

MESTRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2021/2022

QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES DE ÂMBITO 3 PROVENIENTES DA GESTÃO DA VEGETAÇÃO DAS FAIXAS DE SERVIDÃO DA REN

SOFIA ALEXANDRA PEREIRA DE JESUS

Dissertação submetida para obtenção do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

Presidente do Júri:

Adrián Manuel Tavares da Silva, Professor Associado, Departamento de Engenharia
Química, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Arguente:

Ana Cláudia Relvas Vieira Dias, Investigadora Auxiliar, Departamento de Ambiente e
Ordenamento, Universidade de Aveiro

Orientadores Académicos:

Joana Maia Moreira Dias, Professora Auxiliar, Departamento de Engenharia
Metalúrgica e de Materiais, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Joana Filipa de Jesus Rodrigues Pesqueira, Bolseira de Investigação, Departamento de
Engenharia Química, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Orientadores na Empresa:

Rui Pedro Ávila Campos Marques, Diretor da Direção de Sustentabilidade Operacional,
Redes Energéticas Nacionais
Patrícia Fernanda Alves da Silva, Técnica de Sustentabilidade Operacional da Direção
de Sustentabilidade Operacional, Redes Energéticas Nacionais

Outubro 2022

Este trabalho foi realizado em parceria com:



A Professora Joana Maia Dias, orientadora desta dissertação, é membro integrado do LEPABE – Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente Biotecnologia e Energia, suportado financeiramente por: LA/P/0045/2020 (ALiCE), UIDB/00511/2020 e UIDP/00511/2020 (LEPABE), financiado por fundos nacionais através da FCT/MCTES (PIDDAC).

A Engenheira Joana Pesqueira, co-orientadora desta dissertação, é membro integrado do LSRE-LCM - Laboratório de Processos de Separação e Reacção - Laboratório de Catálise e Materiais, financiado por: LA/P/0045/2020 (ALiCE), UIDB/50020/2020 e UIDP/50020/2020 (LSRE-LCM), financiado por fundos nacionais através da FCT/MCTES (PIDDAC).



AGRADECIMENTOS

Antes de mais gostaria de agradecer a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, me auxiliaram e permitiram desenvolver e concluir o presente trabalho.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à Professora Joana Dias e à Engenheira Joana Pesqueira por me desafiarem, pelo apoio, pelos imensos *e-mails* trocados, pelas longas reuniões sempre que necessitei de aconselhamento e pelas revisões (ao pormenor) da dissertação de mestrado, sem a sua ajuda não teria sido possível a realização da mesma. Não poderia ter pedido melhores orientadoras.

Em segundo lugar, agradeço à REN – Redes Energéticas Nacionais, SGPS, S.A., pela oportunidade de poder estagiar e desenvolver a minha dissertação nesta empresa tão conceituada e agradeço ainda aos meus orientadores Engenheiro Pedro Ávila e Patrícia Silva que me acompanharam no processo, instruíram e possibilitaram a realização deste longo trabalho. Expresso também o meu agradecimento aos Engenheiros Pedro Marques e Gonçalo Diniz, que me ajudaram na recolha de informação necessária ao desenvolvimento do trabalho, e a todos os Coordenadores das prestações de serviços pelo tempo e informação disponibilizada.

Agradeço à FEUP, por estes 5 anos de aprendizagem e por ter sido uma segunda casa para mim. A todos os meus colegas de curso, um muito obrigada.

Agradeço à minha enorme família pelas jantaradas, diversão, convívio e, sobretudo, pelo apoio. Aos meus pais, os meus heróis, os meus exemplos, que de tudo sempre fizeram para eu crescer, ser feliz e ter tudo aquilo que eles não puderam ter. Por todos os valores e princípios que me incutiram. Sou o que sou hoje por mim e por eles, quererei sempre deixá-los orgulhosos. Ao meu irmão, meu amigo, que quando está aborrecido faz de tudo para me tirar do sério, mas lembra-se de mim até nas pequenas coisas, como dividir um chocolate de que eu tanto gosto.

Por último, e não menos importante, agradeço ao meu incrível companheiro Alexandre, pela paciência, auxílio, por ser incansável, por me motivar, desafiar e me fazer querer ser a minha melhor versão. Das pequenas às grandes coisas, por me ajudar em tudo mesmo eu não querendo, por me chamar à razão, por ser o meu ombro, por me fazer sentir a pessoa mais sortuda e feliz do mundo.

RESUMO

A presente dissertação foi realizada com o objetivo de quantificar as emissões de gases com efeito de estufa, de âmbito 3, derivadas da gestão da vegetação das faixas de servidão da empresa Redes Energéticas Nacionais, seguindo as linhas orientadoras do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa (GEE), e suas ferramentas de cálculo, e do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas, para um horizonte temporal de 3 anos.

Previamente à quantificação de emissões, estabeleceram-se e caracterizaram-se as atividades de âmbito 3 a considerar no estudo, as quais: “Deslocação de trabalhadores para o terreno”, “Transporte de equipamentos mecânicos”, “Utilização de equipamentos mecânicos” e “Utilização de fertilizantes e herbicida”. Definiram-se ainda os Fatores de Emissão mais adequados recorrendo ao Protocolo de GEE (combustíveis), ao *software SimaPro* (fertilizantes e herbicida, emissões de produção) e ao Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (fertilizantes, emissões de aplicação). Posteriormente, elaborou-se um questionário aos prestadores de serviço de modo a se obter informação real e o mais correta possível para quantificação de emissões de GEE das atividades de âmbito 3.

Sempre que possível, seguiu-se a metodologia do Protocolo de GEE (e sua ferramenta de cálculo focada no consumo de combustível). Finalmente, desenvolveu-se uma ferramenta *Excel* de cálculo de emissões, adaptada ao caso, por este ser específico e haver necessidade de recorrer a outras metodologias para além das que estão traduzidas em ferramentas disponíveis nas bases de dados consultadas (em particular emissões de fertilizantes e herbicida). Com a informação recolhida e validada e a ferramenta de cálculo operacional, procedeu-se à quantificação das emissões de GEE (em kg de CO₂ equivalente, CO₂-eq) considerando o global, cada GEE e cada atividade de âmbito 3.

As emissões totais, relativas à área intervencionada pelos prestadores de serviços que responderam ao inquérito (11 524,3 ha), foram de 2 209 t CO₂-eq e as emissões específicas de 192 kg CO₂-eq/ha. Relativamente às emissões por atividade, estas variaram entre 237 kg CO₂-eq e 0,02 kg CO₂-eq/ha e 1 471 t CO₂-eq e 128 kg CO₂-eq/ha,

valores estes que correspondem, com maior representatividade, à atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”, e com menor representatividade, à subatividade “Utilização de herbicida”. Com base nos resultados obtidos estima-se para a área total das faixas de servidão da empresa a emissão de cerca de 4 408 t CO₂-eq durante a gestão da vegetação.

Por fim, efetuou-se uma análise de sensibilidade à atividade com mais emissões (“Utilização de equipamentos mecânicos”), focada numa atualização dos Potenciais de Aquecimento Global, não se tendo verificado alterações relevantes, e na variação da gama mínima e máxima de consumos específicos de equipamentos da tipologia de intervenção mais utilizada, a Limpeza de Matos, em que se verificou uma relevante afetação, que se antevê justificada.

Palavras-chave: Alterações Climáticas, Gases com Efeito de Estufa, Emissões Indiretas, Inventário, Faixas de Servidão, Gestão da vegetação.

ABSTRACT

The present dissertation was carried out with the objective of quantifying the emissions of greenhouse gases, of scope 3, derived from the right of way vegetation management of the company Redes Energéticas Nacionais, following the guidelines of the Greenhouse Gas Protocol (GHG), and its calculation tools, and the Intergovernmental Panel on Climate Change, for a time horizon of 3 years.

Prior to the quantification of emissions, the scope 3 activities to be considered in the study were established and characterized, which are: "Displacement of workers to the field", "Transport of mechanical equipment", "Use of mechanical equipment" and "Use of fertilizers and herbicide". The most appropriate Emission Factors were also defined using the GHG Protocol (fuels), the SimaPro software (fertilizers and herbicides, production emissions) and the Intergovernmental Panel on Climate Change (fertilizers, application emissions). Subsequently, a questionnaire was prepared for service providers in order to obtain real and as correct information as possible to quantify GHG emissions from scope 3 activities.

Whenever possible, the methodology of the GHG Protocol (and its calculation tool focused on fuel consumption) was followed. Finally, an Excel emission calculation tool was developed, adapted to the case, as it is specific and there is a need to use other methodologies in addition to those translated into tools available in the consulted databases (particularly emissions from fertilizers and herbicide). With the information collected and validated and the operational calculation tool, GHG emissions were quantified (in kg of CO₂ equivalent, CO₂-eq) considering the global, each GHG and each scope 3 activity.

Total emissions, relative to the area covered by the service providers that responded to the survey (11 524.3 ha), were 2 209 t CO₂-eq and specific emissions were 192 kg CO₂-eq/ha. Regarding the activities, these varied between 237 kg CO₂-eq and 0.02 kg CO₂-eq /ha and 1 471 t CO₂-eq and 128 kg CO₂-eq/ha, values that correspond to the activity "Use of mechanical equipment", with the highest representation, and the sub-activity "Use of herbicide", with the lowest representation.

Based on the results obtained, the emission of around 4 408 t CO₂-eq is estimated for the total area of the company's right of way vegetation management.

Finally, a sensitivity analysis was carried out on the activity responsible for most emissions ("Use of mechanical equipment"), focused on an update of the Global Warming Potential, where there have been no relevant changes, and on the variation of the minimum and maximum range of specific equipment consumptions at the most used type of intervention, the Bush Cleaning, in which there was a relevant variation, which is expected to be justified.

Keywords: Climate Change, Greenhouse Gases, Indirect Emissions, Inventory, Right of Way, Vegetation Management.

ÍNDICE

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	1
1.1. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS	1
1.2. OBJETIVOS E ÂMBITO DO ESTUDO	3
CAPÍTULO II - REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1. PEGADA DE CARBONO	5
2.2. NORMAS E GUIAS PARA DETERMINAÇÃO DA PEGADA DE CARBONO	6
2.2.1. Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas	6
2.2.2. Normas ISO 14000 – Gestão Ambiental	7
2.2.3. Protocolo de Gases com Efeito de Estufa	11
2.2.4. Guia de Inventário de Emissões de Poluentes atmosféricos de 2019 – EMEP/EEA	13
2.2.5. Especificação Disponível Publicamente – PAS 2050	14
2.2.6. Bilan Carbone®	15
2.2.7. Relação entre as Diretrizes e Guias para a determinação da Pegada de Carbono	15
2.3. EMISSÕES DE ÂMBITO 3	17
2.3.1. Definição e distinção dos diferentes âmbitos	17
2.3.2. Fontes típicas de emissão de GEE	20
2.3.3. Categorias de atividades de âmbito 3	20
2.4. FERRAMENTAS DE CÁLCULO DE EMISSÕES DE GEE	21
2.4.1. Ferramentas do Protocolo de GEE	22
2.4.2. Software para avaliação de ciclo de vida – SimaPro	22
2.5. BENCHMARKING	23
CAPÍTULO III - CONTEXTUALIZAÇÃO DO CASO	24
3.1. EMPRESA: REN – REDES ENERGÉTICAS NACIONAIS, SGPS, S.A.	24
3.1.1. REN – Rede Elétrica Nacional, S.A.	25
3.1.2. REN – Gasodutos, S.A.	25
3.2. ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE	26
3.3. FAIXAS DE SERVIDÃO DA REN	28
3.3.1. Faixas de Servidão das Linhas Elétricas da RNT	28
3.3.2. Faixas de Servidão dos Gasodutos da RNTG	30
3.3.3. Faixas de Gestão de Combustível	31
3.3.4. Plantação de espécies arbóreas nas Faixas de Servidão da RNT	33
3.3.5. Tipos de intervenções, operações e equipamentos mecânicos	34
CAPÍTULO IV - METODOLOGIA	36

4.1. IDENTIFICAÇÃO DE FONTES EMISSÕES DE ÂMBITO 3	36
4.2. RECOLHA DE INFORMAÇÃO DAS ATIVIDADES	36
4.3. BASES DE DADOS UTILIZADAS	38
4.3.1. Combustíveis fósseis	38
4.3.2. Fertilizantes e Herbicida	38
4.3.3. Potenciais de Aquecimento Global	42
CAPÍTULO V - RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5.1. IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES DE EMISSÕES DE ÂMBITO 3	43
5.1.1. Atividades de âmbito 3 da gestão da vegetação	43
5.1.2. Seleção das Atividades de Âmbito 3 a avaliar	44
5.1.3. Categorias das Atividades de Âmbito 3 a avaliar	45
5.2. CONVERSÃO E OBTENÇÃO DE FATORES DE EMISSÃO DE GEE	45
5.2.1. Combustíveis fósseis	45
5.2.2. Fertilizantes e herbicida	46
5.3. FERRAMENTA DE CÁLCULO DE EMISSÕES DE GEE	49
5.4. CÁLCULO DE EMISSÕES DE GEE	50
5.4.1. Atividade “Deslocação de trabalhadores para o terreno”	50
5.4.2. Atividade “Transporte de equipamentos mecânicos”	51
5.4.3. Atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”	52
5.4.4. Atividade “Utilização de fertilizantes e herbicida”	58
5.5. AFERIÇÃO DAS EMISSÕES ESPECÍFICAS DE GEE POR ATIVIDADE	60
5.6. PROJEÇÃO DAS EMISSÕES NA INTERVENÇÃO COMPLETA DAS SERVIDÕES	62
5.7. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	64
5.7.1. Método – Alteração dos Potenciais de Aquecimento Global	64
5.7.2. Consumos específicos dos equipamentos mecânicos	65
CAPÍTULO VI - MEDIDAS DE MITIGAÇÃO E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS	68
CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS	71
ANEXOS	76

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura I.1 – Frações de emissões antropogênicas de GEE, entre 1990 e 2019. Adaptado de: IPCC (2022)..</i>	2
<i>Figura I.2 – Frações de emissões de GEE associadas a cada setor, entre 1990 e 2019. Adaptado de: IPCC (2022).....</i>	3
<i>Figura II.1 – Esquematização da relação entre as ISO 14064-1, 14064-2, 14064-3, 14065, 14066 e 14067. Adaptado de: ISO (2018).....</i>	10
<i>Figura II.2 – Sistematização das normas do Protocolo de GEE, de acordo com: WBCSD and WRI (2022c).</i>	12
<i>Figura II.3 – Marca de reconhecimento de conformidade com o Protocolo de GEE. Retirado de: WBCSD and WRI (2022b).</i>	13
<i>Figura II.4 – Distinção dos diferentes Âmbitos, de acordo com: WBCSD and WRI (2001).</i>	18
<i>Figura II.5 – Fontes de típicas de emissão de GEE, de acordo com: WBCSD and WRI (2001).</i>	20
<i>Figura II.6 – Categorias de Atividades de Âmbito 3, a montante e a jusante, de acordo com: WBCSD and WRI (2011).</i>	21
<i>Figura II.7 – Distinção entre ferramentas de setores cruzados e ferramentas específicas de setor, de acordo com: WBCSD and WRI (2001).</i>	22
<i>Figura III.1 – Logótipo REN. Retirado de: REN (2022a).</i>	24
<i>Figura III.2 – Matriz de Materialidade – relevância do tema “Emissões”. Retirado de: REN (2022g).</i>	27
<i>Figura III.3 – Largura mínima de segurança da Faixa de Servidão. Retirado de: Redes Sustentáveis e Servidões (2022).</i>	29
<i>Figura III.4 – Demonstração de Flecha Máxima. Retirado de: Redes Sustentáveis e Servidões (2022).</i>	29
<i>Figura III.5 – Restrições das Faixas de Servidão de Gasodutos. Retirado de: Redes Sustentáveis e Servidões (2022).</i>	30
<i>Figura III.6 – Faixa de Gestão de Combustível na Faixa de Servidão das linhas da RNT. Retirado de: Redes Sustentáveis e Servidões (2022).....</i>	32
<i>Figura III.7 – Faixa de Gestão de Combustível na Faixa de Servidão dos gasodutos da RNTGN. Retirado de: Redes Sustentáveis e Servidões (2022).</i>	33
<i>Figura III.8 – Tipos de Intervenção e respetiva descrição. Adaptado de: Redes Sustentáveis e Servidões (2022).....</i>	34
<i>Figura V.1 – Lista de atividades associadas à Gestão da Vegetação das Faixas de Servidão e respetiva descrição.</i>	43
<i>Figura V.2 – Atividades consideradas para quantificação de emissões de GEE.....</i>	44
<i>Figura V.3 – Atividades de Âmbito 3 alocadas por Categorias, da Norma de Âmbito 3.....</i>	45
<i>Figura V.4 – Estrutura da ferramenta desenvolvida de cálculo de emissões de GEE.....</i>	50
<i>Figura V.5 – Estimativa de emissões específicas de GEE (kg CO₂-eq/ha), por tipologia de intervenção....</i>	56
<i>Figura V.6 – Emissões específicas de GEE por intervenção, à escala global (kg CO₂-eq/ha).</i>	57

<i>Figura V.7 – Emissões específicas de GEE (kg CO₂-eq/ha) por atividade.</i>	<i>61</i>
<i>Figura A.1 – Mapa da RNT. Retirado de: Redes Energéticas Nacionais (2022c).....</i>	<i>77</i>
<i>Figura A.2 – Mapa da RNTG Retirado de: Redes Energéticas Nacionais (2022d).....</i>	<i>78</i>
<i>Figura B.1 – Introdução do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.</i>	<i>79</i>
<i>Figura B.2 – Questão 1, 2 e 3 do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.</i>	<i>80</i>
<i>Figura B.3 – Questão 4 do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.</i>	<i>81</i>
<i>Figura B.4 – Questão 5 e 6 do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.</i>	<i>81</i>
<i>Figura B.5 – Questão 7 do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.</i>	<i>82</i>
<i>Figura B.6 – Questão 8 do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.</i>	<i>82</i>
<i>Figura B.7 – Questão 9 do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.</i>	<i>83</i>
<i>Figura B.8 – Questão 10 do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.</i>	<i>84</i>
<i>Figura B.9 – Questão 11 do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.</i>	<i>85</i>
<i>Figura B.10 – Questão 12 do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.</i>	<i>86</i>
<i>Figura B.11 – Questão 13 e 14 do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.</i>	<i>86</i>

ÍNDICE DE TABELAS

<i>Tabela II.1 – Inventário de emissões de GEE de 2020, do Grupo da Rede Elétrica Espanhola. Adaptado de: Grupo Red Eléctrica (2020)</i>	<i>23</i>
<i>Tabela III.1 – Distâncias mínimas de segurança REN em função do nível de tensão. Adaptado de: Redes Sustentáveis e Servidões (2022).....</i>	<i>29</i>
<i>Tabela III.2 – Tipos de intervenção, operações e equipamentos. Retirado de: Redes Sustentáveis e Servidões (2022)</i>	<i>35</i>
<i>Tabela IV.1 – Potenciais de Aquecimento Global, de acordo com: IPCC (2013).....</i>	<i>42</i>
<i>Tabela V.1 – Fatores de Emissão (FE) convertidos, fornecidos pelo Protocolo de GEE, de acordo com: (WBCSD & WRI, 2017).....</i>	<i>46</i>
<i>Tabela V.2 – Inventário SimaPro: Emissões de GEE provenientes da produção de 1 quilograma de herbicida</i>	<i>47</i>
<i>Tabela V.3 – Inventário SimaPro: Emissões de GEE derivadas da produção e transporte médio até ao consumidor de 1 quilograma de corretor de acidez de solo (dolomite).....</i>	<i>47</i>
<i>Tabela V.4 – Inventário SimaPro: Emissões de GEE derivadas da produção e transporte médio até ao consumidor de 1 quilograma de fertilizante inorgânico (NPK)</i>	<i>48</i>
<i>Tabela V.5 – Inventário SimaPro: Emissões de GEE derivadas da produção e transporte médio até ao consumidor de 1 quilograma de fertilizante orgânico (N)</i>	<i>48</i>
<i>Tabela V.6 – Valores obtidos para cada GEE (CO₂, CH₄ e N₂O), emissões de GEE por prestador de serviços e quantidade total de emissões de GEE provenientes da atividade “Deslocação de trabalhadores para o terreno”</i>	<i>51</i>
<i>Tabela V.7 – Valores obtidos para cada GEE (CO₂, CH₄ e N₂O), emissões de GEE por prestador de serviços e quantidade total de emissões de GEE provenientes da atividade “Transporte de equipamentos mecânicos”</i>	<i>52</i>
<i>Tabela V.8 – Quantidade de combustível (L) utilizada em cada tipo de intervenção (ATE e AAI+DTA), por prestador de serviços.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabela V.9 – Quantidade de combustível (L) utilizada em cada tipo de intervenção (ATE e AAI+DTA), por prestador de serviços (Continuação)</i>	<i>54</i>
<i>Tabela V.10 – Quantidade de combustível (L) utilizada em cada tipo de intervenção (LMT, ECP e PREP), por prestador de serviços.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabela V.11 – Total de emissões de GEE por intervenção, área total por intervenção e emissões específicas de GEE por intervenção (kg CO₂-eq/ha).....</i>	<i>55</i>
<i>Tabela V.12 – Total de emissões por intervenção e emissões de CO₂-eq por hectare (amostra) por intervenção</i>	<i>57</i>

<i>Tabela V.13 – Valores obtidos para cada GEE (CO₂, CH₄ e N₂O), emissões de GEE por prestador de serviços e quantidade total de emissões de GEE provenientes da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”</i>	<i>58</i>
<i>Tabela V.14 – Valores obtidos para cada GEE (CO₂, CH₄, N₂O e outros), emissões de GEE por prestador de serviços e quantidade total de emissões de GEE derivadas da subatividade “Utilização de fertilizantes” 59</i>	
<i>Tabela V.15 – Valores obtidos para cada GEE (CO₂, CH₄, N₂O e outros), emissões de GEE por prestador de serviços e quantidade total de emissões de GEE derivadas da subatividade “Utilização de herbicida”</i>	<i>60</i>
<i>Tabela V.16 – Quantidade total de emissões de GEE (kg CO₂-eq) provenientes de cada atividade, emissões específicas de GEE por atividade (kg CO₂-eq/ha) e valor total de emissões de GEE da amostra expresso em kg CO₂-eq e em kg CO₂-eq/ha.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabela V.17 – Valores obtidos para cada GEE (CO₂, CH₄ e N₂O), emissões de GEE por prestador de serviços e seus valores finais e totais, expressos em quilogramas</i>	<i>62</i>
<i>Tabela V.18 – Valores obtidos para cada GEE (CO₂, CH₄ e N₂O), emissões de GEE por prestador de serviços e seus valores finais e totais, expressos em quilogramas (Continuação).....</i>	<i>63</i>
<i>Tabela V.19 – Emissões totais associadas aos hectares intervencionados e estimativa de emissões associadas aos hectares por intervencionar e de emissões associadas à área total das faixas de servidão</i>	<i>63</i>
<i>Tabela V.20 – Potenciais de Aquecimento Global mais recentes. Adaptado de: (IPCC, 2021).....</i>	<i>64</i>
<i>Tabela V.21 – Consumos mínimos e máximos de equipamentos mecânicos utilizados na intervenção LMT</i>	<i>66</i>
<i>Tabela V.22 – Resultados obtidos de emissões de GEE (kg CO₂-eq) para os diferentes cenários e percentagem de variação em relação ao cenário real.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabela C.1 – Data de início e fim da intervenção de cada prestador de serviços.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabela C.2 – Dados recolhidos referentes à área total intervencionada e por cada tipo de intervenção...</i>	<i>88</i>
<i>Tabela C.3 – Dados recolhidos referentes à atividade “Deslocação de trabalhadores para o terreno”</i>	<i>89</i>
<i>Tabela C.4 – Dados recolhidos referentes à atividade “Transporte de equipamentos mecânicos”</i>	<i>90</i>
<i>Tabela C.5 – Dados recolhidos referentes à intervenção ATE, da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”</i>	<i>91</i>
<i>Tabela C.6 – Dados recolhidos referentes à intervenção AAI+DTA, da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”</i>	<i>92</i>
<i>Tabela C.7 – Dados recolhidos referentes à intervenção LMT, da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”</i>	<i>93</i>
<i>Tabela C.8 – Dados recolhidos referentes à intervenção LMT, da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos” (Continuação).....</i>	<i>94</i>
<i>Tabela C.9 – Dados recolhidos referentes à intervenção ECP, da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”</i>	<i>95</i>

<i>Tabela C.10 – Dados recolhidos referentes à intervenção ECP, da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos” (Continuação).....</i>	<i>96</i>
<i>Tabela C.11 – Dados recolhidos referentes à intervenção PREP, da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabela C.12 – Dados recolhidos referentes à intervenção PREP, da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos” (Continuação).....</i>	<i>98</i>
<i>Tabela C.13 – Dados recolhidos referentes à intervenção PLT, da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabela C.14 – Dados recolhidos referentes à referentes à atividade “Utilização de fertilizantes e herbicida”.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabela C.15 – Dados fornecidos por esclarecimento adicional dos prestadores de serviços, sobre tipologia de fertilizantes utilizados.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabela C.16 – Conversão da quantidade de herbicida em litros para quilogramas, através da concentração 360 g/L.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabela D.1 – Resultados obtidos por tipologia de emissões, na intervenção ATE.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabela D.2 – Resultados obtidos por tipologia de emissões, na intervenção AAI+DTA.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabela D.3 – Resultados obtidos por tipologia de emissões, na intervenção LMT.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabela D.4 – Resultados obtidos por tipologia de emissões, na intervenção ECP.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabela D.5 – Resultados obtidos por tipologia de emissões, na intervenção PREP.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabela E.1 – Resultados obtidos de emissões da produção de fertilizantes.....</i>	<i>107</i>
<i>Tabela E.2 – Resultados obtidos de emissões diretas e indiretas da aplicação de fertilizantes.....</i>	<i>108</i>
<i>Tabela F.1 – Análise de Sensibilidade para a atividade "Utilização de equipamentos mecânicos".....</i>	<i>109</i>
<i>Tabela G.1 – Consumos mínimos considerados por tipologia de equipamento.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabela G.2 – Quantidade de combustível e emissões de GEE associadas ao cenário de consumos mínimos.....</i>	<i>111</i>
<i>Tabela G.3 – Consumos máximos considerados por tipologia de equipamento.....</i>	<i>112</i>
<i>Tabela G.4 – Quantidade de combustível e emissões de GEE associadas ao cenário de consumos máximos.....</i>	<i>113</i>

ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

CDP	<i>Carbon Disclosure Protocol</i>
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de carbono
GEE	Gases com Efeito de Estufa
GHG	<i>Greenhouse Gas</i>
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
N ₂ O	Óxido nitroso
PAS	<i>Publicly Available Specification</i>
TSO	<i>Transmission System Operator</i>
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
WBCSD	<i>World Business Council for Sustainable Development</i>
WMO	<i>World Meteorological Organization</i>
WRI	<i>World Resources Institute</i>
EMEP	<i>European Monitoring and Evaluation Programme</i>
EEA	<i>European Environment Agency</i>
IPQ	Instituto Português de Qualidade
BSI	<i>British Standards Institution</i>
DEFRA	<i>Department for Environment, Food and Rural Affairs</i>
DECC	<i>Department of Energy and Climate Change</i>
BIS	<i>Department for Business, Innovation and Skills</i>
UNECE	<i>United Nations Economic Commission for Europe</i>
LRTAP	<i>Convention on Long-range Transboundary Air Pollution</i>
NEC	<i>National Emission Ceilings Directive</i>
TFEIP	<i>Convention's Task Force on Emission Inventories and Projections</i>
ABC	<i>Association Bilan Carbone</i>
ADEME	<i>French Environment and Energy Management Agency</i>
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida

REN	Redes Energéticas Nacionais
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
WMO	<i>World Meteorological Organization</i>
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
IPCC-NGGIP	<i>IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme</i>
TFI	<i>Task Force on National Greenhouse Gas Inventories</i>
EFDB	<i>Emission Factor Database</i>
RNT	Rede Nacional de Transporte de Eletricidade
RNTG	Rede Nacional de Transporte de Gás Natural
HFCs	Hidrofluorcarbonetos
PFCs	Perfluorcarbonetos
SF ₆	Hexafluoreto de enxofre
GWP	<i>Global Warming Potential</i>
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>
AFOLU	<i>Agriculture, Forestry and Other Land Use</i>

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

1.1. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

Nos dias atuais, não há dúvidas sobre a influência humana nas alterações climáticas e seus impactos negativos observados na atmosfera, nos oceanos, na criosfera e na biosfera do planeta.

Segundo a Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (*United Nations Framework Convention on Climate Change* – UNFCCC), alterações climáticas definem-se como “uma mudança do clima que é atribuída direta ou indiretamente à atividade humana que altera a composição global da atmosfera e que se soma à variabilidade climática natural observada em períodos de tempo comparáveis” (United Nations, 1992). Por outras palavras, é inequívoco que o aumento de emissões antropogénicas é a principal causa do aumento das temperaturas do ar e dos oceanos, do degelo e do aumento dos níveis dos mares.

A temperatura global da superfície terrestre em 2021, face ao período de 1850-1900, aumentou 1,1 °C e já se verificam fenómenos climáticos extremos mais recorrentes, como ondas de calor, secas e inundações, que já colocaram milhões de pessoas em situação de risco no acesso a alimentos e água, especialmente em países em desenvolvimento. É esperado que o aumento da temperatura atinja os 1,5 °C e, caso se verifique, haverá impactos severos que poderão ser irreversíveis (IPCC, 2021). Assim sendo, é de grande urgência reduzir significativamente emissões antropogénicas, através da implementação de medidas e políticas nesse sentido.

Emissões antropogénicas são constituídas por emissões de gases com efeito de estufa (GEE), precursores de GEE e aerossóis, tendo origem nas atividades humanas. Segundo o Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC, 2022), os GEE mais predominantes são: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e gases fluorados, como hidrofluorcarbonetos (HFCs), perfluorcarbonetos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF₆).

Estas emissões de GEE, quando quantificadas, são expressas numa unidade de medida comum, o CO₂ equivalente (CO₂-eq), que se define como a quantidade de emissões de CO₂ que causariam a mesma força radiativa e a mesma alteração de temperatura (durante um determinado horizonte temporal) que uma quantidade de emissões de um determinado GEE ou de uma mistura de GEE. Emissões expressas em CO₂-eq são obtidas através da multiplicação da quantidade de emissões de um GEE (por exemplo CH₄) pelo respetivo Potencial de Aquecimento Global (*Global Warming Potential* – GWP), para o horizonte temporal especificado, e para uma mistura de GEE obtém-se através da soma das emissões de CO₂-eq de cada gás (IPCC, 2014).

Os GWP são assim índices que medem a força radiativa após a emissão de uma certa quantidade de um GEE, acumulada durante um horizonte temporal definido, comparativamente ao GEE de referência (CO₂). Representam o efeito combinado dos diferentes períodos de tempo que os GEE permanecem na atmosfera e da sua força radiativa. Por sua vez, a força radiativa (*Radiative Forcing*) é a alteração do fluxo de energia causada por certos fatores, como a alteração da concentração dos GEE, sendo expressa em *watts* por metro quadrado (W/m²) e é determinada na tropopausa ou no topo da atmosfera (IPCC, 2014).

A Figura I.1 proveniente do relatório “Mitigação das Alterações Climáticas” de 2022 do IPCC, fornece informação sobre as frações de emissões antropogénicas globais de cada GEE referentes a cada década, expressas em gigatoneladas (Gt) de CO₂-eq, tendo sido utilizados os GWP com um horizonte temporal de 100 anos, e a taxa média de crescimento respetiva a cada década.

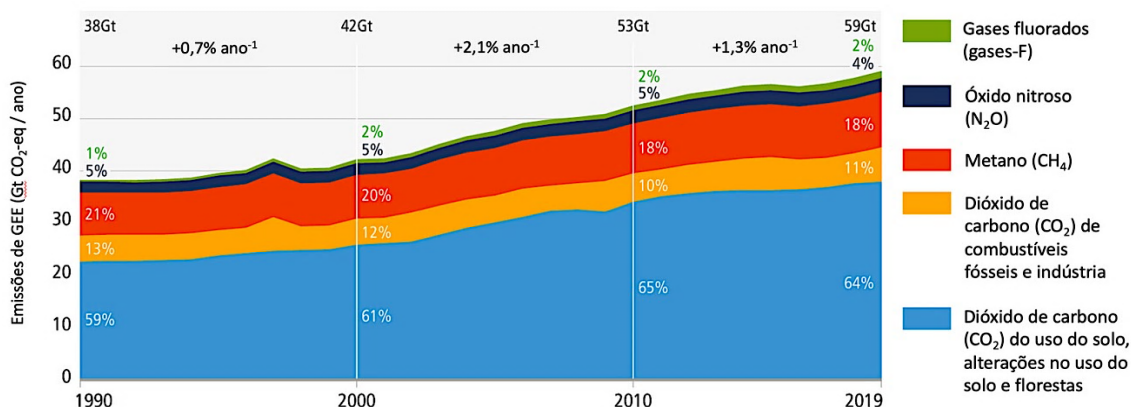


Figura I.1 – Frações de emissões antropogénicas de GEE, entre 1990 e 2019. Adaptado de: IPCC (2022).

Ao longo dos anos as emissões de GEE têm vindo a aumentar, derivadas essencialmente do desenvolvimento e maior necessidade de atividades como a queima de combustíveis fósseis, desmatamento, uso do solo e alterações no uso do solo, produção pecuária, fertilização, gestão de resíduos e processos industriais. As principais atividades humanas que propiciam este aumento de emissões são agrupadas pelo IPCC por setores, sendo esses: Sistemas Energéticos, Indústria, Agricultura, Florestas e outros usos do solo (*Agriculture, Forestry and Other Land Use – AFOLU*), Transporte e Edifícios (IPCC, 2022).

O relatório do IPCC já referido, apresentou ainda um gráfico (Figura I.2) com as frações de emissões de GEE associadas a cada setor, para os mesmos intervalos de tempo e novamente a taxa média de crescimento de cada intervalo.

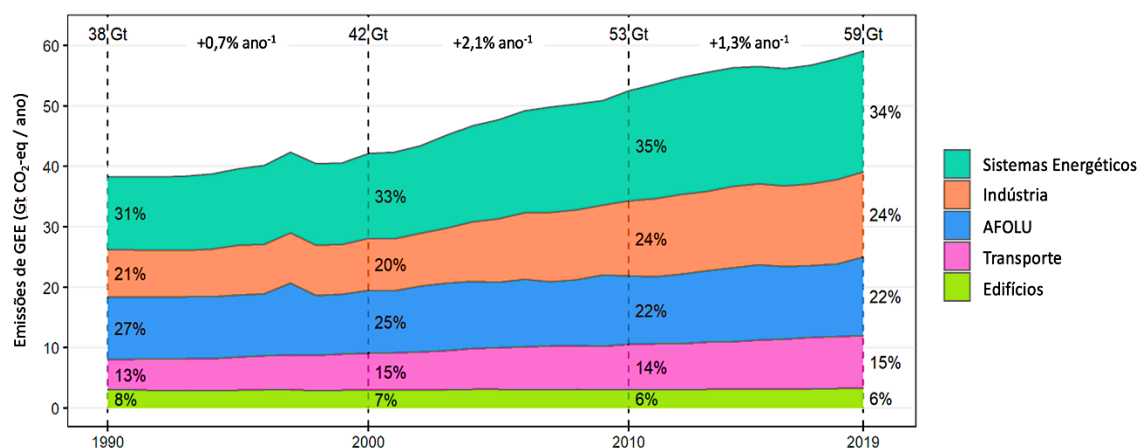


Figura I.2 – Frações de emissões de GEE associadas a cada setor, entre 1990 e 2019. Adaptado de: IPCC (2022).

É de elevada importância perceber a grandeza de emissões associadas a cada setor de atividade de modo a contextualizar o foco do presente estudo. Face à relevância das atividades AFOLU e Transporte, é de particular importância para a empresa o estudo e quantificação de emissões de GEE provenientes destas atividades mencionadas.

1.2. OBJETIVOS E ÂMBITO DO ESTUDO

O presente estudo teve como objetivo a quantificação de emissões de GEE de âmbito 3 provenientes das principais atividades de gestão da vegetação das faixas de servidão da REN (Redes Energéticas Nacionais), para um horizonte temporal de 3 anos.

As atividades consideradas neste estudo são abrangidas principalmente pelos setores AFOLU (gestão da vegetação e floresta e utilização de fertilizantes e herbicida) e Transporte (deslocações ao terreno e transporte de equipamentos) que, segundo a Figura I.2, representam 37% das emissões de GEE globais em 2019, justificando assim a preocupação da empresa para com as atividades do âmbito de gestão da vegetação das faixas de servidão.

Para a quantificação de emissões de GEE, recorreu-se sempre que possível à metodologia de inventário de emissões de GEE do Protocolo de GEE e, baseada nas suas ferramentas e orientações, desenvolveu-se uma ferramenta própria e mais específica para as atividades de âmbito 3 a avaliar. Para os casos em que o Protocolo de GEE não possuía informação necessária ao estudo, utilizou-se o IPCC e o *software SimaPro*.

De um modo sucinto, o presente estudo dividiu-se em duas partes:

- Identificação das fontes de emissão de âmbito 3 (atividades) e levantamento da informação necessária ao estudo, nomeadamente através da realização de um questionário aos prestadores de serviços;
- Quantificação das emissões de GEE de cada atividade, focando nas diferentes intervenções possíveis realizadas por prestadores de serviços, para estimativa de emissões na intervenção completa das servidões e, por fim, análise de sensibilidade relativamente à atividade com mais emissões de GEE associadas.

CAPÍTULO II - REVISÃO DA LITERATURA

Para uma melhor compreensão do tema, foi realizada uma revisão abrangente dos tópicos mais relevantes. São estes, resumidamente, a Pegada de Carbono, Normas e Metodologias de quantificação de emissões de GEE, emissões de âmbito 3 e ferramentas de cálculo de emissões de GEE.

2.1. PEGADA DE CARBONO

Atualmente, a Pegada de Carbono é um tema preponderante devido aos impactos das alterações climáticas, com várias definições distintas consoante as fronteiras de medição e unidades utilizadas (Wiedmann & Minx, 2008).

Aquando do desenvolvimento da metodologia, a Pegada de Carbono definia-se como “uma medida da quantidade total de emissões de dióxido de carbono (exclusivamente) causadas direta e indiretamente por uma atividade ou acumuladas ao longo das fases de vida de um produto” (Wiedmann & Minx, 2008) ou como “a medida da quantidade total de emissões de CO₂ e CH₄ de uma certa população, sistema ou atividade, considerando todas as fontes, sumidouros e armazenamentos relevantes dentro de um limite espacial e temporal” (Wright, Kemp, & Williams, 2014), entre outras variadas definições que incluem ou não os restantes GEE e que utilizam ou não a unidade de medida CO₂-eq. Atualmente, os reportes de emissões de GEE estão fundamentalmente alinhados com o Protocolo de Quioto, acordo internacional que estabelece metas juridicamente obrigatórias para as nações para a redução de emissões de GEE. Este protocolo define como requisito o reporte dos 6 principais GEE: CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs e SF₆ (UNFCCC, 2008).

Tendo conhecimento deste protocolo, pode-se perceber que as definições prévias não são as mais apropriadas se não contiverem estes GEE. Assim sendo, Pegada de Carbono pode-se definir como uma ferramenta de gestão ambiental que permite a países, cidades, entidades, organizações, empresas e até mesmo ao cidadão comum quantificar as emissões de GEE (constituídas maioritariamente por CO₂, CH₄ e N₂O, e pelos restantes GEE) provenientes de atividades, processos, produtos, entre outras fontes de emissão.

Para o cálculo da Pegada de Carbono, existem diversas Normas e Diretrizes com diferentes propósitos (por exemplo direcionadas a apenas à contabilização de emissões de âmbito 3, ou de todos os âmbitos, ou do seu reporte, entre outros), mas com o mesmo objetivo, a quantificação de emissões de GEE. Estas Normas e Diretrizes permitem a organizações, empresas e entidades, desenvolverem inventários de GEE com o propósito de gerirem riscos e identificarem oportunidades de redução destes, realizarem relatórios públicos, participarem em programas voluntários e obrigatórios de GEE e em mercados de GEE (WBCSD & WRI, 2001). A quantificação de emissões de GEE permite ainda às organizações cumprir com a legislação, regulamentações e protocolos estabelecidos internacionalmente com mais eficiência, criar novas oportunidades de negócio e aumentar a sua competitividade e visibilidade, através da responsabilidade socioambiental.

2.2. NORMAS E GUIAS PARA DETERMINAÇÃO DA PEGADA DE CARBONO

De um modo geral, todas as normas e guias existentes têm como objetivo fornecer linhas orientadoras para quantificar emissões de GEE, tendo ou não semelhanças em certos aspetos. Este subcapítulo é dedicado ao estudo de algumas normas e guias.

2.2.1. Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas

O Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*) foi desenvolvido, em 1988, pela Organização Meteorológica Mundial (*World Meteorological Organization – WMO*) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (*United Nations Environment Programme – UNEP*) com o propósito de recolher e avaliar informação relevante para a compreensão das alterações climáticas resultantes da atividade antropogénica, os seus potenciais impactes associados e formas de mitigação (TFI, 2021).

O IPCC foi a primeira entidade a desenvolver diretrizes metodológicas para inventários nacionais de GEE, tendo consequentemente criado, em 1991, o Programa Nacional de Inventários de Gases com Efeito de Estufa do IPCC (*IPCC National*

Greenhouse Gas Inventories Programme – IPCC-NGGIP), seguido pela publicação, em 1995, do importantíssimo documento “Diretrizes do IPCC para Inventários Nacionais de Gases com Efeito de Estufa” (*IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*). Em 1998, foi estabelecida uma equipa, denominada de Grupo de Trabalho para Inventários Nacionais de Emissões de Gases com Efeito de Estufa (*Task Force on National Greenhouse Gas Inventories* – TFI), cuja missão é supervisionar o IPCC-NGGIP e desenvolver uma metodologia e um *software* de inventário (*Inventory Software*) para o cálculo e reporte a nível internacional de emissões de GEE. Adicionalmente, o IPCC possui ainda uma Base de Dados de Fatores de Emissão (*Emission Factor Database* – EFDB) que, como o nome indica, fornece Fatores de Emissão e outros parâmetros que permitem estimar as emissões produzidas ou removidas de GEE, em alguns casos à escala Nacional, ou seja, fornece fatores específicos de alguns países (TFI, 2021).

Após a primeira publicação, sucederam-se outras versões mais atualizadas, sendo que as mais relevantes foram as publicações do documento “Diretrizes do IPCC para Inventários Nacionais de Gases com Efeito de Estufa de 2006” (2006 *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*) e a sua versão complementar, o “Refinamento de 2019 das Diretrizes do IPCC para Inventários Nacionais de Gases com Efeito de Estufa de 2006” (2019 *Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*). Tanto a versão de 2006 como a sua versão complementar de 2019 possuem cinco volumes, os quais: Guia Geral e de Reporte (*General Guidance and Reporting*), Energia (*Energy*), Processos Industriais e Uso de Produtos (*Industrial Processes and Product Use*), Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (*Agriculture, Forestry and Other Land Use*) e Produção de Resíduos (*Waste*) (TFI, 2021).

2.2.2. Normas ISO 14000 – Gestão Ambiental

A Organização Internacional de Normalização (*International Organization for Standardization* – ISO) é uma organização não-governamental independente, que atualmente possui 167 membros de entidades nacionais de normalização, estando o Instituto Português da Qualidade (IPQ) entre estes. Foi criada em 1947, possuindo 67 grupos de especialistas, e é sediada na Suíça. A ISO tem como objetivo reunir

especialistas que contribuam para o desenvolvimento de Normas Internacionais que permitam a resolução de problemas a nível global (ISO, 2022a).

A nível ambiental, a ISO possui uma série de Normas Internacionais – ISO 14000 – que fornecem ferramentas a organizações que necessitem e tenham como objetivo a melhoria da sua performance ambiental. Estas normas possuem abordagens diferentes e específicas, sendo que para a avaliação do ciclo de vida de um produto/processo/serviço deve-se recorrer às normas ISO 14040:2006 (Princípios e Estrutura) e 14044:2006 (Requisitos e Diretrizes). Para a quantificação, monitorização, reporte e validação de emissões de GEE, as organizações devem recorrer ao conjunto de normas ISO 14060 (ISO, 2022b).

Normas ISO 14040 e 14044 – Avaliação do Ciclo de Vida

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta técnica de gestão ambiental que tem como principais propósitos identificar, ao longo do ciclo de vida de produtos e serviços, oportunidades de melhoria do seu desempenho ambiental, informar organizações governamentais e não governamentais, permitir a seleção de indicadores ambientais de desempenho ambiental e contribuir para *marketing* do produto em questão (ISO, 2008b).

Segundo a Norma ISO 14040, um estudo de ACV aborda os aspetos e potenciais impactes ambientais associados às diferentes fases do ciclo de vida (aquisição de matérias-primas, produção, utilização, fim-de-vida, reciclagem e deposição final) de um produto. Este estudo divide-se em quatro fases: definição do âmbito e do objetivo do estudo, análise de inventário, avaliação de impactes e, por último, a fase de interpretação (ISO, 2008b).

De um modo sucinto, a Norma ISO 14040 refere os princípios e estrutura gerais de uma ACV de um produto ou serviço. Para empresas ou organizações que pretendem realizar um estudo de ACV, a Norma ISO 14044 esclarece e detalha os requisitos para a realização do estudo (ISO, 2008b).

Série de Normas ISO 14060 – Gases com Efeito de Estufa

A série de Normas ISO 14060 tem como objetivo proporcionar a empresas e organizações metodologias para a quantificação, monitorização, comunicação, verificação e validação de emissões de GEE e/ou até da sua possível remoção (ISO, 2008a). Esta série de Normas possui as seguintes mais relevantes: ISO 14064 (dividida em três partes), ISO 14065, ISO 14066, ISO 14067 e ISO/TR 14069.

De um modo geral, a ISO 14064 pretende impulsionar a credibilidade da quantificação de GEE, através da monitorização e comunicação, facilitar o desenvolvimento e implementação de planos estratégicos e de medidas mitigadoras para as emissões de GEE e permitir maior facilidade na creditação e no comércio de emissões (ISO, 2008a).

Mais especificamente, a primeira parte desta Norma ISO, 14064-1, fornece requisitos a organizações para a realização, desenvolvimento, gestão e reporte de inventários de GEE. Suporta a determinação das fronteiras de emissão de GEE, tanto para a sua quantificação como para a sua remoção, permitindo a identificação das atividades específicas da organização e da sua posterior melhoria de gestão de emissões. Estão incluídas linhas orientadoras importantes para a gestão adequada do inventário de emissões das organizações, para o reporte correto das suas emissões de GEE, para realização de auditorias internas e para ações de verificação de atividades (ISO, 2008a).

A ISO 14064-2 (segunda parte) possui requisitos e princípios que permitem a quantificação das emissões de GEE, especificamente para projetos ou atividades de projetos concebidos para reduzir emissões ou remover GEE, e permitem ainda monitorizar e comunicar o seu desempenho e verificar e validar os projetos de GEE das organizações (ISO, 2012a).

A terceira parte, a ISO 14064-3, apresenta e especifica requisitos para organizações verificarem inventários ou projetos de GEE. A Norma possui a descrição do procedimento para validação ou verificação e enumera e detalha componentes para o efeito (ISO, 2012b).

Quanto à Norma ISO 14065, esta fornece os requisitos para entidades auditoras validarem ou verificarem os inventários de GEE, utilizando a ISO 14064-3 ou outras normas relevantes. Explicita ainda princípios que as entidades auditoras devem possuir

e fornece requisitos que os refletem (ISO, 2013b). Em conjunto com esta norma, a ISO 14066 pode ser utilizada como base para avaliar e reconhecer a competência das equipas de validação e das de verificação. Esta Norma enumera competências necessárias para os profissionais, de modo a estarem aptos a verificar e validar inventários de GEE (ISO, 2011).

A Norma ISO 14067 tem como finalidade a quantificação das emissões de GEE provenientes das diferentes fases de ciclo de vida de um produto. Resumidamente, define diretrizes e requisitos para a determinação da pegada de carbono de produtos (ISO, 2018).

Por último, a Norma ISO/TR 14069 é um guia de aplicação da Norma ISO 14064-1 e, assim, utiliza os seus requisitos e processos para desenvolver orientações para as organizações, para a quantificação e comunicação de emissões de GEE (ISO, 2013a).

As normas pertencentes à série ISO 14060 encontram-se detalhadas sucintamente na Figura II.1.

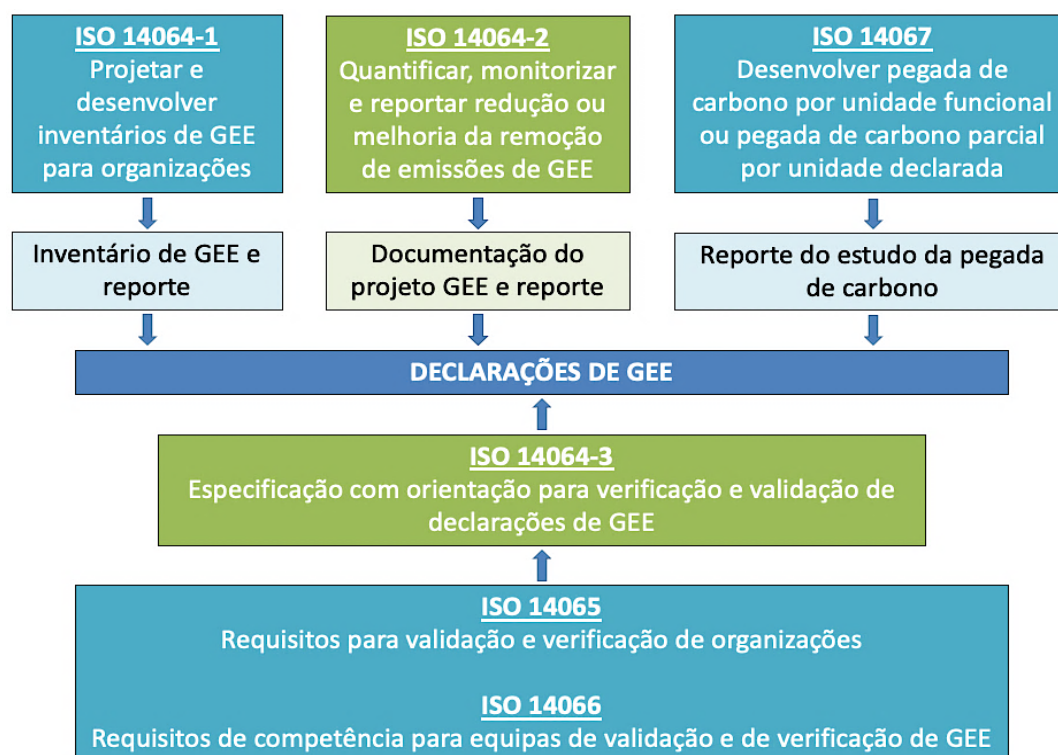


Figura II.1 – Esquematização da relação entre as ISO 14064-1, 14064-2, 14064-3, 14065, 14066 e 14067. Adaptado de: ISO (2018).

2.2.3. Protocolo de Gases com Efeito de Estufa

O Protocolo de Gases com Efeito de Estufa (*Greenhouse Gas Protocol*) surgiu da necessidade de um padrão internacional de quantificação de emissões de GEE para combate às alterações climáticas, tendo sido criado por duas entidades não governamentais, o Instituto Mundial de Recursos (*World Resources Institute – WRI*) e o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (*World Business Council for Sustainable Development – WBCSD*), em parceria com outras entidades, de vários setores de atividade (WBCSD & WRI, 2022a).

Foi concebido com o intuito de ajudar organizações a relatar com validade as suas emissões, simplificar e reduzir custos de compilação de inventários de GEE, fornecer às empresas informações relevantes para gerir e reduzir emissões, e aumentar a consistência e transparência na quantificação e nos relatórios de GEE entre empresas e programas de GEE. Quanto aos gases emitidos em si, o Protocolo de GEE engloba todos os GEE abrangidos pelo Protocolo de Quioto (WBCSD & WRI, 2001).

Mesmo tendo as suas próprias diretrizes de análise de emissões de GEE, baseou-se em algumas metodologias de quantificação pertencentes às Diretrizes para Inventários Nacionais de GEE (*Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*) de 1996, do IPCC, e foi sendo atualizado conforme as atualizações ao IPCC (WBCSD & WRI, 2001). Atualmente, é a metodologia de avaliação, quantificação e reporte de emissões de GEE mais utilizada no mundo a nível corporativo. Tendo sido a pioneira, foi utilizada como base para outras metodologias e guias. É o caso da Norma ISO 14064-1 que incorporou elementos e metodologias do Protocolo de GEE, entre outras (ISO, 2008a).

O primeiro documento, a Norma de Reporte e Contabilidade Corporativa do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa (*Greenhouse Gas Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard*, também conhecido como Norma Corporativa), foi publicado em 2001 e desde então foram realizadas atualizações e adições de orientações e outras normas complementares, destinadas às entidades que utilizam as suas diretrizes de quantificação de gases. Ao longo dos anos, desenvolveram-se também ferramentas de cálculo com o intuito de auxiliar as empresas a determinarem as suas

emissões de GEE e a medir os benefícios dos projetos de mitigação (WBCSD & WRI, 2022a).

Em suma, as normas e diretrizes do Protocolo de GEE permitem a empresas medir, gerir e reportar emissões de GEE das suas operações e cadeias de valor. As normas atualmente em vigor e disponíveis do *website* do Protocolo de GEE encontram-se sistematizadas na Figura II.2 (WBCSD & WRI, 2022c).



Figura II.2 – Sistematização das normas do Protocolo de GEE, de acordo com: WBCSD and WRI (2022c).

Para além de fornecer normas e guias, o próprio *website* do Protocolo de GEE informa que a entidade fornece formações online sobre as suas normas e ferramentas. Possuem ainda um serviço de certificação, cujo objetivo é verificar se guias, orientações e ferramentas estão em conformidade com as diretrizes do Protocolo de GEE. As normas e ferramentas consideradas conformes recebem uma marca “*Built on GHG Protocol*”, ilustrada na Figura II.3, adquirindo benefícios como maior visibilidade, credibilidade e qualidade das organizações nesta matéria (WBCSD & WRI, 2022b).



Figura II.3 – Marca de reconhecimento de conformidade com o Protocolo de GEE. Retirado de: WBCSD and WRI (2022b).

2.2.4. Guia de Inventário de Emissões de Poluentes atmosféricos de 2019 – EMEP/EEA

O Guia de Inventário de Emissões de Poluentes atmosféricos de 2019, do Programa Europeu de Monitorização e Avaliação e da Agência Ambiental Europeia (*European Monitoring and Evaluation Programme/European Environment Agency (EMEP/EEA) air pollutant emission inventory guidebook*), como o nome indica, é um guia metodológico, direcionado e utilizado a nível europeu, que fornece linhas de orientação que permitem quantificar e desenvolver um inventário de emissões de GEE, provenientes de fontes antropogénicas e naturais, e facilitar a posterior comunicação dos resultados obtidos à Convenção de Poluição Atmosférica Transfronteiriça de Longo Alcance (*Convention on Long-range Transboundary Air Pollution – LRTAP*), da Comissão Económica das Nações Unidas para a Europa (*United Nations Economic Commission for Europe – UNECE*) e à Diretiva Tetos Nacionais de Emissão da União Europeia (*European Union National Emission Ceilings Directive – NEC*) (EEA & EMEP, 2019).

Foi concebido pelo Grupo de Trabalho da Convenção sobre Inventários e Projeções de Emissões (*Convention's Task Force on Emission Inventories and Projections* – TFEIP), com trabalho detalhado e disponibilizado pelos especialistas do Grupo de Trabalho e da EEA, sendo esta última quem publica o guia (EEA & EMEP, 2019).

O guia EMEP/EEA de 2019 é a versão mais recente e, apesar de substituir todas as edições anteriores, possui toda a sua informação relevante, complementada com o Refinamento de 2019 das Diretrizes do IPCC para Inventários Nacionais de Gases com Efeito de Estufa de 2006 (*2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*) (EEA & EMEP, 2019).

Este documento segue as diretrizes e orientações principais do IPCC, disponibilizando diagramas do tipo árvore de decisão com o intuito de auxiliar na escolha metodológica mais adequada e tendo em consideração a disponibilidade de dados (distinção entre métodos de nível 1, 2 e 3). Em termos estruturais, o guia é fracionado em duas partes. A primeira parte compreende orientações gerais para o desenvolvimento do inventário de emissões de GEE, e a segunda diz respeito ao agrupamento das metodologias de quantificação de emissões de poluentes em setores (Energia, Processos Industriais e Uso de produtos, Agricultura, Resíduos e Outros) e as suas respectivas categorias e subcategorias, consoante os processos e fontes das respectivas emissões (EEA & EMEP, 2019).

2.2.5. Especificação Disponível Publicamente – PAS 2050

A Especificação Disponível Publicamente 2050 (*Publicly Available Specification – PAS*) foi criada em 2008 pelo Instituto Britânico de Normalização (*British Standards Institution* – BSI), em parceria com entidades como o *Carbon Trust* e o Departamento do Meio Ambiente, Alimentação e Assuntos Rurais (*Department for Environment, Food and Rural Affairs* – DEFRA), com o intuito de fornecer a organizações e empresas requisitos específicos para implementação de uma metodologia adequada à quantificação de emissões de GEE provenientes do ciclo de vida de bens e serviços. Mais tarde, em 2011, foi revista novamente pelo BSI e pelo DEFRA, mas com a parceria do Departamento de Energia e Alterações Climáticas (*Department of Energy and Climate Change* – DECC) e o

Departamento de Negócio, Inovação e Competências (*Department for Business, Innovation and Skills* – BIS) (DEFRA, DECC, & BIS, 2011).

Sucintamente, a PAS 2050 tem como uma das suas referências as diretrizes do IPCC (2006) e normas ISO como a 14044:2006, Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida (*Environmental management – Life cycle assessment*), focando-se na avaliação do ciclo de vida (ACV) de um produto, ou por outras palavras, permite avaliar as emissões de GEE de um produto ao longo da sua cadeia de valor (*cradle-to-grave*) (DEFRA et al., 2011).

2.2.6. Bilan Carbone®

Bilan Carbone® é uma metodologia que permite a empresas contabilizarem as emissões de GEE associadas às suas atividades, desenvolvida e constantemente atualizada, desde 2011, pela Associação da Pegada de Carbono (*Association Bilan Carbone* – ABC). É a metodologia mais utilizada em França tendo sido inicialmente desenvolvida para a Agência Francesa de Gestão do Ambiente e Energia (*French Environment and Energy Management Agency* – ADEME) (ABC, 2022).

Bilan Carbone® é também considerada uma ferramenta de gestão ambiental, fornecendo orientação às organizações e empresas aquando da sua transição climática e energética. Esta metodologia é ainda apoiada e coordenada com o sistema de gestão de GEE *SM-GES®*, desenvolvido pela ABC, assegurando a melhoria contínua por meio de planos de ação (ABC, 2017).

Para utilização do *Bilan Carbone®* é necessário que os seus utilizadores recebam formação, dada por organizações parceiras, e são também encorajados pela ABC a serem seus membros de modo a receberem constantes atualizações (ABC, 2017).

2.2.7. Relação entre as Diretrizes e Guias para a determinação da Pegada de Carbono

Globalmente, as diretrizes e linhas orientadoras do IPCC, mesmo sendo de âmbito nacional, são a base de todas as metodologias e guias de quantificação de

emissões de GEE, quer sejam direcionadas para empresas e organizações, quer sejam direcionadas para produtos ou serviços específicos.

As metodologias e guias criados posteriormente, para cálculo da pegada de carbono, possuem relações entre si, visto que utilizam pontos chave e abordagens similares, sendo inclusive alguns baseados noutros.

Metodologias e Guias para Organizações

Como já foi referido, o Protocolo de GEE desenvolveu a primeira metodologia de quantificação de emissões de GEE para organizações e, por isso, tornou-se uma referência internacional.

Algumas metodologias e guias, como é o caso da *Bilan Carbone*[®] e das Normas ISO 14064-1 e 14069, baseiam-se nas linhas orientadoras do Protocolo de GEE (ISO, 2008a).

A *Bilan Carbone*[®], para além de ter como referência o Protocolo de GEE, baseia-se também nas Normas ISO mencionadas (ABC, 2017). Outros casos, como o guia EMEP/EEA, apenas utilizam elementos como a atribuição das emissões de GEE por âmbitos 1, 2 e 3 (EEA & EMEP, 2019).

Metodologias e Guias para Produtos ou Serviços

A ISO foi a primeira entidade a desenvolver uma metodologia de ACV, através das linhas orientadoras do IPCC, com o intuito de avaliar os impactos ambientais associados ao ciclo de vida de um produto ou serviço, e publicou as Normas ISO 14040 e 14044.

Posteriormente, no Reino Unido, tendo como referência estas Normas, o BSI e o DEFRA publicaram o PAS 2050 para avaliação e quantificação de emissões de GEE provenientes de produtos ou serviços.

Mais tarde, o Protocolo de GEE desenvolveu uma metodologia, a Norma de Contabilidade e Reporte do Ciclo de Vida do Produto (*Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard*), que se baseia na estrutura e requisitos das Normas ISO 14040 e 14044 e do PAS 2050 (WBCSD & WRI, 2009).

Por fim, a Norma ISO 14067 foi elaborada com base nas Normas ISO 14040 e 14044 (ISO, 2018).

2.3. EMISSÕES DE ÂMBITO 3

Sendo um dos principais conceitos envolvidos no estudo, é necessário primeiramente definir e distinguir os diferentes âmbitos de emissões de GEE existentes, suas possíveis fontes de emissão e categorias onde se inserem atividades cujas emissões pertençam ao âmbito 3.

2.3.1. Definição e distinção dos diferentes âmbitos

A Norma Corporativa foi a primeira norma a nível corporativo a ser publicada, e também a primeira a distinguir o tipo de emissões de GEE, diretas ou indiretas, e a alocá-las por “âmbitos” (WBCSD & WRI, 2001).

O conceito de “âmbito” surgiu da necessidade de assegurar que duas ou mais empresas não registem e relatem as emissões sob o mesmo âmbito, ou seja, não haja registo duplo. O registo duplo (ou dupla contagem) é uma limitação dos estudos da pegada de carbono que, resumidamente, acontece quando uma dada organização efetua um estudo de pegada de carbono, incluindo certas emissões de GEE, e uma outra organização efetua também o seu estudo de pegada de carbono, incluindo também as emissões de GEE já contabilizadas pela primeira. Tal resulta essencialmente de as empresas usarem abordagens diferentes, por exemplo, quando ambas têm interesse na mesma operação conjunta, mas uma utiliza uma abordagem de participação de capital e outra empresa utiliza uma abordagem de controlo financeiro. Consequentemente, haverá um registo duplo de emissões, o que levará a uma quantificação (por exemplo nacional) de emissões de GEE errada. Este registo duplo pode não ser relevante dependendo da forma como a informação é comunicada e utilizada, no entanto, na compilação de inventários nacionais é necessário evitá-lo (WBCSD & WRI, 2001).

Segundo a Norma Corporativa, estando os limites organizacionais de uma empresa estabelecidos (atividades que controla ou não), para determinar os seus limites operacionais é necessário identificar e classificar como diretas ou indiretas as emissões

associadas às operações da empresa, permitindo assim uma gestão de GEE mais eficaz, e de todos os riscos e oportunidades inerentes à sua cadeia de valor (WBCSD & WRI, 2001). Este documento simplifica a distinção e classificação das fontes de emissão como diretas e indiretas, ao definir três âmbitos (WBCSD & WRI, 2001):

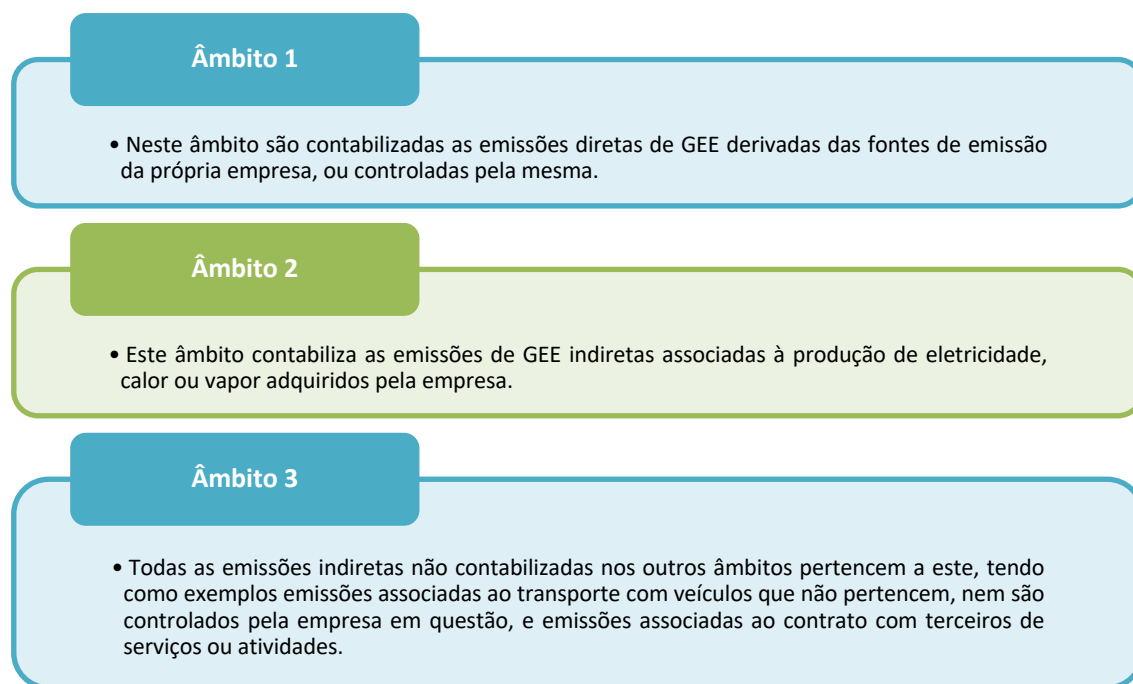


Figura II.4 – Distinção dos diferentes Âmbitos, de acordo com: WBCSD and WRI (2001).

As emissões de âmbito 3 podem representar a fonte maioritária de emissões de uma empresa. No entanto, o âmbito 3 é uma categoria não obrigatória num relatório de emissões (de acordo com a Norma Corporativa). Porém, a sua quantificação permite às empresas que contabilizam e avaliam as suas emissões de GEE a possibilidade de inovar no que toca à gestão destas emissões.

Assim, justifica-se a utilização complementar da Norma Corporativa de Contabilidade e Reporte da Cadeia de Valor de Âmbito 3 (*Corporate Value Chain Scope 3 Accounting and Reporting Standard*, também conhecida como Norma de Âmbito 3). A Norma de Âmbito 3 foi desenvolvida com o propósito de fornecer requisitos e orientação às organizações que pretendam realizar um inventário verdadeiro e claro, e o seu reporte público completo e transparente, de emissões de GEE, incluindo a

quantificação das emissões indiretas resultantes de atividades ao longo da cadeia de valor (âmbito 3) (WBCSD & WRI, 2011).

De acordo com o Norma de Âmbito 3, previamente à quantificação de emissões de âmbito 3, as empresas devem perceber e definir os objetivos que pretendem alcançar.

Quanto aos objetivos, um inventário de emissões de GEE de âmbito 3 permite às empresas, como mencionado, identificar e perceber riscos e oportunidades associados à cadeia de valor, assim como identificar oportunidades de redução de GEE, traçar metas de redução e monitorizar a sua performance, envolver parceiros da cadeia de valor na gestão de GEE e melhorar a informação para partes interessadas e a reputação da empresa através de relatórios públicos (WBCSD & WRI, 2011).

Quanto às atividades de âmbito 3 em si, é de grande importância perceber quais é que se encontram abrangidas por este âmbito. Isto porque certas atividades, caso as fontes de emissão pertençam ou sejam controladas pela empresa que reporta, encaixam no âmbito 1 (WBCSD & WRI, 2001). Deste modo, é necessário definir os limites organizacionais da empresa, distinguir emissões a montante (*upstream*) e emissões a jusante (*downstream*) e conhecer e perceber as categorias de atividades de âmbito 3.

O Norma de Âmbito 3 distingue e divide as emissões de âmbito 3 em emissões a montante (*upstream*) e em emissões a jusante (*downstream*). As emissões a montante são emissões indiretas de GEE provenientes da compra ou aquisição de bens ou serviços. As emissões a jusante, pelo contrário, derivam da venda de bens e serviços. As emissões são consideradas no momento da compra de bens/serviços, no caso das emissões a montante, e no caso das emissões a jusante verificam-se no momento da venda de bens/serviços.

Todas as emissões diretas não pertencem a nenhum dos tipos de emissões mencionados (WBCSD & WRI, 2011).

2.3.2. Fontes típicas de emissão de GEE

Dentro dos limites da empresa, é necessário caracterizar as emissões de GEE provenientes das suas atividades. Portanto, conhecer os grupos mais típicos de fontes de emissão é de extrema importância, estando estes apresentados na Figura II.5 (WBCSD & WRI, 2001).

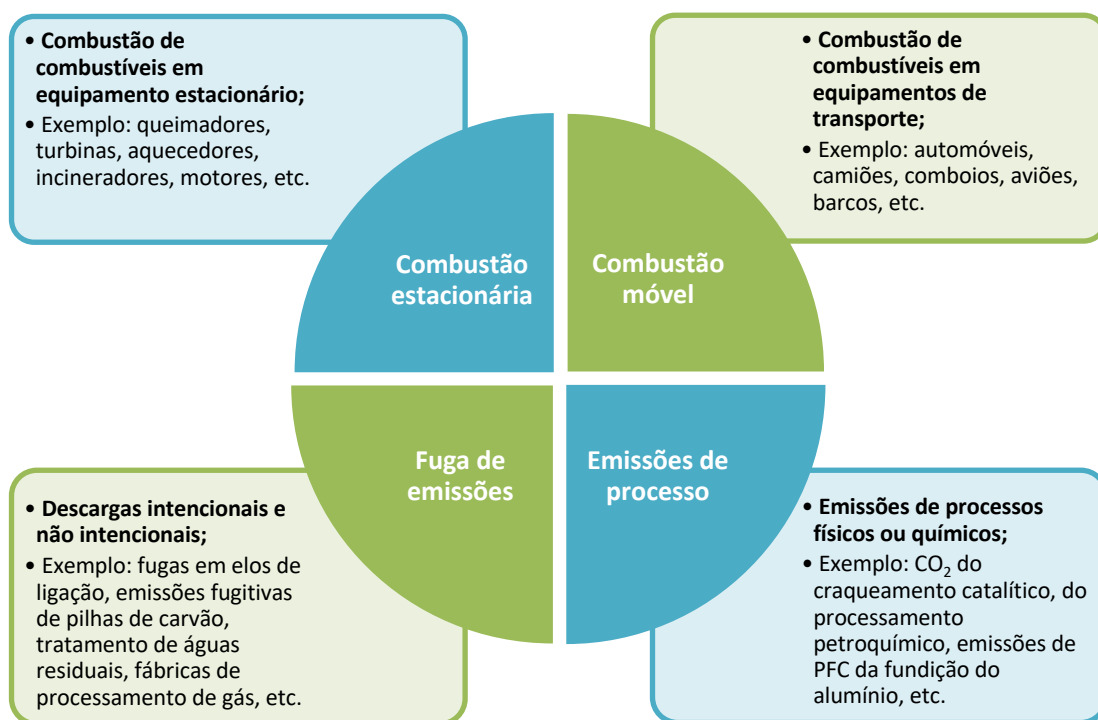


Figura II.5 – Fontes de típicas de emissão de GEE, de acordo com: WBCSD and WRI (2001).

2.3.3. Categorias de atividades de âmbito 3

Com estes conceitos compreendidos, pode-se explorar as 15 categorias de atividades definidas pela Norma de Âmbito 3 (apresentadas na Figura II.6), cujas emissões de GEE pertencem ao âmbito 3 (WBCSD & WRI, 2011).

Consoante a natureza das atividades, as categorias estão ainda divididas em dois grupos, o grupo associado às atividades de âmbito 3 a montante e o grupo associado às atividades de âmbito 3 a jusante.

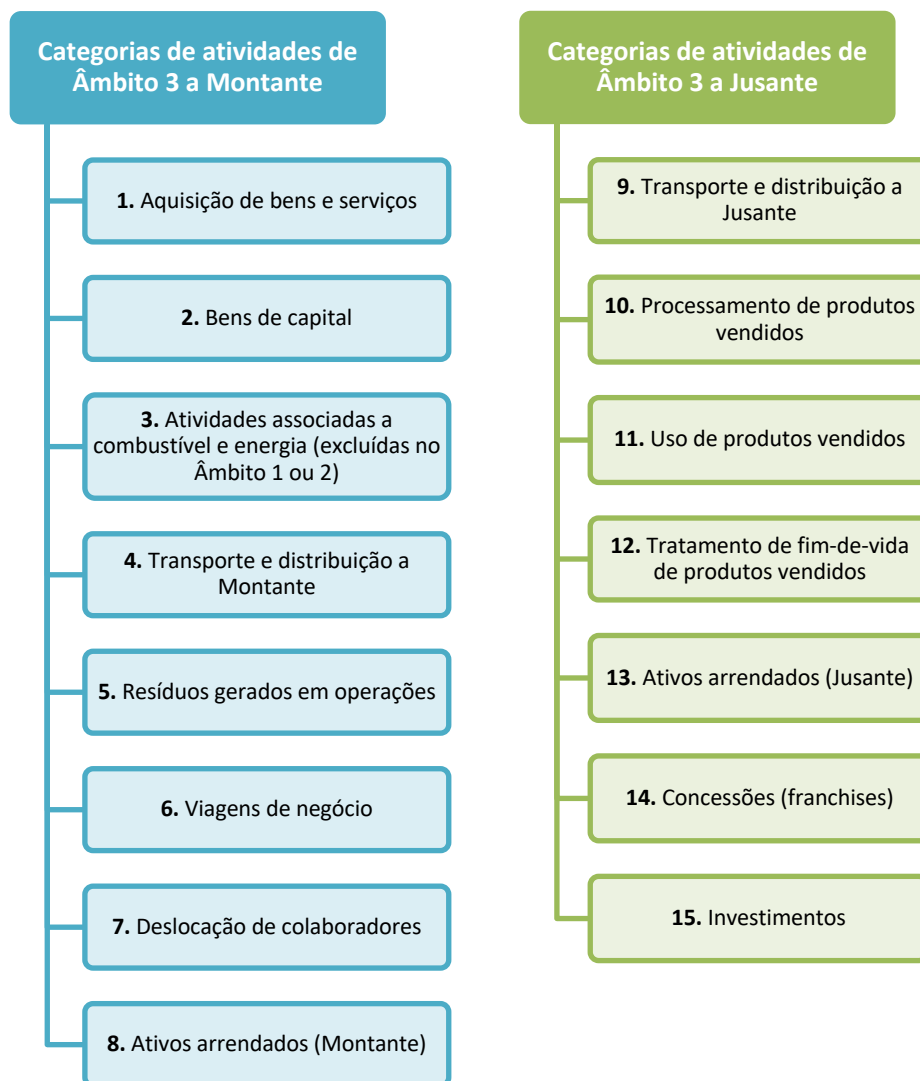


Figura II.6 – Categorias de Atividades de Âmbito 3, a montante e a jusante, de acordo com: WBCSD and WRI (2011).

Adicionalmente, o Guia Técnico para Cálculo de Emissões de Âmbito 3 (*Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions*, também designado por Guia de Cálculo de Âmbito 3), como o nome indica, fornece orientações para o cálculo de emissões de GEE derivadas de atividades de âmbito 3, inseridas nas diferentes categorias anteriormente referidas (WBCSD, WRI, & Carbon Trust, 2011). Para este cálculo, o Protocolo de GEE disponibiliza também diferentes tipos de ferramentas apropriadas a cada caso.

2.4. FERRAMENTAS DE CÁLCULO DE EMISSÕES DE GEE

Existem ferramentas com a finalidade de quantificar emissões de GEE, adequadas a diferentes fontes de emissão.

Para além das ferramentas que irão ser abordadas neste trabalho, que provêm do Protocolo de GEE, irá também ser abordado um *software* que permite apurar emissões associadas ao ciclo de vida de um produto, o *SimaPro*, que é uma possível solução para os casos em que não é possível recorrer ao Protocolo de GEE, por escassez de informação sobre certos temas.

2.4.1. Ferramentas do Protocolo de GEE

Segundo o Norma Corporativa, as ferramentas de cálculo de emissões de GEE disponibilizadas no *website* do Protocolo de GEE são constantemente revistas e atualizadas por especialistas, mas podem não ser utilizadas pelas empresas. As empresas podem desenvolver e utilizar os seus próprios métodos de cálculo, desde que estejam em conformidade com as abordagens do Norma Corporativa (WBCSD & WRI, 2001).

As ferramentas do Protocolo de GEE são folhas de cálculo automatizadas (de *Excel*), com detalhes e instruções adicionais para a sua utilização correta, e são categorizadas em dois grupos, ferramentas de setores cruzados e ferramentas específicas de setor. A Figura II.7 evidencia as suas diferenças (WBCSD & WRI, 2001).



Figura II.7 – Distinção entre ferramentas de setores cruzados e ferramentas específicas de setor, de acordo com: WBCSD and WRI (2001).

2.4.2. *Software* para avaliação de ciclo de vida – *SimaPro*

O *SimaPro* é um *software* que permite determinar o impacto ambiental potencial associado a produtos e serviços em todas as fases do seu ciclo de vida e identificar os pontos críticos na sua cadeia de valor (desde a extração de matérias-primas até ao seu

fim de vida). É um dos principais *softwares* de ACV, utilizado em mais de 80 países, por empresas, organizações, universidades, entre outros, para desenvolvimento de relatórios de sustentabilidade, cálculo de pegadas de carbono e água, design de produtos, criação de declarações ambientais de produtos e determinação de indicadores de desempenho (PRé Sustainability, 2022a).

2.5. BENCHMARKING

Infelizmente, a quantificação de emissões de âmbito 3 provenientes da gestão da vegetação não é um tema partilhado por outras entidades semelhantes, nem é alvo de estudos disponíveis de acordo com a pesquisa realizada. Deste modo, informação quantitativa sobre este tema é escassa, sendo apenas possível ter uma noção deste através da comparação de resultados obtidos e partilhados por empresas similares.

A rede elétrica espanhola, *Grupo Red Eléctrica*, partilhou os seus resultados (Tabela II.1), permitindo-nos retirar algumas ilações (Grupo Red Eléctrica, 2020).

Tabela II.1 – Inventário de emissões de GEE de 2020, do Grupo da Rede Eléctrica Espanhola. Adaptado de: Grupo Red Eléctrica (2020)

Inventário de GEE (2020)	Toneladas de CO ₂ -eq
Âmbito 1	25 557
Âmbito 2	600 823
Âmbito 3	380 326

É perceptível assim que, para a Rede Eléctrica Espanhola, as emissões de âmbito 3 constituem cerca de 40% das emissões totais de GEE. Seguindo uma metodologia de quantificação similar, a REN possivelmente possui emissões de GEE na mesma proporção.

CAPÍTULO III - CONTEXTUALIZAÇÃO DO CASO

A presente Dissertação foi realizada em ambiente empresarial na Redes Energéticas Nacionais (REN), nas suas instalações situadas em Ermesinde, Porto.

Este capítulo foca-se na contextualização do caso de estudo, ou seja, na apresentação da empresa e atividades respetivas em estudo.

3.1. EMPRESA: REN – REDES ENERGÉTICAS NACIONAIS, SGPS, S.A.

A REN – Redes Energéticas Nacionais, SGPS, S.A., (cujo logótipo se apresenta na Figura III.1) é uma empresa portuguesa que atua no setor energético, maioritariamente no transporte de eletricidade em muito alta tensão e de gás natural em alta pressão.



Figura III.1 – Logótipo REN. Retirado de: REN (2022a).

Atualmente, a REN gere tanto o Sistema Elétrico Nacional (REN – Rede Elétrica Nacional, S.A.) como o Sistema Nacional de Gás Natural (REN – Gasodutos, S.A.). No caso do gás natural, a REN garante ainda a sua receção, armazenamento e regaseificação, e é detentora da REN – Portgás, S.A., que se centra na distribuição de gás natural na região litoral norte de Portugal. Esta rede de distribuição (concessionada pelo Estado português) é a segunda maior a nível nacional, com aproximadamente 4 760 quilómetros (REN, 2022g).

Como referido, a REN atua maioritariamente no setor energético ao nível do transporte, no entanto, possui investimentos noutras áreas de negócio. Nomeadamente, a REN possui o seu capital social investido na Enondas – Energia das Ondas, S.A., que se insere no domínio das energias renováveis, mais especificamente na exploração de concessões e produção de energia elétrica a partir de ondas do mar. Participa também na área da telecomunicação através da RENTELCOM (REN, 2022g).

A REN encontra-se presentemente a crescer a nível internacional, com a participação de 42,5% do capital social da Electrogas (empresa chilena que possui um gasoduto, situado no Chile) e com a detenção total do capital social da Transemel (empresa chilena de transporte de eletricidade, situada no Chile) (REN, 2022g).

3.1.1. REN – Rede Elétrica Nacional, S.A.

A REN – Rede Elétrica Nacional, S.A., é responsável pela exploração e operação da Rede Nacional de Transporte de Eletricidade (RNT) e pela ligação entre os produtores de energia (derivada de fontes como carvão, gás natural, fuel, gasóleo, água, vento, sol, biomassa e resíduos) e os centros de consumo (REN, 2022f).

O transporte da eletricidade é efetuado pela RNT, com uma extensão de 9 348 quilómetros de linhas que cobrem todo o território nacional com interligações com a rede espanhola (REE – *Red Eléctrica de España*), em muito alta tensão, mediante um contrato de concessão estabelecido com o Estado Português (REN, Cadeia de Valor da Rede de Transporte, 2022). Este contrato para além de ser em regime de serviço público e exclusivo à REN, compreende o planeamento, a construção, a operação e a manutenção da RNT, garantindo ainda a segurança do abastecimento de eletricidade (REN, 2022f).

Quanto às linhas de alta tensão, como se pode ver no Mapa da RNT ilustrado no Anexo A, há três níveis de tensão, 150, 220 e 400 quilovolts. As linhas de 150 quilovolts são antigas remontam a 1951. As linhas de 220 quilovolts encontram-se principalmente entre Lisboa e Porto, entre Miranda do Douro e Coimbra, ao longo do rio Douro e na Beira Interior. Por fim, as linhas de 400 quilovolts desenvolvem-se no sentido Norte-Sul junto à costa, do Alto Lindoso até ao Algarve, e no sentido Oeste-Leste em interligações com a rede espanhola (REN, 2022b).

3.1.2. REN – Gasodutos, S.A.

Nos dias de hoje, em Portugal, o gás natural consumido é proveniente de outros países e o seu transporte pode ser feito por gasoduto de alta pressão ou por via marítima (em forma de gás natural liquefeito) (REN, 2022e).

A REN – Gasodutos, S.A., à semelhança do setor elétrico, cobre a totalidade do território português, como se pode observar no Anexo A, e tem uma extensão de 1 375 quilómetros (gasodutos e ramais). Possui também contratos de concessão com o Estado português, sendo a única entidade concessionária de transporte de gás natural em Portugal, e é responsável pelo planeamento, construção, operação e manutenção da

Rede Nacional de Transporte de Gás Natural (RNTG) e de todas as infraestruturas do sistema e do transporte (REN, 2022e).

A RNTG transporta o gás natural desde os pontos de entrada no gasoduto de alta pressão até aos pontos de saída, abastecendo as redes de distribuição e clientes finais ligados diretamente à alta pressão. Quanto aos pontos de entrada, a rede recebe gás na fronteira espanhola, na saída das instalações da armazenagem subterrânea (situada em Pombal) sob a forma gasosa (REN – Armazenagem) e no terminal de regaseificação (em Sines) sob a forma de gás liquefeito (REN – Atlântico) (REN, O Setor do Gás Natural, 2022). Um dos pontos de saída da rede é por exemplo a REN – Portgás, S.A. (REN, 2022g).

3.2. ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE

A REN, em 2021, apresentou um novo Plano Estratégico (2021-2024), focado na transição energética, em que a sustentabilidade é considerada como um dos pilares fundamentais para os próximos anos. A prioridade dada a esta temática influenciou compromissos ambientais, políticas e o próprio fortalecimento da organização no domínio da Sustentabilidade, proporcionando ainda a aposta em projetos de descarbonização e medidas de avaliação de desempenho. Propiciado ainda pela inclusão deste pilar estratégico importante, em contexto com o *Capital Markets Day* (2021), mais compromissos ambientais foram incluídos, sendo alguns desses a redução de emissões em 50% até 2030 e atingir a neutralidade carbónica até 2040 (REN, 2021).

A Estratégia de Sustentabilidade estabelecida pela REN foi desenvolvida de modo a estar alinhada com os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) criados pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015, em que 9 destes são considerados prioritários para a REN (REN, 2021), os quais: 4 – Educação de Qualidade; 5 – Igualdade de Género; 7 – Energias Renováveis e Acessíveis; 8 – Trabalho Digno e Crescimento Económico; 9 – Indústria, Inovação e Infraestruturas; 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis; 13 – Ação Climática; 15 – Proteger a Vida Terrestre; e 17 – Parcerias para Implementação de Objetivos (Global Compact Network Portugal, 2016).

Periodicamente, a REN realiza processos de auscultação para identificar ou confirmar os temas considerados materialmente relevantes, com a finalidade de melhorar o desempenho nos pilares essenciais da Estratégia de Sustentabilidade. A

Matriz de Materialidade e os seus resultados obtidos para 2021, que foram iguais aos de 2019, apresentam-se na Figura III.2.

Pode-se observar ainda a presença do tema “Emissões”, que apesar de não ser considerado de elevada importância, tem relevância e está presente na matriz (REN, 2021).

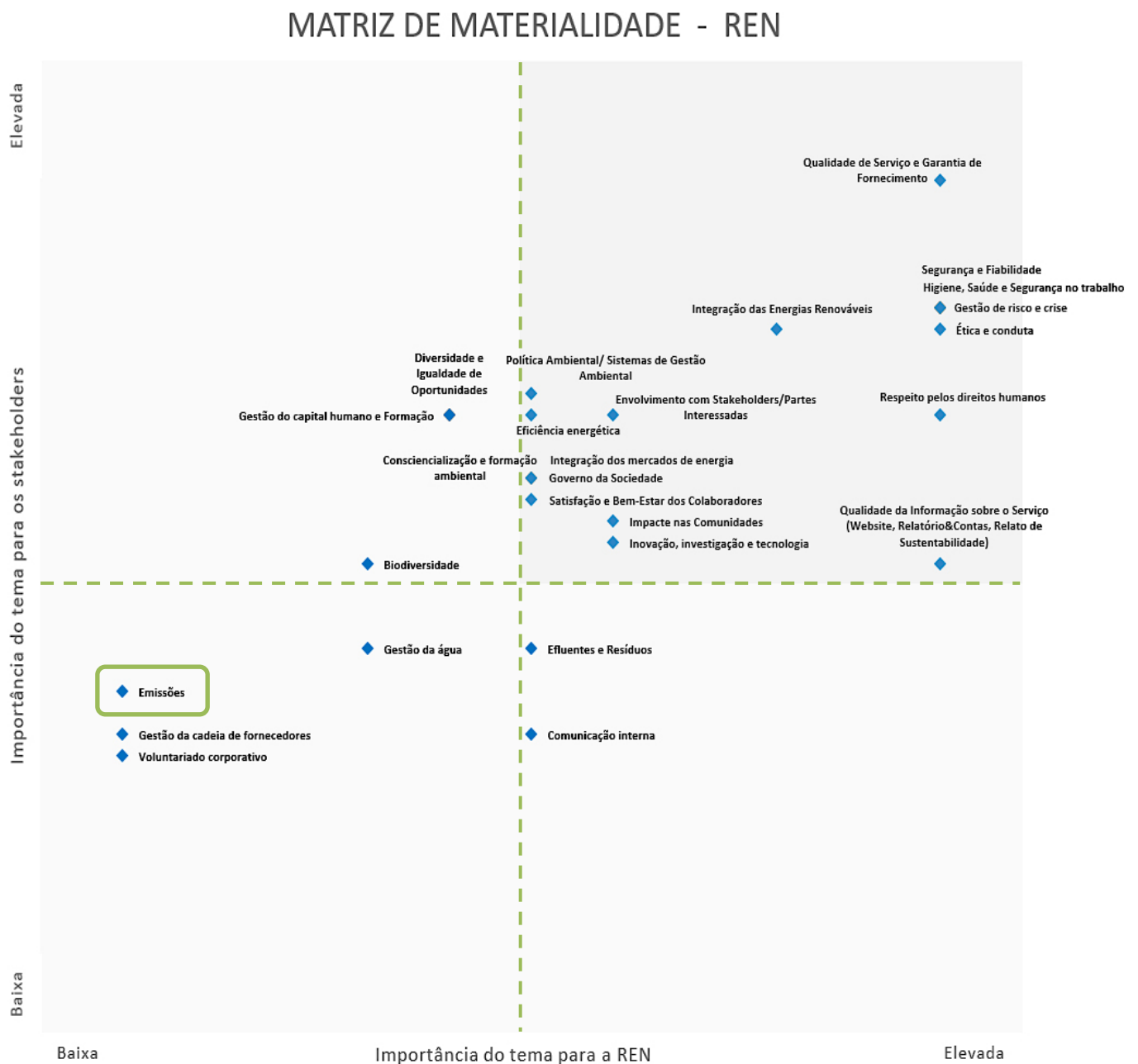


Figura III.2 – Matriz de Materialidade – relevância do tema “Emissões”. Retirado de: REN (2022g).

Em alinhamento com os temas considerados materialmente relevantes em 2021, foram definidos quatro eixos de atuação de Sustentabilidade: Promoção do bem-estar interno; Envolvimento e satisfação das partes interessadas; Proteção do meio ambiente; e, Governança e Ética. Quanto ao eixo Proteção do meio ambiente, a REN compromete-se a ser um agente ativo na proteção ambiental, a desenvolver as infraestruturas (eletricidade e gás) no sentido de uma progressiva descarbonização, juntamente com a descarbonização da frota, a adotar políticas inovadoras (de proteção de florestas e de reflorestação), a promover a educação ambiental, a preservar a biodiversidade e a defender a utilização sustentável de recursos naturais e a prevenção da poluição (REN, 2021).

3.3. FAIXAS DE SERVIDÃO DA REN

A REN – Rede Elétrica Nacional, S.A., e a REN – Gasodutos, S.A., concessionárias da RNT e RNTG, respetivamente, têm como principal responsabilidade o fornecimento constante, seguro e viável de eletricidade e gás natural. Para esse fim, foram criados corredores de proteção, tanto para linhas de transporte de eletricidade, como para gasodutos, designados por faixas de servidão. Uma faixa de servidão resume-se a uma certa área cuja vegetação foi intervencionada e é gerida de modo a garantir requisitos definidos e regulamentados de segurança, que variam com o tipo de servidão, ou seja, faixas de servidão de linhas elétricas ou de gasodutos (Redes Sustentáveis e Servidões, 2022).

3.3.1. Faixas de Servidão das Linhas Elétricas da RNT

Para garantir a segurança das linhas elétricas, a REN recorre à gestão da vegetação de modo a garantir requisitos mínimos de segurança. Nas faixas de servidão procede-se ao abate e decote de árvores que coloquem em risco as linhas condutoras, de modo a garantir uma largura (distância mínima de segurança) de 45 metros, como se pode observar na Figura III.3. Fora da faixa de servidão, todas as árvores que colocarem em risco a segurança das linhas, em caso de queda, devem ser abatidas (Redes Sustentáveis e Servidões, 2022).

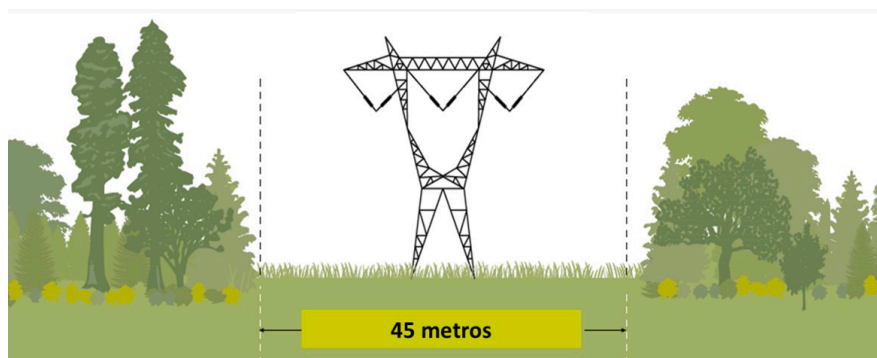


Figura III.3 – Largura mínima de segurança da Faixa de Servidão. Retirado de: Redes Sustentáveis e Servidões (2022).

Um outro requisito de segurança é a condição limite de exploração da linha, ou seja, a condição máxima de dilatação dos cabos condutores. Para cada nível de tensão das linhas, há uma condição de flecha máxima dos condutores e, de modo a cumprir com os requisitos de segurança, as árvores existentes nas faixas de servidão devem estar a uma distância mínima de segurança dos cabos condutores (Redes Sustentáveis e Servidões, 2022). Essas distâncias de segurança encontram-se enumeradas na Tabela III.1, segue-se uma demonstração esquemática da condição de flecha máxima dos cabos condutores (Figura III.4).

Tabela III.1 – Distâncias mínimas de segurança REN em função do nível de tensão. Adaptado de: Redes Sustentáveis e Servidões (2022)

Nível de tensão (quilovolts)	Distância mínima (metros)
400	9,00
220	7,50
130/150	6,50

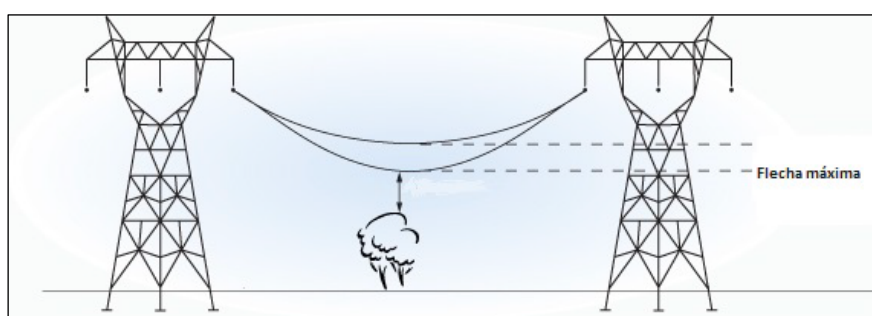


Figura III.4 – Demonstração de Flecha Máxima. Retirado de: Redes Sustentáveis e Servidões (2022).

3.3.2. Faixas de Servidão dos Gasodutos da RNTG

À semelhança das faixas de servidão das linhas elétricas da RNT, as faixas de servidão dos gasodutos possuem também requisitos de segurança.

Não esquecendo que as servidões possuem o direito de passagem e ocupação temporária de terrenos, para construção, vigilância, manutenção e reparação de todo o equipamento necessário para o transporte de gás, existem restrições para a área em que os gasodutos se encontram, tanto para a empresa como para os proprietários, por questões de segurança. O terreno não poderá ser arado, nem escavado mais de 50 centímetros de profundidade numa faixa de 2 metros para lado do eixo longitudinal da tubagem, não se pode plantar árvores ou arbustos a 5 metros para cada lado do mesmo eixo e não se pode fazer qualquer tipo de construção numa faixa de 10 metros, também para cada lado do eixo (Redes Sustentáveis e Servidões, 2022). Para uma melhor percepção, as restrições mencionadas encontram-se enumeradas e esquematizadas na Figura III.5.

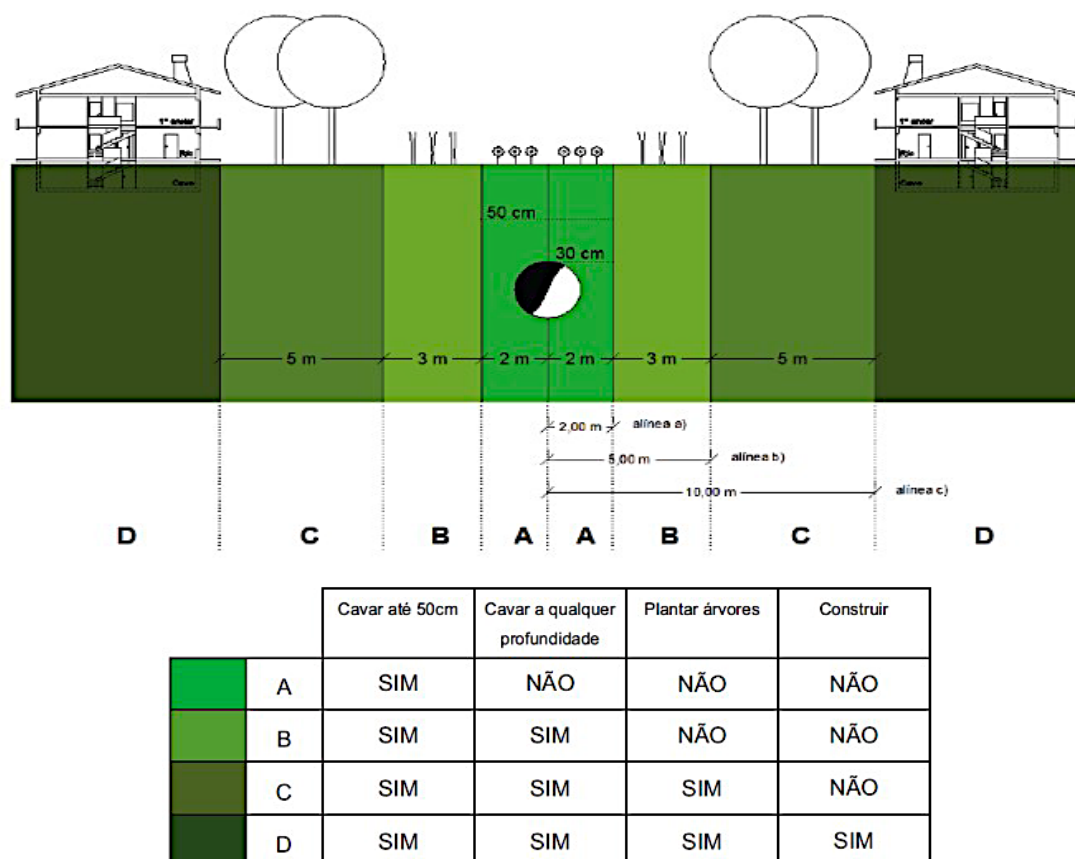


Figura III.5 – Restrições das Faixas de Servidão de Gasodutos. Retirado de: Redes Sustentáveis e Servidões (2022).

3.3.3. Faixas de Gestão de Combustível

A REN para além de fazer a gestão da vegetação das faixas de servidão de transporte de eletricidade e gás natural, contribui para a proteção e preservação da floresta contra incêndios florestais, através do desenvolvimento de ações que mitiguem problemas como a acumulação de vegetação (combustíveis), falta de adaptação das espécies à estação, alterações climáticas, monocultura, entre outros fatores que propiciam o risco de incêndio (REN, 2021).

Desta forma, a REN planeia e gere as faixas de servidão conforme o Plano Nacional de Gestão Integrada dos Fogos Rurais (PNGIFR), aumentando a segurança das suas infraestruturas e da área envolvente às mesmas. Mais de 60% das faixas de servidão estão alocadas em espaços florestais e, portanto, é de elevada relevância que requisitos de segurança, como distâncias entre vegetação e infraestruturas, estejam em conformidade com o plano referido (REN, 2021).

Em conjunto com a conceção do Sistema Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios (SNDFCI), foram criadas as Redes de Faixas de Gestão de Combustível. Dentro destas, as infraestruturas da REN inserem-se como Redes Secundárias de Faixas de Gestão de Combustível, devido ao Decreto-Lei nº124/2006 de 28 de junho (republicado pelo Decreto-Lei nº17/2009 de 14 de janeiro) que exige à entidade responsável pela gestão e exploração das linhas de transporte de energia elétrica que faça a gestão do combustível (vegetação) em certos espaços florestais (REN, 2021).

As Redes Secundárias de Faixas de Gestão de Combustível (RSFGC) têm como propósito reduzir efeitos da passagem de incêndios, ou seja, proteger infraestruturas, equipamentos, zonas edificadas e formações florestais e agrícolas, e isolar potenciais focos de ignição de incêndios, através da redução ou eliminação da carga de combustível em espaços a intervencionar. As RSFGC são redes de defesa, no âmbito do Sistema de Gestão Integrada de Fogos Rurais (SGIFR), que infraestruturam o território nacional conforme o plano de gestão integrada de fogos rurais. Para além das RSFGC, as redes de defesa são constituídas por: Redes Primárias, Secundárias e Terciárias de Faixas de Gestão de Combustível, Áreas Estratégicas de Mosaicos de Gestão de Combustível,

Redes Viárias Florestais, Redes de Pontos de Água e Redes de Vigilância e Detecção de Incêndios (Redes Sustentáveis e Servidões, 2022).

As RSFGC desenvolvem-se ao redor das linhas de transporte de eletricidade, dos gasodutos e das instalações de produção e armazenamento de eletricidade e gás natural, devendo a entidade encarregada pela exploração das infraestruturas, a REN – Rede Elétrica Nacional, S.A., ou a REN – Gasodutos, S.A., gerir a carga combustível de acordo com os termos definidos no SGIFR (Redes Sustentáveis e Servidões, 2022).

A REN – Rede Elétrica Nacional, S.A, sendo responsável pela RNT e suas linhas de transporte de energia elétrica, tem a obrigação de fazer a gestão de combustível (limpeza de matos e abate de árvores) numa faixa correspondente à projeção vertical dos cabos condutores da infraestrutura com o acréscimo mínimo de 10 metros para cada lado, ao longo das linhas de transporte de energia elétrica da RNT. Deste modo, e tendo em conta benefícios existentes, sendo a própria faixa de servidão superior, a REN definiu que a largura da faixa de gestão de combustível corresponde à largura da faixa de servidão, como se pode verificar pela Figura III.6 (Redes Sustentáveis e Servidões, 2022).

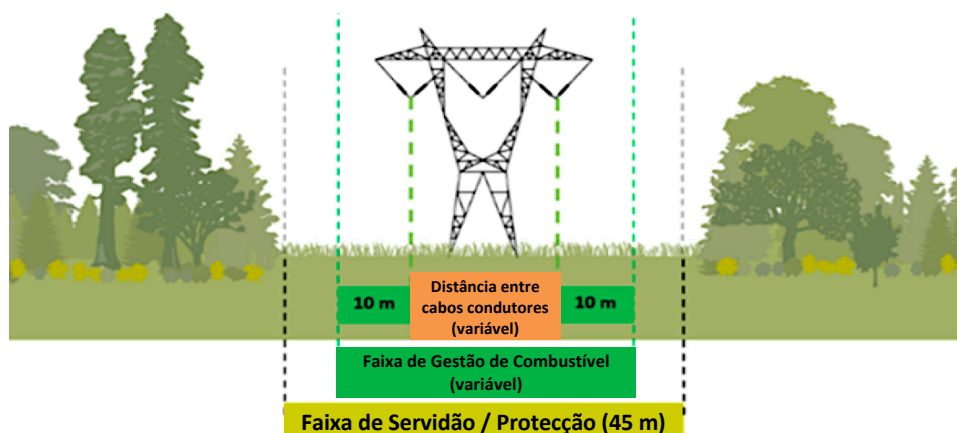


Figura III.6 – Faixa de Gestão de Combustível na Faixa de Servidão das linhas da RNT. Retirado de: Redes Sustentáveis e Servidões (2022).

A REN – Gasodutos, S.A., encarregada pela RNTG, tem também a obrigação de fazer a gestão de combustível numa faixa de largura mínima de 7 metros para cada lado, contados a partir do eixo da conduta do gasoduto, sendo, portanto, a sua largura superior à largura da própria faixa de servidão, como se pode aferir na Figura III.7 (Redes Sustentáveis e Servidões, 2022).

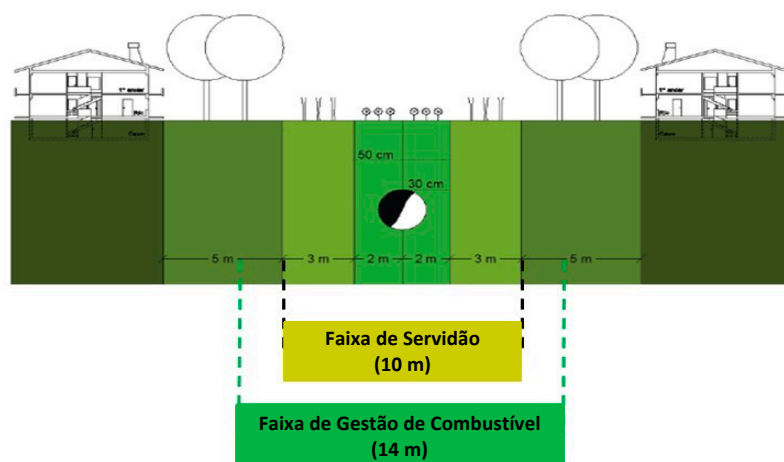


Figura III.7 – Faixa de Gestão de Combustível na Faixa de Servidão dos gasodutos da RNTGN. Retirado de: Redes Sustentáveis e Servidões (2022).

A manutenção e limpeza da vegetação das faixas de servidão para além de evitar e diminuir as ocorrências de incêndios florestais, facilita o acesso aos Agentes de Proteção Civil no combate a incêndios (REN, 2021).

3.3.4. Plantação de espécies arbóreas nas Faixas de Servidão da RNT

Desde 2007, a REN possui um programa de reflorestação das faixas de servidão, direcionado para a redução dos impactes ambientais associados à criação ou gestão das faixas de proteção das linhas elétricas e gasodutos (REN, 2021).

A rearborização das faixas de servidão e a respetiva escolha das espécies florestais a instalar no terreno depende de vários critérios como características ecológico-culturais das espécies, perigo de incêndio, objetivos da intervenção e da compatibilidade com a presença da infraestrutura em questão (Redes Sustentáveis e Servidões, 2022). Ainda sobre a ocupação do solo, a espécie mais representativa da área ocupada pelas servidões é o eucalipto (29% de ocupação) e, sendo uma espécie de rápido crescimento, optou-se pela reconversão por espécies autóctones (como pinheiros bravos e mansos), aumentando a segurança das infraestruturas, resiliência a incêndios e biodiversidade (REN, 2021). Entre 2010 e 2021, ocorreu a rearborização de uma área de 3647 hectares. Destes, 723 hectares foram respetivos a 2021 e a espécie mais plantada neste ano foi o medronheiro, correspondendo a 413 hectares (57%) (REN, 2021).

3.3.5. Tipos de intervenções, operações e equipamentos mecânicos

No âmbito da gestão da vegetação nas faixas de servidão, a REN contrata prestadores de serviços que executam diferentes tipos de intervenções, enumeradas e descritas na Figura III.8, através de operações (moto manuais ou mecânicas) com recurso a equipamentos específicos (Redes Sustentáveis e Servidões, 2022).

Abate, Toragem e Rechega (ATE)	• Trata-se do abate de árvores de rápido crescimento (ex: eucaliptos) e resinosas (ex: pinheiros) e até de espécies protegidas (com autorização do ICNF), toragem (corte e dimensão definida pelo proprietário), transporte e empilhamento dos resíduos lenhosos.
Abate de Árvores Isoladas (AAI)	• Baseia-se no abate de árvores que não cumpram distâncias mínimas de segurança.
Desmontagem de Árvores (DTA)	• Também conhecida como arboricultura. Deve-se executar em árvores de grande porte e que causem constrangimento.
Decote/Poda de Árvores (DTP)	• Deve ser executada em espécies protegidas (sobreiro e azinheira), quando pertencentes a um sistema de montado, ou em árvores ornamentais.
Tratamento de Sobrantes (TSB)	• Nesta intervenção é feita a eliminação do material lenhoso resultante de abates de árvores, decotes, podas, desramações, entre outras atividades.
Limpeza de Matos (LMT)	• Baseia-se na eliminação total de matos e outras espécies arbustivas e subarbustivas. Pode ser executada através da silvopastorícia (pastoreio dirigido com caprinos e outras espécies), sendo menos comum e pouco expressivo.
Eliminação de Cepos (ECP)	• Trata-se da eliminação de cepos de espécies de rápido crescimento.
Plantação (PLT)	• Como o nome indica, é a plantação de espécies arbóreas, arbustivas ou herbáceas, compatíveis com as infraestruturas.
Aplicação de Herbicida (AHB)	• Esta intervenção só se aplica em casos específicos, em que se verifique que não é possível utilizar meios mecânicos, para eliminação de cepos.
Gestão de Espécies Invasoras (GEI)	• Eliminação de espécies invasoras e a destruição dos resíduos vegetativos. Esta intervenção é recente e não tem grande relevância em comparação a outras.

Figura III.8 – Tipos de Intervenção e respetiva descrição. Adaptado de: Redes Sustentáveis e Servidões (2022).

Como referido, cada tipo de intervenção é realizado com recurso a determinados equipamentos, consoante o tipo de operação escolhido. Esta escolha é influenciada por fatores caracterizantes do terreno a intervir (como declive, densidade

vegetativa, tipo de solo, entre outros). A Tabela III.2 interliga os tipos de intervenção e os respetivos tipos de operação e equipamentos mecânicos, proporcionando uma melhor perceção deste tema. Não tendo grande expressividade, as intervenções “Aplicação de Herbicida” e “Gestão de Espécies Invasoras” e seus equipamentos não são incluídos.

Tabela III.2 – Tipos de intervenção, operações e equipamentos. Retirado de: Redes Sustentáveis e Serviços (2022)

Tipo de intervenção	Tipo de operação	Equipamentos mecânicos
Abate, Toragem e Rechega (ATE)	Motomanual (MN)	Motosserra
		Trator (apoio à motosserra)
	Mecânica (MC)	Giratória com cabeça processadora
		Processador florestal
Abate de Árvores Isoladas (AAI)	Motomanual (MN)	Motosserra
	Mecânica (MC)	Processador florestal com cabeça de corte
Desmontagem de Árvores (DTA)	Motomanual (MN)	Motosserra
		Grua ou plataforma elevatória (apoio à motosserra)
Decote/Poda de Árvores (DTP)	Motomanual (MC)	Motosserra
		Grua ou plataforma elevatória (apoio à motosserra)
Tratamento de Sobrantes (TSB)	Motomanual (MN)	Motorroçadoras (com disco de trituração)
	Mecânica (MC)	Estilhaçadores florestais/ Biotrituradores
		Trator com destroçadores de martelos
Limpeza de Matos (LMT)	Motomanual (MN)	Motorroçadoras
	Mecânica (MC)	Trator com grade de discos (gradagem)
		Trator corta-matos (de facas ou correntes)
		Trator com destroçador de martelos
		Retro-aranha
		Raptor
Eliminação de Cepos (ECP)	Eliminação de Cepos (ECP)	Escavadora giratória com cabeça processadora
		Enxó com gradagem
		Rachador arrancador de cepos (RAC)
Preparação do terreno (PREP)	Preparação do terreno (PREP)	Moto-perfuradora (Abertura de covachos)
		Trator com charrua de aivecas (Lavoura)
		<i>Riper</i> (Ripagem)
		<i>Riper</i> com aivecas laterais (Subsolagem)
		Trator com charrua de aivecas (Armação vala e cômoro)
		Giratória com enxadão (Enxadão)
Plantação (PLT)	Plantação (PLT)	Plantação manual (com apoio de trator)
		Giratória com plantador mecânico
Aplicação de Herbicida (AHB)	Aplicação de Herbicida (AHB)	Pulverizador de costas
		Trator com pulverizador acoplado

CAPÍTULO IV - METODOLOGIA

4.1. IDENTIFICAÇÃO DE FONTES EMISSÕES DE ÂMBITO 3

Neste estudo, como previamente referido, a determinação da Pegada de Carbono teve como foco as emissões de GEE provenientes de atividades associadas à gestão da vegetação das faixas de servidão. Mais especificamente, emissões indiretas derivadas de fontes que não pertencem ou são controladas pela REN, mas sob as quais tem influência (âmbito 3). Por serem as normas mais utilizadas a nível corporativo, de fácil compreensão e por alocarem as emissões por âmbitos, recorreu-se às diretrizes da Norma Corporativa e da Norma de Âmbito 3 do Protocolo de GEE, e ao Guia de Cálculo de Âmbito 3, nas quais se baseou a metodologia desenvolvida neste estudo.

Seguindo as diretrizes da Norma de Âmbito 3, primeiramente é necessário identificar todas as fontes de emissão e enumerar todas as atividades desenvolvidas, no caso deste estudo, na gestão da vegetação das faixas de servidão. Posteriormente, deve-se realizar a seleção das atividades de acordo com os objetivos definidos (atividades apenas de emissão de âmbito 3), e alocação nas categorias de atividades de âmbito 3 existentes e definidas pela norma (WBCSD & WRI, 2011). Esta alocação, para além de ser importante para o reporte de emissões, orienta relativamente aos métodos de cálculo mais adequados para cada categoria e auxilia na respetiva quantificação de emissões.

Desta forma, é possível finalmente definir que informação é necessária recolher para a quantificação de emissões de GEE das atividades a avaliar.

4.2. RECOLHA DE INFORMAÇÃO DAS ATIVIDADES

A REN, até ao momento, só quantifica e reporta de forma completa as emissões de âmbito 1 e 2. Para as emissões de âmbito 3, apenas as viagens de avião e de comboio eram até ao momento consideradas.

Como já foi referido, face aos objetivos estabelecidos para os próximos anos (Plano Estratégico da REN), iniciou-se um trajeto para reporte mais detalhado de emissões de âmbito 3, no qual o presente estudo se enquadra. Consequentemente, foi

necessário proceder à recolha de informação para o cálculo das emissões associadas às atividades selecionadas a avaliar, através de um questionário. Este questionário foi concebido de modo a se obter informação o mais próxima possível da realidade.

O preenchimento do questionário foi solicitado a 12 empresas (que se encontravam a intervencionar terrenos ou que tinham terminado recentemente a intervenção) que tinham no total 21 prestações de serviços adjudicadas pela REN. Da amostra referida, consideraram-se os dados de 15 prestações de serviço. As razões pelas restantes 6 terem sido excluídas, detalham-se de seguida: i) não houve resposta por parte do coordenador da prestação de serviços; ii) a prestação de serviços ainda não se iniciou (ou seja, não existiam dados suficientes); iii) os coordenadores das prestações de serviços em questão não possuíam a informação necessária para o preenchimento do questionário, devido ao facto da empresa subcontratar outra; ou, iv) os dados apresentavam-se exageradamente elevados ou reduzidos, não sendo representativos e que alterando significativamente os resultados finais do estudo, não tendo sido possível o esclarecimento da razão para tal por parte da empresa.

O questionário foi desenvolvido através da plataforma *Qualtrics* e a sua versão possui 14 perguntas, divididas em perguntas de escolha com opções de resposta (estilo lista suspensa) e perguntas de preenchimento com valores numéricos.

Este questionário visou recolher informação real e específica sobre as quantidades de combustíveis totais (em litros) utilizados em viaturas ligeiras (referentes à atividade “Deslocação de trabalhadores para o terreno”) e em viaturas pesadas (no caso da atividade “Transporte de equipamentos mecânicos”), informação sobre a área intervencionada total (hectares), área intervencionada por cada tipo de intervenção, consumos por hectare de cada equipamento utilizado (para quantificar emissões da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”) e, por fim, informação referente a quantidades (em quilogramas e litros, respetivamente) de fertilizantes e herbicida utilizados. O inquérito encontra-se no Anexo B.

Todos os dados recolhidos através do inquérito, de cada prestador de serviços, encontram-se no Anexo C, organizados e distribuídos conforme cada uma das quatro atividades avaliadas (“Deslocação de trabalhadores para o terreno”, “Transporte de equipamentos mecânicos”, “Utilização de equipamentos mecânicos” e “Utilização de

fertilizantes e herbicida”). A data de início e de fim de intervenção de cada prestador de serviços é também indicada, permitindo perceber que o intervalo de tempo estudado se encontra compreendido entre 2019 e 2022, não ultrapassando 3 anos de duração, tendo sido assim estabelecido o horizonte temporal de 3 anos.

4.3. BASES DE DADOS UTILIZADAS

Com base no capítulo anterior de contextualização do caso, as emissões derivadas da gestão da vegetação das faixas de servidão são maioritariamente provenientes de combustíveis fósseis, fertilizantes e herbicida.

Para se obter emissões na unidade de medida (GEE em kg dióxido de carbono equivalente), recorreu-se aos GWP dos GEE ditos principais para o estudo de acordo com o que de seguida se discrimina.

4.3.1. Combustíveis fósseis

Para os combustíveis fósseis, de acordo com o Guia de Cálculo de Âmbito 3, o cálculo de emissões de GEE pode ser realizado utilizando Fatores de Emissão (FE) apropriados a cada caso (conforme os tipos de veículos de combustíveis), que permitem a conversão do total de combustível consumido/utilizado em emissões de GEE, os quais: CO₂, CH₄ e N₂O.

Para este estudo, utilizaram-se os FE fornecidos pelo Protocolo GEE (*GHG Emission Factors from Cross-Sector Tools*), disponíveis no seu *site*.

4.3.2. Fertilizantes e Herbicida

Para casos como os fertilizantes e herbicida, comumente utilizados na gestão da vegetação, o Protocolo de GEE não possui ferramentas específicas. À semelhança, a ferramenta do IPCC, o *IPCC Inventory Software*, também não permite quantificar emissões derivadas do ciclo de vida, tanto de fertilizantes como do herbicida. No entanto, o IPCC possui informação referente à aplicação destes produtos e consequentes emissões diretas e indiretas de GEE relevantes (como CO₂ no caso do corretor de acidez e N₂O para os restantes fertilizantes) (IPCC, 2006). Ainda assim, para

estes dois casos, para se fazer uma análise mais adequada e completa, foi necessário recorrer a ferramentas de ACV, por forma a contabilizar também as emissões resultantes da sua produção. Para o efeito, utilizou-se o programa *SimaPro*, e bases de dados baseadas em valores físicos e para produção europeia.

Recorreu-se então à base de dados *Ecoinvent 3*, por ser considerada completa e consistente, seguir as normas ISO 14040 e 14044 e possuir os processos necessários para este estudo (PRé Sustainability, 2022b). Posteriormente foi preciso selecionar um modelo de sistema.

O modelo de sistema escolhido foi o “alocação, corte por classificação”, que aplica uma abordagem atribucional, aplicável à ACV em questão, que se foca na determinação dos potenciais impactes ambientais de um produto/sistema e que tipicamente utiliza dados médios. Este modelo considera que o ciclo de vida que utilizará no seu sistema o resíduo de outro ciclo de vida, após reciclagem, é o responsável pela sua reciclagem e benefícios daí resultantes (Ecoinvent, 2022).

Como método, utilizou-se o do IPCC de 2013, para um horizonte temporal de 100 anos e considerando a absorção de CO₂ (“*IPCC 2013 GWP 100^a (incl.CO₂ uptake)*”, no *SimaPro*), que é “*single issue*”, ou seja, aborda uma única categoria de impacte, e que aplica os GWP do Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (*Fifth Report Assessment*).

No caso do herbicida, o mais utilizado nas intervenções é uma solução concentrada de Glifosato de 360 g/L. Mediante a concentração, foi possível determinar a quantidade de herbicida utilizada por cada prestador de serviços. Em seguida, chegou-se à conclusão de que o processo mais adequado presente na *Ecoinvent* era o *Glyphosate (RER)|production|Cut-off, S* (“*RER*” indica que é um processo médio de produção europeia). Não se consideraram as emissões resultantes do transporte entre o local de produção e o consumidor, apenas da produção.

Relativamente aos fertilizantes, por meio de esclarecimento fornecido por parte de alguns dos prestadores de serviços que efetivamente os utilizaram, conseguiu-se averiguar os três tipos mais comumente usados: corretor de acidez de solo (com maioritariamente CaMg(CO₃)₂ na sua composição), inorgânico NPK (que se considerou possuir partes iguais de azoto – N, fósforo – P e potássio – K) e orgânico (que se considerou ser composto por 8% de azoto, de acordo com a informação apresentada

pelos prestadores de serviços, relativamente ao produto usado). Para além da informação sobre os tipos de fertilizantes, conseguiu-se obter ainda alguma informação sobre respetivas quantidades, que se encontram enumeradas no Anexo C.

Para efeitos de cálculo no *SimaPro*, para cada produto (fertilizantes e herbicida) criou-se um processo, selecionando como entrada a opção mais adequada na base de dados. Para o corretor de acidez, selecionou-se a opção “*Lime (RER) | market for lime | Cut-off, S*”, para o fertilizante inorgânico “*NPK (15-15-15) fertiliser (RER) | market for NPK (15-15-15) fertiliser | Cut-off, S*”, e para o fertilizante orgânico a opção “*Organic nitrogen fertiliser, as N (GLO) | market for organic nitrogen fertiliser, as N | Cut-off, S*” (“GLO” indica que é um processo médio de produção global). Todos os processos selecionados para os fertilizantes são “*market for*”, o que significa que para além da produção incluem também as emissões resultantes, e recursos utilizados, para um transporte médio entre o local de produção e o consumidor (neste caso a nível global).

Para além das emissões de produção dos fertilizantes, teve-se também em conta as emissões diretas de CO₂ (no caso do corretor de acidez) e emissões diretas e indiretas de N₂O (no caso dos fertilizantes orgânicos e inorgânicos) provenientes da sua aplicação durante a manutenção dos solos.

Para a determinação destas emissões, recorreu-se novamente à informação fornecida pelos produtos considerados no *SimaPro* (para saber a composição dos fertilizantes em termos de N) e aos fatores de emissão das Normas do IPCC de 2006 e ao seu refinamento de 2019 (Volume 4, capítulo 11).

Para o caso das emissões diretas derivadas da aplicação do corretor de acidez (constituído por dolomite), teve-se em consideração as seguintes equações (Eq.1 e Eq.2), fornecidas pelo IPCC (IPCC, 2006):

$$CO_2 - C = M_{dolomite} \times FE_{dolomite} \quad (\text{Eq.1})$$

$$CO_2 = CO_2 - C \times 44/12 \quad (\text{Eq.2})$$

Em que $CO_2 - C$ são as emissões de Carbono (kg C) obtidas que são posteriormente convertidas em emissões de CO₂ através do fator de conversão 44/12, $M_{dolomite}$ é a quantidade de dolomite utilizada e $FE_{dolomite}$ é o fator de emissão para a dolomite (0,13 kg CO₂-C/ kg dolomite).

Para as emissões diretas da aplicação, tanto do fertilizante inorgânico como do orgânico, utilizou-se as equações 3 e 4.

$$N_2O - N = M_N \times FE_{fertilizante} \quad (\text{Eq.3})$$

$$N_2O = N_2O - N \times 44/28 \quad (\text{Eq.4})$$

Onde $N_2O - N$ são as emissões de N (kg N) obtidas, sendo depois convertidas em emissões de N_2O através do fator de conversão 44/28, M_N é a quantidade de N existente no fertilizante e $FE_{fertilizante}$ é o fator de emissão (0,01 kg N_2O-N / kg N). Como referido, foi necessário recorrer ao *SimaPro* para determinar qual a composição de cada fertilizante em termos de N e averiguou-se que a fração de N é de 0,15 kg N/ kg fertilizante no caso do inorgânico. No caso do fertilizante orgânico, considerou-se a informação fornecida pelos prestadores de serviços, ou seja, uma fração de 0,08 kg N/ kg fertilizante.

Quanto às emissões indiretas, apenas há emissões de N_2O , que têm origem da deposição atmosférica de N volatilizado. Estas emissões foram determinadas da seguinte forma:

$$\begin{aligned} (N_2O - N)_{deposição\ atmosférica} = \\ = (M_{SN} \times Frac_{sintético} + M_{ON} \times Frac_{orgânico}) \times FE_{deposição\ atmosférica} \end{aligned} \quad (\text{Eq.5})$$

$$N_2O = N_2O - N \times 44/28 \quad (\text{Eq.6})$$

Em que $(N_2O - N)_{deposição}$ são as emissões de N (kg N), M_{SN} é a quantidade de N existente no fertilizante sintético, $Frac_{sintético}$ é a fração de fertilizante sintético N que se volatiliza em NH_3-N e NO_x-N (0,11 kg NH_3-N + NO_x-N / kg N), M_{ON} é a quantidade de N existente no fertilizante orgânico, $Frac_{orgânico}$ é a fração de fertilizante orgânico N que se volatiliza em NH_3-N e NO_x-N (0,21 kg NH_3-N + NO_x-N / kg N) e $FE_{deposição\ atmosférica}$ é o fator de emissão da deposição atmosférica de N nos solos ou em águas superficiais (0,01 kg N_2O-N / kg NH_3-N + NO_x-N).

Emissões indiretas provenientes da lixiviação e/ou escoamento não foram contabilizadas devido ao facto de não haver informação suficiente para o desenvolvimento deste tópico. De qualquer forma, uma parte relevante do território português (local do estudo) é considerado pelo IPCC como tendo clima seco, no qual a

lixiviação não é relevante (consequentemente o fator de emissão indireta de N₂O resultante de lixiviação é nulo) (IPCC, 2006).

4.3.3. Potenciais de Aquecimento Global

Após o cálculo das emissões dos diferentes GEE é necessário convertê-las para CO₂ equivalente (CO₂-eq). Esta conversão é feita através dos GWP respectivos de cada GEE e, como referido, consideraram-se os GWP do *Climate Change 2013: The Physical Science Basis* (contribuição do *Working Group I* para o *IPCC Fifth Assessment Report – AR5*), para um horizonte temporal de 100 anos e considerando a absorção de CO₂ (CO₂ uptake), apresentados na Tabela IV.1.

Tabela IV.1 – Potenciais de Aquecimento Global, de acordo com: IPCC (2013)

Potenciais de Aquecimento Global (kg CO ₂ -eq / kg GEE)	
CO ₂	1
CH ₄	28
N ₂ O	265

Através dos GWP, é possível converter as emissões de cada GEE para kg CO₂-eq da seguinte forma:

$$\begin{aligned}
 &Emissões\ GEE\ (kg\ CO_2 - eq) = \\
 &= \sum (Emissões\ x\ [kg] \times GWP_x\ [kg\ CO_2 - eq/kg\ x])
 \end{aligned}
 \tag{Eq.7}$$

Em que x corresponde aos GEE CO₂, CH₄ e N₂O.

CAPÍTULO V - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES DE EMISSÕES DE ÂMBITO 3

5.1.1. Atividades de âmbito 3 da gestão da vegetação

É de extrema importância ter conhecimento de todas as atividades desenvolvidas no âmbito da gestão da vegetação das faixas de servidão, para que posteriormente se tenha uma melhor percepção do tipo de emissões consequentes, diretas e indiretas. Todas as atividades desenvolvidas foram inventariadas e analisadas e encontram-se esquematizadas na seguinte figura:

Deslocação casa – empresa subcontratada	• Deslocação de funcionários de casa até ao local de trabalho (empresa).
Deslocação empresa subcontratada – local a intervir	• Deslocação de funcionários com máquinas de pequeno porte das empresas subcontratadas, até à faixa de servidão da REN.
Deslocação casa – REN	• Deslocação de funcionários de casa até ao local de trabalho (REN).
Deslocação de trabalhadores REN ao terreno (veículos REN)	• Deslocações de trabalhadores da REN, realizadas em meios de transporte da REN, para as faixas de servidão que estão a ser intervir (Âmbito 1).
Transporte de equipamentos mecânicos	• Transporte de máquinas de grande porte das empresas subcontratadas, até à faixa de servidão a intervir.
Utilização de equipamentos mecânicos	• Utilização de equipamento mecânico das empresas subcontratadas na gestão da vegetação das faixas de servidão.
Plantação de árvores	• A REN adquire o serviço de plantação de árvores, incluindo a aquisição das próprias árvores.
Utilização de fertilizantes e herbicida	• A REN quando adquire o serviço de gestão da vegetação, inclui a aquisição e utilização de fertilizantes e herbicida.
Abertura de Faixas de Servidão	• Quando da construção há uma limpeza inicial da vegetação.
Fim de vida das Faixas de Servidão	• As faixas de servidão deixam de ter utilização e as infraestruturas são desmanteladas.

Figura V.1 – Lista de atividades associadas à Gestão da Vegetação das Faixas de Servidão e respetiva descrição.

De todas as atividades enumeradas na Figura V.1, apenas a atividade “Deslocação de trabalhadores REN ao terreno (veículos REN)” pertence ao âmbito 1,

devido ao facto de as fontes emissoras de GEE (veículos) pertencerem e serem controladas pela própria empresa. Todas as restantes atividades e respetivas emissões, pertencem assim ao âmbito 3.

5.1.2. Seleção das Atividades de Âmbito 3 a avaliar

As atividades consideradas na quantificação de emissões foram as atividades referentes à utilização de máquinas e ao seu transporte, à deslocação dos trabalhadores e à utilização de fertilizantes e herbicida, uma vez que são as atividades efetuadas com maior frequência. Quanto aos resíduos da vegetação resultantes das atividades, não foram consideradas emissões, pois estes são incorporados no próprio solo, ou são da responsabilidade do proprietário (por exemplo: troncos de árvores), não existindo informação suficiente para fazer a análise.

De modo a simplificar a recolha de parâmetros, decidiu-se agregar as atividades “Deslocação casa-empresa subcontratada” e “Deslocação empresa subcontratada-local a interencionar”, devido ao facto de que, na generalidade, o chefe de cada equipa de intervenção do terreno vai ao encontro dos colegas de trabalho e transporta-os para o local de intervenção. Posto isto, as atividades tidas em conta nos cálculos de emissões de GEE foram as apresentadas na Figura V.2.



Figura V.2 – Atividades consideradas para quantificação de emissões de GEE.

É relevante referir ainda que, à exceção da atividade “Utilização de fertilizantes e herbicida”, as fontes de emissão de GEE derivam da combustão de combustíveis por equipamentos e meios de transporte, sendo então pertencentes ao tipo de fontes de emissão de Combustão Móvel.

5.1.3. Categorias das Atividades de Âmbito 3 a avaliar

A nível metodológico, dependendo de cada caso, a alocação das Atividades de Âmbito 3 por categorias podem permitir uma melhor organização e instrução, graças ao Guia de Cálculo de Âmbito 3, isto porque, como já foi referido, este guia disponibiliza metodologias de cálculo para cada categoria de atividade de âmbito 3, cujas orientações foram utilizadas para as atividades “Deslocação de trabalhadores para o terreno”, “Transporte de equipamentos mecânicos” e “Utilização de equipamentos mecânicos”.

No entanto, para casos muito específicos, em que o método de quantificação de emissões deve ser adaptado à avaliação (como é o caso da atividade “Utilização de fertilizantes e herbicida”), a alocação das atividades pelas diferentes categorias será apenas relevante para o reporte das emissões de GEE (WBCSD & WRI, 2011).

Tendo em conta as atividades consideradas neste estudo, averiguou-se quais as categorias correspondentes. Pode-se observar na Figura V.3 esta correspondência.

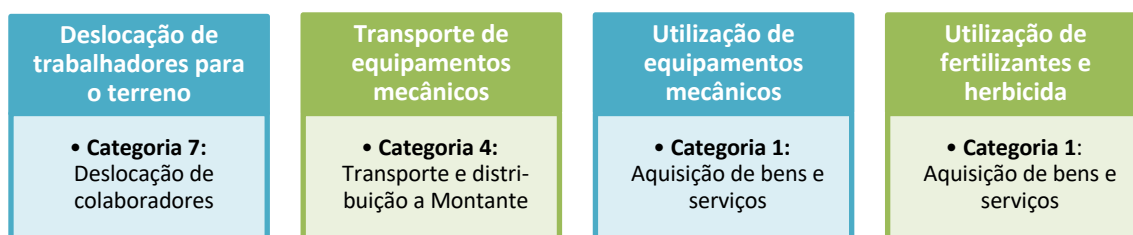


Figura V.3 – Atividades de Âmbito 3 alocadas por Categorias, da Norma de Âmbito 3.

5.2. CONVERSÃO E OBTENÇÃO DE FATORES DE EMISSÃO DE GEE

5.2.1. Combustíveis fósseis

Com os FE já escolhidos, foi necessário fazer a sua conversão, de acordo com a informação que foi recolhida sobre combustíveis, em particular as unidades de

quantificação usadas. Assim, converteu-se os FE de quilogramas ou gramas por galão americano (gal) para quilogramas ou gramas por litro.

Os FE convertidos encontram-se na Tabela V.1.

Tabela V.1 – Fatores de Emissão (FE) convertidos, fornecidos pelo Protocolo de GEE, de acordo com: (WBCSD & WRI, 2017)

Protocolo de GEE – Combustível	GEE	FE	FE ^[1]
Gasolina/Petróleo	CO ₂	8,71326 kg/gal	2,30180 kg/L
Gasóleo de estrada	CO ₂	9,99841 kg/gal	2,64130 kg/L
Carro de passageiros – Gasolina – ano 2005-presente	CH ₄	0,33075 g/gal	0,08737 g/L
	N ₂ O	0,17775 g/gal	0,04696 g/L
Carro de passageiros – Gasóleo – ano 1983-presente	CH ₄	0,01125 g/gal	0,00297 g/L
	N ₂ O	0,02250 g/gal	0,00594 g/L
Veículo pesado rígido – Gasolina – ano 2005-presente	CH ₄	0,28688 g/gal	0,07579 g/L
	N ₂ O	0,15576 g/gal	0,04115 g/L
Veículo pesado rígido – Gasóleo – ano 1960-presente	CH ₄	0,04488 g/gal	0,01186 g/L
	N ₂ O	0,04224 g/gal	0,01116 g/L
Equipamentos agrícolas – Gasolina	CH ₄	1,26 g/gal	0,33286 g/L
	N ₂ O	0,22 g/gal	0,05812 g/L
Equipamentos agrícolas – Gasóleo	CH ₄	1,44 g/gal	0,38041 g/L
	N ₂ O	0,26 g/gal	0,06868 g/L

^[1] Fator de conversão: 1 galão americano = 3,78541 litros (National Institute of Standards and Technology, 2006)

5.2.2. Fertilizantes e herbicida

Utilizando o *SimaPro* e os processos já definidos, tanto para o herbicida, como para os fertilizantes, a base de cálculo das emissões referentes ao ciclo de vida de cada produto foi de 1 kg. Para cada caso, apurou-se separadamente as emissões de CO₂ e CH₄ (que se encontravam subdivididas em diferentes origens, e que posteriormente se somaram os seus valores), e as emissões de N₂O (apresentadas de forma direta), para serem apresentadas com mais detalhe, por constituírem os principais GEE. Juntamente com estas emissões ditas principais, averiguou-se as emissões dos restantes GEE, já expressas em kg CO₂-eq.

Estes valores encontram-se na Tabela V.2, no caso do herbicida, e na Tabela V.3, Tabela V.4 e Tabela V.5, para o caso do corretor de acidez, fertilizante inorgânico e fertilizante orgânico, respetivamente.

Tabela V.2 – Inventário *SimaPro*: Emissões de GEE provenientes da produção de 1 quilograma de herbicida

Emissões de GEE por kg de herbicida		Valor	Unidade	Total	Unidade
CO ₂	Dióxido de carbono, biogénico	498	g	10,006	kg
	Dióxido de carbono, fóssil	9,09	kg		
	Dióxido de carbono, no ar	385	g		
	Dióxido de carbono, transformação do terreno	32,2	g		
	Dióxido de carbono, no solo ou stock de biomassa	1,06	g		
CH ₄	Metano	35,1	µg	30,565	g
	Metano, biogénico	760	mg		
	Metano, fóssil	29,8	g		
	Metano, transformação do terreno	5,41	mg		
N ₂ O	Óxido nitroso	258	mg	0,258	g
Restantes GEE				0,0384	kg CO ₂ -eq

Tabela V.3 – Inventário *SimaPro*: Emissões de GEE derivadas da produção e transporte médio até ao consumidor de 1 quilograma de corretor de acidez de solo (dolomite)

Inventário <i>SimaPro</i> por kg de corretor de acidez		Valor	Unidade	Total	Unidade
CO ₂	Dióxido de carbono, biogénico	2,97	g	0,028	kg
	Dióxido de carbono, fóssil	23,5	g		
	Dióxido de carbono, no ar	1,63	g		
	Dióxido de carbono, transformação do terreno	32,1	mg		
	Dióxido de carbono, no solo ou stock de biomassa	228	µg		
CH ₄	Metano	45,3	ng	0,041	g
	Metano, biogénico	2,37	mg		
	Metano, fóssil	38,7	mg		
	Metano, transformação do terreno	985	ng		
N ₂ O	Óxido nitroso	1,08	mg	0,001	g
Restantes GEE				0,0001	kg CO ₂ -eq

Tabela V.4 – Inventário *SimaPro*: Emissões de GEE derivadas da produção e transporte médio até ao consumidor de 1 quilograma de fertilizante inorgânico (NPK)

Inventário <i>SimaPro</i> por kg de fertilizante inorgânico		Valor	Unidade	Total	Unidade
CO ₂	Dióxido de carbono, biogénico	24,4	g	0,975	kg
	Dióxido de carbono, fóssil	922	g		
	Dióxido de carbono, no ar	26,1	g		
	Dióxido de carbono, transformação do terreno	2,5	g		
	Dióxido de carbono, no solo ou stock de biomassa	34,7	mg		
CH ₄	Metano	4,44	µg	2,059	g
	Metano, biogénico	33,1	mg		
	Metano, fóssil	1,83	g		
	Metano, transformação do terreno	557	µg		
N ₂ O	Óxido nitroso	195	mg	0,195	g
Restantes GEE				0,0015	kg CO ₂ -eq

Tabela V.5 – Inventário *SimaPro*: Emissões de GEE derivadas da produção e transporte médio até ao consumidor de 1 quilograma de fertilizante orgânico (N)

Inventário <i>SimaPro</i> por kg de N fornecido pelo fertilizante orgânico		Valor	Unidade	Total	Unidade
CO ₂	Dióxido de carbono, biogénico	20,1	g	0,579	kg
	Dióxido de carbono, fóssil	544	g		
	Dióxido de carbono, no ar	13,9	g		
	Dióxido de carbono, transformação do terreno	588	mg		
	Dióxido de carbono, no solo ou stock de biomassa	56	mg		
CH ₄	Metano	971	ng	1,438	g
	Metano, biogénico	28,2	mg		
	Metano, fóssil	1,41	g		
	Metano, transformação do terreno	32,2	µg		
N ₂ O	Óxido nitroso	15,4	mg	0,015	g
Restantes GEE				0,0013	kg CO ₂ -eq

No caso das emissões do fertilizante orgânico, apenas serão consideradas 8% dos valores totais de cada GEE, visto que o processo selecionado se refere ao fornecimento de azoto (N) através da aplicação de um fertilizante orgânico, que como mencionado na secção 4.3.2. constitui apenas 8% deste, por informação recolhida em conjunto com os prestadores de serviços.

5.3. FERRAMENTA DE CÁLCULO DE EMISSÕES DE GEE

Tendo já conhecimento, com base na Tabela III.2, de que as principais atividades a avaliar seriam associadas fundamentalmente à utilização de veículos, equipamentos mecânicos e à aplicação de fertilizantes e herbicida, estudaram-se as ferramentas de cálculo de emissões de GEE, mais adequadas.

Relativamente à utilização de veículos e equipamentos mecânicos, tendo por base as diretrizes e métodos de cálculo de emissões de GEE do Protocolo de GEE, a ferramenta mais apropriada para este estudo é a dedicada à Combustão Móvel (*GHG Protocol Tool for Mobile Combustion*). Todavia, devido ao facto de o caso em estudo ser bastante específico, optou-se por desenvolver um *Excel* (ferramenta) mais prático e direccionado ao objetivo – estimar as emissões de GEE resultantes, à escala nacional, de quatro atividades de gestão da vegetação das faixas de servidão da RNT e RNTG.

Ainda relativamente à utilização de veículos e equipamentos mecânicos, segundo a ferramenta anteriormente referida, o cálculo destas emissões pode ser feito tendo por base os quilómetros percorridos pelos veículos ou a quantidade de combustível consumida, sendo esta última opção a escolhida para esta quantificação de emissões, devido ao facto de neste caso se terem obtido os valores reais (fornecidos tendo por base valores de combustível de faturas, por exemplo), enquanto o método por quilómetros seria uma aproximação, induzindo erros superiores. Assim sendo, o cálculo das emissões consistiu em multiplicar o volume de combustível gasto (em litros) pelo FE adequado (em quilogramas por litro), dependendo da atividade, veículos e equipamentos, assim como do tipo de combustível utilizado.

Para o caso dos fertilizantes e herbicida, apuraram-se os fatores de emissão (emissões respetivas a 1 kg de produto) através do *SimaPro*, seguindo-se as diretrizes do IPCC tal como previamente descrito e, posteriormente, apenas se multiplicaram os resultados pelas quantidades reais.

Para facilitar a realização e até mesmo a sua posterior compreensão, a ferramenta (*Excel*) foi dividida em oito separadores, apresentados na seguinte figura:



Figura V.4 – Estrutura da ferramenta desenvolvida de cálculo de emissões de GEE.

5.4. CÁLCULO DE EMISSÕES DE GEE

5.4.1. Atividade “Deslocação de trabalhadores para o terreno”

Para esta atividade, primeiramente determinou-se a quantidade de emissões de CO₂ através da multiplicação da quantidade de litros de combustível (dados recolhidos presentes no Anexo C), pelo respetivo FE (em kg/L), consoante o tipo de viaturas (ligeiras neste caso), seguindo-se a mesma linha de raciocínio para os outros GEE (CH₄ e N₂O).

De seguida, determinou-se a quantidade de emissões de GEE, expressas em CO₂-eq, por prestador de serviços. Para este fim, multiplicou-se a quantidade de cada GEE pelo seu respetivo GWP e fez-se o somatório dos valores obtidos.

Através do somatório das emissões de GEE dos prestadores de serviços, foi possível determinar a quantidade total de emissões de GEE associadas à atividade “Deslocação de trabalhadores para o terreno”.

Os resultados obtidos encontram-se enumerados na Tabela V.6.

Tabela V.6 – Valores obtidos para cada GEE (CO₂, CH₄ e N₂O), emissões de GEE por prestador de serviços e quantidade total de emissões de GEE provenientes da atividade “Deslocação de trabalhadores para o terreno”

Prestador de serviços	Emissões CO ₂ (kg)	Emissões CH ₄ (g)	Emissões N ₂ O (g)	Emissões GEE (kg CO ₂ -eq)
A	31 880,5	35,9	71,7	31 900,5
B	15 847,8	17,8	35,7	15 857,8
C	22 662,4	25,5	51,0	22 676,6
D	113 420,1	127,6	255,2	113 491,3
E	35 633,8	40,1	80,2	35 656,2
F	43 842,9	49,3	98,7	43 870,5
G	145 430,0	163,6	327,3	145 521,3
H	9 904,9	11,1	22,3	9 911,1
I	6 339,1	7,1	14,3	6 343,1
J	11 806,6	13,3	26,6	11 814,0
K	17 353,3	19,5	39,1	17 364,2
L	9 508,7	10,7	21,4	9 514,7
M	17 115,6	19,3	38,5	17 126,4
N	9 535,1	10,7	21,5	9 541,1
O	159 402,5	179,4	358,7	159 502,6
Total de emissões de GEE (kg CO ₂ -eq) provenientes da atividade “Deslocação de trabalhadores para o terreno”				650 091,2

5.4.2. Atividade “Transporte de equipamentos mecânicos”

Para esta atividade, o procedimento de cálculo foi o mesmo, no entanto, utilizou-se um FE diferente, neste caso direcionado para viaturas pesadas. A quantidade de combustível utilizada nesta atividade pode ser visualizada no Anexo C.

Na Tabela V.7, pode-se atentar os valores determinados dos diferentes GEE e de emissões de GEE expressas em CO₂-eq e, da mesma forma que foi aferido o valor total de emissões de GEE da atividade “Deslocação de trabalhadores para o terreno”, foi determinada a quantidade total de emissões para esta atividade, estando também o resultado apresentado na Tabela referenciada.

Tabela V.7 – Valores obtidos para cada GEE (CO₂, CH₄ e N₂O), emissões de GEE por prestador de serviços e quantidade total de emissões de GEE provenientes da atividade “Transporte de equipamentos mecânicos”

Prestador de serviços	Emissões CO ₂ (kg)	Emissões CH ₄ (g)	Emissões N ₂ O (g)	Emissões GEE (kg CO ₂ -eq)
A	1 442,2	6,5	6,1	1 443,9
B	0,0	0,0	0,0	0,0
C	4 754,3	21,3	20,1	4 760,3
D	3 169,6	14,2	13,4	3 173,5
E	0,0	0,0	0,0	0,0
F	6 098,8	27,4	25,8	6 106,4
G	16 640,2	74,7	70,3	16 660,9
H	32 488,0	145,8	137,3	32 528,5
I	1 056,5	4,7	4,5	1 057,8
J	1 046,0	4,7	4,4	1 047,3
K	1 664,0	7,5	7,0	1 666,1
L	528,3	2,4	2,2	528,9
M	528,3	2,4	2,2	528,9
N	4 226,1	19,0	17,9	4 231,3
O	7 210,8	32,4	30,5	7 219,7
Total de emissões de GEE (kg CO ₂ -eq) provenientes da atividade “Transporte de equipamentos mecânicos”				80 953,5

5.4.3. Atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”

O procedimento de cálculo para esta atividade tem semelhanças no que toca à aferição das quantidades de cada GEE e das emissões de GEE expressas em CO₂-eq, mas, para isso, inicialmente foi necessário determinar a quantidade de combustível (L) utilizada por cada prestador. As perguntas do inquérito (Anexo B), relativas a esta atividade, foram realizadas de modo a obter a percentagem de utilização de cada equipamento mecânico (por outras palavras, para uma dada área intervencionada por um tipo de intervenção, que percentagem foi realizada pelo equipamento em questão) e o consumo de litros para intervencionar um hectare (L/ha) de cada equipamento.

Deste modo, foi possível averiguar quantos litros foram utilizados por cada prestador, em cada intervenção, seguindo o exemplo apresentado:

$$\begin{aligned} \text{Litros}_{(gasolina)}(ATE) &= \\ &= (\% \text{ Motosserra}/100) \times \text{Consumo}_{(Motosserra)} \times \text{Área}_{(ATE)} \end{aligned} \quad (\text{Eq.8})$$

$$\begin{aligned} \text{Litros}_{(gasóleo)}(ATE) &= \\ &= (\% \text{ Giratória}/100) \times \text{Consumo}_{(Giratória)} \times \text{Área}_{(ATE)} + \\ &+ (\% \text{ Processador}/100) \times \text{Consumo}_{(Processador)} \times \text{Área}_{(ATE)} \end{aligned} \quad (\text{Eq.9})$$

Em que % *Motosserra*, % *Giratória* e % *Processador* correspondem às percentagens de utilização de cada equipamento na intervenção, *Consumo*_(Motosserra), *Consumo*_(Giratória) e *Consumo*_(Processador) correspondem aos consumos (expressos em L/ha) respetivos a cada equipamento utilizado e *Área*_(ATE) corresponde à área intervencionada (expressa em ha) pela intervenção ATE.

Como se pode perceber pelo exemplo, pela Tabela V.8, Tabela V.9 e Tabela V.10, em algumas intervenções há litros de gasolina e litros de gasóleo. Esta diferença deve-se ao facto de apenas ser utilizada gasolina em motosserras e motorroçadoras e os restantes equipamentos utilizarem gasóleo. Assim sendo, nas intervenções que não possuem motosserras nem motorroçadoras, o cálculo dos litros de gasolina foi de início descartado (nas intervenções ECP e PREP). Esta distinção é necessária para os cálculos seguintes em que se tem que ter em conta os FE.

Pode-se denotar que a quantidade de litros de gasóleo referente à intervenção PLT não está incluída em nenhuma das tabelas visto que a plantação de espécies florestais foi efetuada manualmente, sem recurso a equipamentos mecânicos.

Tabela V.8 – Quantidade de combustível (L) utilizada em cada tipo de intervenção (ATE e AAI+DTA), por prestador de serviços

Prestador de serviços	Litros de gasolina (ATE)	Litros de gasóleo (ATE)	Litros de gasolina (AAI+DTA)	Litros de gasóleo (AAI+DTA)
A	520	0	0	0
B	0	0	0	0
C	0	0	0	0
D	19 440	9 663	0	0
E	0	0	600	0

Tabela V.9 – Quantidade de combustível (L) utilizada em cada tipo de intervenção (ATE e AAI+DTA), por prestador de serviços (Continuação)

Prestador de serviços	Litros de gasolina (ATE)	Litros de gásóleo (ATE)	Litros de gasolina (AAI+DTA)	Litros de gásóleo (AAI+DTA)
F	2 250	0	195	0
G	2 052	0	72	0
H	0	0	0	0
I	60	480	180	0
J	383	0	0	0
K	9 500	0	10 500	0
L	0	0	210	0
M	0	0	890,7	0
N	612	0	7,2	0
O	5 044	0	156	0

Tabela V.10 – Quantidade de combustível (L) utilizada em cada tipo de intervenção (LMT, ECP e PREP), por prestador de serviços

Prestador de serviços	Litros de gasolina (LMT)	Litros de gásóleo (LMT)	Litros de gásóleo (ECP)	Litros de gásóleo (PREP)
A	825	15 840	0	0
B	284	11 928	0	0
C	1 536	32 000	7 200	0
D	7 442	66 217	2 143	0
E	677	38 160	0	0
F	2 752	23 041	0	0
G	7 200	25 101	9 314	2 723
H	1 000	9 250	0	0
I	855	2 280	0	0
J	272	9 460	0	0
K	4 116	11 466	2 060	2 549
L	113	3 110	3 528	0
M	274	7 503	7 968	3 810
N	1 113	11 608	13 630	0
O	6 408	134 674	7 800	0

De seguida, efetuaram-se os cálculos para determinar as emissões de cada GEE por prestador, para cada tipo de intervenção, tendo em conta o tipo combustível (se foram utilizados os dois combustíveis, deve-se determinar as emissões para cada, e posteriormente realizar a sua soma) e FE adequados a equipamentos mecânicos agrícolas. Os valores obtidos de emissões de cada GEE e das emissões de GEE, expressas em CO₂-eq, e o seu somatório apresentam-se, por intervenção, no Anexo D.

Para cada intervenção, teve-se como propósito determinar um valor de emissões de GEE específicos (kg CO₂-eq/ha), de modo a perceber quanto é emitido se um dado prestador de serviços realizar uma certa intervenção. Para isso, recorreu-se ao somatório das emissões totais de GEE (kg CO₂-eq) dos prestadores, e da sua divisão pelo somatório dos hectares intervencionados pela tipologia de intervenção em questão (exemplo: Área total de ATE = 10 + 633 + ... + 97 = 1 380 ha). Os resultados das emissões específicas apresentam-se na Tabela V.11.

Tabela V.11 – Total de emissões de GEE por intervenção, área total por intervenção e emissões específicas de GEE por intervenção (kg CO₂-eq/ha)

Intervenção	Total de emissões de GEE por intervenção (kg CO ₂ -eq)	Total hectares por intervenção	Emissões específicas de GEE por intervenção (kg CO ₂ -eq / ha)
ATE	119 819,5	1 380	86,8
AAI+DTA	29 804,8	609	48,9
LMT	1 153 556,6	10 707	107,7
ECP	143 236,6	363	394,4
PREP	24 249,6	66	368,4
PLT	0,0	137	0,0

É importante realçar que para uma dada área, é possível haver mais que uma tipologia de intervenção e, por isso, o somatório dos hectares intervencionados (13 262 ha) é superior à área efetivamente intervencionada (11 524,3 ha).

É possível perceber pela Figura V.5 que as intervenções ECP e PREP são as que mais têm emissões por hectare associadas.

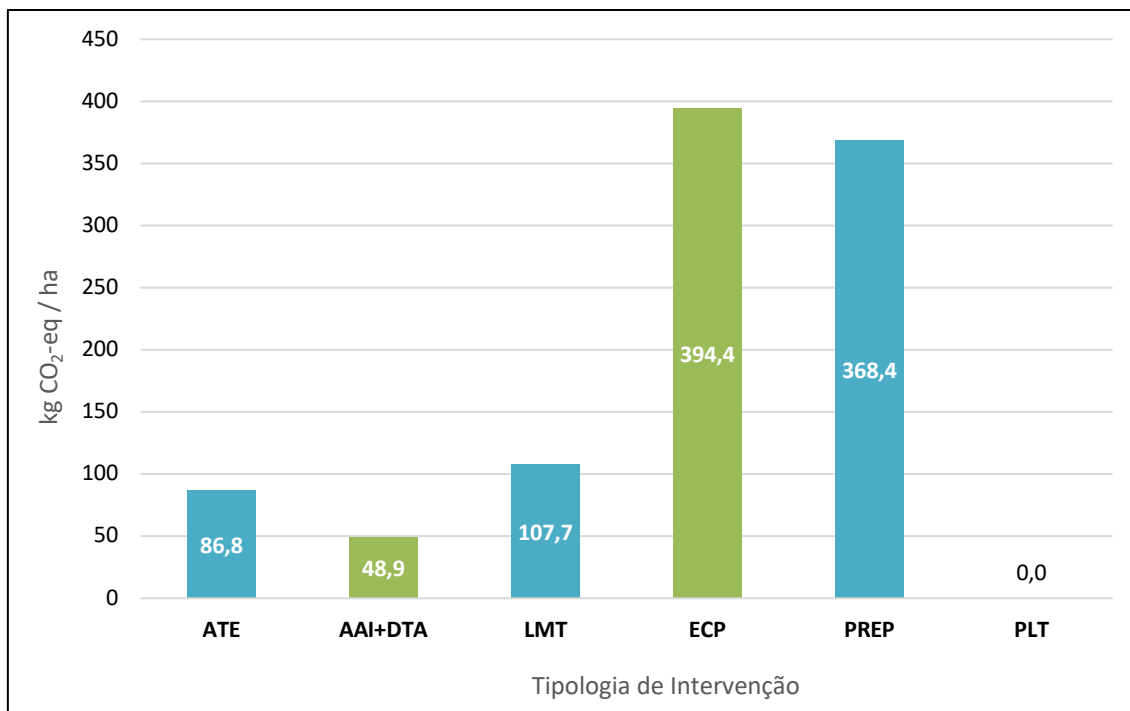


Figura V.5 – Estimativa de emissões específicas de GEE (kg CO₂-eq/ha), por tipologia de intervenção.

Estes resultados eram os esperados devido aos elevados consumos de combustível dos equipamentos mecânicos utilizados nestas intervenções.

Para o caso da intervenção PLT, como nenhum prestador de serviços recorreu a equipamentos mecânicos existentes para esta intervenção, as emissões de GEE são nulas face à metodologia utilizada.

Para se ter a perceção de qual ou quais intervenções têm maior peso na amostra global (11 524,3 ha), procedeu-se ao mesmo processo, mas em vez de considerar apenas os hectares referentes a cada intervenção, utilizou-se o total de hectares da amostra. Estes valores, ao contrário dos anteriores, mostram o peso de cada tipologia de intervenção nas emissões totais da amostra.

Ou seja, enquanto no caso anterior o objetivo era perceber quanto é que um dado prestador emitiria ao efetuar uma dada intervenção, neste caso o objetivo é averiguar a expressividade das emissões referentes a uma dada intervenção, à escala global da área intervencionada. Esta análise encontra-se detalhada na Tabela V.12 e demonstrada na Figura V.6.

Tabela V.12 – Total de emissões por intervenção e emissões de CO₂-eq por hectare (amostra) por intervenção

Intervenção	Total de emissões de GEE por intervenção (kg CO ₂ -eq)	Emissões específicas de GEE por intervenção, à escala global (kg CO ₂ -eq/ha)
ATE	119 819,5	10,40
AAI+DTA	29 804,8	2,59
LMT	1 153 556,6	100,10
ECP	143 236,6	12,43
PREP	24 249,6	2,10
PLT	0,0	0,00
Total	1 470 667,2	127,61

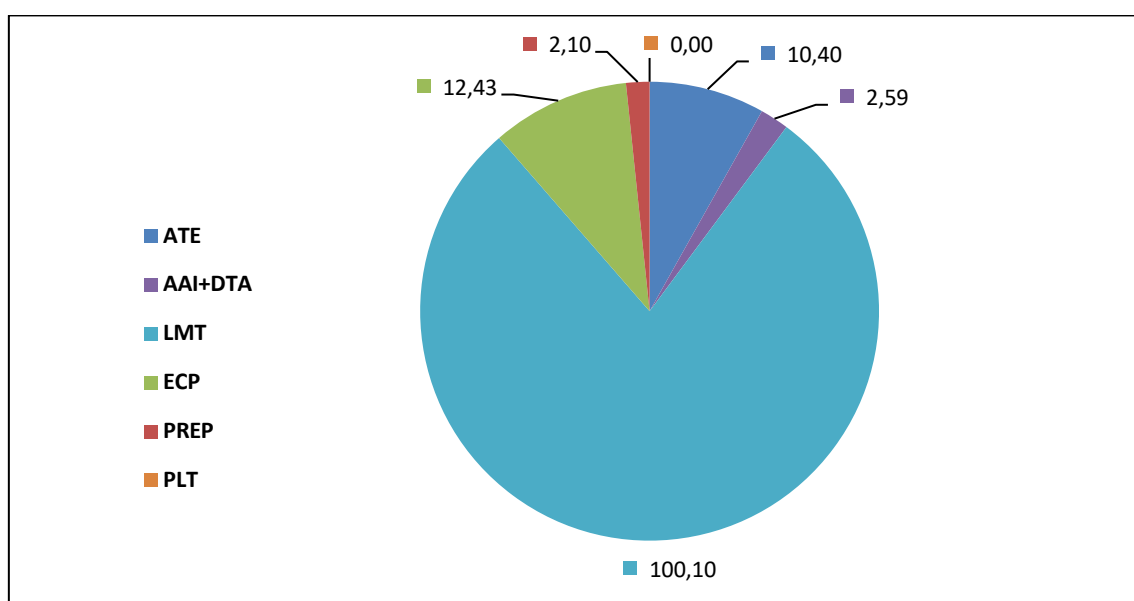


Figura V.6 – Emissões específicas de GEE por intervenção, à escala global (kg CO₂-eq/ha).

É possível perceber que a tipologia de intervenção com maior peso é a LMT, de acordo com o esperado, por ser a intervenção mais utilizada pelos prestadores de serviços, em 10 707 ha.

Após esta análise mais detalhada e focada na tipologia de intervenção, foi realizada uma tabela síntese, com os valores finais, que consistiu no somatório, para cada prestador, das suas emissões totais de CO₂, CH₄, N₂O e GEE de todas as intervenções. Por último, apurou-se a quantidade total de emissões de GEE provenientes desta atividade. Estes valores encontram-se reunidos na Tabela V.13.

Tabela V.13 – Valores obtidos para cada GEE (CO₂, CH₄ e N₂O), emissões de GEE por prestador de serviços e quantidade total de emissões de GEE provenientes da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”

Prestador de serviços	Emissões CO ₂ (kg)	Emissões CH ₄ (g)	Emissões N ₂ O (g)	Emissões GEE (kg CO ₂ -eq)
A	44 934,1	6 473,4	1 166,1	45 424,4
B	32 159,1	4 632,0	835,8	32 510,3
C	107 074,5	15 423,3	2 781,7	108 243,5
D	267 957,4	38 628,2	6 921,3	270 873,1
E	103 732,9	14 941,6	2 695,3	104 865,5
F	72 822,2	10 495,1	1 884,6	73 615,5
G	119 554,2	17 231,1	3 092,7	120 856,3
H	26 733,8	3 851,6	693,5	27 025,4
I	9 810,5	1 414,4	253,2	9 917,2
J	26 494,4	3 816,7	687,8	26 783,5
K	97 969,6	14 142,3	2 505,7	99 029,6
L	18 278,3	2 632,9	474,8	18 477,9
M	53 606,8	7 722,2	1 392,0	54 191,9
N	70 649,5	10 177,5	1 834,2	71 420,5
O	403 034,8	58 061,8	10 460,4	407 432,5
Total de emissões de GEE (kg CO ₂ -eq) provenientes da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”				1 470 667,2

5.4.4. Atividade “Utilização de fertilizantes e herbicida”

Tendo já determinadas as emissões dos diferentes GEE, através do *SimaPro*, associadas à produção de 1 quilograma dos diferentes tipos de fertilizantes e herbicida mais utilizados, foi possível calcular as emissões associadas às quantidades totais. Para tal, efetuou-se a multiplicação dos fatores de emissão obtidos, pelos valores reais de fertilizantes e herbicida utilizados por cada prestador. No caso dos fertilizantes, foi necessário efetuar este cálculo para cada tipo de fertilizante, e no final somaram-se as emissões do GEE em questão.

Para as emissões de GEE expressas em CO₂-eq, os cálculos são praticamente iguais aos das atividades anteriores, multiplicaram-se as quantidades de cada GEE principal (CO₂, CH₄ e N₂O) pelo seu GWP respetivo e somaram-se os valores obtidos. Neste caso, adicionalmente, acrescentou-se as emissões dos restantes GEE, já expressos em kg CO₂-eq.

De modo a melhorar a percepção dos resultados obtidos, esta atividade foi subdividida em utilização de fertilizantes e de herbicida. No caso dos fertilizantes, determinaram-se também as emissões diretas e indiretas de N₂O provenientes da aplicação de fertilizante orgânico e inorgânico, e as emissões diretas de CO₂ provenientes da aplicação do corretor de acidez (dolomite). Os resultados obtidos para as emissões derivadas da produção e para as emissões derivadas da aplicação (apresentadas em separado) encontram-se no Anexo E. A Tabela V.14 reúne os resultados das emissões dos fertilizantes, quer de emissões da sua produção, quer da sua aplicação, e a Tabela V.15 apresenta os resultados obtidos das emissões derivadas da produção de herbicida.

Posto isto, foi determinada a quantidade total de emissões provenientes da subatividade “Utilização de fertilizantes” e da subatividade “Utilização de herbicida”.

Tabela V.14 – Valores obtidos para cada GEE (CO₂, CH₄, N₂O e outros), emissões de GEE por prestador de serviços e quantidade total de emissões de GEE derivadas da subatividade “Utilização de fertilizantes”

Prestador de serviços	Emissões CO ₂ (kg)	Emissões CH ₄ (g)	Emissões N ₂ O (g)	Outros GEE (kg CO ₂ -eq)	Emissões GEE (kg CO ₂ -eq)
A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D	2,1	5,2	69,3	0,0	20,6
E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
F	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
G	4 055,7	4 720,5	6 257,4	3,8	5 849,9
H	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
I	2,8	6,9	91,3	0,0	27,2
J	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
K	0,3	0,8	10,7	0,0	3,2
L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M	290,2	612,8	836,8	0,5	529,6
N	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
O	24,1	59,8	791,6	0,1	235,6
Total de emissões de GEE (kg CO₂-eq) provenientes da subatividade “Utilização de fertilizantes”					6 666,0

Tabela V.15 – Valores obtidos para cada GEE (CO₂, CH₄, N₂O e outros), emissões de GEE por prestador de serviços e quantidade total de emissões de GEE derivadas da subatividade “Utilização de herbicida”

Prestador de serviços	Emissões CO ₂ (kg)	Emissões CH ₄ (g)	Emissões N ₂ O (g)	Outros GEE (kg CO ₂ -eq)	Emissões GEE (kg CO ₂ -eq)
A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
F	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
G	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
H	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
I	36,0	110,0	0,9	0,1	39,5
J	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
K	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
N	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
O	180,1	550,2	4,6	0,7	197,4
Total de emissões de GEE (kg CO₂-eq) provenientes da subatividade “Utilização de herbicida”					236,9

Verifica-se, como esperado, que há mais emissões de GEE associadas à utilização de fertilizantes do que à utilização de herbicida, devido à utilização de maiores quantidades de fertilizantes. Caso as quantidades utilizadas de herbicida fossem idênticas às de fertilizantes, as emissões de GEE associadas ao herbicida seriam, contudo muito superiores às dos fertilizantes.

5.5. AFERIÇÃO DAS EMISSÕES ESPECÍFICAS DE GEE POR ATIVIDADE

Tendo já determinadas as quantidades totais de emissões de GEE (kg CO₂-eq) para cada atividade, de modo a traduzir estas emissões para uma unidade mais perceptível, realizou-se a conversão destas emissões para emissões específicas de GEE (kg CO₂-eq/ha). Para esse fim, dividiu-se os valores de emissões totais de GEE de cada atividade pelo total de hectares da amostra (11524,3 ha), cujos resultados se encontram na Tabela V.16 e Figura V.7.

Tabela V.16 – Quantidade total de emissões de GEE (kg CO₂-eq) provenientes de cada atividade, emissões específicas de GEE por atividade (kg CO₂-eq/ha) e valor total de emissões de GEE da amostra expresso em kg CO₂-eq e em kg CO₂-eq/ha

Atividade	Total de emissões GEE por atividade (kg CO ₂ -eq)	Emissões específicas de GEE por atividade (kg CO ₂ -eq/ha)
Deslocação de trabalhadores para o terreno	650 091,2	56,41
Transporte de equipamentos mecânicos	80 953,5	7,02
Utilização de equipamentos mecânicos	1 470 667,2	127,61
Utilização de fertilizantes	6 666,0	0,58
Utilização de herbicida	236,9	0,02
Total	2 208 614,9	191,65

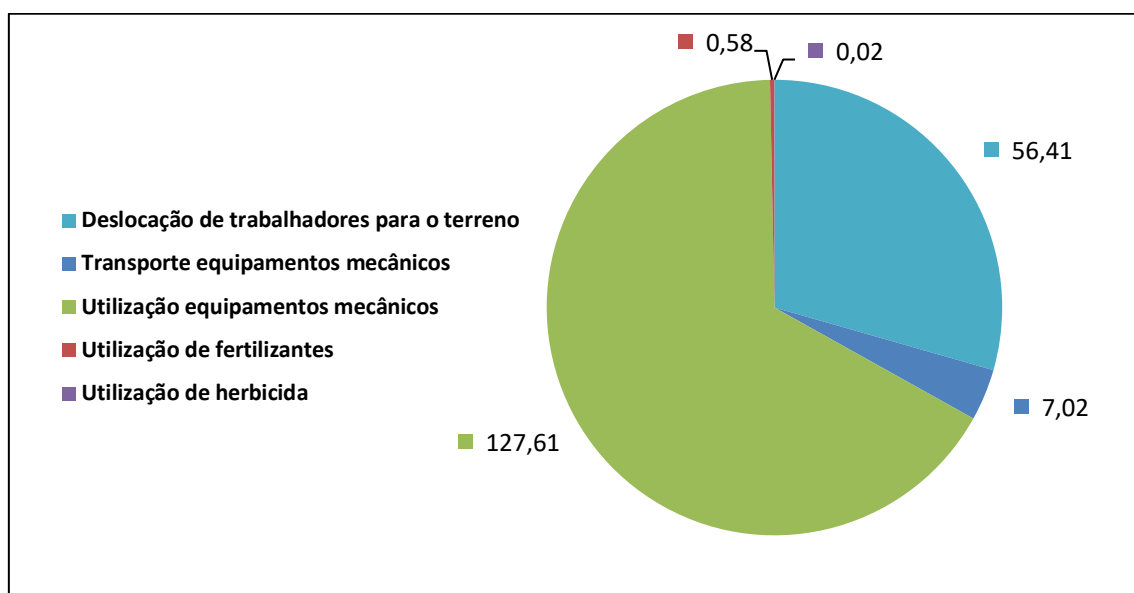


Figura V.7 – Emissões específicas de GEE (kg CO₂-eq/ha) por atividade.

Como se pode verificar, a atividade “Utilização de equipamentos mecânicos” é a atividade com mais emissões de GEE específicas associadas, seguindo-se a “Deslocação de trabalhadores para o terreno”, a atividade “Transporte de equipamentos mecânicos” e por último as subatividades da atividade “Utilização de fertilizantes e herbicida”.

Em relação às atividades que envolvem combustão de combustível, estes resultados eram os esperados, visto que cumprem com a proporção entre combustível e emissões, ou seja, quanto maior a quantidade de combustível utilizado, maior a quantidade de emissões associadas. Quanto às subatividades de utilização de fertilizantes e herbicida, um exercício de comparação das emissões associadas a 1 kg

destes produtos aos fatores de emissão de combustíveis, permite-nos perceber que: i) no caso do herbicida (tendo em atenção apenas aos fatores de emissão do CO₂ por ser o GEE maioritário, à produção de 1 kg de herbicida corresponde a 10,006 kg de CO₂ e à combustão do combustível, como o gasóleo, 1 L corresponde a 2,641 kg de CO₂), se a quantidade de herbicida fosse semelhante à quantidade de combustível utilizado pelos prestadores, as emissões associadas ao herbicida seriam muitíssimo superiores às emissões associadas aos combustíveis; ii) para os fertilizantes (tendo em atenção apenas aos fatores de emissão do CO₂, para o fertilizante com mais emissões associadas, o inorgânico, a produção de 1 kg corresponde a 0,975 kg de CO₂, para a combustão do combustível, como o gasóleo, 1 L corresponde a 2,641 kg de CO₂), para as emissões associadas aos fertilizantes serem idênticas a nível quantitativo às emissões associadas aos combustíveis, seria necessário a quantidade utilizada (kg) de fertilizantes ser superior à quantidade utilizada de combustível pelos prestadores.

Posto isto, tendo a noção da relação entre quantidade de produto utilizado (combustíveis, fertilizantes e herbicida) e emissões associadas, era facilmente perceptível que os resultados finais das atividades e subatividades teriam esta proporção.

5.6. PROJEÇÃO DAS EMISSÕES NA INTERVENÇÃO COMPLETA DAS SERVIDÕES

No fim, após todas as emissões das atividades terem sido apuradas individualmente, foi possível reunir toda a informação e quantificar as emissões finais e totais para cada prestador de serviços, divididas em CO₂, CH₄, N₂O e GEE totais (kg CO₂-eq), resultados esses que estão presentes na Tabela V.17 e Tabela V.18.

Tabela V.17 – Valores obtidos para cada GEE (CO₂, CH₄ e N₂O), emissões de GEE por prestador de serviços e seus valores finais e totais, expressos em quilogramas

Prestador de serviços	Emissões CO ₂ (kg)	Emissões CH ₄ (kg)	Emissões N ₂ O (kg)	Emissões GEE (kg CO ₂ -eq)
A	78 256,8	6,5	1,2	78 768,9
B	48 006,9	4,6	0,9	48 368,1
C	134 491,2	15,5	2,9	135 680,4
D	384 549,1	38,8	7,3	387 558,5
E	139 366,7	15,0	2,8	140 521,6
F	122 763,9	10,6	2,0	123 592,3

Tabela V.18 – Valores obtidos para cada GEE (CO₂, CH₄ e N₂O), emissões de GEE por prestador de serviços e seus valores finais e totais, expressos em quilogramas (Continuação)

Prestador de serviços	Emissões CO ₂ (kg)	Emissões CH ₄ (kg)	Emissões N ₂ O (kg)	Emissões GEE (kg CO ₂ -eq)
G	285 680,1	22,2	9,7	288 888,3
H	69 126,7	4,0	0,9	69 465,0
I	17 244,9	1,5	0,4	17 384,8
J	39 346,9	3,8	0,7	39 644,8
K	116 987,3	14,2	2,6	118 063,1
L	28 315,3	2,6	0,5	28 521,4
M	71 540,9	8,4	2,3	72 376,8
N	84 410,7	10,2	1,9	85 192,9
O	569 852,2	58,9	11,6	574 587,8
Total	2 189 939,8	216,8	47,5	2 208 614,9

Os valores totais de emissões são referentes à totalidade da área intervencionada (11 524,3 ha).

O principal foco deste trabalho era quantificar as emissões de GEE associadas à intervenção das faixas de servidão, no entanto, não sendo possível recolher informação de toda a área das faixas de servidão da REN, procedeu-se a uma projecção das emissões de GEE derivadas da intervenção à área completa.

Tendo em consideração que as faixas de servidão da REN correspondem a 23 000 ha, foi possível estimar as emissões para a área por intervencionar (11 475,7 ha), e emissões associadas à área total das faixas de servidão.

Os valores resultantes desta estimativa apresentam-se na Tabela V.19.

Tabela V.19 – Emissões totais associadas aos hectares intervencionados e estimativa de emissões associadas aos hectares por intervencionar e de emissões associadas à área total das faixas de servidão

Hectares		Emissões CO ₂ (kg)	Emissões CH ₄ (kg)	Emissões N ₂ O (kg)	Emissões GEE (kg CO ₂ -eq)
Intervencionados	11 524,3	2 189 939,8	216,8	47,5	2 208 614,9
Por intervencionar	11 475,7	2 180 696,8	215,9	47,3	2 199 293,1
Estimativa total	23 000,0	4 370 636,6	432,7	94,9	4 407 908,0

Esta projeção permite à empresa ter a percepção da grandeza do valor de emissões de âmbito 3, dos diferentes GEE e de CO₂-eq, permitindo, futuramente, aprofundar ainda mais o tema.

5.7. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

5.7.1. Método – Alteração dos Potenciais de Aquecimento Global

Ao proceder à ACV (do berço à porta, considerando apenas a produção e se possível o transporte para o consumidor), através do *SimaPro*, dos fertilizantes e herbicida utilizados pelos prestadores de serviços, verificou-se que em breve será publicado um novo relatório do IPCC, o *Climate Change 2021: The Physical Science Basis* (contribuição do *Working Group I* para o *IPCC Sixth Assessment Report – AR6*), que contém GWP atualizados (Tabela V.20). Quanto aos FE, como no Sumário Técnico do Relatório mencionado não refere a alteração dos mesmos, não é possível saber se de facto foram alterados, nem quais os valores atualizados.

Tabela V.20 – Potenciais de Aquecimento Global mais recentes. Adaptado de: (IPCC, 2021)

Potenciais de Aquecimento Global (kg CO ₂ -eq / kg GEE)	
CO ₂	1
CH ₄	29,8
N ₂ O	273

Para que não houvesse dúvidas, decidiu-se apurar se há uma alteração relevante na quantidade de emissões. Como a atividade “Utilização de equipamentos mecânicos” é a que possui maior nível de emissões associadas, considerou-se esta para o efeito.

Seguindo o mesmo procedimento e alterando apenas os GWP, no final, obteve-se um aumento de 0,0461%, que corresponde a 679 kg (valores presentes no Anexo F). Posteriormente, pôde-se então afirmar que a alteração dos GWP não era relevante neste estudo, pois a variação dos resultados é muito reduzida.

5.7.2. Consumos específicos dos equipamentos mecânicos

Dentro da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos” percebeu-se que para cada tipologia de equipamento mecânico (exemplo: motorroçadora), utilizado nas diferentes tipologias de intervenção, há diferentes consumos de combustível associados, apesar de os equipamentos dentro da sua tipologia serem semelhantes e inclusive usarem o mesmo tipo de combustível (gasóleo ou gasolina).

Esta variação de consumos entre prestadores de serviços estará previsivelmente relacionada com as variadas condições do terreno, sendo a principal a densidade florestal/vegetativa. Por outras palavras, se o terreno possui uma elevada densidade florestal, os consumos dos equipamentos mecânicos serão naturalmente superiores para uma dada área de intervenção. Realçando que este estudo não teve como objetivo a comparação de prestadores de serviços, tem-se como exemplos do que foi referido os prestadores de serviços C e J.

O prestador de serviços C, intervencionou uma área de 160,0 ha e emitiu 108 243,5 kg CO₂-eq, o que corresponde a 676,5 kg CO₂-eq/ha. Este prestador foi o que possuiu mais emissões de GEE associadas à sua intervenção, devendo-se principalmente às características da área intervencionada. Averiguou-se que a área era caracterizada por declives muito acentuados (vale do rio Ceira e do rio Mondego) e com uma ocupação do solo com forte presença de rebentos de eucaliptos e de acácias, justificando o elevado consumo de combustível dos equipamentos e por sua vez as elevadas emissões de GEE.

No caso do prestador de serviços J, que foi dos prestadores que menos possuiu emissões associadas, este intervencionou uma área de 394,4 ha e emitiu 26783,5 kg CO₂-eq, correspondendo a 67,9 kg CO₂-eq/ha. Este valor justificou-se pelos declives planos (Palmela, Setúbal, Alcácer do Sal, Grândola e Sines) e por vegetação do estrato arbustivo e herbáceo, pelo que faz todo sentido que os consumos de combustível dos equipamentos para a execução dos trabalhos sejam inferiores, quando comparados, por exemplo ao caso anterior, a equipamentos que tenham que eliminar rebentos de eucaliptos e de acácias.

Para fins demonstrativos apenas, decidiu-se estudar a intervenção LMT, por ser a intervenção com mais emissões de GEE associadas e principalmente por ser a mais efetuada pelos prestadores de serviços.

Tendo como foco apenas os equipamentos motorroçadora, trator com grade, trator de matos e trator com destróador (por serem os equipamentos mais utilizados pelos prestadores de serviços), apurou-se o valor máximo e mínimo de consumo de combustível de cada equipamento, através da média dos três valores de consumos mais elevados e dos três mais baixos, respetivamente, reportados pelos prestadores.

Esses valores mínimos e máximos de consumos apurados encontram-se na Tabela V.21.

Tabela V.21 – Consumos mínimos e máximos de equipamentos mecânicos utilizados na intervenção LMT

Equipamento mecânico	Consumo mínimo (L/ha)	Consumo máximo (L/ha)
Motorroçadora	5	81
Trator com grade	20	44
Trator de matos	30	65
Trator com destróador	44	98

Tendo estes valores como referência, realizou-se dois cenários, o cenário em que se considera os valores mínimos de consumos para todos os prestadores e o cenário em que se considera os valores máximos de consumos, estando todos os seus resultados intermédios apresentados no Anexo G.

Em termos de variação, os resultados foram os seguintes:

Tabela V.22 – Resultados obtidos de emissões de GEE (kg CO₂-eq) para os diferentes cenários e percentagem de variação em relação ao cenário real

Cenário real (kg CO ₂ -eq)	Cenário consumos mínimos (kg CO ₂ -eq)	Cenário consumos máximos (kg CO ₂ -eq)
1 153 556,6	820 943,8	1 879 739,8
Variação	- 40,5%	+ 38,6%

Como era de esperar, aumentando ou diminuindo os consumos dos equipamentos da intervenção, aumentam ou diminuem as emissões de GEE associadas, respetivamente. Novamente, esta simulação foi meramente demonstrativa, com o intuito de apresentar esta proporção entre consumos e emissões de GEE.

Na prática, os consumos dos equipamentos não devem ser estudados e comparados desta forma, devido à diversidade de características já referidas do terreno a intervencionar e que justificam as variações de consumos apresentadas. Desta forma, caso o intuito fosse comparar consumos específicos de certos equipamentos de diferentes prestadores de serviços, seria necessário utilizar outra unidade de medida que fosse independente de fatores adversos, como por exemplo, litros por unidade de tempo (minutos/horas/dias).

Assim, apenas se pode concluir que, tal como esperado, as emissões são altamente sensíveis às variações de consumo dos equipamentos e que a utilização de valores na gama mínima ou máxima dos consumos reais apresentados pelos operadores afetaria significativamente os resultados. Ainda assim, as variações encontradas são expectáveis pelo que a análise descrita ao longo do trabalho, suportada em bases reais será no momento a mais adequada para respetiva caracterização. Finalmente, tendo em conta a relevância da atividade e a sensibilidade dos resultados à variável em questão, é de todo pertinente um escrutínio o mais detalhado possível das respetivas variações com vista a justificar a sua ocorrência e a encontrar potenciais vias de melhoria.

CAPÍTULO VI - MEDIDAS DE MITIGAÇÃO E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Após quantificação das emissões de âmbito 3, é perceptível elencar medidas de mitigação de GEE se podem implementar futuramente.

Primeiramente, as atividades com mais emissões de GEE associadas foram as que utilizam combustíveis fósseis. Posto isto, depreende-se que equipamentos ou veículos que emitam menos GEE na sua utilização são boas opções de substituição gradual, isto é, aquando do fim de vida dos equipamentos ou veículos usados. Seguindo a mesma linha de raciocínio, uma outra medida de mitigação poderia ser a aquisição de equipamentos e veículos que possuam menos emissões associadas não só à fase da sua utilização, mas também às restantes fases do seu ciclo de vida (extração de matérias-primas, produção, transporte e fim de ciclo de vida). No entanto, esta medida não é uma conclusão direta do trabalho e, apesar de poder ser uma medida de mitigação, no que se refere a veículos e equipamentos com motores de combustão (de combustíveis fósseis), a fase de ciclo de vida com mais emissões associadas de GEE é efetivamente a de utilização.

Neste estudo, apenas foram consideradas emissões da utilização dos equipamentos, veículos e combustíveis fósseis e, como proposta para trabalhos futuros, seria interessante a inclusão das emissões de GEE provenientes das restantes fases de ciclo de vida.

Tendo em conta que a empresa pretende atingir a neutralidade carbónica até 2040 e tem vindo a promover e a proceder à plantação de espécies florestais ao longo das faixas de servidão, seria também interessante realizar um balanço de CO₂, entre emissões provenientes da gestão da vegetação das faixas de servidão, a capacidade de captação de CO₂ por parte das espécies florestais plantadas e a perda de captação de CO₂ aquando da abertura de faixas de servidão e abate de espécies florestais.

Por fim e não menos importante, no futuro será importante incluir na documentação contratual com as empresas o reporte à REN das emissões de GEE, dos prestadores de serviços e dos seus subcontratados.

CONCLUSÕES

Visto que não há artigos ou trabalhos publicados sobre emissões de gases com efeito de estufa provenientes da gestão da vegetação de faixas de servidão, não era possível perceber ou ter noção da grandeza das emissões associadas e este estudo apresenta elevada relevância como um primeiro referencial neste âmbito.

Para a área intervencionada pelos prestadores de serviços que responderam ao inquérito (11 524,3 hectares), obteve-se um total de emissões de 2 209 t CO₂-eq. A atividade de âmbito 3 que deteve a maior parte destas emissões foi a “Utilização de equipamentos mecânicos”, com 1 471 t CO₂-eq, consequência da queima de elevadas quantidades de combustível fóssil. A atividade “Deslocação de trabalhadores para o terreno” (com 650 t CO₂-eq), e a atividade “Transporte de equipamentos mecânicos” (com 81 t CO₂-eq) também detiveram valores de emissões expressivos, mas não à escala da atividade anterior mencionada.

Mesmo não tendo incluído emissões derivadas do ciclo de vida dos próprios equipamentos mecânicos e veículos utilizados e emissões provenientes do ciclo de vida dos combustíveis utilizados nas intervenções, globalmente, a atividade “Utilização de fertilizantes e herbicida” não possui valores de emissões de gases com efeito de estufa relevantes. Para estes últimos, aprofundou-se mais o estudo por serem de fácil desenvolvimento, no entanto, contabilizando praticamente todas as emissões associadas aos seus ciclos de vida, o total de emissões destes dois produtos é muitíssimo inferior relativamente à queima de combustível de todas as outras atividades (6 666,0 e 236,9 quilogramas de CO₂ equivalente provenientes da utilização de fertilizantes e herbicida, respetivamente).

Quanto à projeção realizada para a área total das faixas de servidão (23 000 hectares), em que se obteve um valor de 4 408 t CO₂ equivalente, esta foi feita com base nos valores obtidos para a área efetivamente intervencionada, que se consideram próximos da realidade. No entanto, o cenário real poderá diferir um pouco da projeção realizada, mas terá à partida a mesma ordem de grandeza.

Foi possível ainda perceber que para este estudo utilizando os Potenciais de Aquecimento Global de 2013 ou os mais atuais de 2021, os valores finais obtidos não

tenham variações relevantes. Pelo contrário, alterações nos consumos específicos dos equipamentos mecânicos utilizados nas intervenções afetam proporcionalmente as emissões de gases com efeito de estufa.

Por fim, é de realçar que a estimativa de emissões de gases com efeito de estufa das atividades de âmbito 3 avaliadas, é um primeiro passo neste tema, sendo que no futuro poderá permitir que a empresa implemente medidas de mitigação de emissões contribuindo para que esta atinja a neutralidade carbónica.

REFERÊNCIAS

- ABC. Association Bilan Carbone. (2017). Methodological guidelines: Bilan Carbone. In (pp. 40).
- ABC. Association Bilan Carbone. (2022). Nos outils et solutions. Retrieved from <https://www.associationbilancarbonate.fr/les-solutions/>
- DEFRA, DECC, & BIS. Department for Environment, Food and Rural Affairs, Department of Energy and Climate Change and Department for Business, Innovation and Skills. (2011). Publicly Available Specification: Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. In (pp. 38).
- Ecoinvent. (2022). System Models. Retrieved from <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/system-models/>
- EEA, & EMEP. European Environment Agency and European Monitoring and Evaluation Programme. (2019). *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019* (13/2019). Retrieved from Luxembourg: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>
- Global Compact Network Portugal. (2016). A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. *17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e 169 Metas: para transformar o Mundo em nome dos Povos e do Planeta*. Retrieved from <https://globalcompact.pt/index.php/pt/agenda-2030>
- Grupo Red Eléctrica. (2020). *Report on independent limited assurance of greenhouse gas emissions inventory 2020 of Red Eléctrica Group*. Retrieved from <https://www.ree.es/en/sustainability/decarbonisation-of-the-economy/carbon-footprint>
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. In (pp. 678).
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. (2013). Climate Change 2013 - The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In (pp. 1535).

- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). Climate Change 2014 - Synthesis Report: Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In (pp. 151). Geneva, Switzerland.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). Climate Change 2021 - The Physical Science Basis (Technical Summary): Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report. In (pp.112).
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). Climate Change 2022 - Mitigation of Climate Change: Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report. In (pp. 2913).
- ISO. International Organization for Standardization. (2008a). Gases com Efeito de Estufa - Parte 1: Especificações com linhas de orientação ao nível da organização para a quantificação e comunicação de emissão e remoção de gases com efeito de estufa (ISO 14064-1:2006). In (pp. 29).
- ISO. International Organization for Standardization. (2008b). Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e enquadramento (ISO 14040:2006). In (pp. 29).
- ISO. International Organization for Standardization. (2011). Greenhouse gases - Competence requirements for greenhouse gas validation teams and verification teams. In (pp. 25).
- ISO. International Organization for Standardization. (2012a). Gases com efeito de estufa - Parte 2: Especificações com orientações ao nível do projeto para a quantificação, monitorização e comunicação de emissão e incremento de remoção de gases com efeito de estufa. In (pp. 40).
- ISO. International Organization for Standardization. (2012b). Gases com efeito de estufa - Parte 3: Especificações com linhas de orientação ao nível da validação e verificação de declarações de gases com efeito de estufa (ISO 14064-3:2006). In (pp. 47).
- ISO. International Organization for Standardization. (2013a). Greenhouse gases - Quantification and reporting of greenhouse gas emissions for organizations - Guidance for the application of ISO 14064-1. In (pp. 88).

- ISO. International Organization for Standardization. (2013b). Greenhouse gases - Requirements for greenhouse gas validation and verification bodies for use in accreditation or other forms of recognition. In (pp. 27).
- ISO. International Organization for Standardization. (2018). Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication. In (pp. 46).
- ISO. International Organization for Standardization. (2022a). About Us. Retrieved from <https://www.iso.org/about-us.html>
- ISO. International Organization for Standardization. (2022b). Standards. Retrieved from <https://www.iso.org/standards.html>
- National Institute of Standards and Technology. (2006). The International System of Units (SI) – Conversion Factors for General Use. In (pp. 24).
- PRé Sustainability. (2022a). About SimaPro. Retrieved from <https://simapro.com/about/>
- PRé Sustainability. (2022b). Ecoinvent LCI database. Retrieved from <https://simapro.com/databases/ecoinvent/>
- Redes Sustentáveis e Serviços. (2022). *Especificação Técnica - Gestão de Vegetação das Faixas de Serviço*. Redes Energéticas Nacionais.
- Redes Sustentáveis e Serviços. (2022). *Especificação Técnica - Reconversão do uso/ocupação do solo*. Redes Energéticas Nacionais.
- REN. Redes Energéticas Nacionais. (2021). *Relatório Anual 2021*. Retrieved from https://www.ren.pt/pt-PT/investidores/relatorio_anual
- REN. Redes Energéticas Nacionais. (2022a). Logótipo REN. Retrieved from [https://www.ren.pt/files/2019-07/2019-07-09092842_7a820a40-3b49-417f-a962-6c4d7f037353\\$\\$f2002e59-91c3-4144-a3e5-5fa5ae4ac85d\\$\\$9a303caa-0a88-4435-a7c9-cd3d69ba6371\\$\\$File\\$\\$pt\\$\\$1.png](https://www.ren.pt/files/2019-07/2019-07-09092842_7a820a40-3b49-417f-a962-6c4d7f037353$$f2002e59-91c3-4144-a3e5-5fa5ae4ac85d$$9a303caa-0a88-4435-a7c9-cd3d69ba6371$$File$$pt$$1.png)
- REN. Redes Energéticas Nacionais. (2022b). O que fazemos - Cadeia de Valor da Rede de Transporte. Retrieved from https://www.ren.pt/pt-PT/o_que_fazemos/eletricidade/cadeia_de_valor_da_rede_de_transporte#1
- REN. Redes Energéticas Nacionais. (2022c). O que fazemos - Eletricidade. Retrieved from https://www.ren.pt/pt-PT/o_que_fazemos/eletricidade

- REN. Redes Energéticas Nacionais. (2022d). O que fazemos - Gás natural. Retrieved from https://www.ren.pt/pt-PT/o_que_fazemos/gas_natural
- REN. Redes Energéticas Nacionais. (2022e). O que fazemos - O Setor do Gás Natural. Retrieved from https://www.ren.pt/pt-PT/o_que_fazemos/gas_natural/o_setor_do_gas_natural#1
- REN. Redes Energéticas Nacionais. (2022f). O que fazemos - O Setor Elétrico. Retrieved from https://www.ren.pt/pt-PT/o_que_fazemos/eletricidade/o_setor_eletrico#1
- REN. Redes Energéticas Nacionais. (2022g). Quem somos - Perfil da Empresa. Retrieved from https://www.ren.pt/pt-PT/quem_somos/perfil_da_empresa
- TFI. Task Force on National Greenhouse Gas Inventories (2021). Organization - About IPCC TFI. Retrieved from <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/org/aboutnggip.html>
- UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change. (2008). Kyoto Protocol Reference Manual - On Accounting of Emissions and Assigned Amount. In (pp. 127).
- United Nations. (1992). United Nations Framework Convention on Climate Change. In (pp. 33).
- WBCSD, & WRI. World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute. (2001). Greenhouse Gas Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard. In (pp. 113).
- WBCSD, & WRI. World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute. (2009). Greenhouse Gas Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. In (pp. 146).
- WBCSD, & WRI. World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute. (2011). Greenhouse Gas Protocol Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard. In (pp.152).
- WBCSD, & WRI. World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute. (2017). Calculation Tools: Emission Factors from Cross-Sector Tools. Retrieved from <https://ghgprotocol.org/calculation-tools>

- WBCSD, & WRI. World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute. (2022a). About Us. Retrieved from <https://ghgprotocol.org/about-us>
- WBCSD, & WRI. World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute. (2022b). Guidance Built on GHG Protocol. Retrieved from <https://ghgprotocol.org/guidance-built-ghg-protocol>
- WBCSD, & WRI. World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute. (2022c). Standards. Retrieved from <https://ghgprotocol.org/standards>
- WBCSD, WRI, & Carbon Trust. World Business Council for Sustainable Development, World Resources Institute and Carbon Trust. (2011). Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions. In (pp. 182).
- Wiedmann, T., & Minx, J. (2008). A Definition of 'Carbon Footprint'. In *Ecological Economics Research Trends* (pp. 11): Nova Science Publishers.
- Wright, L. A., Kemp, S., & Williams, I. (2014). 'Carbon footprinting': towards a universally accepted definition. *Carbon Management*, 2(1), 61-72. doi:10.4155/cmt.10.39

ANEXOS

ANEXO A - MAPAS DA RNT E RNTG

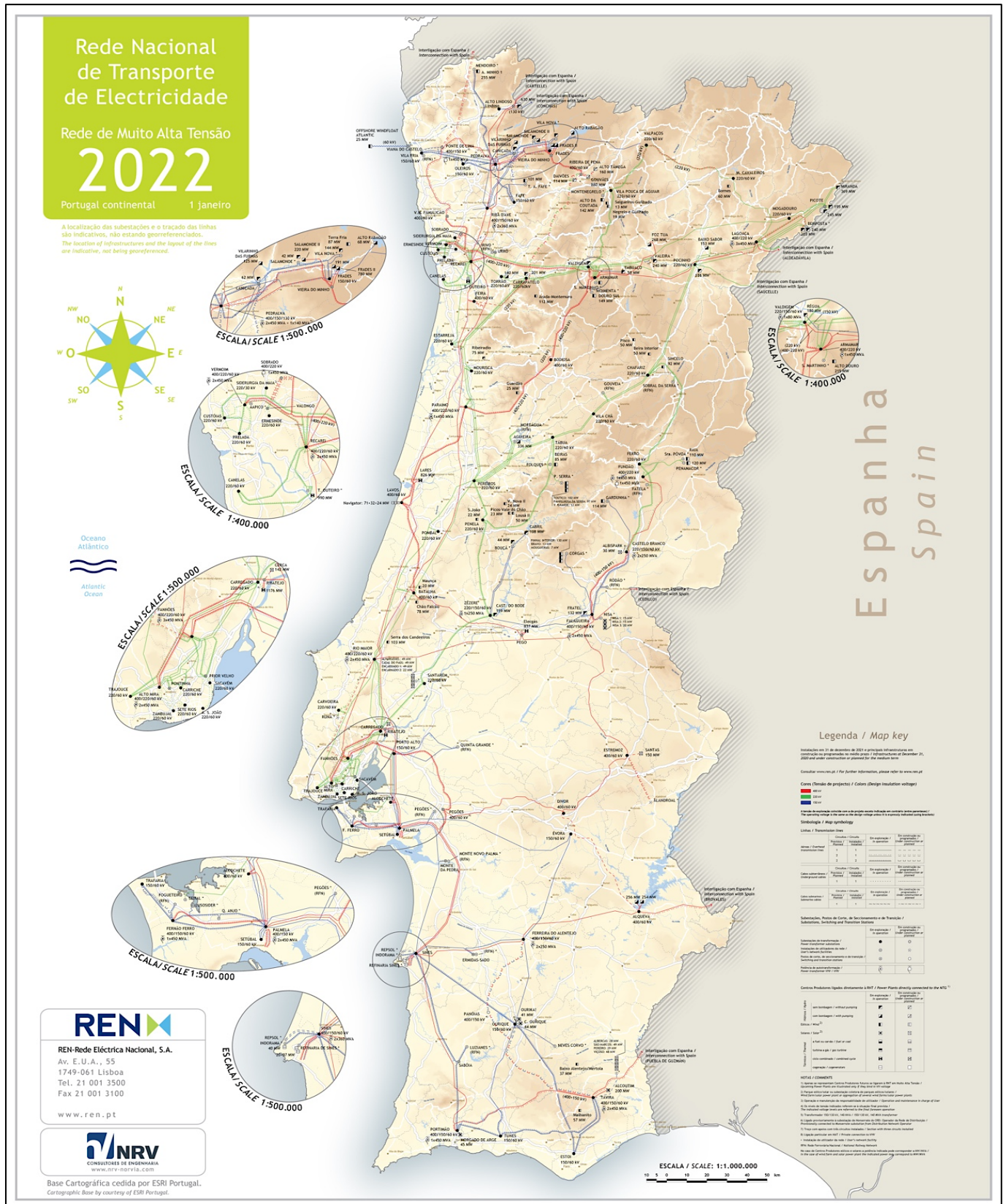


Figura A.1 – Mapa da RNT. Retirado de: REN (2022c).

Rede Nacional de Transporte, Infraestruturas de Armazenamento e Terminais de GNL

2022

Portugal continental 1 janeiro

A localização das estações e o traçado são indicativos, não estando georreferenciados.
The location of infrastructures and the layout of the lines are indicative, not being georeferenced.



REN-Gasodutos, S.A.
Estrada Nacional 116,
2674-505 Bucelas
Tel. 21 968 8200
Fax 21 968 7362

www.ren.pt



Base Cartográfica cedida por ESRI Portugal.
Cartographic Base by courtesy of ESRI Portugal.

Figura A.2 – Mapa da RNTG. Retirado de: REN (2022d).

ANEXO B - QUESTIONÁRIO

Este Anexo restringe-se à apresentação das questões do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados, necessários ao desenvolvimento da dissertação.

QUESTIONÁRIO REN.

O presente questionário tem como objetivo a recolha de dados para a elaboração de uma dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente (da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto), cujo tema é "Quantificação de emissões de Âmbito 3 provenientes da gestão da vegetação das faixas de servidão da REN".

Com este questionário pretende-se apurar os consumos de combustível, associados à deslocação dos trabalhadores, ao transporte de equipamentos pesados e à utilização de equipamentos mecânicos nas zonas a intervencionar, e apurar quantidades de fertilizantes e herbicida utilizados no âmbito da gestão da vegetação das faixas de servidão.

A informação referida é essencial para o cálculo das emissões de gases com efeito de estufa associadas às atividades desenvolvidas pelos prestadores de serviço.

Nota – Todos os dados solicitados são para a totalidade de atividades desenvolvidas desde o início da prestação de serviço em curso.

Em caso de dúvidas, pedir esclarecimento através do e-mail: sjesus@ren.pt

Muito obrigada pela colaboração.



Figura B.1 – Introdução do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.

1. Indique o nome da empresa:

2. Indique a prestação de serviços:

3.

Indique a quantidade de combustível (Gasóleo e/ou Gasolina) utilizado em viaturas ligeiras para a deslocação de equipas para o terreno e a quantidade de combustível utilizado em viaturas pesadas (ex: camião) para transporte de máquinas de grande porte, desde o início das intervenções até ao momento. Caso só utilizem viaturas com uma tipologia de combustível coloque zero na opção que não se aplica.

	Viatura ligeira - Gasóleo	Viatura ligeira - Gasolina	Viatura pesada - Gasóleo	Viatura pesada - Gasolina
Consumo de combustível total (Litros)				

Figura B.2 – Questão 1, 2 e 3 do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.

4.

Indique o período de execução do trabalho.

Caso ainda não tenha terminado os trabalhos de gestão da vegetação/combustível, admita como "data de fim" o dia de preenchimento do questionário.

	Dia	Mês	Ano
Data de início			
Data de fim			

←

→

Figura B.3 – Questão 4 do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.

5. Indique o total de hectares intervencionados durante toda a prestação de serviços:

6. Indique o total de hectares intervencionados para cada tipo de intervenção:

	Abate, Toragem e Rechega (ATE)	Abate de Árvores Isoladas e Desmontagem de Árvores (AAI e DTA)	Limpeza de Matos (LMT)	Eliminação de Cepos (ECP)	Preparação do terreno e Plantação (PLT)
Hectares intervencionados					

Figura B.4 – Questão 5 e 6 do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.

7. Para a intervenção Abate, Toragem e Rechega (ATE), indique a percentagem (%) de área intervencionada por tipologia de equipamento utilizado e o seu consumo de combustível por hectare intervencionado (Litros/hectare).

A percentagem de área intervencionada deve ter por base o valor respondido na pergunta 6, para esta intervenção.

Caso não tenha sido utilizado um equipamento, coloque um zero. Para cada equipamento a percentagem máxima é de 100%.

	Percentagem de área intervencionada	Consumo (Litros/hectare)
Motosserra	0	0
Giratória com cabeça processadora	0	0
Processador florestal	0	0

Figura B.5 – Questão 7 do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.

8. Para a intervenção Abate de Árvores Isoladas e Desmontagem de Árvores (AAI e DTA), indique a percentagem (%) de área intervencionada por tipologia de equipamento utilizado e o seu consumo de combustível por hectare intervencionado (Litros/hectare).

A percentagem de área intervencionada deve ter por base o valor respondido na pergunta 6, para esta intervenção.

Caso não tenha sido utilizado um equipamento, coloque um zero. Para cada equipamento a percentagem máxima é de 100%.

	Percentagem de área intervencionada	Consumo (Litros/hectare)
Motosserra	0	0
Giratória com cabeça processadora	0	0
Processador florestal	0	0

Figura B.6 – Questão 8 do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.

9. Para a intervenção Limpeza de Matos (LMT), indique a percentagem (%) de área intervencionada por tipologia de equipamento utilizado e o seu consumo de combustível por hectare intervencionado (Litros/hectare).

A percentagem de área intervencionada deve ter por base o valor respondido na pergunta 6, para esta intervenção.

Caso não tenha sido utilizado um equipamento, coloque um zero. Para cada equipamento a percentagem máxima é de 100%.

	Percentagem de área intervencionada	Consumo (Litros/hectare)
Motorroçadora	0	0
Trator com grade	0	0
Trator com corta-matos	0	0
Trator com destróador	0	0
RAPTOR	0	0
Retro-aranha com corta-matos	0	0
Retro-aranha com destróador	0	0

Figura B.7 – Questão 9 do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.

10. Para a intervenção Eliminação de Cepos (ECP), indique a percentagem (%) de área intervencionada por tipologia de equipamento utilizado e o seu consumo de combustível por hectare intervencionado (Litros/hectare).

A percentagem de área intervencionada deve ter por base o valor respondido na pergunta 6, para esta intervenção.

Caso não tenha sido utilizado um equipamento, coloque um zero. Para cada equipamento a percentagem máxima é de 100%.

	Percentagem de área intervencionada	Consumo (Litros/hectare)
Giratória com enxó	0	0
Giratória com RAC	0	0
Giratória com Balde	0	0
RAPTOR	0	0
Giratória com destroçador	0	0

Figura B.8 – Questão 10 do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.

11.

No âmbito dos trabalhos de reconversão, para a intervenção Preparação do terreno, indique a percentagem (%) de área intervencionada por tipologia de equipamento utilizado e o seu consumo de combustível por hectare intervencionado (Litros/hectare).

A percentagem de área intervencionada deve ter por base o valor respondido na pergunta 6, para esta intervenção (PLT). Caso não tenha sido utilizado um equipamento, coloque um zero. Para cada equipamento a percentagem máxima é de 100%.

	Percentagem de área intervencionada	Consumo (Litros/hectare)
Abertura covachos	0	0
Lavoura	0	0
Ripagem	0	0
Subsolagem	0	0
Armação vala e cômore	0	0
Enxadaço	0	0

Figura B.9 – Questão 11 do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.

12. No âmbito dos trabalhos de reconversão, para a intervenção Plantação, indique a percentagem (%) de área intervencionada por tipologia de equipamento utilizado e o seu consumo de combustível por hectare intervencionado (Litros/hectare). A percentagem de área intervencionada deve ter por base o valor respondido na pergunta 6, para esta intervenção (PLT). Caso não tenha sido utilizado um equipamento, coloque um zero. Para cada equipamento a percentagem máxima é de 100%.

	Percentagem de área intervencionada	Consumo (Litros/hectare)
Giratória com plantadores mecânicos	0	0

Figura B.10 – Questão 12 do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.

13. Para a prestação de serviços em causa, indique o total de herbicida utilizado (Litros).
Caso não se tenha utilizado, coloque zero.

14. Para a prestação de serviços em causa, indique o total de adubo utilizado (kg).
Caso não se tenha utilizado, coloque zero.

Figura B.11 – Questão 13 e 14 do Questionário realizado no âmbito da recolha de dados.

ANEXO C – DADOS RECOLHIDOS

Neste Anexo encontram-se apresentados os dados recolhidos através do Questionário e por esclarecimento adicional, fornecidos por cada Prestador de Serviços. A cada prestador foi atribuída uma letra do abecedário, sendo que as tabelas têm os valores registados por ordem de preenchimento. Os valores que se encontram com letra vermelha são amostras descartadas, pelos motivos já enumerados anteriormente.

Tabela C.1 – Data de início e fim da intervenção de cada prestador de serviços

Prestador de serviços	Data de início de intervenção	Data de fim de intervenção
A	12/01/22	20/06/22
B	01/01/22	24/06/22
C	25/01/21	27/06/21
D	20/11/19	27/06/22
E	01/08/19	26/06/22
F	03/03/21	01/03/22
G	21/10/19	28/06/22
H	06/12/21	29/06/22
I	01/09/21	31/03/22
J	03/02/22	30/06/22
K	19/04/21	30/06/22
L	25/01/22	01/07/22
M	01/06/21	01/07/22
N	25/01/21	14/01/22
O	15/10/19	30/06/22
P	01/11/21	01/07/22
Q	01/10/19	01/07/22
R	01/09/20	30/04/22
S	18/06/21	28/06/22
T	01/01/21	01/07/22

Tabela C.2 – Dados recolhidos referentes à área total intervencionada e por cada tipo de intervenção

Prestador de serviços	Total hectares	Hectares (ATE)	Hectares (AAI+DTA)	Hectares (LMT)	Hectares (ECP)	Hectares (PREP+PLT)
A	291	10	0	281	0	0
B	284	0	0	284	0	0
C	160	0	0	160	90	0
D	2 531,22	632,8	0	2 531,22	15,05	6,19
E	2 458	0	200	2 258	0	0
F	640,04	45	5	640,04	0	0
G	1 195,26	285	10	900	60,48	32,61
H	255	0	0	250	0	0
I	60	18	18	60	0	0
J	394,44	17	0	377,44	0	0
K	337	190	210	147	17,17	14,16
L	61,54	0	14	61,54	17,64	0
M	148,45	0	148,45	148,45	39,84	19,05
N	278,37	85	1	278,37	58	0
O	2 430	97	3	2 330	65	65
P	300	300	300	300	150	150
Q	322	322	270	322	144	111
R	135	81	6,8	135	6,13	6,13
S	360,15	360,15	360,15	360,15	180,9	109,92
T	2 734,14	0	382	2 764,14	152,05	57,16

Tabela C.3 – Dados recolhidos referentes à atividade “Deslocação de trabalhadores para o terreno”

Prestador de serviços	Viatura Ligeira - Gasóleo (L)	Viatura Ligeira - Gasolina (L)
A	12 070	0
B	6 000	0
C	8 580	0
D	42 941	0
E	13 491	0
F	16 599	0
G	55 060	0
H	3 750	0
I	2 400	0
J	4 470	0
K	6 570	0
L	3 600	0
M	6 480	0
N	3 610	0
O	60 350	0
P	30	0
Q	0	0
R	4 460	7 242
S	5 240	0
T	20 000	0

Tabela C.4 – Dados recolhidos referentes à atividade “Transporte de equipamentos mecânicos”

Prestador de serviços	Viatura Pesada - Gasóleo (L)	Viatura Pesada - Gasolina (L)
A	546	0
B	0	0
C	1 800	0
D	1 200	0
E	0	0
F	2 309	0
G	6 300	0
H	12 300	0
I	400	0
J	396	0
K	630	0
L	200	0
M	200	0
N	1 600	0
O	2 730	0
P	100	0
Q	0	0
R	16 000	0
S	350	0
T	62 145	21 835

Tabela C.5 – Dados recolhidos referentes à intervenção ATE, da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”

Intervenção – ATE						
Prestador de serviços	% motosserra	Consumo motosserra (L/ha)	% giratória	Consumo giratória (L/ha)	% processador	Consumo processador (L/ha)
A	100	52	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0
D	96	32	3	448	1	183
E	0	0	0	0	0	0
F	100	50	0	0	0	0
G	100	7	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0
I	33	10	0	0	67	40
J	100	23	0	0	0	0
K	100	50	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0
N	100	7	0	0	0	0
O	100	52	0	0	0	0
P	100	0	0	0	0	0
Q	100	0	0	0	0	0
R	100	81	0	0	0	0
S	100	40	100	40	0	0
T	0	0	0	0	0	0

Tabela C.6 – Dados recolhidos referentes à intervenção AAI+DTA, da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”

Intervenção – AAI + DTA						
Prestador de serviços	% motosserra	Consumo motosserra (L/ha)	% giratória	Consumo giratória (L/ha)	% processador	Consumo processador (L/ha)
A	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0
E	100	3	0	0	0	0
F	100	39	0	0	0	0
G	100	7	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0
I	100	10	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0
K	100	50	0	0	0	0
L	100	15	0	0	0	0
M	100	6	0	0	0	0
N	100	7	0	0	0	0
O	100	52	0	0	0	0
P	100	0	0	0	0	0
Q	100	0	0	0	0	0
R	100	1 000	0	0	0	0
S	50	30	0	0	0	0
T	100	350	0	0	0	0

Tabela C.7 – Dados recolhidos referentes à intervenção LMT, da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”

Intervenção – LMT								
Prestador de serviços	% motorroçadora	Consumo motorroçadora (L/ha)	% trator grade	Consumo trator grade (L/ha)	% trator matos	Consumo trator matos (L/ha)	% trator destróador	Consumo trator destróador (L/ha)
A	14	21	8	39	30	61	48	73
B	10	10	75	45	15	55	0	0
C	8	120	0	0	0	0	20	100
D	14	21	60	24	25	40	0	0
E	10	3	0	0	30	17	20	17
F	10	43	40	40	50	40	0	0
G	40	20	10	18	43	48	5	72
H	20	20	70	45	10	55	0	0
I	95	15	0	0	50	40	40	45
J	22	3	2	42	77	32	0	0
K	35	80	0	0	0	0	65	120
L	25	7	0	0	75	67	0	0
M	25	7	0	0	75	67	0	0
N	20	20	20	18	40	48	0	0
O	11	25	7	40	39	60	40	70
P	40	0	0	0	60	0	0	0
Q	15	0	20	0	65	0	0	0
R	60	89	0	0	0	0	40	300
S	100	38	50	400	35	300	0	0
T	16	60	6	50	30	80	40	80

Tabela C.8 – Dados recolhidos referentes à intervenção LMT, da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”
(Continuação)

Intervenção – LMT (continuação)						
Prestador de serviços	% raptor	Consumo raptor (L/ha)	% retro matos	Consumo retro matos (L/ha)	% retro destroçador	Consumo retro destroçador (L/ha)
A	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	72	250
D	1	176	0	0	0	0
E	20	25	20	17	0	0
F	0	0	0	0	0	0
G	2	95	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0
N	20	95	0	0	0	0
O	3	120	0	0	0	0
P	0	0	0	0	0	0
Q	0	0	0	0	0	0
R	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0
T	8	200	0	0	0	0

Tabela C.9 – Dados recolhidos referentes à intervenção ECP, da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”

Intervenção – ECP						
Prestador de serviços	% giratória enxó	Consumo giratória enxó (L/ha)	% giratória RAC	Consumo giratória RAC (L/ha)	% giratória balde	Consumo giratória balde (L/ha)
A	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0
D	41	84	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0
G	90	140	0	0	10	280
H	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0
K	100	120	0	0	0	0
L	0	0	0	0	100	200
M	0	0	0	0	100	200
N	100	140	0	0	0	0
O	100	120	0	0	0	0
P	0	0	0	0	100	0
Q	99	0	0	0	1	0
R	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	50	380
T	0	0	0	0	0	0

Tabela C.10 – Dados recolhidos referentes à intervenção ECP, da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”
(Continuação)

Intervenção – ECP (continuação)				
Prestador de serviços	% raptor	Consumo raptor (L/ha)	% giratória destroçador	Consumo giratória destroçador (L/ha)
A	0	0	0	0
B	0	0	0	0
C	0	0	100	80
D	0	0	59	183
E	0	0	0	0
F	0	0	0	0
G	0	0	0	0
H	0	0	0	0
I	0	0	0	0
J	0	0	0	0
K	0	0	0	0
L	0	0	0	0
M	0	0	0	0
N	100	95	0	0
O	0	0	0	0
P	0	0	0	0
Q	0	0	0	0
R	100	28	0	0
S	0	0	0	0
T	100	200	0	0

Tabela C.11 – Dados recolhidos referentes à intervenção PREP, da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”

Intervenção – PREP						
Prestador de serviços	% covachos	Consumo covachos (L/ha)	% lavoura	Consumo lavoura (L/ha)	% ripagem	Consumo ripagem (L/ha)
A	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0
G	0	0	10	25	90	90
H	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0
K	10	0	0	0	90	200
L	0	0	0	0	0	0
M	100	200	0	0	0	0
N	0	0	0	0	0	0
O	0	0	0	0	0	0
P	0	0	100	0	0	0
Q	15	0	0	0	85	0
R	0	0	0	0	100	49
S	100	0	100	300	0	0
T	0	0	0	0	0	0

Tabela C.12 – Dados recolhidos referentes à intervenção PREP, da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos” (Continuação)

Intervenção – PREP (continuação)						
Prestador de serviços	% subsolagem	Consumo subsolagem (L/ha)	% armação	Consumo armação (L/ha)	% enxadão	Consumo enxadão (L/ha)
A	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0
N	0	0	0	0	0	0
O	0	0	0	0	0	0
P	0	0	0	0	0	0
Q	0	0	0	0	0	0
R	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0
T	0	0	0	0	0	0

Tabela C.13 – Dados recolhidos referentes à intervenção PLT, da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”

Intervenção – PLT		
Prestador de serviços	% giratória	Consumo giratória (L/ha)
A	0	0
B	0	0
C	0	0
D	0	0
E	0	0
F	0	0
G	0	0
H	0	0
I	0	0
J	0	0
K	0	0
L	0	0
M	0	0
N	0	0
O	0	0
P	0	0
Q	0	0
R	0	0
S	0	0
T	0	0

Tabela C.14 – Dados recolhidos referentes à atividade “Utilização de fertilizantes e herbicida”

Prestador de serviços	Herbicida (L)	Fertilizante (kg)
A	0	0
B	0	0
C	0	0
D	0	45,5
E	0	0
F	0	0
G	0	5 980
H	0	0
I	10	60
J	0	0
K	0	7
L	0	0
M	0	297,65
N	0	0
O	50	520
P	0	1 250
Q	0	30
R	5	50
S	0	1 500
T	0	0

Tabela C.15 – Dados fornecidos por esclarecimento adicional dos prestadores de serviços, sobre tipologia de fertilizantes utilizados

Prestador de serviços	Fertilizante total (kg)	Corretor de acidez (kg)	Inorgânico (kg)	Orgânico (kg)
A	0	0	0	0
B	0	0	0	0
C	0	0	0	0
D	45,5	0	0	45,5
E	0	0	0	0
F	0	0	0	0
G	5 980	3 750	2 217,5	12,5
H	0	0	0	0
I	60	0	0	60
J	0	0	0	0
K	7	0	0	7
L	0	0	0	0
M	297,65	0	297,65	0
N	0	0	0	0
O	520	0	0	520

Tabela C.16 – Conversão da quantidade de herbicida em litros para quilogramas, através da concentração 360 g/L

Prestador de serviços	Herbicida (L)	Herbicida (kg)
A	0	0
B	0	0
C	0	0
D	0	0
E	0	0
F	0	0
G	0	0
H	0	0
I	10	3,6
J	0	0
K	0	0
L	0	0
M	0	0
N	0	0
O	50	18

ANEXO D - RESULTADOS OBTIDOS DA ATIVIDADE UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MECÂNICOS

Neste Anexo encontram-se os valores obtidos, da atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”, de emissões de CO₂, CH₄ e N₂O e do seu total (emissões de CO₂-eq), para cada prestador de serviços e para cada intervenção.

Tabela D.1 – Resultados obtidos por tipologia de emissões, na intervenção ATE

Intervenção – ATE				
Prestador de serviços	Emissões CO ₂ (kg)	Emissões CH ₄ (g)	Emissões N ₂ O (g)	Emissões CO ₂ -eq (kg)
A	1 196,9	173,1	30,2	1 209,8
B	0,0	0,0	0,0	0,0
C	0,0	0,0	0,0	0,0
D	70 268,6	10 146,4	1 793,5	71 028,0
E	0,0	0,0	0,0	0,0
F	5 179,0	748,9	130,8	5 234,7
G	4 723,3	683,0	119,3	4 774,0
H	0,0	0,0	0,0	0,0
I	1 405,9	202,6	36,5	1 421,3
J	881,6	127,5	22,3	891,1
K	21 867,1	3 162,1	552,1	22 101,9
L	0,0	0,0	0,0	0,0
M	0,0	0,0	0,0	0,0
N	1 408,7	203,7	35,6	1 423,8
O	11 610,3	1 678,9	293,1	11 735,0
Soma				119 819,5

Tabela D.2 – Resultados obtidos por tipologia de emissões, na intervenção AAI+DTA

Intervenção – AAI + DTA				
Prestador de serviços	Emissões CO ₂ (kg)	Emissões CH ₄ (g)	Emissões N ₂ O (g)	Emissões CO ₂ -eq (kg)
A	0,0	0,0	0,0	0,0
B	0,0	0,0	0,0	0,0
C	0,0	0,0	0,0	0,0
D	0,0	0,0	0,0	0,0
E	1 381,1	199,7	34,9	1 395,9
F	448,9	64,9	11,3	453,7
G	165,7	24,0	4,2	167,5
H	0,0	0,0	0,0	0,0
I	414,3	59,9	10,5	418,8
J	0,0	0,0	0,0	0,0
K	24 168,9	3 495,0	610,2	24 428,5
L	483,4	69,9	12,2	488,6
M	2 050,2	296,5	51,8	2 072,2
N	16,6	2,4	0,4	16,8
O	359,1	51,9	9,1	362,9
Soma				29 804,8

Tabela D.3 – Resultados obtidos por tipologia de emissões, na intervenção LMT

Intervenção – LMT				
Prestador de serviços	Emissões CO ₂ (kg)	Emissões CH ₄ (g)	Emissões N ₂ O (g)	Emissões CO ₂ -eq (kg)
A	43 737,2	6 300,3	1 135,9	44 214,6
B	32 159,1	4 632,0	835,8	32 510,3
C	88 057,2	12 684,3	2 287,2	89 018,4
D	192 027,7	27 666,4	4 980,6	194 122,3
E	102 351,8	14 741,9	2 660,4	103 469,6
F	67 194,3	9 681,2	1 742,5	67 927,2
G	82 872,2	11 945,2	2 142,5	83 774,5
H	26 733,8	3 851,6	693,5	27 025,4
I	7 990,2	1 151,9	206,3	8 077,1
J	25 612,8	3 689,2	665,6	25 892,5
K	39 759,4	5 731,8	1 026,8	40 191,9
L	8 476,5	1 221,0	220,2	8 569,0
M	20 447,4	2 945,3	531,2	20 670,6
N	33 223,3	4 786,4	862,0	33 585,8
O	370 463,3	53 363,8	9 622,4	374 507,4
Soma				1 153 556,6

Tabela D.4 – Resultados obtidos por tipologia de emissões, na intervenção ECP

Intervenção – ECP				
Prestador de serviços	Emissões CO ₂ (kg)	Emissões CH ₄ (g)	Emissões N ₂ O (g)	Emissões CO ₂ -eq (kg)
A	0,0	0,0	0,0	0,0
B	0,0	0,0	0,0	0,0
C	19 017,4	2 738,9	494,5	19 225,1
D	5 661,0	815,3	147,2	5 722,9
E	0,0	0,0	0,0	0,0
F	0,0	0,0	0,0	0,0
G	24 600,9	3 543,1	639,7	24 869,6
H	0,0	0,0	0,0	0,0
I	0,0	0,0	0,0	0,0
J	0,0	0,0	0,0	0,0
K	5 442,1	783,8	141,5	5 501,6
L	9 318,5	1 342,1	242,3	9 420,3
M	21 045,9	3 031,1	547,3	21 275,8
N	36 000,9	5 185,0	936,2	36 394,2
O	20 602,1	2 967,2	535,7	20 827,2
			Soma	143 236,6

Tabela D.5 – Resultados obtidos por tipologia de emissões, na intervenção PREP

Intervenção – PREP				
Prestador de serviços	Emissões CO ₂ (kg)	Emissões CH ₄ (g)	Emissões N ₂ O (g)	Emissões CO ₂ -eq (kg)
A	0,0	0,0	0,0	0,0
B	0,0	0,0	0,0	0,0
C	0,0	0,0	0,0	0,0
D	0,0	0,0	0,0	0,0
E	0,0	0,0	0,0	0,0
F	0,0	0,0	0,0	0,0
G	7 192,1	1 035,8	187,0	7 270,7
H	0,0	0,0	0,0	0,0
I	0,0	0,0	0,0	0,0
J	0,0	0,0	0,0	0,0
K	6 732,1	969,6	175,1	6 805,7
L	0,0	0,0	0,0	0,0
M	10 063,4	1 449,4	261,7	10 173,3
N	0,0	0,0	0,0	0,0
O	0,0	0,0	0,0	0,0
Soma				24 249,6

ANEXO E - EMISSÕES DA PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DOS FERTILIZANTES

Este Anexo contém os resultados obtidos em separado das emissões diretas e indiretas provenientes da produção e aplicação dos fertilizantes.

Tabela E.1 – Resultados obtidos de emissões da produção de fertilizantes

Emissões – Produção de fertilizantes				
Prestador de serviços	Emissões CO ₂ (kg)	Emissões CH ₄ (g)	Emissões N ₂ O (g)	Outros GEE (kg CO ₂ -eq)
A	0,0	0,0	0,0	0,0
B	0,0	0,0	0,0	0,0
C	0,0	0,0	0,0	0,0
D	2,1	5,2	0,1	0,0
E	0,0	0,0	0,0	0,0
F	0,0	0,0	0,0	0,0
G	2 268,2	4 720,5	436,5	3,8
H	0,0	0,0	0,0	0,0
I	2,8	6,9	0,1	0,0
J	0,0	0,0	0,0	0,0
K	0,3	0,8	0,0	0,0
L	0,0	0,0	0,0	0,0
M	290,2	612,8	58,0	0,5
N	0,0	0,0	0,0	0,0
O	24,1	59,8	0,6	0,1

Tabela E.2 – Resultados obtidos de emissões diretas e indiretas da aplicação de fertilizantes

Emissões – Aplicação de fertilizantes			
Prestador de serviços	Emissões diretas CO ₂ (kg)	Emissões diretas N ₂ O (kg)	Emissões indiretas N ₂ O (kg)
A	0,0	0,0	0,0
B	0,0	0,0	0,0
C	0,0	0,0	0,0
D	0,0	0,1	0,0
E	0,0	0,0	0,0
F	0,0	0,0	0,0
G	1 787,5	5,2	0,6
H	0,0	0,0	0,0
I	0,0	0,1	0,0
J	0,0	0,0	0,0
K	0,0	0,0	0,0
L	0,0	0,0	0,0
M	0,0	0,7	0,1
N	0,0	0,0	0,0
O	0,0	0,7	0,1

ANEXO F - RESULTADOS ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Este Anexo é destinado aos resultados obtidos na Análise de Sensibilidade realizada, focada na alteração dos Potenciais de Aquecimento Global na atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”.

Tabela F.1 – Análise de Sensibilidade para a atividade "Utilização de equipamentos mecânicos"

Atividade “Utilização de equipamentos mecânicos”		
Prestador de serviços	Emissões CO ₂ -eq (kg) (2013)	Emissões CO ₂ -eq (kg) (2021)
A	45 424,4	45 445,4
B	32 510,3	32 525,3
C	108 243,5	108 293,6
D	270 873,1	270 998,0
E	104 865,5	104 913,9
F	73 615,5	73 649,5
G	120 856,3	120 912,0
H	27 025,4	27 037,9
I	9 917,2	9 921,7
J	26 783,5	26 795,9
K	99 029,6	99 075,1
L	18 477,9	18 486,4
M	54 191,9	54 216,9
N	71 420,5	71 453,5
O	407 432,5	407 620,7
Total	1 470 667,2	1 471 346,0
	Variação	+ 0,0461 % → + 679 kg

ANEXO G – RESULTADOS DOS CENÁRIOS DOS CONSUMOS ESPECÍFICOS

Neste anexo apresentam-se os valores de consumos mínimos e máximos considerados para cada cenário e os resultados das emissões. Os restantes consumos dos equipamentos da intervenção foram considerados para o cálculo, mas não sofreram nenhuma alteração.

Tabela G.1 – Consumos mínimos considerados por tipologia de equipamento

Cenários – Consumos mínimos								
Prestador de serviços	% motorroçadora	Consumo motorroçadora (L/ha)	% trator grade	Consumo trator grade (L/ha)	% trator matos	Consumo trator matos (L/ha)	% trator destróador	Consumo trator destróador (L/ha)
A	14	5	8	20	30	30	48	44
B	10	5	75	20	15	30	0	44
C	8	5	0	20	0	30	20	44
D	14	5	60	20	25	30	0	44
E	10	5	0	20	30	30	20	44
F	10	5	40	20	50	30	0	44
G	40	5	10	20	43	30	5	44
H	20	5	70	20	10	30	0	44
I	95	5	0	20	50	30	40	44
J	22	5	2	20	77	30	0	44
K	35	5	0	20	0	30	65	44
L	25	5	0	20	75	30	0	44
M	25	5	0	20	75	30	0	44
N	20	5	20	20	40	30	0	44
O	11	5	7	20	39	30	40	44

Tabela G.2 – Quantidade de combustível e emissões de GEE associadas ao cenário de consumos mínimos

Cenários – Consumos mínimos						
Prestador de serviços	Litros de gasolina	Litros de gasóleo	Emissões CO ₂ (kg)	Emissões CH ₄ (g)	Emissões N ₂ O (g)	Emissões CO ₂ -eq (kg)
A	179	8 872	23 846,4	3 434,7	619,8	24 106,8
B	130	5 450	14 692,9	2 116,3	381,9	14 853,3
C	58	30 208	79 922,8	11 510,8	2 078,2	80 795,8
D	1 616	53 053	143 849,2	20 719,7	3 737,9	145 419,8
E	1 030	58 887	157 909,1	22 743,9	4 104,5	159 633,6
F	292	14 507	38 988,9	5 615,7	1 013,4	39 414,7
G	1 642	16 914	48 455,3	6 980,9	1 257,2	48 984,0
H	228	4 182	11 569,8	1 666,6	300,5	11 696,1
I	260	1 944	5 732,9	826,0	148,6	5 795,5
J	374	8 676	23 777,8	3 425,0	617,7	24 037,4
K	235	4 204	11 644,7	1 677,4	302,4	11 771,8
L	70	1 366	3 769,8	543,0	97,9	3 810,9
M	169	3 295	9 093,6	1 309,9	236,2	9 192,9
N	254	9 680	26 151,2	3 766,7	679,6	26 436,8
O	1 169	79 499	212 671,8	30 631,2	5 528,3	214 994,4
					Soma	820 943,8

Tabela G.3 – Consumos máximos considerados por tipologia de equipamento

Cenários – Consumos máximos								
Prestador de serviços	% motorroçadora	Consumo motorroçadora (L/ha)	% trator grade	Consumo trator grade (L/ha)	% trator matos	Consumo trator matos (L/ha)	% trator destróçador	Consumo trator destróçador (L/ha)
A	14	81	8	44	30	65	48	98
B	10	81	75	44	15	65	0	98
C	8	81	0	44	0	65	20	98
D	14	81	60	44	25	65	0	98
E	10	81	0	44	30	65	20	98
F	10	81	40	44	50	65	0	98
G	40	81	10	44	43	65	5	98
H	20	81	70	44	10	65	0	98
I	95	81	0	44	50	65	40	98
J	22	81	2	44	77	65	0	98
K	35	81	0	44	0	65	65	98
L	25	81	0	44	75	65	0	98
M	25	81	0	44	75	65	0	98
N	20	81	20	44	40	65	0	98
O	11	81	7	44	39	65	40	98

Tabela G.4 – Quantidade de combustível e emissões de GEE associadas ao cenário de consumos máximos

Cenários – Consumos máximos						
Prestador de serviços	Litros de gasolina	Litros de gasóleo	Emissões CO ₂ (kg)	Emissões CH ₄ (g)	Emissões N ₂ O (g)	Emissões CO ₂ -eq (kg)
A	3 187	19 657	59 255,4	8 538,4	1 535,3	59 901,4
B	2 300	12 183	37 473,5	5 400,1	970,5	37 881,9
C	1 037	31 922	86 701,2	12 488,4	2 252,8	87 647,9
D	28 704	112 818	364 057,6	52 471,2	9 417,1	368 022,3
E	18 290	107 276	325 448,7	46 896,7	8 431,2	328 996,0
F	5 184	32 205	96 996,3	13 976,7	2 513,3	98 053,6
G	29 160	35 354	160 501,8	23 155,1	4 123,0	162 242,7
H	4 050	9 356	34 034,4	4 907,2	878,0	34 404,5
I	4 617	4 301	21 988,1	3 173,0	563,8	22 226,3
J	6 650	19 155	65 900,0	9 500,0	1 702,1	66 617,0
K	4 167	9 321	34 212,5	4 933,0	882,4	34 584,5
L	1 246	3 015	10 832,8	1 561,8	279,5	10 950,6
M	3 006	7 274	26 131,4	3 767,6	674,3	26 415,6
N	4 510	15 020	50 053,3	7 214,9	1 293,8	50 598,2
O	20 760	165 870	485 898,1	70 008,4	12 599,3	491 197,2
					Soma	1 879 739,8