménech <i>et al.</i> , 2010a
PEO por tipo de ecossistema [ha]		Pegada de “energia fóssil”: [ha] = PCO [tCO <sub>2</sub> ] / Fator Absorção [tCO <sub>2</sub> /ha]. Os Fatores de Absorção de “Floresta para CO <sub>2</sub> ” estão presentes nas Tabelas V.2.1, V.2.2 e V.2.3 do Anexo V.	Doménech <i>et al.</i> , 2010a; IPCC, 2001 in Doménech <i>et al.</i> , 2010a

[Fonte: Elaboração própria]

A partir da Tabela 8 pode verificar-se que, no período entre 2006 e 2011, a STEF Porto reduziu o seu consumo de gasóleo em cerca de 10%, devido a uma mudança de estratégia que originou uma redução da frota própria e, pelo contrário, um aumento da frota subcontratada. A quebra deve-se também à renovação da frota, dado que os novos

<sup>27</sup> Valores da PEO gerados pela folha de cálculo, após a inserção dos dados pela autora deste trabalho.

veículos adquiridos são mais eficientes. Isto contribuiu para uma redução da PEO das Emissões Diretas em 10%.

A STEF Lisboa, devido à sua maior dimensão e ao maior número de viaturas próprias diariamente em circulação, tem naturalmente um consumo de gasóleo maior que a STEF Porto em quase 26% e uma PEO que excede a do Porto também em 26%.

## 2. Emissões Indiretas

A categoria das Emissões Indiretas diz respeito ao consumo de eletricidade por parte da STEF tendo em consideração as diferentes fontes de produção de energia e, conseqüentemente, as emissões geradas por cada uma delas.

A Tabela 10 apresenta os dados relativos ao consumo de eletricidade e a respetiva PEO enquanto que a Tabela 11 detalha os cálculos efetuados na Pegada das Emissões Indiretas e sintetiza a sua explicação.

**Tabela 10 – Emissões Indiretas da STEF**

Emissões Indiretas	Consumo Anual (kWh)		
	STEF Porto 2006	STEF Porto 2011	STEF Lisboa 2011
Eletricidade	1.943.543,6	1.981.310,3	8.385.417,7
<b>Pegada Ecológica (hag)</b>	<b>401,2</b>	<b>289,5</b>	<b>1.225,1</b>

[Fonte: Dados da STEF, elaboração própria]

O consumo de eletricidade, na STEF Porto, manteve-se bastante estável. No entanto, a Pegada teve um decréscimo de 28% essencialmente devido a uma alteração do *mix* energético da EDP, que teve uma evolução para energias mais “verdes” (como a eólica e a hídrica). O consumo da STEF Lisboa é cerca de quatro vezes superior ao do Porto, o que se explica facilmente pela dimensão comparativa das câmaras frigoríficas, restantes instalações e número de funcionários. Realizando uma análise *per capita*, obtém-se um consumo de 40.509 kWh/funcionário na STEF Lisboa face a 31.449 kWh/funcionário na STEF Porto. Ou seja, a maior Pegada na STEF Lisboa não pode ser atribuída apenas à maior dimensão da delegação mas também a outros fatores, como possivelmente um maior consumo por funcionário.

De notar que o consumo elétrico se encontra fortemente dependente das condições atmosféricas, sendo que quanto maior a temperatura média do ambiente num determinado ano, *coeteris paribus*, maior será o consumo de eletricidade das câmaras frigoríficas.

**Tabela 11 – Tabela explicativa do cálculo da PEO das Emissões Indiretas**

Categorias de Consumo		Cálculos e Comentários	Fonte
<b>Eletricidade</b>			
Consumo anual	em unidades de consumo [kWh/ano]	Valor total consumido de eletricidade em kWh obtido da contabilidade da STEF. Partindo deste valor total, calcula-se a contribuição de cada tecnologia, utilizando, os dados da EDP. Esta repartição é efetuada na “Matriz de eletricidade” apresentada na Tabela V.2.4 do Anexo V. Devido à ausência de informação, a proporção referente à energia fotovoltaica é obtida pela diferença entre 100% e o somatório da contribuição das restantes tecnologias. Os dados da EDP (2008) são utilizados como uma <i>proxi</i> para 2006 pela falta de dados reais. A “Matriz de eletricidade” contém também a Pegada hídrica energética (proveniente da folha de cálculo da PCO), que representa o consumo elétrico originado pelo consumo de água. O consumo de abastecimento é de 0,29 kWh/m <sup>3</sup> para a água potável.	STEF; EDP, 2008; EDP, 2011a; EDP, 2011b; IDAE, 1989 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a
	em euros sem IVA [€/ano]	[€/ano] = [kWh/ano] x Preço eletricidade Os preços da eletricidade encontram-se nas Tabelas V.2.1, V.2.2 e V.2.3 do Anexo V.	STEF
	em toneladas [t/ano]	[t/ano] = [GJ/ano] / Poder Calorífico do combustível utilizado na produção de eletricidade	Doménech <i>et al.</i> , 2010a; IPCC, 2006 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a
	[GJ/kWh]	1 kWh equivale a 3,6 MJ ou 0,0036 GJ [3,6 GJ/MWh]	Wackernagel <i>et al.</i> , 2000 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a
	em giga joules [GJ/ano]	[GJ/ano] = [kWh/ano] x [GJ/kWh] / Fator Produtividade Os Fatores de Produtividade dependem da fonte de energia: - <u>Térmica Carvão</u> : rendimento de 30%. - <u>Gás Natural em ciclo combinado</u> : rendimento de 55%. - <u>Nuclear</u> : rendimento de 34%. - <u>Cogeração</u> : rendimento de 30%. - <u>Hídrica, Mini-hídrica, Eólica e Fotovoltaica</u> assume-se um rendimento de 100%. - <u>Ciclo de vida</u> : O valor referente ao ciclo de vida obtém-se pelo cálculo da expressão [GJ/ano] x Fator Conversão. O Fator de Conversão é 0,32, tanto no Gás Natural como na Cogeração e é calculado pela expressão: Energia consumida/Energia contida no combustível final.	Nerea, 2003 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a; Doménech <i>et al.</i> , 2010a; <i>European Commission</i> (JRC, 2008 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a)
Fatores de Emissão [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Os Fatores de Emissão utilizados são os seguintes: - <u>Térmica Carvão</u> : 0,0973. - <u>Ciclo de vida do Carvão</u> : utiliza-se o Fator de Emissão em tCO <sub>2</sub> e/tonelada de combustível. - <u>Gás Natural e Cogeração</u> : 0,056. - <u>Ciclo de vida do Gás Natural e Cogeração</u> : 13,0 kg CO <sub>2</sub> /GJ contido no combustível final. - <u>Ciclo de vida da Energia Nuclear</u> : para calcular a Pegada em “energia fóssil”, utiliza-se o Fator de Emissão de uma central de urânio, considerando o ciclo de vida (extração, processamento, distribuição e infraestruturas): 34 gramas CO <sub>2</sub> e/kWh. <sup>28</sup> - <u>Ciclo de vida da Energia Hídrica e Eólica</u> : para calcular a Pegada em “energia fóssil”, os Fatores de Emissão têm em conta os ciclos de vida (infraestruturas): 20 gramas CO <sub>2</sub> e/kWh. <sup>28</sup> - <u>Ciclo de vida da Energia Mini-hídrica</u> : para calcular a Pegada em “energia fóssil”, o Fator de Emissão tem em conta o ciclo de vida (infraestruturas): 5 gramas CO <sub>2</sub> e/kWh. <sup>28</sup> - <u>Ciclo de vida da Energia Fotovoltaica</u> : para calcular a Pegada em “energia fóssil”, o Fator de Emissão tem em conta o ciclo de vida (incluindo a construção das placas fotovoltaicas): 120 gramas CO <sub>2</sub> e/kWh. <sup>28</sup>	<i>European Commission</i> (JRC, 2007 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a); Doménech <i>et al.</i> , 2010a; <i>Oko-Institut</i> de Berlim (Fritsche, 1997 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a); Spadaro <i>et al.</i> , 2000 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a; <i>European Commission</i> (JRC, 2008 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a).	
Produtividade Energética [GJ/ha/ano]	No caso da Hídrica, Mini-hídrica, Eólica, Fotovoltaica, para além da Pegada em “energia fóssil” podemos ter também Pegada em “pastos” e “terra cultivável”: - <u>Hídrica</u> : assume-se que a energia hídrica é gerada no curso alto do rio, o que faz com que a Pegada correspondente vá para “pastos”. A produtividade energética é 15.000 [GJ/ha/ano]. - <u>Mini-hídrica</u> : assume-se que a energia é gerada no curso baixo do rio, o que faz com que a Pegada correspondente vá para “terra cultivável”. A produtividade energética é 200 [GJ/ha/ano]. - <u>Eólica</u> : assume-se que a maior parte dos parques eólicos ocupam solos de pasto em colinas semi-altas. A produtividade energética é 114.538 [GJ/ha/ano]. - <u>Fotovoltaica</u> : assume-se que as instalações de fotovoltaico ocupam solos de baixa altitude, o que faz com que a Pegada se impute a “terra cultivável”. A produtividade energética é 4.500 [GJ/ha/ano].	“Pegada das famílias” de Wackernagel <i>et al.</i> , 2000 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a; Doménech <i>et al.</i> , 2010a; Wackernagel e Rees, 1996 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a <sup>29</sup> .	
PCO por tipo de ecossistema [tCO <sub>2</sub> ]	Pegada de “energia fóssil” obtém-se pela expressão: [tCO <sub>2</sub> ] = [GJ/ano] x Fator Emissão [tCO <sub>2</sub> /GJ] Pegada dos “pastos” e “terra cultivada” calcula-se da seguinte forma: [tCO <sub>2</sub> ] = PEO [ha] x Fator Absorção [tCO <sub>2</sub> /ha] Os Fatores de Absorção utilizados são apresentados nas Tabelas V.2.1, V.2.2 e V.2.3 do Anexo V.	Doménech <i>et al.</i> , 2010a; IPCC, 2001 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a; ECCP, 2004 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a	
PEO por tipo de ecossistema [ha]	Pegada de “energia fóssil” calcula-se da seguinte forma: [ha] = PCO [tCO <sub>2</sub> ] / Fator Absorção [tCO <sub>2</sub> /ha] Os Fatores de Absorção utilizados são apresentados nas Tabelas V.2.1, V.2.2 e V.2.3 do Anexo V. Pegada dos “pastos” e “terra cultivada” calcula-se da seguinte forma: [ha] = Consumo anual [GJ] / Produtividade energética [GJ/ha/ano]	Doménech <i>et al.</i> , 2010a; IPCC, 2001 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a	

[Fonte: Elaboração própria]

<sup>28</sup> Divide-se o valor por 1.000.000 para converter gramas em toneladas de CO<sub>2</sub>.

<sup>29</sup> Este valor foi retificado pelos autores devido a melhorias na tecnologia.

### 3. Materiais

A Pegada dos Materiais contabiliza o impacto ambiental do consumo de bens materiais por parte da empresa. Esta categoria de consumo inclui diversos tipos de rubricas como consumos de bens perecíveis, de bens duradouros, de infraestruturas da empresa e de obras públicas.

**Tabela 12 – Consumo de Materiais da STEF**

Materiais	Consumo Anual (€)		
	STEF Porto 2006	STEF Porto 2011	STEF Lisboa 2011
Materiais Não Amortizáveis	334.015,0	329.943,0	828.114,0
Materiais Amortizáveis	128.401,0	112.007,0	275.519,0
“Matriz de Obras”	205.778,1	200.046,6	712.373,6
“Matriz de Obras Públicas”	58.591,8	58.449,0	181.300,1
<b>Pegada Ecológica (hag)</b>	<b>638,1</b>	<b>629,5</b>	<b>1.926,2</b>

[Fonte: Dados da STEF, elaboração própria]

**Tabela 13 – Tabela explicativa do cálculo da PEO dos Materiais**

Categorias de Consumo		Cálculos e Comentários	Fonte
<b>Materiais</b>			
Consumo anual	em euros sem IVA [€/ano]	Dados da contabilidade da STEF. A informação relativa aos materiais de construção é introduzida na “Matriz de obras próprias” (ver Tabela V.2.5 do Anexo V) que estabelece ligação com a folha de cálculo da PCO. Esta matriz refere-se às amortizações dos edifícios e aos gastos efetuados na conservação dos edifícios. A informação relativa ao consumo de materiais associados às obras públicas provém da “Matriz de obras públicas” (ver Tabela V.2.6 do Anexo V). Esta matriz vai buscar os dados à informação sobre o pagamento de impostos pela empresa, conforme a explicação fornecida no Anexo V com o apoio da Tabela V.2.8.	STEF; Doménech <i>et al.</i> , 2010a
	em toneladas [t/ano]	$[t/ano] = [€/ano] / \text{Fator Conversão } [€/t]$ Os Fatores de Conversão em toneladas estão disponíveis na Tabela V.2.9 do Anexo V.	Doménech <i>et al.</i> , 2010a
	[GJ/t]	As intensidades energéticas dos materiais estão disponíveis na Tabela V.2.9 do Anexo V.	Doménech <i>et al.</i> , 2010a
	em giga joules [GJ/ano]	$[GJ/ano] = [t/ano] \times \text{Intensidade energética } [GJ/t]$	Doménech <i>et al.</i> , 2010a
Fatores de Emissão [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Assume-se que o combustível fóssil líquido mais utilizado é o gasóleo. Assim, utiliza-se o Fator de Emissão de 0,074 tCO <sub>2</sub> /GJ para todos os materiais.	Diário da República, 2008	
Produtividade Natural [t/ha/ano]	Este dado usa-se apenas para o cálculo da Pegada da madeira. A madeira para transformação (construção, móveis, manufaturas) obtém-se da madeira em rolo com uma produtividade de 1,99 m <sup>3</sup> /ha. Multiplica-se por 0,6 para converter em toneladas.	Doménech <i>et al.</i> , 2010a	
PCO por tipo de ecossistema [tCO <sub>2</sub> ]	Pegada de “energia fóssil”: $[tCO_2] = [GJ/ano] \times \text{Fator Emissão } [tCO_2/GJ]$ No caso particular da madeira, para além de ser convertida em Pegada de “energia fóssil” é também convertida em Pegada de “floresta”: $[tCO_2] = \text{PEO } [ha] \times \text{Fator Absorção } [tCO_2/ha]$ . Fatores de Absorção de acordo com as Tabelas V.2.1, V.2.2 e V.2.3 do Anexo V.	Doménech <i>et al.</i> , 2010a; IPCC, 2001 in Doménech <i>et al.</i> , 2010a	
PEO por tipo de ecossistema [ha]	Pegada de “energia fóssil”: $[ha] = \text{PCO } [tCO_2] / \text{Fator Absorção } [tCO_2/ha]$ . Fatores de Absorção de acordo com as Tabelas V.2.1, V.2.2 e V.2.3 do Anexo V. Para além de ser convertida em Pegada de “energia fóssil”, a madeira é também convertida em Pegada de “floresta”: $[ha] = [t/ano] / \text{Produtividade natural } [t/ha/ano]$ .	Doménech <i>et al.</i> , 2010a; IPCC, 2001 in Doménech <i>et al.</i> , 2010a	

[Fonte: Elaboração própria]

A Tabela 12 resume a informação referente a este grupo de consumo e a Tabela 13 apresenta a explicação dos cálculos efetuados na Pegada dos Materiais.

Relativamente ao consumo de materiais pela STEF, a subcategoria mais relevante em ambas as agências é a dos materiais não amortizáveis. Dentro desta destaca-se o consumo de embalagens, de veículos e de maquinaria. Estes são de facto os consumos essenciais à atividade de transporte e logística da organização.

Em relação às amortizações, a principal rubrica são os veículos, daí a quebra verificada na STEF Porto uma vez que procedeu à alienação de algumas viaturas neste período.

Em 2011, a Pegada dos Materiais da STEF Lisboa é mais do que três vezes superior à da STEF Porto.

#### **4. Serviços e Contratos**

A categoria de Serviços e Contratos engloba todos os tipos de serviços contratados pela empresa bem como a informação respeitante ao pagamento de impostos.

Os Serviços e Contratos encontram-se agregados em cinco grandes grupos que são referidos destacando as rubricas mais importantes:

- Serviços de baixa mobilidade – os consumos mais relevantes são os de serviços de informática, seguros e outros serviços de escritório.
- Serviços de alta mobilidade – destacam-se claramente os serviços externos de manutenção.
- Serviços de transporte de pessoas – não há nenhum sub-grupo a destacar.
- Serviços de transporte de mercadorias – este é claramente o grupo principal nas várias rubricas de Serviços e Contratos da STEF.
- Uso de infraestruturas públicas – subcategoria onde são introduzidos os dados referentes aos impostos pagos pela STEF (dos quais o IVA constitui a maior parcela).<sup>30</sup>

A Tabela 14 apresenta os dados comentados neste ponto e a Tabela 15 mostra em pormenor os cálculos efetuados na Pegada dos Serviços.

---

<sup>30</sup> Este valor de impostos é convertido conforme a explicação fornecida no Anexo V com o apoio da Tabela V.2.8.

Dentro das várias subcategorias de Serviços, o transporte de mercadorias é a que apresenta maior relevância uma vez que a STEF é uma empresa de logística cuja principal área de negócio é o transporte de produtos alimentares. Uma vez que a maior parte da frota de veículos pesados utilizada é subcontratada, esta rubrica não poderia deixar de constituir uma das principais despesas da empresa.

**Tabela 14 – Serviços e Contratos da STEF**

Serviços e Contratos	Consumo Anual (€)		
	STEF Porto 2006	STEF Porto 2011	STEF Lisboa 2011
Serviços Baixa Mobilidade	209.466,0	244.875,0	598.574,0
Serviços Alta Mobilidade	19.208,0	22.949,0	147.670,0
Serviços Transporte Pessoas	106.458,0	27.343,0	190.289,0
Serviços Transporte Mercadorias	2.609.869,0	4.233.624,0	10.004.008,0
Uso Infraestruturas Públicas	1.565.544,0	1.561.730,0	4.844.252,0
<b>Pegada Ecológica (hag)</b>	<b>754,3</b>	<b>896,0</b>	<b>2.171,0</b>

Fonte: Dados da STEF, elaboração própria]

**Tabela 15 – Tabela explicativa do cálculo da PEO dos Serviços**

Categorias de Consumo		Cálculos e Comentários	Fonte
<b>Serviços</b>			
Consumo anual	em euros sem IVA [€/ano]	Dados da contabilidade da STEF.	STEF
	em toneladas [t/ano]	$[t/ano] = [€/ano] \times \text{Fator Conversão } [t/€]$ O consumo anual em toneladas é calculado estimando as toneladas de gasóleo que são necessárias utilizar na prestação de cada tipo de serviço. Os cálculos baseiam-se na estimacção de uma percentagem para cada tipo de serviço, que corresponde ao consumo energético da atividade, incluindo combustíveis, eletricidade, materiais, serviços e outros (ver Tabela V.2.7 do Anexo V). De notar que, no caso do serviço de transporte de mercadorias, foi efetuada uma correção à percentagem da fatura correspondente a energia. Isto porque, o valor de 20% assumido por Doménech <i>et al.</i> (2010a) se refere a camiões simples. Todos os transportes efetuados pela STEF utilizam camiões frigoríficos, ou seja, camiões que possuem um motor adicional de refrigeração. Dado que, este segundo motor possui um consumo de cerca de 20% do motor principal, foi acrescido este valor à percentagem considerada: $20\% \times (1 + 20\%) = 24\%$ . Este valor representa a percentagem energética das faturas de serviços de transporte de mercadorias da STEF).	Doménech <i>et al.</i> , 2010a
	[GJ/t]	Assume-se um valor de Poder Calorífico idêntico ao do gasóleo (42,3 GJ/t).	Diário da República, 2008
	em giga joules [GJ/ano]	$[GJ/ano] = [t/ano] \times \text{Poder Calorífico } [GJ/t]$	Doménech <i>et al.</i> , 2010a
Fatores de Emissão [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Assume-se que o combustível fóssil líquido mais utilizado é o gasóleo. Assim, utiliza-se o Fator de Emissão de 0,074 tCO <sub>2</sub> /GJ para todos os materiais.	Diário da República, 2008	
PCO por tipo de ecossistema [tCO <sub>2</sub> ]	Todos os serviços são convertidos em Pegada de “energia fóssil”: $[tCO_2] = [GJ/ano] \times \text{Fator Emissão } [tCO_2/GJ]$	Doménech <i>et al.</i> , 2010a	
PEO por tipo de ecossistema [ha]	Pegada de “energia fóssil”: $[ha] = \text{PCO } [tCO_2] / \text{Fator Absorção } [tCO_2/ha]$ . Fatores de Absorção de acordo com as Tabelas V.2.1, V.2.2 e V.2.3 do Anexo V.	Doménech <i>et al.</i> , 2010a; IPCC, 2001 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a	

[Fonte: Elaboração própria]

Na STEF Porto esta subcategoria obteve um crescimento de 62% coerente com o aumento da atividade da empresa e com a crescente aposta em viaturas subcontratadas em detrimento da frota própria. A utilização de serviços de transporte de mercadorias na STEF Lisboa apresenta um valor mais do que duas vezes superior ao da STEF Porto, em 2011.

## 5. Recursos Agrícolas e Pesqueiros

A categoria dos Recursos Agrícolas e Pesqueiros inclui o consumo de Serviços de Restaurante e de Alimentos.

Os dados de consumo desta categoria assim como os valores da PEO são apresentados na Tabela 16. A Tabela 17 expõe em pormenor os cálculos efetuados com o intuito de calcular a Pegada.

**Tabela 16 – Recursos Agrícolas e Pesqueiros consumidos pela STEF**

Recursos Agrícolas e Pesqueiros	Consumo Anual (€)		
	STEF Porto 2006	STEF Porto 2011	STEF Lisboa 2011
Serviço de Restaurante	21.244,9	5.085,4	52.620,3
Alimentos	1.356,1	324,6	3.358,7
<b>Pegada Ecológica (hag)</b>	<b>5,9</b>	<b>1,4</b>	<b>13,5</b>

[Fonte: Dados da STEF, elaboração própria]

Nesta rubrica, a STEF apenas considera o consumo relativo a gastos de representação e de deslocação, uma vez que não possui cantina.

A direção e os quadros superiores representam a quase totalidade do consumo da STEF em termos de Recursos Agrícolas e Pesqueiros dado que são quase exclusivamente estes funcionários que efetuam deslocações e reuniões com clientes. Obviamente, os gastos relativos a Lisboa são muitíssimo superiores (mais de dez vezes), o que facilmente se compreende dado que é aí que se localiza a direção da empresa e a maior parte dos seus quadros superiores.

A quebra de consumo que se verificou na STEF Porto no período de 2006 para 2011 explica-se pela implementação de regras e controlos mais apertados neste tipo de gastos.

**Tabela 17 – Tabela explicativa do cálculo da PEO dos Recursos Agrícolas e Pesqueiros**

Categorias de Consumo		Cálculos e Comentários	Fonte
<b>Serviços de Restaurante e Alimentos</b>			
Consumo anual	em euros sem IVA [€/ano]	Dados da contabilidade da STEF. Os gastos com alimentação dividem-se em <u>Serviço de Restaurante</u> (94% da fatura) e <u>Alimentos</u> (6% da fatura). O grupo dos alimentos, por sua vez, é convertido em diferentes tipos de alimentos. A desagregação nos diversos tipos de alimentos é efetuada com base nas proporções estabelecidas por Doménech <i>et al.</i> (2010a).	STEF; Doménech <i>et al.</i> , 2010a
	em toneladas [t/ano]	<u>Serviço de Restaurante:</u> [t/ano] = [€/ano] / Fator Conversão [€/t] O consumo anual, em toneladas, é calculado estimando as toneladas de gasóleo que são necessárias utilizar na prestação deste serviço. Os cálculos baseiam-se num valor de 8% que corresponde ao consumo energético desta atividade – ver Tabela V.2.7 do Anexo V. A expressão de cálculo do Fator de Conversão é: (8%/Preço Gasóleo) x 0,8/1.000 O preço de gasóleo é o considerado nas Tabelas V.2.1, V.2.2 e V.2.3 do Anexo V. <u>Alimentos:</u> [t/ano] = [€/ano] / Fator Conversão [€/t] Os Fatores de Conversão em toneladas estão disponíveis na Tabela V.2.9 do Anexo V.	Doménech <i>et al.</i> , 2010a
	[GJ/t]	<u>Serviço de restaurante:</u> assume-se um valor de Poder Calorífico idêntico ao do gasóleo (42,3 GJ/t). <u>Alimentos:</u> as intensidades energéticas estão disponíveis na Tabela V.2.9 do Anexo V.	Diário da República, 2008; Doménech <i>et al.</i> , 2010a
	em giga joules [GJ/ano]	<u>Serviço de Restaurante:</u> [GJ/ano] = [t/ano] x Poder Calorífico [GJ/t] <u>Alimentos:</u> [GJ/ano] = [t/ano] x Intensidade energética [GJ/t]	Doménech <i>et al.</i> , 2010a
Fatores de Emissão [tCO <sub>2</sub> /GJ]	Assume-se que o combustível fóssil líquido mais utilizado é o gasóleo. Assim, utiliza-se o Fator de Emissão de 0,074 tCO <sub>2</sub> /GJ para os <u>serviços de restaurante</u> e para os <u>alimentos</u> .	Diário da República, 2008	
Produtividade Natural [t/ha/ano]	Este dado usa-se para o cálculo da Pegada de “terra cultivável”, “pastos” e “mar” dos alimentos.	Doménech <i>et al.</i> , 2010a	
PCO por tipo de ecossistema [tCO <sub>2</sub> ]	Os <u>Serviços de Restaurante</u> e todos os <u>Alimentos</u> são convertidos em Pegada de “energia fóssil”: [tCO <sub>2</sub> ] = [GJ/ano] x Fator Emissão [tCO <sub>2</sub> /GJ]. <u>Alguns Alimentos</u> são também convertidos em “terra cultivável” (por exemplo: cereais), “pastos” (por exemplo: carne de vaca) e “mar” (peixes e mariscos): [tCO <sub>2</sub> ] = PEO [ha] x Fator Absorção [tCO <sub>2</sub> /ha]. Fatores de Absorção de acordo com as Tabelas V.2.1, V.2.2 e V.2.3 do Anexo V.	Doménech <i>et al.</i> , 2010a; IPCC, 2001 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a; ECCP, 2004 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a	
PEO por tipo de ecossistema [ha]	<u>Serviços de Restaurante e Alimentos:</u> Pegada de “energia fóssil”: [ha] = PCO [tCO <sub>2</sub> ] / Fator Absorção [tCO <sub>2</sub> /ha] Fatores de Absorção de acordo com as Tabelas V.2.1, V.2.2 e V.2.3 do Anexo V. <u>Alguns Alimentos</u> são também convertidos em “terra cultivável”, “pastos” e “mar”. Para isso aplica-se a produtividade natural ao consumo em toneladas: [ha] = [t/ano] / Produtividade natural [t/ha/ano].	Doménech <i>et al.</i> , 2010a; IPCC, 2001 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a	

[Fonte: Elaboração própria]

## 6. Recursos Florestais

A categoria dos Recursos Florestais diz respeito ao consumo de bens produzidos com recurso a matérias-primas derivadas da madeira.

A STEF consome vários produtos fabricados com base em Recursos Florestais.

No Porto destaca-se claramente o consumo de paletes, tanto em 2006 como em 2011. A quase duplicação deste valor, no período analisado, tem que ver com a maior necessidade satisfazer as necessidades de paletes dos clientes.

Quanto à STEF Lisboa os destaques vão para o consumo de papel e de mobiliário.

Os dados do consumo e da Pegada são apresentados na Tabela 18 ao mesmo tempo que a Tabela 19 revela a explicação sucinta do cálculo desta Pegada.



**Tabela 18 – Recursos Florestais consumidos pela STEF**

Recursos Florestais	Consumo Anual (€)		
	STEF Porto 2006	STEF Porto 2011	STEF Lisboa 2011
Paletes	9.827,0	18.600,0	3.003,0
Mobiliário Base Madeira	3.726,0	3.363,0	14.309,0
Papel	3.289,0	2.583,0	18.058,0
Produtos Editoriais	0,0	439,0	1.357,0
<b>Pegada Ecológica (hag)</b>	<b>51,6</b>	<b>80,9</b>	<b>89,1</b>

Fonte: Dados da STEF, elaboração própria]

**Tabela 19 – Tabela explicativa do cálculo da PEO dos Recursos Florestais**

Categorias de Consumo		Cálculos e Comentários	Fonte
<b>Recursos Florestais</b>			
Consumo anual	em euros sem IVA [€/ano]	Dados da contabilidade da STEF.	STEF
	em toneladas [t/ano]	[t/ano] = [€/ano] / Fator Conversão [€/t] Os Fatores de Conversão em toneladas estão disponíveis na Tabela V.2.9 do Anexo V.	Doménech <i>et al.</i> , 2010a
	[GJ/t]	As intensidades energéticas consideradas estão disponíveis na Tabela V.2.9 do Anexo V.	Doménech <i>et al.</i> , 2010a
	em giga joules [GJ/ano]	[GJ/ano] = [t/ano] x Intensidade energética [GJ/t]	Doménech <i>et al.</i> , 2010a
Fatores de Emissão [tCO <sub>2</sub> /GJ]		Assume-se que o combustível fóssil líquido mais utilizado é o gasóleo. Assim, utiliza-se o Fator de Emissão de 0,074 tCO <sub>2</sub> /GJ.	Diário da República, 2008
Produtividade Natural [t/ha/ano]		Este dado usa-se apenas para o cálculo da Pegada da “floresta”. Valores da produtividade natural: - Paletes e mobiliário de madeira: a madeira para transformação obtém-se da madeira em rolo. Considera-se que a produtividade é a produtividade média mundial da floresta que corresponde a 1,99m <sup>3</sup> /ha (Pegada familiar de Wackernagel). Multiplica-se por 0,6 para passar para toneladas/ha/ano. - Papel e produtos editoriais: considera-se também a produtividade média mundial da floresta de 1,99m <sup>3</sup> /ha, sendo necessário multiplicar por 1/1,97 que é o fator de desperdício da pasta de papel (Pegada familiar de Wackernagel), o que significa que por cada kg de pasta de papel são necessários 1,97kg de madeira em rolo. Neste caso, já não se multiplica por 0,6 uma vez que o fator de desperdício já se encontra em toneladas.	Doménech <i>et al.</i> , 2010a; Wackernagel <i>et al.</i> , 2000 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a
PCO por tipo de ecossistema [tCO <sub>2</sub> ]		Pegada de “energia fóssil”: [tCO <sub>2</sub> ] = [GJ/ano] x Fator Emissão [tCO <sub>2</sub> /GJ] Pegada de “floresta”: [tCO <sub>2</sub> ] = PEO [ha] x Fator Absorção [tCO <sub>2</sub> /ha]. Fatores de Absorção de acordo com as Tabelas V.2.1, V.2.2 e V.2.3 do Anexo V.	Doménech <i>et al.</i> , 2010a; IPCC, 2001 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a
PEO por tipo de ecossistema [ha]		Pegada de “energia fóssil”: [ha] = PCO [tCO <sub>2</sub> ] / Fator Absorção [tCO <sub>2</sub> /ha]. Fatores de Absorção de acordo com as Tabelas V.2.1, V.2.2 e V.2.3 do Anexo V. Pegada da “floresta”: [ha] = [t/ano] / Produtividade natural [t/ha/ano].	Doménech <i>et al.</i> , 2010a; IPCC, 2001 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a

[Fonte: Elaboração própria]

## 7. Água

Esta categoria da PEO refere-se ao consumo de água pela STEF. Nesta análise apenas estamos a considerar o consumo de água proveniente da rede pública.

Os dados referentes ao consumo de água encontram-se na Tabela 20.

A Tabela 21 apresenta a explicação dos cálculos efetuados na Pegada da Água.

**Tabela 20 – Consumo de Água pela STEF**

Água	Consumo Anual (m <sup>3</sup> )		
	STEF Porto 2006	STEF Porto 2011	STEF Lisboa 2011
Consumo Água Potável	709,0	1.563,0	4.423,0
<b>Pegada Ecológica (hag)</b>	<b>0,6</b>	<b>1,3</b>	<b>3,7</b>

Fonte: Dados da STEF, elaboração própria]

**Tabela 21 – Tabela explicativa do cálculo da PEO da Água**

Categorias de Consumo		Cálculos e Comentários	Fonte
<b>Água</b>			
Consumo anual	em unidades de consumo [m <sup>3</sup> /ano]	Dados da contabilidade da STEF.	STEF
	em euros sem IVA [€/ano]	Multiplica-se os dados em unidades pelos preços da água (conforme as Tabelas V.2.1, V.2.2 e V.2.3 do Anexo V).	STEF
	em toneladas [t/ano]	Idêntico ao consumo em m <sup>3</sup> .	Doménech <i>et al.</i> , 2010a
Produtividade Natural [t/ha/ano]	Produtividade natural de 1.500 m <sup>3</sup> /ha/ano. Considera-se uma contribuição das florestas de 10% da evaporação total (para além da superfície oceânica e superfície terrestre). Supõe-se uma precipitação (em florestas de zonas húmidas) de 1.500 m <sup>3</sup> /ha/ano.	Doménech <i>et al.</i> , 2010a	
PCO por tipo de ecossistema [tCO <sub>2</sub> ]	Pegada da “floresta”: [tCO <sub>2</sub> ] = PEO [ha] x Fator Absorção [tCO <sub>2</sub> /ha]. Fatores de Absorção de acordo com as Tabelas V.2.1, V.2.2 e V.2.3 do Anexo V.	Doménech <i>et al.</i> , 2010a; IPCC, 2001 <i>in</i> Doménech <i>et al.</i> , 2010a	
PEO por tipo de ecossistema [ha]	Na PEO, obtemos a Pegada da “floresta” (como gerador de precipitação): [ha] = [t/ano] / Produtividade natural [t/ha/ano].	Doménech <i>et al.</i> , 2010a	

[Fonte: Elaboração própria]

Existe uma Pegada energética (bombeamento, etc.) que se inclui na folha “*mix*” (“Matriz de eletricidade”) (ver Tabela V.2.4 do Anexo V), desagregada de acordo com o *mix* nacional e somada aos restantes consumos elétricos.

De notar que no período de cinco anos considerado, a STEF Porto mais do que duplicou o seu consumo. Esta evolução pode ser, pelo menos em parte, explicada pelo incremento de colaboradores na empresa (que passaram de 55 para 63) e pela instalação de balneários com chuveiros para os funcionários de armazém e motoristas.

A Pegada da STEF Lisboa é cerca de três vezes superior à do Porto. Este dado é coerente com o facto do número de funcionários de Lisboa ascender a 207, que corresponde a cerca do triplo do número de colaboradores da STEF Porto em 2011.

## 8. Uso do Solo

A categoria do Uso do Solo pretende contabilizar a Pegada correspondente à ocupação do solo pela STEF (Tabela 22), apresentando-se, neste caso, também os valores da contra-Pegada.

A Tabela 23 apresenta a forma de cálculo da Pegada do Uso do Solo.

**Tabela 22 – Uso do Solo pela STEF**

Uso do Solo	Consumo Anual (ha)		
	STEF Porto 2006	STEF Porto 2011	STEF Lisboa 2011
Zona Jardins	0,0	0,0	2,3
Área Construída	0,4	0,4	2,2
<b>Pegada Ecológica (hag)</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>5,5</b>
<b>Contra-Pegada Ecológica (hag)</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,0</b>

Fonte: Dados da STEF, elaboração própria]

**Tabela 23 – Tabela explicativa do cálculo da PEO do Uso do Solo**

Categorias de Consumo		Cálculos e Comentários	Fonte
<b>Uso do Solo</b>			
Consumo anual	em unidades de consumo [ha/ano]	Dados da contabilidade da STEF.	STEF
PCO por tipo de ecossistema [tCO <sub>2</sub> ]		<p><u>Zonas de jardins:</u> considera-se que as empresas não fazem uso próprio dos produtos dos seus jardins, espaços com árvores de fruto ou zonas naturais e, por essa razão, a Pegada de “pastos” é zero. A contra-Pegada associada à zona de jardins da empresa, é calculada pela expressão: Zonas de jardins [ha] x Fator Absorção (florestas) [tCO<sub>2</sub>/ha].</p> <p><u>Área Construída:</u> a Pegada do “terreno construído” é obtida pela expressão: Consumo anual da zona de edifícios e pavimentada [ha] x Fator Absorção (superfície construída) [tCO<sub>2</sub>/ha].</p> <p>Estas superfícies não supõem capital natural e, como tal, não contribuem com contra-Pegada. Fatores de Absorção de acordo com as Tabelas V.2.1, V.2.2 e V.2.3 do Anexo V.</p>	Doménech et al., 2010a; IPCC, 2001 in Doménech et al., 2010a
PEO por tipo de ecossistema [ha]		<p><u>Zonas de jardins:</u> a Pegada de “pastos” é zero. A contra-Pegada é calculada pela expressão: Zonas de jardins [ha] x Fator Equivalência (florestas) x Fator Produtividade (florestas) (ver Tabela V.2.1, V.2.2 e V.2.3 do Anexo V).</p> <p><u>Área Construída:</u> PEO é igual ao valor do consumo anual de zona de edifícios e pavimentada [ha].</p>	Doménech et al., 2010a; GFN, 2012c

[Fonte: Elaboração própria]

A STEF Porto ocupa apenas área construída: edifício de escritórios e armazéns.

Quanto à STEF Lisboa, esta ocupa dois tipos de solos: área construída (edifício de escritórios, armazéns e zonas pavimentadas) e zona de jardins. A zona destinada a jardins contribui para a contra-Pegada em 1 hag.

## 9. Resíduos, Descargas e Emissões

A categoria de Resíduos, Descargas e Emissões contabiliza o consumo destas três subcategorias.

Relativamente aos resíduos, são considerados os resíduos perigosos, não perigosos e radioativos. As descargas dizem respeito às descargas em efluentes. As emissões desagregam-se em GEE do Protocolo de Quioto, outros GEE e outras emissões atmosféricas.

No caso da STEF apenas são considerados os resíduos não perigosos e as emissões.

A Tabela 24 mostra os dados referentes ao consumo destes dois grupos de consumo.

A explicação relativa à forma de cálculo da Pegada dos Resíduos, Descargas e Emissões é apresentada na Tabela 25.

**Tabela 24 – Resíduos e Emissões gerados pela STEF**

Resíduos, Descargas e Emissões	Consumo Anual (toneladas)		
	STEF Porto 2006	STEF Porto 2011	STEF Lisboa 2011
Resíduos Não Perigosos	39,7	51,1	563,2
Emissões	0,2	0,2	0,5
<b>Pegada Ecológica (hag)</b>	<b>4,2</b>	<b>3,8</b>	<b>12,7</b>

[Fonte: Dados da STEF, elaboração própria]

**Tabela 25 – Tabela explicativa do cálculo da PEO dos Resíduos, Descargas e Emissões**

Categorias de Consumo		Cálculos e Comentários	Fonte
<b>Resíduos, Descargas e Emissões</b>			
Consumo anual	em toneladas [t/ano]	Resíduos não perigosos: dados da contabilidade da STEF. Emissões: dados provenientes da “Matriz de gases (GEE Quioto, sem CO <sub>2</sub> )” (ver Tabelas V.2.10, V.2.11 e V.2.12 do Anexo V) que é alimentada de forma automática pelos dados em GJ/ano da folha de cálculo da PCO. Os valores em GJ/ano são convertidos em toneladas de CH <sub>4</sub> e de N <sub>2</sub> O e regressam à folha de cálculo da PCO.	STEF; Doménech <i>et al.</i> , 2010a
Fatores Emissão [tCO <sub>2</sub> e/t comb.]		Emissões: o potencial de aquecimento global ( <i>Global Warming Potential</i> ) consiste no potencial de efeito de estufa, para uma unidade de massa de um GEE, referido a uma unidade de massa de CO <sub>2</sub> , para um período de tempo (considera-se 100 anos). Os valores considerados são retirados de <i>Climate Change (1995)</i> . Os valores considerados são retirados de <i>Climate Change (1995)</i> .	IPCC, 1997 in Doménech <i>et al.</i> , 2010a; <i>Climate Change, 1995 in Doménech et al.</i> , 2010a
PCO por tipo de ecossistema [tCO <sub>2</sub> ]		Resíduos não perigosos: Pegada de “energia fóssil”, de “pastos”, de “florestas” e de “terreno construído” obtêm-se da seguinte forma: [tCO <sub>2</sub> ] = PE [ha] x Fator Absorção [tCO <sub>2</sub> /ha]. Fatores de Absorção de acordo com as Tabelas V.2.1, V.2.2 e V.2.3 do Anexo V. Emissões: Pegada de “energia fóssil”: [tCO <sub>2</sub> ] = [t/ano] x Potencial aquecimento [tCO <sub>2</sub> e/t comb.]	Doménech <i>et al.</i> , 2010a; IPCC, 2001 in Doménech <i>et al.</i> , 2010a
PEO por tipo de ecossistema [ha]		Resíduos não perigosos: Pegada de “energia fóssil”, de “pastos”, de “florestas” e de “terreno construído” obtêm-se recorrendo a Índices de Conversão de toneladas em hectares (ver Tabela V.2.13 do Anexo V). Esta matriz considera que nenhum dos resíduos e descargas produz Pegada de superfícies de “terra cultivável” e de “mar”. O cálculo é o seguinte: [ha] = [t/ano] x Índice Conversão Emissões: Pegada de “energia fóssil”: [ha] = PCO [tCO <sub>2</sub> ] / Fator Absorção [tCO <sub>2</sub> /ha]. Fatores de Absorção de acordo com as Tabelas V.2.1, V.2.2 e V.2.3 do Anexo V.	Doménech <i>et al.</i> , 2010a; IPCC, 2001 in Doménech <i>et al.</i> , 2010a

[Fonte: Elaboração própria]

A emissão de resíduos não perigosos na STEF Porto aumentou em cerca de 29% no período de cinco anos, o que é facilmente explicado pelo aumento em cerca de 54% dos volumes transportados pela empresa. Apesar dos dados sobre emissões gasosas parecerem idênticos é, de facto, devido a eles que há uma quebra no valor da Pegada, via redução dos gases metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Em ambos os casos, a redução nos valores destes gases deve-se a uma redução do consumo de gasóleo, à utilização de fontes menos poluentes de produção de eletricidade e a uma redução nos consumos energéticos das matrizes de obras e de obras públicas.

Relativamente à comparação Porto – Lisboa, a mesma não é surpreendente dada a dimensão relativa em termos não só de volumes movimentados mas também de recursos humanos. Os dois grupos que se destacam são os resíduos orgânicos e o papel e cartão.

## 5.2.2 PEGADA ECOLÓGICA GLOBAL

A PEO Bruta é calculada de acordo com a expressão (14):

$$(14) \quad \text{PEO Bruta} = \text{PEO [ha]} \times \text{Fator de Equivalência}^{31} \times \text{Fator de Produtividade}^{31}$$

A PEO Líquida é calculada pela expressão (15):

$$(15) \quad \text{PEO Líquida} = \text{PEO Bruta} - \text{Contra-Pegada}$$

O valor da PEO da STEF Porto em 2011 foi de 2.136,3 hag/ano ou 5.915,0 tCO<sub>2</sub>/ano. No período que medeia entre 2006 e 2011, o valor da PEO registou uma ligeira subida, não se revelando significativa. Aliás, a única componente que aumentou foi a Pegada da floresta devido ao crescimento acentuado do consumo de paletes de madeira.

A PEO da STEF Lisboa correspondeu a 5.736,1 hag, ou seja, um valor cerca de 2,7 vezes superior à PEO do Porto. A PEO da STEF Lisboa é superior à da STEF Porto em todos os tipos de ecossistemas, pelos motivos apresentados atrás.

A Tabela 26 apresenta os dados da Pegada das duas delegações por tipo de ecossistema.

A Energia Fóssil é o principal "ecossistema" em termos de peso na PEO, essencialmente devido aos Materiais e Serviços. Estas contribuições devem-se sobretudo ao serviço de transporte de mercadorias, quer efetuado por viaturas próprias quer efetuado por viaturas subcontratadas.

A Figura 5 permite confrontar, por tipo de categoria de consumo, as Pegadas da STEF Porto e da STEF Lisboa. É notório o peso que as categorias de Serviços e Materiais apresentam na Pegada.

A categoria das Emissões Diretas é aquela que se destaca por ter um peso de mais do dobro na STEF Porto em 2011 face à STEF Lisboa.

---

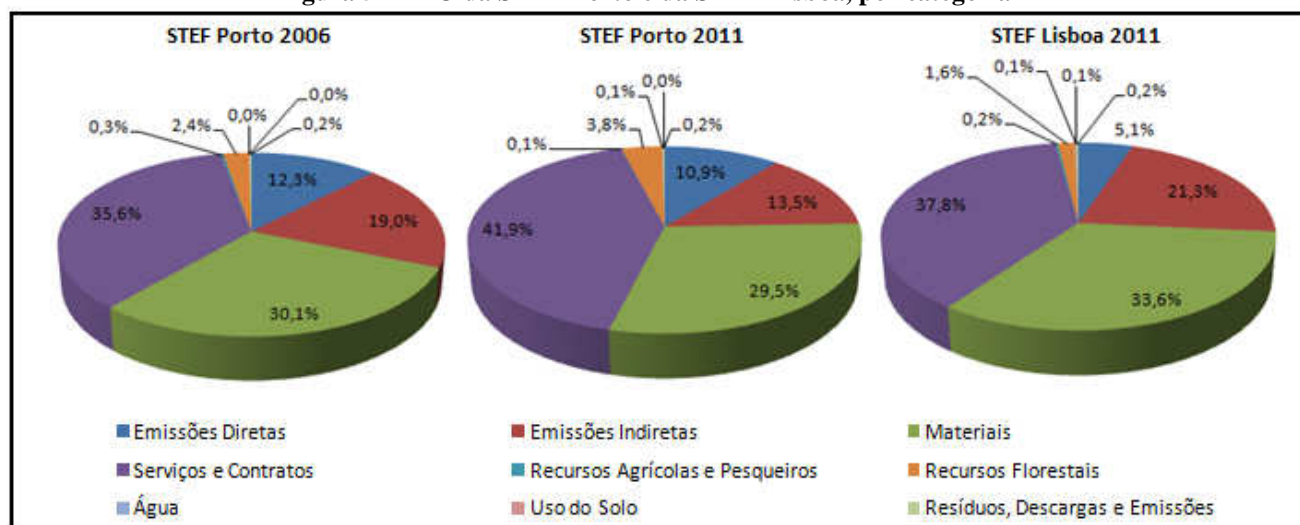
<sup>31</sup> Os fatores de equivalência e de produtividade encontram-se nas Tabelas V.2.1, V.2.2 e V.2.3 do Anexo V.

Tabela 26 – PEO da STEF Porto e Lisboa

Agência	Pegada por tipo de Ecosistema (hag)						Pegada Total		
	Energia Fósil	Terra Cultivável	Pasto	Floresta	Terreno Construído	Mar	PE Total	Contra-Pegada	PE Líquida
STEF Porto 2006	1.983,9	2,4	0,1	128,0	1,0	1,7	2.117,0	1,4	2.115,6
STEF Porto 2011	1.981,2	0,5	0,1	153,4	1,0	0,4	2.136,6	0,3	2.136,3
STEF Lisboa 2011	5.371,8	4,2	0,4	354,1	5,9	4,3	5.740,7	4,6	5.736,1

Fonte: Dados da STEF, elaboração própria]

Figura 5 – PEO da STEF Porto e da STEF Lisboa, por categoria



[Fonte: Dados da STEF, elaboração própria]

A metodologia MC3 permite também obter indicadores de eficiência ambiental, económica<sup>32</sup> e social. Considerando a STEF Porto em 2011, em termos de eficiência ambiental esta agência transportou 23,4 toneladas de mercadoria por tonelada de CO<sub>2</sub> emitida. Ao nível da eficiência económica, a STEF Porto em 2011 apresentou um valor de 294,3 unidades. Em termos de eficiência social o valor foi de 0,0107 empregos por unidade de ecoeficiência (em carbono).

### 5.3. PEO DE OUTRAS ORGANIZAÇÕES VIA MÉTODO MC3

A comparação estabelecida entre a STEF Porto e a STEF Lisboa é feita entre duas empresas que pertencem ao mesmo ramo de atividade, com características em comum

<sup>32</sup> A eficiência económica mede-se através do PIB corporativo por tonelada de CO<sub>2</sub>. O PIB corporativo obtém-se pela expressão: PIB corporativo = *Cash Flow* + Salários.

embora de dimensão diferente. Neste sentido, achou-se pertinente contextualizar o valor da PEO da STEF e tentar compreender até que ponto se trata de um valor muito ou pouco elevado.

Para isso, reuniram-se na Tabela 27 dados de vários trabalhos que procederam ao cálculo da PEO através da aplicação do método MC3 a empresas de diversos setores de atividade.

Em rigor, nenhuma conclusão pode ser retirada, dado estarmos a confrontar dados de PEO de setores de atividade e até de países distintos, e que, embora utilizem a mesma forma geral de cálculo, apresentam seguramente pressupostos e especificidades de cálculo distintos. No entanto, dada a falta de informação referente a empresas portuguesas do setor dos transportes, estes são, porém, os dados disponíveis para tentar compreender a dimensão da PEO da STEF.

**Tabela 27 – Valores das PEO de várias empresas, obtidos pela aplicação do método MC3**

<b>Empresa</b>	<b>Ano</b>	<b>Atividade</b>	<b>País</b>	<b>PEO (hag)</b>	<b>PCO (tCO<sub>2</sub>)</b>	<b>Fonte</b>
STEF Porto	2006	Logística sob Temperatura Controlada	Portugal	2.115,6	5.849,9	Presente Estudo
STEF Porto	2011	Logística sob Temperatura Controlada	Portugal	2.136,3	5.915,0	Presente Estudo
STEF Lisboa	2011	Logística sob Temperatura Controlada	Portugal	5.736,1	15.860,9	Presente Estudo
Efacec	2009	Produtor de Equipamentos Elétricos	Portugal	37.567,4	49.687,5	Branco, 2012
Efacec	2010	Produtor de Equipamentos Elétricos	Portugal	33.671,6	43.895,7	Branco, 2012
Efacec	2011	Produtor de Equipamentos Elétricos	Portugal	32.430,6	39.493,2	Branco, 2012
APG	2004	Serviços Portuários	Espanha	5.297,9	30.426,2	Doménech, 2009
“Gamma”	2006	Produtor de Vinho	Espanha	---	152,7	Doménech <i>et al.</i> , 2009
“Alfa”	2007	Produtor de Mexilhão	Espanha	11,0	52,2	Carballo e Negro, 2008
“Anónima”	2006	Concessionário de Automóveis	Espanha	4.945,9	22.547,7	Moncho <i>et al.</i> , 2008
“B1”	2006	Produtor Pesqueiro	Espanha	1.083,5	1.678,2	Carballo <i>et al.</i> , 2008
“B2”	2006	Produtor Pesqueiro	Espanha	540,2	1.026,4	Carballo <i>et al.</i> , 2008

[Fonte: Elaboração própria]

#### **5.4. O MÉTODO DE CÁLCULO DA PCO DESENVOLVIDO PELA STEF**

Em 2009, a STEF França desenvolveu uma ferramenta de cálculo da sua PCO para o transporte e a logística. Este calculador distingue-se pela metodologia empregada: a valorização do carbono é efetuada através dos dados reais da execução da operação de transporte para cada viagem, do primeiro ao último quilómetro, considerando o consumo de combustível dos veículos e dos grupos de frio, próprios e subcontratados.

A PCO do transporte pode ser particularmente complexa de calcular no caso de uma distribuição multicliente e de transportes multissegmentos.

Em 2010, este calculador foi submetido à perícia do *Bio Intelligence Service*, especialista europeu de estudos e consultoria em produtos de informação ambiental (STEF, 2011b).

Posteriormente, em julho de 2011, a metodologia e o calculador de CO<sub>2</sub> de transporte da STEF foram validados pelo *Bureau Veritas Certification*, tornando a STEF no primeiro operador logístico de frio em França a obter um atestado de verificação deste género (STEF, 2011b; STEF, 2011c).

Graças a este calculador, a STEF é capaz de avaliar as emissões de CO<sub>2</sub> das suas operações de transporte de toda a cadeia: da recolha à distribuição com passagem pelas plataformas do grupo. O sistema de cálculo integra todas as atividades de transporte da STEF em França e associa a cada ordem de transporte do cliente a sua Pegada. Tem em conta os quilómetros percorridos, o consumo de combustível necessário à operação de transporte e a parte relativa ao pedido do cliente na carga do veículo.

De facto, um dos objetivos desta ferramenta consiste na prestação ao cliente da informação acerca da sua PC na STEF, sendo esta informação vista como tendo uma dupla utilidade: a prestação de um novo serviço ao cliente e o envolvimento do cliente na problemática da redução das emissões.

Infelizmente, esta ferramenta não está totalmente operacional em Portugal, pelo que não foi a escolhida por este trabalho.

#### **5.5. MEDIDAS PARA REDUZIR O IMPACTE AMBIENTAL E A PEO DA STEF**

No que se segue, e apoiando-nos na metodologia para a sustentabilidade total (Doménech, 2009), serão feitas propostas para a STEF reduzir a sua PEO.



Na STEF, há três áreas essenciais que permitem aumentar a sustentabilidade: ecoeficiência nas Emissões, ecoeficiência no consumo de Materiais e ecoeficiência na aquisição de Serviços e Contratos. No entanto, serão apresentadas sugestões respeitantes às nove categorias de consumos consideradas pelo MC3.

### **1. Ecoeficiência no uso dos Combustíveis**

- Utilizar biocombustíveis<sup>33</sup> e verificar periodicamente os veículos (Doménech, 2009; Doménech, 2010a).
- Reduzir os quilómetros percorridos e portanto o consumo de combustível através da criação de entrepostos regionais de massificação de mercadoria.
- Utilizar semirreboques com *double-deck* que permitem aumentar a capacidade de carga dos veículos, reduzindo assim os consumos de combustível.
- Reduzir o consumo de combustíveis através da formação dos motoristas em eco-condução.<sup>34</sup>
- Utilizar grupos de frio com zero emissões diretas de CO<sub>2</sub>, como os grupos de frio que funcionam com azoto. Este sistema é silencioso e não emite CO<sub>2</sub> durante o transporte, ao contrário dos grupos de frio mecânicos.
- Reduzir o consumo de combustíveis através da utilização de veículos ligeiros e pesados híbridos, elétricos e mais eficientes.<sup>35</sup>

### **2. Ecoeficiência da Eletricidade**

- Comprar "energia verde" e optar por energias renováveis como a energia solar térmica<sup>36</sup> instalada nos telhados dos edifícios (Doménech, 2009; Doménech, 2010a).

---

<sup>33</sup> Misturar biodiesel com gasóleo convencional uma vez que apenas algumas viaturas estão preparadas para a utilização de biodiesel puro. Reduz em cerca de 90% a emissão de algumas substâncias cancerígenas (Doménech, 2009; Doménech, 2010a).

<sup>34</sup> Os formadores acompanham individualmente cada motorista num percurso tipo do seu veículo habitual havendo um registo dos parâmetros de condução (distância de travagem, velocidade...). Ao descobrir a condução que melhor se adapta ao seu camião, cada condutor aprende a evoluir por si próprio. Esta valorização do papel do motorista faz com que ele se sinta um ator importante na procura do desenvolvimento sustentável.

<sup>35</sup> A este propósito ver o ponto 3 (Ecoeficiência dos Materiais e Obras).

<sup>36</sup> Constitui uma tecnologia de baixo custo e alto rendimento; é um sistema silencioso e limpo. As emissões geradas pela produção de eletricidade a partir de tecnologias renováveis são significativamente inferiores às geradas pela produção elétrica a partir de combustíveis fósseis. Os valores médios para as energias renováveis variam entre 4 e 46 gCO<sub>2</sub>e/kWh enquanto que os valores

- Investir na redução dos consumos energéticos, utilizando aparelhos elétricos e eletrônicos de baixo consumo; reduzir a utilização dos sistemas de climatização, investindo em bons isolamentos e realizar uma manutenção preventiva e regular dos aparelhos de ar condicionado (Doménech, 2009).
- Elaborar um manual de boas práticas<sup>37</sup> e implementar verificações de rotina da existência de iluminação ou aparelhos ligados desnecessariamente (Doménech, 2009).

### 3. Ecoeficiência dos Materiais e Obras

- Implementar uma contabilidade dos materiais (Doménech, 2010a).
- Utilizar fornecedores certificados para a realização de obras e adotar uma política de compras de materiais "verdes" ou com etiqueta ecológica (Doménech, 2006; Doménech, 2009; Doménech, 2010a).<sup>38</sup>
- Reparar os equipamentos avariados antes de comprar um novo; reduzir a intensidade das compras (preferindo o aluguer à compra) e comprar produtos reciclados (Doménech, 2009).
- Minimizar a produção de resíduos sólidos, poupando dinheiro ao adquirir embalagens com maior capacidade e produtos com pouca embalagem (Doménech, 2009; Doménech, 2010a).
- Sempre que possível, adquirir produtos produzidos localmente, pois consomem menos combustível no seu transporte, produzindo menos emissões e contribuem para a manutenção do emprego e para o desenvolvimento da economia regional (Doménech, 2009; Doménech, 2010a).

---

para a energia proveniente de combustíveis fósseis variam desde 469 até 1.001 gCO<sub>2</sub>e/kWh (Doménech, 2009; Doménech, 2010; IPCC, 2012).

<sup>37</sup> Este deve incluir recomendações, como não deixar os computadores e os monitores ligados se não forem utilizados durante tempo prolongado

<sup>38</sup> Neste âmbito, há várias certificações que facilitam a compra por parte das empresas: Norma UNE 150301 de eco desenho de produtos e serviços; Norma EN ISO 14001:2004 dirigida aos processos de fabricação e exploração; Etiqueta ecológica (e a família de Normas UNE-EN ISO 14020:2002, UNE-EN ISO 14021:2002 e UNE-EN ISO 14024:2004) que certifica o cumprimento de características ecológicas dos produtos. Há diversos tipos de etiquetas, nomeadamente a etiqueta *Energy Star* para material de escritório como computadores e a etiqueta de energia da União Europeia que classifica os eletrodomésticos de acordo com a eficiência energética (de A a G do mais para o menos eficiente) (Doménech, 2006; Doménech, 2009; Doménech, 2010a).

- Renovar a frota, adquirindo veículos ligeiros e pesados híbridos, elétricos e mais eficientes. Neste ponto, é relevante referir o bom exemplo dos investimentos efetuados pela STEF, na sua sede em França, em parceria com marcas como a *Scania*<sup>39</sup> e a *Renault*<sup>40</sup> e que podem ser seguidos em Portugal.

#### **4. Ecoeficiência dos Serviços e Contratos e da Mobilidade**

- Eleger contratos e subcontratados certificados e fornecedores que usem produtos "verdes" (Doménech, 2010a).
- Favorecer a contratação de empresas de transporte que usem biocombustíveis.
- Promover deslocações menos frequentes e mais eficientes entre delegações.<sup>41</sup>

#### **5. Ecoeficiência dos Recursos Agropecuários e Pesqueiros**

- Dinamizar programas de sensibilização do pessoal para uma alimentação mais saudável e consumir produtos ecológicos (Doménech, 2009; Doménech, 2010a).

#### **6. Ecoeficiência dos Recursos Florestais**

- Consumir o menor volume de papel possível e utilizar papel 100% reciclado e livre de cloro (Doménech, 2009).<sup>42</sup>

---

<sup>39</sup> Parceria entre a STEF e a *Scania*: A STEF foi o primeiro transportador frigorífico francês a antecipar a norma Euro 6, para este tipo de veículo, que entrará em vigor em janeiro de 2014. Segundo a norma Euro 6: “Em relação a todos os veículos equipados com motor diesel, é obrigatória uma redução importante das emissões de óxidos de azoto a partir da entrada em vigor da norma Euro 6. Por exemplo, as emissões provenientes de automóveis e de outros veículos destinados ao transporte estarão sujeitas a um limite máximo de 80 mg/km (ou seja, uma redução suplementar de mais de 50 % em relação à norma Euro 5). As emissões combinadas de hidrocarbonetos e de óxidos de azoto provenientes de veículos a gasóleo serão igualmente reduzidas, até serem sujeitas, por exemplo, a um limite máximo de 170 mg/km no que diz respeito aos automóveis e a outros veículos destinados ao transporte.” (União Europeia, 2013). Foi assinado um protocolo para testar em situação real o comportamento do novo motor que combina as tecnologias SCR e EGR e que constitui o primeiro veículo de série com um motor Euro 6 a rolar em França. Jean-Marc Bruère, Diretor adjunto de transporte da STEF refere: “O nosso objetivo é reduzir as emissões de GEE e de gases poluentes assim como os ruídos.” Em março de 2012, a *Scania* apresentou os motores de 13 litros com 440 e 480 cavalos, o que permitirá aos operadores investir na tecnologia anti-poluente mais recente (STEF, 2012a).

<sup>40</sup> Parceria entre a STEF e a *Renault Trucks*: A *Renault Trucks* entregou à STEF, em 13 de outubro de 2011, as chaves de um *Renault Midlum*, camião de 16 toneladas 100% elétrico. Trata-se do maior camião elétrico alguma vez visto em circulação na estrada, para a distribuição de produtos alimentares na cidade. Este *Renault* é um veículo experimental, não poluente, não libertando localmente qualquer emissão de CO<sub>2</sub> e completamente silencioso, perfeitamente adaptado a um ambiente urbano. Foi testado durante o ano de 2012 no aprovisionamento do aglomerado de Lyon (STEF, 2011a).

<sup>41</sup> Por exemplo, recorrer à partilha de veículos entre várias pessoas. E, recorrer maioritariamente a videoconferências e conferências telefónicas em detrimento das deslocações físicas.

- Comprar madeiras certificadas (Doménech, 2010a).

## **7. Ecoeficiência da Água**

- Criar um plano de poupança e boas práticas no consumo de água e recolher as águas pluviais (Doménech, 2009; Doménech, 2010a).

## **8. Ecoeficiência do Uso do Solo**

- Investir em capital natural, nomeadamente através do apoio a Projetos de Conservação da Natureza de ONGs<sup>43</sup>, promover a florestação em terrenos da empresa e promover um sumidouro de CO<sub>2</sub> (Doménech, 2009; Doménech, 2010a).

## **9. Ecoeficiência dos Resíduos, Descargas e Emissões**

- Aplicar a regra dos “3 R’s”<sup>44</sup>, exigir a sua aplicação aos fornecedores e promovê-la entre clientes (Doménech, 2009; Doménech, 2010a).
- Utilizar os contentores de recolha seletiva, evitando colocar no lixo produtos potencialmente tóxicos, como por exemplo pilhas (Doménech, 2010a).
- Implantar a norma ISO 14001, que é de facto um objetivo a médio prazo da STEF Portugal.

Estas medidas de redução da PEO, centradas em ações internas à empresa, podem ser complementadas e/ou contra-balançadas com fatores que, embora externos à organização, a podem influenciar de forma marcante. Nesse sentido, o capítulo seguinte apresenta algumas simulações, baseadas em determinados cenários, colocados no caso concreto da STEF, que podem ilustrar a dependência dos valores da PEO de fatores exógenos à empresa. Para além disso, estes fatores podem acarretar, se adequadamente conduzidos, a diminuição da PE global e a conseqüente melhoria ambiental para o todo social.

---

<sup>42</sup> Além disso, utilizar sempre as duas faces das folhas. Utilizar as folhas que não são necessárias para rascunho. Por fim, colocar todos os resíduos de papel no ecoponto azul (Doménech, 2009).

<sup>43</sup> Em Portugal, temos o exemplo da Quercus e de um Projeto em que as empresas podem investir. O seu investimento reverterá como contra-Pegada, contribuindo para a diminuição da PEO. Para compensar a Pegada de 1 ha bastaria gerir ativamente a mesma quantidade de terreno (Quercus, s.d.).

<sup>44</sup> Regra dos “3 R’s”: reduzir, reutilizar, reciclar.

## **6. SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS ALTERNATIVOS E SEU IMPACTE NA PEGADA GLOBAL E DA STEF**

### **6.1. CONCENTRAÇÃO DO TRANSPORTE DE MERCADORIAS – O CONTRIBUTO DA STEF PARA UMA MELHORIA AMBIENTAL**

Pretende-se com esta questão saber se a STEF contribui para melhorar a sustentabilidade global, nomeadamente na componente ambiental, indo portanto para além da sua função principal de prestador de serviços, para contribuir para uma melhoria global da qualidade do ambiente.

Com o intuito de responder a esta mesma questão, vamos considerar a diferença, em termos de impacte ambiental, entre duas formas distintas de realizar as entregas nos dois maiores grupos de distribuição alimentar – Sonae e Jerónimo Martins (JM).

Os dois cenários considerados são os seguintes:

- Cenário base 1: situação real da STEF Porto em 2011, com as entregas nas Centrais de compras da Sonae e do JM, dos clientes da STEF Porto, a serem realizadas de forma concentrada pelo transporte da STEF.
- Cenário 2<sup>45</sup>: simulação para a STEF Porto em 2011, admitindo que as entregas nas Centrais de compras da Sonae e do JM, dos clientes da STEF Porto, seriam realizadas de forma desconcentrada, através do transporte de cada um desses clientes, utilizando a sua própria frota.

No cenário 1, são utilizados dados reais das recolhas nos clientes da STEF Porto e distribuição nas Centrais Sonae e JM pela STEF Porto em 2011.

A comparação com o cenário 2 é efetuada com base na simulação do montante de quilómetros e do consumo de gasóleo que resultariam de uma distribuição efetuada individualmente por cada cliente em 2011, considerando todas as outras operações como constantes.

A explicação da forma como os cálculos foram efetuados e das respetivas adaptações e pressupostos considerados são detalhados na Tabela VI.1 do Anexo VI.

---

<sup>45</sup> O cenário 2 constitui uma simulação com base nos pressupostos constantes na Tabela VI.1 do Anexo VI.

Todas as outras variáveis, não consideradas na Tabela VI.1, admitem-se sem alteração em relação à situação real.

Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 28.

**Tabela 28 – Resultado dos cálculos do Cenário 1 e do Cenário 2**

<b>Resultado</b>	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>	<b>Resultado do Cenário 1 versus Cenário 2</b>
Total Kms	825.730	1.912.367	-57%
Total Litros Combustível	325.489	650.205	-50%
Emissões CO <sub>2</sub> (t)	908,1	1.814,1	-50%

[Fonte: Elaboração própria]

Estes resultados demonstram que, de facto, a concentração de transportes e de cargas proporcionada pelos serviços prestados pela STEF Porto reduz os quilómetros percorridos. A redução de veículos pesados a circular nas estradas tem como consequência a diminuição, para cerca de metade, dos quilómetros realizados, do respetivo consumo de gasóleo e das emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera.

Os cálculos realizados confirmam a perceção intuitiva que se tem ao analisar de forma teórica esta questão. A STEF procede à recolha de mercadoria em vários produtores da mesma zona, agrupando e transportando os seus produtos numa única viatura. Posteriormente, o transporte para cada uma das Centrais de compras ocorre também apenas com a utilização de uma viatura, que efetua o transporte de diversos clientes simultaneamente. Assim se compreende a existência de uma redução drástica do número de camiões a circular e dos quilómetros percorridos.

Há já alguns anos que se iniciou, no mercado de distribuição alimentar, este processo de concentração do transporte de mercadorias. Os produtores e os distribuidores têm vindo a implementar uma política de alienação das suas frotas próprias e à sua substituição pelo recurso cada vez maior ao *outsourcing* como forma de assegurar as entregas nos seus clientes.

Este processo é progressivo e continua a ocorrer no mercado atual, permitindo à STEF crescer, ao mesmo tempo que contribui para a melhoria da qualidade ambiental e para a redução da Pegada global do país, considerando tudo o resto constante.

## **6.2. IMPACTE DA CONCENTRAÇÃO DO MERCADO DE DISTRIBUIÇÃO ALIMENTAR: EVOLUÇÃO DA PEO DA STEF PORTO 2006/2011**

O propósito deste ponto consiste em verificar em que medida a evolução da PEO da STEF Porto no período 2006/2011 foi afetada pelas alterações ocorridas no mercado de *Supply Chain* durante esse período. Pretende-se isolar o efeito, na PEO, das modificações ocorridas no mercado.

Durante o ano de 2007 ocorreu uma alteração significativa no mercado de distribuição alimentar com forte impacte na atividade de transporte da STEF Porto. A Sonae adquiriu a rede portuguesa do Carrefour em julho de 2007. Em consequência, a STEF deixou de abastecer as lojas, ex-Carrefour e agora Continente, e passou a abastecer essencialmente as Centrais de compras da Sonae (designadas “Modis”). O abastecimento das lojas passou a ser efetuado diretamente pela Sonae a partir das Centrais Modis. Apenas cerca de 0,5% da mercadoria continua atualmente a ser entregue pela STEF Porto diretamente nas lojas.

As Centrais Modis funcionam da seguinte forma:

- A Central do norte (situada na Maia) abastece as lojas a norte;
- As Centrais do sul (situadas na Azambuja e no Carregado) abastecem as lojas a sul.

Com o intuito de verificar o impacte deste efeito de concentração do mercado, considera-se a diferença, em termos de impacte ambiental, entre os dois cenários considerados:

- Cenário base A: as entregas são realizadas pela STEF Porto em 2006 na sua totalidade nas lojas Carrefour, tratando-se da situação correspondente à realidade desse ano.
- Cenário B<sup>46</sup>: simulação para a STEF Porto em 2006, admitindo que as entregas são realizadas pela STEF Porto nas Centrais da Sonae.

A comparação com o cenário B é efetuada com base na simulação do montante de quilómetros e do consumo de gásóleo que resultariam de uma distribuição efetuada pela STEF Porto em 2006, já considerando essa distribuição nas actuais Centrais da Sonae.

---

<sup>46</sup> O cenário B constitui uma simulação com base nos pressupostos constantes na Tabela VI.2 do Anexo VI.

Ou seja, simulam-se dados para 2006 assumindo que a concentração do Carrefour e da Sonae teria ocorrido antes desse ano.

A explicação do modo como os cálculos foram efetuados e das respectivas adaptações e pressupostos assumidos são apresentados na Tabela VI.2 do Anexo VI.

As Tabelas 29 e 30 apresentam os resultados dos cálculos de ambos os cenários.

**Tabela 29 – Resultado dos cálculos relativos ao Cenário A**

Local Entrega	Kms Totais	Frota Própria		Serviços Subcontratados	
		Kms Frota Própria (17%) <sup>47</sup>	Consumo <sup>48</sup> (litros gasóleo)	Kms Subcontratados (83%) <sup>47</sup>	Custo Subcontratação <sup>49</sup>
<b>Lojas Carrefour</b>	95.791	16.285	6.225	79.507	62.104

[Fonte: Elaboração própria]

**Tabela 30 – Resultado dos cálculos de simulação do Cenário B**

Local Entrega	Kms Totais	Frota Própria		Serviços Subcontratados	
		Kms Frota Própria (17%) <sup>47</sup>	Consumo <sup>48</sup> (litros gasóleo)	Kms Subcontratados (83%) <sup>47</sup>	Custo Subcontratação <sup>49</sup>
<b>Centrais Sonae</b>	56.415	9.591	4.028	46.824	36.575

[Fonte: Elaboração própria]

A concentração ocorrida no mercado faz com que a STEF Porto “poupe” nos quilómetros percorridos (-41%), uma vez que deixa de dispersar as suas entregas por dezenas de lojas, passando a concentrar o transporte em dois pontos de entrega – um a norte e outro a sul.

A redução de quilómetros implica a existência de uma redução do consumo de gasóleo das viaturas próprias da STEF e do custo pago aos transportadores subcontratados.

Assim, ao nível da PEO da STEF Porto de 2006, o cenário B versus o cenário base A, leva às seguintes alterações (ver Tabelas VI.4 e VI.5 do Anexo VI<sup>50</sup>):

<sup>47</sup> A proporção de quilómetros realizados em frota própria face aos realizados por viaturas subcontratadas na STEF Porto em 2006 foi de 17% / 83% [Fonte: Dados STEF; Cálculos próprios].

<sup>48</sup> Consumo de combustível: um camião rígido consome 34 litros/100 kms e um reboque consome 42 litros/100 kms [Fonte: STEF].

<sup>49</sup> O custo de subcontratação da STEF Porto em 2006 foi de 0,781 €/km [Fonte: Dados STEF; Cálculos próprios].

<sup>50</sup> De notar que as Tabelas VI.4 e VI.5 resultam das Tabelas V.1.1 e V.1.2, com a aplicação das simulações.



- o Redução dos litros consumidos na categoria Emissões Diretas, de acordo com a expressão (14):

$$(14) \quad CG^{51}_{2006} (\text{simulado}) = CG_{2006} (\text{real}) - CG \text{ Cenário A} + CG \text{ Cenário B}$$

- o Redução do custo na categoria Serviços e Contratos, subcategoria Serviços de Transporte de Mercadorias (STM), conforme a expressão (15):

$$(15) \quad STM_{2006} (\text{simulado}) = STM_{2006} (\text{real}) - STM \text{ Cenário A} + STM \text{ Cenário B}$$

Verifica-se uma redução da PEO de 2.115,6 hag, obtida anteriormente (Tabela 26), para 2.106,8 hag.

Apesar do efeito global ser pouco significativo, esta análise permite compreender até que ponto a PEO da STEF Porto é influenciada e pode variar por efeito de fatores externos e não controlados pela empresa. De referir que esta alteração de mercado envolveu apenas 3,4% do peso total transportado pela STEF Porto em 2006. Isto significa que, uma mudança no mercado com uma dimensão relativamente pequena produz uma redução de 8,8 hag na PEO, que representa um valor reduzido, considerando o montante total da Pegada mas que, em termos absolutos, constitui uma área de terreno com uma dimensão importante.

Existem outros casos que poderiam ser considerados porque, ao longo do período que decorreu entre 2006 e 2011, ocorreram variadíssimas outras transformações<sup>52</sup> no setor em que a STEF se insere, mas que não serão objeto de estudo neste trabalho. Esta análise constitui um exemplo das variações que poderiam ocorrer ao nível da PCO e da PEO da empresa, face a alterações externas.

Assim, podemos concluir que, a evolução sofrida pela PEO da STEF Porto no período 2006-2011 não foi totalmente originada por decisões internas à empresa, mas também influenciada por fatores exógenos. Neste caso em concreto, *coeteris paribus*, a concentração de entregas nas Centrais de compras da Sonae, originou uma redução da PEO da STEF Porto. Ou, de outra forma, sem esta alteração externa à STEF, o crescimento da sua PEO no período considerado teria sido superior.

---

<sup>51</sup> CG consiste no consumo de gasóleo.

<sup>52</sup> São de referir duas dessas situações: a) a criação pelo grupo Auchan de uma Central de compras que passou a centralizar a receção das encomendas dos seus fornecedores e b) a aquisição da cadeia Recheio pela Sonae.

### **6.3. SUGESTÃO FINAL PARA A REDUÇÃO DA PEO DA STEF PORTO: A HIPÓTESE DE CENTRALIZAÇÃO DAS COMPRAS EM CENTRAIS VERSUS ENTREGA LOJA A LOJA**

Este ponto pretende analisar qual o impacto que teria na PEO de 2011 da STEF Porto uma alteração de mercado no sentido da total centralização das entregas nas duas maiores redes de super e hipermercados nas respetivas Centrais de compras.

As duas maiores redes de distribuição alimentar (Sonae e JM), centralizam grande parte das suas encomendas nas Centrais de compras. Da totalidade das entregas efetuadas pela STEF Porto em 2011 no Grupo Sonae: 3% são efetuadas diretamente nas lojas (Continente) e 97% nas Centrais de compras (Modis). Em relação ao Grupo JM, 13% das entregas da STEF Porto em 2011 são efetuadas nas lojas (Pingo Doce) e 87% nas Centrais de compras.

Com o objetivo de aferir o impacto deste efeito acrescido de concentração do mercado, considera-se a diferença entre os dois cenários seguintes:

- Cenário base I: as entregas são realizadas pela STEF Porto em parte nas lojas e em parte nas Centrais de compras da Sonae e JM, considerando as proporções supra referidas (situação real em 2011).
- Cenário II<sup>53</sup>: as entregas são realizadas pela STEF Porto na sua totalidade nas Centrais de compras da Sonae e do JM (ou seja, deixa de entregar respetivamente 3% e 13% nas lojas destes dois grupos).

A comparação com o cenário II é efetuada com base na simulação do montante de quilómetros e do consumo de gasóleo que resultariam de uma distribuição efetuada pela STEF Porto na totalidade nas Centrais da Sonae e do JM. Assim, simulam-se dados para 2011 assumindo uma centralização teórica total das entregas nos grupos Sonae e JM.

A explicação sobre a metodologia aplicada nos cálculos e as considerações efetuadas são detalhadas na Tabela VI.3 do Anexo VI.

Os resultados obtidos são os apresentados nas Tabelas 31 e 32.

---

<sup>53</sup> O cenário II constitui uma simulação com base nos pressupostos constantes na Tabela VI.3 do Anexo VI.

**Tabela 31 – Resultado dos cálculos relativos ao Cenário I**

Local de Entrega	Kms Totais	Frota Própria		Serviços Subcontratados	
		Kms Frota Própria (9%) <sup>54</sup>	Consumo <sup>48</sup> (litros gasóleo)	Kms Subcontratados (91%) <sup>54</sup>	Custo Subcontratação <sup>55</sup>
<b>Lojas</b>	18.979	1.708	595	17.271	15.302

[Fonte: Elaboração própria]

**Tabela 32 – Resultado dos cálculos de simulação do Cenário II**

Local de Entrega	Kms Totais	Frota Própria		Serviços Subcontratados	
		Kms Frota Própria (9%) <sup>54</sup>	Consumo <sup>48</sup> (litros gasóleo)	Kms Subcontratados (91%) <sup>54</sup>	Custo Subcontratação <sup>55</sup>
<b>Centrais</b>	9.656	869	365	8.787	7.785

[Fonte: Elaboração própria]

Tal como na situação anterior, esta simulação implica a ocorrência de duas alterações diferentes ao nível da PEO da STEF Porto de 2011:

- o Redução dos litros consumidos na categoria Emissões Diretas, de acordo com a expressão (16):

$$(16) \quad CG_{2011} (\text{simulado}) = CG_{2011} (\text{real}) - CG \text{ Cenário I} + CG \text{ Cenário II}$$

- o Redução do custo na categoria Serviços e Contratos, subcategoria Serviços de Transporte de Mercadorias, conforme a expressão (17):

$$(17) \quad STM_{2011} (\text{simulado}) = STM_{2011} (\text{real}) - STM \text{ Cenário I} + STM \text{ Cenário II}$$

As alterações ocorridas na folha de cálculo podem ser observadas nas Tabelas VI.6 e VI.7 do Anexo VI e resultam da aplicação das simulações às Tabelas V.1.3 e V.1.4 do Anexo V.

Após a introdução dos novos valores na folha de cálculo, obtém-se uma redução da PEO de 2.136,3 hag, anteriormente calculada (Tabela 26), para 2.134,5 hag.

Concluimos que, caso estes dois grandes grupos centralizassem a totalidade das entregas dos seus fornecedores nas Centrais de compras, a STEF Porto seria beneficiada com uma redução de 49% dos quilómetros realizados e conseqüente redução de custos.

<sup>54</sup> A proporção de quilómetros realizados em frota própria face aos realizados por viaturas subcontratadas na STEF Porto em 2011 foi de 9% / 91% [Fonte: Dados STEF; Cálculos próprios].

<sup>55</sup> O custo de subcontratação da STEF Porto em 2011 foi de 0,886 €/km [Fonte: Dados STEF; Cálculos próprios].

O impacte em termos da PEO é bastante reduzido permitindo, no entanto, mais uma vez, compreender até que ponto a PEO da STEF Porto é influenciada pelas alterações e decisões dos atores do mercado em que atua. Note-se, porém, que esta simulação considerou apenas um valor de cerca de 0,5% do peso total transportado pela STEF em 2011, que diz respeito às entregas ainda efetuadas nas lojas Sonae e JM. Assim sendo, estes resultados permitem apreender que, caso ocorra uma transformação no mercado com um peso significativo na estrutura de entregas da STEF, esta provocará, com um elevado grau de probabilidade, fortíssimos impactes em termos do valor da Pegada da STEF.

Deste modo, podemos considerar teoricamente um cenário de descentralização absoluta das entregas de mercadorias nos principais grupos de distribuição alimentar em Portugal, nomeadamente Sonae, JM, Intermarché, Dia, Leclerc, Lidl e Makro. Isto significaria que todas as entregas passariam a ser realizadas nas lojas, espalhadas por todo o território nacional, com evidentes impactes negativos ao nível da PEO da STEF.

## 7. CONCLUSÃO

Este trabalho principia com uma fase introdutória em que os diversos conceitos abordados servem de enquadramento ao tema central da tese – a Pegada Ecológica.

Sobretudo a Economia Ecológica, ao colmatar algumas das lacunas da abordagem Neoclássica *mainstream*, permitiu enquadrar aquele conceito e torná-lo operacional.

A partir da noção de “desenvolvimento sustentável” e da necessidade de se criarem indicadores para o medir, a Pegada Ecológica constitui, de acordo com alguns autores, uma ferramenta útil para medir a evolução dos países e regiões no sentido da sustentabilidade.

A metodologia da Pegada Ecológica apresenta inúmeras vantagens, de acordo com os autores que a defendem, e também desvantagens, na opinião dos seus críticos. No entanto, não há dúvida de que tem adquirido uma popularidade crescente nos últimos anos, sendo utilizada por diversos organismos públicos e privados de vários países.

O interesse por esta metodologia chegou também às empresas e outras organizações, pelo que foram desenvolvidos diferentes ajustamentos da metodologia geral de modo a adaptá-la à realidade das organizações. Assim surgiu a Pegada Ecológica das Organizações.

De entre as diferentes formas de medir a Pegada Ecológica das Organizações, há uma designada por MC3, que se destaca pela sua operacionalidade e por isso mesmo foi utilizada na parte prática desta tese.

Esta metodologia apresenta um enfoque misto: *bottom-up* e *top-down*, permitindo o cálculo simultâneo da Pegada de organizações e de produtos.

A parte aplicada deste trabalho é dedicada ao estudo de caso da Pegada de uma empresa do ramo de distribuição alimentar – a STEF.

Dentro das suas preocupações ambientais, a STEF (na sede em França) tinha já desenvolvido, à margem deste trabalho, uma ferramenta de cálculo da Pegada de Carbono em que a valorização do carbono é efetuada através dos dados reais das operações de transporte. Este calculador está validado pelo *Bureau Veritas Certification*.

Entendeu-se porém, aplicar aqui o método MC3, desenvolvido recentemente por vários autores. Em conjugação com uma série de pressupostos necessários para adaptar o método desenvolvido à disponibilidade de dados e à realidade concreta do caso

específico, obtiveram-se valores que se admitem ser pertinentes para traduzir as Pegadas da STEF Porto e Lisboa. O valor da Pegada Ecológica da STEF Porto em 2011 foi de 2.136,3 hag, não apresentando grande variação relativamente ao valor em 2006. No mesmo ano, a STEF Lisboa apresentou uma Pegada de 5.736,1 hag, diferença que se atribui a vários fatores diferenciadores das duas delegações.

Uma parte central deste trabalho é a proposta de medidas que contribuam para a redução da Pegada da STEF, sendo apresentadas diversas sugestões, organizadas nas nove categorias de consumo da Pegada. Nomeadamente, é proposta a utilização de viaturas menos poluentes, quer próprias quer subcontratadas, e de fontes de energia mais “amigas” do ambiente. Mas, outras medidas que envolvam elementos exógenos à empresa também são relevantes.

Assim, a parte final deste trabalho é dedicada à realização de várias simulações da Pegada assumindo diversos pressupostos. Nesse sentido, a primeira tenta responder à questão: “Será vantajoso em termos ambientais a existência da STEF?” Os resultados confirmam que a concentração de transportes proporcionada pela STEF reduz os quilómetros realizados e conseqüentemente o consumo de gásóleo e as emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera.

Foram efetuadas mais duas simulações que têm por base alterações ao nível do mercado da distribuição alimentar. Estas permitiram compreender até que ponto a Pegada da STEF Porto é influenciada e pode variar por efeito de fatores externos e de alterações no mercado em que atua.

Futuramente seria enriquecedor para o desenvolvimento deste estudo a aplicação da metodologia MC3 a outras empresas portuguesas do setor da logística. A produção de informação deste tipo permitiria retirar conclusões concretas sobre a dimensão comparativa da Pegada Ecológica da STEF e conseqüentemente sobre o seu impacte ambiental.

Outro desenvolvimento relevante seria a implementação da totalidade ou de grande parte das propostas para a redução da Pegada. E, após um período de consolidação dos processos, efetuar novamente o cálculo da Pegada Ecológica da STEF, através da aplicação do MC3, de modo a verificar a eficácia das medidas aplicadas.

Finalmente, da perspetiva da aplicação prática da metodologia MC3, seria um importante desenvolvimento uma maior adaptação desta ferramenta à realidade

portuguesa, nomeadamente com a produção e utilização de fatores de conversão dos consumos em toneladas e de fatores de produtividade específicos para Portugal e para os anos em estudo.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ambiente Italia Research Institute (2003), “European Common Indicators – Towards a Local Sustainability Profile”, maio 2003, Milão, Itália, [http://www.gdrc.org/uem/footprints/eci\\_final\\_report.pdf](http://www.gdrc.org/uem/footprints/eci_final_report.pdf), acessado em 27 novembro 2012.

Bagliania, M. e F. Martini (2012), “A joint implementation of ecological footprint methodology and cost accounting techniques for measuring environmental pressures at the company level”, *Ecological Indicators*, Vol. 16, maio 2012, pp. 148-156.

Banco de Portugal (2012), “Taxas de Câmbio de Referência Diárias”, <http://www.bportugal.pt/pt-PT/Estatisticas/Dominios%20Estatisticos/EstatisticasCambiais/Paginas/Taxasdereferenciadiarias.aspx>, acessado em 23 dezembro 2012.

Barrett, J. e A. Scott (2001), “The Ecological Footprint: A Metric for Corporate Sustainability Corporate Environmental Strategy”, *Corporate Environmental Strategy*, Vol. 8, Issue 4, dezembro 2001, pp. 316-325.

Best Foot Forward (2011), “Ecological Footprinting”, <http://www.ecologicalfootprint.com/>, acessado em 10 setembro 2012.

Borucke, M., D. Moore, G. Cranston, K. Gracey, K. Iha, J. Larson, E. Lazarus, J. Morales, M. Wackernagel e A. Galli (2013), “Accounting for Demand and Supply of the Biosphere’s Regenerative Capacity: the National Footprint Accounts’ Underlying Methodology and Framework”, *Ecological Indicators*, Vol. 24, pp. 518–533.

Branco, C. (2012), “A Pegada Ecológica das Organizações: Uma aplicação do método MC3 ao estudo de caso Efacec”, Tese de Mestrado de Economia e Gestão do Ambiente, Faculdade de Economia da Universidade do Porto.

Browne, D., B. O’Regan e R. Moles (2012), “Comparison of energy flow accounting, energy flow metabolism ratio analysis and ecological footprinting as tools for measuring urban sustainability: A case-study of an Irish city-region”, *Ecological Economics*, Vol. 83, novembro 2012, pp. 97-107.

Camill, P. (2002), “Watch Your Step: Understanding the Impact of Your Personal Consumption on the Environment”, Departamento de Biologia da Carleton College, <http://library.buffalo.edu/libraries/projects/cases/footprint/footprint.pdf>, acessado em 23 junho 2013.

Carballo, A. e M. Negro (2008), “Hacia el Desarrollo Sostenible de Organizaciones y Empresas: La Huella Ecológica Corporativa y su Aplicación a un Productor de Mejillón en Galicia (España)”, Grupo de Investigación de Economía Pesquera y Recursos Naturales, Universidade de Santiago de Compostela, *Revista Luna Azul*, Nº27, julho - dezembro 2008.



Carballo, A., M. Garcia, J. L. Doménech, C. Sebastián, G. Rodríguez e M. Arenales (2008), “La Huella Ecológica Corporativa: Concepto y Aplicación a dos Empresas Pesqueras de Galicia”, *Revista Galega de Economía*, Vol. 17, Nº 2.

Carballo, A. e J. L. Doménech (2010), “Managing the Carbon Footprint of Products: the Contribution of the Method Composed of Financial Statements (MC3)”, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, novembro 2010, Vol. 15, Issue 9, pp. 962-969.

Costa, A. (2008), “Desenvolvimento de uma Metodologia Expedida de Cálculo da Pegada Ecológica de uma Cidade – O caso de Lisboa”, Tese de Mestrado de Engenharia do Ambiente, Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa.

CSE – Center for Sustainable Economy (s.d.), “Sustainability Indicators”, [http://myfootprint.org/en/redefining\\_progress/sustainability\\_indicators/](http://myfootprint.org/en/redefining_progress/sustainability_indicators/), acedido em 5 setembro 2012.

Daly, H. (2007), *Ecological Economics and Sustainable Development: Selected Essays of Herman Daly*, Edward Elgar Publishing.

DEFRA (2005), “Sustainable Consumption and Production - Development of an Evidence Base: Study of Ecological Footprinting”, Risk Policy Analysts Limited, Londres, [http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=SD0415\\_3232\\_FRP.pdf](http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=SD0415_3232_FRP.pdf), acedido em 17 novembro 2012.

Diário da República (2008), 2.<sup>a</sup> série — N.º 122 — 26 de junho de 2008.

Dietz, S. e E. Neumayer (2006), “Some constructive criticisms of the Index of Sustainable Economic Welfare”, in P. Lawn (ed), *Sustainable Development Indicators in Ecological Economics*, EUA: Edward Elgar Publishing, pp. 186-206.

Dietz, S. e E. Neumayer (2007) “Weak and Strong Sustainability in the SEEA: Concepts and Measurement”, *Ecological Economics*, Vol. 61, Issue 4, março 2007, pp. 617-626.

Doménech, J.L. (2006), “Guía Metodológica para el Cálculo de la Huella Ecológica Corporativa”, Autoridade Portuária de Gijón, <http://www.eumed.net/eve/resum/06-07/jldq.htm>, acedido em 15 outubro 2012.

Doménech, J.L. (2009), *Huella Ecológica y Desarrollo Sostenible*, Espanha: AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación).

Doménech, J.L., A. Carballo e M. Garcia (2009), “A Methodological Proposal for Corporate Carbon Footprint and Its Application to a Wine-Producing Company in Galicia, Spain”, Espanha, <http://www.mdpi.com/2071-1050/1/2/302>, acedido em 19 outubro 2012.

Doménech, J.L. *et al.* (2010a), “Arti-ecofootprint-V2-2010”, <http://www.jdomenech.com/articulos/arti-ecofootprint-V2-2010.xls>, acessado em 30 setembro 2012.

Doménech, J.L., A. Carballo, J. Herrero e J.L. de la Cruz (2010b), “Estándares 2010 de Huella de Carbono MC3”, Conama10 – Congreso Nacional del Medio Ambiente, <http://www.conama10.es/conama10/download/files/CT%202010/41086.pdf>, acessado em 28 outubro 2012.

Dresner, S. (2008), *The Principles of Sustainability*, Earthscan.

EDP (2008), “Rotulagem de Energia Elétrica EDP SU 2008”, <http://www.edpsu.pt/pt/origemdaenergia/Folhetos%20de%20Rotulagem/Rotulagem%20de%20energia%20el%C3%A9ctrica%20EDP%20SU%202008.pdf>, acessado em 15 dezembro 2012.

EDP (2011a), “Origens da Eletricidade”, <http://www.edp.pt/pt/Pages/homepage.aspx>, acessado em 15 dezembro 2012.

EDP (2011b), “Rotulagem de Energia Elétrica EDP SU 2011”, <http://www.edpsu.pt/pt/origemdaenergia/Folhetos%20de%20Rotulagem/Rotulagem%20de%20energia%20el%C3%A9ctrica%20EDP%20SU%202011.pdf>, acessado em 15 dezembro 2012.

European Communities (2006), “Ecological Footprint and Biocapacity: The world’s ability to regenerate resources and absorb waste in a limited time period”, Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities, [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-AU-06-001/EN/KS-AU-06-001-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-AU-06-001/EN/KS-AU-06-001-EN.PDF), acessado em 10 novembro 2012.

Ferreira, A., N. Sá, A. Costa, A. Ferreira, A. Dias, A. Santos, A. Rocha, A. Teixeira, A. Vidal, C. Lavos, C. Gonçalves, D. Lourenço, E. Martins, F. Luis, L. Claro, L. Silva, M. Dias, M. Machado, M. Inácio, M. Cardoso, N. Albuquerque, P. Fernandes, P. Marques, S. Abrantes, S. Lopes, S. Delgado, S. Morais, S. Lavoura e V. Teixeira (2008), “Pegada Ecológica da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra – Um Indicador de Sustentabilidade”, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra, [http://saudeambiental.net/wp-content/uploads/PEGADA\\_ECOLOGICA\\_ESTESC.pdf](http://saudeambiental.net/wp-content/uploads/PEGADA_ECOLOGICA_ESTESC.pdf), acessado em 15 outubro 2012.

Fiala, N. (2008), “Measuring sustainability: Why the ecological footprint is bad economics and bad environmental science”, *Ecological Economics*, Vol. 67, Issue 4, pp. 519-525.

Galli, A., J. Kitzes, V. Niccolucci, M. Wackernagel, Y. Wada e N. Marchettini (2012a), “Assessing the global environmental consequences of economic growth through the Ecological Footprint: A focus on China and India”, *Ecological Indicators*, Vol. 17, junho 2012, pp. 99-107.

Galli, A., T. Wiedmann, E. Ercin, D. Knoblauch, B. Ewing e S. Giljum (2012b), “Integrating Ecological, Carbon and Water footprint into a “Footprint Family” of indicators: Definition and role in tracking human pressure on the planet”, *Ecological Indicators*, Vol. 16, maio 2012, pp. 100-112.

Georgescu-Roegen, N. (1976), *The Entropy Law and the Economic Process*, Cambridge: Harvard University Press.

GFN (2005), “National Footprint and Biocapacity Accounts 2005: The underlying calculation method”, Global Footprint Network, Oakland, [www.footprintnetwork.org/download.php?id=5](http://www.footprintnetwork.org/download.php?id=5), acedido em 17 novembro 2012.

GFN (2010), “Ecological Footprint Atlas 2010”, Global Footprint Network, Oakland, California, EUA, [http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological\\_Footprint\\_Atlas\\_2010.pdf](http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological_Footprint_Atlas_2010.pdf), acedido em 5 outubro 2012.

GFN (2012a), “Ecological Footprint Creators Drs. Wackernagel and Rees Win Prestigious Kenneth E. Boulding Award”, *Footprint Network News*, [http://www.footprintnetwork.org/pt/index.php/newsletter/bv/dr.\\_wackernagel\\_wins\\_prestigious\\_kenneth\\_e.\\_boulding\\_award](http://www.footprintnetwork.org/pt/index.php/newsletter/bv/dr._wackernagel_wins_prestigious_kenneth_e._boulding_award), acedido em 10 novembro 2012.

GFN (2012b), “Methodology and Sources”, <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/methodology/>, acedido em 25 agosto 2012.

GFN (2012c), “National Footprint Accounts, 2011 Edition”, Global Footprint Network, [http://www.footprintnetwork.org/images/article\\_uploads/NationalFootprintAccounts\\_2011\\_Edition.pdf](http://www.footprintnetwork.org/images/article_uploads/NationalFootprintAccounts_2011_Edition.pdf), acedido em 15 outubro 2012.

Gondran, N. (2012), “The ecological footprint as a follow-up tool for an administration: Application for the Vanoise National Park”, *Ecological Indicators*, Vol. 16, maio 2012, pp. 157-166.

Greensavers (2012), “EcoPegada, o Site que vai Calcular a Pegada Ecológica das Organizações”, <http://greensavers.sapo.pt/2012/02/08/ecoPegada-o-site-que-o-ajuda-a-calcular-a-Pegada-ecologica-das-organizacoes/>, acedido em 15 outubro 2012.

Hanley, N., I. Moffatt, R. Faichney e M. Wilson (1999), “Measuring sustainability: A time series of alternative indicators for Scotland”, *Ecological Economics*, Vol. 28, Issue 1, pp. 55-73.

Heady, C., A. Markandya, W. Blyth, J. Collingwood e P. Taylor (2000), “Study on the Relationship between Environmental/Energy Taxation and Employment Creation”, Preparado para a Comissão Europeia, Universidade de Bath e AEA Technology Environment, Reino Unido, <http://ec.europa.eu/environment/enveco/taxation/pdf/entaxemp.pdf>, acedido em 15 outubro 2012.

Hopton, M. e D. White (2012), “A simplified ecological footprint at a regional scale”, *Journal of Environmental Management*, Vol. 111, novembro 2012, pp. 279-286.

IPCC (2007), “Climate Change 2007: The Physical Science Basis”, Contribuição do *Working Group I* para o *Fourth Assessment Report* do IPCC, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e Nova Iorque, <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-spm.pdf>, acessado em 20 março 2013.

IPCC (2012), “Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation – Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”, IPCC, [http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC\\_SRREN\\_Full\\_Report.pdf](http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_Full_Report.pdf), acessado em 14 janeiro 2013.

Kitzes, J., D. Moran, A. Galli, Y. Wada e M. Wackernagel (2009), “Interpretation and application of the Ecological Footprint: A reply to Fiala (2008)”, *Ecological Economics*, Vol. 68, Issue 4, fevereiro 2009, pp. 929-930.

Kitzes, J. e M. Wackernagel (2009), “Answer to common questions in Ecological Footprint accounting Ecological Indicators”, *Ecological Economics*, Vol. 9, Issue 4, julho 2009, pp. 812-817.

Kratena, K. (2008), “From ecological footprint to ecological rent: An economic indicator for resource constraints”, *Ecological Economics*, Vol. 64, Issue 3, pp. 507-516.

Larsen, H. e E. Hertwich (2010), “Identifying important characteristics of municipal carbon footprints”, *Ecological Economics*, Vol. 70, Issue 1, novembro 2010, pp. 60-66.

Lawn, P. (2006), “Sustainable development: concept and indicators”, in P. Lawn (ed), *Sustainable Development Indicators in Ecological Economics*, EUA: Edward Elgar Publishing, pp. 3-51.

Lenzen, M., C. Hansson e S. Bond (2007), “On the bioproductivity and land-disturbance metrics of the Ecological Footprint”, *Ecological Economics*, Vol. 61, Issue 1, fevereiro 2007, pp. 6–10.

Lewan, L. e C. Simmons (2001), “The use of Ecological Footprint and Biocapacity Analyses as Sustainability Indicators for Subnational Geographical Areas: A Recommended Way Forward”, European Common Indicators Project EURO CITIES/Ambiente Italia, 27 de agosto de 2001, <http://www.manifestinfo.net/susdev/01euf footprint.pdf>, acessado em 22 fevereiro 2013.

Loone, A., P. Byrne, B. O’Regan e R. Moles (2005), “Ecological Footprint Analysis of SMEs Within the Mid-West Region of Ireland”, Centre for Environmental Research, Universidade de Limerick, Irlanda, <http://www.crrconference.org/downloads/loone.pdf>, acessado em 23 março 2013.

- Malghan, D. (2011), “A dimensionally consistent aggregation framework for biophysical metrics” *Ecological Economics*, Vol. 70, Issue 5, março 2011, pp. 900-909.
- Mattila, T. (2012), “Any sustainable decoupling in the Finnish economy? A comparison of the pathways and sensitivities of GDP and ecological footprint 2002–2005”, *Ecological Indicators*, Vol. 16, maio 2012, pp. 128-134.
- Mauna Loa Observatory (2013), “Scripps Atmospheric CO<sub>2</sub> Dataset”, Scripps CO<sub>2</sub> Program, <http://co2now.org/current-co2/co2-now/>, acessado em 24 junho 2013.
- Moffatt, I. (2000), “Ecological Footprints and Sustainable Development”, *Ecological Economics*, Vol. 32, Issue 3, pp. 359–362.
- Moncho, A., M. Esteve, A. Gascón, S. Ribera, J.L. Doménech e M. Arenales (2008), “La Huella Ecológica Corporativa de los Materiales: Aplicación al Sector Comercial”, *Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social*, Ano 1 – Nº4 – abril, maio, junho de 2008, Universidade de Málaga, acessado em 10 outubro 2012.
- Monfreda, C., M. Wackernagel e D. Deumling (2004), “Establishing national natural capital accounts based on detailed Ecological Footprint and biological capacity assessments”, *Land Use Policy*, Vol. 21, Issue 3, julho 2004, pp. 231-246.
- Mostafa, M. (2010), “A Bayesian approach to analyzing the ecological footprint of 140 nations”, *Ecological Indicators*, Vol. 10, Issue 4, julho 2010, pp. 808-817.
- Neumayer, E. (2003), *Weak versus Strong Sustainability: Exploring the limits of two opposing paradigms*, EUA: Edward Elgar Publishing.
- Nicoluccia, V., E. Tiezzi, F. Pulselli e C. Capineri (2012), “Biocapacity vs Ecological Footprint of world regions: A geopolitical interpretation”, *Ecological Indicators*, Vol. 16, maio 2012, pp. 23-30.
- Nourry, M. (2008), “Measuring sustainable development: Some empirical evidence for France from eight alternative indicators”, *Ecological Economics*, Vol. 67, Issue 4, pp. 441-456.
- Oficina Catalana del Canvi Climàtic (2012), “Guía Práctica para el Cálculo de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)”, Generalitat de Catalunya Comisión Interdepartamental del Cambio Climático e Oficina Catalana del Canvi Climàtic, [http://www20.gencat.cat/docs/canviclimatic/Home/Politiques/Politiques%20catalanes/La%20mitigacio%20del%20canvi%20climatic/Guia%20de%20calcul%20demissions%20de%20CO2/120301\\_Guia%20practica%20calcul%20emissions\\_rev\\_ES.pdf](http://www20.gencat.cat/docs/canviclimatic/Home/Politiques/Politiques%20catalanes/La%20mitigacio%20del%20canvi%20climatic/Guia%20de%20calcul%20demissions%20de%20CO2/120301_Guia%20practica%20calcul%20emissions_rev_ES.pdf), acessado em 26 janeiro 2013.
- Parris, T. e R. Kates (2003), “Characterizing and Measuring Sustainable Development”, *Annual Review of Environment and Resources*, Vol. 28, pp. 559-86.

Pearce, D. e K. Turner (1990), *Economics of Natural Resources and the Environment*, Nova Iorque: Harvester Wheatsheaf.

Pereira, L. (2008), “Síntese dos Métodos de Pegada Ecológica e Análise Emergética para Diagnóstico da Sustentabilidade de Países – O Brasil como Estudo de Caso”, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Quercus (s.d.), “O que é a Pegada Ecológica?”,  
<http://conservacao.quercusancn.pt/content/view/46/70/>, acessado em 10 outubro 2012.

Rapport, D. e O. Ullsten (2006), “Managing for sustainability: ecological footprints, ecosystem health and the Forest Capital Index”, in P. Lawn (ed), *Sustainable Development Indicators in Ecological Economics*, EUA: Edward Elgar Publishing, pp. 268-287.

STEF (2011a), “O Maior Camião Eléctrico do Mundo em Experiência na Carrefour”.

STEF (2011b), “Rapport Développement Durable 2011”.

STEF (2011c), “STEF-TFE Obtient la Première Attestation de Vérification en France pour un Calculateur CO<sub>2</sub> Dédié Transport Frigorifique”.

STEF (2012a), “Le 1er tracteur Euro 6 de Scania France en test chez STEF”.

STEF (2012b), “STEF – Manual de Acolhimento”.

Stern, N. (2006), “Stern Review on the Economics of Climate Change”,  
[http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hm-treasury.gov.uk/sternreview\\_index.htm](http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hm-treasury.gov.uk/sternreview_index.htm), acessado em 17 outubro 2012.

The World Bank (2012a), “GDP (constant 2000 US\$)”,  
<http://search.worldbank.org/data?qterm=gdp&language=EN>, acessado em 2 janeiro 2013.

The World Bank (2012b), “Labor force, total”,  
<http://search.worldbank.org/data?qterm=gdp&language=EN>, acessado em 2 janeiro 2013.

União Europeia (2013), “Redução das emissões poluentes dos veículos ligeiros”,  
[http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/air\\_pollution/128186\\_pt.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/air_pollution/128186_pt.htm),  
acessado em 3 janeiro 2013.

Vačkář, D. (2012), “Ecological Footprint, environmental performance and biodiversity: A cross-national comparison”, *Ecological Indicators*, Vol. 16, maio 2012, pp. 40-46.

Wackernagel, M. e W. Rees (1996), *Our Ecological Footprint – Reducing Human Impact on the Earth*, Canada: New Society publishers.

Wackernagel, M., C. Monfreda, N. Schulz, K. Erb, H. Haberl e F. Krausmann (2004), “Calculating national and global ecological footprint time series: resolving conceptual challenges”, *Land Use Policy*, Vol. 21, Issue 3, julho 2004, pp. 271-278.

Wackernagel, M., D. Moran, S. White e M. Murray (2006), “Ecological Footprint accounts for advancing sustainability: measuring human demands on nature”, in P. Lawn (ed), *Sustainable Development Indicators in Ecological Economics*, USA: Edward Elgar Publishing, pp. 246-267.

Wiedmann, T., J. Minx, J. Barrett e M. Wackernagel (2006), “Allocating Ecological Footprints to Final Consumption Categories With Input–Output Analysis”, *Ecological Economics*, Vol. 56, Issue 1, janeiro 2006, pp. 28-48.

Wiedmann, T., M. Lenzen e J. Barrett (2009), “Companies on the Scale: Comparing and Benchmarking the Sustainability Performance of Businesses”, *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 13, Issue 3, junho 2009, pp. 361-383.

White, T. (2007), “Sharing resources: The global distribution of the Ecological Footprint”, *Ecological Economics*, Vol. 64, Issue 4, pp. 402-410.

WWF (2004), “Living planet report 2004”, WWF, UNEP World Conservation Monitoring Centre, GFN, Gland, Switzerland,  
[http://wwf.panda.org/about\\_our\\_earth/all\\_publications/living\\_planet\\_report/living\\_planet\\_report\\_timeline/lpr04/](http://wwf.panda.org/about_our_earth/all_publications/living_planet_report/living_planet_report_timeline/lpr04/), acedido em 1 novembro 2012.

WWF (2005), “Europe 2005 - The Ecological Footprint”, WWF European Policy Office, Bruxelas, Bélgica,  
<http://assets.panda.org/downloads/europe2005ecologicalfootprint.pdf>, acedido em 10 novembro 2012.

WWF (2006), “Living planet report 2006”, WWF, Zoological Society of London, GFN, Gland, Suíça,  
[http://wwf.panda.org/about\\_our\\_earth/all\\_publications/living\\_planet\\_report/living\\_planet\\_report\\_timeline/lp\\_2006/](http://wwf.panda.org/about_our_earth/all_publications/living_planet_report/living_planet_report_timeline/lp_2006/), acedido em 1 novembro 2012.

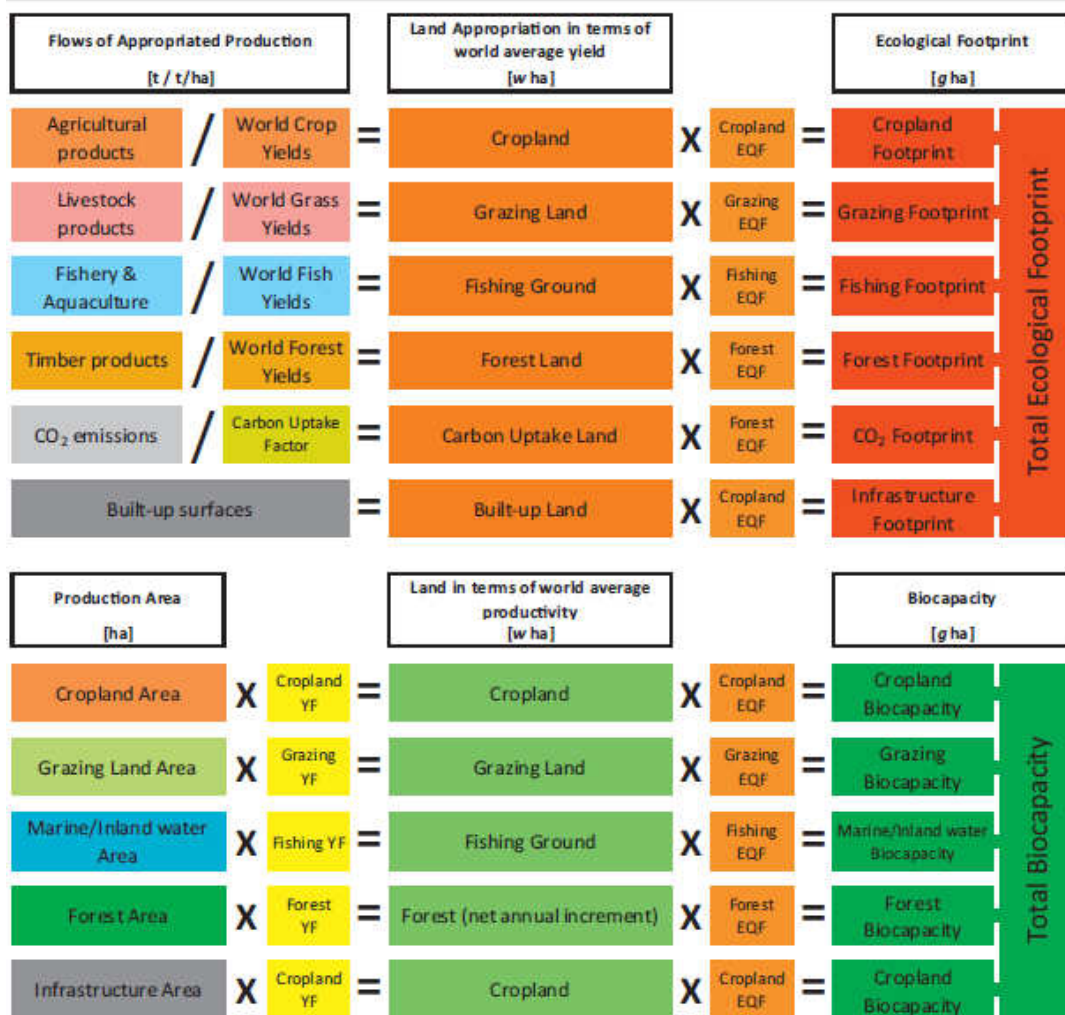
WWF (2010), “Living planet report 2010”, WWF, Zoological Society of London, GFN,  
[http://wwf.panda.org/about\\_our\\_earth/all\\_publications/living\\_planet\\_report/living\\_planet\\_report\\_timeline/2010\\_lpr2/](http://wwf.panda.org/about_our_earth/all_publications/living_planet_report/living_planet_report_timeline/2010_lpr2/), acedido em 1 novembro 2012.

WWF (2012), “Living planet report 2012”, WWF, Zoological Society of London, GFN,  
[http://awsassets.panda.org/downloads/1\\_lpr\\_2012\\_online\\_full\\_size\\_single\\_pages\\_final\\_120516.pdf](http://awsassets.panda.org/downloads/1_lpr_2012_online_full_size_single_pages_final_120516.pdf), acedido em 4 dezembro 2012.

# ANEXOS

## ANEXO I – PEGADA ECOLÓGICA

Figura I.1 – Forma de cálculo da PE e da Biocapacidade nas *National Footprint Accounts*



[Fonte: Borucke *et al.*, 2013]

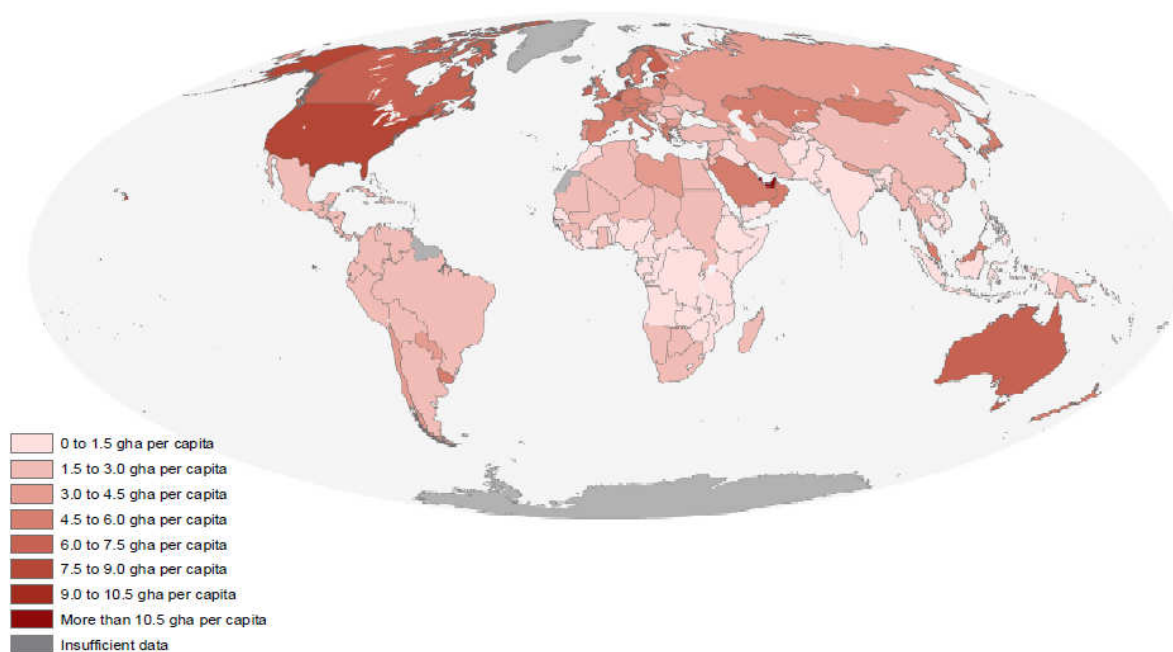


**Tabela I.1 – Pegada Ecológica, biocapacidade e população de alguns países/regiões, 2007**

País /Região	População (milhões)	Pegada Ecológica da Produção (hag por pessoa)	Pegada Ecológica das Importações (hag por pessoa)	Pegada Ecológica das Exportações (hag por pessoa)	Pegada Ecológica do Consumo (hag por pessoa)	Biocapacidade (hag por pessoa)	Exportadores Líquidos da Pegada Ecológica (hag por pessoa)
<b>Mundo</b>	6670,8	2,70			2,70	1,78	
Rendimento Baixo	1303,6	1,06	0,23	0,09	1,19	1,08	-0,13
Rendimento Médio Baixo	3505,9	1,62	0,31	0,29	1,64	1,03	-0,02
Rendimento Médio Alto	817,4	3,57	1,02	1,28	3,31	4,63	0,26
Rendimento Alto	1031,6	5,75	3,04	2,72	6,09	3,06	-0,31
Portugal	10,6	2,99	4,08	2,60	4,47	1,25	-1,48
Brasil	190,1	3,46	0,42	0,98	2,91	8,98	0,56
EUA	308,7	7,99	1,62	1,61	8,00	3,87	-0,01

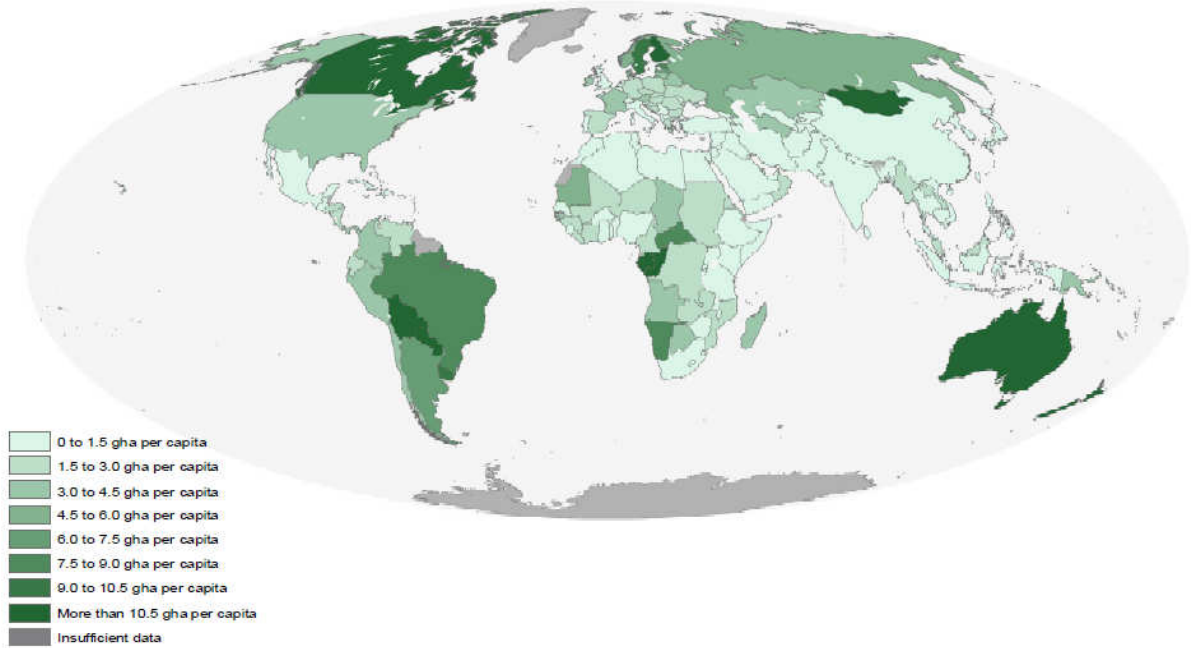
[Fonte: Adaptado de GFN, 2010]

**Figura I.2 – Pegada Ecológica do consumo por pessoa, 2007**



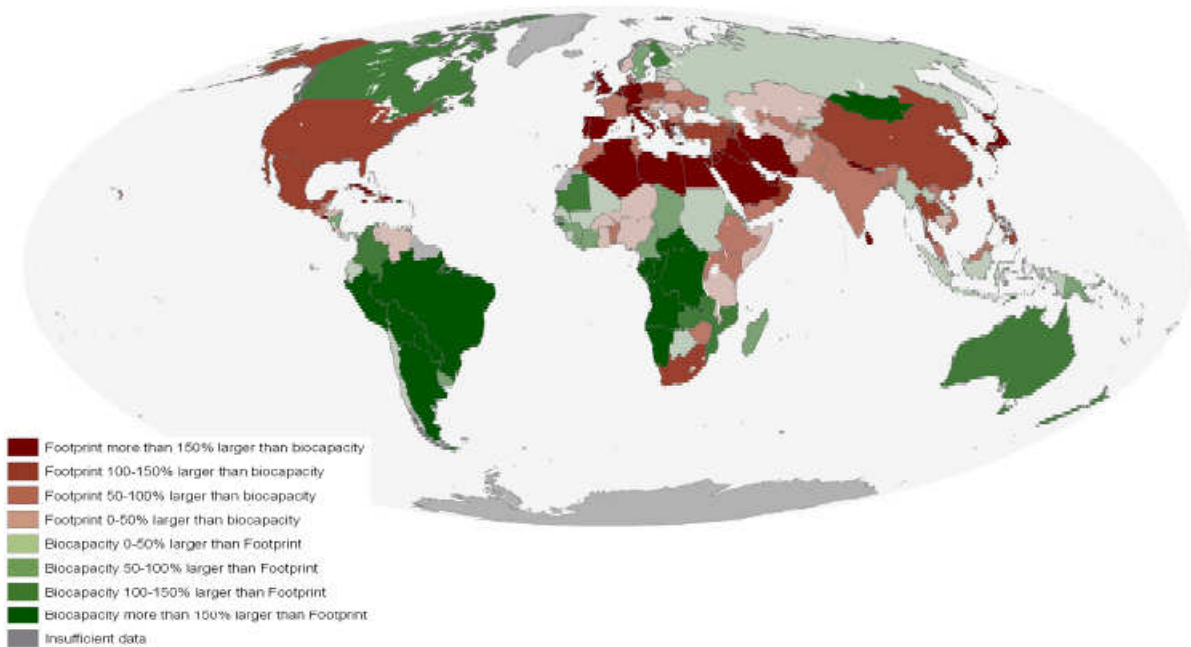
[Fonte: GFN, 2010]

**Figura I.3 – Capacidade biológica por pessoa, 2007**



[Fonte: GFN, 2010]

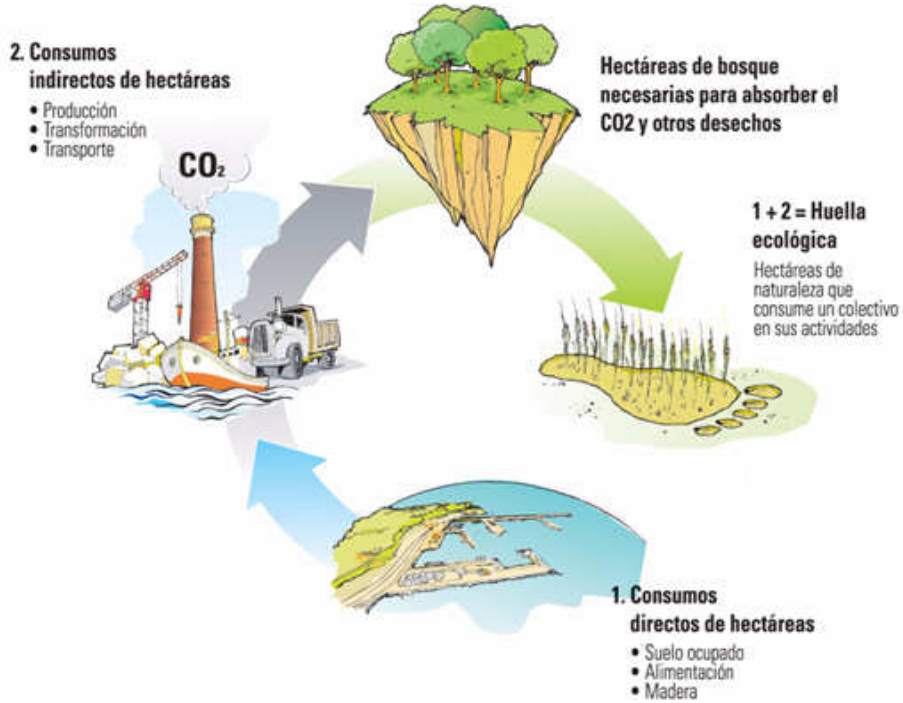
**Figura I.4 – Países credores e devedores em termos ecológicos. Mapa comparativo da PE do consumo com a biocapacidade doméstica**



[Fonte: GFN, 2010]

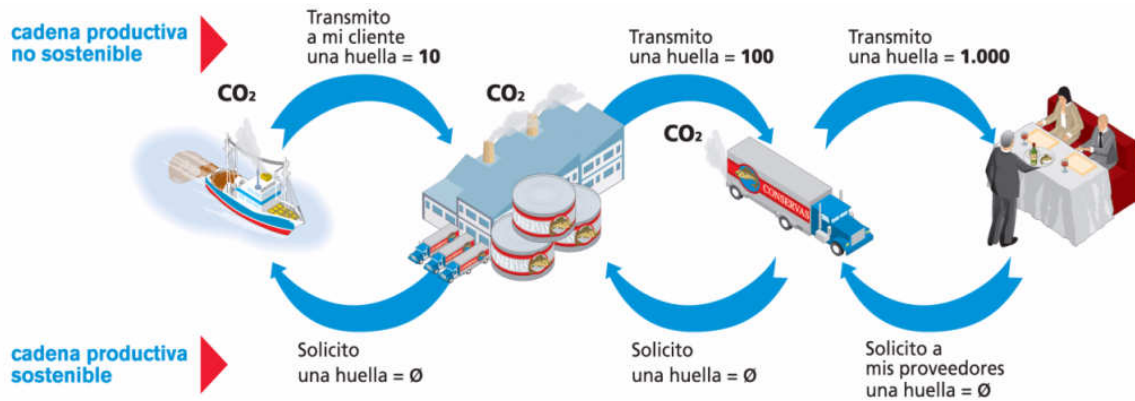
## ANEXO II – PEGADA ECOLÓGICA CORPORATIVA

Figura II.1 – PE aplicada à empresa



[Fonte: Doménech, 2006]

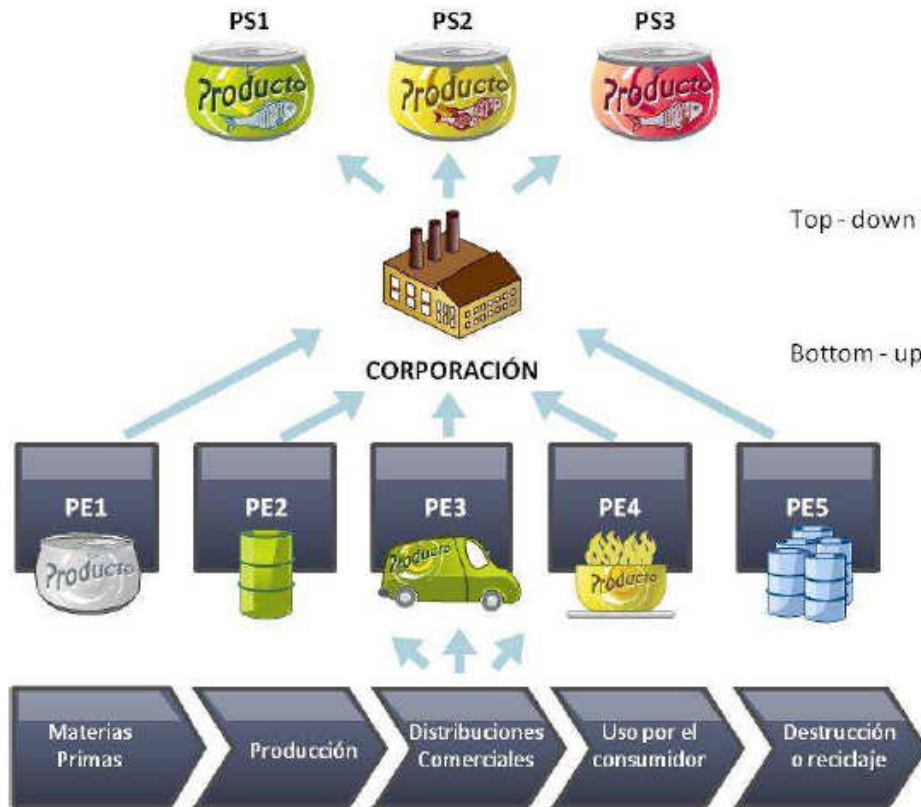
Figura II.2 – Aplicação da PE à empresa propiciando o “efeito dominó”



[Fonte: Doménech, 2006]

## ANEXO III – MÉTODO MC3

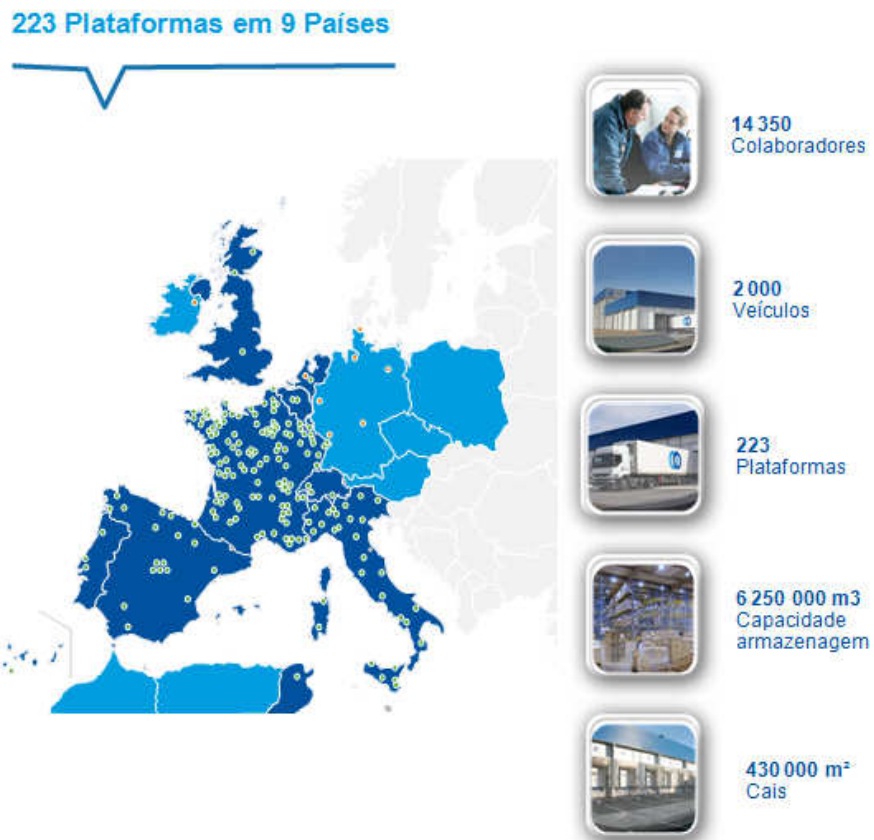
Figura III.1 – PEO e PCO: cálculo *bottom-up* e *top-down* com enfoque nos produtos e organizações



[Fonte: Doménech *et al.*, 2010b]

## ANEXO IV – APRESENTAÇÃO DA STEF

Figura IV.1 – A dimensão europeia do Grupo STEF



[Fonte: STEF, 2012b]

Figura IV.2 – Mapa de Portugal com indicação da localização da STEF Porto e Lisboa<sup>56</sup>



[Fonte: Elaboração própria]

<sup>56</sup> Representação da “linha teórica” (a branco) que separa a área de influência de cada delegação

## ANEXO V – PEO DA STEF APLICANDO O MC3

### V.1. FOLHAS DE CÁLCULO<sup>57</sup>

Tabela V.1.1 – Cálculo prévio da PCO (tCO<sub>2</sub>) da STEF Porto em 2006 para o cálculo da PEO (hag)

CATEGORIAS DE CONSUMOS	Unidade	Consumo anual					Fator emissão		Pegada por tipo de ecossistema, em tCO <sub>2</sub>						PEGADA TOTAL	CONTRA-PEGADA	
		em unidades de consumo [ud./ano]	em euros sem IVA [€/ano]	em toneladas [t/ano]	[GJ/t]	em gigajoules [GJ/ano]	[tCO <sub>2</sub> /t comb.]	[tCO <sub>2</sub> /GJ]	energia fóssil [tCO <sub>2</sub> ]	terra cultivável [tCO <sub>2</sub> ]	pastor [tCO <sub>2</sub> ]	floresta [tCO <sub>2</sub> ]	terras com arvoredo [tCO <sub>2</sub> ]	mar [tCO <sub>2</sub> ]			
<b>1-EMISSÕES DIRETAS</b>																	
<b>Combustíveis</b>																	
<b>Poder calor.</b>																	
.Gasolina 95	[l]	0,0	0,0	0,0	42,30	0,00		0,0692	0,0							0,0	
" (Ciclo de Vida)						0,00		0,0125	0,0							0,0	
.Gasóleo A	[l]	278.059,3	229.677,0	222,4	42,30	9.409,53		0,0740	696,3							696,3	
" (Ciclo de Vida)						1505,52		0,0142	21,4							21,4	
<b>Total 1</b>			<b>229.677,0</b>	<b>222,4</b>		<b>10.915,1</b>			<b>717,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>717,7</b>	<b>0,0</b>
<b>2-EMISSÕES INDIRETAS</b>																	
<b>Eletricidade</b>																	
.Térmica (carvão-fuelóleo)	[kWh]	438.269	32.870,2	178,6	0,0036	5.259,23		0,0973	511,7							511,7	
" (Ciclo de Vida)							0,969		173,0							173,0	
.Gás Natural (ciclo combinado)	[kWh]	749.236	56.192,7	101,6	0,0036	4.904,09		0,0560	274,6							274,6	
" (Ciclo de Vida)								0,0130	20,4							20,4	
.Nuclear (combustão)	[kWh]	103.008	7.725,6	0,0	0,0036	1.090,67		0,0000	0,0							0,0	
" (Ciclo de Vida)									3,5							3,5	
.Hídrica	[kWh]	272.096	20.407,2	0,0	0,0036	979,55					0,055					0,1	
" (Ciclo de Vida)									5,4							5,4	
.Mini-hídrica	[kWh]	21.441	1.608,1	0,0	0,0036	77,19				0,765						0,8	
" (Ciclo de Vida)									0,1							0,1	
.Cogeração	[kWh]	151.237	11.342,8	37,6	0,0036	1.814,84		0,0560	101,6							101,6	
" (Ciclo de Vida)								0,0130	7,5							7,5	
.Eólica	[kWh]	187.610	14.070,8	0,0	0,0036	675,40					0,005					0,0	
" (Ciclo de Vida)									3,8							3,8	
.Fotovoltaica	[kWh]	20.646	1.548,5	0,0	0,0036	74,33					0,033					0,0	
" (Ciclo de Vida)									2,5							2,5	
<b>Total 2</b>		<b>1.943.543,6</b>	<b>145.765,8</b>	<b>317,8</b>		<b>17.025,3</b>			<b>1.104,3</b>	<b>0,8</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1.105,1</b>	<b>0,0</b>
<b>"OUTRAS EMISSÕES INDIRETAS"</b>																	

<sup>57</sup> Nota: as tabelas de apoio aos cálculos são apresentadas no Anexo V.2.

3.- MATERIAIS (não orgânicos)		Intem. obra													
3.1. Materiais não amortizáveis sem IVA		[GJ/s]													
Produtos derivados do plástico	[[]]	30.492,0	22,1	80,00	1.767,37	0,0740	130,8							130,8	
Vestuário e textil sintético confeccionado	[[]]	12.620,0	1,8	107,80	192,95	0,0740	14,3							14,3	
Produtos químicos, higiênicos e limpeza	[[]]	1.165,0	1,3	42,50	54,06	0,0740	4,0							4,0	
Utensílios e ferramentas	[[]]	5.447,0	1,3	60,00	76,05	0,0740	5,6							5,6	
Miscelânea manufaturas, mat. escritório	[[]]	3.726,0	28,3	75,00	2.123,62	0,0740	157,1							157,1	
Maquinaria industrial e grandes equipamentos (e suas partes)	[[]]	87.065,0	16,1	100,00	1.613,29	0,0740	119,4							119,4	
Veículos transporte terrestre (e suas partes)	[[]]	190.677,0	36,3	100,00	3.632,92	0,0740	268,8							268,8	
Aparelhos elétricos de precisão, computadores, telemóveis,	[[]]	2.823,0	0,9	257,14	243,23	0,0740	18,0							18,0	
<b>Subtotal 3.1</b>		<b>334.015,0</b>	<b>110,8</b>		<b>9.972,66</b>		<b>737,90</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>737,9</b>	<b>0,0</b>
3.2. Materiais amortizáveis sem IVA		[GJ/s]													
Utensílios e ferramentas	[[]]	8.384,0	2,0	60,00	117,06	0,0740	8,7							8,7	
Miscelânea manufaturas, mat. escritório	[[]]	344,0	0,1	75,00	8,99	0,0740	0,7							0,7	
Aparelhos elétricos comuns, iluminação, eletrodomésticos	[[]]	1.397,0	0,3	100,00	25,83	0,0740	1,9							1,9	
Veículos transporte terrestre (e suas partes)	[[]]	114.085,0	21,3	100,00	2.133,35	0,0740	157,9							157,9	
Aparelhos elétricos de precisão, computadores, telemóveis,	[[]]	4.191,0	1,4	257,14	361,09	0,0740	26,7							26,7	
<b>Subtotal 3.2</b>		<b>128.401,0</b>	<b>25,1</b>		<b>2.646,32</b>		<b>195,83</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>195,8</b>	<b>0,0</b>
3.3. Materiais amortiz. ("matriz de obras")															
Energia (gasóleo)	[[]]	36.673,3	35,5	42,30	1.502,45	0,0740	111,2							111,2	
" ciclo de vida					240,39	0,0142	3,4							3,4	
Cimento	[[]]	36.673,3	282,1	5,39	1.520,53	0,0740	112,5							112,5	
Produtos siderúrgicos	[[]]	67.234,4	89,4	25,00	2.234,73	0,0740	165,4							165,4	
Ligantes betuminosos	[[]]	0,0	0,0	2	0,00	0,0740	0,0							0,0	
Ladrilhos e refratários	[[]]	40.748,1	112,6	2,92	328,92	0,0740	24,3							24,3	
Madeira	[[]]	24.448,9	73,8	5,00	368,99	0,0740	27,3			226,8				254,1	
Cobre	[[]]	0,0	0,0	60	0,00	0,0740	0,0							0,0	
<b>Subtotal 3.3</b>		<b>205.778,1</b>	<b>593,5</b>		<b>6.196,02</b>		<b>444,13</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>226,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>671,0</b>	<b>0,0</b>
3.4. Uso infraestruturas públicas ("matriz de obras públicas)															
Energia (gasóleo)	[[]]	16.868,6	16,3	42,30	691,08	0,0740	51,1							51,1	
" ciclo de vida					110,57	0,0142	1,6							1,6	
Cimento	[[]]	9.994,0	76,9	5,39	414,37	0,0740	30,7							30,7	
Produtos siderúrgicos	[[]]	19.425,7	25,8	25,00	645,67	0,0740	47,8							47,8	
Ligantes betuminosos	[[]]	3.494,0	7,5	2	15,01	0,0740	1,1							1,1	
Ladrilhos e refratários	[[]]	5.522,9	15,3	2,92	44,58	0,0740	3,3							3,3	
Madeira	[[]]	3.286,6	9,9	5,00	49,60	0,0740	3,7			30,5				34,2	
Cobre	[[]]	0,0	0,0	60	0,00	0,0740	0,0							0,0	
<b>Subtotal 3.4</b>		<b>58.591,8</b>	<b>151,7</b>		<b>1.970,89</b>		<b>139,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>30,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>169,7</b>	<b>0,0</b>
<b>Total 3</b>		<b>726.785,9</b>	<b>881,1</b>		<b>20.785,9</b>		<b>1.517,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>257,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1.774,4</b>	<b>0,0</b>
4.- SERVIÇOS E CONTRATOS		Poder calor.													
4.1. Serviços com baixa mobilidade															
<b>Subtotal 4.1</b>		<b>209.466,0</b>	<b>24,4</b>		<b>1.033,4</b>		<b>76,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>76,5</b>	<b>0,0</b>
4.2. Serviços com alta mobilidade															
<b>Subtotal 4.2</b>		<b>19.208,0</b>	<b>12,0</b>		<b>509,7</b>		<b>37,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>37,7</b>	<b>0,0</b>
4.3. Serviços transporte de pessoas															
<b>Subtotal 4.3</b>		<b>0,0</b>	<b>106.458,0</b>	<b>21,9</b>	<b>924,5</b>		<b>68,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>68,4</b>	<b>0,0</b>

<b>4.4. Serviços de transporte de mercadorias</b>														
.Camiões	[t]		2.609.869,0	606,7	42,30	25.661,39		0,0740	1.898,9					1.898,9
<b>Subtotal 4.4</b>		<b>0,0</b>	<b>2.609.869,0</b>	<b>606,7</b>		<b>25.661,4</b>			<b>1.898,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1.898,9</b>
<b>4.5. Uso de infraestruturas públicas</b>														
<b>Subtotal 4.5</b>			<b>1.565.544,0</b>						<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Total 4</b>			<b>2.945.001,0</b>	<b>665,0</b>		<b>28.128,9</b>			<b>2.081,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2.081,5</b>
<b>5. RECURSOS AGRICOLAS E PESQUEIROS</b>														
<b>Serviços de restaurante</b>														
.. Serviço de restaurante	[t]		22.601,0											
.. Alimentos	[t]		21.244,9	1,82	42,30	77,15		0,0740	5,7					5,7
<b>Total 5</b>			<b>22.601,0</b>	<b>3,1</b>		<b>102,9</b>			<b>7,6</b>	<b>1,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>11,0</b>
<b>6. RECURSOS FORESTAIS</b>														
.Paletes	[t]		9.827,0	29,66	5,00	148,31		0,0740	11,0			91,2		102,1
.Mobiliário com base principal de madeira	[t]		3.726,0	1,45	100,00	145,35		0,0740	10,8			4,5		15,2
.Papel	[t]		3.289,0	4,33	35,00	151,45		0,0740	11,2			15,7		26,9
.Produtos editoriais	[t]		0,0	0,65	35,00	22,73		0,0740	1,7			2,4		4,0
<b>Total 6</b>			<b>16.842,0</b>	<b>36,1</b>		<b>467,8</b>			<b>34,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>113,7</b>	<b>0,0</b>	<b>148,3</b>
<b>7. AGUA</b>														
. Consumo de água potável	[m3]		709,0	1.308,1	709,0							1,7		1,7
<b>Total 7</b>			<b>709,0</b>	<b>1.308,1</b>	<b>709,0</b>				<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,7</b>	<b>0,0</b>	<b>1,7</b>
<b>8. USO DO SOLO</b>														
.Zonas de jardins	[ha]		0,00									0,0		0,0
.Área construída	[ha]		0,38									0,7		0,7
<b>Total 8</b>			<b>0,4</b>						<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>
<b>9. RESÍDUOS, DESCARGAS E EMISSÕES</b>														
<b>9.1 Resíduos não perigosos</b>														
.Resíduos urbanos e equiparados	[t]			10,19					0,055	0,000	0,000	0,001	0,003	0,000
.Orgânicos (alimentos)	[t]			0,00					0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
.Papel e cartão	[t]			13,83					0,220	0,000	0,000	0,007	0,003	0,000
.Embalagens ligeiras (plástico, metais)	[t]			15,71					2,122	0,000	0,000	0,039	0,022	0,000
<b>Subtotal 9.1</b>				<b>39,7</b>					<b>2,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>9.2. Emissões</b>														
<i>Gases GEE Protocolo Quoto</i>														
.CH <sub>4</sub> (metano)	[t]			0,20222			21		4,25					4,2
.N <sub>2</sub> O (óxido nítrico)	[t]			0,01552			310		4,81					4,8
<b>Subtotal 9.2</b>				<b>0,2</b>					<b>9,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>9,1</b>
<b>Total 9</b>				<b>39,9</b>					<b>11,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>11,5</b>
Outros totais			4.086.672,7	2.125,5		77.426,0								
<b>TOTAL tCO<sub>2</sub> (PC bruta)</b>	<b>[tCO<sub>2</sub>]</b>								<b>5.474,3</b>	<b>1,9</b>	<b>0,2</b>	<b>372,8</b>	<b>0,8</b>	<b>1,1</b>
														<b>5.851,1</b>
														<b>1,2</b>
														<b>PC líquida</b>
														<b>5.849,9</b>

[Fonte: Dados da STEF; Adaptado de Doménech *et al.*, 2010a]



Tabela V.1.2 – Cálculo da PEO (hag) da STEF Porto em 2006

CATEGORIAS	Unidade	Consumo anual				Fatores conversão		Pegada por tipo de ecossistema, em hectares						PEGADA TOTAL	CONTRA-PEGADA
		em unidades de consumo [uf/ano]	em euros sem IVA [€/ano]	em toneladas [t/ano]	[GJ/t]	em gigajoules [GJ/ano]	Productiv. natural [t/ha/ano]	Productiv. energética [GJ/ha/ano]	energia fóssil [ha]	terra cultivável [ha]	pastor [ha]	florante [ha]	terras comrestolida [ha]		
<b>1.-EMISSIONES DIRETAS</b>															
<b>Combustíveis</b>															
.Gasolina 95	[l]				Padar calor.			0,0							0,0
. " (Ciclo de Vida)	[l]							0,0							0,0
.Gasóleo A	[l]							189,7							189,7
. " (Ciclo de Vida)	[l]							5,8							5,8
<b>Total 1</b>								<b>195,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>195,6</b>
-	(ha * EQF)							<b>260,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>260,1</b>
<b>2.-EMISSIONES INDIRECTAS</b>															
<b>Eletricidade</b>															
.Térmica (carvão-fuelóleo)	[kWh]							139,4							139,4
. " (Ciclo de Vida)	[kWh]							47,2							47,2
.Gás Natural (ciclo combinado)	[kWh]							74,8							74,8
. " (Ciclo de Vida)	[kWh]							5,6							5,6
.Nuclear (combustão)	[kWh]							0,0							0,0
. " (Ciclo de Vida)	[kWh]							1,0							1,0
.Hídrica	[kWh]					379,55				15000,0		0,1			0,1
. " (Ciclo de Vida)	[kWh]							1,5							1,5
.Mini-hídrica	[kWh]					77,19				200,0		0,4			0,4
. " (Ciclo de Vida)	[kWh]							0,0							0,0
.Cogeração	[kWh]							27,7							27,7
. " (Ciclo de Vida)	[kWh]							2,1							2,1
.Eólica	[kWh]					675,40				114538,0		0,0			0,0
. " (Ciclo de Vida)	[kWh]							1,0							1,0
.Fotovoltaica	[kWh]					74,33				4500,0		0,0			0,0
. " (Ciclo de Vida)	[kWh]							0,7							0,7
<b>Total 2</b>								<b>300,9</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>301,4</b>
-	(ha * EQF)							<b>400,2</b>	<b>1,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>401,2</b>
<b>"OUTRAS EMISSIONES INDIRECTAS"</b>															
<b>3.- MATERIAIS (não orgânicos)</b>															
<b>3.1. Materiais não amortizáveis</b>															
<b>sem IVA</b>															
<b>[GJ/t]</b>															
.Produtos derivados do plástico	[l]							35,6							35,6
.Vestuário e textil sintético confeccionado	[l]							3,9							3,9
.Produtos químicos, higiénicos e limpeza	[l]							1,1							1,1
.Utensílios e ferramentas	[l]							1,5							1,5
.Miscelânea manufacturas, mat. escritório	[l]							42,8							42,8
.Maquinaria industrial e grandes equipamentos (e suas partes)	[l]							32,5							32,5
.Veículos transporte terrestre (e suas partes)	[l]							73,3							73,3
.Aparelhos eléctricos de precisão, computadores, telemóveis, etc.	[l]							4,9							4,9
<b>Subtotal 3.1</b>								<b>201,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>201,1</b>
-	(ha * EQF)							<b>267,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>267,4</b>

3.2. Materiais amortizáveis		sem IVA		[GJ/te]									
. Utensílios e ferramentas	[0]												2,4
. Miscelânea manufaturas, mat. escritório	[0]												0,2
. Aparelhos elétricos comuns, iluminação, eletrodomésticos	[0]												0,5
. Veículos transporte terrestre (e suas partes)	[0]												43,0
. Aparelhos elétricos de precisão, computadores, telemóveis, etc.	[0]												7,3
<b>Subtotal 3.2</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>0,00</b>								<b>53,4</b>
- (ba * EQF)													<b>71,0</b>
<b>3.3. Materiais amortiz. ("matriz de obras")</b>													
. Energia (gasóleo)	[0]												30,3
" ciclo de vida													0,9
. Cimento	[0]												30,7
. Produtos siderúrgicos	[0]												45,1
. Ligantes betuminosos	[0]												0,0
. Ladrilhos e refratários	[0]												6,6
. Madeira	[0]		73,8		1,19				61,8				63,2
. Cobre	[0]												0,0
<b>Subtotal 3.3</b>						<b>121,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>61,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>182,8</b>
- (ba * EQF)						<b>161,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>77,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>238,8</b>
<b>3.4. Uso infraestruturas públicas ("matriz de obras públicas")</b>													
. Energia (gasóleo)	[0]												13,9
" ciclo de vida													0,4
. Cimento	[0]												8,4
. Produtos siderúrgicos	[0]												13,0
. Ligantes betuminosos	[0]												0,3
. Ladrilhos e refratários	[0]												0,9
. Madeira	[0]		3,3		1,19				8,3				3,3
. Cobre	[0]												0,0
<b>Subtotal 3.4</b>						<b>37,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>8,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>46,2</b>
- (ba * EQF)						<b>50,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>10,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>60,9</b>
<b>Total 3</b>						<b>413,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>70,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>483,5</b>
- (ba * EQF)						<b>549,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>88,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>638,1</b>
<b>4.- SERVIÇOS E CONTRATOS</b>				<b>Países caler.</b>									
<b>4.1. Serviços com baixa mobilidade</b>													
<b>Subtotal 4.1</b>						<b>20,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>20,8</b>
- (ba * EQF)						<b>27,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>27,7</b>
<b>4.2. Serviços com alta mobilidade</b>													
<b>Subtotal 4.2</b>						<b>10,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>10,3</b>
- (ba * EQF)						<b>13,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>13,7</b>
<b>4.3. Serviços transporte de pessoas</b>													
<b>Subtotal 4.3</b>						<b>18,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>18,6</b>
- (ba * EQF)						<b>24,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>24,8</b>
<b>4.4. Serviço de transporte de mercadorias</b>													
. Camiões	[0]												517,4
<b>Subtotal 4.4</b>						<b>517,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>517,4</b>
- (ba * EQF)						<b>688,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>688,2</b>
<b>4.5. Uso de infraestruturas públicas</b>													
<b>Subtotal 4.5</b>						<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>0,0</b>
- (ba * EQF)						<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>0,0</b>
<b>Total 4</b>						<b>567,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>567,2</b>
- (ba * EQF)						<b>754,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>754,3</b>

5. RECURSOS AGRÍCOLAS E PESQUEIROS		[GJ/a]																			
Serviços de restaurante	[t]																				
.. Serviço de restaurante	[t]		182									16								16	
.. Alimentos	[t]																				
<b>Total 5</b>												<b>2,1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>4,7</b>	<b>7,5</b>		
-	(ha * EQF)											<b>2,8</b>	<b>1,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,7</b>	<b>5,9</b>	<b>1,4</b>		
<b>6. RECURSOS FORESTAIS</b>																					
. Paletes	[t]		29,66				1,19					3,0			24,8					27,8	0,0
. Mobiliário com base principal de madeira	[t]		1,45				1,19					2,9			1,2					4,1	0,0
. Papel	[t]		4,33				1,01					3,1			4,3					7,3	0,0
. Produtos editoriais	[t]		0,65				1,01					0,5			0,6					1,1	0,0
<b>Total 6</b>												<b>9,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>31,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>40,4</b>	<b>40,4</b>		
-	(ha * EQF)											<b>12,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>39,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>51,6</b>	<b>0,0</b>		
<b>7. ÁGUA</b>																					
. Consumo de água potável	[m3]	709,0					1500								0,5					0,5	
<b>Total 7</b>												<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>		
-	(ha * EQF)											<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>8. USO DO SOLO</b>																					
. Zonas de jardins	[ha]	0,0												0,0						0,0	0,0
. Área construída	[ha]	0,4													0,4					0,4	0,0
<b>Total 8</b>												<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>		
-	(ha * EQF)											<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>		
-	(ha * EQF * YF)											<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>9. RESÍDUOS, DESCARGAS E EMISSÕES</b>																					
<b>9.1. Resíduos não perigosos</b>																					
. Resíduos urbanos e equiparados	[t]		10,2									0,015	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000			0,0	
. Orgânicos (alimentos)	[t]		0,0									0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			0,0	
. Papel e cartão	[t]		13,8									0,060	0,000	0,000	0,002	0,002	0,000			0,1	
. Embalagens ligeiras (plástico, metais)	[t]		15,7									0,578	0,000	0,000	0,011	0,011	0,000			0,6	
<b>Subtotal 9.1</b>												<b>0,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	
-	(ha * EQF)											<b>0,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>0,0</b>
<b>9.2. Emissões</b>																					
<b>Gases GEE Protocolo Quioto</b>																					
. CH <sub>4</sub> (metano)	[t]		0,20222									1,16								1,2	
. N <sub>2</sub> O (óxido nítrico)	[t]		0,01552									1,31								1,3	
<b>Subtotal 9.2</b>												<b>2,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	
-	(ha * EQF)											<b>3,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3,3</b>	<b>0,0</b>	
<b>Total 9</b>												<b>3,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3,1</b>	<b>3,1</b>	<b>0,0</b>	
-	(ha * EQF)											<b>4,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>	<b>0,0</b>	
<b>TOTAL ha</b>	[ha]											<b>1.491,6</b>	<b>0,9</b>	<b>0,3</b>	<b>101,6</b>	<b>0,4</b>	<b>4,7</b>	<b>1.599,5</b>			
<b>TOTAL ha * EQF</b>	[ha*eqf]											<b>1.983,9</b>	<b>2,4</b>	<b>0,1</b>	<b>128,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,7</b>	<b>2.117,0</b>			
<b>TOTAL ha *EQF * YF (PE bruta)</b>	ha*eqf*Yf											<b>1.983,9</b>	<b>2,4</b>	<b>0,1</b>	<b>128,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,7</b>	<b>2.117,0</b>	<b>1,4</b>		
																			<b>PE líquida</b>	<b>2.115,6</b>	

[Fonte: Dados da STEF; Adaptado de Doménech *et al.*, 2010a]

Tabela V.1.3 – Cálculo prévio da PCO (tCO<sub>2</sub>) da STEF Porto em 2011 para o cálculo da PEO (hag)

CATEGORIAS DE CONSUMOS	Unidade	Consumo anual				Fator emissão		Pegada por tipo de ecossistema, em tCO <sub>2</sub>						PEGADA TOTAL [tCO <sub>2</sub> ]	CONTRA-PEGADA [tCO <sub>2</sub> ]
		em unidades de consumo [ud./ano]	em euros sem IVA [€/ano]	em toneladas [t/ano]	[GJ/t]	em quilojoules [GJ/ano]	[tCO <sub>2</sub> /t comb.]	[tCO <sub>2</sub> /GJ]	energia fóssil [tCO <sub>2</sub> ]	terra cultivável [tCO <sub>2</sub> ]	pastor [tCO <sub>2</sub> ]	floresta [tCO <sub>2</sub> ]	terras construídas [tCO <sub>2</sub> ]		
<b>1-EMISSIONES DIRETAS</b>															
<b>Combustíveis</b>															
<b>Poder calor.</b>															
. Gasolina 95	[l]	224,8	294,0	0,2	42,30	7,61	0,0692	0,5							0,5
. " (Ciclo de Vida)						1,06	0,0125	0,0							0,0
. Gasóleo A	[l]	243.304,8	268.252,0	193,4	42,30	8.436,48	0,0740	624,3							624,3
. " (Ciclo de Vida)						1.349,84	0,0142	19,2							19,2
<b>Total 1</b>			<b>268.546,0</b>	<b>193,6</b>		<b>9.795,0</b>		<b>644,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>644,0</b>
<b>2-EMISSIONES INDIRECTAS</b>															
<b>[GJ/KWh]</b>															
<b>Electricidade</b>															
. Térmica (carvão-fuelóleo)	[kWh]	287.292	23.558,0	117,1	0,0036	3.447,51	0,0973	335,4							335,4
. " (Ciclo de Vida)							0,969	113,4							113,4
. Gás Natural (ciclo combinado)	[kWh]	287.290	23.557,8	39,0	0,0036	1.880,44	0,0560	105,3							105,3
. " (Ciclo de Vida)						601,74	0,0130	7,8							7,8
. Nuclear (combustão)	[kWh]	95.117	7.799,6	0,0	0,0036	1.007,13	0,0000	0,0							0,0
. " (Ciclo de Vida)								3,2							3,2
. Hídrica	[kWh]	299.178	24.532,6	0,0	0,0036	1.077,04				0,061					0,1
. " (Ciclo de Vida)								6,0							6,0
. Mini-hídrica	[kWh]	0	0,0	0,0	0,0036	0,00			0,000						0,0
. " (Ciclo de Vida)								0,0							0,0
. Cogeração	[kWh]	279.346	22.906,4	69,4	0,0036	3.352,15	0,0560	187,7							187,7
. " (Ciclo de Vida)						1.072,69	0,0130	13,9							13,9
. Eólica	[kWh]	628.075	51.502,2	0,0	0,0036	2.261,07				0,017					0,0
. " (Ciclo de Vida)								12,6							12,6
. Fotovoltaica	[kWh]	105.011	8.610,9	0,0	0,0036	378,04			0,166						0,2
. " (Ciclo de Vida)								12,6							12,6
<b>Subtotal 2.1</b>		<b>1.981.310,3</b>	<b>162.467,4</b>	<b>225,5</b>		<b>15.077,8</b>		<b>798,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>798,3</b>
<b>Total 2</b>		<b>1.981.310,3</b>	<b>162.467,4</b>	<b>225,5</b>		<b>15.077,8</b>		<b>798,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>798,3</b>
<b>"OUTRAS EMISSIONES INDIRECTAS"</b>															
<b>3.- MATERIAIS (não orgânicos)</b>															
<b>Intens. energ</b>															
<b>3.1. Materiais não amortizáveis sem IVA</b>															
<b>[GJ/t]</b>															
. Produtos derivados do plástico	[l]		23.438,0	17,0	80,00	1.358,51	0,0740	100,5							100,5
. Vestuário e textil sintético confeccionado	[l]		12.572,0	1,8	107,80	192,21	0,0740	14,2							14,2
. Produtos químicos, higiénicos e limpeza	[l]		4.256,0	4,6	42,50	197,49	0,0740	14,6							14,6
. Utensílios e ferramentas	[l]		3.919,0	0,9	60,00	54,72	0,0740	4,0							4,0
. Miscelâneas manufaturas, mat. escritório	[l]		3.363,0	28,1	75,00	2.109,19	0,0740	156,1							156,1
. Maquinaria industrial e grandes equipamentos (e suas partes)	[l]		59.145,0	11,1	100,00	1.108,55	0,0740	82,0							82,0
. Veículos transporte terrestre (e suas partes)	[l]		203.449,0	38,7	100,00	3.871,59	0,0740	286,5							286,5
. Aparelhos elétricos de precisão, computadores, telemóveis, etc.	[l]		19.801,0	6,6	257,14	1.706,04	0,0740	126,2							126,2
<b>Subtotal 3.1</b>			<b>329.943,0</b>	<b>111,6</b>		<b>10.866,81</b>		<b>804,06</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>804,1</b>

3.2. Materiais amortizáveis		sem IVA		[67%]										
. Utensílios e ferramentas	[ ]	3.514,0	0,8	60,00	43,06	0,0740	3,6						3,6	
. Miscelânea manufaturas, mat. escritório	[ ]	528,0	0,2	75,00	13,81	0,0740	1,0						1,0	
. Aparelhos elétricos comuns, iluminação, eletrodomésticos	[ ]	576,0	0,1	100,00	10,65	0,0740	0,8						0,8	
. Veículos transporte terrestre (e suas partes)	[ ]	105.660,0	13,8	100,00	1.375,80	0,0740	146,2						146,2	
. Aparelhos elétricos de precisão, computadores, telemóveis, etc.	[ ]	1.729,0	0,6	257,14	148,97	0,0740	11,0						11,0	
<b>Subtotal 3.2</b>		<b>112.007,0</b>	<b>21,4</b>		<b>2.198,29</b>		<b>162,67</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>162,7</b>	<b>0,0</b>
<b>3.3. Materiais amortiz. ("matriz de obras")</b>														
. Energia (gasóleo)	[ ]	35.651,9	26,5	42,30	1.121,24	0,0740	83,0						83,0	
" ciclo de vida					179,40	0,0142	2,5						2,5	
. Cimento	[ ]	35.651,9	274,2	5,33	1.478,18	0,0740	109,4						109,4	
. Produtos siderúrgicos	[ ]	65.361,8	86,3	25,00	2.172,43	0,0740	160,8						160,8	
. Ligantes betuminosos	[ ]	0,0	0,0	2	0,00	0,0740	0,0						0,0	
. Ladrilhos e refratários	[ ]	39.613,2	103,5	2,92	319,76	0,0740	23,7						23,7	
. Madeira	[ ]	23.767,9	71,7	5,00	358,71	0,0740	26,5			220,5			241,1	
. Cobre	[ ]	0,0	0,0	60	0,00	0,0740	0,0						0,0	
<b>Subtotal 3.3</b>		<b>200.046,6</b>	<b>568,9</b>		<b>5.629,78</b>		<b>405,88</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>220,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>626,4</b>	<b>0,0</b>
<b>3.4. Uso infraestruturas públicas ("matriz de obras públicas")</b>														
. Energia (gasóleo)	[ ]	16.827,5	12,5	42,30	529,22	0,0740	39,2						39,2	
" ciclo de vida					84,68	0,0142	1,2						1,2	
. Cimento	[ ]	9.963,7	76,7	5,33	413,36	0,0740	30,6						30,6	
. Produtos siderúrgicos	[ ]	19.378,3	25,8	25,00	644,10	0,0740	47,7						47,7	
. Ligantes betuminosos	[ ]	3.485,5	7,5	2	14,98	0,0740	1,1						1,1	
. Ladrilhos e refratários	[ ]	5.509,5	15,2	2,92	44,47	0,0740	3,3						3,3	
. Madeira	[ ]	3.278,6	9,9	5,00	49,48	0,0740	3,7			30,4			34,1	
. Cobre	[ ]	0,0	0,0	60	0,00	0,0740	0,0						0,0	
<b>Subtotal 3.4</b>		<b>58.449,0</b>	<b>147,6</b>		<b>1.780,28</b>		<b>126,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>30,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>157,1</b>	<b>0,0</b>
<b>Total 3</b>		<b>700.445,6</b>	<b>849,5</b>		<b>20.475,2</b>		<b>1.499,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>250,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1.750,2</b>	<b>0,0</b>
<b>4.- SERVIÇOS E CONTRATOS</b>														
<i>Podem color.</i>														
<b>4.1. Serviços com baixa mobilidade</b>														
<b>Subtotal 4.1</b>		<b>244.875,0</b>	<b>20,2</b>		<b>852,4</b>		<b>63,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>63,1</b>	<b>0,0</b>
<b>4.2. Serviços com alta mobilidade</b>														
<b>Subtotal 4.2</b>		<b>22.949,0</b>	<b>9,5</b>		<b>403,2</b>		<b>29,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>29,8</b>	<b>0,0</b>
<b>4.3. Serviços transporte de pessoas</b>														
<b>Subtotal 4.3</b>		<b>0,0</b>	<b>27.343,0</b>	<b>4,7</b>	<b>199,7</b>		<b>14,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>14,8</b>	<b>0,0</b>
<b>4.4. Serviços de transporte de mercadorias</b>														
. Camiões	[ ]	4.233.624,0	755,4	42,30	31.955,21	0,0740	2.364,7						2.364,7	
<b>Subtotal 4.4</b>		<b>0,0</b>	<b>4.233.624,0</b>	<b>755,4</b>	<b>31.955,2</b>		<b>2.364,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2.364,7</b>	<b>0,0</b>
<b>4.5. Uso de infraestruturas públicas</b>														
<b>Subtotal 4.5</b>		<b>1.561.730,0</b>					<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Total 4</b>		<b>4.528.791,0</b>	<b>789,8</b>		<b>33.410,5</b>		<b>2.472,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2.472,4</b>	<b>0,0</b>

5. RECURSOS AGRÍCOLAS E PESQUEIROS		[GJ/a]														
Serviços de restaurante	[l]	5.410,0														
.. Serviço de restaurante	[l]	5.085,4	0,38	42,30	15,37		0,0740		1,2							1,2
.. Alimentos	[l]	324,6														
<b>Total 5</b>		<b>5.410,0</b>	<b>0,7</b>		<b>22,1</b>				<b>1,6</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,3</b>	<b>2,2</b>	<b>0,3</b>
6. RECURSOS FORESTAIS																
.. Paletes	[l]	18.600,0	56,14	5,00	280,72		0,0740		20,8			172,6			193,3	0,0
.. Mobiliário com base principal de madeira	[l]	3.363,0	1,31	100,00	131,19		0,0740		9,7			4,0			13,7	0,0
.. Papel	[l]	2.583,0	3,40	35,00	118,34		0,0740		8,8			12,3			21,1	0,0
.. Produtos editoriais	[l]	433,0	0,81	35,00	28,47		0,0740		2,1			3,0			5,1	0,0
			0,00	89,16	0,00		0,0740		0,0			0,0			0,0	0,0
<b>Total 6</b>		<b>24.985,0</b>	<b>61,7</b>		<b>559,3</b>				<b>41,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>191,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>233,3</b>	<b>0,0</b>
7. ÁGUA																
.. Consumo de água potável	[m³]	1.563,0	3.079,1	1.563,0								3,8			3,8	
			0,0	0,0								0,0			0,0	
<b>Total 7</b>		<b>1.563,0</b>	<b>3.079,1</b>	<b>1.563,0</b>					<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3,8</b>	<b>0,0</b>
8. USO DO SOLO																
.. Zonas de jardins	[ha]	0,00										0,0			0,0	0,0
.. Área construída	[ha]	0,38												0,7	0,7	0,0
<b>Total 8</b>		<b>0,4</b>							<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
9. RESÍDUOS, DESCARGAS E EMISSÕES																
9.1. Resíduos não perigosos																
.. Resíduos urbanos e equiparados	[t]		5,40						0,029	0,000	0,000	0,001	0,002	0,000	0,0	
.. Orgânicos (alimentos)	[t]		0,04						0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0	
.. Papel e cartão	[t]		25,00						0,337	0,000	0,000	0,013	0,006	0,000	0,4	
.. Embalagens ligeiras (plástico, metais)	[t]		20,70						2,796	0,000	0,000	0,051	0,029	0,000	2,3	
<b>Subtotal 9.1</b>			<b>51,1</b>						<b>3,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3,3</b>	<b>0,0</b>
9.2. Emissões						Pat. Aquocim										
Gases GEE Protocolo Quioto																
.. CH <sub>4</sub> (metano)	[t]		0,16158				21		3,39						3,4	
.. N <sub>2</sub> O (óxido nítrico)	[t]		0,01175				310		3,64						3,6	
<b>Subtotal 9.2</b>			<b>0,2</b>						<b>7,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>7,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Total 9</b>			<b>51,3</b>						<b>10,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>10,4</b>	<b>0,0</b>
	Outros totais	5.690.645,1	2.126,8		79.339,3											
<b>TOTAL tCO<sub>2</sub> (PC bruta)</b>	<b>[tCO<sub>2</sub>]</b>								<b>5.467,0</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>446,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,3</b>	<b>5.915,3</b>	<b>0,3</b>
	<b>PC líquida</b>														<b>5.915,0</b>	

[Fonte: Dados da STEF; Adaptado de Doménech *et al.*, 2010a]

Tabela V.1.4 – Cálculo da PEO (hag) da STEF Porto em 2011

CATEGORIAS	Unidade	Consumo anual				Fatores conversão		Pegada por tipo de ecossistema, em hectares						PEGADA TOTAL	CONTRA-PEGADA
		em unidade de consumo [ud./ano]	em euros sem IVA [€/ano]	em toneladas [t/ano]	[GJ/t]	em gigajoules [GJ/ano]	Productiv. natural [t/ha/ano]	Productiv. energética [GJ/ha/ano]	energia fóssil [ha]	terre cultivável [ha]	pastor [ha]	florante [ha]	terreem construída [ha]		
<b>1- EMISSÕES DIRETAS</b>															
<b>Combustíveis</b>															
. Gasolina 95	[l]				Poder calor.			0,1							0,1
. " (Ciclo de Vida)	[l]							0,0							0,0
. Gasóleo A	[l]							170,1							170,1
. " (Ciclo de Vida)	[l]							5,2							5,2
<b>Total 1</b>								<b>175,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>175,5</b>
-	(ha * EQF)							<b>233,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>233,4</b>
<b>2- EMISSÕES INDIRETAS</b>															
<b>Electricidade</b>															
. Térmica (carvão-fuelóleo)	[kWh]							31,4							31,4
. " (Ciclo de Vida)	[kWh]							30,9							30,9
. Gás Natural (ciclo combinado)	[kWh]							28,7							28,7
. " (Ciclo de Vida)	[kWh]							2,1							2,1
. Nuclear (combustão)	[kWh]							0,0							0,0
. " (Ciclo de Vida)	[kWh]							0,9							0,9
. Hídrica	[kWh]					1077,04					0,1				0,1
. " (Ciclo de Vida)	[kWh]							1,6							1,6
. Mini-hídrica	[kWh]					0,00				0,0					0,0
. " (Ciclo de Vida)	[kWh]							0,0							0,0
. Cogeração	[kWh]							51,2							51,2
. " (Ciclo de Vida)	[kWh]							3,8							3,8
. Eólica	[kWh]					2.261,07					0,0				0,0
. " (Ciclo de Vida)	[kWh]							3,4							3,4
. Fotovoltaica	[kWh]					378,04					0,1				0,1
. " (Ciclo de Vida)	[kWh]							3,4							3,4
<b>Subtotal 2.1</b>								<b>217,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>217,6</b>
<b>Total 2</b>								<b>289,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>289,5</b>
-	(ha * EQF)							<b>217,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>217,6</b>
-	(ha * EQF)							<b>289,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>289,5</b>
<b>"OUTRAS EMISSÕES INDIRETAS"</b>															
<b>3- MATERIAIS (não orgânicos)</b>															
<b>3.1. Materiais não amortizáveis</b>															
Intens. ener. [GJ/t]															
. Produtos derivados do plástico	[l]							27,4							27,4
. Vestuário e textil sintético confeccionado	[l]							3,9							3,9
. Produtos químicos, higiénicos e limpeza	[l]							4,0							4,0
. Utensílios e ferramentas	[l]							1,1							1,1
. Miscelânea manufaturas, mat. escritório	[l]							42,5							42,5
. Maquinaria industrial e grandes equipamentos (e suas partes)	[l]							22,4							22,4
. Veículos transporte terrestre (e suas partes)	[l]							78,1							78,1
. Aparelhos elétricos de precisão, computadores, telemóveis, etc.	[l]							34,4							34,4
<b>Subtotal 3.1</b>								<b>219,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>219,1</b>
-	(ha * EQF)							<b>291,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>291,4</b>

3.2. Materiais amortizáveis		sem IVA		[GJ/c]								
. Utensílios e ferramentas	[0]											1,0
. Miscelâneas manufaturas, mat. escritório	[0]											0,3
. Aparelhos elétricos comuns, iluminação, eletrodomésticos	[0]											0,2
. Veículos transporte terrestre (e suas partes)	[0]											39,8
. Aparelhos elétricos de precisão, computadores, telemóveis, etc.	[0]											3,0
<b>Subtotal 3.2</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>0,00</b>							<b>44,3</b>
- (ha * ERF)												<b>59,0</b>
<b>3.3. Materiais amortiz. ("matriz de obras")</b>												
. Energia (gasóleo)	[0]											22,6
" ciclo de vida												0,7
. Cimento	[0]											29,8
. Produtos siderúrgicos	[0]											43,8
. Ligantes betuminosos	[0]											0,0
. Ladrilhos e refratários	[0]											6,4
. Madeira	[0]		71,7		1,19				60,1			67,3
. Cobre	[0]											0,0
<b>Subtotal 3.3</b>												<b>110,6</b>
- (ha * ERF)												<b>147,1</b>
<b>3.4. Uso infraestruturas públicas ("matriz de obras públicas")</b>												
. Energia (gasóleo)	[0]											10,7
" ciclo de vida												0,3
. Cimento	[0]											8,3
. Produtos siderúrgicos	[0]											13,0
. Ligantes betuminosos	[0]											0,3
. Ladrilhos e refratários	[0]											0,9
. Madeira	[0]		9,9		1,19				8,3			9,3
. Cobre	[0]											0,0
<b>Subtotal 3.4</b>												<b>34,5</b>
- (ha * ERF)												<b>45,9</b>
<b>Total 3</b>												<b>408,5</b>
- (ha * ERF)												<b>543,3</b>
<b>4. - SERVIÇOS E CONTRATOS</b>												
<b>4.1. Serviços com baixa mobilidade</b>												
<b>Subtotal 4.1</b>												<b>17,2</b>
- (ha * ERF)												<b>22,9</b>
<b>4.2. Serviços com alta mobilidade</b>												
<b>Subtotal 4.2</b>												<b>8,1</b>
- (ha * ERF)												<b>10,8</b>
<b>4.3. Serviços transporte de pessoas</b>												
<b>Subtotal 4.3</b>												<b>4,0</b>
- (ha * ERF)												<b>5,4</b>
<b>4.4. Serviço de transporte de mercadorias</b>												
. Camiões	[0]											644,3
<b>Subtotal 4.4</b>												<b>644,3</b>
- (ha * ERF)												<b>857,0</b>
<b>4.5. Uso de infraestruturas públicas</b>												
<b>Subtotal 4.5</b>												<b>0,0</b>
- (ha * ERF)												<b>0,0</b>
<b>Total 4</b>												<b>673,7</b>
- (ha * ERF)												<b>896,0</b>



<b>5. RECURSOS AGRÍCOLAS E PESQUEIROS</b>		<b>[GJ/t]</b>													
Serviços de restaurante	[t]														
.. Serviço de restaurante	[t]		0,38					0,3							0,3
.. Alimentos	[t]														
<b>Total 5</b>								<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,1</b>	<b>1,7</b>
-	(ha * EQF)							<b>0,6</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,4</b>	<b>1,4</b>
<b>6. RECURSOS FORESTAIS</b>															
.. Paletes	[t]		56,14			1,19		5,7					47,0		52,7
.. Mobiliário com base principal de madeira	[t]		1,31			1,19		2,6					1,1		3,7
.. Papel	[t]		3,40			1,01		2,4					3,4		5,8
.. Produtos editoriais	[t]		0,81			1,01		0,6					0,8		1,4
<b>Total 6</b>								<b>11,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>52,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>63,6</b>
-	(ha * EQF)							<b>15,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>65,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>80,3</b>
<b>7. ÁGUA</b>															
.. Consumo de água potável	[m3]		1563,0				1500						1,0		1,0
<b>Total 7</b>								<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,0</b>
-	(ha * EQF)							<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,3</b>
<b>8. USO DO SOLO</b>															
.. Zonas de jardins	[ha]		0,0										0,0		0,0
.. Área construída	[ha]		0,4										0,4		0,4
<b>Total 8</b>								<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,4</b>
-	(ha * EQF)							<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,9</b>
-	(ha * EQF * YF)							<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,9</b>
<b>9. RESÍDUOS, DESCARGAS E EMISSÕES</b>															
<b>9.1. Resíduos não perigosos</b>															
.. Resíduos urbanos e equiparados	[t]		5,4					0,008	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000		0,0
.. Orgânicos (alimentos)	[t]		0,0					0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,0
.. Papel e cartão	[t]		25,0					0,108	0,000	0,000	0,004	0,003	0,000		0,1
.. Embalagens ligeiras (plástico, metais)	[t]		20,7					0,762	0,000	0,000	0,014	0,014	0,000		0,8
<b>Subtotal 9.1</b>								<b>0,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,9</b>
-	(ha * EQF)							<b>1,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,2</b>
<b>9.2. Emissões</b>															
<b>Gases GEE Protocolo Quioto</b>															
.. CH <sub>4</sub> (metano)	[t]		0,16158					0,32							0,3
.. N <sub>2</sub> O (óxido nítrico)	[t]		0,01175					0,39							1,0
<b>Subtotal 9.2</b>								<b>1,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,9</b>
-	(ha * EQF)							<b>2,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,5</b>
<b>Total 9</b>								<b>2,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,8</b>
-	(ha * EQF)							<b>3,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3,8</b>
<b>TOTAL ha</b>	[ha]							<b>1.489,6</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>121,7</b>	<b>0,4</b>	<b>1,1</b>	<b>1.613,2</b>	
<b>TOTAL ha * EQF</b>	[ha*eqf]							<b>1.981,2</b>	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>	<b>153,4</b>	<b>1,0</b>	<b>0,4</b>	<b>2.136,6</b>	
<b>TOTAL ha *EQF * YF (PE bruta)</b>	ha*eqf*yf							<b>1.981,2</b>	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>	<b>153,4</b>	<b>1,0</b>	<b>0,4</b>	<b>2.136,6</b>	<b>0,3</b>
													<b>PE líquida</b>	<b>2.136,3</b>	

[Fonte: Dados da STEF; Adaptado de Doménech et al., 2010a]

Tabela V.1.5 – Cálculo prévio da PCO (tCO2) da STEF Lisboa em 2011 para o cálculo da PEO (hag)

CATEGORIAS DE CONSUMOS	Unidade	Consumo anual				Fator emissão		Pegada por tipo de ecossistema, em tCO <sub>2</sub>						PEGADA TOTAL	CONTRA-PEGADA
		em unidades de consumo [ud/ano]	em euros com IVA [€/ano]	em toneladas [t/ano]	[GJ/t]	em quilojoules [GJ/ano]	[tCO <sub>2</sub> e / t comb.]	[tCO <sub>2</sub> /GJ]	energia fóssil [tCO <sub>2</sub> ]	terra cultivável [tCO <sub>2</sub> ]	pastor [tCO <sub>2</sub> ]	floresta [tCO <sub>2</sub> ]	terras construídas [tCO <sub>2</sub> ]		
<b>1.-EMISSIONES DIRETAS</b>															
<b>Combustíveis</b>															
<b>Poder calor.</b>															
. Gasolina 95	[l]	328,0	429,0	0,3	42,30	11,10	0,0692	0,8							0,8
. " (Ciclo de Vida)						155	0,0125	0,0							0,0
. Gasóleo A	[l]	313.905,2	337.762,0	251,1	42,30	10.622,55	0,0740	786,1							786,1
. " (Ciclo de Vida)						1.639,61	0,0142	24,1							24,1
<b>Total 1</b>			<b>338.191,0</b>	<b>251,4</b>		<b>12.334,8</b>		<b>811,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>811,0</b>
<b>2.-EMISSIONES INDIRECTAS</b>															
<b>[GJ/KWh]</b>															
<b>Eletricidade</b>															
. Térmica (carvão-fuelóleo)	[kWh]	1.215.892	99.703,1	495,4	0,0036	14.590,70	0,0973	1.419,7							1.419,7
. " (Ciclo de Vida)							0,969	480,1							480,1
. Gás Natural (ciclo combinado)	[kWh]	1.215.886	99.702,6	164,9	0,0036	7.958,52	0,0560	445,7							445,7
. " (Ciclo de Vida)						2.546,73	0,0130	33,1							33,1
. Nuclear (combustão)	[kWh]	402.541	33.008,4	0,0	0,0036	4.262,20	0,0000	0,0							0,0
. " (Ciclo de Vida)								13,7							13,7
. Hídrica	[kWh]	1.266.198	103.828,2	0,0	0,0036	4.558,31				0,257					0,3
. " (Ciclo de Vida)								25,3							25,3
. Mini-hídrica	[kWh]	0	0,0	0,0	0,0036	0,00			0,000						0,0
. " (Ciclo de Vida)								0,0							0,0
. Cogeração	[kWh]	1.182.291	96.947,9	293,9	0,0036	14.187,50	0,0560	794,5							794,5
. " (Ciclo de Vida)						4.540,00	0,0130	59,0							59,0
. Eólica	[kWh]	2.658.177	217.970,5	0,0	0,0036	9.569,44				0,071					0,1
. " (Ciclo de Vida)								53,2							53,2
. Fotovoltaica	[kWh]	444.432	36.443,4	0,0	0,0036	1.599,96				0,705					0,7
. " (Ciclo de Vida)								53,3							53,3
<b>Subtotal 2.1</b>		<b>8.385.417,7</b>	<b>687.604,2</b>	<b>954,2</b>		<b>63.813,4</b>		<b>3.377,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3.378,6</b>
<b>Total 2</b>		<b>8.385.417,7</b>	<b>687.604,2</b>	<b>954,2</b>		<b>63.813,4</b>		<b>3.377,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3.378,6</b>
<b>"OUTRAS EMISSIONES INDIRECTAS"</b>															
<b>3.- MATERIAIS (não orgânicos)</b>															
<b>Integr. energ. [GJ/t]</b>															
<b>3.1. Materiais não amortizáveis sem IVA</b>															
. Produtos derivados do plástico	[t]		106.280,0	77,0	80,00	6.160,19	0,0740	455,9							455,9
. Vestuário e textil sintético confeccionado	[t]		46.738,0	6,6	107,80	714,57	0,0740	52,9							52,9
. Produtos químicos, higiénicos e limpeza	[t]		7.576,0	8,3	42,50	351,55	0,0740	26,0							26,0
. Utensílios e ferramentas	[t]		17.168,0	4,0	60,00	239,70	0,0740	17,7							17,7
. Miscelânea manufaturas, mat. escritório	[t]		14.309,0	88,6	75,00	6.643,77	0,0740	491,6							491,6
. Maquinaria industrial e grandes equipamentos (e suas partes)	[t]		208.595,0	38,9	100,00	3.892,89	0,0740	288,1							288,1
. Veículos transporte terrestre (e suas partes)	[t]		376.822,0	72,5	100,00	7.254,77	0,0740	536,9							536,9
. Aparelhos elétricos de precisão, computadores, telemóveis,	[t]		50.626,0	17,0	257,14	4.361,89	0,0740	322,8							322,8
<b>Subtotal 3.1</b>			<b>828.114,0</b>	<b>321,2</b>		<b>30.452,22</b>		<b>2.253,21</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2.253,2</b>

3.2. Materiais amortizáveis		sem IVA		[GJH]									
. Utensílios e ferramentas	00	30.561,0	7,1	60,00	426,70	0,0740	31,6					31,6	
. Miscelânea manufaturas, mat. escritório	00	4.673,0	1,6	75,00	122,18	0,0740	9,0					9,0	
. Aparelhos elétricos comuns, iluminação, eletrodomésticos	00	1.147,0	0,2	100,00	21,21	0,0740	1,6					1,6	
. Veículos transporte terrestre (e suas partes)	00	235.696,0	44,1	100,00	4.407,43	0,0740	326,1					326,1	
. Aparelhos elétricos de precisão, computadores, telemóveis,	00	3.442,0	1,2	257,14	296,56	0,0740	21,9					21,9	
<b>Subtotal 3.2</b>		<b>275.519,0</b>	<b>54,2</b>		<b>5.274,07</b>		<b>390,28</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>390,3</b>	<b>0,0</b>
<b>3.3. Materiais amortiz. ("matriz de obras")</b>													
. Energia (gasóleo)	00	126.957,7	94,4	42,30	3.992,79	0,0740	295,5					295,5	
" ciclo de vida					638,85	0,0142	9,1					9,1	
. Cimento	00	126.957,7	976,6	5,39	5.263,86	0,0740	389,5					389,5	
. Produtos siderúrgicos	00	232.755,7	309,5	25,00	7.736,31	0,0740	572,5					572,5	
. Líquidos betuminosos	00	0,0	0,0	2	0,00	0,0740	0,0					0,0	
. Ladrilhos e refratários	00	141.064,1	390,0	2,92	1.138,66	0,0740	84,3					84,3	
. Madeira	00	84.638,4	255,5	5,00	1.277,39	0,0740	94,5		785,3			879,8	
. Cobre	00	0,0	0,0	60	0,00	0,0740	0,0					0,0	
<b>Subtotal 3.3</b>		<b>712.373,6</b>	<b>2.025,9</b>		<b>20.047,87</b>		<b>1.445,34</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>785,3</b>	<b>0,0</b>	<b>2.230,6</b>	<b>0,0</b>
<b>3.4. Uso infraestruturas públicas ("matriz de obras públicas")</b>													
. Energia (gasóleo)	00	52.196,4	38,8	42,30	1.641,57	0,0740	121,5					121,5	
" ciclo de vida					262,65	0,0142	3,7					3,7	
. Cimento	00	30.924,5	237,9	5,39	1.282,18	0,0740	94,9					94,9	
. Produtos siderúrgicos	00	60.108,7	79,9	25,00	1.997,89	0,0740	147,8					147,8	
. Líquidos betuminosos	00	10.811,3	23,2	2	46,45	0,0740	3,4					3,4	
. Ladrilhos e refratários	00	17.089,5	47,2	2,92	137,95	0,0740	10,2					10,2	
. Madeira	00	10.169,7	30,7	5,00	153,48	0,0740	11,4		94,4			105,7	
. Cobre	00	0,0	0,0	60	0,00	0,0740	0,0					0,0	
<b>Subtotal 3.4</b>		<b>181.300,1</b>	<b>457,8</b>		<b>5.522,16</b>		<b>392,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>94,4</b>	<b>0,0</b>	<b>487,3</b>	<b>0,0</b>
<b>Total 3</b>		<b>1.997.306,6</b>	<b>2.859,1</b>		<b>61.296,3</b>		<b>4.481,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>879,6</b>	<b>0,0</b>	<b>5.361,4</b>	<b>0,0</b>
<b>4.- SERVIÇOS E CONTRATOS</b>				<b>Países calor.</b>									
<b>4.1. Serviços com baixa mobilidade</b>													
<b>Subtotal 4.1</b>		<b>598.574,0</b>	<b>56,9</b>		<b>2.404,9</b>		<b>178,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>178,0</b>	<b>0,0</b>
<b>4.2. Serviços com alta mobilidade</b>													
<b>Subtotal 4.2</b>		<b>147.670,0</b>	<b>41,4</b>		<b>1.752,1</b>		<b>129,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>129,7</b>	<b>0,0</b>
<b>4.3. Serviços transporte de pessoas</b>													
<b>Subtotal 4.3</b>		<b>0,0</b>	<b>190.289,0</b>	<b>30,5</b>	<b>1.288,5</b>		<b>95,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>95,3</b>	<b>0,0</b>
<b>4.4. Serviços de transporte de mercadorias</b>													
. Camiões	00	10.004.008,0	1.785,1	42,30	75.509,81	0,0740	5.587,7					5.587,7	
<b>Subtotal 4.4</b>		<b>0,0</b>	<b>10.004.008,0</b>	<b>1.785,1</b>	<b>75.509,8</b>		<b>5.587,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>5.587,7</b>	<b>0,0</b>
<b>4.5. Uso de infraestruturas públicas</b>													
<b>Subtotal 4.5</b>		<b>4.844.252,0</b>					<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Total 4</b>		<b>10.940.541,0</b>	<b>1.913,8</b>		<b>80.955,3</b>		<b>5.990,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>5.990,7</b>	<b>0,0</b>

5. RECURSOS AGRÍCOLAS E PESQUEIROS		[GJ/a]																
<b>Serviços de restaurante</b>																		
.. Serviço de restaurante	[l]	55.979,0																
.. Alimentos	[l]	52.620,3	3,50	42,30	148,16		0,0740		11,0								11,0	
<b>Subtotal 5.3</b>		<b>55.979,0</b>	<b>6,8</b>		<b>212,0</b>				<b>15,7</b>	<b>2,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,8</b>	<b>21,5</b>	<b>3,0</b>		
<b>Total 5</b>		<b>55.979,0</b>	<b>6,8</b>		<b>212,0</b>				<b>15,7</b>	<b>2,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,8</b>	<b>21,5</b>	<b>3,0</b>		
<b>6. RECURSOS FORESTAIS</b>																		
.. Paletes	[l]	3.003,0	9,06	5,00	45,32		0,0740		3,4			27,9					31,2	0,0
.. Mobiliário com base principal de madeira	[l]	14.309,0	5,58	100,00	558,20		0,0740		41,3			17,2					58,5	0,0
.. Papel	[l]	18.058,0	23,76	35,00	831,53		0,0740		61,5			86,3					147,8	0,0
.. Produtos editoriais	[l]	1.357,0	2,52	35,00	88,25		0,0740		6,5			9,2					15,7	0,0
			0,00	89,16	0,00		0,0740		0,0			0,0					0,0	0,0
<b>Total 6</b>		<b>36.727,0</b>	<b>40,9</b>		<b>1.523,3</b>				<b>112,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>140,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>253,2</b>	<b>0,0</b>		
<b>7. AGUA</b>																		
.. Consumo de água potável	[m3]	4.423,0	8.154,6	4.423,0								10,8					10,8	
			0,0	0,0								0,0					0,0	
<b>Total 7</b>		<b>4.423,0</b>	<b>8.154,6</b>	<b>4.423,0</b>					<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>10,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>10,8</b>	<b>0,0</b>	<b>10,8</b>	<b>0,0</b>
<b>8. USO DO SOLO</b>																		
.. Zonas de jardins	[ha]	2,28										0,0					0,0	1,9
.. Área construída	[ha]	2,18												4,3			4,3	0,0
<b>Total 8</b>		<b>4,5</b>							<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>4,3</b>	<b>0,0</b>	<b>4,3</b>	<b>0,0</b>	<b>4,3</b>	<b>1,9</b>
<b>9. RESÍDUOS, DESCARGAS E EMISSÕES</b>																		
<b>9.1. Resíduos não perigosos</b>																		
.. Resíduos urbanos e equiparados	[t]		51,86						0,278	0,000	0,000	0,005	0,017	0,000			0,3	
.. Orgânicos (alimentos)	[t]		294,88						2,619	0,000	0,000	0,267	0,186	0,000			3,1	
.. Papel e cartão	[t]		151,06						2,401	0,000	0,000	0,079	0,036	0,000			2,5	
.. Embalagens ligeiras (plástico, metais)	[t]		65,40						8,833	0,000	0,000	0,161	0,091	0,000			9,1	
<b>Subtotal 9.1</b>			<b>563,2</b>						<b>14,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>			<b>15,0</b>	<b>0,0</b>
<b>9.2. Emissões</b>																		
<i>Gases GEE Protocolo Quioto</i>																		
.. CH <sub>4</sub> (metano)	[t]		0,41932					21	8,81								8,8	
.. N <sub>2</sub> O (óxido nítrico)	[t]		0,03386					310	10,50								10,5	
<b>Subtotal 9.2</b>			<b>0,5</b>						<b>19,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>19,3</b>	<b>0,0</b>
<b>Total 9</b>			<b>563,7</b>						<b>33,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>34,3</b>	<b>0,0</b>		
Outros totais		14.056.348,9	6.026,2		220.135,1													
<b>TOTAL tCO<sub>2</sub> (PC bruta)</b>		<b>[tCO<sub>2</sub>]</b>							<b>14.822,9</b>	<b>3,3</b>	<b>0,7</b>	<b>1.031,4</b>	<b>4,6</b>	<b>2,8</b>	<b>15.865,8</b>	<b>5,0</b>		
																<b>PC líquida</b>	<b>15.860,9</b>	

[Fonte: Dados da STEF; Adaptado de Doménech *et al.*, 2010a]

Tabela V.1.6 – Cálculo da PEO (hag) da STEF Lisboa em 2011

CATEGORIAS	Unidade	Consumo anual				Fatores conversão		Pegada por tipo de ecossistema, em hectares						PEGADA TOTAL	CONTRA-PEGADA
		em unidade de consumo [un/ano]	em euros sem IVA [€/ano]	em toneladas [t/ano]	[GJ/t]	em gigajoules [GJ/ano]	Productiv. natural [t/hafano]	Productiv. energética [GJ/hafano]	energia fóssil [ha]	terra cultivável [ha]	pastor [ha]	florista [ha]	terras com arvoredo [ha]		
<b>1-EMISSIONES DIRETAS</b>															
<b>Combustíveis</b>															
.Gasolina 95	[l]				Poder calor.			0,2							0,2
. "	(Ciclo de Vida)							0,0							0,0
.Gasóleo A	[l]							214,2							214,2
. "	(Ciclo de Vida)							6,6							6,6
<b>Total 1</b>								<b>221,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>221,0</b>
-	(ha * EQF)							<b>293,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>293,3</b>
<b>2-EMISSIONES INDIRECTAS</b>															
<b>Electricidade</b>															
.Térmica (carvão-fuelóleo)	[kWh]							386,8							386,8
. "	(Ciclo de Vida)							130,8							130,8
.Gás Natural (ciclo combinado)	[kWh]							121,4							121,4
. "	(Ciclo de Vida)							3,0							3,0
.Nuclear (combustão)	[kWh]							0,0							0,0
. "	(Ciclo de Vida)							3,7							3,7
.Hídrica	[kWh]					4.558,31	15000,0			0,3					0,3
. "	(Ciclo de Vida)							6,3							6,3
.Mini-hídrica	[kWh]					0,00	200,0		0,0						0,0
. "	(Ciclo de Vida)							0,0							0,0
.Cogeração	[kWh]							216,5							216,5
. "	(Ciclo de Vida)							16,1							16,1
.Eólica	[kWh]					3.563,44	114538,0			0,1					0,1
. "	(Ciclo de Vida)							14,5							14,5
.Fotovoltaica	[kWh]					1.533,36	4500,0		0,4						0,4
. "	(Ciclo de Vida)							14,5							14,5
<b>Subtotal 2.1</b>								<b>920,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>921,1</b>
<b>Total 2</b>								<b>1.224,0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1.225,1</b>
-	(ha * EQF)							<b>1.224,0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1.225,1</b>
<b>"OUTRAS EMISSIONES INDIRECTAS"</b>															
<b>3- MATERIAIS (não orgânicos)</b>															
<b>3.1. Materiais não amortizáveis</b>															
<b>sem IVA</b>															
<b>[GJ/t]</b>															
.Produtos derivados do plástico	[l]							124,2							124,2
. Vestuário e textil sintético confeccionado	[l]							14,4							14,4
.Produtos químicos, higiénicos e limpeza	[l]							7,1							7,1
.Utensílios e ferramentas	[l]							4,8							4,8
.Miscelânea manufaturas, mat. escritório	[l]							134,0							134,0
.Maquinaria industrial e grandes equipamentos (e suas partes)	[l]							78,5							78,5
.Veículos transporte terrestre (e suas partes)	[l]							146,3							146,3
.Aparelhos elétricos de precisão, computadores, telemóveis, etc.	[l]							88,0							88,0
<b>Subtotal 3.1</b>								<b>614,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>614,0</b>
-	(ha * EQF)							<b>816,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>816,6</b>

<b>3.2. Materiais amortizáveis</b>		sem IVA		[GJ/c]								
. Utensílios e ferramentas	[ ]					8,6						8,6
. Miscelâneas manufaturas, mat. escritório	[ ]					2,5						2,5
. Aparelhos elétricos comuns, iluminação, eletrodomésticos	[ ]					0,4						0,4
. Veículos transporte terrestre (e suas partes)	[ ]					88,9						88,9
. Aparelhos elétricos de precisão, computadores, telemóveis, etc.	[ ]					6,0						6,0
<b>Subtotal 3.2</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>0,00</b>	<b>106,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>106,3</b>
-	(ha * EQF)					<b>141,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>141,4</b>
<b>3.3. Materiais amortiz. ("matriz de obras")</b>												
. Energia (gasóleo)	[ ]					80,5						80,5
" ciclo de vida						2,5						2,5
. Cimento	[ ]					106,1						106,1
. Produtos siderúrgicos	[ ]					156,0						156,0
. Líquidos betuminosos	[ ]					0,0						0,0
. Ladrilhos e refratários	[ ]					23,0						23,0
. Madeira	[ ]		255,5		1,13	25,8			214,0			239,7
. Cobre	[ ]					0,0						0,0
<b>Subtotal 3.3</b>						<b>393,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>214,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>607,8</b>
-	(ha * EQF)					<b>523,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>269,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>793,4</b>
<b>3.4. Uso infraestruturas públicas ("matriz de obras públicas")</b>												
. Energia (gasóleo)	[ ]					33,1						33,1
" ciclo de vida						1,0						1,0
. Cimento	[ ]					25,9						25,9
. Produtos siderúrgicos	[ ]					40,3						40,3
. Líquidos betuminosos	[ ]					0,9						0,9
. Ladrilhos e refratários	[ ]					2,8						2,8
. Madeira	[ ]		30,7		1,13	3,1			25,7			28,8
. Cobre	[ ]					0,0						0,0
<b>Subtotal 3.4</b>						<b>107,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>25,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>132,8</b>
-	(ha * EQF)					<b>142,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>32,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>174,8</b>
<b>Total 3</b>						<b>1221,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>239,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1.460,9</b>
-	(ha * EQF)					<b>1624,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>302,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1.926,2</b>
<b>4.- SERVIÇOS E CONTRATOS</b>				<b>Preços calor.</b>								
<b>4.1. Serviços com baixa mobilidade</b>												
<b>Subtotal 4.1</b>						<b>48,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>48,5</b>
-	(ha * EQF)					<b>64,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>64,5</b>
<b>4.2. Serviços com alta mobilidade</b>												
<b>Subtotal 4.2</b>						<b>35,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>35,3</b>
-	(ha * EQF)					<b>47,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>47,0</b>
<b>4.3. Serviços transporte de pessoas</b>												
<b>Subtotal 4.3</b>						<b>26,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>26,0</b>
-	(ha * EQF)					<b>34,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>34,6</b>
<b>4.4. Serviço de transporte de mercadorias</b>												
. Camiões	[ ]					1522,5						1522,5
<b>Subtotal 4.4</b>						<b>1.522,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1.522,5</b>
-	(ha * EQF)					<b>2.025,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2.025,0</b>
<b>4.5. Uso de infraestruturas públicas</b>												
<b>Subtotal 4.5</b>						<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
-	(ha * EQF)					<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Total 4</b>						<b>1.632,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1.632,3</b>
-	(ha * EQF)					<b>2.171,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2.171,0</b>

5. RECURSOS AGRÍCOLAS E PESQUEIROS			[GJ/ha]										
<b>Serviços de restaurante</b> [t]													
.. Serviço de restaurante				3,50				3,0					3,0
... Alimentos													
<b>Subtotal 5.3</b>								<b>4,3</b>	<b>1,3</b>	<b>0,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>11,6</b>
- (ha * EQF)								<b>5,7</b>	<b>3,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>4,3</b>
<b>Total 5</b>								<b>4,3</b>	<b>1,3</b>	<b>0,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>11,6</b>
- (ha * EQF)								<b>5,7</b>	<b>3,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>4,3</b>
<b>6. RECURSOS FORESTAIS</b>													
. Paletes				3,06		1,19		0,3		7,6			8,5
. Mobiliário com base principal de madeira				5,58		1,19		11,3		4,7			15,9
. Papel				23,76		1,01		16,8		23,5			40,3
. Produtos editoriais				2,52		1,01		1,8		2,5			4,3
<b>Total 6</b>								<b>30,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>38,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
- (ha * EQF)								<b>40,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>48,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>7. ÁGUA</b>													
. Consumo de água potável [m3]			4.423,0				1500				2,9		2,9
<b>Total 7</b>											<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,9</b>
- (ha * EQF)											<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3,7</b>
<b>8. USO DO SOLO</b>													
. Zonas de jardins [ha]			2,3							0,0			0,0
. Área construída [ha]			2,2								2,2		2,2
<b>Total 8</b>										<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,2</b>
- (ha * EQF)										<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>5,5</b>
- (ha * EQF * YF)										<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>5,5</b>
<b>9. RESÍDUOS, DESCARGAS E EMISSÕES</b>													
<b>9.1. Resíduos não perigosos</b>													
. Resíduos urbanos e equiparados [t]				51,3				0,076	0,000	0,000	0,001	0,009	0,000
. Orgânicos (alimentos) [t]				234,3				0,714	0,000	0,000	0,073	0,034	0,000
. Papel e cartão [t]				151,1				0,654	0,000	0,000	0,022	0,018	0,000
. Embalagens ligeiras (plástico, metais) [t]				65,4				2,407	0,000	0,000	0,044	0,046	0,000
<b>Subtotal 9.1</b>								<b>3,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>
- (ha * EQF)								<b>5,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,0</b>
<b>9.2. Emissões</b>													
<i>Gasos GEE Protocolo Quioto</i>													
. CH <sub>4</sub> (metano) [t]				0,41932				2,40					2,4
. N <sub>2</sub> O (óxido nítrico) [t]				0,03386				2,86					2,9
<b>Subtotal 9.2</b>								<b>5,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>5,3</b>
- (ha * EQF)								<b>7,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>7,0</b>
<b>Total 9</b>								<b>9,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>9,4</b>
- (ha * EQF)								<b>12,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>12,7</b>
<b>TOTAL ha</b> [ha]								<b>4.038,9</b>	<b>1,7</b>	<b>0,9</b>	<b>281,0</b>	<b>2,3</b>	<b>11,6</b>
<b>TOTAL ha * EQF</b> [ha*eqf]								<b>5.371,8</b>	<b>4,2</b>	<b>0,4</b>	<b>354,1</b>	<b>5,9</b>	<b>4,3</b>
<b>TOTAL ha *EQF * YF (PE bruta)</b> [ha*eqf*yf]								<b>5.371,8</b>	<b>4,2</b>	<b>0,4</b>	<b>354,1</b>	<b>5,9</b>	<b>4,3</b>
													<b>4,6</b>
												<b>PE líquida</b>	<b>5.736,1</b>

[Fonte: Dados da STEF; Adaptado de Doménech *et al.*, 2010a]

## V.2. DADOS DE APOIO AOS CÁLCULOS<sup>58</sup>

Os dados indicados nas folhas de cálculo da PCO e da PEO e nas tabelas de apoio apresentam três cores diferentes que possuem os seguintes significados:

- Vermelho – Dados de consumo, preços e outros dados introduzidos pela autora deste trabalho;
- Azul – Na folha de cálculo da PCO os dados a azul são provenientes da folha de cálculo da PEO e vice-versa;
- Preto – Dados, fórmulas e cálculos da folha de cálculo.

Os cálculos e as fontes dos dados são idênticos nos três casos: PEO da STEF Porto em 2006, PEO da STEF Porto em 2011 e PEO da STEF Lisboa em 2011.

Em seguida são apresentadas as tabelas genéricas de apoio aos cálculos.

**Tabela V.2.1 – Dados de apoio ao cálculo da PEO da STEF Porto em 2006**

PREÇOS VARIÁVEIS (sem IVA)			
	Preço	Ano	Fonte
Preço kWh	0,075	2006	STEF
Preço gasolina 95 (€/l)	1,012	2006	STEF
Preço gasóleo (€/l)	0,826	2006	STEF
Custo da água (sem IVA) (€/m <sup>3</sup> )	1,845	2006	STEF

	FATORES DE EQUIVALÊNCIA		FATORES DE PRODUTIVIDADE		FATORES DE ABSORÇÃO (tCO <sub>2</sub> /ha)	
	Taxa	Fonte	Taxa	Fonte	Taxa	Fonte
Floresta para CO <sub>2</sub>	1,33	GFN (2012d)	1,00	GFN (2012c) Média Mundial	3,67	IPCC (2001)
Superfície cultivável	2,51	GFN (2012d)	1,00	GFN (2012c) Média Mundial	1,98	ECCP (2004)
Florestas	0,46	GFN (2012d)	1,00	GFN (2012c) Média Mundial	0,84	Doménech
Bosques	1,26	GFN (2012d)	1,00	GFN (2012c) Média Mundial	3,67	IPCC (2001)
Superfície construída	2,51	GFN (2012d)	1,00	GFN (2012c) Média Mundial	1,98	Doménech
Mar	0,37	GFN (2012d)	1,00	GFN (2012c) Média Mundial	0,24	Doménech

Dados para Cálculos Indicadores de Sustentabilidade			
	Valor	Ano	Fonte
Valor do euro em dólares	1,317	Dez-06	Banco de Portugal (2012)
Renda global 2006	12.566,15	2006	The World Bank (2012a e 2012b)

[Fonte: Dados da STEF; Adaptado de Doménech *et al.*, 2010a]

<sup>58</sup> Nas tabelas de apoio aos cálculos fornecidas por Doménech *et al.* (2010a) foram inseridos os valores (com a cor vermelha) e as respetivas fontes, estando a folha preparada para incorporar estes valores nas Tabelas V.1.1 a V.1.6 do Anexo V.



Tabela V.2.2 – Dados de apoio ao cálculo da PEO da STEF Porto em 2011

PREÇOS VARIÁVEIS (sem IVA)						
	Preço		Ano		Fonte	
Preço kWh	0,082		2011		STEF	
Preço gasolina 95 (€/l)	1,308		2011		STEF	
Preço gasóleo (€/l)	1,076		2011		STEF	
Custo da água (sem IVA) (€/m <sup>3</sup> )	1,970		2011		STEF	

	FATORES DE EQUIVALÊNCIA		FATORES DE PRODUTIVIDADE		FATORES DE ABSORÇÃO (tCO <sub>2</sub> /ha)	
	Taxa	Fonte	Taxa	Fonte	Taxa	Fonte
Floresta para CO <sub>2</sub>	1,33	GFN (2012d)	1,00	GFN (2012c) Média Mundial	3,67	IPCC (2001)
Superfície cultivável	2,51	GFN (2012d)	1,00	GFN (2012c) Média Mundial	1,98	ECCP (2004)
Florestas	0,46	GFN (2012d)	1,00	GFN (2012c) Média Mundial	0,84	Doménech
Bosques	1,26	GFN (2012d)	1,00	GFN (2012c) Média Mundial	3,67	IPCC (2001)
Superfície construída	2,51	GFN (2012d)	1,00	GFN (2012c) Média Mundial	1,98	Doménech
Mar	0,37	GFN (2012d)	1,00	GFN (2012c) Média Mundial	0,24	Doménech

Dados para Cálculos Indicadores de Sustentabilidade			
	Valor	Ano	Fonte
Valor do euro em dólares	1,2939	Dez-11	Banco de Portugal (2012)
Renda global	13.218,09	2011	The World Bank (2012a e 2012b)

[Fonte: Dados da STEF; Adaptado de Doménech *et al.*, 2010a]

Tabela V.2.3 – Dados de apoio ao cálculo da PEO da STEF Lisboa em 2011

PREÇOS VARIÁVEIS (sem IVA)						
	Preço		Ano		Fonte	
Preço kWh	0,082		2011		STEF	
Preço gasolina 95 (€/l)	1,308		2011		STEF	
Preço gasóleo (€/l)	1,076		2011		STEF	
Custo da água (sem IVA) (€/m <sup>3</sup> )	1,844		2011		STEF	

	FATORES DE EQUIVALÊNCIA		FATORES DE PRODUTIVIDADE		FATORES DE ABSORÇÃO (tCO <sub>2</sub> /ha)	
	Taxa	Fonte	Taxa	Fonte	Taxa	Fonte
Floresta para CO <sub>2</sub>	1,33	GFN (2012d)	1,00	GFN (2012c) Média Mundial	3,67	IPCC (2001)
Superfície cultivável	2,51	GFN (2012d)	1,00	GFN (2012c) Média Mundial	1,98	ECCP (2004)
Florestas	0,46	GFN (2012d)	1,00	GFN (2012c) Média Mundial	0,84	Doménech
Bosques	1,26	GFN (2012d)	1,00	GFN (2012c) Média Mundial	3,67	IPCC (2001)
Superfície construída	2,51	GFN (2012d)	1,00	GFN (2012c) Média Mundial	1,98	Doménech
Mar	0,37	GFN (2012d)	1,00	GFN (2012c) Média Mundial	0,24	Doménech

Dados para Cálculos Indicadores de Sustentabilidade			
	Valor	Ano	Fonte
Valor do euro em dólares	1,2939	Dez-11	Banco de Portugal (2012)
Renda global	13.218,09	2011	The World Bank (2012a e 2012b)

[Fonte: Dados da STEF; Adaptado de Doménech *et al.*, 2010a]

Em seguida estão representadas as tabelas de “Matriz de eletricidade” da STEF Porto e Lisboa para os anos em estudo.

**Tabela V.2.4 – Matriz de eletricidade da STEF Porto e da STEF Lisboa**

<b>Matriz de eletricidade (mix elétrico) - STEF Porto 2006</b>												
	Consumo Total	Perdas	Consumo	Térmica Carvão	Ciclo Combin.Gás	Nuclear	Hídrica	Mini-Hídrica	Cogeração	Eólica	Fotovoltaica	TOTAL
Consumo total (KWh)	1.943.338,0											
% Fornecedor												
EDP	100,0	0,0	1.943.338	438.223	749.157	102.997	272.067	21.439	151.221	187.590	20.644	1.943.338
Repartição da energia por tecnologia				22,55%	38,55%	5,30%	14,00%	1,10%	7,78%	9,65%	1,06%	100%
Pegada hídrica energética			206	46	79	11	29	2	16	20	2	206
<b>TOTAL</b>	100,00	0	1.943.544	438.269	749.236	103.008	272.096	21.441	151.237	187.610	20.646	1.943.544

<b>Matriz de eletricidade (mix elétrico) - STEF Porto 2011</b>												
	Consumo Total	Perdas	Consumo	Térmica Carvão	Ciclo Combin.Gás	Nuclear	Hídrica	Cogeração	Eólica	Fotovoltaica	TOTAL	
Consumo total (KWh)	1.980.857,0											
% Fornecedor												
EDP	100,0	0,0	1.980.857	287.224	287.224	95.081	299.109	279.301	627.932	104.985	1.980.857	
Repartição da energia por tecnologia				14,50%	14,50%	4,80%	15,10%	14,10%	31,70%	5,30%	100%	
Pegada hídrica energética			453	68	66	36	68	45	144	26	453	
<b>TOTAL</b>	100,00	0	1.981.310	287.292	287.290	95.117	299.178	279.346	628.075	105.011	1.981.310	

<b>Matriz de eletricidade (mix elétrico) - STEF Lisboa 2011</b>												
	Consumo Total	Perdas	Consumo	Térmica Carvão	Ciclo Combin.Gás	Nuclear	Hídrica	Cogeração	Eólica	Fotovoltaica	TOTAL	
Consumo total (KWh)	8.384.135,0											
% Fornecedor												
EDP	100,0	0,0	8.384.135	1.215.700	1.215.700	402.438	1.266.004	1.182.163	2.657.771	444.359	8.384.135	
Repartição da energia por tecnologia				14,50%	14,50%	4,80%	15,10%	14,10%	31,70%	5,30%	100%	
Pegada hídrica energética			1.283	192	186	103	194	128	407	73	1.283	
<b>TOTAL</b>	100,00	0	8385418	1215892	1215886	402541	1266198	1182291	2658177	444432	8385418	

[Fonte: Dados da STEF; Adaptado de Doménech *et al.*, 2010a]

As tabelas da “Matriz de obras próprias” e da “Matriz de obras públicas” são apresentadas em seguida.

Tabela V.2.5 – Matriz de obras próprias da STEF Porto e da STEF Lisboa

Matriz de obras próprias (materiais de construção) - STEF Porto 2006										
Tipos de obras	Valor obra € sem IVA	Valor sem benefícios industriais nem gastos	€ mão de obra (H)	€ energia (E)	€ cimento (C)	€ siderúrgicos (S)	€ ligantes betuminosos (L)	€ cerâmicos (Cr)	€ madeira (M)	€ cobre (Cu)
Edifícios de fábrica e concreto	213.802	173.180	71.309	18.337	20.374	26.486		24.449	12.224	
Edifícios estrutura metálica ou mista com metal	213.802	173.180	69.272	18.337	16.299	40.748		16.299	12.224	
<b>TOTAL</b>	<b>427.604</b>	<b>346.359</b>	<b>140.581</b>	<b>36.673</b>	<b>36.673</b>	<b>67.234</b>	<b>0</b>	<b>40.748</b>	<b>24.449</b>	<b>0</b>

Matriz de obras próprias (materiais de construção) - STEF Porto 2011										
Tipos de obras	Valor obra € sem IVA	Valor sem benefícios industriais nem gastos	€ mão de obra (H)	€ energia (E)	€ cimento (C)	€ siderúrgicos (S)	€ ligantes betuminosos (L)	€ cerâmicos (Cr)	€ madeira (M)	€ cobre (Cu)
Edifícios de fábrica e concreto	207.847	168.356	69.323	17.826	19.807	25.749		23.768	11.884	
Edifícios estrutura metálica ou mista com metal	207.847	168.356	67.342	17.826	15.845	39.613		15.845	11.884	
<b>TOTAL</b>	<b>415.694</b>	<b>336.712</b>	<b>136.666</b>	<b>35.652</b>	<b>35.652</b>	<b>65.362</b>	<b>0</b>	<b>39.613</b>	<b>23.768</b>	<b>0</b>

Matriz de obras próprias (materiais de construção) - STEF Lisboa 2011										
Tipos de obras	Valor obra € sem IVA	Valor sem benefícios industriais nem gastos	€ mão de obra (H)	€ energia (E)	€ cimento (C)	€ siderúrgicos (S)	€ ligantes betuminosos (L)	€ cerâmicos (Cr)	€ madeira (M)	€ cobre (Cu)
Edifícios de fábrica e concreto	740.151	599.522	246.862	63.479	70.532	91.692		84.638	42.319	
Edifícios estrutura metálica ou mista com metal	740.151	599.522	239.809	63.479	56.426	141.064		56.426	42.319	
<b>TOTAL</b>	<b>1.480.302</b>	<b>1.199.045</b>	<b>486.671</b>	<b>126.958</b>	<b>126.958</b>	<b>232.756</b>	<b>0</b>	<b>141.064</b>	<b>84.638</b>	<b>0</b>

[Fonte: Dados da STEF; Adaptado de Doménech *et al.*, 2010a]

Tabela V.2.6 – Matriz de obras públicas da STEF Porto e da STEF Lisboa

Matriz de obras públicas - STEF Porto 2006										
Tipos de obras	Valor obra € sem IVA	Valor sem benefícios industriais nem gastos	€ mão de obra (H)	€ energia (E)	€ cimento (C)	€ siderúrgicos (S)	€ ligantes betuminosos (L)	€ cerâmicos (Cr)	€ madeira (M)	€ cobre (Cu)
Estradas com pavimento de betão, canais e túneis de grande secção	16.438,21	13.315	5.326	4.073	783	2.820	313			
Estradas e caminhos de concreto	0,00	0	0	0	0	0				
Estruturas, estradas e pavimentação base betuminosa	12.837,46	10.398	3.548	2.324		1.346	3.181			
Valas, túneis peq.secção, poços; obras fábrica	3.600,75	2.917	1.167	549	618	480			103	
Mov. terras, obturações, cais, dragagens, pontões	4.853,19	3.931	1.434	2.497						
Grandes canais; prendimentos de terras	0,00	0	0	0	0	0				
Obras grande volume concreto; diques, pontes	8.767,05	7.101	2.339	919	2.673	1.170				
Obras metálicas; betão muito armado; ferro carris; torres metálicas	15.185,78	12.300	4.197	1.302	1.158	5.644				
Edifícios de fábrica ou betão	34.441,97	27.898	11.487	2.954	3.282	4.267		3.939	1.969	
Edifícios estrutura metálica ou mista com metal	19.412,75	15.724	6.290	1.665	1.480	3.700		1.480	1.110	
Linhas elétricas até 45 k; subestações ou inst. aéreas	0,00	0	0	0	0	0			0	0
Instalac. elétricas subterrâneas baixa tensão	0,00	0	0	0	0	0			0	0
Instalações de iluminação (pistas, balizas, etc.)	0,00	0	0	0	0	0			0	0
Obras de jardinagem e plantações	2.191,76	1.775	982	585				104	104	
<b>TOTAL</b>	<b>117.728,91</b>	<b>95.360,42</b>	<b>36.768,66</b>	<b>16.868,59</b>	<b>9.994,05</b>	<b>19.425,66</b>	<b>3.493,96</b>	<b>5.522,91</b>	<b>3.286,59</b>	<b>0,00</b>

Matriz de obras públicas - STEF Porto 2011										
Tipos de obras	Valor obra € sem IVA	Valor sem benefícios industriais nem gastos	€ mão de obra (H)	€ energia (E)	€ cimento (C)	€ siderúrgicos (S)	€ ligantes betuminosos (L)	€ cerâmicos (Cr)	€ madeira (M)	€ cobre (Cu)
Estradas com pavimento de betão, canais e túneis de grande secção	16.398,17	13.283	5.313	4.063	781	2.813	313			
Estradas e caminhos de concreto	0,00	0	0	0	0	0				
Estruturas, estradas e pavimentação base betuminosa	12.806,19	10.373	3.539	2.319		1.342	3.173			
Valas, túneis peq.secção, poços; obras fábrica	3.591,98	2.910	1.164	548	616	479			103	
Mov. terras, obturações, cais, dragagens, pontões	4.841,36	3.922	1.430	2.491						
Grandes canais; prendimentos de terras	0,00	0	0	0	0	0				
Obras grande volume concreto; diques, pontes	8.745,69	7.084	2.334	917	2.667	1.167				
Obras metálicas; betão muito armado; ferro carris; torres metálicas	15.148,78	12.271	4.186	1.299	1.155	5.630				
Edifícios de fábrica ou betão	34.358,06	27.830	11.459	2.947	3.274	4.256		3.929	1.964	
Edifícios estrutura metálica ou mista com metal	19.365,45	15.686	6.274	1.661	1.476	3.691		1.476	1.107	
Linhas elétricas até 45 k; subestações ou inst. aéreas	0,00	0	0	0	0	0			0	0
Instalac. elétricas subterrâneas baixa tensão	0,00	0	0	0	0	0			0	0
Instalações de iluminação (pistas, balizas, etc.)	0,00	0	0	0	0	0			0	0
Obras de jardinagem e plantações	2.186,42	1.771	979	593				104	104	
<b>TOTAL</b>	<b>117.442,10</b>	<b>95.128,10</b>	<b>36.679,08</b>	<b>16.827,49</b>	<b>9.969,70</b>	<b>19.378,33</b>	<b>3.485,45</b>	<b>5.509,45</b>	<b>3.278,59</b>	<b>0,00</b>

Matriz de obras públicas - STEF Lisboa 2011										
Tipos de obras	Valor obra € sem IVA	Valor sem benefícios industriais nem gastos	€ mão de obra (H)	€ energia (E)	€ cimento (C)	€ siderúrgicos (S)	€ ligantes betuminosos (L)	€ cerâmicos (Cr)	€ madeira (M)	€ cobre (Cu)
Estradas com pavimento de betão, canais e túneis de grande secção	50.864,65	41.200	16.480	12.602	2.424	8.725	969			
Estradas e caminhos de concreto	0,00	0	0	0	0	0				
Estruturas, estradas e pavimentação base betuminosa	39.722,87	32.176	10.978	7.192		4.164	9.842			
Valas, túneis peq.secção, poços; obras fábrica	11.141,78	9.025	3.610	1.699	1.911	1.486			319	
Mov. terras, obturações, cais, dragagens, pontões	15.017,18	12.164	4.436	7.728						
Grandes canais; prendimentos de terras	0,00	0	0	0	0	0				
Obras grande volume concreto; diques, pontes	27.127,81	21.974	7.238	2.844	8.272	3.619				
Obras metálicas; betão muito armado; ferro carris; torres metálicas	46.989,24	38.061	12.986	4.030	3.582	17.463				
Edifícios de fábrica ou betão	106.573,54	86.325	35.545	9.140	10.156	13.203		12.187	6.093	
Edifícios estrutura metálica ou mista com metal	60.068,72	48.656	19.462	5.152	4.579	11.448		4.579	3.435	
Linhas elétricas até 45 k; subestações ou inst. aéreas	0,00	0	0	0	0	0			0	0
Instalac. elétricas subterrâneas baixa tensão	0,00	0	0	0	0	0			0	0
Instalações de iluminação (pistas, balizas, etc.)	0,00	0	0	0	0	0			0	0
Obras de jardinagem e plantações	6.781,95	5.493	3.038	1.810				323	323	
<b>TOTAL</b>	<b>364.287,75</b>	<b>295.073,08</b>	<b>113.773,01</b>	<b>52.196,36</b>	<b>30.924,51</b>	<b>60.108,68</b>	<b>10.811,34</b>	<b>17.089,50</b>	<b>10.169,68</b>	<b>0,00</b>

[Fonte: Dados da STEF; Adaptado de Doménech *et al.*, 2010a]

A Tabela V.2.7 representa a “Matriz de serviços”. Esta matriz é utilizada para auxiliar nos cálculos da Pegada dos Serviços.

Tabela V.2.7 – Matriz de serviços

<b>MATRIZ DE SERVIÇOS</b>		
<b>Conceito</b>	<b>% Energética da fatura</b>	<b>Fator de conversão</b>
<b>Serviços com baixa mobilidade</b>		
. Serviços de escritório, publicidade, seguros, informática	4	0,00002974
. Serviços de acessoramento de alto nível	2	0,00001487
. Hotéis	6	0,00004461
. Telefone (fixos e móveis)	8	0,00005948
. Serviços médicos	6	0,00004461
. Serviços culturais, sociais, conferências	9	0,00006691
. Formação	4	0,00002974
. Serviços interiores de limpeza, conservação e similares	1	0,00000743
<b>Serviços com alta mobilidade</b>		
. Serviços exteriores de limpeza, conservação e similares	15,5	0,00011524
. Correio	30	0,00022305
<b>Serviços de transporte de pessoas</b>		
.Taxi	20	0,00014870
.Comboio	8	0,00007399
.Avião	30,5	0,00022677
<b>Serviços de transporte de mercadorias</b>		
.Camiões	24	0,00017844
<b>Serviços de restaurante</b>		
.Serviço de restaurante	8	0,00005948

[Fonte: Adaptado de Doménech *et al.*, 2010a]

Os dados relativos aos impostos pagos pela STEF são introduzidos na folha de cálculo da PCO na categoria dos Serviços, subcategoria “Uso de infraestruturas públicas”. Estes dados são convertidos com o apoio da Tabela V.2.8.<sup>59</sup> De acordo com esta Tabela:

- 1) Os materiais a amarelo são incluídos na folha de cálculo da PCO na categoria dos Materiais, subcategoria “Materiais não amortizáveis” e corresponde a 6,25% dos impostos pagos pela STEF.
- 2) As obras (a verde) são incorporadas na “Matriz de obras públicas” (ver Tabela V.2.6) e daí passam à folha de cálculo da PCO na categoria Materiais, subcategoria “Uso de infraestruturas públicas”, correspondendo a 7,52% dos impostos.

<sup>59</sup> Uma vez que estão a ser analisados dois anos diferentes, optou-se por utilizar a “Matriz de impostos” e as respetivas percentagens do trabalho de Doménech *et al.*, 2010a.

- 3) Os serviços (a roxo) levam-se automaticamente à folha de cálculo da PCO na categoria Serviços e Contratos, subcategorias “Serviços com baixa mobilidade”, “Serviços com alta mobilidade” e “Serviços transporte de pessoas”, correspondendo a 22,16% dos impostos.
- 4) Os serviços e produtos a cor de laranja passam à folha de cálculo da PCO nas categorias “Recursos Agropecuários” e “Recursos Florestais”, correspondendo a 0,17% dos impostos.

**Tabela V.2.8 – Tabela de apoio à conversão dos dados relativos aos impostos**

<b>Matriz de Impostos (IVA, Sociedades...)</b>		
<b>Categorias</b>	<b>%</b>	<b>% Acumulada</b>
Miscelânea	4,95	<b>6,25</b>
Maquinaria industrial	0,14	
Equipamentos elétricos comuns.	0,93	
Veículos de transporte (terra, mar, ar) ou industrial	0,23	
Estradas de pavimento betão, canais e túneis...	1,05	<b>7,52</b>
Firme, pistas e pavimentos de base betuminosa	0,82	
Valetas, túneis pequena secção	0,23	
Movimento de terras	0,31	
Obras de grande volume de betão	0,56	
Obras metálicas, betão muito armado, ferro carril...	0,97	
Edifícios de fábrica ou betão	2,20	
Edifícios de estrutura metálica ou mista	1,24	
Obras de jardinagem e plantações	0,14	
Serviços externos de escritório	10,71	
Serviços de hospedagem, hotéis	0,06	
Serviços médicos	1,77	
Serviços socioculturais	4,20	
Serviços de formação	1,92	
Serviços exteriores de manutenção, limpeza, etc.	2,93	
Serviços de correio, pacote, mensageiro	0,39	
Serviços de transporte de passageiros em avião	0,18	
Serviços de restaurante	0,06	
Produtos editoriais	0,11	<b>0,17</b>
Não Pegada (pensões, desemprego, etc.)	63,90	<b>63,90</b>

[Fonte: Adaptado de Doménech *et al.*, 2010a]

Apresenta-se também a “Matriz de intensidades energéticas”, utilizada no cálculo da PEO de quatro categorias de consumo: combustíveis, materiais não orgânicos, materiais agrícolas, animais e pesqueiros e materiais florestais.

Tabela V.2.9 – Matriz de intensidades energéticas

<b>MATRIZ DE INTENSIDADES ENERGÉTICAS</b>		
<b>MATERIAL</b>	<b>Fator conversão (€/t)</b>	<b>I.E. média (GJ/t)</b>
<b>1. COMBUSTÍVEIS</b>		
. Biomassa (madeira)	331,29	1,00
<b>3. MATERIAIS NÃO ORGÂNICOS</b>		
. Cimento	54,18	5,39
. Ladrilhos, cerâmica e material refratário	361,75	2,92
. Produtos derivados de plástico	1.380,22	80,00
. Vestuário e textil sintético confeccionado	7.050,87	107,80
. Combustíveis e óleos minerais, betuminosos, etc.	465,49	-
. Produtos químicos, higiénicos e limpeza; pinturas vegetais, inseticidas, fungicidas, etc.	915,90	42,50
. Produtos básicos de ferro ou aço	752,15	25,00
. Manufaturas de ferro, aço e outros metais correntes (não alumínio), utensílios e ferramentas	4.297,29	60,00
. Miscelânea manufaturas, material de escritório	2.868,47	75,00
. Maquinaria industrial e grandes equipamentos (e suas partes)	5.532,58	100,00
. Aparelhos elétricos comuns, iluminação, eletrodomésticos	5.409,07	100,00
. Veículos transporte terrestre (e suas partes)	5.347,70	100,00
. Aparelhos elétricos de precisão, computadores, telemóveis, etc.	2.984,51	257,14
<b>5. MATERIAIS AGRÍCOLAS, ANIMAIS E PESQUEIROS</b>		
. Carnes e enchidos	1.664,75	33,04
. Peixes, crustáceos e moluscos (fresco, congelado, fumado, etc.)	1.923,00	57,52
. Leite, lácteos e ovos	1.126,71	18,68
. Legumes, hortaliças, raízes e tubérculos (frescos)	723,84	3,70
. Café, chá, especiarias, cacau e seus preparados	2.384,38	17,01
. Cereais, farinhas, pão, pastas, arroz, gluten	363,08	6,86
. Óleo vegetal	1.609,53	15,00
. Açúcares, mel e confeitaria	1.455,52	14,62
. Bebidas com e sem álcool (compotas, sumos)	812,98	14,00
<b>6. MATERIAIS FLORESTAIS</b>		
. Troncos de madeira, travessas, etc.	331,29	5,00
. Mobiliário com base principal de madeira	2.563,44	100,00
. Papel, cartão e suas manufaturas	760,08	35,00
. Produtos editoriais, imprensa e indústria gráfica	2.651,45	35,00
. Manufaturas de borracha natural	2.093,90	89,16

[Fonte: Doménech *et al.*, 2010a]

Seguidamente, encontram-se, nas Tabela V.2.10, V.2.11 e V.2.12, as Matrizes de gases (GEE Quioto, sem CO<sub>2</sub>) para as três situações analisadas.

Tabela V.2.10 – Matriz de gases (GEE Quioto, sem CO<sub>2</sub>) da STEF Porto 2006

Matriz de gases (GEE Quioto, sem CO <sub>2</sub> ) - STEF Porto 2006					
	Gigajules [Gj/ano]	CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		F. emissão	Emissão	F. emissão	Emissão
		[tCH <sub>4</sub> /Gj]	[t CH <sub>4</sub> ]	[tN <sub>2</sub> O/Gj]	[t N <sub>2</sub> O]
<b>1.-EMISSÕES DIRETAS</b>					
<b>1.1. Pegada dos combustíveis</b>					
.Gasolina 95	0,00000	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000
. " (Ciclo de Vida)	0,00000				
.Gasóleo	9.409,52746	0,00001	0,09410	0,00000	0,00565
. " (Ciclo de Vida)	1.505,52439				
<b>Subtotal 1 [t]</b>			0,09410		0,00565
<b>2.-EMISSÕES INDIRETAS</b>					
<b>2.1. Pegada elétrica</b>					
.Térmica (carvão)	5.259,22901	0,00001	0,05259	0,00000	0,00789
. " (Ciclo de Vida)					
.Gás natural (ciclo combinado)	4.904,09059	0,00001	0,02452	0,00000	0,00049
. " (Ciclo de Vida)	1.569,30899				
.Cogeração	1.814,84215	0,00001	0,00907	0,00000	0,00018
. " (Ciclo de Vida)	580,74949				
<b>Subtotal 2 [t]</b>			0,08619		0,00856
<b>3.-"OUTRAS EMISSÕES INDIRETAS"</b>					
<b>3.1. Pegada dos materiais amortizáveis (obras)</b>					
.Gasóleo	1.502,45222	0,00001	0,01502	0,00000	0,00090
. " (Ciclo de Vida)	240,39235				
<b>3.2. Pegada do uso de infraestruturas públicas (obras públicas)</b>					
.Gasóleo	691,08119	0,00001	0,00691	0,00000	0,00041
. " (Ciclo de Vida)	110,57299				
<b>Subtotal 3 [t]</b>			0,02194		0,00132
<b>TOTAL 1 + 2 + 3 [t]</b>			0,20222		0,01552

[Fonte: Dados da STEF; Adaptado de Doménech *et al.*, 2010a]Tabela V.2.11 – Matriz de gases (GEE Quioto, sem CO<sub>2</sub>) da STEF Porto 2011

Matriz de gases (GEE Quioto, sem CO <sub>2</sub> ) - STEF Porto 2011					
	Gigajules [Gj/ano]	CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		F. emissão	Emissão	F. emissão	Emissão
		[tCH <sub>4</sub> /Gj]	[t CH <sub>4</sub> ]	[tN <sub>2</sub> O/Gj]	[t N <sub>2</sub> O]
<b>1.-EMISSÕES DIRETAS</b>					
<b>1.1. Pegada dos combustíveis</b>					
.Gasolina 95	7,60624	0,00001	0,00008	0,00000	0,00000
. " (Ciclo de Vida)	1,06487				
.Gasóleo	8.436,47554	0,00001	0,08436	0,00000	0,00506
. " (Ciclo de Vida)	1.349,83609				
<b>Subtotal 1 [t]</b>			0,08444		0,00507
<b>2.-EMISSÕES INDIRETAS</b>					
<b>2.1. Pegada elétrica</b>					
.Térmica (carvão)	3.447,50707	0,00001	0,03448	0,00000	0,00517
. " (Ciclo de Vida)					
.Gás natural (ciclo combinado)	1.880,44357	0,00001	0,00940	0,00000	0,00019
. " (Ciclo de Vida)	601,74194				
.Cogeração	3.352,15397	0,00001	0,01676	0,00000	0,00034
. " (Ciclo de Vida)	1.072,68927				
<b>Subtotal 2 [t]</b>			0,06064		0,00569
<b>3.-"OUTRAS EMISSÕES INDIRETAS"</b>					
<b>3.1. Pegada dos materiais amortizáveis (obras)</b>					
.Gasóleo	1.121,24480	0,00001	0,01121	0,00000	0,00067
. " (Ciclo de Vida)	179,39917				
<b>3.2. Pegada do uso de infraestruturas públicas (obras públicas)</b>					
.Gasóleo	529,22155	0,00001	0,00529	0,00000	0,00032
. " (Ciclo de Vida)	84,67545				
<b>Subtotal 3 [t]</b>			0,01650		0,00099
<b>TOTAL 1 + 2 + 3 [t]</b>			0,16158		0,01175

[Fonte: Dados da STEF; Adaptado de Doménech *et al.*, 2010a]

Tabela V.2.12 – Matriz de gases (GEE Quioto, sem CO<sub>2</sub>) da STEF Lisboa 2011

Matriz de gases (GEE Quioto, sem CO <sub>2</sub> ) - STEF Lisboa 2011					
	Gigajules [Gj/ano]	CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		F. emissão [tCH <sub>4</sub> /Gj]	Emissão [t CH <sub>4</sub> ]	F. emissão [tN <sub>2</sub> O/Gj]	Emissão [t N <sub>2</sub> O]
<b>1.-EMISSÕES DIRETAS</b>					
<b>1.1. Pegada dos combustíveis</b>					
.Gasolina 95	11,09890	0,00001	0,00011	0,00000	0,00001
. " (Ciclo de Vida)	1,55385				
.Gasóleo	10.622,55212	0,00001	0,10623	0,00000	0,00637
. " (Ciclo de Vida)	1.639,60834				
<b>Subtotal 1 [t]</b>			0,10634		0,00638
<b>2.-EMISSÕES INDIRETAS</b>					
<b>2.1. Pegada elétrica</b>					
.Térmica (carvão)	14.590,70371	0,00001	0,14591	0,00000	0,02189
. " (Ciclo de Vida)					
.Gás natural (ciclo combinado)	7.958,52368	0,00001	0,03979	0,00000	0,00080
. " (Ciclo de Vida)	2.546,72758				
.Cogeração	14.187,49562	0,00001	0,07094	0,00000	0,00142
. " (Ciclo de Vida)	4.539,99860				
<b>Subtotal 2 [t]</b>			0,25664		0,02410
<b>3.-"OUTRAS EMISSÕES INDIRETAS"</b>					
<b>3.1. Pegada dos materiais amortizáveis (obras)</b>					
.Gasóleo	3.992,79499	0,00001	0,03993	0,00000	0,00240
. " (Ciclo de Vida)	638,84720				
<b>3.2. Pegada do uso de infraestruturas públicas (obras públicas)</b>					
.Gasóleo	1.641,56580	0,00001	0,01642	0,00000	0,00098
. " (Ciclo de Vida)	262,65053				
<b>Subtotal 3 [t]</b>			0,05634		0,00338
<b>TOTAL 1 + 2 + 3 [t]</b>			0,41932		0,03386

[Fonte: Dados da STEF; Adaptado de Doménech *et al.*, 2010a]

Por fim, a Tabela V.2.13 denominada “Matriz de resíduos” é utilizada como auxiliar aos cálculos da Pegada dos resíduos não perigosos.

Tabela V.2.13 – Matriz de resíduos

Matriz de resíduos (índices de conversão)						
	Floresta para CO <sub>2</sub> [ha]	Terra cultivável [ha]	Pastos [ha]	Florestas [ha]	Terreno Construído [ha]	Mar [ha]
<b>Resíduos não perigosos</b>						
Resíduos urbanos e equiparados	0,001460	0,0	0,0000000605	0,0000256	0,0001680	0,0
Orgânicos (alimentos)	0,002420	0,0	0,0000003260	0,0002470	0,0003180	0,0
Papel e cartão	0,004330	0,0	0,0000002770	0,0001430	0,0001200	0,0
Embalagens ligeiras (plástico, metais)	0,036800	0,0	0,0000032500	0,0006700	0,0006990	0,0

[Fonte: Doménech *et al.*, 2010a]



## ANEXO VI – SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS ALTERNATIVOS E SEU IMPACTE NA PEGADA GLOBAL E DA STEF

**Tabela VI.1 – Adaptações e pressupostos utilizados nos cálculos do Cenário 1 e do Cenário 2 – STEF Porto 2011**

<i>Item</i>	<b>Cenário Base 1</b>	<b>Cenário 2</b>
Tipo de viatura	Recolhas nos clientes efetuadas pela STEF Porto em camiões rígidos (capacidade 20 paletes) ou reboques (capacidade 32 paletes). Entregas nas Centrais efetuadas pela STEF Porto em reboques (32 paletes).	Transportes para as Centrais efetuados pelos clientes em camiões rígidos de 20 paletes.
Kms considerados	Considerados os kms: <ul style="list-style-type: none"> <li>• do último ponto de distribuição da STEF Porto até ao Cliente (ponderado pela taxa de ocupação na recolha);</li> <li>• do Cliente até à STEF Porto (ponderados pela taxa ocupação na recolha);</li> <li>• da STEF Porto à Central (ponderados pela taxa ocupação na entrega).</li> </ul> Entregas nas Centrais sem retorno – retorno com outro serviço.	Considerados os kms: <ul style="list-style-type: none"> <li>• do Cliente até à Central;</li> <li>• do retorno da Central até ao Cliente.</li> </ul>
Ocupação	Dados reais da ocupação.	Taxa de ocupação: <ul style="list-style-type: none"> <li>• se entrega &lt;10 paletes → taxa ocupação 10 paletes;</li> <li>• se entrega ≥ 10 paletes → taxa ocupação = nº paletes da entrega.</li> </ul>
Cálculo dos kms	Aplicação <i>Google Maps</i> (percursos mais curtos)	
Consumo das viaturas	Consumo de combustível: Rígido: 34 litros/100 kms [Fonte: STEF] Reboque: 42 litros/100 kms [Fonte: STEF]	
Emissões de CO <sub>2</sub>	2,79 kg CO <sub>2</sub> /l de gasóleo [Fonte: Oficina Catalana del Canvi Climàtic, 2012]	

**[Fonte: Elaboração própria]**

**Tabela VI.2 – Adaptações e pressupostos utilizados nos cálculos do Cenário A e do Cenário B – STEF Porto 2006**

<i>Item</i>	<b>Cenário Base A</b>	<b>Cenário B</b>
Tipo de viatura	Entregas nas lojas Carrefour a norte: efetuadas em camiões rígidos de 20 paletes. Entregas nas lojas Carrefour a sul: transporte entre STEF Porto e STEF Lisboa efetuado em reboques com capacidade para 32 paletes. Cargas diretas da STEF Porto para as lojas a sul são realizadas em reboques de 32 paletes.	Transporte para as Centrais efetuado em reboques de 32 paletes.
Kms considerados	Entregas nas lojas Carrefour a norte: kms da STEF Porto até à loja sem retorno. Entregas nas lojas Carefour a sul: kms da STEF Porto até à STEF Lisboa sem retorno. Nas cargas diretas: kms da STEF Porto até à loja sem retorno.	Entregas nas Centrais: kms da STEF Porto até à Central sem retorno. Central Carrefour: Modis Maia (distribui todas as lojas a norte até à Figueira da Foz) e Modis Azambuja (distribui todas as lojas a sul da Figueira da Foz).
Local Entrega	100% das entregas nas lojas Carrefour	0,5% das entregas nas lojas Carefour e 99,5% nas Centrais
Cálculo kms	Aplicação <i>Google Maps</i> (percursos mais curtos)	
Ocupação	Ocupação a 100% das viaturas.	
Tipo de frota	Transporte por duas vias: Frota própria: corresponde a 17% da totalidade dos kms efetuados – entra na PEO através do consumo de gasóleo; Frota subcontratada: corresponde a 83% dos kms efetuados – entra na PEO através do consumo de serviços.	
Consumo das viaturas próprias	Consumo de combustível: Rígido: 34 litros/100 kms [Fonte: STEF] Reboque: 42 litros/100 kms [Fonte: STEF]	
Custo do transporte subcontratado	0,781 €/km [Fonte: Dados STEF; Cálculos próprios]	

**[Fonte: Elaboração própria]**

**Tabela VI.3 – Adaptações e pressupostos utilizados nos cálculos do Cenário I e do Cenário II – STEF Porto 2011**

<i>Item</i>	<b>Cenário Base I</b>	<b>Cenário II</b>
Tipo de viatura	Entregas nas lojas a norte: efetuadas em camiões rígidos de 20 paletes. Entregas nas lojas a sul: transporte entre STEF Porto e STEF Lisboa efetuado em reboques com capacidade para 32 paletes. Cargas diretas da STEF Porto para as lojas a sul são realizadas em reboques de 32 paletes.	Transporte para as Centrais efetuado em reboques de 32 paletes.
Kms considerados	Entregas nas lojas a norte: kms da STEF Porto até à loja sem retorno. Entregas nas lojas a sul: kms da STEF Porto até à STEF Lisboa sem retorno. Nas cargas diretas: kms da STEF Porto até à loja sem retorno.	Entregas nas Centrais: kms da STEF Porto à Central sem retorno. Central Sonae: Modis Maia (distribui todas as lojas a norte até à Figueira da Foz) e Modis Azambuja (distribui todas as lojas a sul da Figueira da Foz). Central JM: JM Vila Conde (distribui todas as lojas a norte até à Figueira da Foz) e JM Azambuja e São Julião do Tojal (distribuem todas as lojas a sul da Figueira da Foz).
Cálculo dos Kms	Aplicação <i>Google Maps</i> (percursos mais curtos)	
Ocupação	Ocupação a 100% das viaturas.	
Tipo de frota	Transporte por duas vias: Frota própria: corresponde a 9% da totalidade dos kms efetuados – entra na PEO através do consumo de gasóleo. Frota subcontratada: corresponde a 91% dos kms efetuados – entra na PEO através do consumo de serviços.	
Consumo das viaturas próprias	Consumo de combustível: Rígido: 34 litros/100 kms [Fonte: STEF] Reboque: 42 litros/100 kms [Fonte: STEF]	
Custo do transporte subcontratado	0,886 €/km [Fonte: Dados STEF; Cálculos próprios]	

[Fonte: Elaboração própria]

Tabela VI.4 – Alteração na PCO (tCO<sub>2</sub>) da STEF Porto em 2006 – Cenário B<sup>60</sup>

CATEGORIAS DE CONSUMOS	Unidade	Consumo anual					Fator emissão		Pegada por tipo de ecossistema, em tCO <sub>2</sub>						PEGADA TOTAL	CONTRA-PEGADA
		em unidades de consumo [vd./ano]	em euros com IVA [€/ano]	em toneladas [t/ano]	[GJ/t]	em quilojoules [kJ/ano]	[tCO <sub>2</sub> /tcomb.]	[tCO <sub>2</sub> /GJ]	energia fóssil [tCO <sub>2</sub> ]	terra cultivável [tCO <sub>2</sub> ]	pastor [tCO <sub>2</sub> ]	florante [tCO <sub>2</sub> ]	terras com refloresta [tCO <sub>2</sub> ]	mar [tCO <sub>2</sub> ]		
<b>1.- EMISSÕES DIRETAS</b>																
<b>Combustíveis</b>																
<i>Poder calor.</i>																
Gasóleo A	[l]	275.862,3	227.862,3	220,7	42,30	9.335,18	0,0740	690,8							690,8	
" (Ciclo de Vida)						1.493,63	0,0142	21,2							21,2	
<b>Total 1</b>		<b>227.862,3</b>	<b>220,7</b>	<b>10.828,8</b>				<b>712,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>712,0</b>	<b>0,0</b>	
<b>2.- EMISSÕES INDIRETAS</b>																
<i>[GJ/KWh]</i>																
<b>Total 2</b>		<b>1.943.543,6</b>	<b>145.765,8</b>	<b>317,8</b>		<b>17.025,3</b>		<b>1.104,3</b>	<b>0,8</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1.105,1</b>	<b>0,0</b>	
<b>"OUTRAS EMISSÕES INDIRETAS"</b>																
<b>3.- MATERIAIS (não orgânicos)</b>																
<i>Intens. energ.</i>																
<b>Total 3</b>			<b>726.785,9</b>	<b>881,1</b>		<b>20.785,9</b>		<b>1.517,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>257,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1.774,4</b>	<b>0,0</b>	
<b>4.- SERVIÇOS E CONTRATOS</b>																
<i>Poder calor.</i>																
<b>4.1. Serviços com baixa mobilidade</b>																
Subtotal 4.1			<b>209.466,0</b>	<b>24,4</b>		<b>1.033,4</b>		<b>76,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>76,5</b>	<b>0,0</b>	
<b>4.2. Serviços com alta mobilidade</b>																
Subtotal 4.2			<b>19.208,0</b>	<b>12,0</b>		<b>509,7</b>		<b>37,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>37,7</b>	<b>0,0</b>	
<b>4.3. Serviços transporte de pessoas</b>																
Subtotal 4.3		<b>0,0</b>	<b>106.458,0</b>	<b>21,9</b>		<b>924,5</b>		<b>68,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>68,4</b>	<b>0,0</b>	
<b>4.4. Serviços de transporte de mercadorias</b>																
Camións	[t]		2.584.340,0	600,7	42,30	25.410,38	0,0740	1.880,4						1.880,4		
Subtotal 4.4		<b>0,0</b>	<b>2.584.340,0</b>	<b>600,7</b>		<b>25.410,4</b>		<b>1.880,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1.880,4</b>	<b>0,0</b>	
<b>4.5. Uso de infraestruturas públicas</b>																
Subtotal 4.5			<b>1.565.544,0</b>					<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
<b>Total 4</b>			<b>2.919.472,0</b>	<b>659,1</b>		<b>27.877,9</b>		<b>2.063,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2.063,0</b>	<b>0,0</b>	
<b>5. RECURSOS AGRÍCOLAS E PESQUEIROS</b>																
<i>[GJ/t]</i>																
<b>Total 5</b>			<b>22.601,0</b>	<b>3,1</b>		<b>102,9</b>		<b>7,6</b>	<b>1,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>10,0</b>	<b>1,2</b>	
<b>6. RECURSOS FORESTAIS</b>																
<b>Total 6</b>			<b>16.842,0</b>	<b>36,1</b>		<b>467,8</b>		<b>34,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>113,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>148,3</b>	<b>0,0</b>	
<b>7. ÁGUA</b>																
<b>Total 7</b>		<b>709,0</b>	<b>1.308,1</b>	<b>709,0</b>				<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,7</b>	<b>0,0</b>	
<b>8. USO DO SOLO</b>																
<b>Total 8</b>		<b>0,4</b>						<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,7</b>	<b>0,0</b>	
<b>9. RESÍDUOS, DESCARGAS E EMISSÕES</b>																
<b>Total 9</b>				<b>39,9</b>				<b>11,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>11,5</b>	<b>0,0</b>	
Outros totais			4.059.328,9	2.117,9		77.088,8										
<b>TOTAL tCO<sub>2</sub> (PC bruta)</b>	<b>[tCO<sub>2</sub>]</b>							<b>5.450,0</b>	<b>1,9</b>	<b>0,2</b>	<b>372,8</b>	<b>0,8</b>	<b>1,1</b>	<b>5.826,8</b>	<b>1,2</b>	
														<b>PC líquida</b>	<b>5.825,6</b>	

[Fonte: Elaboração própria da simulação; Folha de cálculo de Doménech *et al.*, 2010a]

<sup>60</sup> Sombreadas a amarelo encontram-se as alterações feitas em relação à Tabela V.1.1 do Anexo V.

Tabela VI.5 – Alteração na PEO (hag) da STEF Porto em 2006 – Cenário B

CATEGORIAS	Unidade	Consumo anual				Fatores conversão		Pegada por tipo de ecossistema, em hectares						PEGADA TOTAL	CONTRA-PEGADA
		em unidades de consumo	em euros com IVA	em toneladas	[GJ/t]	em quilojoules	Produção energética natural	Produção energética	energia fóssil	terra cultivável	pastor	florista	terreos construídos		
<b>1.- EMISSÕES DIRETAS</b>															
<b>Combustíveis</b>															
Gasóleo A	[l]				Poder calor.			188,2							188,2
" (Ciclo de Vida)								5,8							5,8
Total 1								194,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	194,0
- (ha * EQF)								258,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	258,0
<b>2.- EMISSÕES INDIRETAS</b>															
<b>Total 2</b>															
- (ha * EQF)								300,9	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	301,4
<b>"OUTRAS EMISSÕES INDIRETAS"</b>															
<b>3.- MATERIAIS (não orgânicos)</b>															
<b>Total 3</b>															
- (ha * EQF)								413,4	0,0	0,0	70,1	0,0	0,0	0,0	483,5
<b>4.- SERVIÇOS E CONTRATOS</b>															
<b>4.1. Serviços com baixa mobilidade</b>															
<b>Subtotal 4.1</b>															
- (ha * EQF)								20,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8
<b>4.2. Serviços com alta mobilidade</b>															
<b>Subtotal 4.2</b>															
- (ha * EQF)								27,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,7
<b>4.3. Serviços transporte de pessoas</b>															
<b>Subtotal 4.3</b>															
- (ha * EQF)								10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3
<b>4.4. Serviço de transporte de mercadorias</b>															
<b>Subtotal 4.4</b>															
- (ha * EQF)								13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,7
<b>4.5. Uso de infraestruturas públicas</b>															
<b>Subtotal 4.5</b>															
- (ha * EQF)								18,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,6
<b>4.6. Serviço de transporte de mercadorias</b>															
<b>Subtotal 4.6</b>															
- (ha * EQF)								24,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,8
<b>4.7. Camiões</b>															
<b>Subtotal 4.7</b>															
- (ha * EQF)								512,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	512,4
<b>4.8. Camiões</b>															
<b>Subtotal 4.8</b>															
- (ha * EQF)								512,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	512,4
<b>4.9. Camiões</b>															
<b>Subtotal 4.9</b>															
- (ha * EQF)								681,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	681,4
<b>4.10. Camiões</b>															
<b>Subtotal 4.10</b>															
- (ha * EQF)								0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>4.11. Camiões</b>															
<b>Subtotal 4.11</b>															
- (ha * EQF)								0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Total 4</b>															
- (ha * EQF)								562,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	562,1
<b>5. RECURSOS AGRÍCOLAS E PESQUEIROS</b>															
<b>Total 5</b>															
- (ha * EQF)								2,1	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	4,7	7,5
<b>6. RECURSOS FORESTAIS</b>															
<b>Total 6</b>															
- (ha * EQF)								2,8	1,3	0,1	0,0	0,0	0,0	1,7	5,9
<b>7. ÁGUA</b>															
<b>Total 7</b>															
- (ha * EQF)								3,4	0,0	0,0	31,0	0,0	0,0	40,4	
<b>8. USO DO SOLO</b>															
<b>Total 8</b>															
- (ha * EQF)								12,5	0,0	0,0	39,0	0,0	0,0	51,6	
<b>9. RESÍDUOS, DESCARGAS E EMISSÕES</b>															
<b>Total 9</b>															
- (ha * EQF)								0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	
<b>10. USO DO SOLO</b>															
<b>Total 10</b>															
- (ha * EQF)								0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,6	
<b>11. USO DO SOLO</b>															
<b>Total 11</b>															
- (ha * EQF)								0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4	
<b>12. USO DO SOLO</b>															
<b>Total 12</b>															
- (ha * EQF * YF)								0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,9	
<b>13. RESÍDUOS, DESCARGAS E EMISSÕES</b>															
<b>Total 13</b>															
- (ha * EQF)								0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,9	
<b>14. RESÍDUOS, DESCARGAS E EMISSÕES</b>															
<b>Total 14</b>															
- (ha * EQF)								3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	
<b>15. RESÍDUOS, DESCARGAS E EMISSÕES</b>															
<b>Total 15</b>															
- (ha * EQF)								4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	
<b>TOTAL ha</b>															
[ha]								1.485,0	0,9	0,3	101,6	0,4	4,7	1.592,9	
<b>TOTAL ha * EQF</b>															
[ha*eqf]								1.975,1	2,4	0,1	128,0	1,0	1,7	2.108,2	
<b>TOTAL ha *EQF * YF (PE bruta)</b>															
[ha*eqf*yf]								1.975,1	2,4	0,1	128,0	1,0	1,7	2.108,2	
<b>PE líquida</b>															
														2.106,8	

[Fonte: Elaboração própria da simulação; Folha de cálculo de Doménech *et al.*, 2010a]

Tabela VI.6 – Alteração na PCO (tCO<sub>2</sub>) da STEF Porto em 2011 – Cenário II<sup>61</sup>

CATEGORIAS DE CONSUMOS	Unidade	Consumo anual					Fator emissão		Pegada por tipo de ecossistema, em tCO <sub>2</sub>						PEGADA TOTAL	CONTRA-PEGADA
		em unidade de consumo [vd./ano]	em euros com IVA [€/ano]	em toneladas [t/ano]	[GJ/t]	em quilojoules [GJ/ano]	[tCO <sub>2</sub> /t comb.]	[tCO <sub>2</sub> /GJ]	energia fóssil [tCO <sub>2</sub> ]	terra cultivável [tCO <sub>2</sub> ]	pastor [tCO <sub>2</sub> ]	floresta [tCO <sub>2</sub> ]	terras construídas [tCO <sub>2</sub> ]	mar [tCO <sub>2</sub> ]		
<b>1.-EMISSIONES DIRETAS</b>																
<b>Combustíveis</b>																
<b>Pedar calor.</b>																
Gasóleo A	[l]	243.074,8	268.004,5	193,3	42,30	8.428,63	0,0740	623,7							623,7	
" (Ciclo de Vida)						1.348,53	0,0142	19,1							19,1	
<b>Total 1</b>			<b>268.298,5</b>	<b>193,4</b>		<b>9.786,0</b>		<b>643,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>643,4</b>	<b>0,0</b>	
<b>2.-EMISSIONES INDIRECTAS</b>																
<b>[GJ/KWh]</b>																
<b>Total 2</b>		<b>1.981.310,3</b>	<b>162.467,4</b>	<b>225,5</b>		<b>15.077,8</b>		<b>798,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>798,3</b>	<b>0,0</b>	
<b>"OUTRAS EMISSIONES INDIRECTAS"</b>																
<b>3.- MATERIAIS (não orgânicos)</b>																
<b>Intens. energ.</b>																
<b>Total 3</b>			<b>700.445,6</b>	<b>843,5</b>		<b>20.475,2</b>		<b>1.433,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>250,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1.750,2</b>	<b>0,0</b>	
<b>4.- SERVIÇOS E CONTRATOS</b>																
<b>Pedar calor.</b>																
<b>4.1. Serviços com baixa mobilidade</b>			<b>244.875,0</b>	<b>20,2</b>		<b>852,4</b>		<b>63,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>63,1</b>	<b>0,0</b>	
<b>Subtotal 4.1</b>			<b>244.875,0</b>	<b>20,2</b>		<b>852,4</b>		<b>63,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>63,1</b>	<b>0,0</b>	
<b>4.2. Serviços com alta mobilidade</b>			<b>22.949,0</b>	<b>3,5</b>		<b>403,2</b>		<b>29,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>29,8</b>	<b>0,0</b>	
<b>Subtotal 4.2</b>			<b>22.949,0</b>	<b>3,5</b>		<b>403,2</b>		<b>29,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>29,8</b>	<b>0,0</b>	
<b>4.3. Serviços transporte de pessoas</b>			<b>0,0</b>	<b>27.343,0</b>	<b>4,7</b>	<b>193,7</b>		<b>14,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>14,8</b>	<b>0,0</b>	
<b>Subtotal 4.3</b>			<b>0,0</b>	<b>27.343,0</b>	<b>4,7</b>	<b>193,7</b>		<b>14,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>14,8</b>	<b>0,0</b>	
<b>4.4. Serviços de transporte de mercadorias</b>			<b>0,0</b>	<b>4.226.107,0</b>	<b>754,1</b>	<b>31.898,47</b>	<b>0,0740</b>	<b>2.360,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2.360,5</b>	<b>0,0</b>	
Camións	[l]		<b>4.226.107,0</b>	<b>754,1</b>	<b>42,30</b>	<b>31.898,47</b>	<b>0,0740</b>	<b>2.360,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2.360,5</b>	<b>0,0</b>	
<b>Subtotal 4.4</b>			<b>0,0</b>	<b>4.226.107,0</b>	<b>754,1</b>	<b>31.898,5</b>		<b>2.360,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2.360,5</b>	<b>0,0</b>	
<b>4.5. Uso de infraestruturas públicas</b>			<b>1.561.730,0</b>					<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
<b>Subtotal 4.5</b>			<b>1.561.730,0</b>					<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
<b>Total 4</b>			<b>4.521.274,0</b>	<b>788,5</b>		<b>33.353,7</b>		<b>2.468,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2.468,2</b>	<b>0,0</b>	
<b>5. RECURSOS AGRÍCOLAS E PESQUEIROS</b>																
<b>[GJ/t]</b>																
<b>Total 5</b>			<b>5.410,0</b>	<b>0,7</b>		<b>22,1</b>		<b>1,6</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,2</b>	<b>0,3</b>	
<b>6. RECURSOS FORESTAIS</b>																
<b>Total 6</b>			<b>24.985,0</b>	<b>61,7</b>		<b>559,3</b>		<b>41,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>191,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>233,3</b>	<b>0,0</b>	
<b>7. ÁGUA</b>																
<b>Total 7</b>		<b>1.563,0</b>	<b>3.079,1</b>	<b>1.563,0</b>				<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3,8</b>	<b>0,0</b>	
<b>8. USO DO SOLO</b>																
<b>Total 8</b>		<b>0,4</b>						<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,7</b>	<b>0,0</b>	
<b>9. RESÍDUOS, DESCARGAS E EMISSIONES</b>																
<b>Total 9</b>				<b>51,3</b>				<b>10,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>10,4</b>	<b>0,0</b>	
<b>TOTAL tCO<sub>2</sub> (PC bruta)</b>	[tCO <sub>2</sub> ]		5.682.880,6	2.125,3		78.274,1		5.462,2	0,4	0,1	446,7	0,8	0,3	5.910,5	0,3	
														<b>PC líquida</b>	<b>5.910,2</b>	

[Fonte: Elaboração própria da simulação; Folha de cálculo de Doménech *et al.*, 2010a]

<sup>61</sup> Sombreadas a amarelo encontram-se as alterações feitas em relação à Tabela V.1.3 do Anexo V.

Tabela VI.7 – Alteração na PEO (hag) da STEF Porto em 2011 – Cenário II

CATEGORIAS	Unidade	Consumo anual				Fatores conversão		Pegada por tipo de ecossistema, em hectares						PEGADA TOTAL	CONTRA-PEGADA	
		em unidades de consumo [t/ano]	em energia [t/ano]	em toneladas [t/ano]	[GJ/t]	em toneladas [t/ano]	Produtiv. natural [t/hafano]	Produtiv. energética [tGJ/hafano]	energia fóssil [t/ha]	terra cultivável [t/ha]	pastor [t/ha]	florante [t/ha]	terrenos construídos [t/ha]			mar [t/ha]
<b>1.- EMISSÕES DIRETAS</b>																
<b>Combustíveis</b>																
Gasóleo A	[l]				Poder calor.			170,0							170,0	
" (Ciclo de Vida)								5,2							5,2	
Total 1								175,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	175,3	
" (ha * EQF)								233,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	233,2	0,0
<b>2.- EMISSÕES INDIRETAS</b>																
<b>Total 2</b>																
" (ha * EQF)								217,5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	217,6	
" (ha * EQF)								289,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	289,5	0,0
<b>"OUTRAS EMISSÕES INDIRETAS"</b>																
<b>3.- MATERIAIS (não orgânicos)</b>																
<b>Total 3</b>																
" (ha * EQF)								408,5	0,0	0,0	68,4	0,0	0,0	0,0	476,3	
" (ha * EQF)								543,3	0,0	0,0	86,2	0,0	0,0	0,0	629,5	0,0
<b>4.- SERVIÇOS E CONTRATOS</b>																
<b>4.1. Serviços com baixa mobilidade</b>																
<b>Subtotal 4.1</b>																
" (ha * EQF)								17,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,2	
" (ha * EQF)								22,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,9	
<b>4.2. Serviços com alta mobilidade</b>																
<b>Subtotal 4.2</b>																
" (ha * EQF)								8,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1	
" (ha * EQF)								10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,8	
<b>4.3. Serviços transporte de pessoas</b>																
<b>Subtotal 4.3</b>																
" (ha * EQF)								4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	
" (ha * EQF)								5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	
<b>4.4. Serviço de transporte de mercadorias</b>																
<b>Subtotal 4.4</b>																
Comícios	[l]							643,2							643,2	
" (ha * EQF)								643,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	643,2	
" (ha * EQF)								855,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	855,4	
<b>4.5. Uso de infraestruturas públicas</b>																
<b>Subtotal 4.5</b>																
" (ha * EQF)								0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
" (ha * EQF)								0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Total 4								672,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	672,5	
" (ha * EQF)								834,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	834,5	0,0
<b>5. RECURSOS AGRÍCOLAS E PESQUEIROS</b>																
<b>Total 5</b>																
" (ha * EQF)								0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1		
" (ha * EQF)								0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,4	0,3
<b>6. RECURSOS FORESTAIS</b>																
<b>Total 6</b>																
" (ha * EQF)								11,3	0,0	0,0	52,3	0,0	0,0	0,0	63,6	
" (ha * EQF)								15,0	0,0	0,0	65,9	0,0	0,0	0,0	80,3	0,0
<b>7. ÁGUA</b>																
<b>Total 7</b>																
" (ha * EQF)								0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	
" (ha * EQF)								0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0
<b>8. USO DO SOLO</b>																
<b>Total 8</b>																
" (ha * EQF)								0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4		
" (ha * EQF * YF)								0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3		
" (ha * EQF * YF)								0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	
<b>9. RESÍDUOS, DESCARGAS E EMISSÕES</b>																
<b>Total 9</b>																
" (ha * EQF)								2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	
" (ha * EQF)								3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0
TOTAL ha	[ha]							1.488,3	0,2	0,1	121,7	0,4	1,1	1.611,9		
TOTAL ha * EQF	[ha*eqf]							1.979,5	0,5	0,1	153,4	1,0	0,4	2.134,3		
TOTAL ha *EQF * YF (PE bruta)	ha*eqf*yf							1.979,5	0,5	0,1	153,4	1,0	0,4	2.134,3	0,3	
													<b>PE líquida</b>	<b>2.134,5</b>		

[Fonte: Elaboração própria da simulação; Folha de cálculo de Doménech *et al.*, 2010a]