



MARIA GORETI SILVA

SEQUESTRAÇÃO DO CARBONO ORGÂNICO NO SOLO PELA
VALORIZAÇÃO AGRÍCOLA DOS RESÍDUOS URBANOS BIODEGRADÁVEIS
REGIÃO ENTRE-DOURO-E-MINHO

Universidade Fernando Pessoa
Programa de Doutoramento em Ciências da Terra
Porto, 2024



MARIA GORETI SILVA

SEQUESTRAÇÃO DO CARBONO ORGÂNICO NO SOLO PELA
VALORIZAÇÃO AGRÍCOLA DOS RESÍDUOS URBANOS BIODEGRADÁVEIS
REGIÃO ENTRE-DOURO-E-MINHO

Universidade Fernando Pessoa
Programa de Doutoramento em Ciências da Terra
Porto, 2024

©2024

Maria Goreti Silva

“TODOS OS DIREITO RESERVADOS”

MARIA GORETI SILVA

SEQUESTRAÇÃO DO CARBONO ORGÂNICO NO SOLO PELA
VALORIZAÇÃO AGRÍCOLA DOS RESÍDUOS URBANOS BIODEGRADÁVEIS
REGIÃO ENTRE-DOURO-E-MINHO

Tese apresentada à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para
obtenção do grau de doutoramento de Ciências da Terra

RESUMO

Sequestração do Carbono Orgânico no Solo pela valorização agrícola dos Resíduos Urbanos Biodegradáveis região Entre-Douro-e-Minho

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito de doutoramento e tem como título Sequestração do Carbono orgânico no Solo pela valorização agrícola dos Resíduos Urbanos Biodegradáveis (RUB) região Entre-Douro-e-Minho

Foram analisadas estratégias para a promoção de um destino final adequado dos RUB e a possibilidade de recuperação de solos pobres em matéria orgânica, através da aplicação do compostado de RUB, como uma das alternativas sustentáveis dos Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU), que contribui para a agricultura e a sequestração de carbono, utilizando um modelo para simular e projetar as alterações do teor de Carbono Orgânico no Solo e o potencial de sequestração de Carbono, o modelo RothC, versão 26.3.

Na área de estudo escolhida, Região da Aguçadoura, Entre-Douro-e-Minho, Portugal, foram conduzidas uma série de simulações com este modelo. Esta área está inserida em zona vulnerável, sendo caracterizada por um solo pobre em matéria orgânica e de tipo arenoso, tendo as simulações incidido em culturas de produtos hortícolas e de vinhas. Foi promovido o enriquecimento dos solos e monitorizado o armazenamento de carbono orgânico. Para analisar o impacto das alterações climáticas, considerou-se a influência da temperatura e da precipitação, assumindo um aumento de 2°C na primeira e uma diminuição de 50 mm na segunda. Realizaram-se também simulações para as projeções climáticas *Representative Concentration Pathways (RCP) 4.5* e *RCP 8.5*. Todas as simulações consideraram um período de 80 anos para simular a variação do COS.

Os resultados evidenciaram que a adição de compostado permite um balanço positivo de carbono orgânico armazenado no solo, após a contabilização do que é assimilado e o que é emitido. Ao tornar os solos férteis, contribui-se para a mitigação das alterações climáticas. O aumento do carbono orgânico no solo, em qualquer simulação, é proporcional à quantidade de carbono adicionado. A utilização de compostado

proveniente de RUB pode assim melhorar a qualidade do solo, devendo ser incentivada a sua utilização.

Palavras-chave: Sequestração de carbono no solo, mitigação das emissões GEE, recuperação de biorresíduos, sustentabilidade.

ABSTRACT

Sequestration of Soil Organic Carbon by Agricultural Valorization of Biodegradable Urban Waste - Region between Douro and Minho in Portugal

This dissertation was developed within the scope of a PhD and is entitled Sequestration of Soil Organic Carbon by Agricultural Valorization of Biodegradable Urban Waste - Region between Douro and Minho in Portugal.

Strategies for the promotion of an adequate final destination of Biodegradable Urban Waste (BUW) were analysed, and also the possibility to recover degraded soils by applying BUW compost, as one of the sustainable alternatives of the Urban Waste Management Systems (UWMS), contributing to agriculture and carbon sequestration, using a model for simulating and projecting changes in the content of Organic Carbon in Soil and the potential for carbon sequestration, the RothC model, version 26.3.

In the chosen study area, Aguçadoura Region, Between Douro and Minho, Portugal, a series of simulations were carried out with this model. This area is located in a vulnerable area, with a soil with low levels of organic matter and of sandy type, and the simulations focused on vegetable crops and vineyards, promoting the recovery of soils and monitoring the stock of organic carbon. To analyze the impact of climate change, the influence of temperature and precipitation were also considered, assuming an increase of 2°C on the first and a decrease of 50 mm in the second. Additional simulations were also performed for the climate projections of *RCP 4.5* and *RCP 8.5*. All simulations considered an 80-year period to simulate the variation of the SOC.

The results evidenced that the addition of compost allows for a positive balance of carbon retained in the soil, after accounting for what is assimilated and emitted. Thus, by turning poor soils into fertile soils, it contributes to the mitigation of climate change. The increase in organic carbon in the soil, in any simulation, is proportional to the amount of compost added to the soil. The use of compost from BUW can improve soil quality and therefore its usage should be encouraged.

Keywords: Soil carbon sequestration, GHG emissions mitigation, biowaste recovery, sustainability

RESUMÉ

Séquestration du Carbone organique dans le sol par la valorisation agricole des Déchets Municipaux Biodégradables dans la région entre Douro et Minho

Cette thèse a été développée dans le cadre du doctorat et s'intitule Séquestration du COS par la valorisation agricole des Déchets Municipaux Biodégradables (DMB) dans la région entre Douro et Minho

Des stratégies ont été analysées pour la promotion d'une destination finale adéquate de Déchets Municipaux Biodégradables (DMB) et la possibilité de récupération des sols pauvres en matière organique, grâce à l'application de compost de DMB, comme l'une des alternatives durables des systèmes de gestion des déchets urbains (SGRU), qui contribue à l'agriculture et à la séquestration du carbone, en utilisant un modèle pour simuler et projeter les changements dans la teneur en carbone organique et le potentiel de séquestration du carbone, le modèle RothC, version 26.3.

Dans la zone d'étude choisie, la région d'Aguçadoura, entre le Douro et le Minho, au Portugal, une série de simulations a été réalisée avec ce modèle. Cette zone est située dans une zone vulnérable, caractérisée par un sol pauvre en matière organique et de type sableux, et les simulations se sont concentrées sur les cultures maraîchères et les vignobles. L'enrichissement des sols a été favorisé et le stock de carbone organique a été surveillé. Pour analyser l'impact du changement climatique, l'influence de la température et des précipitations a été prise en compte, en supposant une augmentation de 2 °C dans le premier cas et une diminution de 50 mm dans le second. Des simulations ont également été effectuées pour les projections climatiques *RCP 4.5* et *RCP 8.5*. Toutes les simulations ont pris en compte une période de 80 ans pour simuler la variation du COS.

Les résultats ont montré que l'ajout de compost permet un bilan positif du carbone stocké dans le sol, après prise en compte de ce qui est assimilé et de ce qui est émis. En rendant les sols fertiles, contribuez à l'atténuation du changement climatique. L'augmentation du carbone organique dans le sol, dans toute simulation, est

proportionnelle à la quantité de compost ajoutée. L'utilisation du compost de RUB peut donc améliorer la qualité du sol et son utilisation doit être encouragée.

Mots-clés : Séquestration du carbone dans les sols, atténuation des émissions de GES, valorisation des biodéchets, durabilité.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar o meu mais sincero agradecimento a:

- Doutora Cristina Rodrigues, da Universidade Fernando Pessoa
- Doutor Lemos de Sousa, da Universidade Fernando Pessoa
- Agrinavais, nas pessoas do Sr. Fernando Ramos e Dr.^a Fátima
- Drapnorte.gov.pt, na pessoa do Eng. José Maria Gil Lima
- Câmara Municipal de Matosinhos que facilitaram a organização do serviço
- Câmara Municipal da Póvoa de Varzim, nas pessoas do Arqueólogo Flores e Arquitecta Helena Oliveira
- Hoporzim, nas pessoas do Eng. Jaime e Eng.^a Rita Fernandes
- IPMA, na pessoa do Dr. Ricardo Deus
- UTAD, na pessoa do Doutor Fernando Falcão Raimundo
- Grupo de trabalho RothC na pessoa do Kevin Coleman
- Doutor Rui Pinto, pela partilha de conhecimento e da disponibilização da sua tese "Carbon and nitrogen management for the sustainability of organic horticulture"
- Aos colegas: Ana Renascimento, David Marcos, Magda Souza, Pedro Garret, José Regalado e Rafael Reis

Por toda a colaboração e apoio prestados e sem os quais não teria sido possível o desenvolvimento deste estudo.

ÍNDICE GERAL

RESUMO	V
ABSTRACT	VII
RESUMÉ	IX
AGRADECIMENTOS	XI
ÍNDICE GERAL	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XVII
ÍNDICE DE TABELAS	XXI
ACRÓNIMOS E SIGLAS UTILIZADAS	XXV
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO II- ENQUADRAMENTO	5
2.1 . Emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE)	5
2.2 . Estratégias de mitigação do dióxido de carbono (CO ₂)	9
2.3 . Gestão dos Resíduos Urbanos Biodegradáveis (RUB)	11
2.3.1. Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos e sua evolução.....	12
2.3.1.1. Legislação da Gestão dos RU e requisitos até 2035	19
2.3.1.2. Produção de RU - Metas	21
2.3.1.3. Produção de material reciclável e sua valorização	24
2.3.1.4. Quantitativos dos RUB e seus destinos – Totais nacionais	31
2.3.2. Valorização dos RUB	37
2.3.2.1. Valorização energética por digestão anaeróbia.....	38
2.3.2.2. Valorização orgânica aeróbia em TMB	40
2.3.2.3. Sistema Misto (Digestão Anaeróbia + Aeróbia).....	44
2.3.3. Caracterização qualitativa e quantitativa legal do compostado.....	46
2.3.4. Produção de compostado em Portugal.....	48
2.4. Sequestração do Carbono Orgânico no Solo (COS)	49
2.4.1. Ciclo do carbono e sequestração de carbono atmosférico no solo	54
2.4.1.1. A dinâmica e estabilização do carbono orgânico no solo	56

2.4.2. Sequestração de COS e mitigação do carbono atmosférico	61
2.4.3. Fatores que influenciam a sequestração do COS no uso do solo	63
2.4.3.1. Fatores climáticos	64
2.4.3.2. Argila no solo.....	66
2.5. Melhoria da qualidade dos solos degradados	67
2.5.1. Aplicação de corretivos orgânicos no solo e a sua influência no COS ..	68
2.5.2. Estimativa do carbono orgânico armazenado	70
2.5.3. Utilização do compostado dos RUB para melhoria e armazenamento do COS	70
2.6. Políticas de incentivo a uso de práticas de sequestração de COS	72
2.6.1. Cartografia de uso e ocupação de solo	74
CAPÍTULO III – MATERIAIS.....	77
3.1. Área de estudo	77
3.1.1. Localização	77
3.1.2. Solos	79
3.1.3. Clima	81
3.1.4. Ocupação do Solo	81
3.2. Caraterísticas dos solos região de Entre-Douro-e-Minho	84
3.3. Caraterísticas dos resíduos vegetais	86
3.4. Produção e tratamento dos RUB na região Entre-Douro-e-Minho	87
CAPÍTULO IV – METODOLOGIA.....	93
4.1. Descrição dos pressupostos de utilização do programa Roth C.....	93
4.2. Entradas de dados nos ficheiros do programa informático	101
4.2.1. Ficheiro dados climáticos	102
4.2.2. Ficheiro Uso do solo.....	106
4.2.3. Dados do solo	107
4.3.1. Simulação dos cenários	108
CAPÍTULO V – RESULTADOS E DISCUSSÃO	113

5.1. Armazenamento de Carbono Orgânico no Solo nas diferentes projeções no cultivo de produtos hortícolas e de vinhas, nos solos da Aguçadoura e da Apúlia ..	114
5.1.1. Sem adição de compostado, apenas resíduos vegetais no solo da Aguçadoura e no solo da Apúlia	114
5.1.2. Adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) e existência de resíduos vegetais no solo da Aguçadoura e no solo da Apúlia.....	120
5.1.3. Adição de compostado de 4,42 t C/(ha*ano) e de 6,63 t C/(ha*ano) e existência de resíduos vegetais no cultivo de produtos hortícolas no solo da Aguçadoura	126
5.2. Variação anual do valor do COS nas diferentes projeções.....	128
5.2.1. Sem adição de compostado, apenas resíduos vegetais nos solos Aguçadoura e da Apúlia.....	128
5.2.2. Adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) e existência de resíduos vegetais nos solos da Aguçadoura e da Apúlia	133
5.2.3. Adição de compostado de 4,42 t C/(ha*ano) e de 6,63 t C/(ha*ano) e existência de resíduos vegetais no cultivo de produtos hortícolas no solo da Aguçadoura	138
5.3. Emissão de CO ₂ e COS armazenado até final do século	141
5.4. Outros compartimentos ativos (MVR, <i>HUM</i> e <i>BIO</i>).....	146
5.4.1. Solo Aguçadoura	146
A- Produtos hortícolas	146
B – Vinhas	150
5.4.2. Solo Apúlia.....	152
A – Produtos hortícolas	152
B - Vinhas.....	153
5.4.3. Comparação dos compartimentos ativos MVR, <i>HUM</i> e <i>BIO</i> no solo da Apúlia e no solo Aguçadoura	154
5.4.3.1. Solo da Aguçadoura.....	154
5.4.3.2. Solo da Apúlia.....	154

5.4.3.3. Comparação dos compartimentos ativos no solo da Apúlia e no solo Aguçadoura	155
5.5. Discussão.....	160
5.5.1. Influência da argila num solo arenoso no armazenamento do COS.....	160
5.5.2. Impacto das condições climáticas futuras no armazenamento do COS	163
VI. CONCLUSÕES	169
VII. RECOMENDAÇÕES.....	175
REFERÊNCIAS	177
ANEXOS	
• Anexo A- Compilação da Legislação de Resíduos Urbanos em Portugal	
• Anexo B – Boletins HOPORZIM	
• Anexo C - Carta de Solos	
• Anexo D - Boletim Lipor	
• Anexo E - Dados Climáticos Estação Chafé	
• Anexo F - Portal Clima Região Alto Minho	
• Anexo G – RothC Ficheiros de Dados Climáticos	
• Anexo H – RothC Ficheiros de Uso do Solo	
• Anexo I – RothC Output para Gráficos	
• Anexo J - RothC Output Extrato de Compartimentos	
• Anexo K – Défice de Humidade no Solo	
• Anexo L- E-Mail Kevin	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Emissão em Gt de CO ₂ no setor de energia no ano 2017 (Global CCS Institute 2020).	5
Figura 2. Gases com Efeito de Estufa por setor (EPA 2022).....	6
Figura 3. GEE e CO ₂ na atmosfera nos períodos 1850-1900 e 2010-2019 (Masson-Delmotte et al., 2018).	6
Figura 4. Aumento da emissão dos GEE desde 1990 até 2019 (IPCC, 2022).	7
Figura 5. Emissão de CO ₂ por tipo de setor (IPCC, 2022).	8
Figura 6. Acumulação de emissão de CO ₂ na indústria e agricultura desde 1850 (IPCC 2022).	10
Figura 7. SGRU formados em 2005 (NOWA 2019).	13
Figura 8. SGRU formados no período de 2007 a 2012 (NOWA 2019).....	14
Figura 9. Produção de RU por ano e per capita (2010-2020) em Portugal (APA 2020).	21
Figura 10. Quantitativos de reciclagem de vidro de 1989 a 1995 (Ministério do Ambiente, 2007).	25
Figura 11. Taxa de reciclagem 2010 a 2019 em Portugal (APA 2020).	26
Figura 12. Taxa de preparação para ReR e meta para 2025 em Portugal (APA, 2020).....	29
Figura 13. Taxa de reciclagem de embalagem nos membros da UE e meta para 2025 (PORDATA, 2020).	30
Figura 14. Fração dos RUB nos RU. Inclui biorresíduos e verdes (APA 2021).....	32
Figura 15. RUB tratados e não tratados (APA, 2021).	32
Figura 16. Deposição de RUB em aterro de 2010 a 2020 (APA, 2021).	35
Figura 17. Meta 2020 e 2023 face a percentagem de 1995 de RUB em aterro (APA, 2021).	35
Figura 18. Produção de biorresíduos na EU (EEA, 2020).	37
Figura 19. Home Composting – Olten, Suíça (Foto de Silva, M.G. 2021).....	43
Figura 20. Distribuição das reservas globais do carbono orgânico do solo Lal et al. (2018b).	51
Figura 21. Estimativa da evolução prevista de neutralidade carbónica até 2050 (IPCC, 2022).	52
Figura 22. Estimativa da evolução prevista de NC até 2050 nos solos agrícolas e florestal (IPCC, 2022).53	
Figura 23. Ciclo do Carbono (Cardoso e Andreote, 2016).	55
Figura 24. Equilíbrio dinâmico do carbono (Lal, 2004).	57
Figura 25. Carbono orgânico do solo (Fenton et al., 2008 citado em Lal et al., 2018b).....	60
Figura 26. Estrutura, composição e organização de um agregado do solo (Cardoso e Andreote, 2016). ...	66
Figura 27. Freguesias do Concelho de P. Varzim, com destaque para Aguçadoura (PDM Câmara Municipal da Póvoa de Varzim 2014).	78
Figura 28. Topografia do Concelho (PDM Câmara Municipal da Póvoa de Varzim 2014).....	80
Figura 29. Campo de masseira com cultivos em Aguçadoura (Fernandes 2014).	82
Figura 30. Mapa de Ocupação de Solos.	83
Figura 31. Esquema do carbono orgânico no solo (Coleman e Jenkinson 2014).	98
Figura 32. Valores da precipitação, temperatura e evaporação de 2006 a 2019 (IPMA, 2019).	103
Figura 33. Projeção de dados climáticos até 2100 – IPMA (IPMA, 2019).	104
Figura 34. Projeção de dados climáticos até 2100 – RCP 4.5. (Portal do Clima).....	104
Figura 35. Projeção de dados climáticos até 2100 – RCP 8.5 (Portal do Clima).....	105

Figura 36. Evolução da temperatura até 2100 nas três projeções.	105
Figura 37. Evolução da precipitação até 2100 nas três projeções.....	106
Figura 38. Valores de COS na Aguçadoura sem adição de compostado – produtos hortícolas, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	115
Figura 39. Projeção <i>RCP 4.5</i> : valores de COS em função da argila sem adição de compostado – produtos hortícolas na Aguçadoura e na Apúlia.....	116
Figura 40. Projeção <i>RCP 8.5</i> : valores de COS em função da argila sem adição de compostado - produtos hortícolas.	117
Figura 41. Valores de COS na Aguçadoura sem adição de compostado – vinhas, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	118
Figura 42. Projeção <i>RCP 4.5</i> : valores de COS em função da argila sem adição de compostado – vinhas, na Aguçadoura e na Apúlia.	119
Figura 43. Projeção <i>RCP 8.5</i> : valores de COS em função da argila sem adição de compostado – vinhas, na Aguçadoura e na Apúlia.	119
Figura 44. Valores de COS na Aguçadoura com $DC=2,21 \text{ t C}/(\text{ha}*\text{ano})$ - produtos hortícolas, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	121
Figura 45. Projeção <i>RCP 4.5</i> : valores de COS em função da argila com $DC= 2,21 \text{ t C}/(\text{ha}*\text{ano})$ - produtos hortícolas, na Aguçadoura e na Apúlia.	121
Figura 46. Projeção <i>RCP 8.5</i> : valores de COS em função da argila com $DC= 2,21 \text{ t C}/(\text{ha}*\text{ano})$ – produtos hortícolas, na Aguçadoura e na Apúlia.	122
Figura 47. Valores de COS na Aguçadoura com $DC= 2,21 \text{ t C}/(\text{ha}*\text{ano})$ – vinhas, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	123
Figura 48. Projeção <i>RCP 4.5</i> : valores de COS em função da argila com $DC= 2,21 \text{ t C}/(\text{ha}*\text{ano})$ – vinhas, na Aguçadoura e na Apúlia.	124
Figura 49. Projeção <i>RCP 8.5</i> : valores de COS em função da argila com $DC= 2,21 \text{ t C}/(\text{ha}*\text{ano})$ – vinhas, na Aguçadoura e na Apúlia.	125
Figura 50. Valores de COS com $DC=4,42 \text{ t C}/(\text{ha}*\text{ano})$ - produtos hortícolas, na Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	126
Figura 51. Valores de COS na Aguçadoura com $DC=6,63 \text{ t C}/(\text{ha}*\text{ano})$ - produtos hortícolas, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	127
Figura 52. Variação anual do valor de COS na Aguçadoura sem adição de compostado, no cultivo de produtos hortícolas, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	128
Figura 53. Projeção <i>RCP 4.5</i> : variação anual do valor de COS em função da argila, sem adição de compostado, no cultivo hortícola, na Aguçadoura e na Apúlia.	129
Figura 54. Projeção <i>RCP 8.5</i> : variação anual do valor de COS sem adição de compostado, no cultivo hortícola, na Aguçadoura e na Apúlia.	130
Figura 55. Variação anual do valor de COS na Aguçadoura sem adição de compostado nas vinhas, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	131
Figura 56. Projeção <i>RCP 4.5</i> : variação anual do valor de COS sem adição de compostado, nas vinhas, da Aguçadoura e da Apúlia.	131

Figura 57. Projeção RCP 8.5: variação anual do valor de COS em função da argila, sem adição de compostado, nas vinhas, na Aguçadoura e na Apúlia.....	132
Figura 58. Variação anual do valor de COS na Aguçadoura DC=2,21 t C/(ha*ano), no cultivo hortícola, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.....	133
Figura 59. Projeção RCP 4.5: variação anual de COS em função da argila DC=2,21 t C/(ha*ano), nos produtos hortícolas, na Aguçadoura e na Apúlia.....	134
Figura 60. Projeção RCP 8.5: variação anual de COS em função da argila DC=2,21 t C/(ha*ano), nos produtos hortícolas, na Aguçadoura e na Apúlia.....	134
Figura 61. Variação anual do valor de COS na Aguçadoura, DC=2,21 t C/(ha*ano), nas vinhas, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.....	136
Figura 62. Projeção RCP 4.5: variação anual do valor de COS em função da argila DC=2,21 t C/(ha*ano), nas vinhas, na Aguçadoura e na Apúlia.....	136
Figura 63. Projeção RCP 8.5: variação anual do valor de COS em função da argila DC=2,21 t C/(ha*ano), nas vinhas da Apúlia e da Aguçadoura.....	137
Figura 64. Variação anual do valor de COS na Aguçadoura com DC=4,42 t C/(ha*ano) no cultivo hortícola, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.....	138
Figura 65. Variação anual do valor de COS na Aguçadoura com adição de DC=6,63 t C/(ha*ano) no cultivo de produtos hortícolas, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.....	139
Figura 66. Valores de COS até ao final do século, sem adição de compostado – Aguçadoura e Apúlia, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5. H – Hortícolas, Ag – Aguçadoura, Ap – Apúlia; I – IPMA, 4 – RCP 4.5, 8 – RCP 8.5.....	155
Figura 67. Valores de COS, determinados em percentagem relativa, dos compartimentos HUM, BIO e MVR - Aguçadoura e Apúlia, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5. H – Hortícolas, Ag – Aguçadoura, Ap- Apúlia, I – IPMA, 4 – RCP 4.5, 8 – RCP 8.5.....	156
Figura 68. Valores de COS até ao final do século com adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) – Aguçadoura e Apúlia, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5. H - Hortícolas, Ag – Aguçadoura, Ap – Apúlia; I – IPMA, 4 – RCP 4.5, 8 - RCP 8.5.....	157
Figura 69. Valores de COS, determinados em percentagem relativa, dos compartimentos HUM, BIO e MVR, com adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) - Aguçadoura e Apúlia, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5. H - Hortícolas, Ag – Aguçadoura, Ap – Apúlia; I – IPMA, 4 – RCP 4.5, 8 - RCP 8.5.....	157
Figura 70. Valores de COS até ao final do século com adição de compostado de 4,42 t C/(ha*ano) – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5. H - Hortícolas, Ag – Aguçadoura, I – IPMA, 4 – RCP 4.5, 8 - RCP 8.5.....	158
Figura 71. Valores de COS, determinados em percentagem relativa, dos compartimentos HUM, BIO e MVR, com adição de compostado de 4,42 t C/(ha*ano) - Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5. Legenda: H - Hortícolas, Ag – Aguçadoura, I – IPMA, 4 – RCP 4.5, 8 - RCP 8.5.....	158
Figura 72. Valores de COS até ao final do século com adição de compostado de 6,63 t C/(ha*ano) Aguçadoura segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5. H - Hortícolas, Ag – Aguçadoura, I – IPMA, 4 – RCP 4.5, 8 - RCP 8.5.....	159

Figura 73. Valores de COS, determinados em percentagem relativa, dos compartimentos *HUM*, *BIO* e *MVR*, com adição de compostado de 6,63 t C/(ha*ano)- Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, *RCP* 4.5 e *RCP* 8.5. Legenda: H - Hortícolas, Ag – Aguçadoura, I – IPMA, 4 – *RCP* 4.5, 8 - *RCP* 8.5..... 159

Figura 74. Emissão de CO₂ (laranja) e COS armazenado (azul) até ao final do século, sem adição de compostado, no cultivo dos produtos hortícolas e da vinha, nos solos da Aguçadoura e da Apúlia, segundo as projeções IPMA, *RCP* 4.5 e *RCP* 8.5..... 160

Figura 75. Emissão de CO₂ (laranja) e COS armazenado (azul) até ao final do século – com adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) no cultivo dos produtos hortícolas e da vinha, nos solos da Aguçadoura e da Apúlia, segundo as projeções IPMA, *RCP* 4.5 e *RCP* 8.5. 161

Figura 76. Emissão de CO₂ (laranja) e COS armazenado (azul) até ao final do século, com adição de compostado de 354 t C/ha e 530 t C/ha, no cultivo de produtos hortícolas, no solo da Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, *RCP* 4.5 e *RCP* 8.5..... 161

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. SGRU Multimunicipais e Intermunicipais (APA 2020).	15
Tabela 2. SGRU em alta (NOWA 2019).	16
Tabela 3. SGRU em baixa (NOWA 2019).	16
Tabela 4. Evolução da TGR entre 2015 e 2020 (Levy et al., 2020).	18
Tabela 5. Destinos diretos e finais de RU em Portugal 2020 (APA, 2020, 19, 21).	23
Tabela 6. Destino percentual da fração Resto em Portugal - Ano 2020 (APA, 2020).	23
Tabela 7. Percentagem dos produtos dos destinos finais de RU (2020) (APA, 2020).	24
Tabela 8. Metas de reciclagem e valorização de embalagens 2001-2005 (Decreto-Lei n.º 366/97).	27
Tabela 9. Metas de reciclagem e valorização de embalagens 2011 (Dec - Lei n.º 92/2006 de 25 de maio).	27
Tabela 10. Taxas alcançadas e metas para preparação para ReR (Levy et al., 2020; APA 2020).	28
Tabela 11. Taxas para a retoma de embalagens (APA, 2020).	30
Tabela 12. Quantidades de RUB recolhidos e processados em 2021 (APA, 2020).	33
Tabela 13. Deposição de RUB em aterro e as metas estabelecidas (APA, 2021).	36
Tabela 14. Valores máximos “metais pesados” na matéria fertilizante (Portaria n.º 185/2022 de 21/7 e Dec.-Lei 103/2015 de 15/6).	47
Tabela 15. Utilização da matéria fertilizante por classe (Portaria n.º 185/2022 de 21/7; Dec-Lei n.º 103/2015 de 15/6).	47
Tabela 16. Metais pesados no compostado ^a e destinos Amlinger, 1999; Hoggs <i>et al.</i> (2002, citado em Lopes, 2008).	48
Tabela 17. Distribuição de compostado de RUB a nível nacional (2020) (APA, 2020).	49
Tabela 18. Carbono orgânico e inorgânico no solo mundial a 1m de profundidade (Weil e Brady, 2017).	51
Tabela 19. Dados do solo (Cartas de solo 1:25 000 e 1: 100 000; Agroconsultores e Geometral 1996; 1999).	84
Tabela 20. Carta de solos em estudo à escala 1: 25 000.	85
Tabela 21. Cálculo da densidade aparente do solo da Apúlia (EJP SOIL 2021, 16)	85
Tabela 22. Dados de resíduos vegetais de acordo com alguns autores CLC- Corine Land Cover	86
Tabela 23. Valores do ficheiro “Uso do solo”.	87
Tabela 24. Tratamento e destino dos SGRU de Entre-Douro-e-Minho (APA, 2021).	88
Tabela 25. Produção e destino final de RU e RUB por SGRU – Ano 2020 (APA, 2021).	89
Tabela 26. Tratamento de RUB nos SGRU Entre-Douro-e-Minho (2020) (APA, 2021).	89
Tabela 27. Destino percentual dos RU nos SGRU - Entre-Douro-e-Minho (2020) (APA, 2021).	90
Tabela 28. Produção de compostado por SGRU (APA, 2021).	90
Tabela 29. Boletim de Análise do compostado da LIPOR e a Portaria n.º185/2022.	91
Tabela 30. Comparação de vários modelos para cálculo do COS (Carta, 2011)	94
Tabela 31. Dados para correr o Modelo RothC.	97
Tabela 32. Valores de velocidade conforme o compartimento (Coleman e Jenkinson, 2014).	99

Tabela 33. Unidades utilizadas no ficheiro de “Dados climáticos”	102
Tabela 34. Dados Climáticos das projeções usadas até final do século.....	103
Tabela 35. Parâmetros do compostado da Lipor e do carbono orgânico e do azoto (Boletim da Lipor). .	107
Tabela 36. Valores de COS.	108
Tabela 37. Cálculo de COS e <i>IOM</i> no solo.	108
Tabela 38. Projeções climáticas ensaiadas sem adição de carbono.	109
Tabela 39. Projeções climáticas ensaiadas com adição de 2,21 t C/(ha*ano) de carbono.	109
Tabela 40. Projeções climáticas ensaiadas com adição de 4,42 t C/(ha*ano) de carbono.	110
Tabela 41. Projeções climáticas ensaiadas com adição de 6,63 t C/(ha*ano) de carbono.	110
Tabela 42. Valores de COS sem adição de compostado no cultivo hortícola – Aguçadoura e Apúlia, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.4</i>	117
Tabela 43. Valores de COS sem adição de compostado no cultivo de vinha – Aguçadoura e Apúlia, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	120
Tabela 44. Valores de COS com adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) no cultivo hortícola – Aguçadoura e Apúlia, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.4</i>	123
Tabela 45. Valores de COS com adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) no cultivo de vinha – Aguçadoura e Apúlia, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.4</i>	125
Tabela 46. Valores de COS em função das DC no cultivo de produtos hortícola, no solo da Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	127
Tabela 47. Variação do valor de COS nos da Aguçadoura e da Apúlia – produtos hortícolas, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	130
Tabela 48. Variação do valor de COS nos solos da Aguçadoura e da Apúlia – vinhas, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	132
Tabela 49. Variação do valor de COS no cultivo de produtos hortícolas ^a – Aguçadoura e Apúlia, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	135
Tabela 50. Variação do valor de COS no cultivo de vinha ^a – Aguçadoura e Apúlia, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	137
Tabela 51. Variação do valor de COS, em função das DC no cultivo de produtos hortícolas, no solo da Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	140
Tabela 52. Variação anual da emissão de CO ₂ e de COS no cultivo hortícola, na Aguçadoura ^a , segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	142
Tabela 53. Variação anual da emissão de CO ₂ e de COS no cultivo de produtos hortícolas ^a , nos solos da Aguçadoura e da Apúlia, segundo as projeções <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	143
Tabela 54. Variação anual da emissão de CO ₂ e de COS em função da DC no cultivo da vinha ^a , no solo da Aguçadoura, segundo as projeções <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	144
Tabela 55. Variação anual da emissão de CO ₂ e de COS em função da DC no cultivo de vinha ^b , nos solos da Aguçadoura e da Apúlia, segundo as projeções <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	145
Tabela 56. Valores de MVR em função das DC no cultivo de produtos hortícolas – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	147

Tabela 57. Valores de <i>HUM</i> em função das DC no cultivo de produtos hortícolas – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	148
Tabela 58. Percentagem de <i>MVR</i> e <i>HUM</i> relativo ao COS em função das DC no cultivo de produtos hortícolas – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	148
Tabela 59. Valores de <i>BIO</i> em função da DC no cultivo de produtos hortícolas – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	150
Tabela 60. Valores de <i>MVR</i> em função das DC no cultivo da vinha – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	150
Tabela 61. Valores de <i>HUM</i> em função das DC no cultivo da vinha – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	151
Tabela 62. Percentagem de <i>MVR</i> e <i>HUM</i> relativo ao COS em função das DC no cultivo da vinha – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	151
Tabela 63. Valores de <i>BIO</i> em função da DC no cultivo da vinha – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	151
Tabela 64. Valores de <i>MVR</i> , <i>BIO</i> e <i>HUM</i> em função das DC no cultivo de produtos hortícolas - -Apúlia – Projeção <i>RCP 4.5</i>	152
Tabela 65. Valores de <i>MVR</i> , <i>BIO</i> e <i>HUM</i> em função das DC no cultivo de produtos hortícolas -Apúlia – Projeção <i>RCP 8.5</i>	153
Tabela 66. Valores de <i>MVR</i> , <i>BIO</i> e <i>HUM</i> em função da DC no cultivo de vinha -Apúlia – Projeção <i>RCP 4.5</i>	153
Tabela 67. Valores de <i>MVR</i> , <i>BIO</i> e <i>HUM</i> em função da DC no cultivo de vinha - Apúlia – Projeção <i>RCP 8.5</i>	154
Tabela 68. Balanço do carbono armazenado em função das DC no cultivo de produtos hortícolas – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	163
Tabela 69. Balanço de carbono armazenado com adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) no cultivo de vinha – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	164
Tabela 70. Balanço de carbono armazenado com adição de compostado de 2.21 t/(ha*ano) no cultivo de produtos hortícolas – Apúlia, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	164
Tabela 71. Balanço de carbono armazenado com adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) no cultivo de vinha – Apúlia, segundo as projeções IPMA, <i>RCP 4.5</i> e <i>RCP 8.5</i>	165

ACRÓNIMOS E SIGLAS UTILIZADAS

APA – Agência Nacional do Ambiente

BAU – *Business as Usual*

BIO – *Microbial biomass*

BUW - *Biodegradable Urban Waste*

CAC – Captação e Armazenamento de Carbono (*CCS – Carbon Capture and Storage*)

CALCPVH- Cooperativa Agrícola Leiteira do Concelho da Póvoa do Varzim e Hoporzim

CUC– Captura e Utilização de Carbono (*CCU – Carbon Capture and Utilization*)

CDR – Combustível Derivado de Resíduo

CE – Comunidade Europeia

CIS – Carbono Inorgânico no Solo (*SIC – Soil Inorganic Carbon*)

CLC- *Corine Land Cover*

COP - *Conference of the Parties* (Conferência das Partes)

COS – Carbono Orgânico no Solo (*SOC – Soil Organic Carbon*)

CQNAUC - Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas
(*UNFCCC- United Nations Framework Convention on Climate Change*)

CUAC – Captação Utilização e Armazenamento de Carbono (*CCUS - Carbon Capture and Utilization Storage*)

CVO – Centro de Valorização Orgânica

DA – Densidade Aparente

DC- Dose de Compostado

DCR – Dióxido de Carbono Removido (*CDR – Carbon Dioxide Removed*)

DGADR – Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural

DGAE - Direção Geral de Atividades Económicas

DMB - *Déchets Municipaux Biodégradables*

DPM/RPM – *Decomposability of the Incoming Plant Material*

EC – Economia Circular

EG – Entidades Gestoras

ENRRUBDA - Estratégia Nacional de Redução dos Resíduos Urbanos Biodegradáveis

Destinados aos Aterros

ERSAR - Entidade Reguladora de Saneamento Águas e Resíduos.

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

FAO – Food and Agriculture Organization

FIA – Fundo de Intervenção Ambiental

FYM – Farmyard Manure

GCOS – Global Climate Observing System

GEE – Gases com Efeito de Estufa

GLOSI – Global Soil Information System

GPP- Gross Primary Productivity

GSP – Global Soil Partnership

HUM - Humified organic matter

IBGE – Institut Bruxellois Pour La Gestion De L’ Environnement

INE – Instituto Nacional de Estatística

IOM - Inert Organic Matter (Matéria Orgânica Inerte)

IPCC – Intergovernmental Panel Climate Change

IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera

MOS – Matéria Orgânica no Solo

MSS – Manuseamento Sustentável do Solo (*SSM - Sustainable Soil Management*)

MVD – Material Vegetal Degradável (*DPM - Degradable Plant Material*)

MVR – Material Vegetal Resistente (*RPM – Resistant Plant Material*)

DPM/RPM – Decomposability of the Incoming Plant Material (Parte respirável)

NC – Neutralidade Carbónica

P - Profundidade

PAEC – Plano de Ação para a Economia Circular

PAPERSU – Plano de Ação para o Programa Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos

PERSU – Programa Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos

PIRSUE - Plano de Intervenção de Resíduos Sólidos Urbanos e Equiparados

PNGR – Plano Nacional de Gestão de Resíduos

POSEUR - Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência do Uso de Recursos

RAN – Reserva Agrícola Nacional

RARU – Relatório Anual de Resíduos Urbanos

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL

O presente trabalho intitula-se *Sequestração do Carbono Orgânico no Solo pela Valorização Agrícola dos Resíduos Urbanos Biodegradáveis Região Entre-Douro-e-Minho* e pretende analisar estratégias para a promoção de um destino final adequado dos Resíduos Urbanos Biodegradáveis (RUB), que devem ser encaminhados para valorização orgânica, com o intuito de produzir compostado, o seu produto final, para posterior aplicação no solo, favorecendo a sequestração do Carbono Orgânico no Solo (COS) neste.

Os solos de Portugal evidenciam características de solo mediterrâneo e, uma vez que grande parte destes solos apresentam baixo conteúdo de matéria orgânica, carecem da sua adição (Rosário 2004). Ao longo dos vários encontros e cimeiras que têm ocorrido, a nível mundial, os líderes e analistas dos efeitos das Alterações Climáticas concluíram da necessidade da remoção do carbono excessivo existente na atmosfera, na forma de CO₂, o qual dá origem aos Gases com Efeito de Estufa (GEE). A aglutinação destas realidades, a produção de compostado, através dos RUB, e sua posterior aplicação nos solos, será então vantajosa, pois poderá conduzir à sequestração de carbono orgânico no solo.

Para a concretização dos objetivos do Pacto Ecológico, que prevê a lei de restauro da natureza, a UE estabelece como metas, a recuperação de, pelo menos, 10% da área agrícola, a remediação de solos contaminados e a redução da degradação da terra. Saliente-se o facto de que, na Lei Europeia do Clima, está previsto o aumento do carbono orgânico do solo reduzindo o dióxido de carbono atmosférico (European Commission 2024).

A importância da gestão dos resíduos urbanos (RU) e dos RUB pode ser articulada, de forma a promover a recuperação dos solos, pois estes representam, efetivamente, o maior reservatório de carbono do mundo. A valorização agrícola, que pode ser concretizada através de compostagem ou digestão anaeróbia, origina um compostado, que se utiliza na agricultura como fertilizante, como referido por Saer et al. (2013 citado em Gomes e Silveira 2014). Desta forma, o compostado resultante do tratamento dos RUB resulta num benefício para a agricultura “não só como aditivo natural para os solos, mas

também como repositório de carbono e fonte de nutrientes” (Secretaria de Estado do Ambiente 2020).

Perante a necessidade de se concretizarem os objetivos propostos nas diretrizes existentes na publicação de “Biorresíduos” (Secretaria de Estado do Ambiente 2020) e concretizar uma economia circular de forma sustentável, a gestão dos RUB passou a ser o principal vetor das medidas para essa transição.

A utilização destes compostados orgânicos na agricultura apresenta, como vantagem, o enriquecimento do solo em matéria orgânica contribuindo, simultaneamente, para a melhoria das suas propriedades físicas, químicas e biológicas, para o aumento do seu teor orgânico e para o fornecimento de outros compostos essenciais para o desenvolvimento das plantas. É considerada uma das boas práticas para promover a recuperação do solo, além de contribuir também para a sequestração de carbono no ecossistema (Lal, Negassa e Lorenz 2015), uma vez que a recuperação consiste na capacidade de devolver ao solo, parte do carbono que lhe foi retirado e diminuir o CO₂ atmosférico (Finatto et al. 2013).

Considerando o que foi exposto anteriormente, esta investigação estabeleceu, como objetivo geral, analisar a possibilidade da recuperação de solos degradados ou pobres em matéria orgânica, através da aplicação do compostado de RUB, como uma das alternativas sustentáveis dos Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU) e que contribui para a agricultura e a sequestração de carbono. A área de estudo localiza-se na Aguçadoura, na Região de Entre-Douro-e-Minho, tendo sido utilizado um modelo que permite simular e projetar as alterações do teor de carbono orgânico e o potencial de sequestração de Carbono no solo, o modelo RothC.

Neste sentido, para a modelação dos dados utilizou-se o modelo RothC para conduzir simulações em dois cenários distintos de uso do solo - culturas de produtos hortícolas de culturas temporárias e cultura de vinhas - com diferentes dosagens de aplicação de compostado de RUB, para estimar a variação no COS, num horizonte temporal de 80 anos.

Avaliaram-se os possíveis cenários e os resultados obtidos, através deste modelo, da aplicação dos RUB em solos pobres em matéria orgânica, enquanto possível solução para a valorização desta nos solos, promovendo o seu enriquecimento e a monitorização do armazenamento de carbono orgânico.

Nos cenários acima mencionados, pretendeu-se também avaliar o efeito da precipitação e temperatura. Foram assim simuladas três projeções climáticas, levando em conta as alterações climáticas, considerando um aumento de 2.°C de temperatura e uma diminuição da precipitação de 50 mm, até final do século, com base nos dados consultados na estação meteorológica de Chafé, Viana do Castelo. As outras duas projeções, encontram-se publicadas no Portal do Clima, RCP 4.5 e RCP 8.5, com dados a nível regional da zona Entre-Douro-e-Minho, Alto-Minho, estação meteorológica de Chafé, Viana do Castelo.

Na área considerada para o presente estudo, Aguçadoura, o solo contém 1,5% de argila. Para efeitos de comparação, também se simulou um outro solo pobre em matéria orgânica, com a mesma classificação do solo da Aguçadoura, Arenossolo calcárico cultivado, com maior teor em argila, Apúlia, localizado na mesma Região Entre-Douro-e-Minho, por forma a analisar o efeito da argila, utilizando as projeções do RCP 4.5 e do RCP 8.5.

A partir dos resultados obtidos, procedeu-se a uma análise, que pretendeu averiguar em que medida o tipo de cultura, a dosagem de compostado, os fatores climáticos e as características do solo, podem influenciar a sequestração do carbono no solo.

No sentido de concretizar os objetivos acima propostos, a presente dissertação apresenta-se estruturada da seguinte forma:

No capítulo II, apresenta-se o enquadramento, apresenta-se um panorama internacional e nacional a nível da Gestão dos Resíduos Urbanos, a evolução da gestão e dos quantitativos dos sistemas de gestão de resíduos urbanos, a legislação e metas de gestão de RU até 2035, a taxa de gestão de resíduos, a valorização dos RUB, o carbono orgânico no solo versus RUB versus recuperação de solos degradados ou pobres em matéria orgânica, onde se encontra descrito o ciclo de carbono e quais os nutrientes no solo necessários para a sequestração do carbono no solo, usando o modelo RothC, versão 26.3, para simular o carbono orgânico do solo.

No Capítulo III, que consiste nos materiais utilizados para o desenvolvimento da presente investigação, são apresentados os dados para aplicação do modelo e como foram obtidos. Apresenta-se também a área de estudo, as razões que motivaram a escolha da mesma e a sua caracterização, através da descrição do solo desta área, caracterizado por um

baixo conteúdo de matéria orgânica, ideal para a aplicação do compostado de RUB, pelo que se contempla também a análise dos SGRU e dos RUB da região de Entre-Douro-e-Minho.

No Capítulo IV, metodologia, são definidos os cenários de acordo com a área selecionada e a aplicação do modelo RothC, para comprovar a sequestração de carbono e recuperação de solo. Descrevem-se os possíveis cenários e as simulações com diferentes adições de compostado, proveniente do tratamento dos RUB, através de um processo de valorização agrícola. Nestas simulações, foi monitorizado o armazenamento de COS alcançado, a partir da aplicação do modelo RothC. Os cenários focaram-se na situação de cultura anual versus o melhoramento, com a aplicação de várias dosagens de compostado de RUB, para aumentar o teor de C orgânico no cultivo hortícola e no cultivo de vinhas e o contraste entre estes dois tipos de cultivo.

No capítulo V, apresentam-se os resultados, a sua análise e discussão, onde se relata o procedimento experimental, com a aplicação de compostado de RUB, nos cenários simulados na área de estudo. Considerando o baixo conteúdo de matéria orgânica neste solo, foi realizada uma simulação de adição de compostado e foram medidas as taxas de armazenamento de COS, conforme a adição de carbono. A partir dos gráficos resultantes da aplicação do modelo RothC, foi possível fazer a contabilização de carbono no solo, por um período de 80 anos, considerando a variação da temperatura global, a produção de compostado local e as condições agrícolas. Por fim, foram levadas a cabo simulações considerando um solo menos arenoso, de modo a aferir a influência da percentagem de argila no solo, em termos de sequestração do carbono.

No capítulo VI apresentam-se as conclusões, onde se discute o potencial uso do compostado de RUB na recuperação de solos degradados ou pobres como alternativa sustentável, visando contribuir para a sequestração de carbono nos solos e consequente minimização dos efeitos das alterações climáticas.

Finalmente, no capítulo VII apresentam-se as recomendações de algumas propostas para pesquisas futuras.

CAPÍTULO II- ENQUADRAMENTO

2.1 . Emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE)

De acordo com Masson-Delmotte (2018), as atividades humanas contribuíram para o aumento de 1°C no aquecimento global, desde a época pré-industrial, devido ao aumento dos Gases com Efeito de Estufa e, conseqüentemente, contribuíram para os efeitos das Alterações Climáticas. O relatório do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas, apresentado em 2019, concluiu que, o facto de se limitar o aumento da temperatura a 1,5°C dos níveis pré-industriais, significa reduzir os riscos e impactos das alterações climáticas.

Na figura 1 podem ser consultadas as emissões de CO₂ no setor da energia, relativas a 2017.

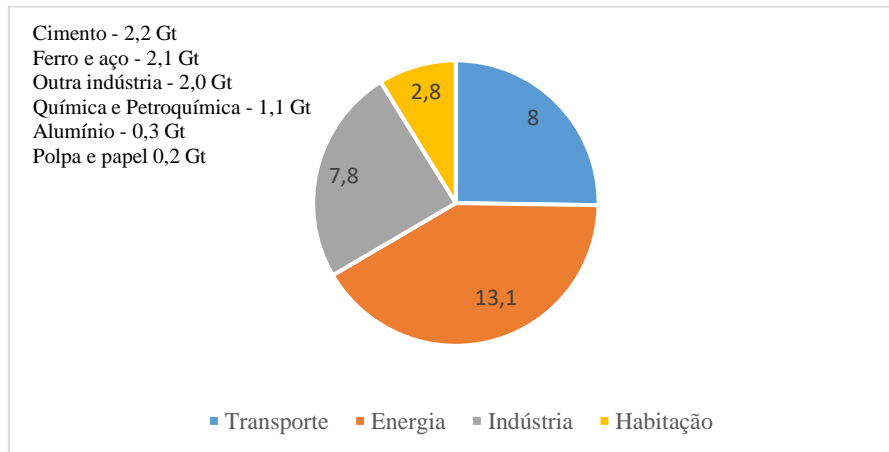


Figura 1. Emissão em Gt de CO₂ no setor de energia no ano 2017 (Global CCS Institute 2020).

Na figura 2 é possível observar o quantitativo de emissão dos GEE, por setor de atividade, em 2022, e na figura 3, a acumulação dos diversos constituintes dos GEE, nomeadamente, do CO₂ na atmosfera, desde 1850 até 2019.

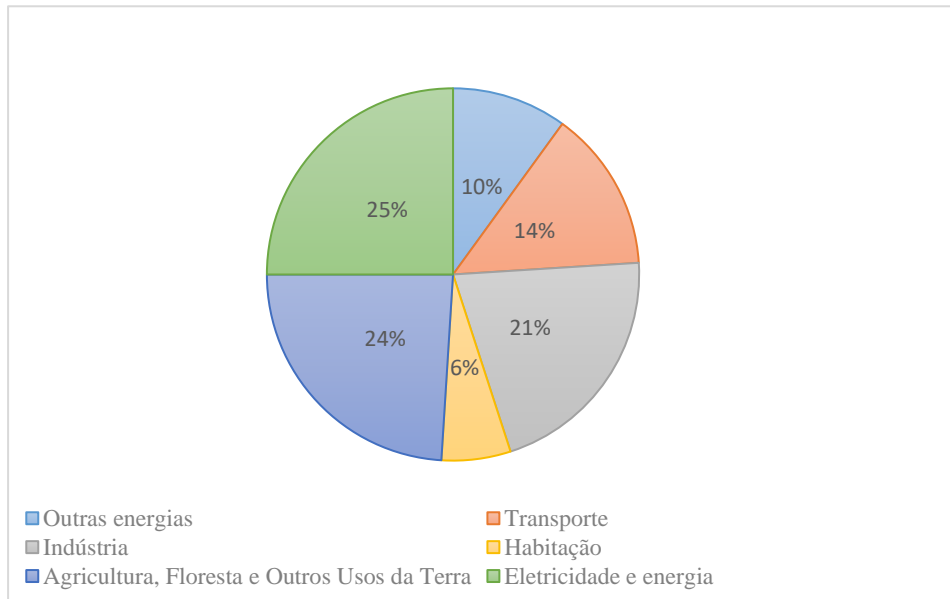


Figura 2. Gases com Efeito de Estufa por setor (EPA 2022).

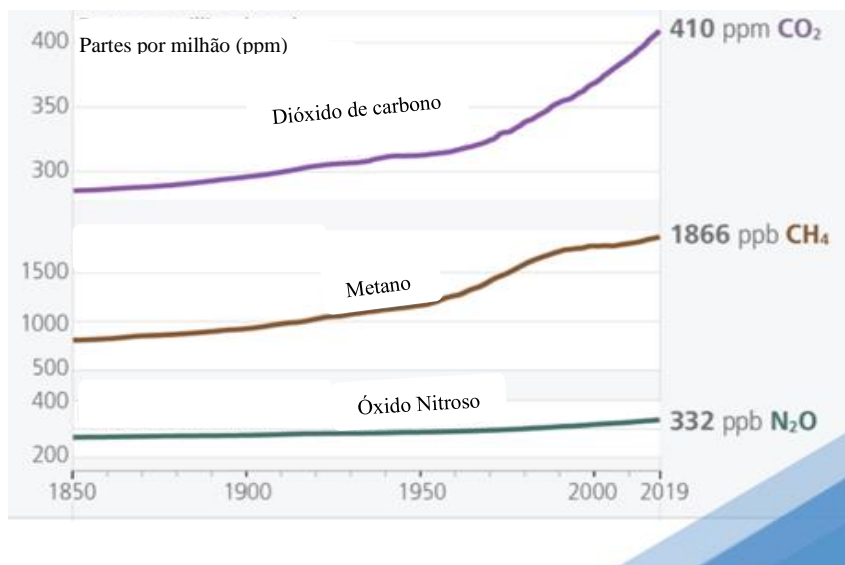


Figura 3. GEE e CO₂ na atmosfera nos períodos 1850-1900 e 2010-2019 (Masson-Delmotte et al., 2018).

A concentração de CO₂ aumentou de 280 ppm para 367 ppm, desde 1750 até 1999, conforme estudos de Bello (2013, citado em Lal et al., 2015), sendo que, em 2013, atingiu 400 ppm, cerca de 800 Gt C (Lal et al., 2015).

Entre 1850 e 1998 foram emitidos 270 Gt de C, provenientes da queima de combustível fóssil e da produção cimenteira. Durante o mesmo período, estima-se que a emissão tenha sido de 136 Gt de C, devido ao uso da terra, proveniente da decomposição da vegetação e da mineralização/oxidação dos húmus (Lal, 2004).

Em 2004, o aumento anual foi de 1,5 ppm, ou seja, 3,3 Gt/ano (Lal, 2004). No período de 2000 a 2005, verificou-se um aumento de CO₂ para a atmosfera de 4,1 Gt C/ano, de acordo com estudos de Denman et al. (2007). Para além disso, as observações de Denman et al. (2007) e Lal (2008, citado em Stockmann et al., 2013) apontam que, aproximadamente, atualmente, 8,7 Gt/ano de carbono, com origem antropogénica, são anualmente emitidas para a atmosfera, contribuindo para o aumento da temperatura.

Em 2019, as emissões atingiram o valor de 33,4 biliões de toneladas de CO₂, tendo diminuído em 2020, para voltar a aumentar em 2021, redução que se deveu à situação pandémica. Por seu lado, em 2019, os GEE atingiram o valor próximo de 60 mil milhões de toneladas de CO₂ eq (IEA, 2021). Se não forem tomadas medidas drásticas, em 2100, o aumento da temperatura atingirá os 2,5 °C.

Em 2019, atingiu-se o valor de 59 Gt de CO₂eq de emissão dos GEE a nível mundial. Na figura 4 é possível verificar a evolução anual da emissão dos GEE por componente, desde 1999 até 2019.

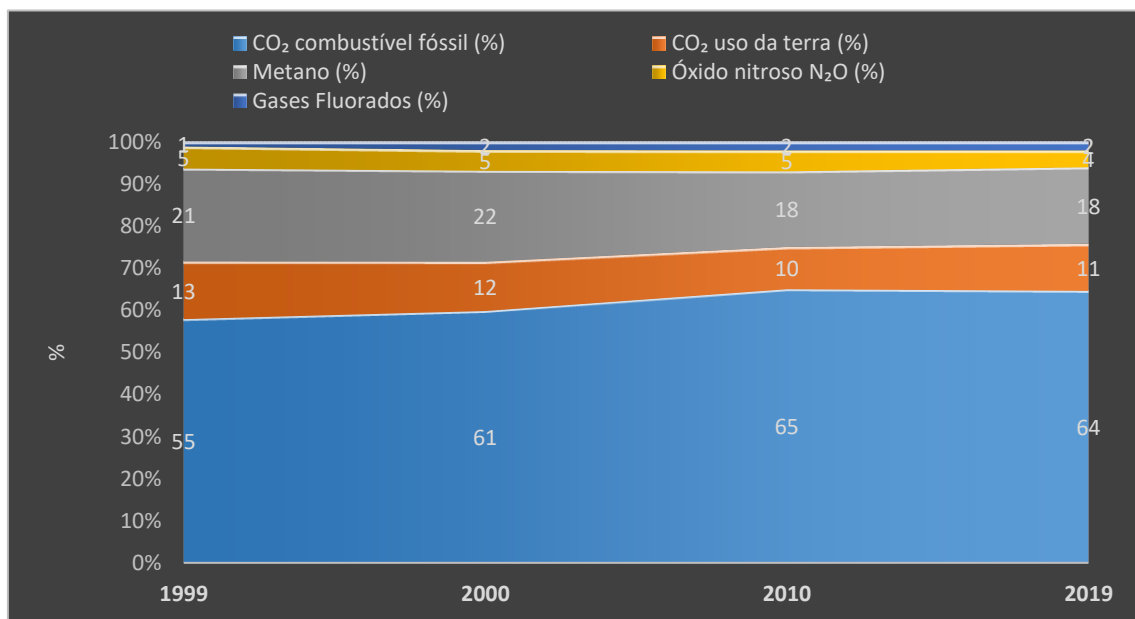


Figura 4. Aumento da emissão dos GEE desde 1990 até 2019 (IPCC, 2022).

Na figura 5 está representada a emissão direta e indireta, no ano 2021, por setor de atividade.

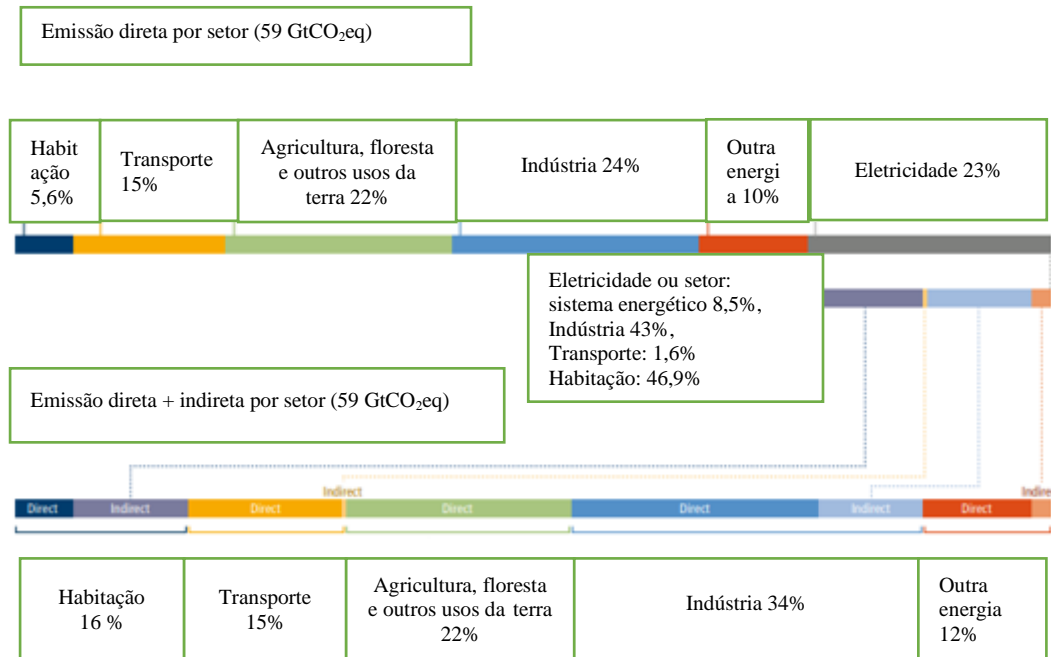


Figura 5. Emissão de CO₂ por tipo de setor (IPCC, 2022).

A agricultura, a indústria e o setor de energia são as maiores fontes emissoras diretas dos GEE. Fazendo a comparação entre as emissões diretas e indiretas, é possível constatar que o setor da agricultura e da indústria são responsáveis pelas maior parte das emissões.

A remoção de dióxido de carbono (CDR), desde 2017, concentrou mais atenções, devido a um aumento de consciência de que o aquecimento global trará consequências catastróficas para a humanidade.

A contribuição da emissão dos GEE para o aumento da temperatura, justifica a preocupação a nível mundial no sentido da sua diminuição. Por este motivo, a diminuição das emissões dos GEE não será uma medida suficiente para fazer face a este aumento, pelo que se torna necessário proceder à remoção do CO₂ da atmosfera.

Torna-se, então, urgente, não só diminuir a emissão dos GEE, como também desenvolver processos, como a “Tecnologia de Emissão Negativa” (NET), que consiste na Captação e Armazenamento de Carbono (CAC). A Captação e Utilização de Carbono (CUC) é outra tecnologia que remove o dióxido de carbono da atmosfera. Presentemente, também se inclui a tecnologia captação, utilização e armazenamento de carbono (CUAC) (Ajayi et al., 2018), que capta diretamente o dióxido de carbono do ar, de modo a atingir a escala de “Emissão Negativa” (CSLF, 2021) e sem a qual não será possível conseguir um aquecimento global abaixo de 2 °C até 2100 (CSLF, 2021).

2.2 . Estratégias de mitigação do dióxido de carbono (CO₂)

Entre 5 e 16 de junho de 1972 teve lugar a primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, que contou com a participação de representantes de 113 países, cujo principal objetivo era debater questões ambientais, sendo um marco na história da preservação do meio ambiente. Discutiram-se as mudanças climáticas e a qualidade da água, a limitação do uso de pesticidas na agricultura, a redução da quantidade de metais pesados lançados na natureza, e foram elaboradas as bases para o desenvolvimento sustentável.

Em 1991, em Berlim, reuniram-se 117 países, na primeira *Conference of the Parties (COP1)*, que tinha como objetivo reunir o consenso de todos os países na assunção de medidas para a mitigação do efeito de estufa, uma vez que se tinha chegado à conclusão que a redução das emissões para os níveis de 1990 até o ano 2000, não seria suficiente.

Em 1992, no Rio de Janeiro, realizou-se a primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio ambiente e o Desenvolvimento (ECO92), Cimeira da Terra, em que foi estabelecida na CQNAUC (Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas) a meta do Desenvolvimento Sustentável para as gerações vindouras.

Na sequência da *COP1*, após várias reuniões, os países envolvidos elaboraram um compromisso legal, com o objetivo de reduzir as emissões, que daria origem ao Protocolo de Quioto em 1997, com entrada em vigor em 16 de fevereiro de 2005. Os países participantes comprometeram-se a reduzir, em média, 5% das emissões dos gases com efeito de estufa, em relação aos níveis de 1990, no período de 2008-2012. No segundo período, de 2013 a 2020, os países participantes concordaram em reduzir as emissões dos GEE, pelo menos 18%, em relação aos valores de 1990.

Na *COP21, 21^a Conference of Parties* da CQNAUC, em Paris, que decorreu de 30 de novembro a 11 de dezembro de 2015, 195 países aprovaram a redução de emissões de gases com efeito de estufa. Nesta Conferência, pretendia-se fazer face ao aumento da temperatura média global, para que não ultrapassasse os 2°C acima dos níveis pré-industriais, e conjugar esforços para limitar esse aumento a 1,5°C. Esta Convenção entrou em vigor 30 dias após a sua adoção, em 12 de dezembro de 2015, tendo como objetivo que os 55 países, responsáveis por, pelo menos, 55% das emissões dos gases com efeito de estufa, acordassem os instrumentos de ratificação, aceitação e aprovação no chamado

“Acordo de Paris” (Nações Unidas, 2015). Neste acordo, os países renovaram o seu empenho perante a ação climática e chegaram a um acordo sobre os novos objetivos, com o intuito de limitar o aquecimento global e a descarbonização das economias mundiais. Os Estados Membros da UE comprometeram-se, no sentido de tornar a Europa a primeira economia e sociedade com impacto neutro no clima, até 2050.

A captação e armazenamento do carbono (CAC), é utilizada na sequestração terrestre, capturando o CO₂ atmosférico. Este tipo de processo consiste, por exemplo, no armazenamento no solo, através da fotossíntese ou pela sequestração no Oceano, que tem a capacidade de armazenar 40 000 Gt de CO₂. Outro processo de sequestração, consiste na utilização em estruturas subterrâneas de aquíferos salinos e reservatórios de gás (Ajayi et al., 2018). O Parlamento Europeu assume que, até 2030, 15% do CO₂ atmosférico pode ser reduzido através desta tecnologia (Vögele et al., 2018).

Existem exemplos da tecnologia de captação e utilização de carbono (CUC), em que se capta o CO₂ resultante da produção de fertilizante, que pode ser utilizado na gaseificação de células, na indústria alimentar ou petroquímica. Esta tecnologia é usada na produção de ureia, óxido de etileno, etanol, produção de bioplásticos ou ácido fórmico, entre outras utilizações (CSLF, 2021).

Na figura 6 encontra-se representada a acumulação antropogénica de CO₂, desde 1850 até 2019, nos vários continentes, sendo a América do Norte, o principal acumulador, seguido pela Europa.

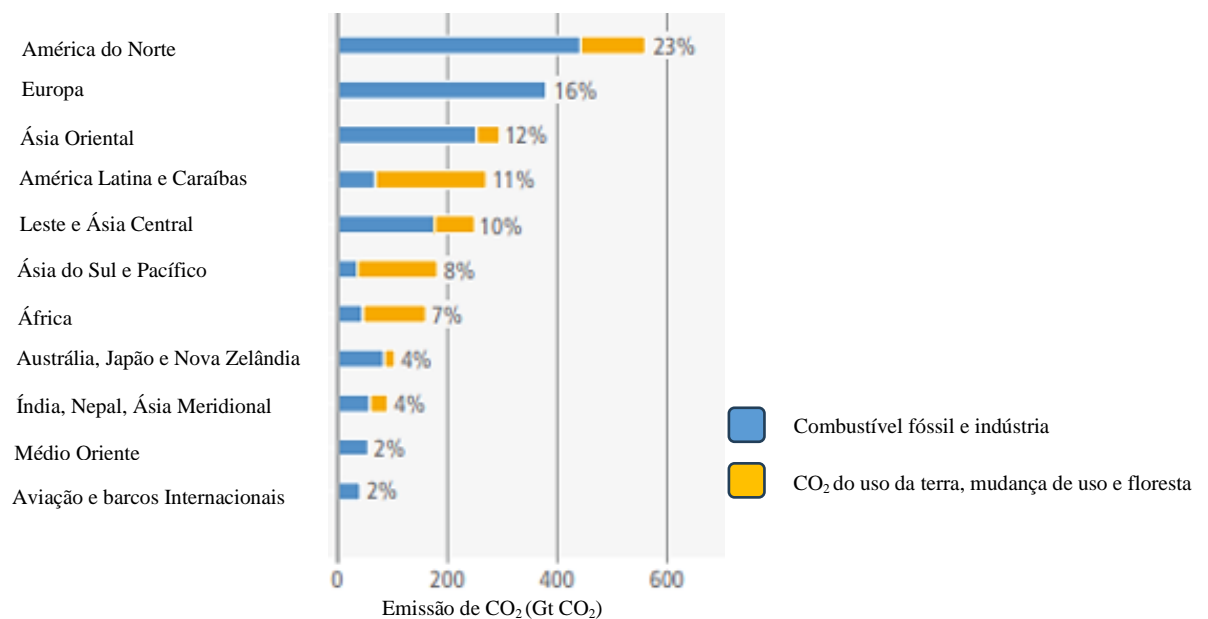


Figura 6. Acumulação de emissão de CO₂ na indústria e agricultura desde 1850 (IPCC 2022).

2.3 . Gestão dos Resíduos Urbanos Biodegradáveis (RUB)

Um dos processos para a mitigação dos GEE, consiste na valorização orgânica dos Resíduos Urbanos Biodegradáveis (RUB), que origina um compostado como produto final, para posterior aplicação na agricultura. Este tipo de uso da terra, conforme o 6º relatório do IPCC, é uma das formas de mitigar o aquecimento global a 1,5 ° C, através da remoção de CO₂, e captação e armazenamento de carbono, através do reflorestamento.

Desta forma, a gestão dos RUB para a recuperação de solos, pode aumentar o teor de carbono orgânico no solo, contribuindo para a preservação dos ecossistemas e mitigando os efeitos das alterações climáticas. De acordo com Bernstad e Jansen (2011), a importância da aplicação do compostado de RUB, como produto resultante da valorização orgânica, seja o compostado ou o digerido orgânico, poderá ser um contributo significativo para a diminuição das emissões dos GEE, se aplicado nos solos.

No contexto da Economia Circular, o que antes era considerado “lixo”, passa a ser valorizado como recurso. De acordo com a Direção Geral de Atividades Económicas (DGAE), a Economia Circular:

“tem sido um tema recorrente nas agendas internacionais, tanto Europeia quanto nacional nos últimos anos, sendo um conceito estratégico que assenta nos princípios da redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia, assumindo-se como um elemento-chave para promover a dissociação, entre o crescimento económico e o aumento no consumo de recursos” (DGAE 2020) <https://www.dgae.gov.pt/servicos/sustentabilidade-empresarial/economia-circular.aspx>).

Os RUB contêm grande quantidade de matéria biodegradável, o que provoca a produção de lixiviados e a libertação de gases quando depositados em aterro, como metano e dióxido de carbono (Favoino e Hogg, 2008), resultantes da decomposição dos resíduos. Assim, a deposição em aterro provoca emissão de Gases de Efeito de Estufa, sendo uma emissão superior a qualquer outro tipo de tratamento dos Resíduos Urbanos (RU), devido ao facto de o metano ser vinte e cinco vezes mais poluente do que o CO₂ no processo do efeito de estufa. Os lixiviados, dada a sua carga poluente, têm que ser tratados antes de serem lançados nos cursos de água. Da mesma forma, o metano produzido também tem que ser tratado, antes do seu lançamento para a atmosfera, sendo convertido simplesmente em dióxido de carbono ou encaminhado para recuperação energética.

O setor dos resíduos em Portugal contribuiu, em 2012, com 12% das emissões dos GEE, um valor superior ao da agricultura, contabilizado em 10%, conforme o Relatório do Estado do Ambiente (APA 2014). Já em 2018,

“o setor dos resíduos representou, ao nível nacional, 6,8% das emissões de gases de efeito de estufa, demonstrando uma diminuição considerável nas emissões. As emissões associadas à deposição de resíduos urbanos em aterro cifraram-se, para 2018, em 3,56 Mt CO₂eq11” (Secretaria de Estado do Ambiente 2020, 17).

De acordo com a publicação acima referida, neste ano, o desempenho de Portugal a nível dos RUB depositados em aterro, situava-se nos 53%, o que implicaria um esforço maior para se fazer cumprir a redução progressiva para os 35%, face aos quantitativos totais produzidos, em 1995. A nova Diretiva da (EU) 218/851 estabelece que

”os Estados-Membros têm que assegurar a recolha seletiva dos biorresíduos ou a separação e a reciclagem na sua origem, na sua totalidade, até 31 de dezembro de 2023, pelo que, até 2021, os Estados-Membros devem desenvolver as medidas necessárias para que os biorresíduos passem a ser objeto de valorização”.

Por outro lado, a União Europeia (UE) impõe que, até final de 2023, a deposição de RUB em aterro seja totalmente eliminada nos países membros, assim como a sua incineração, que representa, atualmente, o destino final de cerca de 20% dos RUB. No entanto, este objetivo comunitário está ainda muito longe de ser cumprido e, independentemente das ações já delineadas pelos órgãos competentes quanto às estratégias a implementar (Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território 2020), tal não ocorreu em 2020, nem em 2023, sendo pouco provável que aconteça em 2024.

2.3.1. Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos e sua evolução

Os SGRU foram definidos legalmente em 1993 e surgiram estimulados pelo acesso a fundos comunitários de apoio à construção, reconversão e ampliação de infraestruturas. Em 1997, existiam no total, 40 SGRU, sendo 29 intermunicipais e 11 multimunicipais, conforme consta no PERSU I (Ministério do Ambiente, 1997). Os sistemas intermunicipais ou municipais foram definidos em duas modalidades, a primeira, sob a forma de associação de municípios e, a segunda, na modalidade de empresas controladas pela *Environment Global Facilities (EGF)*.

Após o reajuste do PERSU II, passaram a ser somente 29 SGRU em Portugal Continental e estes sistemas agruparam-se no âmbito do ENRRUBDA – Estratégia Nacional de Redução dos Resíduos Urbanos Biodegradáveis destinados aos Aterros – com o objetivo do tratamento dos RUB, conforme representado na figura 7.



Figura 7. SGRU formados em 2005 (NOWA 2019).

Cada SGRU tem como responsabilidade a definição das melhores estratégias para a gestão dos seus resíduos, no sentido do cumprimento das metas e objetivos estabelecidos, a nível nacional e comunitário. Esta responsabilidade da gestão foi atribuída aos SGRU, aos Municípios e às Entidades Gestoras (EG), nomeadamente o Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens (SIGRE), com os apoios do Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência do Uso de Recursos (POSEUR) (Ministério do Planeamento e das Infraestruturas 2017).

No período de 2007 a 2012 ocorreram alterações e a configuração dos SGRU foi modificada, passando a 23 sistemas, conforme mostra a figura 8.



Figura 8. SGRU formados no período de 2007 a 2012 (NOWA 2019).

Atualmente, a gestão em Portugal Continental é realizada por 23 SGRU, 12 multimunicipais e 11 intermunicipais, que abrangem a totalidade da sua população. Nos sistemas intermunicipais, os municípios transferem a sua gestão para associações de municípios ou concessões privadas, que detêm a maioria do capital. Os sistemas multimunicipais são sistemas geridos por empresas concessionárias de capitais maioritariamente públicas (APA 2020).

Os sistemas de gestão dos RU podem ser classificados como sistemas de gestão em “alta” e sistemas de gestão em “baixa”, residindo esta distinção no tipo de transporte dos RU. Assim, o transporte em “alta” compreende o transporte de resíduos entre estações de transferência e o destino final. O transporte em “baixa”, envolve as operações de recolha e o transporte dos RU para as estações de transferência ou diretamente para o destino final, nos casos em que não exista esta infraestrutura (NOWA 2019).

Os sistemas em “alta” podem ter titularidade municipal, através de associações de municípios ou por delegações de empresas municipais. Estes dois tipos de subsistemas,

possuem infraestruturas de triagem, tratamento dos RU, a sua valorização e o seu destino final e garantem, na quase totalidade, a recolha seletiva, com exceção das áreas de grande Lisboa e Porto. A tabela 1 apresenta um resumo dos SGRU em alta (APA 2020), onde cada um dos SGRU se caracteriza em número e pela distribuição em concelhos diferentes.

Tabela 1. SGRU Multimunicipais e Intermunicipais (APA 2020).

Multimunicipais		Intermunicipais	
SGRU	Nº Concelhos abrangidos	SGRU	Nº Concelhos abrangidos
Valorminho	6	Ambisousa	6
Resulima	6	Lipor	8
Braval	6	Resíduos do Nordeste	13
Resinorte	35	Ecobeirão	19
Suldouro	2	Resitejo	10
Valorlis	6	Ecolezíria	6
Ersuc	36	Tratolixo	4
Resiestrela	14	Ambital	7
Valnor	25	Gesamb	12
Valorsul	19	Resialentejo	8
Amarsul	9	Amcal	5
Algar	16		

As infraestruturas do setor em “alta”, consistem em 32 aterros, 16 unidades de tratamento mecânico e biológico (TMB), 5 unidades de tratamento biológico (TB), dedicadas a biorresíduos recolhidos seletivamente, 5 unidades de tratamento mecânico, 2 incineradoras, 5 unidades de Combustível Derivado de Resíduos (CDR), 90 estações de transferência, 30 estações de triagem, 197 ecocentros e 41 430 ecopontos (PERSU, 2020⁺). Estes equipamentos são geridos pelos sistemas em “alta” e, na maioria dos concelhos, a recolha seletiva é assegurada por estes sistemas.

Os SGRU em “alta”, também podem ser caracterizados por submodelos de gestão, onde existem um determinado número de entidades gestoras, abrangendo um quantitativo de concelhos e sua população, conforme se apresenta na Tabela 2.

Tabela 2. SGRU em alta (NOWA 2019).

Submodelos de gestão	Entidades Gestoras	Concelhos Abrangidos	População abrangida (milhares hab.)
Concessões multimunicipais	12	180	6 672
Empresas municipais ou intermunicipais	8	75 ^a	2 099
Associações de municípios	3	23	220

a Onde se lê 75 estava incorretamente no texto original 71

A partir do levantamento realizado por NOWA (2019), para a ERSAR – Entidade Reguladora de Serviços de Águas e Resíduos – compreendendo o relatório preliminar de Avaliação de Sinergias da Integração da Recolha Seletiva com a Indiferenciada e a partilha de infraestruturas e serviços, é possível considerar as informações para compreender os sistemas definidos como Multimunicipais e Intermunicipais ou Municipais.

Segundo NOWA (2019), o setor em “baixa” é assegurado pelas autarquias, sendo a gestão realizada através de serviços municipais, serviços municipalizados ou associações de municípios e serve cerca de 2,9 milhões de habitantes, em 50 municípios. A gestão dos serviços municipais presta serviço a 7,2 milhões de habitantes em 228 municípios, conforme se apresenta no Tabela 3.

Tabela 3. SGRU em baixa (NOWA 2019).

Submodelos de gestão	Entidades Gestoras	Concelhos Abrangidos	População abrangida (milhares hab.)
Empresas municipais ou intermunicipais	18	22	1572
Associações de municípios	2	20	348
Serviços municipalizados ou intermunicipalizados	7	8	962
Serviços municipais	228	228	7182
Total	255	278	10064

A recolha dos resíduos indiferenciados é, essencialmente, gerida pelos sistemas em baixa, que compreende 255 entidades gestoras. Os sistemas em “baixa”, dizem respeito aos municípios, que asseguram a recolha dos resíduos indiferenciados e possuem os equipamentos para deposição dos Resíduos Industriais e dos resíduos da recolha seletiva. No entanto, a recolha seletiva é, essencialmente, da responsabilidade dos serviços em “alta”, embora também possa ser exercida pelo sistema em “baixa”, como é o caso dos 27 municípios que integram os SGRU, a Lipor e a Valorsul. Existem 4 municípios onde

a recolha, o tratamento e o destino final dos resíduos são assegurados pela mesma entidade, o que é denominado de serviço verticalizado. Estes municípios são Vinhais, Bragança, Vimioso e Miranda do Douro (Levy et al. 2020).

No ano de 2016, seguindo outros modelos europeus, foram licenciadas duas entidades, através do Despacho n.º 14202-D/2016 e do Despacho n.º 14202-E/2016, a Novo Verde e a Sociedade Ponto Verde (SPV), respetivamente, para a gestão de sistemas integrados dos resíduos de embalagem, com a obrigatoriedade do cumprimento das metas nacionais definidas no PERSU 2020, nomeadamente, as metas da retoma dos SGRU (NOWA, 2019). Para o cumprimento das metas no curto espaço temporal estabelecido, é necessário um grande esforço por parte dos SGRU. No entanto, a maioria destes sistemas consideram que essas metas não são adequadas e não correspondem à realidade e que, além disso, sendo impostas pela Diretiva de Embalagens, não deveriam ser apenas da responsabilidade dos SGRU. Alertam ainda para o facto de não terem sido consideradas as características demográficas e sócio económicas de cada área, por exemplo, as zonas rurais, que são áreas de menor consumo e também de menor produção de embalagens, o que implica uma recolha com custos muito elevados (APA, 2019).

Dentro dos SGRU, uma das primeiras resoluções foi a criação da Taxa de Gestão de Resíduos (TGR), que tem como objetivo a redução da produção de resíduos, com o intuito de melhorar o comportamento dos operadores económicos e consumidores finais, também com vista a uma gestão mais eficiente, que permita alcançar o cumprimento das metas em termos de gestão de resíduos.

A Taxa de Gestão de Resíduos (TGR), foi criada pelo Decreto-Lei n.º 178/2006 de 5 de setembro, art.º 58. Posteriormente, este decreto sofreu alterações com o Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, e, mais recentemente, com a Lei n.º 82-D/2014 de 31 de dezembro, sobre a “Fiscalidade Verde”. A Fiscalidade Verde promoveu diversas alterações na TGR, de acordo com o Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos - PERSU 2020⁺, a saber:

1. Diferenciação por operação de gestão de resíduos no cumprimento da hierarquia da gestão, indexada à operação de deposição no aterro e fim da distinção dos resíduos urbanos e não-urbanos;

2. Criação de uma parcela de penalização, TGR Não-Repercutível, aplicável ao SGRU e indexada aos desvios das metas individuais definidas;
3. Consignação ao Fundo de Intervenção Ambiental (FIA);
4. Isenção de TGR, no caso em que a solução técnica seja imposta por lei.

No período compreendido entre 2012 e 2017 assistiu-se a um aumento de 62% da TGR liquidada, embora a recolha seletiva não tenha acompanhado este aumento, tendo diminuído 3%. Por este motivo, foi feita a introdução de três parâmetros, com possível regime de penalizações, como fator de agravamento progressivo, em função do não cumprimento das metas pelos SGRU. Os parâmetros dizem respeito a:

1. Metas de retomas de recolha seletiva;
2. Metas de deposição de RUB em aterro;
3. Preparação para reutilização e reciclagem.

A taxa passou a ser diferenciada por operação de gestão de resíduos e indexada à operação de deposição em aterro, que pagará 100% da taxa a ser definida. A tabela de taxa de gestão de resíduos está publicada no art.º 110, do capítulo III do Título IV do Decreto-Lei n.º 102-D/2020 de 10 de dezembro. A tabela 4 apresenta a evolução da TGR, no período entre 2015 e 2020.

Tabela 4. Evolução da TGR entre 2015 e 2020 (Levy et al., 2020).

Destinos	Valor da TGR - €/t					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Aterro	5,5	6,6	7,7	8,8	9,9	11,0
Incineração	3,85	4,62	5,39	6,16	6,93	7,7
Valorização energética	1,375	1,65	1,925	2,2	2,475	2,75

Uma das razões pelas quais os SGRU não desviam os RU dos aterros, está relacionada com o facto de os municípios cobrarem o valor da TGR ao munícipe, através da tarifa de saneamento. Contudo, prevê-se a duplicação da TGR para a deposição em aterro, a partir de julho de 2021, passando a ser 22€/t, contra os 11€/t praticados em 2020, de acordo com o decreto supracitado. A aplicação da TGR surge em apoio a projetos na área dos resíduos e da economia circular, sendo transferidas para o Fundo Ambiental. De acordo com o trabalho realizado por Levy et al. (2020), é sugerido que as verbas arrecadadas pela

TGR sejam utilizadas para diminuir os custos de recolha e tratamento dos biorresíduos, uma vez que a recolha é bastante onerosa.

2.3.1.1. Legislação da Gestão dos RU e requisitos até 2035

A referência ao pensamento literário de Almada Negreiros neste tópico que, além da legislação, trata de metas e da gestão para o futuro próximo dos resíduos sólidos, seja em Portugal ou no mundo, retrata bem o caminho a ser seguido pela gestão adequada de resíduos e recursos para um futuro promissor.

“(…) Quando eu nasci, as frases que hão de salvar a humanidade já estavam todas escritas, só faltava uma coisa, salvar a humanidade”

José de Almada Negreiros

Com a finalidade de dar um enquadramento legal à utilização do compostado dos RUB, como forma sustentável na recuperação ou enriquecimento de solos, é importante olhar para a forma como surgiu e vem evoluindo a legislação que dá suporte à gestão dos resíduos urbanos em Portugal. Os primeiros anos da década de 1980, foram orientadores para o enquadramento legal das intervenções sobre o ambiente, certificadas pela cúpula mundial, organizações que começaram a antever um futuro catastrófico para o século XXI, caso a utilização e práticas de uso dos recursos naturais e dos resíduos produzidos, não providencie a regularização de acordo com os novos tempos e consumos.

A legislação portuguesa só começa a fazer referência aos resíduos, devido aos impactos negativos que estes geram no ambiente, a partir da Lei de Bases do ambiente n.º 11/87 de 1987, que regulamenta as práticas socioeconómicas sobre o ambiente, dando cumprimento aos artigos 9.º e 66.º da Constituição da República Portuguesa. Somente os artigos 23.º e 24.º desta Lei, fazem referência aos resíduos, nomeadamente, aos compostados químicos. Ou seja, neste ano, é evidente a ainda pouca sensibilidade sobre a produção e recolha de RU. Esta lei foi revogada pela Lei n.º 19/2014 de 14 de abril.

Posteriormente, foram publicadas outras leis relativas ao ordenamento do território, regime de bens do domínio público hídrico do Estado e outras subsequentes que, ao longo do tempo, foram afuniladas, do tema geral ambiente para temas específicos como a água, o ordenamento do território, o ar e os resíduos (Anexo A). Vários documentos legais sido

publicados, com referência às publicações dos Planos Estratégicos de Resíduos Sólidos Urbanos

- **PERSU I**, que resultou do **Decreto-Lei n.º 239/97 de 9 de setembro** e tinha como objetivo a regulamentação sobre o encerramento e recuperação das lixeiras. É aqui definida uma estratégia no âmbito da gestão integrada de RU e as suas metas, e tinha como meta um período de 10 anos.
- **PERSU II aprovado pela Portaria n.º 187/2007 de 12 de fevereiro** e validado para o período de 2007 a 2016, teve como princípios orientadores os compromissos de redução de Gases com Efeito de Estufa, assumidos no âmbito do Protocolo de Quioto.
- **PERSU 2020**, aprovado pela Portaria n.º 187-A/2014 de 17 de setembro, para o período de 2014 a 2020, onde foram definidas as metas dos materiais recicláveis valorização de RUB, em articulação com Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR), o Plano de Ação para a Economia Circular (PAEC), o Plano Nacional de Combate ao Desperdício Alimentar e a Estratégia Nacional de Educação Ambiental. Recomenda ainda o incentivo à promoção da compostagem doméstica e comunitária.
- **PERSU 2020+**, aprovado pela Portaria n.º 241-B/2019 de 31 de julho, tendo sido criado pelo facto de Portugal não estar a cumprir os objetivos estabelecidos na meta de reciclagem, no PERSU 2020. Aqui, é proposto um Roteiro para a Neutralidade Carbónica, cumprindo assim o objetivo assumido na Ratificação de Paris, de acordo com os compromissos assumidos por Portugal no âmbito deste acordo, a nível do Desenvolvimento Sustentável e as recentes propostas do Parlamento Europeu e do Conselho e do Plano de Ação para a Economia Circular (PAEC).
- **PERSU 2030**, aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 30/2023 de 24 de março, tem como objetivo assegurar a transição para uma economia com impacto neutro do clima e eficiente utilização de recursos, garantindo que, em 2050, as emissões líquidas de Gases de Efeito de Estufa sejam nulas e que nenhuma região nem nenhum indivíduo seja deixado para trás.
- **Decreto-Lei 102-D/2020** obrigava os municípios a desviarem, até final de 2023, a totalidade dos RUB produzidos, para serem encaminhados para valorização orgânica, cujo produto final é o compostado. Foi atualizado pela Resolução do

Conselho de Ministros 30/2023 de 24 de março, onde se procedeu a uma caracterização do compostado obtido, de acordo com a sua classificação por classes, foram definidas aplicações distintas, conforme a legislação em vigor (Decreto-Lei 103/2015). Se o compostado for classificado em classe I ou II, pode ser aplicado na agricultura. Com a classificação IIA, destina-se às culturas arbóreas e arbustivas, olivais e vinhas.

2.3.1.2. Produção de RU - Metas

No ano de 1991, a captação de RU, em Portugal Continental, era de 231 kg/(hab*ano) e, em 2020, passou para 512 kg/(hab*ano), valor superior à média europeia, situada nos 502 kg/(hab*ano). A produção de RU per capita tem registado um aumento constante, tendo-se verificado um crescimento exponencial de 1991 a 2010, em que se passou de 2 429 para 5 184 milhares de toneladas. Ou seja, em 30 anos, a produção de RU por habitante, em Portugal, subiu 212%, o que representa um aumento médio de 5% por ano, tendo-se verificado uma diminuição da produção per capita, de 2010 a 2016 e, de seguida, um novo aumento até 2020 (APA 2021).

A captação da produção de RU per capita em Portugal, em curtos períodos, entre os anos de 2010 e 2020, pode ser consultada na figura 9.

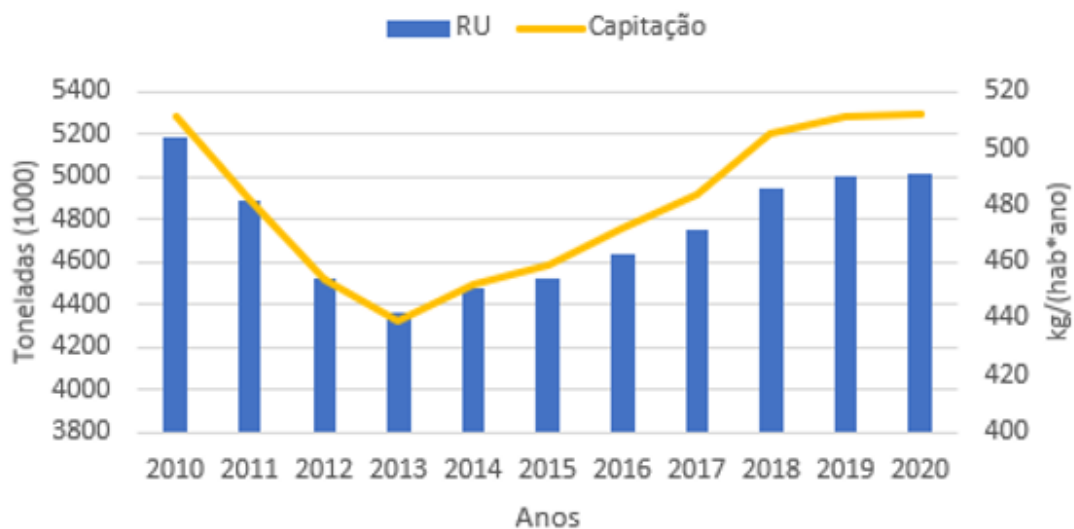


Figura 9. Produção de RU por ano e per capita (2010-2020) em Portugal (APA 2020).
a A produção per capita tem vindo a crescer, desde 2014

A produção total de resíduos urbanos acompanha a geografia de desenvolvimento económico do país, que destaca primeiro a região de Lisboa e Vale do Tejo, seguida do Norte e Centro. Tal não se verifica, quanto à produção per capita, em Portugal Continental, de onde se destaca o Algarve, com a maior quantidade produzida, seguido do Alentejo e, posteriormente, Lisboa e Vale do Tejo. É de referir que, nas contabilizações, não se considera a população flutuante, representada pelos turistas e trabalhadores sazonais, de onde decorre a justificação da quantidade elevada de resíduos no Algarve e no Alentejo (APA 2020).

Atualmente, a gestão de resíduos em Portugal continental, assenta nas seguintes soluções:

- Recolhas seletivas de resíduos de embalagem, papel e outros fluxos de resíduos valorizáveis (porta-a-porta, ecopontos, ecocentros) com a finalidade de triagem e envio para reciclador;
- Recolha seletiva de RUB, com o objetivo de valorização orgânica, por processo de compostagem e/ou digestão anaeróbia;
- Recolha indiferenciada de resíduos urbanos, para envio para Tratamento Mecânico (TM) e/ou Tratamento Mecânico Biológico (TMB), para posterior reciclador ou outro processo de valorização;
- Recolha indiferenciada de resíduos urbanos, para envio para valorização energética (incineração de resíduos);
- Deposição de resíduos em aterro das frações não valorizáveis ou deposição direta.

Em 2020, foram recolhidas 5 014 000 t de RU, sendo que 3 950 000 t tiveram origem na recolha indiferenciada, 989 000 t na recolha seletiva e o restante proveniente de outros produtores. Dos 3 950 000 t da recolha indiferenciada, 1 620 000 t foram diretamente para aterro, 1 052 000 t entraram em TMB e 952 000 t, foram incineradas. Neste ano, o valor da recolha seletiva multimaterial foi de 989 000 t de resíduos e 100 000 t tiveram como destino a valorização orgânica. Foram depositados em aterro, cerca de 3 010 000 t de RU em que, aproximadamente, 1 163 000 t correspondiam à fração resto. Este valor de deposição em aterro, corresponde a 293 kg/(hab*ano) em Portugal, enquanto que a média na Europa, em 2020, era de 119 kg/(hab*ano) (PORDATA, 2021).

Os RU produzidos em Portugal têm diferentes destinos. No entanto, é visível, através dos dados da tabela 5, que a deposição final em aterro é muito superior à deposição direta em aterro, um valor superior a 50%, devido ao valor do refugo, fração resto, da triagem da recolha seletiva, cujo material não é todo encaminhado para retoma resultante dos tratamentos mecânico e/ou biológico – TM/TMB (APA, 2021). A entrada em funcionamento de unidades de Tratamento Mecânico e Biológico (TMB), em 2020, fez com que apenas sete SGRU tenham depositado RU diretamente no aterro.

Tabela 5. Destinos diretos e finais de RU em Portugal 2020 (APA, 2020, 19, 21).

Deposição	Aterro	Valorização Energética	TM	TMB	CVO	Valorização Material
Direta	41	19	5	21	2	12
Final ^a	64,2	17,4		7,2		8,9

a 2,2% teve como destino outras valorizações.

Na tabela 6, apresenta-se o destino da produção da fração resto em Portugal Continental, em 2020.

Tabela 6. Destino percentual da fração Resto em Portugal - Ano 2020 (APA, 2020).

Origem	Fração Resto	Aterro	Incineração
Toneladas	4 038 913	3 039 383	999 530
Percentagem		76	24

A taxa de utilização de aterro para RU foi de 57%, em 2017, e de 58%, em 2019, o que está longe do valor proposto para 2035, que estipula que só poderão ser depositados em aterro, um valor menor ou igual a 10% dos RU totais, que já não possam ser valorizados. Em 2017, a “Fração Resto”, contribuiu para que a deposição no aterro, na ordem dos 43%, passasse para 57%, tendo como origem o refugo do TM/TMB, do processo de triagem multimaterial e da preparação dos CDR, cujo quantitativo é de 1 Mt e corresponde a 100 kg/(hab*ano) desta fração (APA, 2017).

Os destinos finais obtidos dos RU, ainda relativamente a 2020, e conforme se pode verificar na tabela 7, reforçam que a deposição em aterro é ainda preocupante, em relação aos demais destinos, uma vez que uma elevada percentagem tem por destino final o aterro. A maioria do material depositado diretamente no aterro, é resultante da fração resto das

TMB e também do refugo da triagem da recolha seletiva, cujo material não é todo encaminhado para retoma.

Tabela 7. Percentagem dos produtos dos destinos finais de RU (2020) (APA, 2020).

Destinos Finais (t)		
Reciclados	605 755	9,5%.
Compostado	70 459	1,5%
Aterro	2 997 555	60%
Incineração	996 719	19,8%
(água + gás + outros)	343 512	9,2%
Total	5 014 000	100,00%

Não se inclui o Resíduo Não Urbano (RNU)

É necessário que Portugal empregue esforços para concretizar as novas metas, uma vez que, em 2020, não conseguiu cumprir a meta estabelecida para os limites de deposição em aterro. No ano de 2035, no máximo, 10% dos RU produzidos, ou seja, apenas cerca de 0,5 Mt podem vir a ser depositadas. O que significa que, até 2035, têm que ser desviadas mais de 2 Mt de RU da deposição em aterro (Secretaria do Estado do Ambiente 2020). De acordo com a APA (2020), em Portugal, a concretização das metas está dependente da otimização das unidades de TMB já existentes, da possibilidade da agregação de municípios e da harmonização tarifária.

2.3.1.3. Produção de material reciclável e sua valorização

A hierarquia na gestão dos resíduos pressupõe a prevenção, redução, reutilização, reciclagem e recuperação. Outra medida foi a elaboração de um Plano de Ação, chamado PAPERSU - Plano de Ação para o Programa Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos - para se cumprir o PERSU 2020⁺ - Programa Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos, a ser implementado pelos sistemas multimunicipais, intermunicipais e municipais. Apesar dos esforços, concluiu-se, numa avaliação intercalar, que existia um desvio das metas definidas (NOWA, 2019).

Assumiram-se, como valores de base, os resíduos depositados no ano de 1995, quando se preconizava que a deposição de RU em aterro não fosse superior a 23%, mas na realidade, o valor depositado cifrou-se em 60%, no ano 2020, e os cálculos para a valorização orgânica só tinham atingido 7% contra os 25% pré-definidos.

Simultaneamente, a reciclagem dos materiais obteve valores inferiores a 25%, sendo a meta pré-estabelecida de 50% (APA, 2021).

A recolha seletiva iniciou-se com a fileira do vidro, no ano de 1983, em colaboração com as Câmaras Municipais e a Associação dos Industriais de Vidro e Embalagens, tendo-se recolhido, nesse ano, 130 t. Em 1989, atingiu-se o valor de 40 496 t. As autarquias destinaram o lucro resultante da venda do vidro, essencialmente, para o apoio de instituições, no caso, a APPADCM - Associação Portuguesa de Pais e Amigos do Cidadão Deficiente Mental, como referiu uma comunicação pessoal da Divisão de Contabilidade da Câmara Municipal de Matosinhos. Desde a década de 1980, a evolução da recolha do vidro em relação à taxa de reciclável, pode ser consultada na figura 10, onde é perceptível que, somente na década de 1990, a recolha do vidro *versus* a taxa de reciclável, passou a evoluir concomitantemente até 1995.

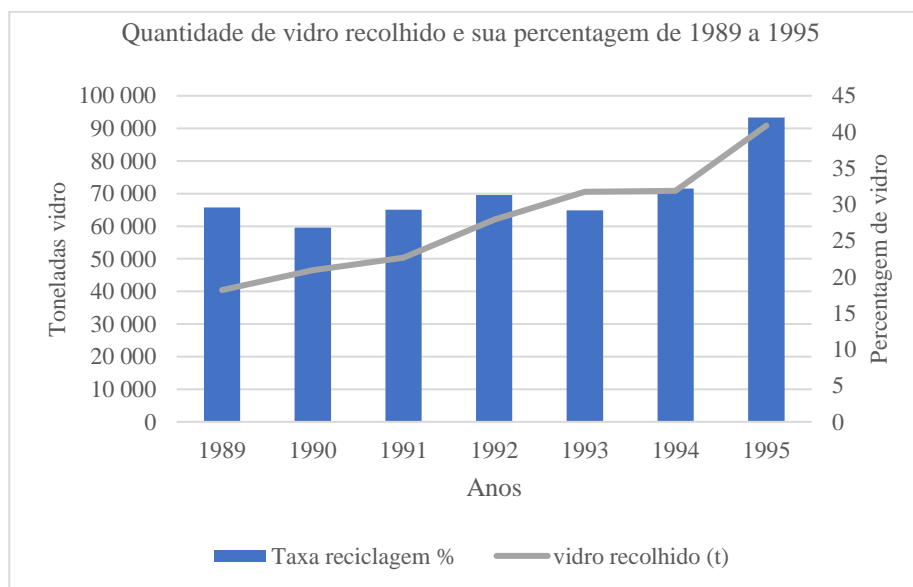


Figura 10. Quantitativos de reciclagem de vidro de 1989 a 1995 (Ministério do Ambiente, 2007).

Até à década de 1990, as Câmaras Municipais não procediam à recolha seletiva do papel e do plástico, com exceção da Câmara Municipal de Espinho, que iniciou, em 1991, a recolha seletiva de plástico, e da Câmara Municipal de Sintra que, em 1992, de forma pioneira, enviou para reciclagem 4,8 toneladas de RU, embora os valores não tenham sido informados à época, o que foi formalizado somente com o Decreto-lei 147/95, de 21 de Junho, do Ministério do Ambiente e Recursos Naturais, que estabelece o Plano Nacional de Resíduos Sólidos.

Em 1992, iniciaram-se alguns projetos de recolha seletiva, nas diferentes fileiras de materiais, através do incentivo de 10 milhões de euros, do Programa Operacional de Ambiente e Revitalização Urbana, cujo objetivo era o apoio às atividades de gestão dos resíduos e a melhoria de comunicação com o público, o que justificou a iniciativa em Espinho e em Sintra.

Em 1995, foram recolhidas 133 400 t de materiais recicláveis, das quais 91 000 t eram vidro, somente 33 400 t corresponderam a papel e cartão, e o restante a outras fileiras (Ministério do Ambiente, 1997). Após quase três décadas, a recolha seletiva aumentou, embora não para o valor estipulado pela UE. Este aumento pode ser consultado na figura 11.

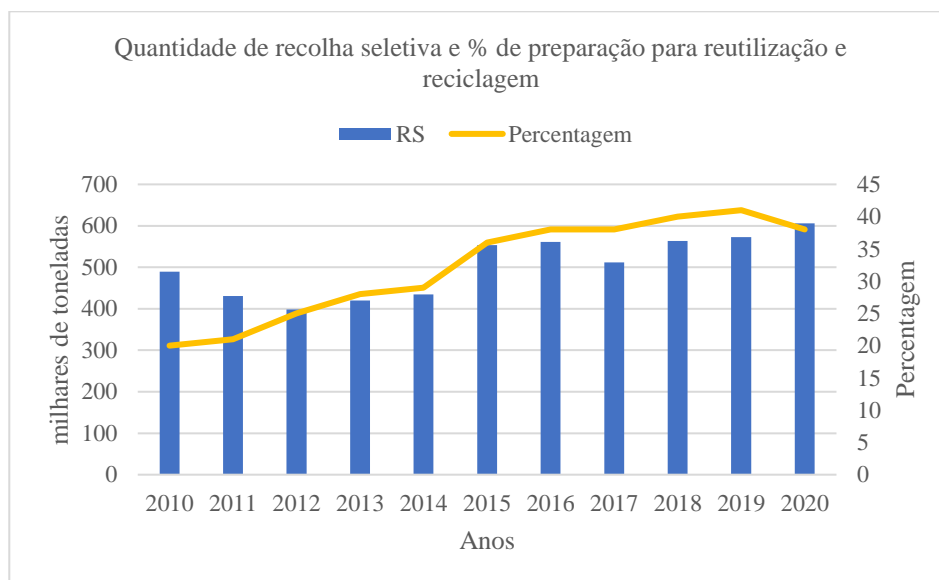


Figura 11. Taxa de reciclagem 2010 a 2019 em Portugal (APA 2020).

Consulta aos Relatórios Anuais de Resíduos Urbanos (2010,2011,2012)

Metas de Recicláveis

Através do Decreto-Lei n.º 366-A/97 de 20 de dezembro e do anterior Decreto-Lei n.º 322/95 de 28 de novembro, aprovado sem a notificação prévia da Diretiva 94/62 CE de 20 de dezembro, estipulou-se que a valorização dos resíduos de embalagem teria um mínimo de 25%, em peso dos resíduos de embalagem, até 31 de dezembro de 2001. Foi também definido que deviam ser valorizados um mínimo de 50%, em peso de resíduos de embalagem e reciclados, e um mínimo de 25%, em peso da totalidade dos materiais de embalagem, com um mínimo de 15%, para cada fileira de embalagem, até 31 de dezembro

de 2005. A tabela 8 apresenta as percentagens que foram definidas, no que respeita à reciclagem das diferentes fileiras de materiais em 2001 para 2005.

Tabela 8. Metas de reciclagem e valorização de embalagens 2001-2005 (Decreto-Lei n.º 366/97).

Tipo de material	Metas 2001 derrogadas a 2005
Valorização total de RE ^a	50%
Reciclagem de RE^a	
Total	25%
Vidro	15%
Papel/cartão	15%
Plástico	15%
Metais	15%

^a Resíduos de Embalagem (RE)

O Decreto-Lei n.º 92/2006, de 2 de maio, promove o cumprimento das metas de reciclagem e valorização de embalagens e resíduos de embalagem, conforme se apresenta na tabela 9.

Tabela 9. Metas de reciclagem e valorização de embalagens 2011 (Dec - Lei n.º 92/2006 de 25 de maio).

Tipo de material	Metas 2011
Valorização total de RE	>60%
Reciclagem de RE^a	
Total	55-80%
Vidro	>60%
Papel/cartão	>60%
Plástico	>22,5%
Metais	>50%
Madeira	>15%

Os valores das taxas obtidas na preparação para reutilização e reciclagem, para 2012, 2016 e 2017, e respetivas metas, confirmam que as metas não foram alcançadas, conforme se encontravam definidas no Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho. Pela Diretiva 2008/98/CE de 19 de novembro, art.º 11, foi estipulado que a preparação para a reutilização e a reciclagem de resíduos sofria um aumento para 50% em peso e a preparação para a reutilização, a reciclagem e a valorização, um aumento para 70%. Mais tarde, foi publicado, no Decreto-Lei n.º 73/2011 de 17 junho, a definição de novas metas estabelecidas até 2020.

Na Europa, a produção de RU varia de país para país, assim como a taxa de reciclagem. Por exemplo, a Bélgica alcançou, em 2018, o valor de 85,3%, o que corresponde a uma elevada taxa de reciclagem de embalagens, ao contrário da Hungria, cujo valor é o mais baixo, de 46,1%. Portugal foi também considerado, relativamente a outros países, com uma taxa baixa, situada nos 57,6%. No relatório anual da APA (2020), consta que as retomas, neste ano, foram de 50 kg/(hab*ano), valor inferior à meta que era 52 kg/(hab*ano), sendo assim necessário considerar a legislação e metas de gestão estabelecidas para se atingir os requisitos até 2035. A Diretiva UE 2018/851 define as metas para a recolha seletiva, segundo os princípios da Economia Circular, e estabelece a obrigação da recolha seletiva. A Diretiva Quadro de Resíduos recomendava a recolha seletiva dos biorresíduos e impunha a recolha seletiva destes a partir de 2024, sendo que, só a partir de 2027 considera, na preparação da reutilização e reciclagem (ReR), a inclusão dos biorresíduos no cálculo das metas. Na tabela 10, apresenta-se um resumo dos valores da preparação para reutilização e reciclagem, respetivamente, Método 2 e Método 4, conforme a taxa e a meta esperada.

Tabela 10. Taxas alcançadas e metas para preparação para ReR (Levy et al., 2020; APA 2020).

Ano do Método	Método 2	Método 4	Método 2	Método 4
Ano	Taxa (%)	Taxa (%)	Meta (%)	Meta (%)
2012	25	19		
2016	38	28		
2017	38	28		
2020	38	28	50	37,24
2025			55	55
2030			70	60
2035				65

O método 2 coloca no denominador o potencial de recicláveis e no método 4 considera-se no denominador a totalidade de RU.

Método 2: Taxa de reciclagem= $(a + b + c + d + e)/f$

Método 4: Taxa de reciclagem= $(a + b + c + d + e)/g$

a) Recolha seletiva (papel, cartão, plástico, metal, vidros, madeiras); b) Recicláveis TM/TMB recuperados (papel, cartão, plástico, metal, vidro, madeira); c) Valorização de RUB (54% Recolha Indiferenciada + 100% de Recolha Seletiva); d) Escórias metálicas de Incineração com produção de energia; e) Outros materiais recicláveis; f) Total reciclável produzido (plástico, metal, vidro, madeira, RUB, outros materiais recicláveis); g) Total de RU

O cálculo da meta para a preparação para a Reutilização e Reciclagem (ReR) é usado pelo chamado método 2, conforme publicado no “Estudo económico e financeiro relativo à recolha de biorresíduos” (Levy et al., 2020), onde se estabelecia que a meta de ReR era de 50% até 2020. Neste método, considera-se para o cálculo da eficiência, a totalidade do

potencial reciclável produzido, plástico, metal, vidro, madeira, RUB, outros materiais recicláveis, no denominador. Foi definido um novo método pela UE, o método 4, em que o denominador passa a consistir no total de RU e não no total potencial de recicláveis, conforme ocorria até a data.

No final de 2020, foi publicado, pela Secretaria do Estado do Ambiente, o artigo “Biorresíduos – Contas Certas nos Resíduos”, onde foram definidas as metas para preparação, reutilização e reciclagem de resíduos, que passam a ser de 55% até 2025, 60%, a alcançar em 2030 e 65% em 2035. As metas para a reciclagem dos resíduos de embalagem passam a ser de 65% para 2025 e 70%, para 2030, e a obrigatoriedade da recolha seletiva dos biorresíduos, até final de 2023. Em 2020, a taxa de preparação para reutilização e reciclagem situou-se nos 38%, estando longe dos 50% da meta estabelecida para 2020, como se pode verificar. Assim, ajustaram-se as metas para o método 4, mais próximas da realidade a alcançar, ou seja, baixando um pouco o exetável, devido à verificação de uma estagnação na evolução da taxa, conforme se apresentou na tabela 10. O que ressalta ainda mais a necessidade de se incrementar a recolha seletiva, a eficiência da triagem e a recuperação de recicláveis. Os objetivos ambientais e de sustentabilidade definem as metas dos resíduos no âmbito da Economia Circular, que fixa a reutilização e a reciclagem dos resíduos urbanos para um mínimo de 70% até 2030, mas aceitável a 60%, conforme o método 4. Na figura 12, é possível comparar os resultados percentuais da preparação para reutilização e reciclagem, entre 2013 e 2019, em crescimento, principalmente a partir de 2018, e a meta para 2025.

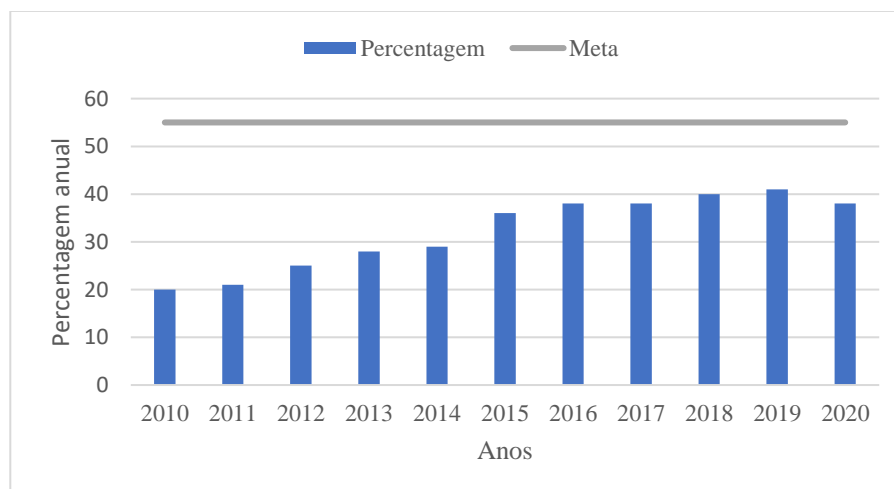


Figura 12. Taxa de preparação para ReR e meta para 2025 em Portugal (APA, 2020).

Na tabela 11 são apresentados os valores obtidos para as embalagens e produção de resíduos para o ano de 2020, o que evidencia que a percentagem de embalagens recicláveis deve ser aumentada.

Tabela 11. Taxas para a retoma de embalagens (APA, 2020).

Ano	Quantidade RU	Produção de Resíduos de embalagem		Embalagens recicláveis	
	t	t	%	t	%
2020	5 014 000	1 538	31	922	60

Relativamente à meta de reciclagem dos resíduos de embalagem, estava definido o valor de 80%, até 2030, com metas intermédias de 60%, até 2020, e 70%, até 2025, pela Diretiva (UE) 2018/851, de maio de 2018, que altera a Diretiva 2008/98/CE. No entanto, o art.º 29 do Capítulo III, Anexo V do Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de Dezembro, estabelece que estes valores passam a ser redefinidos para 70%, até 2030, com metas intermédias de 63%, em 2022, e 65%, em 2025. Reafirma-se que, em 2025, conforme o DL n.º 102-D/2020, não será mais permitida a deposição em aterro de plásticos recicláveis, metais, vidro, papel, cartão e resíduos biodegradáveis. A figura 13 apresenta a taxa da reciclagem de embalagens em 2020, nos países da UE e a meta para 2025, relativamente a Portugal.

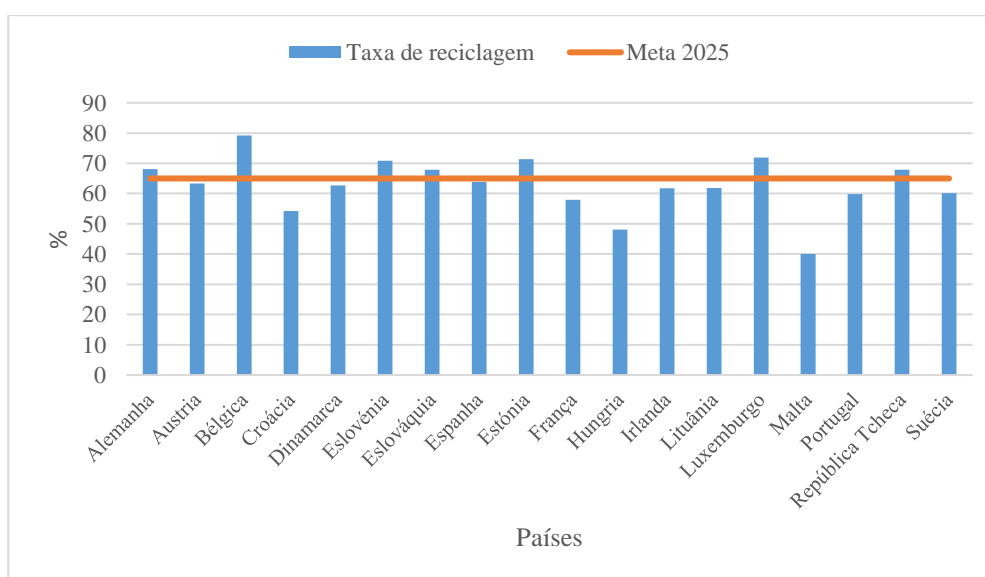


Figura 13. Taxa de reciclagem de embalagem nos membros da UE e meta para 2025 (PORDATA, 2020).

Conforme os dados publicados, a UE alcançou, em 2020, uma taxa de reciclagem de embalagens de 64%, sendo que Portugal se encontrava na taxa de 59,8% (PORDATA, 2020). Embora não tendo alcançado a meta desejável no ano de 2020, que seria 60%, está perto do valor estipulado como meta, contudo ainda abaixo do valor médio da Europa.

2.3.1.4. Quantitativos dos RUB e seus destinos – Totais nacionais

Em 1995, a produção de RU situou-se nas 3 340 mil toneladas, das quais 1 202 mil toneladas correspondiam a biorresíduos, embora somente 300 mil toneladas tenham sido enviadas para a valorização orgânica (PERSU I).

Em 2019, a produção anual de Resíduos Urbanos na Europa situou-se nas 299 000 000 t e a produção de biorresíduos nas 48 000 000 t, conforme o relatório da Secretaria de Estado do Ambiente (2020). Na EU, deste quantitativo, 31% foram tratados por compostagem, 12% por digestão anaeróbia e 57% sofreram tratamento misto, tendo sido obtidos 11,7 milhões de toneladas de compostado e 4,1 milhões de toneladas de digerido, evidenciando uma melhoria nos valores. Este tratamento de biorresíduos equivale à captação e reciclagem de 3,5 milhões de toneladas de carbono orgânico e 1,8 milhões de toneladas de húmus (Secretaria de Estado do Ambiente, 2020).

Se os biorresíduos e verdes, em 2020, correspondiam a cerca de 38,29% dos RU em Portugal, enquanto a média da UE era de 30%, quer dizer que foram produzidos um total de 1 900 mil t, neste ano, sendo a produção per capita de 190 kg/(hab*ano) (APA, 2021).

Na recolha seletiva, em 2020, das 1 900 mil toneladas de RUB produzidas, foram recolhidas 70 mil toneladas de biorresíduos, que foram diretamente tratadas em Centrais de Valorização Orgânica, na recolha indiferenciada, foram tratados em TMB cerca de 260 mil toneladas de biorresíduos, que corresponde a 20% e 80% respetivamente. O tratamento de 330 mil t de RUB correspondem a 17% do seu potencial, ou seja, 3 Kg/(hab*ano), valor que urge ser maximizado, de modo a se atingirem as metas para os biorresíduos (APA 2020). O resultado do tratamento dos RUB, tem como produto final o compostado obtido em CVO ou em TMB.

A figura 14 apresenta a caracterização dos RUB nos RU, de 2010 a 2020, sendo possível verificar uma diminuição da sua produção.

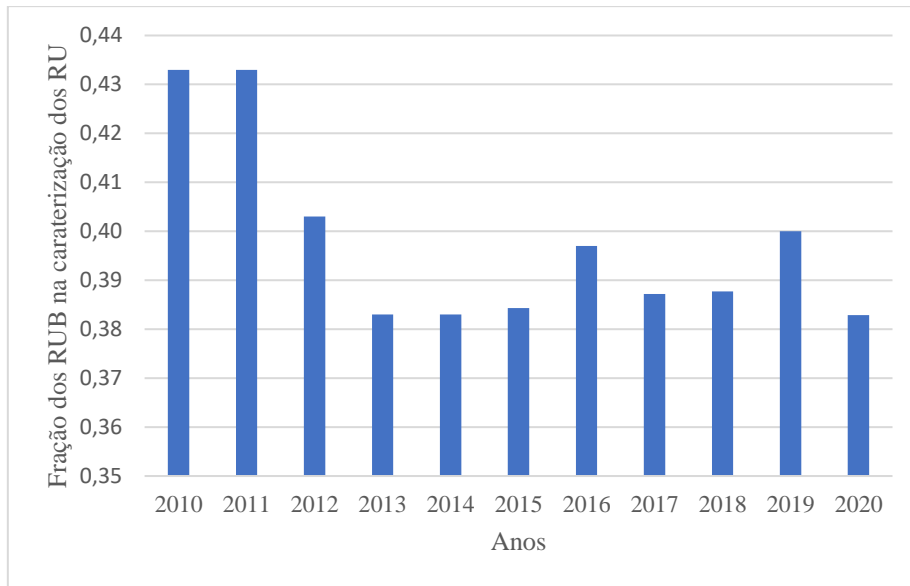


Figura 14. Fração dos RUB nos RU. Inclui biorresíduos e verdes (APA 2021).

Os quantitativos de RUB produzidos, entre 2010 e 2020, em Portugal, assim como o valor de RUB não valorizado e a fração resto resultante das unidades de TMB, depositada em aterro, apresentam valores que indicam a necessidade de aumentar o tratamento de RUB, tendo como resultado final o desvio de deposição em Aterro (Figura 15).

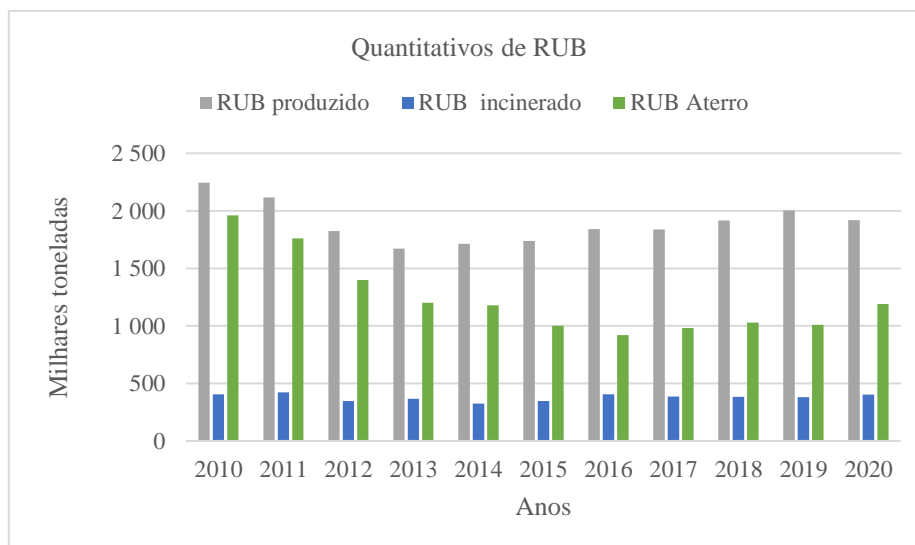


Figura 15. RUB tratados e não tratados (APA, 2021).

Pela análise da figura 15 é possível concluir que a soma da deposição de RUB em aterro e o quantitativo incinerado têm valores muito próximos da sua produção, o que se traduz na necessidade de uma gestão que vise a diminuição do RUB não tratado, incluindo refugos e fração incinerada. Deve também aumentar-se o tratamento de RUB, uma vez

que o compostado resultante, aplicado posteriormente nos solos, poderá ser a solução para a recuperação de solos degradados em Portugal.

A compostagem associada à recolha seletiva permite obter o compostado de classe I. Ao contrário, o compostado obtido proveniente da recolha indiferenciada, em geral produz compostados da Classe II ou Classe II A, com qualidade inferior ao compostado de Classe I, pois é um produto resultante do biorresíduo, que se encontra misturado com outro tipo de resíduos, ou seja, contaminado.

A nível nacional, o compostado produzido em 2020, em cada infraestrutura, CVO ou TMB, e sua quantificação pode ser consultada na tabela 12.

Tabela 12. Quantidades de RUB recolhidos e processados em 2021 (APA, 2020).

Produtos	Recolha Seletiva Verdes e RUB	TMB		Total
	CVO	Recolha indiferenciada	Recolha Seletiva Verdes e RUB	
RUB processados (t)	70 179 ^b	260 040 ^a	15 357 ^b	488 213
Matéria orgânica estabilizada produzida (t)	15 291	55 168		70 459
Classes	Classe I	17 615		
	Classe II	6 341		
	Classe II A	46 503		

a - Tabela 9, b - Mapa RARU

A recolha indiferenciada de biorresíduos abrange, em geral, um processo de digestão anaeróbia, seguido de compostagem. No entanto, obtêm-se somente pequenas quantidades de produto, ou seja, é um processo pouco eficiente, de onde resultam compostados de classe II e IIA. Por sua vez, a compostagem dos biorresíduos, proveniente da recolha seletiva, é um processo muito mais eficiente, que ocorre na maior parte das CVO e cujo resultado é um corretivo orgânico de Classe I. Desta forma, conforme os RUB sejam recolhidos de forma diferenciada ou indiferenciada, para posterior tratamento, têm eficiências substancialmente diferentes na valorização orgânica e os produtos resultantes são diferentes, conforme acima referido (APA, 2020).

O cálculo da deposição de RUB em aterro, face a 1995, e de acordo com as normas estabelecidas pelo art.º 5 da Diretiva Aterros, transposta para a legislação nacional através

dos art.º 8 do Decreto-Lei n.º 183/2009 de 10 de Agosto, é realizado através da metodologia proposta no relatório do PERSU 2020 (APA 2020), a saber:

$$\text{Deposição de RUB em aterro\%} = \frac{0,55 * \text{RU depositado diretamente} + 0,59 * \text{rejeitados da TM}}{0,55 * \text{RU total}}$$

55% (numerador) corresponde ao teor de RUB nos RU de recolha indiferenciada, 59% corresponde ao valor de RUB dos rejeitados de TM depositados em aterro 55% (denominador) corresponde ao teor de RUB no RU.

Em que: RU – toneladas; RUB - toneladas

Do funcionamento das instalações TM/TMB é gerada a “Fração Resto”, resultante das operações de triagem e de valorização orgânica. A valorização orgânica dos resíduos indiferenciados, através dos TMB, tem-se mostrado longe dos objetivos quanto ao desvio dos RUB dos aterros, porque a produção do compostado é baixa, ou seja, produz-se pouca quantidade relativamente à quantidade de RU que entra no processo. Esta valorização é baixa devido à contaminação dos biorresíduos por outros materiais provenientes da recolha indiferenciada, não sendo possível fazer a triagem devido à suas pequenas dimensões, e entram no processo de fabrico do compostado. Pelo mesmo motivo, o encaminhamento da fração reciclável para reciclagem é baixo pois, como a sua origem é proveniente da recolha indiferenciada, o material está demasiado contaminado. Na prática, as TMB existentes têm funcionado como tratamento mecânico, ou seja, é necessário rever a forma de gestão (APA, 2020).

Metas de RUB

A Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável em Portugal, meta 2015, juntamente com a Resolução de Conselho de Ministros n.º 109/2007 de 20 de Agosto, definia que os RUB tinham limites de deposição em aterro (face a 1995) de 75% em 2006, 50% em 2009 e 35% em 2016, conforme Decreto-Lei n.º 152/202 de 23 de maio, embora estes valores não tivessem sido atingidos (Figura 16).

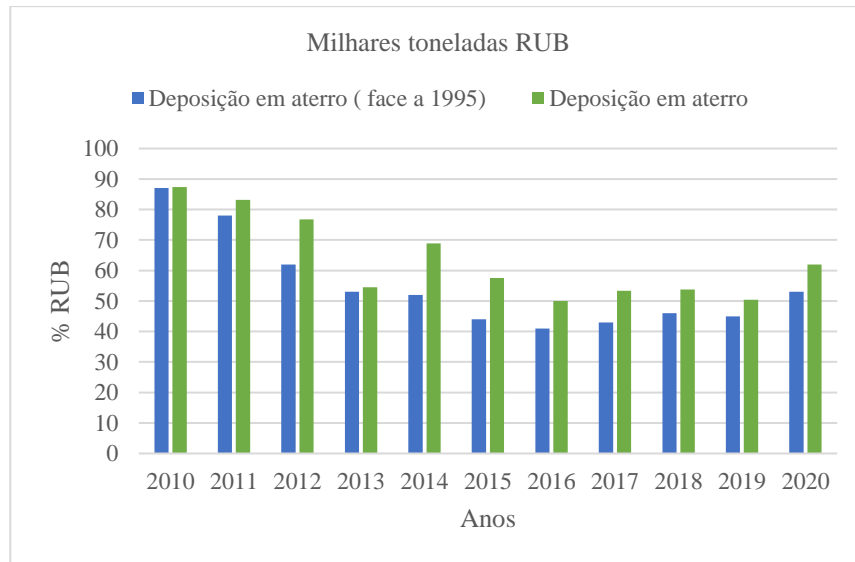


Figura 16. Deposição de RUB em aterro de 2010 a 2020 (APA, 2021).

As metas propostas para os RUB assumiram como base, os valores apresentados em 1995, como parâmetro de avaliação, para 2012 a 2020 (Figura 17). A partir daqui, foram sendo estipuladas novas metas para testar o compromisso e a eficiência, quanto à diminuição da deposição de RUB em aterro e RUB não valorizado.

Desta forma, avaliaram-se os quantitativos percentuais de deposição de RUB em aterro nos últimos anos, comprovando que estão fora do esperado, ou seja, os 35% propostos na meta, para o final de 2020, não foram alcançados.

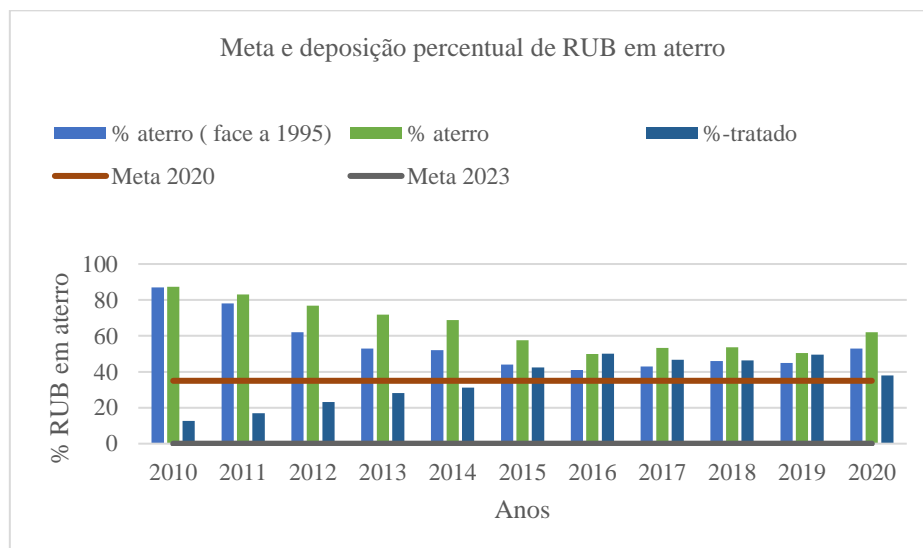


Figura 17. Meta 2020 e 2023 face a percentagem de 1995 de RUB em aterro (APA, 2021).

Apesar da obrigação legal de acabar com a deposição de RUB em aterro e a sua passagem para o processo de valorização orgânica, este objetivo ainda está distante da meta preconizada, pois Portugal situa-se nos 53% de RUB depositado em aterro, para 2020, tendo, portanto, subido a percentagem de deposição.

Face a 1995, a quantidade de RUB depositado em aterro foi cerca de 1 Mt, o que significava que, em 2020, só poderiam ser depositadas 0,79 Mt e, para 2023, não poderá ser depositado nenhum RUB em aterro, conforme art.º 30 da Seção III, Capítulo I, título II do Decreto-Lei 102-D/2020. Os valores encontram-se na tabela 13 e refletem que, embora os quantitativos de deposição estejam a diminuir, ainda assim, estão distantes das metas.

Tabela 13. Deposição de RUB em aterro e as metas estabelecidas (APA, 2021)

RUB/ ANO	2012	2016	2018	2020	M E T A	2020	2023
% RUB	62	41	46	53		35	0
Toneladas	1 396 686	923 615	968 670	1 030 000		788 452	0

Nota: Atualmente, da totalidade dos RU produzidos, cerca de 20% são encaminhados para incineração, e a partir de 2025 não possam ser contabilizados dentro da meta para reciclagem, de acordo com os artigos n.º 5 e n.º 6 do anexo VI, do Decreto-Lei n.º 102-D/2020 de 10 de Dezembro.

Vale a pena repetir que o Decreto-Lei 102-D/2020, reforça que não será permitida a deposição de RUB em aterro, a partir de 31 de Dezembro de 2023 (APA, 2021).

Para se obter a valorização orgânica, chave para a diminuição da deposição de RUB em aterro, é necessário incentivar os municípios a colaborarem na separação dos biorresíduos. A figura 18 apresenta a percentagem de produção de biorresíduos na União Europeia e a posição de Portugal, onde se verifica que a produção de RUB, em Portugal, está dentro da média geral, juntamente com o Reino Unido, em 2017, sendo que Portugal apresenta, neste ano, o valor de 184 kg/(hab*ano) e, em 2020, de 192 kg/(hab*ano).

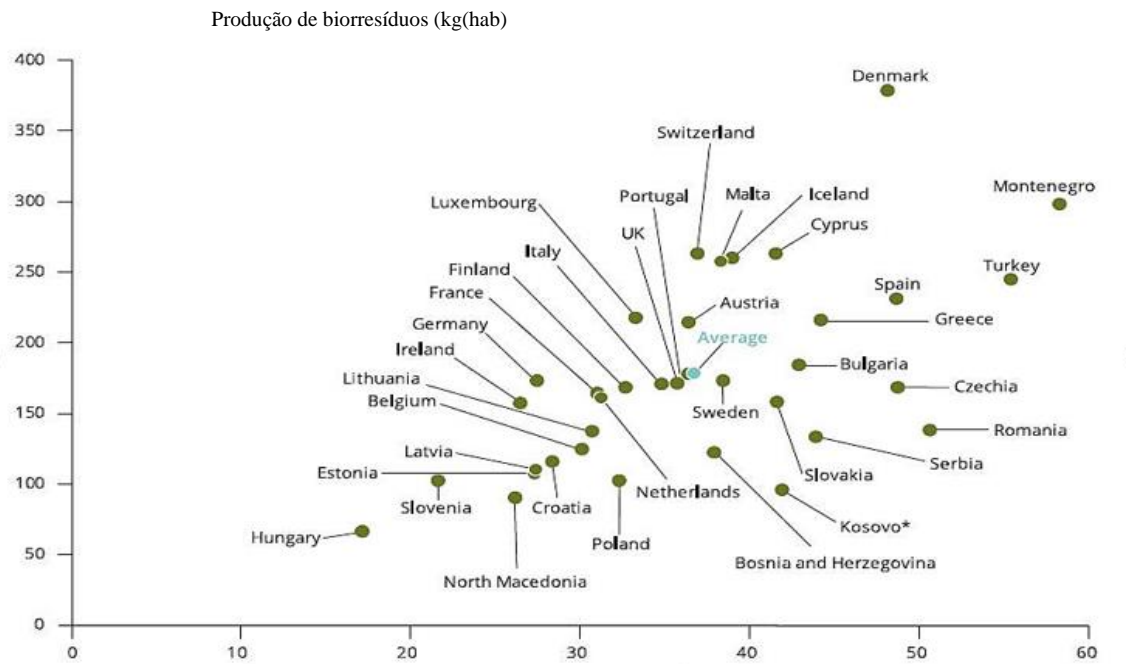


Figura 18. Produção de biorresíduos na EU (EEA, 2020).

Em 2018, três capitais europeias, Ljubljana, Dublin e Helsínquia, registaram as maiores taxas de captação de biorresíduos, respetivamente, 73%, 47% e 43%, o equivalente a 76,5 kg/capita em Ljubljana, 29 kg/capita em Dublin e 42,6 kg/capita em Helsínquia. Estas cidades procedem à recolha porta-a-porta de biorresíduos e também aplicam instrumentos “*PAY as you throw*” (APA, 2019).

2.3.2. Valorização dos RUB

A fração biodegradável dos RU é, essencialmente, constituída por resíduos alimentares, chamados biorresíduos, e também por papéis, cartões e resíduos de jardim. Existe alguma falta de clareza na classificação de biorresíduos, cuja definição é descrita no *European Green Deal* (2020, citado em EEA 2020, 6) como:

“os resíduos de espaços verdes, nomeadamente de jardins, parques, campos desportivos, bem como os resíduos biodegradáveis alimentares e de cozinha das habitações, das unidades de fornecimento de refeições e de retalho e os resíduos similares, das unidades de transformação de alimentos.”

Os resíduos alimentares, que se decompõem rapidamente a temperaturas elevadas, são chamados putrescíveis (Kubler et al., 2000, citado em Gonçalves, 2012). Nos Estados Membros da União Europeia, em 2017, produziram-se cerca de 80 milhões de toneladas de biorresíduos, o que corresponde a 34% da produção de RU totais (EEA, 2020).

O tratamento biológico dos resíduos biodegradáveis pode ser realizado de forma aeróbia (por compostagem ou vermi-compostagem) ou anaeróbia, quando esse tratamento resulta em compostado. Este produto só poderá ser contabilizado como reciclado, se for um benefício para a agricultura ou uma melhoria ambiental, de acordo com as metas definidas para os membros da *European Green Deal* (Secretaria de Estado do Ambiente 2020). Importa realçar que os resíduos para valorização orgânica podem ser provenientes da recolha seletiva ou indiferenciada.

Em Portugal, apenas os SGRU do Algar, Lipor e Valor Sul rececionam resíduos provenientes da recolha seletiva e realizam a valorização orgânica dos RUB, nas suas Centrais de Compostagem. Este é um fator importante, que carece de investimentos e ampliação para ser sustentável, dentro das atuais metas propostas para resíduos.

A digestão anaeróbia dos resíduos provenientes da recolha indiferenciada, é realizada em Centrais de Valorização Orgânica e em TMB, com aproveitamento ou não do biogás. A Valorsul, Resialentejo, Suldouro, Valnor, Valorlis e Amarsul são SGRUs, onde o tratamento dos RUB é feito por um processo de digestão anaeróbia, em Centrais de Valorização Orgânica, com resíduos provenientes de recolha indiferenciada (APA, 2021). Salienta-se que, entre os Estados-Membros da UE, apenas Portugal, combina a digestão anaeróbia com a compostagem (Levy et al., 2020).

2.3.2.1. Valorização energética por digestão anaeróbia

De acordo com Bernstad e Jansen (2011), a valorização energética por digestão anaeróbia consiste numa tecnologia importante para produzir energia renovável, na forma de eletricidade, energia térmica, gás natural ou combustível para transportes, sendo esta utilização mais benéfica do que para a produção de calor e eletricidade. Além disso, segundo Pires et al. (2011), o biogás produzido é usado para eletricidade ou energia térmica no local ou por injeção na rede. De acordo com Gonçalves (2012, 30),

“a energia final do biogás pode ser aplicada em diferentes áreas de intervenção, tais como a combustão direta e produção de calor, geração de eletricidade e integração na rede de gás natural e utilização como combustíveis para veículos e em última análise, a aplicação em pilhas combustíveis”.

A digestão anaeróbia é representada pela equação a seguir, extraída de Tchobanoglous *et al.* (1993), em que um dos produtos obtidos é o compostado:



O produto resultante é usado como fertilizante nos solos agrícolas para adição de azoto, fósforo e potássio. A digestão anaeróbia, além de converter quase todos os tipos de biomassa em biogás, fornece também um fertilizante orgânico. Este contém quase todos os nutrientes da matéria-prima processada, necessários ao solo. Proporciona ainda a mitigação das emissões dos GEE, devido à substituição de fertilizantes minerais, com a redução das emissões dos GEE, em comparação com outros tipos de eliminação dos resíduos (Bernstad e Jansen, 2011). As emissões resultantes da digestão anaeróbia dos RUB são os lixiviados e as emissões de gases, os quais são encaminhados para tratamento (Pires *et al.*, 2011).

De acordo com Antonopoulos *et al.* (2014), a digestão anaeróbia, do ponto de vista ecológico, é um processo vantajoso de tratamento de resíduos biodegradáveis porque não necessita de fornecimento de energia elétrica externa. Em geral, os processos de tratamento recorrem à energia proveniente de combustíveis fósseis.

A valorização energética proveniente da digestão anaeróbia contribuiu, em 2018, com 12% para a produção da energia proveniente dos resíduos, o que correspondeu a 764 GWh, um valor superior à média anual da energia produzida, entre 2015 e 2017, que foi de cerca de 747 GW, segundo dados do Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência do Uso de Recursos (Secretaria de Estado do Ambiente, 2020).

O processo de valorização orgânica dos RUB por digestão anaeróbia realizado em TMB, como o próprio nome indica, consiste num processo de tratamento mecânico,

previamente ao tratamento biológico da matéria orgânica, o qual ocorre basicamente na ausência de oxigénio, cuja matéria é convertida numa mistura de CH₄ e CO₂ e liberta calor, que pode ser aproveitado como energia elétrica ou energia térmica. O processo chama-se biometanização (Mottet et al., 2009).

Os resíduos que entram neste tipo de processo são submetidos a operações mecânicas e biológicas, para reduzir o volume e estabilizar parcialmente o carbono orgânico. Numa primeira fase, são retirados os resíduos para reciclagem e o produto resultante é encaminhado para a digestão anaeróbia, em que se forma o biogás, para aproveitamento energético, obtendo-se o produto final, o “digerido” (Plana, 2014).

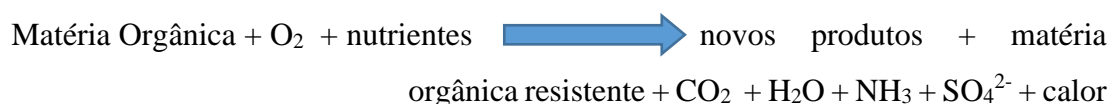
Os processos de digestão anaeróbia dos RUB usados na Suécia, são cada vez mais utilizados para a produção de biogás (Bernstad e Jansen, 2011), sendo considerados como um pré-tratamento dos resíduos alimentares.

2.3.2.2. Valorização orgânica aeróbia em TMB

A valorização orgânica aeróbia dos RUB é um processo de decomposição biológica da matéria orgânica, em condições aeróbias controladas, em que os microrganismos convertem a matéria orgânica em matéria biologicamente estabilizada. A aplicação de composto proveniente de RUB na agricultura para melhoramento do solo, no sentido de adicionar matéria orgânica e azoto, tem vindo a aumentar (Cesaro et al., 2015).

Neste processo, existe uma fase de pré-tratamento, em que os resíduos são preparados e misturados. Segue-se a fase de decomposição, com sistemas de arejamento e irrigação e, finalmente, a fase final de maturação (Martínez-Blanco et al., 2010).

A digestão aeróbia é representada pela equação a seguir, extraída de Tchobanoglous et al. (1993), em que um dos produtos obtidos é o composto:



Segundo Haug (1993, citado em Martínez-Blanco et al., 2010), a digestão aeróbia pode ser definida como a degradação e a estabilização biológica e aeróbia de substratos

orgânicos, em condições controladas, termofílicas e aeróbias, com o objetivo de produzir um produto de qualidade para a agricultura.

Para Zucconi et al. (1986, citado em Lopes, 2008) é um processo bioxidativo, em que se produz dióxido de carbono, água, minerais e matéria orgânica estabilizada, chamada compostado, com características semelhantes ao húmus, e ocorre em condições aeróbias (Tchobanoglous et al., 1993). De acordo com Edelmet et al. (2000, citado em Guereca et al., 2006, 47):

“a produção de compostado leva à emissão de dióxido de carbono, quer pela degradação da matéria orgânica quer pelo uso de eletricidade na sua produção, contribuindo para o aquecimento global, no entanto há uma economia das emissões quando se substitui a utilização de fertilizantes químicos pelo uso de compostado”.

Weitz et al. (2002) referem que a compostagem minimiza a emissão dos gases de efeito de estufa, ao desviar os resíduos biodegradáveis da deposição em aterro, cuja biodegradação liberta biogás nos compostados de CH₄ e CO₂, sendo que o CH₄ tem um potencial de aquecimento vinte e três vezes maior do que o CO₂ na atmosfera, conforme (Machado, 2005).

No que diz respeito ao processo de recolha de RU, a recolha seletiva dos RUB, implica maior impacto nas emissões dos GEE (Baldasano et al. 2002), pela necessidade de se criarem maior números de circuitos de recolha, pois na recolha de RUB, a compactação tem que ser menor para reduzir a produção de lixiviados. Este aumento implica assim uma maior utilização dos combustíveis, o que irá implicar maior emissão de dióxido de carbono.

Na Dinamarca, foram realizados estudos sobre a substituição da turfa pelo compostado resultante da compostagem, com tratamento aeróbio de RUB, onde se concluiu que o compostado tem um desempenho positivo relativamente ao aquecimento global pois, “as economias são na ordem de 70-150 kg de CO₂ eq/t e favorece o enriquecimento de nutrientes na faixa de 1,7/6,8 kgNO₃/t de compostado” (Boldrin et al., 2010, 1250).

Poder-se-á substituir a turfa pela adição de compostado, uma vez que, dentro de 100 anos, toda a turfa usada será completamente degradada e libertará CO₂ para a atmosfera.

Por sua vez, cerca de 14% do carbono existente no compostado fica retido no solo, ao longo de 100 anos, evitando-se assim a emissão de CO₂ (Christensen et al., 2009), embora a turfa apresente um melhor desempenho nas categorias tóxicas (Boldrin et al., 2010).

Em Portugal, procede-se à compostagem de RUB recolhidos de forma seletiva na Lipor e na Valorsul, no SGRU de Algar, onde se processa a compostagem de verdes. Na Valorlis e na Amarsul procede-se à compostagem de RUB recolhidos de forma indiferenciada, embora a Amarsul também proceda à compostagem dos RUB provenientes da recolha seletiva.

Uma alternativa que possibilita a redução dos biorresíduos a serem colocados para a recolha indiferenciada, consiste no tratamento local da sua produção. Este tipo de compostagem depende dos incentivos de apoio aos municípios pois, só assim, se conseguem atingir metas. Este tipo de compostagem pode ser doméstico, “*Home Composting*” ou compostagem comunitária.

A valorização orgânica doméstica dos RUB ou “*compostagem no quintal*”, traduz-se em grandes benefícios financeiros, sendo realizada pelas famílias, no local de produção dos resíduos biodegradáveis, cujo produto resultante é o compostado. Este compostado pode ser usado nas hortas ou nos jardins das habitações dos seus produtores e por outros utilizadores. Neste tipo de compostagem, as ferramentas e infraestruturas utilizadas são as existentes no local, assim como o consumo de eletricidade e água, reduzindo os investimentos económicos, materiais e energéticos. Outro benefício é a eliminação do custo de recolha e de deposição (Rothenberger et al., 2006). Permite ainda o controlo direto do processo de entrada de materiais orgânicos, evitando ou reduzindo a existência de impurezas.

Este processo surge como uma alternativa interessante à compostagem centralizada, em áreas de baixa densidade populacional. No entanto, a compostagem doméstica, apresenta o problema do compostado obtido não ser homogéneo e serem emitidos odores e outros poluentes, tais como o metano, amónio e óxido nitroso, em situação de anaerobiose, para a atmosfera, sendo essas emissões gasosas, superiores às da compostagem centralizada (Martínez-Blanco et al., 2010).

Existem vários países na Europa, como é o caso do Reino Unido e da Suíça, em que os municípios procedem à valorização orgânica doméstica dos RUB e, após a formação

do compostado, utilizam-no nos seus jardins ou, alternativamente, entregam-no à gestão do município (Slater e Frederickson, 2001). Na Suíça, conforme foi constatado no local, vários munícipes têm, no seu quintal, as caixas e locais de tratamento dos resíduos biodegradáveis para produzirem o compostado de material biodegradável, conforme os registos fotográficos realizados na cidade de Olten, em 2021 (Figura 19).



Figura 19. Home Composting – Olten, Suíça (Foto de Silva, M.G. 2021).

Outra forma de compostagem é a compostagem comunitária, em que os municípios disponibilizam contentores comunitários, de grande dimensão, para receção dos resíduos biodegradáveis, a serem utilizados por eles mesmos. Neste caso, os munícipes depositam os resíduos biodegradáveis em contentores comunitários, que se encontram nas proximidades das suas habitações, como acontece por exemplo em Goteborg, Suécia, cujo processo se encontra já automatizado (IBGE, 2017).

No entanto, nem todos os locais de compostagem comunitária apresentam tecnologia desenvolvida. Existem locais, como em Espanha e outros países da União Europeia, onde os munícipes depositam os seus biorresíduos nos compostores, em locais pré-definidos. O processo de compostagem é controlado por funcionários e técnicos municipais designados para esse efeito, sendo que a maturação dura cerca de seis meses e o compostado produzido pode ser aplicado nas áreas ajardinadas do município (González-Sierra et al., 2019).

Em Portugal, o Município de Tabuaço, em articulação com o Programa Juntar⁺ do Fundo Ambiental, viabilizou este tipo de projeto, com uma abrangência de 6170

habitantes (INE, 2011). O Município de Lisboa também tem este tipo de compostagem, em locais espalhados pela cidade.

Quanto à forma como os biorresíduos são transportados até ao local, esta pode ser em contentores de acondicionamento, de pequena dimensão, onde haverá um ponto de água para os lavar, antes de regressarem de novo a casa. Outra forma de transporte dos resíduos é em sacos de plásticos que são depositados para reciclagem no ecoponto apropriado, após a descarga dos biorresíduos.

Por último, o acondicionamento pode ser feito em sacos biodegradáveis, mas que têm que ser abertos e o resíduo fragmentado para que ocorra a mistura com os biorresíduos, o que não é muito bem visto pelos cidadãos (Rothenberger et al., 2006).

2.3.2.3. Sistema Misto (Digestão Anaeróbia + Aeróbia)

Na valorização orgânica dos RUB, existem dois processos de tratamento, que podem ser articulados conjuntamente, o processo anaeróbio seguido do aeróbio. O processo anaeróbio é mais complexo, permite a recuperação de energia através da formação de biogás (mistura de CO₂ e metano), enquanto que o processo aeróbio é um processo mais simples. O primeiro produz estabilizado, designado por “digerido”, e o segundo produz compostado.

Neste tipo de processo, os resíduos sofrem um tratamento mecânico que remove os materiais indesejáveis, como o metal e o plástico e, posteriormente, sofrem um processo de digestão anaeróbia com aproveitamento do biogás. A parte orgânica é decomposta na fase termofílica, em forma de “polpa”. Se a infraestrutura possuir uma unidade de compostagem, a “polpa” obtida é enviada para pós-combustão, produzindo compostado fresco, que é utilizado na agricultura.

A digestão anaeróbia, como foi referido anteriormente, é um processo biológico em que os resíduos orgânicos são fermentados. Tem a desvantagem de ser necessário adicionar água para a degradação dos RUB. Neste sistema misto, a seguir à digestão anaeróbia, ocorre o processo aeróbio, que consiste na ativação de microrganismos, sendo que os microrganismos aeróbios utilizam o oxigénio e matéria orgânica, que servem como fonte de energia e de carbono celular (Tchobanoglous et al., 1993).

O processo de combinação da digestão anaeróbia e aeróbia, foi desenvolvido pelo professor Bill Jewel na Universidade de Cornell. A maior vantagem deste processo é completar a estabilização dos resíduos orgânicos, com a recuperação de energia, sem necessidade de equipamento de desidratação (Tchobanoglous et al., 1993). Outra vantagem é a redução do volume e o controlo de microrganismos patogénicos. Neste processo, os resíduos são sujeitos a uma série de tratamentos mecânicos e biológicos, onde se procede à separação do material reciclável, caso exista, o qual é enviado para reciclagem. O volume de materiais é reduzido e o que resulta da primeira triagem é encaminhado para a digestão anaeróbia, da fração orgânica para produção de metano, aproveitamento energético e dióxido de carbono.

O reator anaeróbio opera em condições termofílicas, de 54 a 56 °C, com um tempo de retenção de 30 dias. A etapa seguinte consiste na compostagem aeróbia do digerido anaeróbio. O húmus final pode ser usado como fertilizante do solo.

A CVO da Amarsul, localizada no Ecoparque do Seixal, uma central projetada para realizar aproveitamento de biogás e fabrico de compostado, tem duas linhas de entrada de resíduos, onde uma recebe os resíduos provenientes da recolha indiferenciada, e a outra, os RUB recolhidos seletivamente.

Na linha de entrada dos resíduos indiferenciados, são removidos os materiais volumosos e recicláveis. Após esta triagem, os resíduos são enviados para a digestão anaeróbia seca. O “pulpo” é regado com lixiviado do aterro e, no final, obtém-se um digerido, que posteriormente passa por um processo de tratamento aeróbio, formando compostado (Pires et al., 2011). O biogás produzido é aproveitado para produção de eletricidade.

Na linha de entrada dos RUB recolhidos seletivamente, é produzido o compostado por digestão aeróbia. Após estes processos, o compostado é depositado em pilhas, por mais onze semanas, para maturação. O sobranse é depositado em aterro como material de cobertura (Pires et al. 2011). Porém, este processo ainda produz emissões gasosas e líquidas, que carecem de melhor tratamento. Conforme estudo concluído por Pires et al. (2011), na estação de Valorização Orgânica da Amarsul, a digestão anaeróbia com recuperação de energia da fração de alto poder calorífico, ou seja, do CDR, é uma opção vantajosa.

Espera-se que a digestão anaeróbia, dos RUB provenientes da recolha diferenciada, nas TMB venha a otimizar o processo, uma vez que o resíduo que entra, terá menos percentagem de contaminantes.

Diante do exposto, percebe-se que não existe um ajuste relativamente às formas de tratamento nem à valorização orgânica da produção de RUB. Todos os SGRU da região de Entre Douro e Minho destinam a maioria dos resíduos ao aterro, com exceção da LIPOR, que incinera grande parte, factos que demonstram que todos estes sistemas se encontram em contradição com o proposto no DL 102-D/2020.

2.3.3. Caraterização qualitativa e quantitativa legal do compostado

A legislação relativa à colocação no mercado das matérias fertilizantes, obedece ao Decreto-Lei n.º 30/2022 de 11 de abril e à Portaria n.º 185/2022 de 21 de julho, que descrevem as características do adubo e impõem a segurança e a eficácia das matérias fertilizantes a colocar no mercado, assim como a sua adequação aos solos nacionais. São também definidos os parâmetros que devem ser declarados nos corretivos orgânicos, sendo definido que o corretivo compostado pertence ao n.º 1 do Grupo 5 (anexo I, nº 1, Portaria n.º 185/2022 de 21/7).

São ainda definidos os requisitos adicionais, aplicáveis às matérias fertilizantes obtidas a partir de resíduos orgânicos (anexo II, Portaria n.º 185/2022 de 21/7), onde se estabelecem os valores máximos admissíveis para os teores “totais” de metais pesados, para a matéria fertilizante dos compostados de Classe I, II, IIA e III, que estão em concordância com os mesmos valores da EU (Tabela 14).

Tabela 14. Valores máximos “metais pesados” na matéria fertilizante (Portaria n.º 185/2022 de 21/7 e Dec.-Lei 103/2015 de 15/6).

Parâmetro	Matéria fertilizante (mg/kg matéria seca)			
	Classe I	Classe II	Classe IIA	Classe III
Cádmio (Cd)	0,7	1,5	3	5,0
Chumbo (Pb)	100	150	300	500
Cobre (Cu)	100	200	400	600
Crómio (Cr)	100	150	300	400
Mercúrio (Hg)	0,7	1,5	3	5,0
Níquel (Ni)	50	100	200	200
Zinco (Zn)	200	500	1000	1500

No quadro 7 do anexo II da referida legislação, define-se a sua utilização de acordo com a classe (Tabela 15).

Tabela 15. Utilização da matéria fertilizante por classe (Portaria n.º 185/2022 de 21/7; Dec-Lei n.º 103/2015 de 15/6).

Classe de matéria fertilizante	Utilização
Classe I e II	Agricultura
Classe IIA	Culturas agrícolas arbóreas e arbustivas nomeadamente pomares, olivais e vinhas
	Espécies silvícolas
Classe III	Solos onde não se pretenda implantar culturas destinadas à alimentação humana e animal
	Cobertura final de aterros e lixeiras, pedreiras e minas, tendo em vista a restauração da paisagem
	Cobertura de valas e taludes, no caso de construção de estradas (integração paisagística)
	Fertilização de solos destinados à silvicultura (espécies cujo fruto não se utilize na alimentação animal ou humana)
	Culturas bioenergéticas
	Jardinagem, produção florícolas (excluem-se as culturas edíveis)
	Campos de futebol e de golfe

No quadro 9 do Decreto-lei referido, é definida a quantidade máxima por classe de matéria fertilizante (reportado à matéria fresca) a aplicar ao solo. No caso de classe I, o valor de matéria fresca é, no máximo, de 50 t/ (ha*ano), de classe II, de 25 t/ (ha*ano), de classe IIA, de 10 t/ (ha*ano) e de classe III é, no máximo, 200 t/ ha, em cada período de 10 anos.

Contudo, os solos devem ser analisados antes da aplicação, e num intervalo de 4 anos, a menos que exista outra recomendação. Estão sujeitos a esta legislação os adubos, em conformidade com o disposto no Regulamento CE n.º 2003/2003 do Parlamento Europeu e do Conselho de 13 de outubro de 2003, relativo a adubos. No anexo IV, define-se, de acordo com a Lista Europeia de Resíduos (LER), quais os resíduos que podem ser usados para a produção de matérias fertilizantes. No presente estudo, o código LER é 20 02 e outros subsequentes, que dizem respeito a resíduos biodegradáveis.

Na Áustria, foram definidas as classes de compostado A, A⁺ e B, a aplicar na agricultura biológica, agricultura e recuperação de terras, respetivamente (Barth et al., 2008) com valores mais restritos que os da legislação aplicada em Portugal e na UE, relativamente aos valores máximos admissíveis de metais pesados no compostado na Áustria, conforme se verifica na tabela 16.

Tabela 16. Metais pesados no compostado^a e destinos Amlinger, 1999; Hoggs *et al.* (2002, citado em Lopes, 2008).

Parâmetros (mg/kg matéria seca)	Classe A +^a	Classe A^a	Classe B^a
Cádmio (Cd)	0,7	1	3
Chumbo (Pb)	45	120	200
Cobre (Cu)	70	200	500
Crómio (Cr)	70	150	250
Mercúrio (Hg)	0,4	0,7	3
Níquel (Ni)	25	60	100
Zinco (Zn)	200	500	1800
Aplicação	Agricultura biológica	Agricultura	Recuperação de terras

^a Valor máximo admitido de acordo com a classificação do compostado

2.3.4. Produção de compostado em Portugal

Na tabela 17 podem ser consultadas as infraestruturas existentes para tratamento de RUB, em cada SGRU, e a quantidade de compostado produzido, assim como a sua tipificação, de acordo com as suas classes.

Tabela 17. Distribuição de compostado de RUB a nível nacional (2020) (APA, 2020).

Sistema	Infraestruturas	TMB, t	CVO, t	Compostado produzido em TMB, t	Compostado produzido em CVO, t	Tipo de compostado, destino e outras observações
ALGAR	3 CVO (RS), 1 TMB	40 074	13 800	124	3509	Classe I e IIA Nutriverde
AMARSUL	2 TMB	161 116	5	6 228		Classe IIA Amarterra
Ambital	1 TMB	1 143				RUB são valorizados na Lipor
Ambisousa	CVO (Lipor)		18			RUB são valorizados na Lipor
Amcal	1 TMB	1 028				RUB encaminhados GESAMB
Braval	1 TMB/CVO	75 932		158		9988 aterro
Ecolezíria						55 138 encaminhado para Resitejo
ERSUC	2 TMB	200 398		3 874		16 124 aterro
Gesamb	1 CVO (RI)	40 532		550		Classe IIA Alentejo Fertil
Lipor	1 CVO (RS)		39 197		10 758	Classe I Nutrimais
Planalto Beirão	1 TMB/CVO					
Resíduos Nordeste	1 TMB	54 234		574		Classe II
Resialentejo	1 TMB	15 344		299		7 380 t
Resiestrela	1 TMB	41 301		416		
Resinorte	1 TMB	109 362		2 917		Classe II Fertibom
Resitejo	1 TMB	132 953 ^f		25 794		Classe I Nutrisolo ^c
RESULIMA	CVO (Lipor)		1 414			RUB são valorizados na Lipor
SULDOURO	1 CVO, 1 TMB	43 930		424		
Tratolixo	CVO (RI)	155 681			9 793	
VALNOR	1 TMB	71 546		2 216		Classe IIA Nutrevalor
Valorlis	CVO (RI)	77 673 ^g			1 925	
Valorminho						Não procedem ao tratamento de RUB
Valorsul	1 CVO (RS)		20 035		1 024	

Legenda: b) encaminhadas para aterro porque não têm licença de venda; c) Usado na agricultura; d) valorizados na Lipor TMB partilhada com Valor Míngo; e) valorizados na Lipor; f) Inclui os resíduos da Ecolezíria; g) Inclui 39 262 da ValorSul

Das 18 unidades de TMB, a montante do tratamento biológico possuem um tratamento mecânico destinado a receber resíduos provenientes da recolha indiferenciada. No que diz respeito ao tratamento de biorresíduos recolhidos seletivamente existem cinco instalações para o efeito, Lipor, Valor Sul e três da responsabilidade da Algar destinadas ao tratamento de resíduos verdes provenientes da recolha seletiva

Em Portugal, nos processos de valorização de RUB nos SGRU, o compostado resultante é categorizado em Classe I, II, IIA e III, conforme mencionado anteriormente.

2.4. Sequestração do Carbono Orgânico no Solo (COS)

No que diz respeito aos solos, surge pertinente e preocupante a questão da perda do Carbono Orgânico no Solo (COS), que se tem vindo a verificar, de forma progressiva, ao

longo do tempo. Desde o início da agricultura, há cerca de 10 000 anos, o solo perdeu cerca de 55 bilhões de toneladas de COS (IPCC, 2001, citado em Lal, 2005), fenômeno decorrente da conversão do sistema natural em agricultura e também devido à degradação do solo causada pela erosão e outros processos (Lal et al., 2015).

O termo, sequestração do carbono orgânico no solo, implica a transferência de CO₂ da atmosfera para o solo e o seu armazenamento no solo, não sendo reenviado para a atmosfera, por um longo período de tempo (Lal, 2004). Para além disso, é a captação que permite armazenar o carbono, assim como evitar a sua emissão e a sua permanência na atmosfera, deste gás com efeito de estufa.

O carbono orgânico do solo consiste numa mistura complexa de carbonáceos, constituída por restos de resíduos de plantas e animais, biomassa microbiana (BIO) viva e outros subprodutos de processos microbianos. Também está associado a componentes minerais (Fenton et al., 2008, citado em Lal et al., 2018). O armazenamento do carbono orgânico no solo, até 1 metro de profundidade, é de 1 550 Gt e de 950 Gt de carbono inorgânico (Lal 2004), perfazendo 2 500 bilhões de toneladas (Lal 2018; Lal 2004). O seu valor global é de 44 500 bilhões de toneladas nos vários sistemas terrestres (Machado, 2005).

Os estudos de Lal (2004), demonstram que o carbono no solo corresponde a 3,3 vezes o carbono na atmosfera e 4,5 vezes o carbono do meio biótico, que são, respetivamente, de 760 Gt e 560 Gt, permitindo concluir que o solo contém mais carbono do que a vegetação e a atmosfera juntos e, portanto, o uso adequado do solo é fundamental para mitigar as alterações climáticas.

As formas predominantes do carbono no solo são carbonatos minerais, que derivam do material primário do solo (primário litogénico) ou sintetizados durante a formação do solo (secundário, pedogénico). Os carbonatos secundários formam-se através da reação do ácido carbónico com o ião cálcio ou o ião magnésio, trazidos por poeira, sedimentos exteriores e outros (Lal et al., 2015).

O carbono não é só retido à superfície, mas também no perfil completo do solo. Mais de 50% da existência de carbono inorgânico no solo (CIS) e de COS são registados entre 0,3 m e 1 m de profundidade (Lal et al., 2015). As concentrações de COS em solos à superfície são, em geral, mais elevadas do que as concentrações em maiores

profundidades, como é o caso dos solos Podzois. A distribuição do solo em profundidade, de acordo com vários autores (Figura 20).

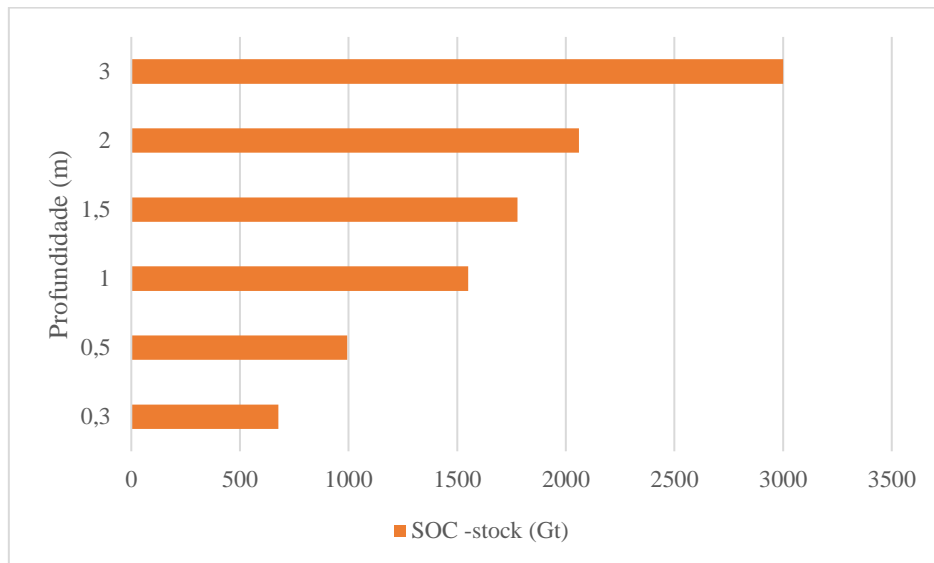


Figura 20. Distribuição das reservas globais do carbono orgânico do solo Lal et al. (2018b).

A 1 metro de profundidade, cerca de um terço do carbono do solo global, é carbono inorgânico (Lal et al., 2015; Lal, 2004). Abaixo desta profundidade, as estimativas para o carbono inorgânico no solo (Tabela 18).

Tabela 18. Carbono orgânico e inorgânico no solo mundial a 1m de profundidade (Weil e Brady, 2017).

Ordem de solos	Área Global 10 ³ km ²	Carbono Global, (Gt) a 1 m			
		Orgânico	Inorgânico	Total	% total de solo
		Gt			
Entisols	21 137	90	263	353	14,2
Inceptisols	12 863	190	34	224	9,0
Histosols	1 526	179	0	180	7,2
Andisols	912	20	0	20	0,8
Gelisols	11 260	316	7	323	12,9
Vertisols	3 160	42	21	64	2,6
Aridisols	15 699	59	456	515	20,6
Mollisols	9 005	121	116	237	9,5
Spodosols	3 353	64	0	64	2,6
Alfisols	12 620	158	43	201	8,0
Ultisols	11 052	137	0	137	5,5
Oxisols	9 810	126	0	126	5,1
Misc. Land	18 398	24	0	24	1
Total	130 795	1 526	940	2 468	100

De acordo com a Convenção das Nações Unidas de 1992, no Rio de Janeiro, a desertificação consiste na degradação da terra, nas zonas áridas, semiáridas, por fenómenos de chuvadas repentinas e de grande intensidade e em resultado da influência de vários outros fatores, incluindo as alterações climáticas e as atividades humanas. Em Portugal, alguns solos têm vindo progressivamente a desertificar e a tornarem-se estéreis, de forma irreversível, enquanto que outros estão a ficar áridos. Cerca de 36% do solo português encontra-se em condições de suscetibilidade à desertificação (Rosário, 2004).

Enquadrado nos compromissos do Acordo de Paris, o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC, 2050) traduz o objetivo de Portugal de, até 2050, conseguir alcançar um balanço nulo entre as emissões e as remoções de dióxido de carbono e outros GEE. O RNC 2050 foi aprovado na Resolução do Conselho de Ministros n.º 107/2019 de 1 de julho e foi submetido à CQNAUC, a 20 de setembro de 2019.

Na figura 21 é exemplificado o objetivo a alcançar, até 2050, pelos países intervenientes. A neutralidade carbónica pretende reduzir as emissões entre 85% e 90% até 2050, face a 2005, e proceder a uma compensação das restantes emissões, através de sumidouros, como as florestas e a utilização dos solos.

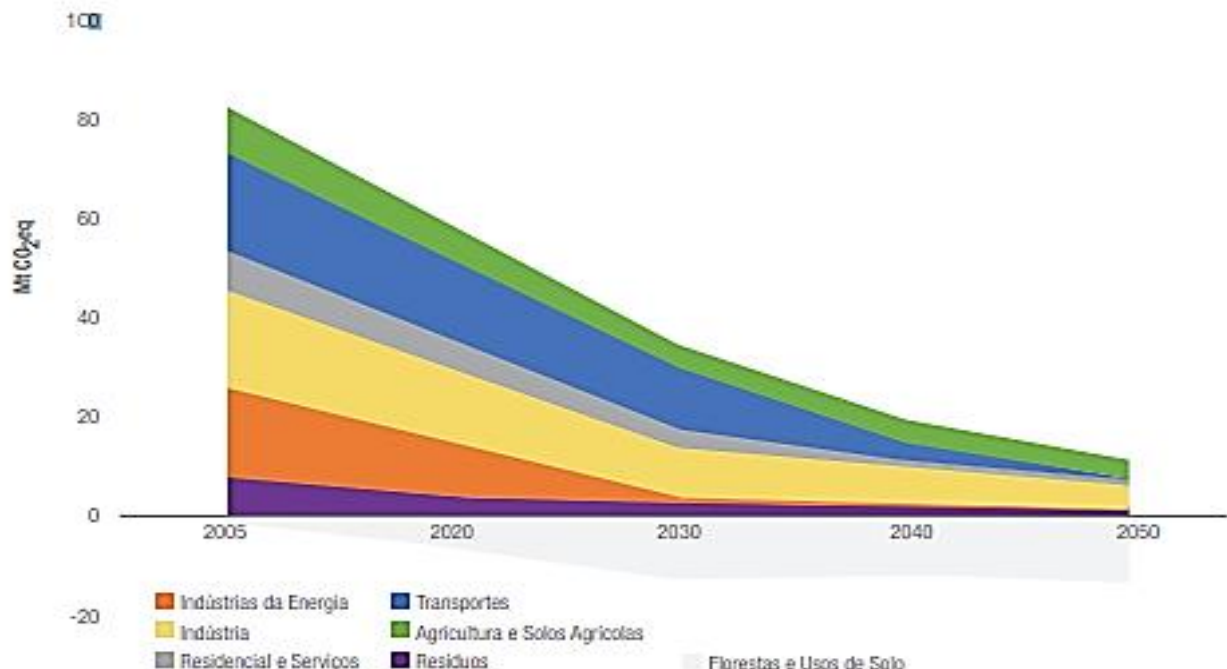


Figura 21. Estimativa da evolução prevista de neutralidade carbónica até 2050 (IPCC, 2022).

Na figura 22 é demonstrado como o solo agrícola e florestal pode contribuir para a diminuição da emissão de CO₂. A floresta contribui para a remoção CO₂, uma vez que se verifica a sequestração de carbono, ao longo das várias décadas, até 2050.

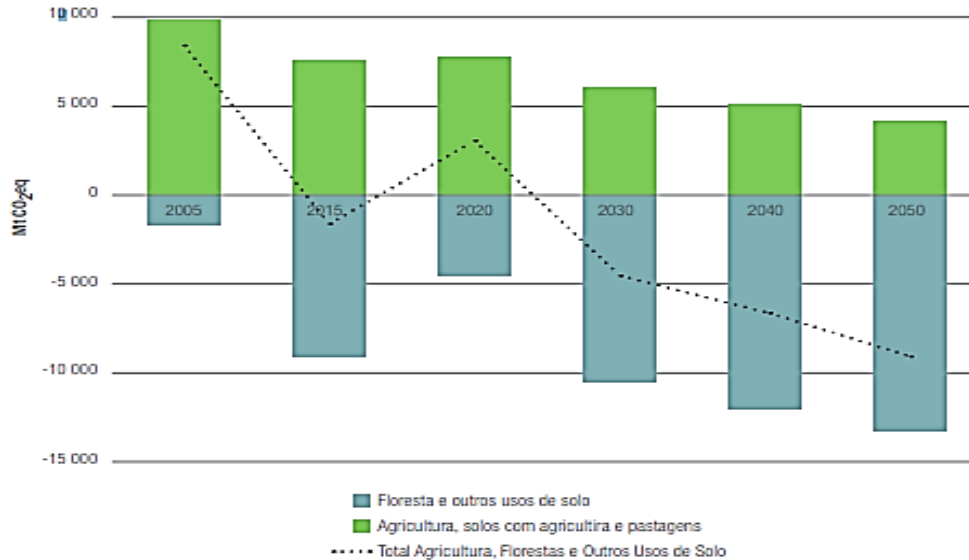


Figura 22. Estimativa da evolução prevista de NC até 2050 nos solos agrícolas e florestal (IPCC, 2022).

As Diretrizes Voluntárias para a Gestão Sustentável dos Solos (FAO, 2019) salientam que, a gestão sustentável dos solos constitui um instrumento poderoso para a adaptação às alterações climáticas, sendo também uma forma de preservar os serviços essenciais dos ecossistemas e a biodiversidade, o que confirma a importância de se preservar e recuperar os solos.

No entanto, os solos estão a sofrer uma degradação progressiva, tanto na UE, como a nível global (Avillez e Carvalho, 2015). A comunidade microbiana do solo contribui para a produção de biomassa, através do processo fotossintético, que liberta nutrientes para as plantas, promove o seu crescimento e converte-a em matéria estável de carbono orgânico no solo (Lal, 2004). Este processo colabora para a mitigação dos GEE, através da sequestração do carbono, pela conversão de solos degradados em terras agrícolas ou através de vegetação perene, favorecendo a acumulação de material orgânico (Masson-Delmotte et al., 2018). Desta forma, a agricultura e o reflorestamento do solo constituem-se como mecanismos de remoção do carbono atmosférico.

O carbono orgânico do solo, juntamente com o húmus, está localizado à superfície do solo, numa camada fina de 1 m de espessura, facilmente removida pela erosão. Por

este motivo, quando o solo se encontra degradado, é necessária uma injeção de carbono no solo, através da produção de biomassa (Lal et al., 2015).

Em 1968, parte do território em Portugal, na zona de Mértola, ficou desertificado, sem qualquer cobertura vegetal (Roxo, 2023). Em 1999, Portugal, passou a ter obrigações no âmbito da CQNAUC, no sentido de elaborar um Plano de Ação Nacional de Combate à Desertificação, no âmbito do planeamento estratégico, na problemática da erosão e da degradação das propriedades do solo.

No artigo intitulado, “O que quer dizer “os solos em Portugal são esqueléticos e pobres?”” (Florestas.pt, 2020) argumenta-se que, a grande maioria dos solos de Portugal, têm baixa fertilidade natural, sendo que os solos com maior capacidade de produção, representam pouco mais de 4% da área total do território (Roxo, 2023).

2.4.1. Ciclo do carbono e sequestração de carbono atmosférico no solo

O ciclo global do carbono no solo tem influência nas alterações climáticas, uma vez que, pequenas mudanças no carbono no solo podem implicar grandes mudanças na atmosfera, pois a perda de 1 Gt de carbono no solo é equivalente a 0,47 ppm de CO₂ na atmosfera (Lal, 2017). Os sistemas agrícolas são considerados fontes de CO₂ (Smith et al., 2005) e a sequestração de carbono implica a transferência de CO₂ da atmosfera para o solo. Estima-se que o potencial da sequestração de COS é de 1,45-3,44 Gt C por ano (Lal, 2017). Este valor equivale a cerca de 38-91% das emissões industriais de combustão de combustíveis fósseis.

As plantas, através da fotossíntese, fixam o CO₂ da atmosfera e libertam oxigénio ($6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{energia} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$). Os organismos fotossintéticos, como as plantas e as bactérias autotróficas, absorvem o carbono atmosférico e produzem hidrocarbonatos e proteínas, que são compostados de baixo peso molecular, solúveis em água e acessíveis à assimilação microbiana, atuando como fonte de energia e nutrientes. Outra classe de compostados de carbono são os lípidos, ligninas e substâncias húmicas, de mais difícil decomposição (Ahn et al., 2009). O carbono entra pela parte aérea das plantas, raízes e a partir da decomposição ou de estruturas fragmentadas (Abreu, 2021).

De acordo com Valentini et al. (2015), a respiração do solo é um dos indicadores mais utilizados na quantificação da atividade microbiana e pode ser utilizado como bioindicador de alterações na dinâmica do carbono do solo, em áreas que sofreram alterações na cobertura do solo, como é o caso das áreas desflorestadas. Stockmann et al. (2013) definem este processo como a libertação de CO_2 do solo para a atmosfera, através da atividade combinada das raízes (respiração de raiz ou autotrófica) e pela atividade dos micro e macro organismos, quando decompõem os resíduos e a matéria orgânica no solo.

O ciclo do carbono está relacionado com a biomassa, uma vez que o carbono está presente em diferentes compostos orgânicos, como os carboidratos, lípidos, proteínas, material genético e outros, como a matéria orgânica do solo.

As plantas e os animais que regressam ao solo são processados pelos microrganismos (Pinto, 2016), que se alimentam de substâncias orgânicas provenientes da matéria em decomposição, ocorrendo de novo a libertação de CO_2 para a atmosfera (Carvalho e Granja, 2003). Parte do carbono é metabolizado pelos micróbios e é incorporado nas suas células e outra parte é oxidada pelas enzimas para produzir dióxido de carbono, água, energia e biomassa (Weil e Brady, 2017). O CO_2 é libertado para a atmosfera através do processo de mineralização do carbono orgânico (Pinto, 2016), um processo essencial para manter a qualidade e fertilidade do solo e que fornece o carbono necessário para os microrganismos heterotróficos do solo (Tian et al., 2011). Este processo ocorre quando a matéria orgânica no solo (MOS) sofre decomposição ou é mineralizada pelos microrganismos (Clara et al., 2017) (Figura 23).

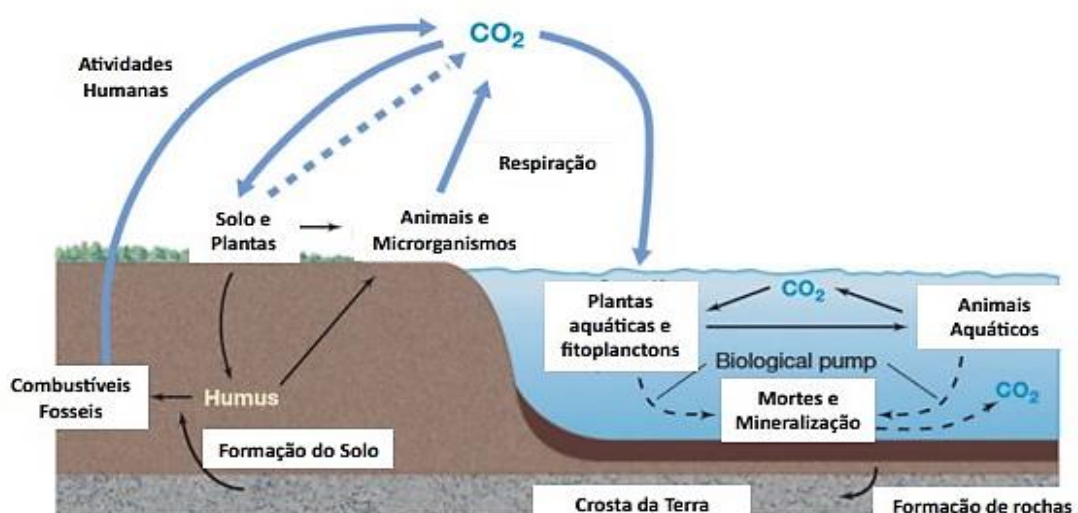


Figura 23. Ciclo do Carbono (Cardoso e Andreote, 2016).

De acordo com Cerri et al. (1992, citado em Pulrolnik, 2009), o ciclo do carbono pode ser dividido em três fases, a saber:

- Organização do CO₂ em cadeias orgânicas, realizada principalmente pelos vegetais;
- Libertação dos produtos fotossintetizados e sua acumulação e estabilização no solo;
- Mineralização de substratos orgânicos e transferência do CO₂ para a atmosfera.

Ao longo de vários séculos, a matéria orgânica no solo foi considerada o “elixir da vida das plantas”, sendo a cor do solo correlacionada com a matéria orgânica existente. Solos com bastante conteúdo de matéria orgânica são produtivos, quer para a produção agrícola quer para pastagens, enquanto que o decréscimo do conteúdo de matéria orgânica é um indicador da baixa qualidade dos solos.

2.4.1.1. A dinâmica e estabilização do carbono orgânico no solo

O COS encontra-se num equilíbrio dinâmico com o seu meio ambiente e esta dinâmica depende do equilíbrio entre os ganhos da biomassa de carbono ou de entrada e as perdas de biomassa de carbono (Lal et al., 2015). De acordo com Lal (2004), os ganhos e perdas de biomassa podem ser representados pelas seguintes equações:

Ganhos	Perdas
$I = A + R + D + M$	$L = O + E + L$
<p>I – Entrada</p> <p>A - Entrada acima do solo</p> <p>R - Entrada da raiz de Carbono incluindo exsudados de raiz</p> <p>D - Deposição por água escoada ou sedimentos soprados pelo vento</p> <p>M – Entrada de biomassa de carbono incluindo compostado, culturas de cobertura, resíduos de culturas/animais entre outros.</p>	<p>L – Perda ou saída de carbono</p> <p>O – Oxidação/mineralização</p> <p>E – Erosão</p> <p>L – Lixiviação</p> <p>Se $I > L$, verifica-se acréscimo ou sequestração de carbono</p> <p>Se $I < L$, há esgotamento de carbono</p>

A piscina de COS representa um equilíbrio dinâmico entre ganhos e perdas, como se apresenta na figura 24.

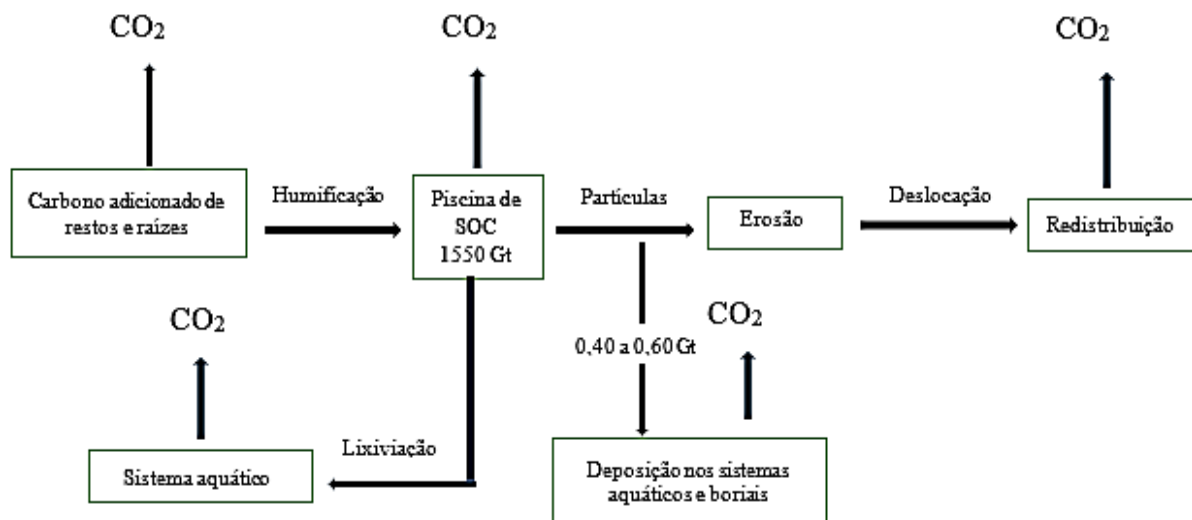


Figura 24. Equilíbrio dinâmico do carbono (Lal, 2004).

De acordo com Christensen et al. (2009), a matéria orgânica no solo (MOS) é constituída por um reservatório heterogêneo de carbono, representando uma combinação de matérias de diferentes origens, composição e dinâmica.

A decomposição da MOS consiste na fragmentação do material orgânico no solo, através da ação simultânea entre macro e microrganismos. A quantidade de carbono no solo depende da ação dos microrganismos decompositores, que se encontram na biota do solo, nos primeiros 40 cm da camada superficial. A decomposição microbiana, mineralização, é um processo natural que ocorre quando os nutrientes orgânicos, como restos de plantas e animais mortos, são decompostos pelos microrganismos do solo, os quais são fundamentais na decomposição dos resíduos orgânicos, na ciclagem dos nutrientes e na síntese da matéria orgânica no solo. Os nutrientes necessários como o azoto, fósforo e enxofre são libertados e/ou imobilizados por uma série de reações. A biomassa microbiana é o parâmetro que representa a matéria viva orgânica no solo, excluindo raízes e animais. A mineralização é a conversão de um elemento na forma orgânica para a forma inorgânica, resultante da decomposição microbiana e a respiração (Heal et al., 1997 citado em Pulrolnik, 2009), aumentando os nutrientes disponíveis.

Os microrganismos entram em contato com os fragmentos, reduzindo-os e decompondo-os em elementos menores e assimiláveis, formando assim a biomassa

microbiana, que consiste na fração viva da matéria orgânica, responsável pelos processos bioquímicos e biológicos do solo, sendo formada a partir da decomposição de materiais carbonáceos e inclui bactérias, fungos, protozoários e algas. Um dos métodos mais utilizados para avaliar a atividade metabólica da população de microorganismos do solo é através da quantidade de CO₂, resultante da respiração destes (Zibilske, 1994 citado em Alves, 2011).

A relação C/N varia numa escala de <20 a >30. Quando a relação é menor que 20, predomina o processo de mineralização, quando é superior a 30, o processo de imobilização do azoto torna-se dominante em relação ao de mineralização (Cardoso e Andreote, 2016). Quando predominam os processos de mineralização, a MOS funciona como fonte de nutrientes, aumentando a disponibilidade destes para as plantas. A imobilização da matéria orgânica ocorre quando a atividade microbiana consome mais nutrientes do que aqueles que são libertados no solo.

A adição de compostado ao solo equilibra a relação C/N (Brito, 2006) e permite o progresso normal da mineralização, que regula a disponibilidade necessária de azoto assimilável no solo. Uma vez que a mineralização excessiva empobrece o solo, é necessário adicionar matéria orgânica para o enriquecer.

Nos processos de decomposição e mineralização, o destino inicial do carbono proveniente destes restos é o carbono na biomassa microbiana, que atua como agente de decomposição dos resíduos adicionados ao solo, onde concorre com as plantas para os nutrientes, podendo causar imobilização temporária (Cardoso e Andreote, 2016). Posteriormente, a mineralização liberta facilmente nutrientes para as plantas, contribuindo para a estabilização de agregados do solo e para a formação de MOS humificada ou húmus. Na mineralização, o grupo amina é convertido em NH₄⁺ e, com adição de oxigénio, pode ser oxidado em ião nitrito e, posteriormente, no ião nitrato (Weil e Brady, 2017). A mineralização da matéria orgânica num solo depende de dois fatores principais, o tipo de solo e a quantidade de matéria orgânica (Levi-Minzi et al., 1990, citado em Zhang, 2017).

Segundo Weil e Brady (2017), a maior parte da imobilização do azoto ocorre biologicamente, quando os microrganismos que decompõem os resíduos orgânicos requerem mais azoto do que podem obter, a partir dos resíduos que estão a metabolizar.

Devido a este efeito, retiram iões NO_3^- e NH_4^+ da solução de solo, para serem incorporados em substâncias celulares, como proteínas, deixando o solo sem azoto mineral. Neste processo, quebram-se moléculas grandes em pequenas, produzindo aminoácidos ou grupos amina R-NH_2

A MOS é constituída por vários componentes, desde os compostos instáveis, que mineralizam rapidamente durante a primeira fase de decomposição, a resíduos mais recalcitrantes, que se acumulam durante estágios avançados de decomposição (Xu et al., 2010; Elberling et al., 2013, citado em Xu et al., 2016).

Esta decomposição deve-se à interação entre a manta morta e a manta viva e a relação de nutrientes, podendo ocorrer em velocidades diferentes, de acordo com a composição química do material, sendo subdividida em três categorias (Stockmann et al., 2013, 91):

- a) decomposição em menos de 1 a 2 anos - materiais prontamente decomponíveis; (material vegetal fresco exsudados de raiz, biomassa microbiana);
- b) decomposição entre 10 a 100 anos – materiais de decomposição intermédia; (que se decompõe a taxa intermédia) com um tempo médio de residência (*Mean Residence Time* - MRT) de 100 anos;
- c) decomposição que necessita de mais de 1000 anos – materiais recalcitrantes. (com estabilidade física ou química) com MRT 1000 anos

Num estudo realizado por Molina-Gonzalez et al. (2018, 271), em campos agrícolas tropicais do México, os autores concluíram que a matéria vegetal degradável (MVD) permanece no solo cerca de 2 meses, a matéria vegetal resistente (MVR) permanece 2,71 anos, a biomassa microbiana, 1,69 anos e a matéria humificada, cerca de 49 anos. No estudo de Xu et al. (2011), conduzido nas pradarias temperadas da Irlanda, utilizando o modelo RothC na modelação, este autor concluiu que o compartimento MVR, demora 2,31 anos a decompor-se, e a HUM, cerca de 50 anos, valores concordantes com os de Molina-Gonzalez et al. (2018).

Silva (2016) verificou que a matéria orgânica exerce grande influência no processo de formação e estabilização dos agregados e que as substâncias húmicas são importantes no processo de formação e estabilização de agregados estáveis.

A decomposição microbiológica também afeta o COS no solo. Os mecanismos bióticos, através da formação de micro-agregados estáveis e compostos não hidrolisados, são importantes para a estabilização do COS (Lal et al., 2015), que consiste na formação agregada do solo e os mecanismos para o efeito podem ser físicos, químicos ou biológicos.

O COS divide-se em protegido e desprotegido. O COS protegido é uma fração orgânica, associada a outros componentes como argila e minerais e compostos orgânicos, tornando difícil a decomposição por microrganismos do solo. Pode permanecer no solo por muito tempo, contribuindo para a sua estabilidade e fertilidade. O COS desprotegido é uma fração orgânica do solo que está livre e acessível para o biota do solo estando, por esse facto, mais sujeita à decomposição e mineralização, libertando nutrientes que podem ser usados pelas plantas. Ambas as frações são importantes para a saúde do solo (Figura 25).

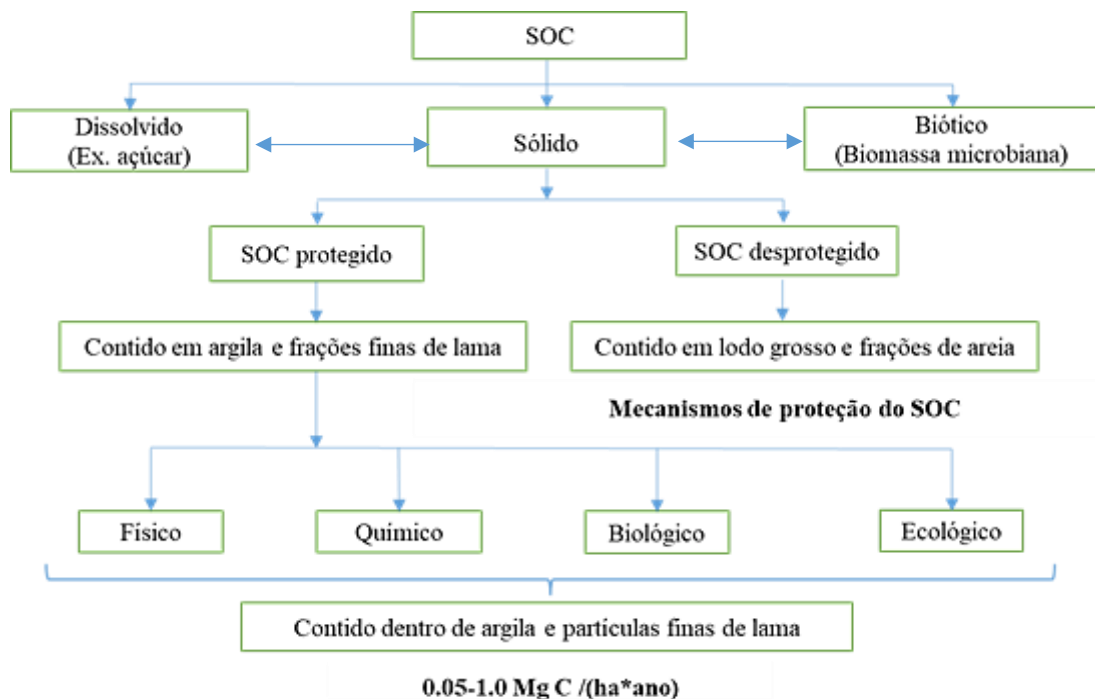


Figura 25. Carbono orgânico do solo (Fenton et al., 2008 citado em Lal et al., 2018b).

Os açúcares decompõem-se mais rapidamente do que as proteínas, e estas mais rapidamente que as gorduras e ceras e, por fim, as ligninas e compostos fenólicos (Weil e Brady, 2017). Os materiais que contêm o carbono da matéria orgânica do solo são chamados “*labile Carbon*”, parte da matéria orgânica que se decompõe rapidamente, e o húmus demora anos a estabilizar.

Num estudo nos Estados Unidos da América, Stewart et al. (2008) verificaram que as práticas de gestão agrícola, incluindo a rotação das culturas, gestão de restos vegetais e aplicação de compostado orgânico, influenciam a entrada de carbono no agroecossistema e afetam a estabilização do COS, sendo possível distinguir a que está protegida contra a decomposição daquela que não está.

2.4.2. Sequestração de COS e mitigação do carbono atmosférico

De uma forma geral, a sequestração do COS é um processo extremamente dinâmico, porque é bastante reativo e constitui uma fonte de energia para todos os microrganismos e outros biotas. Para Pinto (2016), a sequestração de carbono consiste no equilíbrio entre a assimilação fotossintética de C e a perda de C, através da respiração das plantas, e o C devolvido ao solo depois da decomposição dos resíduos vegetais e mineralização por microrganismos do solo. Consiste assim no armazenamento, de parte do carbono existente na atmosfera, na biomassa e no solo, sendo que “para ser considerado um aumento “permanente” requer um prazo de 100 anos sob os sistemas agrícolas, em que o carbono que aumenta provém do CO₂ atmosférico” (Stockmann et al., 2013, 80).

A matéria orgânica do solo está relacionada com a qualidade do solo e o carbono orgânico no solo, componente essencial para a produção de alimentos e providencia, também, a mitigação e a adaptação às alterações climáticas, pois é o elevado conteúdo de MOS e COS que fornecem nutrientes e água, necessários ao crescimento das plantas. O COS é um indicador da saúde do solo, porque esta característica estabelece uma estrutura estável, que dá indicações sobre a porosidade, o arejamento e a capacidade de infiltração da água (Köchy et al., 2015).

A sequestração de COS constitui um contributo significativo para a mitigação das alterações climáticas (Seyring et al., 2015). O MRT é o tempo médio que as matérias orgânicas retêm o COS, o qual não regressa à atmosfera e está relacionado com a sequestração de carbono, permitindo a sua estabilização, e tem grande impacto na redução dos GEE (Olson et al., 2014).

De acordo com Lal et al. (2018), as quatro estratégias básicas para melhorar a sequestração de COS são as seguintes:

- 1) Aumentar o crescimento das plantas dentro de uma unidade terrestre;
- 2) Manter a biomassa vegetal (acima e abaixo do solo) dentro da unidade terrestre a converter em COS;
- 3) Proteger e estabilizar o COS na unidade terrestre contra a erosão e decomposição;
- 4) Reforçar as sinergias entre o solo, plantas e processos atmosféricos.

De acordo com 200 estudos retirados das obras Smith et al. (2008, citado em Yokozawa, 2010), o potencial de mitigação anual por área, para CO₂, representa a variação de COS, através de ações de gestão na atividade agrícola e de resíduos. O seu valor pode ser de 0,51 t CO₂/(ha*ano), para climas frios, e de 0,88 t CO₂/(ha*ano) para climas quentes, que correspondem, ao clima do Japão, e equivalem a 0,14 t C/ (ha*ano) e 0,24 t C/ (ha*ano). Ao fim de 25 anos, na aplicação de compostado, atinge-se 0,30 t C/(ha*ano) e, na aplicação de restos de arrozais, atinge-se 0,19 t C/(ha*ano), estando de acordo com o relatório do IPCC AR4.

Assim, tem vindo a ser colocada a hipótese da sequestração de carbono no solo (SCS) ser um “sumidouro” para o dióxido de carbono, que é o mesmo que dizer retirar o dióxido de carbono da atmosfera e armazená-lo no solo na forma de carbono orgânico, o qual requer um prazo de duração estipulado de 100 anos, para ser considerado um aumento permanente sob sistemas agrícolas (Stockmann et al., 2013), como anteriormente referido.

A recuperação do solo, através da adição de compostado proveniente dos RUB, resultará na sequestração de carbono e em melhorias na agricultura, com resultados positivos para os meios ambiental, social e com benefícios económicos. Esta é uma solução para muitos problemas associados, tais como o destino final de biorresíduos, a diminuição da poluição, a expansão da agricultura, a sequestração de carbono e a minimização das alterações climáticas.

Pardo et al. (2017), em estudo próprio, concluíram que a bacia mediterrânea está a contribuir para os GEE e, supõe-se que no futuro, venha a ser afetada pelas alterações climáticas. Portugal apresenta características idênticas à bacia mediterrânea (Morais 2021), sendo assim urgente e relevante considerar medidas que contemplem melhores práticas de gestão agrícola e a utilização de compostado dos RUB.

2.4.3. Fatores que influenciam a sequestração do COS no uso do solo

As terras agrícolas ocupam perto de 1 500 milhões de hectares no mundo e os continentes e ilhas ocupam 14 783 milhões de hectares, ou seja, 10% da área total mundial é agrícola (Lal et al., 2015). Um dos fatores do esgotamento do COS no solo, deve-se precisamente à conversão de ecossistemas naturais em agroecossistemas, devido ao facto de esta transformação implicar um menor retorno de biomassa no solo e daí resultarem maiores perdas de COS por erosão, mineralização e lixiviação.

A lavoura intensiva, ou seja, o uso de arado e charrua e a sua utilização exagerada implica a perda de COS nos agroecossistemas (Powlson et al., 2012), situação verificada em solos espanhóis, onde os níveis mais baixos de COS se registaram em solos agrícolas (Martín et al., 2016).

Conforme Guo e Gifford (2002, citado em Martín et al., 2016) e, na sequência de uma análise feita a 74 publicações, a transformação de solos de pastagens para solos agrícolas, diminui o COS em 40%, e a passagem de florestas a solos agrícolas, diminui o COS em 60%. Nárdiz (2019) verificou, também, que, a nível mundial, a modificação da paisagem natural para agricultura, implica o esgotamento de 60% em COS, em regiões temperadas, e 75% nos trópicos. Em concordância com Nárdiz (2019), Lal et al. (2018) referem que esta conversão dos sistemas naturais em agrícolas, provoca uma diminuição do armazenamento de COS, de 30% a 50%, num período de 50 anos, em climas temperados, e uma queda de mais de 75% para um período de 10 anos a 25 anos, em climas tropicais. De acordo com Pardo et al. (2017), a perda de solo para pomares é de 0,008 t C/(ha*ano) a 0,3 t C/(ha*ano), tendo sido perdido 25% a 75% do armazenamento de COS devido ao cultivo, que vai para a atmosfera na forma de CO₂ (FAO, 2019).

Ao contrário, a passagem do solo de terras agrícolas para pastagens, aumenta 19% do total de COS, enquanto que a passagem de culturas para florestas secundárias, aumenta o COS para 53% e a transformação de florestas em plantações, diminui o COS em 13% (Jenkins, 1988, citado em Stockmann et al., 2013).

Segundo Paustian et al. (1997, citado em Yokozawa et al., 2010), a prática agrícola mais conhecida, que aumenta a sequestração de carbono no solo, é a agricultura sem lavoura ou agricultura de lavoura reduzida. Neste sentido, deverão ser adotadas práticas de gestão recomendadas, no caso das terras agrícolas, para restaurar o COS perdido. Estas

práticas incluem a agricultura de conservação, a agricultura de precisão, a gestão integrada de nutrientes, a micro irrigação, entre outras (Lal et al., 2015).

2.4.3.1. Fatores climáticos

As atividades microbianas no solo dependem de vários fatores, como a temperatura, condições de humidade, arejamento, quantidade e qualidade dos nutrientes disponíveis, tipo de solo e cobertura do solo (Powlson et al., 2012). Dito de outra forma, a temperatura e a humidade do solo influenciam a atividade microbiana e, conseqüentemente, a taxa de mineralização do carbono (Pinto 2016), como referem (Masunga et al., 2016, 193): “o processo de decomposição, denominado mineralização, expressa uma diminuição do conteúdo de matéria orgânica e um aumento dos minerais disponíveis que são previamente imobilizados em forma orgânica”.

Os fatores climáticos, as propriedades do solo, como o teor de argila e a relação C/N, influenciam a decomposição da matéria orgânica no solo (Schimel et al., 1994, citado em Xu et al., 2016).

Se a relação C/N for baixa, com o aumento da temperatura, a decomposição é maior, em comparação com uma C/N elevada (Pinto 2016), uma vez que, quando a temperatura é mais alta, o processo de decomposição é acelerado, o que pode levar a uma perda mais rápida de nutrientes da matéria orgânica. Também Smith et al. (2005) verificaram que o aumento da temperatura acelerará a decomposição e a perda de COS no futuro. A mineralização em excesso pode ser um dos fatores da perda do carbono no solo, além da respiração do solo (Pinto, 2016). Tal como afirmado por Smith et al. (2005, 380): “o aumento de temperatura acelerará a decomposição e aumentará a perda de carbono do solo no futuro, onde haja falta de humidade, logo há perda de COS”. A atividade enzimática aumenta proporcionalmente ao aumento da temperatura, contribuindo para uma maior emissão de CO₂ (Zhon et al., 2007 citado em Pinto, 2016). Assim, a decomposição da matéria orgânica é maior nas zonas tropicais, onde a temperatura é mais alta, ocorrendo perda de COS (Smith et al., 2005) e, conforme Tian (2011), a mineralização pode resultar em perda de solo. No entanto, temperaturas muito altas podem danificar as enzimas que ajudam na decomposição da matéria orgânica.

Por outro lado, quando as temperaturas são mais baixas, o processo de destruição pode ser mais lento, permitindo que a matéria orgânica permaneça no solo mais tempo. Conforme Morais et al. (2019) a uma temperatura mais baixa, corresponde uma menor mineralização. A temperatura influencia a disponibilidade de nutrientes e em climas frios a matéria orgânica acumula-se por decompor.

Em relação à humidade, os níveis de matéria orgânica aumentam, à medida que a precipitação aumenta (Bot e Benites 2007, citado em Cerqueira 2021), devido ao aumento da atividade microbológica. A água no solo tem influência na respiração do solo, uma vez que o acréscimo de água sobre um solo seco tem efeitos positivos sobre a atividade microbiana, aumentando a produção de CO₂ (Ramos 2010). Em climas quentes e húmidos, a atividade microbiana é mais alta e leva à destruição mais rápida da matéria resistente, que é composta por compostos orgânicos complexos e estruturas de lignina e celulose. Conforme descrevem Ding et al. (2007, citado em Pinto, 2016, 26) “o elevado teor em humidade do solo pode inibir a emissão de CO₂, porque aumenta a resistência à difusão de CO₂ do solo para a atmosfera e de CO₂ da atmosfera para o solo, resultando assim uma menor produção de CO₂”.

Uma humidade baixa limita a respiração das raízes e a atividade microbiana (Yuste et al., 2003, citado em Pinto, 2016). No estudo de Xu et al. (2011), nas pradarias da Irlanda, concluiu-se que a seca no Verão pode aumentar as perdas de COS, mas a decomposição pode permanecer inalterada durante os meses de Inverno, em resultado do aumento de precipitação, ou seja, com um aumento de temperatura, no período de Inverno, mas com uma precipitação superior, a decomposição pode manter-se inalterada. Assim, o clima exerce um papel fundamental no controlo da dinâmica do solo, sendo a temperatura e a precipitação os fatores mais importantes.

Jobbagy e Jackson (2000) e Post et al. (1982, citado em Wiesmeier et al., 2019) referem que o armazenamento de carbono orgânico é, geralmente, elevado em condições húmidas e frias e, decresce em condições de climas quentes e secos.

Hobley et al. (2015, citado em Wiesmeier et al., 2019) concluem que o COS está associado à precipitação média anual. Por sua vez, Wiesmeier et al. (2019) afirmam que a precipitação e a temperatura são os principais impulsionadores da entrada do carbono orgânico no solo e da decomposição do COS, contudo quando há precipitação em

excesso, o solo pode ficar encharcado, limitando a entrada de oxigênio, o que reduz a atividade microbiana. Os dados climáticos, precipitação e temperatura, são variáveis necessárias a considerar, uma vez que afetam a decomposição da matéria orgânica. Smith et al. (2005), num estudo realizado em solos europeus, concluíram que os impactos climáticos, temperatura alta e precipitação baixa, reduziriam o armazenamento médio de carbono orgânico no solo nas pradarias, em 6% a 10%, do nível de 1990 a 2080.

2.4.3.2. Argila no solo

A textura do solo também influencia a decomposição da matéria orgânica, pois é expectável que solos argilosos, com uma grande área superficial, adsorvam mais substâncias húmicas do que solos argilosos com baixa área de superfície (Tate e Theng, 1980, citado em Hassink, 1997). Um estudo realizado por Six et al. (2002) concluiu que a perda do COS é mais baixa em solos com elevada concentração de argila, ou seja, os solos argilosos protegem mais o carbono do que os solos arenosos, em ambientes semelhantes.

A matéria orgânica que está protegida pode ser (Six et al., 2002): a) fisicamente estabilizada ou protegida da decomposição através da micro-agregação; b) associada com partículas de lodo e argila; e c) bioquimicamente estabilizada através da formação de composto MOS recalcitrante. A proteção do COS depende da textura do solo (Lal et al., 2015) (Figura 26).

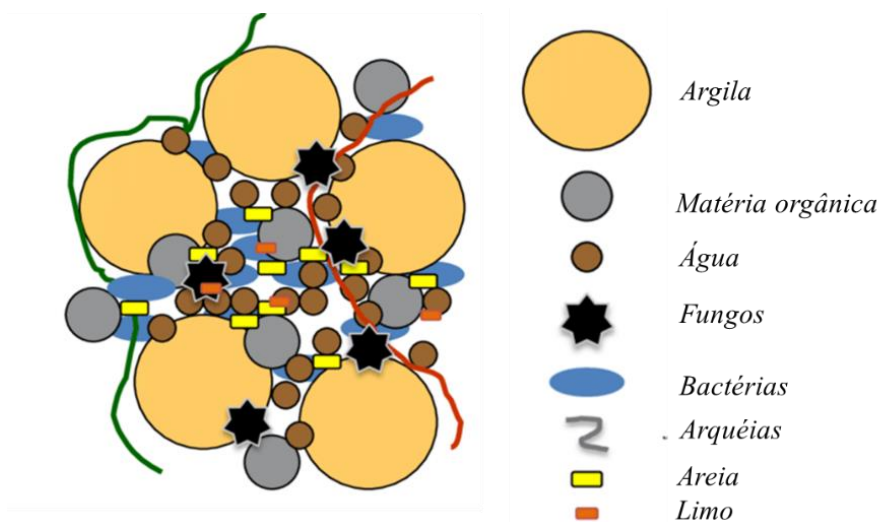


Figura 26. Estrutura, composição e organização de um agregado do solo (Cardoso e Andreote, 2016).

Os solos argilosos têm uma estrutura fina, são compostos por partículas pequenas, têm maior capacidade de reter água e nutrientes e têm uma boa capacidade de troca iônica, pelo que podem reter e fornecer nutrientes às plantas, embora estes solos possam ter problemas de alagamento e compactação. O carbono orgânico no solo, segundo Tito, Chacón e Porro (2009), está diretamente relacionado com o processo de decomposição da biomassa, pelas atividades bacterianas, onde há formação de húmus e libertação de nutrientes que podem ser utilizados pelas plantas, assim como está associado a outros componentes do solo, como argilas e minerais.

Os solos arenosos têm uma proporção maior de areia, têm menor capacidade de reter água, minerais e troca iônica, pelo que necessitam de mais irrigação e fertilização e, de uma forma geral, apresentam baixa produtividade (Cordeiro et al. 2012). Os resíduos adicionados ao solo arenoso decompõem-se mais rapidamente do que em solos argilosos (Ahn et al., 2009), mas porque são fracamente agregados retêm pouco os minerais, que se lixiviam facilmente. Assim, os solos argilosos geralmente contêm mais COS do que os solos arenosos (Jenkinson, 1988, citado em Coleman e Jenkinson, 2014).

De acordo com Lal et al. (2018), a capacidade da sequestração de carbono do solo depende da profundidade, do teor de argila e da mineralogia da argila, da capacidade de retenção de água disponível, das reservas de nutrientes, da posição na paisagem e do armazenamento anterior.

2.5. Melhoria da qualidade dos solos degradados

A qualidade do solo está relacionada com o seu teor de matéria orgânica no solo (MOS), sendo esta composta por todos os resíduos de plantas e animais no solo, incluindo matéria humificada (Nhime, 2019). O carbono orgânico no solo corresponde a cerca de 58%, pelo que aumentar o conteúdo de matéria orgânica é um elemento chave para aumentar a fertilidade dos solos (Tiessen et al., 1994, citado em Nabel et al., 2016).

A adição da matéria orgânica conduz ao reforço da atividade microbiana, cuja atividade consome parte da matéria orgânica, que é libertada na forma mineral, a mineralização (Pinto, 2016), o que proporciona a melhoria das características do solo

(Silva, 2004), sendo a fertilização orgânica, uma estratégia de sequestração de carbono, em solos pobres e degradados.

O CO₂ passa da atmosfera para o solo, através das plantas e outros resíduos, sendo armazenado como parte da matéria orgânica no solo - húmus (Lal et al., 2015). O tratamento da fração biodegradável de RU, RUB, transforma-os em compostado, para posterior aplicação no solo, o que permite a incorporação de matéria orgânica no solo, contribuindo assim para o normal funcionamento do ciclo de carbono e a redução da erosão do solo (van Oost et al., 2007, citado em Baptista et al., 2011). De acordo com Queda (1999, citado em Alves et al. 2007), é possível aplicar o compostado resultante dos resíduos urbanos biodegradáveis como corretivo orgânico do solo.

A aplicação de compostado no solo promove uma taxa de acumulação de COS, como evidenciou o estudo realizado por Pardo et al. (2017) na Andaluzia, pelo período de cem anos, onde concluiu que, cerca de metade da sequestração de carbono, é produzido nos primeiros 20 anos, sendo mais pronunciado nos sistemas de cultura. De igual forma, num estudo conduzido por Aguilera et al. (2013), foi aplicada matéria orgânica em solos mediterrâneos de Espanha, tendo sido ensaiadas a aplicação de várias dosagens, e onde se concluiu que o aumento da adição de MOS promovia mais aumentos de COS. A adição de MOS aumentou também o rendimento da biomassa em terrenos arenosos, conforme se verificou numa experiência realizada na Alemanha (Nabel et al., 2017).

Muitas culturas podem contribuir para o armazenamento do carbono orgânico devido ao processo de fotossíntese (Wu et al., 2012) “e o carbono desenvolvido no solo pela decomposição dos resíduos vegetais e a mineralização por microrganismos do solo” (Pinto 2016, 141).

2.5.1. Aplicação de corretivos orgânicos no solo e a sua influência no COS

Diversos estudos realizados evidenciam situações em que a adição de compostado pode melhorar o COS. Aguilera et al. (2013), em estudo realizado na área mediterrânea, verificaram que a sequestração de carbono levou a um aumento de 1,34 t C/(ha*ano), nos primeiros 20 anos, para entradas de carbono superiores a 10 t C/(ha*ano) de compostado, proveniente de resíduos urbanos, para culturas de cobertura. Com a adição de 6,1 t C/(ha*ano) na horticultura, foi obtida uma taxa de sequestração de 1,32 t C/(ha*ano), para

um período aproximado de dez anos. Neste local, foi também realizada uma experiência, com a aplicação 3,45 t C/(ha*ano) de uma mistura orgânica de estrumes e compostado de resíduos agroindustriais e resíduos urbanos, onde o resultado da sequestração de carbono foi de 0,27 t C/(ha*ano), ou seja, com a adição de compostado de diversas origens, embora com eficiências diferentes, verificou-se sempre a sequestração de carbono orgânico.

Pardo et al. (2017) levaram a cabo uma experiência em Espanha, durante 40 anos, para aplicação de compostado proveniente dos resíduos urbanos, no quantitativo entre 0,10 t C/(ha*ano) a 1,44 t C/(ha*ano). Nos primeiros 20 anos, para a cultura agrícola foi adicionado 1,44 t C/(ha*ano), tendo o carbono orgânico no solo aumentado cerca de 0,13 t C/(ha*ano) e, na vinha, 0,20 t C/(ha*ano). Na cultura de pomares em solos no mediterrâneo, com uma adição de 1,0 t C/(ha*ano) a 2,0 t C/(ha*ano), verificou-se um aumento de 0,44 t C/(ha*ano). Neste estudo, o solo tinha cerca de 22% de argila e, segundo Sollins et al. (1996, citado em Pardo et al., 2017), uma grande concentração de argila está associada a um aumento da estabilização do COS.

No Japão, na experiência realizada por Yokozawa et al. (2010), foi aplicado compostado de 1 t C/(ha*ano) em culturas de arroz, tendo-se verificado, ao fim de 25 anos, um aumento de 0,30 t C/(ha*ano), tendo a acumulação de COS sido mais rápida no início e mais lenta no final do período experimental (Yokozawa et al., 2010).

Romanyà et al. (2000) utilizaram o Modelo RothC para calcular a transferência da matéria orgânica das camadas orgânicas para o solo mineral, ou seja, para o húmus, nas vinhas de Barcelona. Neste estudo, a adição de 10 t/ha*ano de compostado fresco, implicou, num período de 30 anos, um aumento de COS de 15 t C/ha a 20 t C/ha, ou seja, de 0,5 t C/(ha*ano) a 0,7 t C/(ha*ano).

Sem considerar as condições climáticas, e conforme estudos de Poeplon e Don (2015, citado em Pardo et al., 2017), foi analisado o impacto das culturas de cobertura na sequestração de COS, em que as taxas médias alcançadas foram de 0,32 t C/(ha*ano). Por exemplo, Gonzalez-Sanchez et al. (2012), observaram a acumulação de 1,54 t C/(ha*ano) para as culturas de cobertura semeadas entre fileiras de árvores, durante 10 anos.

2.5.2. Estimativa do carbono orgânico armazenado

Como refere Lal (2017), o esgotamento do COS é agravado pelo sistema de cultivo intensivo. Assim, a florestação, consiste numa boa estratégia para a sua reconstituição. As florestas e, em menor grau, as pastagens são consideradas essenciais para a sequestração de carbono, ou seja, são mais eficazes para reduzir o aumento da temperatura (Valentini et al., 2000). Dyson (1997, citado em Lal, 2017), sugeriu que a florestação pode mitigar a acumulação de CO₂ na atmosfera, à taxa anual de 4,5 Pg C/ano. Sendo os sistemas agrícolas fontes de CO₂ (Smith et al., 2005) e o facto de a sequestração de carbono implicar a transferência de CO₂ da atmosfera para o solo, a conversão de terras cultivadas em pastagem seria uma opção para aumentar o COS (Aguilera et al., 2013).

Os solos de terras agrícolas mais esgotadas de nutrientes e de armazenamento de carbono orgânico por degradação, têm um grande potencial de sequestração de carbono, ou seja, a remoção do carbono atmosférico, CO₂, que, acumulado no solo por longos períodos de tempo, corresponde a valores entre 0,4 Gt C/ano a 1,2 Gt C/ano (Stockmann et al., 2013).

Powlson et al. (2012) defende que a transferência de carbono atmosférico CO₂ para a terra pode ser alcançado através de alterações de utilização do território, como a florestação ou de gestão alterada de terras agrícolas, como a lavoura convencional, lavoura zero ou lavoura reduzida (Lavoura convencional – lavras até 20 cm do solo; Lavoura zero- sem cultivo; Lavoura reduzida – cultivo até à profundidade máxima de 15 cm), em substituição à lavoura de arado, uma vez que a adoção de diferentes práticas de gestão terá influência na sequestração de carbono no solo (Stockmann et al., 2013).

2.5.3. Utilização do compostado dos RUB para melhoria e armazenamento do COS

A utilização intensiva de fertilizantes minerais contribuiu substancialmente para a poluição dos ecossistemas, atmosfera, solo e água (Ribeiro et al., 2010) e a utilização de fertilizantes e pesticidas está a afetar o sistema agrícola (Fernando et al., 2018). Estes factos levaram a União Europeia a incentivar o desenvolvimento de práticas agrícolas mais amigas do ambiente, nomeadamente, as que excluem a utilização de adubos de azoto minerais, sendo a aplicação do compostado uma prática recomendada (Regulamento

834/2007 do Conselho Europeu, 2007). Assim, a utilização de resíduos orgânicos biodegradáveis, como fonte de matéria orgânica e de nutrientes essenciais, constitui uma prática para melhoria de solos agrícolas, reduzindo a necessidade do uso de fertilizante inorgânicos

O compostado pode aumentar a produtividade agrícola (Zhang et al., 2017) e a decomposição dos materiais orgânicos adicionados ao solo é uma análise importante sobre o equilíbrio de matéria orgânica no solo. Como referido por Alves et al. (2007), as condições climáticas dos países mediterrâneos, como Portugal, têm uma acelerada mineralização da matéria orgânica, em solos que já apresentam baixa fertilidade. A aplicação, nestes solos, de compostado proveniente dos resíduos biodegradáveis é uma forma corretiva, de acordo com Queda (1999, citado em Alves et al., 2007). O compostado contém concentrações elevadas em húmus e pode conter 51% de carbono orgânico.

O setor da agricultura é o maior contribuinte para as emissões dos GEE, devido à elevada extensão da área ocupada. No estudo de Guereca et al. (2006), em Barcelona, os autores concluíram que ocorre uma diminuição de emissões quando se substitui a utilização de fertilizantes químicos por compostado (Favoino e Hogg, 2002, citado em Guereca et al., 2006). Os fertilizantes têm grandes quantidades de fósforo que, quando descarregados nos leitos de água, provocam a eutrofização, pelo que a sua substituição por compostado traduz-se numa vantagem, ao evitar estes problemas (Boldrin et al., 2010).

A utilização do compostado tem como benefícios o fornecimento de nutrientes e, ao aumentar a matéria orgânica no solo, aumenta a disponibilidade de azoto, de maneira a ser absorvido pela raiz da planta, reduz a lixiviação mineral e a erosão. A substituição dos fertilizantes pelo compostado dos RUB, tem como vantagem a introdução de azoto disponível para as plantas (Nabel et al., 2016). De acordo com Aguilera et al. (2013), a aplicação de resíduos orgânicos no solo é uma ferramenta importante para fechar ciclos de nutrientes e para a acumulação de carbono no solo, melhorando-o e protegendo-o contra a erosão, fatores importantes nos agrossistemas mediterrâneos, propensos à desertificação. A aplicação do compostado, com origem em resíduos urbanos, conduz ao aumento do carbono orgânico no solo (Pardo et al., 2017).

Um solo com maior teor de carbono orgânico terá uma estrutura mais estável do que o mesmo solo com menor teor de matéria orgânica (Powlson et al., 2012) e é menos decomponível do que outros compostos orgânicos.

A matéria orgânica, quando inserida no solo, pode ser utilizada como substrato energético para o crescimento microbiano, realização dos processos de mineralização ou imobilização de nutrientes e produção das chamadas substâncias húmicas (Tian et al., 2011). Para melhorar o conteúdo de carbono orgânico no solo, de forma a corrigir a sua carência, têm sido estudadas estratégias para melhorar os inputs, sendo o recurso ao compostado orgânico uma solução em termos de fertilizantes (Nabel et al., 2016), uma vez que a adição de compostado orgânico aumenta o conteúdo de carbono orgânico no solo. O produto resultante da valorização orgânica da fração orgânica municipal tem sido cada vez mais utilizado na agricultura como fertilizante, de forma a fornecer azoto e matéria orgânica (Cesaro et al., 2015).

A matéria orgânica, quando inserida no solo, pode ser utilizada como substrato energético para o crescimento microbiano, realização dos processos de mineralização ou imobilização de nutrientes e produção das chamadas substâncias húmicas (Tian et al., 2011).

O compostado proveniente dos RUB constitui uma alternativa viável para a recuperação do carbono orgânico em solos degradados e colabora, efetivamente, como uma das formas de adaptação às alterações climáticas. Neste sentido, apresentam-se os elementos essenciais relativos à produção de RUB e seus quantitativos, tratados e não tratados, produzidos em Portugal e na região Entre-Douro-e-Minho.

2.6. Políticas de incentivo a uso de práticas de sequestração de COS

A iniciativa internacional “4 por 1000”, lançada em França durante a COP 21, em dezembro de 2015, representa um compromisso coletivo entre os setores público e privado (estados, sociedade, empresas, organizações profissionais, ONGs e centros de investigação), com uma proposta que consiste numa taxa de crescimento anual das reservas de carbono no solo de 0,4% ao ano, nos primeiros 30 cm a 40 cm da superfície do solo, o que reduzirá significativamente o aumento anual de dióxido de carbono (CO₂)

na atmosfera (Lal 2017). O objetivo é promover a sequestração de carbono orgânico no solo, com uma estimativa global entre 3,5 Gt C/ano e 3,7 Gt C/ano (Nárdiz, 2019).

Uma forma de estímulo a estas práticas, essencialmente junto dos pequenos agricultores, é a implementação de técnicas de reabilitação dos solos e a criação de um incentivo para estes agricultores, com pagamentos de serviços de ecossistemas, conforme sugerido por Lal et al. (2015). Nas palavras de Lal et al. (2015, 82), “a boa governação dos terrenos e a segurança dos empregos devem fazer parte do quadro de objetivos de desenvolvimento sustentável”.

A deposição do compostado dos RUB, no solo, que já foram sujeitos a decomposição, aumenta o COS, ao contrário da deposição dos RUB em aterro que devolve rapidamente o carbono à atmosfera (Powlson et al., 2012).

Os objetivos de contribuir para um uso adequado do solo consistem em aumentar a sequestração de carbono orgânico no solo, pela adição de matéria orgânica no solo (MOS). Estes objetivos estão relacionados com a necessidade de garantir a segurança alimentar futura, adaptar a agricultura às alterações climáticas e mitigar a mudança climática, objetivos que se compactuam com os do desenvolvimento sustentável, adotados pela Comissão Europeia (2020).

A aplicação do compostado, a longo prazo, aumenta o teor de carbono no solo (Guter, 1999, citado em Lopes, 2008). A sequestração de carbono em áreas agrícolas, tem sido sugerido para a melhoria da qualidade dos solos, de forma a mitigar as emissões dos GEE, como o CO₂ ou CH₄.

Nos estudos realizados por Baldi et al. (2018) a aplicação de compostado no solo mostrou ter um efeito positivo, em comparação com as parcelas onde se utilizavam fertilizantes minerais. Na opinião de Powlson et al. (2012), a adição de carbono no solo pela utilização de compostado é uma forma de mitigação das alterações climáticas, sendo assim importante incentivar a evolução desta prática, sendo importante que o custo de transporte de compostado não se sobreponha ao potencial da mitigação (Smith e Smith, 2000, citado em Powlson et al., 2012).

O uso da terra, conforme o 6º relatório do IPCC é uma das formas de mitigar o aquecimento global a 1,5 °C através da remoção de CO₂ e captura e armazenamento de carbono através do reflorestamento.

2.6.1. Cartografia de uso e ocupação de solo

Durante a 4ª Sessão Plenária da *Global Soil Partnership (GSP)*, em Roma, em 2015, a FAO convidou diferentes países e parceiros, para apoiar e contribuir para o desenvolvimento do mapa *Global Climate Observing System (GCOS)*, onde cada país deu informações sobre solos para alimentar o *Global Soil Information System (GloSIS)*. A GSP proporcionou o apoio técnico para a maioria dos países produzirem os seus mapas nacionais de COS, em conformidade com informações estandardizadas (FAO, 2022).

Os mapas que compõem o GCOS foram iniciados em 2017 e permitem estimar o potencial de sequestração de carbono orgânico do solo superficial (0 cm-30 cm) na superfície, em áreas agrícolas, sob quatro cenários de gestão do solo:

1. O primeiro cenário designa-se “*Business as Usual (BAU)*”
2. Os outros três cenários para o Gestão Sustentável do Solo, dividem-se em: (*SSM1*, *SSM2* e *SSM3*):
 - *SSM1*, aumento de 5%, na entrada de C;
 - *SSM2*, 10% na entrada de C;
 - *SSM3*, aumento 20% na entrada de C.

Existem vários modelos para simular a quantidade de carbono orgânico no solo. A Carta de Ocupação de Solos (COS), é um sistema de monitorização da Ocupação de Solos, desenvolvido pela Direção Geral do Território (DGT), com o objetivo de produzir informação de cartografia de Uso e Ocupação de Solos. Por meio da consulta a tabelas existentes, é possível estimar o carbono orgânico no solo, através da hierarquização das classes de ocupação e uso dos solos, classes que se encontram quantificadas em tabelas criadas por especialistas da área.

O Sistema de Informação Geográfica (SIG), consiste num modelo computacional, que possui os dados cartográficos do solo e os dados de atributo, que consistem em informação sobre o carbono orgânico no solo, matéria orgânica, pH, metais,

granulometria, entre outros. A quantificação do armazenamento do carbono no solo, obtém-se pelas análises laboratoriais ao solo, estando dependente da classificação do tipo de solo. Outro fator a considerar é o uso do solo, que também está tipificado.

Na nomenclatura da COS 2010, são considerados 5 níveis, para as especificações técnicas da Carta de Uso e Ocupação do Solo. O nível 1 é generalista, classificando se o solo é artificializado, agrícola e agroflorestal, floresta em meios naturais ou seminaturais, zonas húmidas e corpos de água. Sequencialmente, vai pormenorizando até ao nível 5, em que particulariza o tipo de utilização do solo, especifica o tipo de infraestrutura ou tipo de cultura, pela definição de classes.

Morais (2021) utilizou uma base de dados de uso e ocupação do solo, do modelo *CORINE Land Cover (CLC)*, que consiste noutra base de cartografia de ocupação e uso do solo, nos países da União Europeia, para estimar a quantidade e distribuição espacial do carbono em armazenamento para cada classe de ocupação de solo.

A *LUCAS Soil*, outra base de dados, consiste em medições de campo, de amostras dos solos na Europa, que são analisadas em laboratório para quantificação dos parâmetros que identificam o solo (Morais et al., 2016). As pesquisas LUCAS Soil compilam a informação das propriedades físico-químicas, incluindo o pH, carbono orgânico, nutrientes e capacidade de troca iónica, estando disponíveis no site “European Soil Data Centre”

Existem outros modelos desenvolvidos por diversos autores que permitem estimar o carbono orgânico no solo, através de inputs de caracterização da área em estudo e através de modelos informáticos.

CAPÍTULO III – MATERIAIS

3.1. Área de estudo

Após a realização de uma pesquisa exaustiva, com base cartográfica e indicada por especialistas em solos, selecionou-se a região Entre-Douro-e-Minho, como a melhor alternativa para o desenvolvimento de cenários, com a finalidade de se perceber os comportamentos da aplicação de compostado dos RUB. Através de consulta à Carta de Solos e à Carta de Aptidão da Terra para a Agricultura, em escala 1:25 000, executada pelas equipas técnica de Agroconsultores Lda e Geometral, selecionou-se o solo, que tem características de “Arenossolo calcárico cultivado”. A área selecionada foi uma zona essencialmente litoral, sob a influência marítima, caracterizada por uma precipitação elevada, porém com baixo conteúdo de matéria orgânica.

Após esta seleção, e em conjunto com a Carta de Solos, foi consultado o SNIG, com a cartografia digital da COS 2018, para representar a planta aérea da zona em estudo. De seguida, procedeu-se à análise dos SGRU localizados na região, com a caracterização do tipo e quantitativos de compostado de RUB produzidos.

Posteriormente, consultaram-se vários estudos de caso desenvolvidos em vários países, como por exemplo no México, na Irlanda, no sul de Espanha, no Japão e também em Portugal (Molina, 2018; Powelson, 2012; Aguilera, 2013; Pardo, 2017; Yokozawa, 2010; Morais, 2021). Todos estes trabalhos tinham como objetivo projetar no futuro, a forma como a adição de carbono orgânico no solo poderia contribuir para a sequestração do carbono no solo, tendo sido todas estas situações simuladas com recurso ao modelo RothC versão 26.3.

3.1.1. Localização

A escolha da área de estudo teve por base dois critérios, o primeiro, ser uma localização onde os solos apresentassem baixo conteúdo de carbono orgânico, cujas

propriedades físicas e químicas pudessem ser melhoradas, através da incorporação de matéria orgânica exógena ([EPIC WEBGIS](#)) e, o segundo, que existisse, na região, tratamento dos RUB e produção de compostado, de forma que a possível aplicação permitisse aumentar o teor de carbono orgânico no solo. Obedecendo a estes critérios em simultâneo, a área selecionada insere-se na região de Entre-Douro-e-Minho e situa-se na Aguçadoura, que pertence à União das Freguesias de Aguçadoura e Navais. A região da Póvoa do Varzim é a continuação natural do território portuense para norte.

A opção de escolha foi uma área agrícola (Figura 27), que abrange perto de 100 ha, de acordo com a consulta à COS 2018, correspondente a uma unidade de solo, onde existem dados de análise laboratorial referindo o teor de matéria orgânica, no horizonte superficial, de 0,5%, conforme consta nas cartas de solo e de aptidão de terra para a agricultura do serviço da Direção Regional da Agricultura Entre-Douro-e-Minho (1:2500), volume I.

Nas últimas décadas, os solos nesta área têm sido utilizados para fins agrícolas, tendo, inicialmente, sido criado o tradicional sistema, conhecido por “masseiras”. Atualmente, estes solos são utilizados para cultura de produtos hortícolas, a céu aberto ou em estufa. Também existe o cultivo da vinha, um legado “agrícola quase esquecido”.

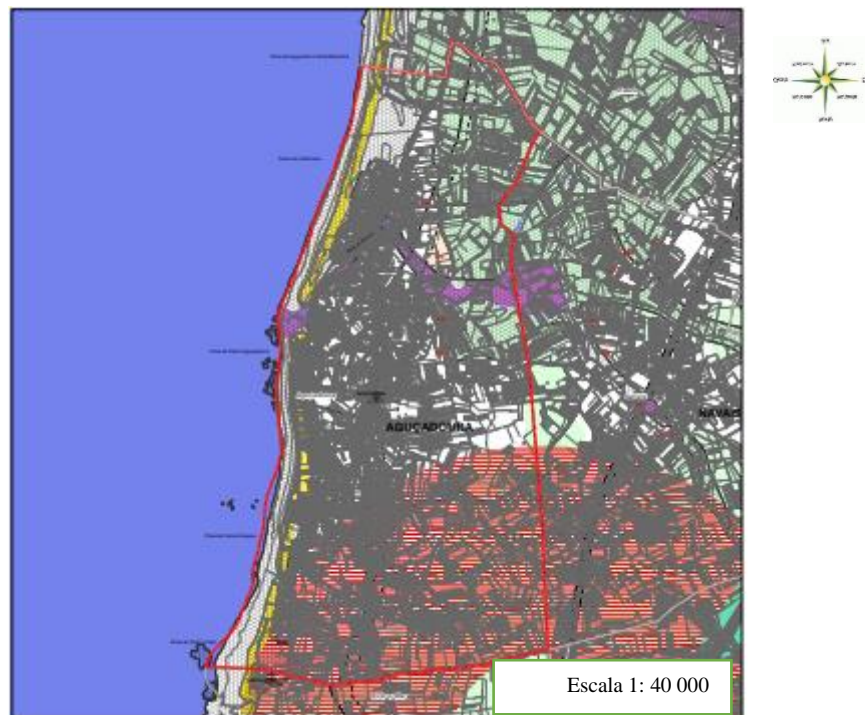


Figura 27. Freguesias do Concelho de P. Varzim, com destaque para Aguçadoura (PDM Câmara Municipal da Póvoa de Varzim 2014).

A Aguçadoura está inserida numa zona vulnerável, definida pela DGADR e publicada na portaria n.º 259/12 de 28 de agosto no art.º 1 n.º 2 a). Esta classificação obriga à realização de análises pontuais de solo e de águas, assim como planos de fertilização que contemplem a análise do teor de nitratos existentes no solo. No Anexo VIII desta portaria está definida a quantidade máxima de azoto a aplicar às culturas. Como exemplo, na produção das hortícolas na (alínea d) a quantidade máxima admissível na batata é de 0,215 t N/ha. No caso da vinha, (alínea e) é de 0,13 N/ha. No Anexo B, encontra-se o boletim fornecido pela Cooperativa Agrícola Leiteira do Concelho da Póvoa do Varzim, com as análises de laboratório ao solo da Aguçadoura, contemplando o valor de 0,20% de azoto, para a cultura do tomate, e uma razão C/N com o valor de 11.

3.1.2. Solos

Os solos, na região da Aguçadoura, são caracterizados por uma textura grosseira, correspondente a depósitos de praia antigos, que descem gradualmente para o mar. Na orla marítima estão cobertos por desenvolvido campo de dunas, formando colinas de 30 ou 40 metros de altura. A área das dunas é aproveitada para fins agrícolas, uma vez que, sob a areia, existe um solo rico e produtivo, que é escavado pelos agricultores, em forma retangular e com a forma de masseira (Teixeira e Medeiros, 1965).

O concelho da Póvoa do Varzim é constituído por vários tipos de solo, encontrando-se seis tipos de solos, sendo que os Cambissolos correspondem a cerca de 70% do território (Câmara Municipal da Póvoa de Varzim 2014, 11, 12).

Na freguesia de Laúndos existe um Cambissolo dístrico pardacento. Na freguesia de São Pedro de Rates encontra-se um Cambissolo dístrico crómico. Na zona de Beiriz existe um Regossolo dístrico espesso. A zona de Estela apresenta um Arenossolo calcárico cultivado ou antrópico e também um Arenossolo háplico não cultivado.

A Aguçadoura apresenta um Arenossolo calcárico cultivado. Os solos das unidades ARhc.r e ARcc.r, correspondem respetivamente, segundo a FAO/Unesco, a Arenossolos háplicos antrópicos (ou cultivados) e Arenossolos calcáricos antrópicos (ou cultivados), com características hidromórficas, moderadamente acentuadas no horizonte C, a menos de “100 cm de profundidade, a partir da superfície corresponde a condições de drenagem imperfeita a pobre, por estarem sobre as areias das dunas condicionadoras da aptidão

agrícola na área” (Agroconsultores e Geometral 1999, 30). As superfícies destes solos são quase planas ou com ondulosos suaves (Agroconsultores e Geometral 1999). De acordo com o PDM da Póvoa de Varzim (2014), a variação altimétrica situa-se entre 0 e 190 metros (Figura 28).

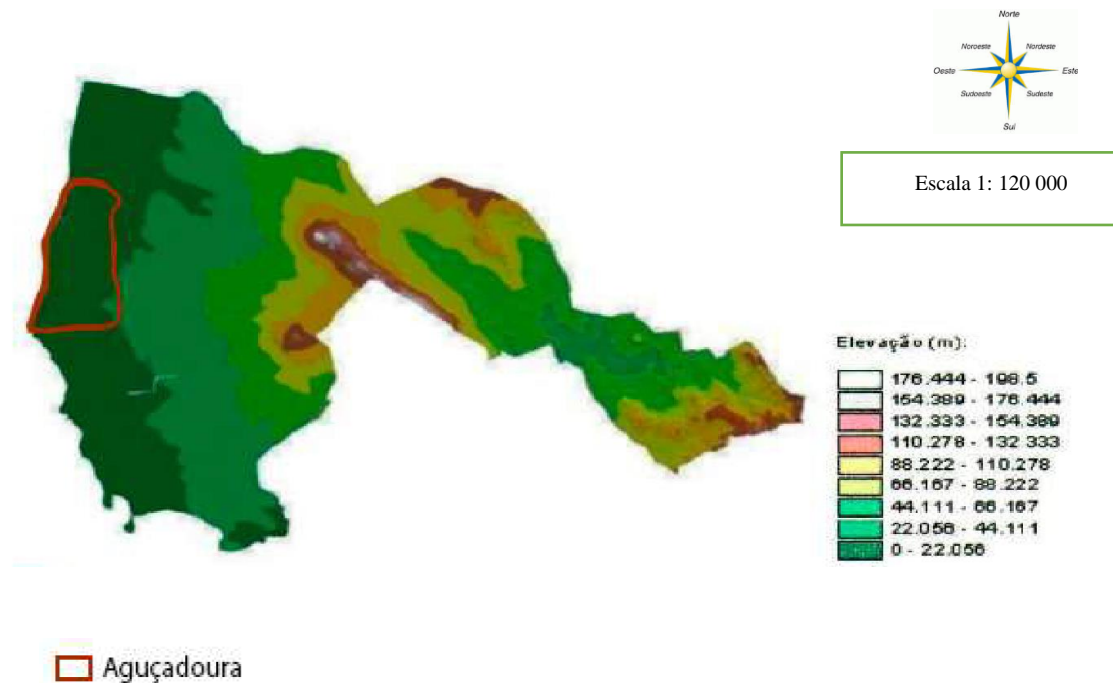


Figura 28. Topografia do Concelho (PDM Câmara Municipal da Póvoa de Varzim 2014).

O solo da Aguçadoura contém baixo teor em argila e é pobre em matéria orgânica. Apresenta uma grande espessura efetiva e a unidade pedológica, ARcc.r1 é classificada como “Arenossolo calcárico cultivado”, conforme consulta à Carta de Solos 1:25 000 (Agroconsultores e Geometral 1999), correspondendo a condições de drenagem imperfeita a pobre, que condicionam a aptidão agrícola (Agroconsultores e Geometral 1999; 1996).

De acordo com a Carta de Solos 1:25000,

“os solos com estas características apresentam fertilidade baixa e a aptidão agrícola é de hortícolas (batata, couve, cebola...). São Terras de horticultura intensiva à base de cebola, couves em culturas mais ou menos contínuas. Trata-se de um tipo de uso característico em Terras de Aplanção Litorânea, englobado a Póvoa de Varzim, Vila do Conde, Maia, Matosinhos, Porto, Gaia e Espinho e corresponde à exploração de pequenos empresários, recorrem à fertilização orgânica e mineral e fazem regas frequentes. As culturas beneficiam do clima ameno (Agroconsultores e Geometral 1999, 247).

De acordo com a mesma Carta de Solos, a composição granulométrica do perfil observado na Aguçadoura apresenta 89,1% de areia grossa, 9,0% de areia fina, 0,4% de limo e 1,5% de argila.

3.1.3. Clima

O clima do concelho da Póvoa do Varzim é influenciado pela proximidade do Atlântico e a disposição paralela ao oceano do cordão dos afloramentos de quartzitos, que retiram a influência às zonas mais interiores, São Pedro de Rates e Balasar. O clima do concelho regista temperaturas amenas e chuvas abundantes (Câmara Municipal da Póvoa de Varzim, 2014).

A Aguçadoura, segundo a classificação climática de Thornthwaite, de acordo com a memória descritiva da Carta de Solos 1:25 000, é uma área de clima húmido, mesotérmico, com pequena ou nula deficiência de água no verão e excesso no inverno. Assim, pode ser classificado de clima temperado atlântico, com algumas características de temperado mediterrâneo. No verão, as temperaturas andam perto ou acima dos 20°C e os invernos são chuvosos.

A temperatura média máxima foi de 20,5°C e a temperatura média mínima foi de 9,57°C, a precipitação média anual, registada foi de 1470 mm, sendo que 63,3% se distribui pelo período chuvoso, de outubro a fevereiro, de acordo com a Portaria n.º 259/2012 de 28 de agosto.

3.1.4. Ocupação do Solo

Na Póvoa de Varzim, mais propriamente na Aguçadoura, a terra possuía uma pequena percentagem de matéria orgânica pelo que, ainda no século XIX, a mesma não era cultivada. Desde o início do século XX, e evidenciando uma forma inteligente de uso do solo na Aguçadoura, embora a cair em desuso, são utilizados os “campos de masseiras”, que consistem numa escavação para cultura, um sistema agrícola criado em areias de duna e que se encontra acima do lençol freático. As masseiras, de acordo com a definição da Carta de Solos 1:25 000, são campos obtidos por desaterros nas áreas de dunas do litoral, sobretudo entre a Póvoa de Varzim e Esposende (Figura 29).



Figura 29. Campo de masseira com cultivos em Aguçadoura (Fernandes 2014).

Conforme descrito no livro da Aguçadoura (Ministério da Economia 1944), as condições criadas no solo para a agricultura, consistem em escavar areia para os lados até encontrar a camada de argila, que se encontra ligeiramente acima do nível freático. Para ajudar a fixar as areias e proteger do vento as culturas agrícolas, desde o início do séc. XIX, plantavam-se vinhas, para proteção da horticultura. Estas masseiras, que correspondem a 10% do território da Aguçadoura, cerca de 90 ha, desenvolveram-se no século XX, tendo, a partir de 1950, começado a entrar em declínio, devido à extração de areias para comercialização. No início deste tipo de agricultura, os agricultores faziam adubação química intensiva, à base de azoto, em conjugação com os fertilizantes orgânicos, como o sargaço (ou argaço ou algaço). Também eram usadas carcaças de caranguejos moídos para a adubação, a que se dá o nome de “pilada” e estrumes feitos à base da cama de matos usada para o gado (Ministério da Economia, 1944).

A agricultura provoca um efeito acelerado de erosão do solo e, no caso das masseiras, existem agravamentos que, se não forem tomadas certas medidas compensatórias de conservação do solo, num futuro próximo, poderão desencadear efeitos indesejáveis (Gomes e Oliveira, 2013). Em substituição das masseiras, foram colocadas estufas, onde a utilização excessiva de adubos está a originar uma forte lixiviação dos nutrientes (Câmara Municipal da Póvoa de Varzim, 2014). O sistema de exploração agrícola intensiva na faixa litoral é-o, sobretudo, na zona da influência do Porto e na proximidade

da Costa para Norte, até ao rio Lima. A área em estudo, Aguçadoura, está assinalada na figura 30.



Figura 30. Mapa de Ocupação de Solos.

(SNIG e Carta de Solos 1: 25 000)

Carta de Solos (368,31ha)



COS 2018 – 2.4.1.1. – Agricultura protegida e viveiros (92,88ha)

Conforme o Mapa de Ocupação do Solo, com destaque para Aguçadoura, no Concelho de Póvoa de Varzim, a área de investigação é constituída por solos utilizados para estufas. Algumas foram abandonadas e são, atualmente, terrenos baldios ou terrenos não cultivados. Também se verifica o cultivo em áreas a céu aberto, mas em menor escala, embora existam agricultores que cultivam em cima da areia.

A produção da Aguçadoura é hortícola. No Inverno, produz-se, essencialmente, alface em estufa e, ao ar livre, couves e alho francês. No Verão, produzem-se alfaces, couves, cebola e alho francês, ao ar livre, e tomate, pimento e pepino, em estufa. De uma forma geral, os resíduos das culturas são triturados e enterrados e, como o solo é arenoso,

a decomposição aeróbica é acelerada. Esta prática é recomendável, em caso de doenças como bactérias, e designa-se por biofumigação. A fertilização é orgânica é proveniente da cama dos animais, estrumes, matos e sargaços, sendo aplicada cerca de 50 t/ha, que depois é reforçada com 2 t/ha de adubo orgânico granulado, Nutrimais da Lipor, de acordo com informação da Hoporzim, associação de agricultores da Póvoa do Varzim (Anexo B) A fertilização mineral é feita apenas à planta, conforme a necessidade da mesma.

De acordo com a Portaria n.º 259/2012 de 28 de agosto, devido aos riscos da perda de azoto pela utilização de fertilizante, dado que o terreno é demasiado permeável, a utilização deste produto é proibida em certas alturas do ano, sendo obrigatória a realização de análises laboratoriais ao solo, de forma a evitar o excesso de azoto nos cursos de água, devido à lixiviação do azoto existente nos fertilizantes. Atendendo às características da área de investigação acima descritas, pode concluir-se que é possível utilizar o compostado dos RUB para o melhoramento agrícola.

Procurou-se comparar o efeito do conteúdo da argila, no armazenamento do carbono orgânico no solo, em solos pobres em matéria orgânica, também com 0,5% de um arenossolo calcárico cultivado, no solo na Apúlia, área próxima da Aguçadoura, que pertence ao concelho de Esposende, distrito de Braga.

3.2.Caraterísticas dos solos região de Entre-Douro-e-Minho

As caraterísticas do horizonte superficial do perfil do solo estão apresentadas na tabela 19 (a descrição deste horizonte encontra-se com mais pormenor no Anexo C).

Tabela 19. Dados do solo (Cartas de solo 1:25 000 e 1: 100 000; Agroconsultores e Geometral 1996; 1999).

Carta	1:25 000	1:100 000
Perfil	206 A (Aguçadoura)	209 A (Aguçadoura)
Profundidade (cm)	0-30	10-40
Areia Grossa (%)	89,1	81,2
Areia Fina (%)	9,0	16,4
Fração > 2mm	-	
Limo (%)	0,4	
Argila (%)	1,5	1,6
C/N	7,5	
Densidade (g/cm ³)	-	1,44
MO (%)	0,5	0,17
CO (%)	0,3	0,1

O perfil que diz respeito à área de estudo é o que se designa por “206 A”. O perfil “209 A” também referente à Aguçadoura, embora com escalas diferentes, 1:25 000 e 1:100 000, respetivamente. Para os cálculos do carbono orgânico no solo da Aguçadoura, usaram-se os dados do perfil 206 A, dado que é uma escala mais pormenorizada, exceto no caso da densidade, em que se recorreu ao perfil 209 A, uma vez que este dado não consta no perfil 206 A.

Por consulta à Carta de Solos 1:25 000, selecionou-se um solo também arenoso calcárico cultivado, semelhante ao solo da Aguçadoura, mas com maior conteúdo em argila. Obtiveram-se as seguintes características do solo da Apúlia, também localizado na zona Entre-Douro-e-Minho, conforme se apresenta na tabela 20 (Anexo C).

Tabela 20. Carta de solos em estudo à escala 1: 25 000.

Carta	1:25 000
Perfil	25 F (Apúlia)
Profundidade (cm)	0-30
Areia Grossa (%)	64,7
Areia Fina (%)	29,4
Fração > 2mm	3,3
Limo (%)	2
Argila (%)	3,9
C/N	8,7
Densidade (g/cm ³)	-
MO (%)	0,5
CO (%)	0,26

Na Carta de Solos, relativamente à Apúlia, não está publicado o valor da densidade aparente, pelo que se procedeu ao seu cálculo através da equação 2, sendo os resultados apresentados na tabela 21.

$$\text{Equação 2: } DA = a + b * \ln \%argila + c * \ln \%areia + d * \ln \%CO$$

Em que: DA - (Densidade Aparente, g/cm³)

Tabela 21. Cálculo da densidade aparente do solo da Apúlia (EJP SOIL 2021, 16)

Cultura	a	b	c	d	%argila	%areia	%CO	DPM/RPM
Hortícolas	1,317	-0,054	0,055	-0,054	3,9	29,4	0,26	1.44 ^a
Vinhas	1,342	-0,040	0,038	0,011				

^a Valor calculado pela equação 1

3.3. Características dos resíduos vegetais

A entrada de “resíduos vegetais” no programa RothC, refere-se à decomposição dos resíduos, que ficam na parte superficial do solo, cuja unidade de medida é em t C/(ha*ano). A tabela 22 apresenta os dados recolhidos nas publicações dos diferentes autores, para os resíduos vegetais, de acordo com o tipo de cultura.

Tabela 22. Dados de resíduos vegetais de acordo com alguns autores CLC- Corine Land Cover

Autores	Resíduos de vegetais t C/ (ha*ano)		
	Hortícolas	Cereais	Vinhas
	CLC-212	CLC- 211	CLC-221
Coleman & Jenkinson (2014)	-	1,60 ⁺	
Carta (2011)	1,9		2,16
Molina <i>et al.</i> (2011)	1,9		

⁺ De acordo com o autor, o modelo RothC pode ser usado em hortícolas

Os valores para o cálculo de entrada dos “resíduos vegetais”, foram obtidos através dos valores sistematizados que constam do estudo apresentado em Carta (2011) e que correspondem a solos de Itália. Estes solos pertencem aos solos mediterrânicos, ou seja, pobres em matéria orgânica, à semelhança dos que existem em Portugal, possibilitando assim a adaptação dos valores para este estudo, entre uma transição de clima temperado mediterrâneo para clima temperado atlântico, características do solo da Aguçadoura.

Os valores do estudo de Molina *et al.* (2011), para cultivo de produtos hortícolas, também são da mesma ordem de grandeza dos usados por Carta (2011). Uma vez que os dados dos “resíduos vegetais” não se encontram disponíveis nos organismos de governo específicos, nem na literatura específica, foi necessário utilizar os valores apresentados por estes autores. Os solos de Coleman e Jenkinson (2014), dizem respeito a terrenos no Reino Unido e à cultura de cereais, pelo que não se considerou o valor apresentado na tabela 22.

A tabela 23 apresenta os valores inseridos para o ficheiro “uso do solo” nos dois cenários. Foi considerado um quantitativo de 1,9 t C/(ha *ano) de resíduos vegetais, com a distribuição de cerca de 50% em junho, julho e agosto, e os restantes 50%, nos meses de novembro a maio, para a cultura dos produtos hortícolas. Em setembro e outubro, considera-se que o solo está nu para o cultivo de produtos hortícolas, conforme Yokozawa *et al.* (2010).

Tabela 23. Valores do ficheiro “Uso do solo”.

Meses	Aguçadoura + Apúlia			
	Restos de resíduos vegetais de 2020-2100			
	hortícolas		vinhas	
	t C/(ha*ano)	cobertura	t C/(ha*ano)	cobertura
novembro-fevereiro	0,52	1	0,64	1
março- maio	0,39	1	0,57	1
junho - agosto	0,99	1	0,38	1
setembro-outubro	0	0	0,38	1
<i>DPM/RPM</i>	1,44 ^a		1,0 ^b	

a - *DPM/RPM*– hortícolas e vinhas. Retirado de Coleman e Jenkinson 2014; b - Retirado de Morais 2021

Para a cultura de vinhas, foi considerado um quantitativo de 2,16 t C/(ha*ano) e uma distribuição de resíduos vegetais de 30%, para os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, sendo 70% nos meses restantes, de acordo com Pardo et al. (2017).

Relativamente à cobertura do solo, considera-se o valor “1” quando o solo tem cobertura de vegetação e “0” quando não tem.

No modelo RothC-26.3, neste cenário, para os produtos hortícolas, considerou-se o valor 1,44, para a razão *DPM/RPM*, de acordo com Coleman (2014) e, para as vinhas, foi utilizado o valor 1,0 de acordo com Morais (2021).

3.4. Produção e tratamento dos RUB na região Entre-Douro-e-Minho

Procurou-se saber, na região Entre-Douro-e-Minho, quais os quantitativos produzidos do produto resultante do tratamento dos RUB no TB nos sete SGRU. Na tabela 24, são apresentadas as quantidades de RU produzidos, resíduos indiferenciados (RI) e recolha seletiva (RS), por cada um dos sistemas, e os diversos encaminhamentos das diferentes tipologias de resíduos, Tratamento Biológico (TB), Tratamento Mecânico e Biológico (TMB), Tratamento Mecânico (TM), Incineração e deposição em Aterro. Foram consultados e analisados dados da produção de resíduos, principalmente a fração biodegradável dos RUB, para averiguar da possibilidade da sua utilização para adição no solo, após tratamento, e contribuir para o aumento do carbono orgânico do solo, realizando a simulação com recurso ao programa RothC.

Tabela 24. Tratamento e destino dos SGRU de Entre-Douro-e-Minho (APA, 2021).

SGRU	Produção de Resíduos (t)			Tratamento ou Destino (t)				
	RU	RI	RS	TB	TMB	TM	Incineracão	Aterro destino final
Ambisousa	149 284	136 055	13 221	18				137 384
Braval	130 573	103 657	22 023		75 932			104 361
Lipor	523 026	396 560	121 742	39 197			422 712	23 075
Resinorte	398 006	335 960	60 712		109 352		6 285	338 759
Resulima	142 590	121 511	20 561	1 414				126 612
Suldouro	209 116	176 156	32 705		43 930			171 479
Valorminho	37 789	32 125	5 014			1 376		33840
Produção Entre-Douro-e-Minho RU				1 590 384				
Produção Nacional RU				5 013 967				
% (Entre-Douro-e-Minho/ Nacional)				32				

A partir da consulta à tabela 24 verifica-se que entre os sete SGRU (Ambisousa, Braval, Lipor, Resinorte, Resulima, Suldouro e Valorminho), da região Entre-Douro-e-Minho, a Lipor destaca-se na produção de Resíduos Urbanos. A Lipor encaminha grande parte dos seus RU para incineração, a Resinorte encaminha alguma quantidade de RU para incineração e o restante, em maior quantidade, para o aterro, assim como os restantes cinco SGRU enviam uma grande percentagem de RU para aterro (APA, 2021).

No que diz respeito ao tratamento biológico nesta região, a Lipor e a Suldouro possuem TB nos seus sistemas. A Resulima e a Ambisousa entregam na Lipor os biorresíduos que recolhem para valorização orgânica. Os municípios que integram a Lipor, desde 2002, providenciaram a recolha seletiva dos biorresíduos nas cantinas e restaurantes, por esse motivo, têm uma taxa superior de recolha de biorresíduos relativamente aos outros SGRU. Os RUB, por lei, devem ser valorizados, e o seu produto resultante deve ser usado para fins de recuperação e preservação do carbono no solo, em vez de irem para os aterros ou serem incinerados.

Na tabela 25 é apresentada a quantidade percentual de RUB nos RU, e seu destino final em aterro e incineração, por cada um dos SGRU da região Entre-Douro-e-Minho. Verifica-se que, entre os sete SGRU desta região, a Lipor, seguida da Resinorte, se destacam na valorização orgânica de RUB, embora a Resinorte ainda envie das maiores quantidades de RUB para aterro.

Tabela 25. Produção e destino final de RU e RUB por SGRU – Ano 2020 (APA, 2021).

SGRU	Produção			VO	Incineração ^b	Aterro		
	RU (t)	% RUB em RU	RUB (t)	RUB (t)		RU (t)	RUB (%) ^a	RUB (t) ^b
Ambisousa	149 284	36	53 742	18 ^c	8 029	137 384	91	48 905
Braval	130 573	35	45 701	26 474		104 361	28	12 796
Lipor	523 026	36	188 289	45 239 ^c	146 532	7 556	2	3 766
Resinorte	398 006	35	139 302	37 928	d	338 759	59	82 188
Resulima	142 590	37	52 758	1 414 ^c		125 835	87	45 899
Suldouro	209 116	43	89 920	15 029	d	145 889	68	61 146
Valorminho	37 789	40	15 116			33 840	89	13 453

a) Face à meta, pg 40; b) Estimativa por cálculo e aproximação considerando a mesma percentagem de RUB no quantitativo de RU que é incinerado e depositado em aterro, não contabilizando RNU; c) Encaminhamento de RUB de Ambisousa e Resulima para Lipor (1 432 t); d) Contabilizado RU no valor da Lipor (22 303 t); e) Contabilizado RU da Lipor (4 280 t). Considera-se a produção de RU e não se contabilizam os RNU

Na tabela 26 evidencia-se o quantitativo do produto final do tratamento dos RUB. Como se verifica nesta tabela, só a Lipor se destaca na produção de compostado proveniente da recolha seletiva de RUB, porém em pequena quantidade, em relação ao total de resíduos urbanos biodegradáveis produzidos, o que representou, em 2020, cerca de 20% tratados na TB, sendo o restante enviado para incineração. A Resulima, Resinorte e Braval, embora em menor quantidade, também procedem a essa recolha separada (APA, 2021).

Tabela 26. Tratamento de RUB nos SGRU Entre-Douro-e-Minho (2020) (APA, 2021).

SGRU	TB Recolha seletiva RUB (t)	TMB Recolha indiferenciada (t)	Compostado CVO (t)	Compostado TMB (t)
Ambisousa	18 ^a		0	
Braval		75 636		158
Lipor	39 197		10 758	
Resinorte		108 363		2 917
Resulima	1 414 ^a			
Suldouro	8 980 ^a	32 977		424
Valorminho	-	-	-	-
Total Entre-Douro-e-Minho	49 609	216 976	10 758	3 499
Total nacional	81 654	1 104 867	15 291	55 168

Desta forma, incumbe evidenciar mais uma vez, como é importante o desvio dos RUB que vai para o aterro ou para a incineração, dado que estes deveriam ser aproveitados para a produção de composto orgânico. A tabela 27 apresenta o encaminhamento dado aos SGRU na região em questão.

Tabela 27. Destino percentual dos RU nos SGRU - Entre-Douro-e-Minho (2020) (APA, 2021).

SGRU	Destino final de RU	Tratamentos de RU %				
	Aterro	Valorização Energética	TB	TMB	TM	Valorização Material
Ambisousa	92		0	0		9
Braval	80		0	58		13
Lipor	4	75	8	0		13
Resinorte	63	1	1	27		13
Resulima	88					7
Suldouro	78			23		17
Valorminho	90	0	0	0	5	10

Conforme referido anteriormente, de acordo com a Portaria n.º 185/2022 e o Decreto-Lei 103/2015, os compostados de Classe I e Classe II destinam-se a aplicação na agricultura. Apresenta-se, na tabela 28 os tipos de composto produzidos pelos SGRU e respetivos destinos, da região Entre-Douro-e-Minho.

Tabela 28. Produção de composto por SGRU (APA, 2021).

SGRU	Classe	Destino	Nome
Braval	I	Culturas arbóreas e arbustos(vinhas), floricultura, horticultura	Ferti +
Lipor	I	Hortícolas, viticultura, horto-industrial	Nutrimais
Resinorte	II	Viticultura, fruticultura, horto-industrial (tomate, cenoura, batata)	Fertibom
Suldouro	II	Pomares, jardins e vinhas	Agrovida
Ambisousa		Encaminhado Lipor	
Resulima		Encaminhado Lipor	
Valorminho		Não produz	

A Resinorte e a Suldouro produzem composto de Classe II. Como se verifica, atualmente, dos SGRU desta região, só a Lipor e a Braval produzem composto de classe I, sendo aproveitado na região para a melhoria de jardins e hortas, floricultura, horticultura e vinha. Na tabela 29, podem ser consultados os resultados do composto da Lipor, Nutrimais (Anexo D).

Tabela 29. Boletim de Análise do compostado da LIPOR e a Portaria n.º185/2022.

Parâmetros	LIPOR ^a		Portaria n.º 185/2022 ^a			
	Unidades	Valores	Classe I	Classe II	Classe IIA	Classe III
Carbono	%	28,9				
Taxa de humificação	%	28,2				
Azoto	%	2,3	3			
Fósforo (P ₂ O ₅)	%	1,2	2			
Potássio (K ₂ O)	%	2,2	2			
Cálcio	%	7,6				
Magnésio	%	0,7				
Boro	mg/kg	32,3				
Chumbo	mg/kg	28,7	100	150	300	500
Cádmio	mg/kg	0,3	0,7	1,5	3	5
Cobre	mg/kg	51	100	200	400	600
Mercúrio	mg/kg	0,1	0,7			
Níquel	mg/kg	7,6	50	100	200	200
Zinco	mg/kg	150	200	500	1000	1500
Crómio VI	mg/kg	-	100	150	300	400
Salmonella		Negativa				
E. Coli	Ufc/g	< 10				
Areias e pedras entre 5 e 10mm		0,3				
Humidade		23,7				
pH		9				

a DL n.º 103/2015 e Portaria n.º 185/2022, e quadro 2 do Anexo II)

Este compostado é isento de infestantes e de patogénicos. Existem outros sistemas que produzem compostado de qualidade inferior, que pode ser usado para a recuperação de áreas degradadas, que não sejam usadas para a agricultura.

CAPÍTULO IV – METODOLOGIA

4.1. Descrição dos pressupostos de utilização do programa Roth C

Atualmente, para se conhecer a rotação de carbono no solo, aplicado aos ecossistemas, naturais ou agrícolas, recorre-se à aplicação de programas computacionais.

Existem vários programas informáticos para simular o carbono orgânico no solo e, com o intuito de selecionar o melhor, de entre os possíveis, para ser aplicado na presente investigação, apresentam-se as características de algumas aplicações informáticas:

1. O programa Century que simula o crescimento de plantas, o ciclo dos nutrientes e a dinâmica da matéria orgânica do solo, para diferentes tipos de solo foi aperfeiçoado por Parton et al. (2001, citado em Abreu, 2021). Este programa utiliza as seguintes variáveis de entrada para correr o programa: temperatura do ar, precipitação mensal, conteúdo de lignina do material vegetal, conteúdo de N, P e S do material vegetal, textura do solo e teor inicial de C, N, P e S, embora apresente limitações para simulações em solos tropicais. A precipitação é distribuída por infiltração, evaporação e transpiração, através das folhas das plantas (Roscoe et al. 2006), tendo sido desenvolvido para pastagens americanas. Este programa permite simular a dinâmica da MOS. Permite a simulação dos 0-20 cm do solo.
2. O program Daisy foi elaborado por Muller et al. (1996, citado em Carta, 2011), simula o crescimento das plantas e a dinâmica do solo, água e azoto para vários tipos de agricultura e foi desenvolvido na Dinamarca, em 1980. Contém um modelo hidrológico, com um submodelo de água no solo, um modelo de azoto, com um submodelo da matéria orgânica no solo, para além de um modelo de cultura e submodelo de azoto. A constante de velocidade depende do conteúdo de argila presente no solo, de acordo com Pavan (2007). Simula o crescimento da cultura, o balanço da água, do calor, da matéria orgânica, a dinâmica do amónio e do nitrato e é baseado em práticas agrícolas e dados climáticos.

3. O programa Candy foi desenvolvido por Franko (1996, citado em Carta 2011), é um sistema modular de simulação, com dados do solo e de clima. Simula a dinâmica do azoto no solo, a temperatura do ar e da água. A *Inert Organic Matter (IOM)* é calculada a partir das partículas do solo, que devem ser < 6mm.
4. O programa Roth C foi desenvolvido por Coleman et al. (1997), é um programa que considera as perdas de carbono pelo solo, na forma de dióxido de carbono. Considera, na decomposição da matéria orgânica, a formação de três tipos de materiais, a saber: a) Biomassa microbiana, decomposição rápida; b) Matéria humificada, decomposição lenta; c) Formação de dióxido de carbono.

Para resumir a comparação entre estes programas apresenta-se, na tabela 30, uma comparação dos mesmos (Carta, 2011).

Tabela 30. Comparação de vários modelos para cálculo do COS (Carta, 2011)

Programa	Century	Daisy	Candy	RothC
Tempo	Mês	Dia	Dia	Mês
Input meteorologia	Precipitação e temperatura	Precipitação, temperatura e evaporação Cobertura de solo	Precipitação, temperatura irradiação, %N	Precipitação, temperatura e evaporação
Input de solo e planta	Água no solo % argila, % MOS, pH, % N	% argila % carbono % Azoto Plantas características e composição	Rotação, lavoura, fertilizantes orgânicos e inorgânicos, irrigação	% argila, conteúdo de carbono no solo
Output	Carbono, biomassa e azoto no solo, temperatura	Carbono, biomassa e azoto no solo, temperatura, CO ₂ , NO ₂ e N ₂	Carbono e azoto no solo, temperatura, CO ₂ , NO ₂ e N ₂	Carbono no solo, biomassa e emissão de CO ₂

Considerando os dados da tabela 30 e, perante as várias possibilidades que os programas informáticos oferecem e os métodos para simular o carbono no solo, foi necessário avaliar qual seria o mais viável para aplicar ao presente estudo. Assim, a partir da comparação dos vários programas, entendeu-se que o programa Roth C era o que melhor se adaptava para simulação pretendida, que consiste em saber qual a dinâmica no solo, a sequestração de carbono orgânico nos solos e as emissões de CO₂.

Em função desta escolha, importa apresentar, de forma mais detalhada, o programa Rothamsted C, desenvolvido no Reino Unido, mais conhecido pela abreviatura, RothC. A primeira versão foi desenvolvida por Coleman et al. (1997), tendo, mais tarde, sido desenvolvida a versão RothC 26.3, inspirada nas versões anteriores. Este programa é um dos poucos que se utiliza para estimar a dinâmica global do armazenamento do carbono orgânico no solo, sendo aplicado numa grande variedade de tipos de solo, embora não deva ser usado para solos alagados (Coleman e Jenkinson, 2014). Foi primeiro parametrizado para solos agrícolas e, mais tarde, estendeu-se a sua utilização também a pastagens e a florestas, aplicando-se à dinâmica do carbono orgânico no solo superficial de prados e florestas, incluindo ambientes semiáridos.

O programa informático RothC foi, inicialmente, desenvolvido para simular o carbono, nos primeiros 30 cm do solo, assumindo que a maior parte do carbono se concentra nas partes superficiais do solo. Este modelo tem sido aplicado em várias regiões e os valores da simulação estão correlacionados com os valores reais existentes, conforme vários estudos realizados (Molina-González et al., 2016).

O RothC é um programa líder, amplamente utilizado para a estimativa de sequestração de carbono (Smith et al., 2005), sendo o mais usado a nível mundial (Pardo et al., 2017; Xu et al., 2011; Yokozawa et al., 2010). As vantagens deste programa, residem na possibilidade de aplicação em diferentes sistemas e solos e na disponibilidade de dados de entrada para o fazer correr (Coleman et al., 1997).

Em termos de funcionamento, utiliza dados mensais para calcular o carbono orgânico total, o carbono da biomassa microbiana e o ^{14}C , desde um ano até séculos (Coleman e Jenkinson, 2014), permitindo simular mudanças no COS, numa determinada escala de tempo. É um programa que requer entradas de caracterização do solo e considera também as propriedades do solo, o uso da terra e condições climáticas da área em estudo, sendo um modelo de simples utilização, uma vez que requer relativamente poucas entradas. Para o programa correr, são necessárias as entradas de dados, que consistem no tipo de solo, percentagem de argila no solo (%), carbono orgânico no solo, temperatura mensal ($^{\circ}\text{C}$), precipitação mensal (mm), evaporação mensal (mm), a evaporação é 0,75 da evapotranspiração, cobertura vegetal, resíduos vegetais que regressam ao solo (t C/ha) e os fertilizantes orgânicos adicionados (t C/ha). A argila afeta a decomposição da matéria orgânica e o nível de água disponível que pode manter. Estas entradas a inserir para operar

o modelo, são introduzidas através de ficheiros, com dados de clima e de gestão ou uso do solo.

O programa calcula as variações de carbono orgânico, em quatro compartimentos ativos e um passivo. Os compartimentos ativos são: a) material vegetal resistente (MVR); b) material vegetal degradável (MVD); c) biomassa microbiana (BIO) e d) *humified organic matter (HUM)*. O compartimento passivo é a *Inert Organic Matter (IOM)*, que representa a matéria orgânica resistente à decomposição, normalmente em pequena quantidade (Yokozawa et al., 2010).

Este modelo foi programado para correr de dois modos:

- (i) para a **frente**, onde se conhecem as entradas e se calculam as variações da matéria orgânica no solo, ao longo de determinado intervalo de tempo, a considerar em função de determinada prática (avalia-se o impacto que poderá ocorrer ao nível do armazenamento de C no solo); e
- (ii) **inversamente**, onde se simulam as entradas necessárias, tendo conhecimento do conteúdo de matéria orgânica no solo que se pretende alcançar (Coleman e Jenkinson, 2014).

Para correr o programa, é necessário introduzir o valor *IOM* e a *Decomposability of the Incoming Plant Material (DPM/RPM)* (razão da fração respirável do solo). O modelo RothC tem que ser calibrado no estado de equilíbrio, para posteriormente serem feitas as simulações. No início, é necessário fornecer os dados de equilíbrio, chamados de “*equilibrium mode*”. Caso se opte por correr o modelo em *short time*, tem que se especificar o ano de início e o número de anos do intervalo de tempo a considerar, para obter a resposta. É necessário também criar os ficheiros dos “dados climáticos” e de “uso do solo”.

A entrada dos resíduos de vegetação existentes no solo, por mês, inclui o carbono libertado durante o crescimento das plantas. Se esta entrada não for conhecida, o modelo corre de modo inverso. Porém, uma grande parte da matéria orgânica que regressa ao solo, consiste na decomposição pelos microrganismos das raízes e dos detritos existentes acima do solo, embora este quantitativo, muitas vezes, não seja conhecido (Carta, 2011).

A importância da aplicação deste modelo, na presente investigação, está relacionada com a possibilidade de simular a variação de carbono orgânico nos solos. O modelo aplica-se, através do uso dos dados oficiais e disponíveis para os solos de determinadas regiões. Na tabela 31, estão dispostos os requisitos de dados para correr o modelo:

Tabela 31. Dados para correr o Modelo RothC.

Dados climáticos	Dados do solo	Uso do solo
Precipitação mensal (mm)	COS inicial a 30 cm (t C/ha)	Cobertura do solo (coberto ou nu) mensal
Temperatura média do ar (°C)	armazenamento de carbono inicial em cada compartimento (t C/ha), MVD, MVR, <i>BIO</i> , <i>HUM</i> e <i>IOM</i>	Irrigação
Evaporação /evapotranspiração (mm)	% argila à profundidade da simulação	Carbono que entra mensalmente através vegetação existente t C/ha
		Carbono que entra mensalmente pela adição de adubo ou excremento de animais t C/ha
		<i>DPM/RPM</i> , estimativa da decomposição do material de cultivo

A cobertura do solo, refere-se à informação sobre a sua cobertura, ou seja, se está coberto com vegetação ou não, porque a cobertura do solo influencia a decomposição, que é mais rápida em solo nu do que em solo coberto. Estes dados são inseridos no modelo, com uma periodicidade mensal. No que diz respeito à adição de compostado, Yokozawa et al. (2010) refere que Coleman et al. (1997) consideram que, no modelo RothC, a entrada do compostado pode ser feita de uma só vez ou distribuída pelos meses do ano.

De acordo com o grupo de trabalho, no Roth C, a entrada de carbono da planta é dividida entre material vegetal degradável (MVD) e material vegetal resistente (MVR) e depende da relação (*DPM/RPM*). A razão *DPM/RPM*, chamada respiração do solo, é outro parâmetro necessário para o modelo, cujo valor depende do tipo de cultura do local. Os dois compartimentos, MVD e MVR decompõe-se, formando *BIO* e *HUM*, ocorrendo emissão de CO₂. Por exemplo, para a maioria das culturas agrícolas e pastagens melhoradas, a razão *DPM/RPM* tem o valor de 1,44, enquanto que o valor encontrado para pastagens não melhoradas, incluindo a savana, é de 0,67, e para bosques caducos ou floresta tropical, de 0,25 (Coleman e Jenkinson, 2014). O programa considera as perdas do carbono pelo solo, na forma de dióxido de carbono e que, em toda a decomposição, se

produzem três tipos de matéria: biológica (decomposição rápida), humificada (decomposição lenta) e o dióxido de carbono CO_2 (Abreu, 2021). O conteúdo de argila no solo determina a proporção do carbono que se decompõe para produzir CO_2 , *BIO* e *HUM*. O modelo RothC, atribui a esta divisão 46% de *BIO* e 54% de *HUM*, os quais se decompõem e que, por sua vez, formam CO_2 , *BIO* e *HUM*. A descrição do processo da decomposição do carbono orgânico no solo encontra-se esquematizada na Figura 31 (Coleman e Jenkinson, 2014).

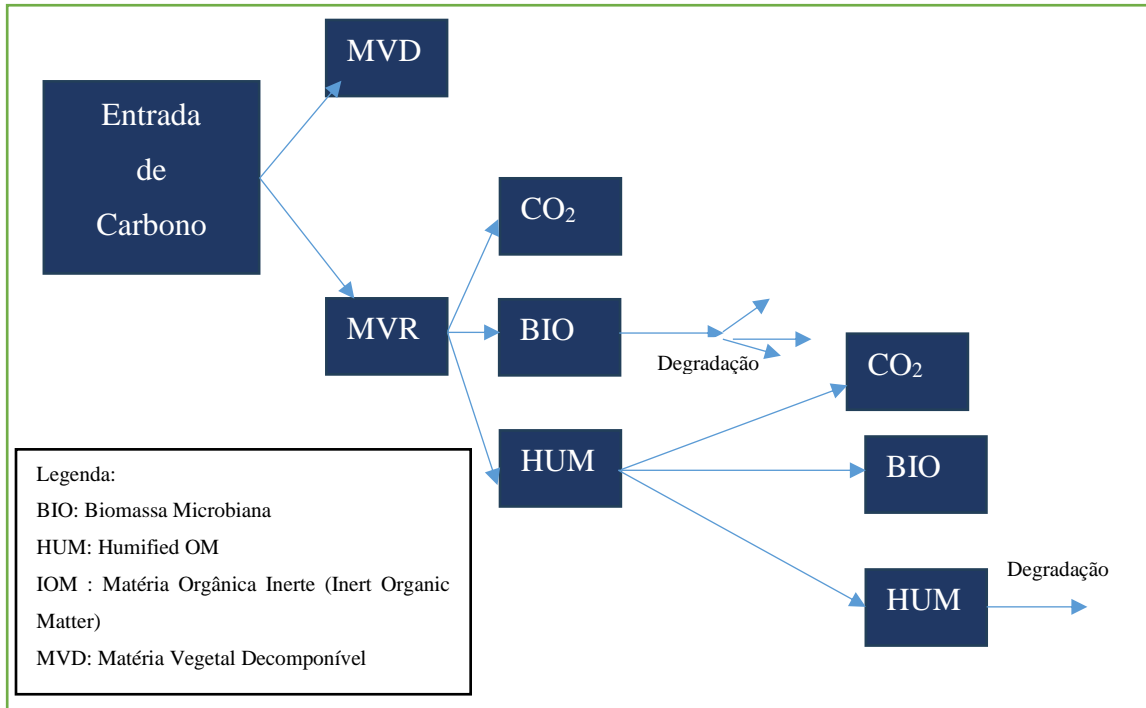


Figura 31. Esquema do carbono orgânico no solo (Coleman e Jenkinson 2014).

Assim, considerando que os compartimentos ativos: a) contêm Y t C/ha e b) passam para $Y e^{-abckt}$ t C/ha, então, o que se decompõe mensalmente em cada compartimento é $Y(1 - e^{-abckt})$, em que os parâmetros representam:

- **a**, corresponde à velocidade de modificação do fator temperatura;
- **b**, a velocidade de modificação da humidade;
- **c**, o fator de cobertura no solo; tem o valor 0,6 para vegetação e 1,0 para nu.
- **t**, corresponde a 1/12, desde que k seja baseado na velocidade de decomposição;
- **k**, a constante de velocidade para cada compartimento (anos^{-1}).

Os valores de k correspondentes podem ser consultados na tabela 32.

Tabela 32. Valores de velocidade conforme o compartimento (Coleman e Jenkinson, 2014).

Compartimentos	K - constante de velocidade
MVD	1
MVR	0,3
BIO	0,66
HUM	0,02

Relativamente aos fatores de velocidade, são calculados da seguinte forma:

- i) Fator a - Fator de modificação da velocidade da temperatura

$$a = \frac{47.91}{T} \left(1 + \frac{e^{106.06}}{T+18.27} \right), T \text{ } ^\circ\text{C}$$

- ii) Fator b - Humidade

O fator b diz respeito à humidade, é designado de “*topsoil moisture deficit*“, ou seja, défice de humidade na superfície do solo (TSDM), sendo o valor máximo calculado para uma espessura de 0-23 cm e argila = 23,4%, pela equação:

$$\text{Máximo de TSDM} = - (20.0 + 1.3(\% \text{ argila}) - 0.01(\% \text{ argila})^2)$$

Obtém-se o valor -44,94, em que, se a espessura do solo for diferente de 23 cm, divide-se este valor por 23 e multiplica-se pela espessura em causa. O modelo faz o cálculo internamente e calcula o acumulado de TSMD. Se este valor for < 0,444 max TSDM, então b=1.

Se não for, então,

$$b = 0,2 + (1.0 - 0.2) * (\text{max TSDM} - \text{acumulado TSDM}) / (\text{max TSDM} - 0.444 \text{max TSDM}).$$

- iii) Fator c – Cobertura do solo

Relativamente ao fator de cobertura de solo, considera-se, c = 0.6, se o solo é coberto e c = 1.0, se o solo é nu. Verifica-se que, cada compartimento é um processo de decomposição, com uma velocidade específica de decomposição e outros fatores como temperatura, humidade e cobertura do solo.

iv) CO₂

A repartição da perda de carbono do solo, é calculada de acordo com equação 1:

$$\frac{CO_2}{(BIO + HUM)} = 1.67 * (1.85 + 1.67e^{-0.0786*\%argila})$$

De acordo com esta equação, a percentagem de argila no solo afeta a razão CO₂ / (BIO+HUM). Assim, quanto mais baixa a percentagem de argila no solo, maior a razão CO₂ / (BIO+HUM).

Existem estudos de valores de referência, determinados pelas simulações realizadas com o modelo RothC, utilizado para estudar a variação do carbono orgânico no solo e os valores de matéria vegetal degradável e resistente que se encontram no solo.

O programa Roth C permite simular as variações dos valores do armazenamento de carbono orgânico no solo (Coleman e Jenkinson, 2014). Possibilita também verificar se a adição de composto proveniente dos RUB pode contribuir para um aumento do valor de carbono orgânico no solo, na Aguçadoura e, posteriormente, comparar com o solo da Apúlia, criando cenários de diferentes tipos de culturas e, desta forma, analisar em que medida é possível contribuir para o equilíbrio de solos, com baixo teor de matéria orgânica, aumentando o seu conteúdo. Um outro objetivo é reduzir a deposição de RUB em aterro, conforme acontece atualmente, através da valorização agrícola.

Conforme referido anteriormente, o RothC permite também estimar a variação do carbono orgânico armazenado e de outros parâmetros no solo, MVD; MVR; HUM e emissão de CO₂, através da simulação dos cenários criados, para um período de 80 anos, ou seja, até ao final do século, através da adição de composto de RUB.

Considerou-se três tipos de projeção de precipitação e temperatura, IPMA; *Representative Concentration Pathway (RCP) 4.5* e *RCP 8.5*. Em cada uma delas foram efetuadas quatro simulações, com diferentes dosagens de composto (0 t C/(ha*ano); 2,21 t C/(ha*ano); 4,42 t C/(ha*ano); e 6,63 t C/(ha*ano)), proveniente dos RUB, com o objetivo comparar os resultados, em função do quantitativo adicionado, no cultivo de produtos hortícolas, que integram as culturas de tomate, batata, milho, que são as culturas praticadas nesta área, no solo da Aguçadoura, a céu aberto ou em estufas.

Nas simulações da cultura de vinhas, foram considerados também os três tipos de projeção de precipitação e temperatura, de forma semelhante ao cenário dos produtos hortícolas. Foram conduzidas duas simulações para a dosagem de 0 t C/(ha*ano) e 2,21 t C/(ha*ano) de adição de carbono proveniente dos RUB, nas três projeções de dados climáticos.

No solo da Apúlia simularam-se os mesmos cenários cultivo de produtos hortícolas e de vinhas, para duas dosagens de adição de carbono exógeno, 0 t C/(ha*ano) e 2,21 t C/(ha*ano), proveniente dos RUB, em duas projeções climáticas *RCP 5.5* e *RCP 8.5*.

Importa avaliar se estes tipos de cultura poderão ser importantes para a sequestração de carbono neste tipo de solo, assim como analisar a possibilidade de se constituírem como uma alternativa sustentável. Em todos os cenários, assume-se projeção como “uma estimativa de uma potencial evolução futura de uma quantidade ou conjunto de quantidades, frequentemente calculado com o auxílio do modelo RothC versão 26.3.”

A escolha da forma de correr o programa, “*para a frente*”, deveu-se ao facto de se pretender projetar, no futuro, a variação de carbono no solo possível de alcançar, pela adição de determinada quantidade de carbono na forma de matéria orgânica, numa dada cultura, previamente seleccionada e saber o impacto que ocorrerá no armazenamento do carbono orgânico no solo.

4.2. Entradas de dados nos ficheiros do programa informático

À cultura em estudo, está associado o valor da razão *Decomposability of the Incoming Plant Material, DPM/RPM*, chamada respiração do solo (Coleman e Jenkinson, 2014) e o valor da *IOM* como parâmetros iniciais.

A simulação consistiu na inicialização e construção de cenários. No início, para se proceder à simulação, o modelo corre para o modo “equilíbrio”, com os dados climáticos médios da área de estudo, considerando o período de 2006-2019, e o valor de *IOM* inicial, a fim de obter o carbono no estado estacionário, para cada cenário, razão *DPM/RPM* e carbono orgânico no solo na situação inicial.

Para se correr o programa é necessário inserir os ficheiros de dados climáticos e de uso do solo.

4.2.1. Ficheiro dados climáticos

Nos ficheiros dos *dados climáticos* (Tabela 33), introduzem-se os dados de precipitação mensal (mm), evaporação mensal (mm) e temperatura média mensal (°C), ao longo dos anos.

Tabela 33. Unidades utilizadas no ficheiro de “Dados climáticos”

Precipitação mensal	Evaporação mensal	Temperatura média mensal
mm	mm	°C

Nas três projeções dos dados climáticos de temperatura e precipitação mensais foram utilizadas evaporações mensais, até 2100. Uma das projeções baseou-se nos dados fornecidos pelo IPMA, oriundos da estação de Chafé, Viana do Castelo, para a projeção dos dados climáticos, até 2100, tendo sido considerada uma variação linear da precipitação, evaporação e temperatura até 2100, com uma diminuição da precipitação de 50 mm, um aumento de temperatura de 2°C (Santos, 2021) e um aumento de evaporação de 50 mm (Carta, 2011) para o período referido.

As outras duas projeções de dados climáticos, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*, foram consultadas no [Portal do Clima](#) da região do Alto Minho, onde se integra Viana do Castelo, para a projeção dos dados de temperatura e precipitação até 2100, em que o forçamento *RCP 4.5* é moderado e o de *RCP 8.5* é alto. Selecionou-se a área pretendida, para consulta mensal da temperatura e precipitação, desde 2020 até 2100, na região do Alto Minho, zona de Viana do Castelo, zona correspondente à localização da estação de Chafé. A estatística que o Portal considera é uma média de 30 anos e o modelo regional é o Ensemble. Neste site, não se encontram os dados de evaporação mensal, pelo que se usaram os dados fornecidos pelo IPMA.

A tabela 34 apresenta os extremos inferiores e superiores da precipitação, temperatura e evaporação, dados utilizados nas três projeções climáticas, nos dois solos com as respetivas percentagens de argila no solo.

Tabela 34. Dados Climáticos das projeções usadas até final do século

Dados Climáticos (2020 – 2100) (Aguçadoura e Apúlia)					Argila (%)			
Projeções	Precipitação (mm)		Temperatura (°C)		Evaporação (mm)		Aguçadoura	Apúlia
	Amplitude		Amplitude		Amplitude			
IPMA	1 178	1 128	15,8	17,9	658	708	1,5	3,9
RCP 4.5	1 794	2 750	12,2	13,9				
RCP 8.5	1 698	2 899	12,4	16,3				

Apresenta-se graficamente a informação sobre os dados climáticos utilizados. A figura 32 representa o valor médio mensal da precipitação, evaporação e temperatura, desde 2006 até 2019, dados recolhidos na estação meteorológica de Viana do Castelo/Chafé. Esta média foi utilizada para a iniciação do modelo de simulação RothC. Consideraram-se os valores a partir do ano 2006, porque houve uma descontinuidade de leitura de dados, na estação de Chafé, desde 2000 a 2006. Estes valores médios são necessários, porque fazem parte das entradas do modelo, em que se considera inicialmente a fase de equilíbrio.

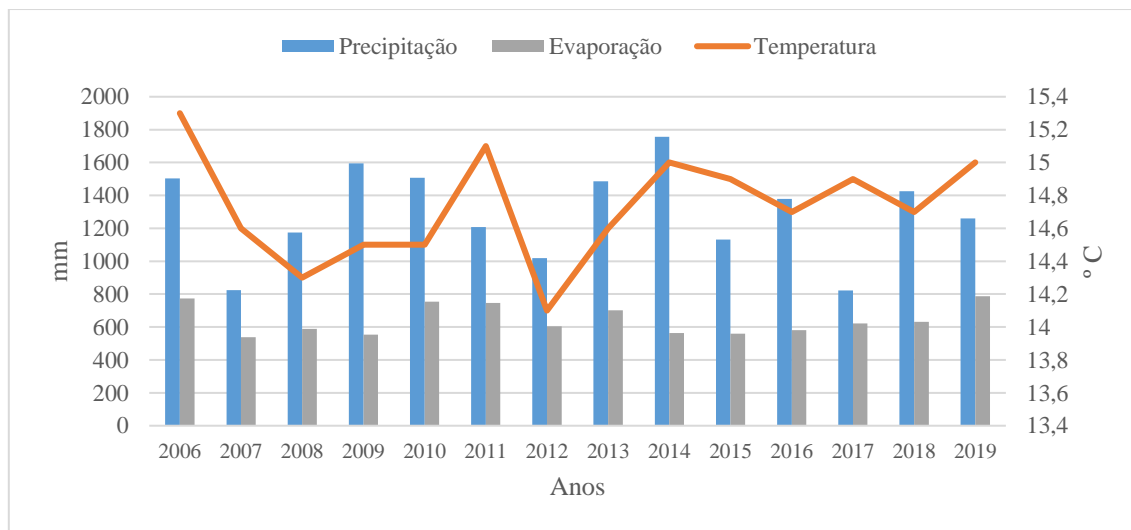


Figura 32. Valores da precipitação, temperatura e evaporação de 2006 a 2019 (IPMA, 2019).

Entre 2006 e 2019, a precipitação anual variou de 822 mm até 1756 mm e a temperatura média oscilou entre 14,1°C e 15,3°C.

Na figura 33 são apresentadas as projeções de precipitação, evaporação e temperatura, calculadas através dos dados recolhidos na estação do IPMA, que permitem simular o armazenamento de carbono orgânico no solo, até 2100 pelos dados da projeção do IPMA.

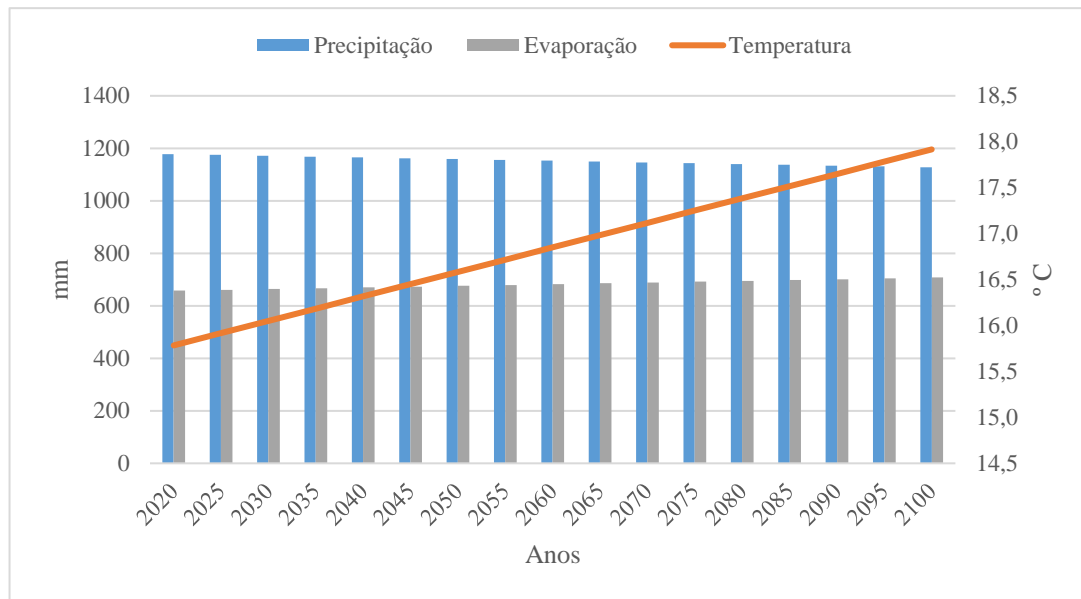


Figura 33. Projeção de dados climáticos até 2100 – IPMA (IPMA, 2019).

De acordo com os dados de precipitação da estação de Chafé, o valor anual de precipitação oscila entre 1178 mm a 1128 mm, no período de 2020 e 2100, e a temperatura média oscila entre 15,8°C e 17,9°C, no período de 2020 a 2100 (Anexo E).

Nas figuras 34 e 35 são apresentadas estas projeções de precipitação, evaporação e temperatura, que permitem simular o armazenamento de carbono orgânico no solo, até 2100. Os valores da evaporação foram calculados através dos dados recolhidos na estação do IPMA.

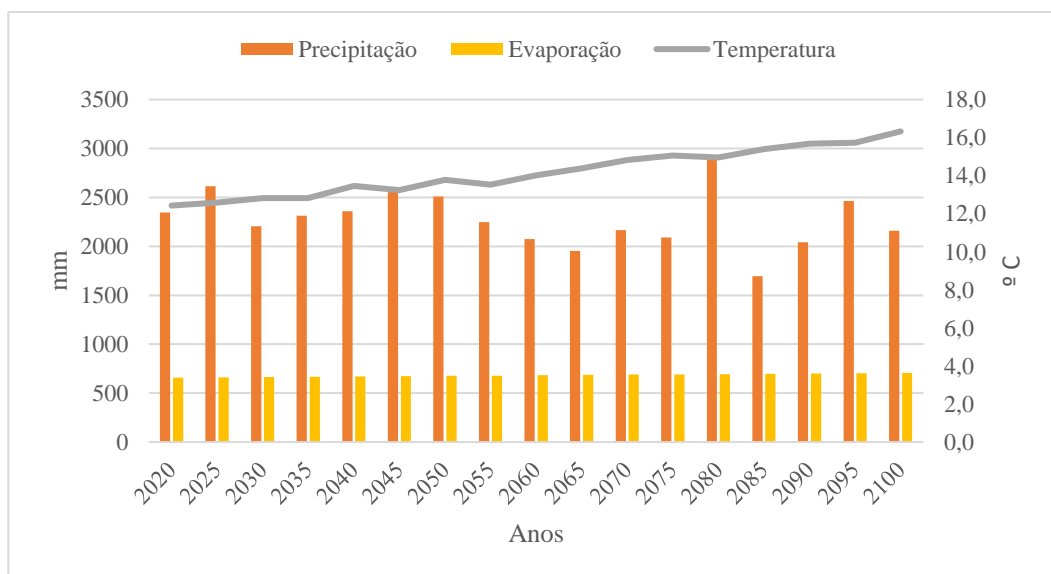


Figura 34. Projeção de dados climáticos até 2100 – RCP 4.5. (Portal do Clima).

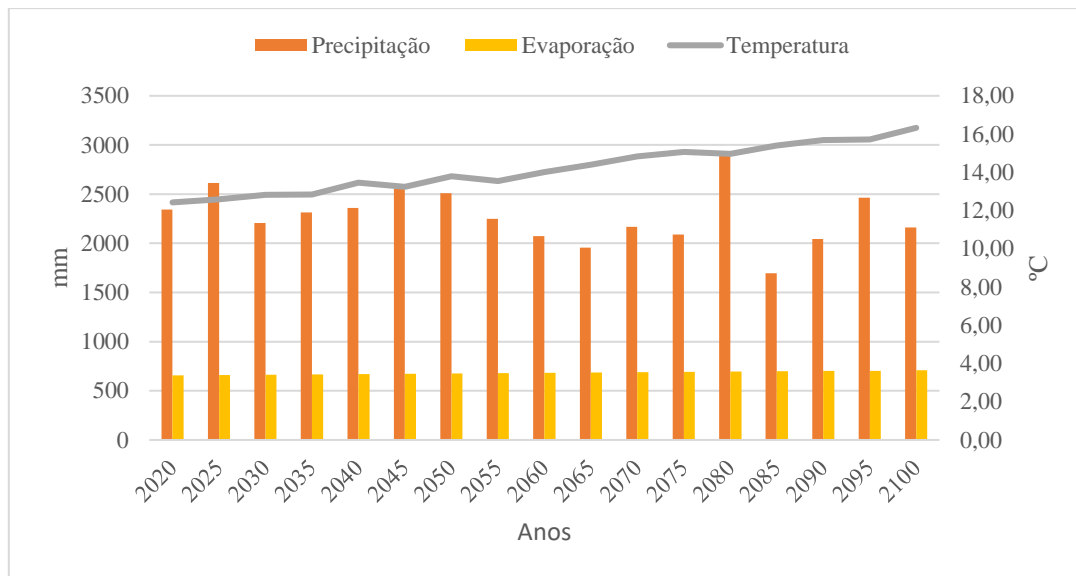


Figura 35. Projeção de dados climáticos até 2100 – RCP 8.5 (Portal do Clima).

A projeção considerada menos pessimista é RCP 4.5, na qual se prevê que a precipitação anual entre o referido período, de 2020 a 2100, varie entre 1794 mm e 2750 mm e a temperatura média oscile entre 12,2°C a 13,9°C e que ocorra uma estabilização das emissões gasosas a partir de 2100. A RCP 8.5 prevê que a precipitação anual varie entre 1696 mm e 2899 mm e a temperatura média oscile entre 12,4°C a 16,3°C, ou seja, que ocorra maior aquecimento (Anexo F).

De seguida, apresenta-se a comparação das temperaturas e precipitações, nas três projeções de dados climáticos.

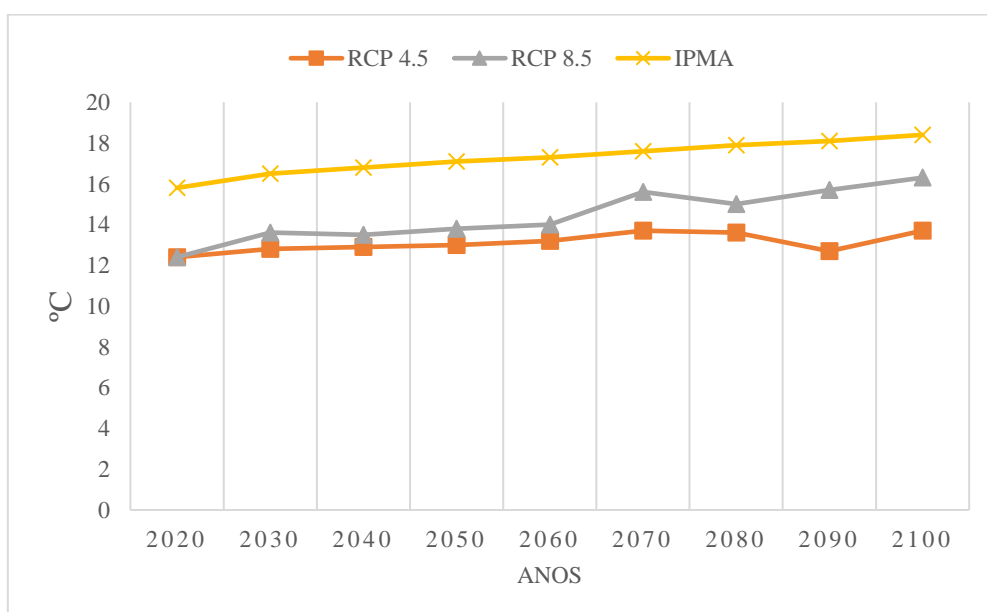


Figura 36. Evolução da temperatura até 2100 nas três projeções.

Na figura 36, pode observar-se que temperatura expectável até 2100 e, com base nos dados fornecidos pelo IPMA, é superior em relação aos dados consultados no Portal do Clima, para a projeção de *RCP 4.5* e *RCP 8.5*. Comparando estas duas projeções, do Portal do Clima, a *RCP 8.5* estima uma temperatura ligeiramente superior do que a *RCP 4.5* (Anexo F).

No que respeita à precipitação, e como é possível verificar na figura 37, com base nos dados fornecidos pelo IPMA e posteriormente projetados, a precipitação expectável, até 2100, é muito menor do que os dados consultados no Portal do Clima, para a projeção de *RCP 4.5* e *RCP 8.5*, sendo que a *RCP 4.5* pressupõe que a precipitação seja ligeiramente superior à do *RCP 8.5* (Anexo F).

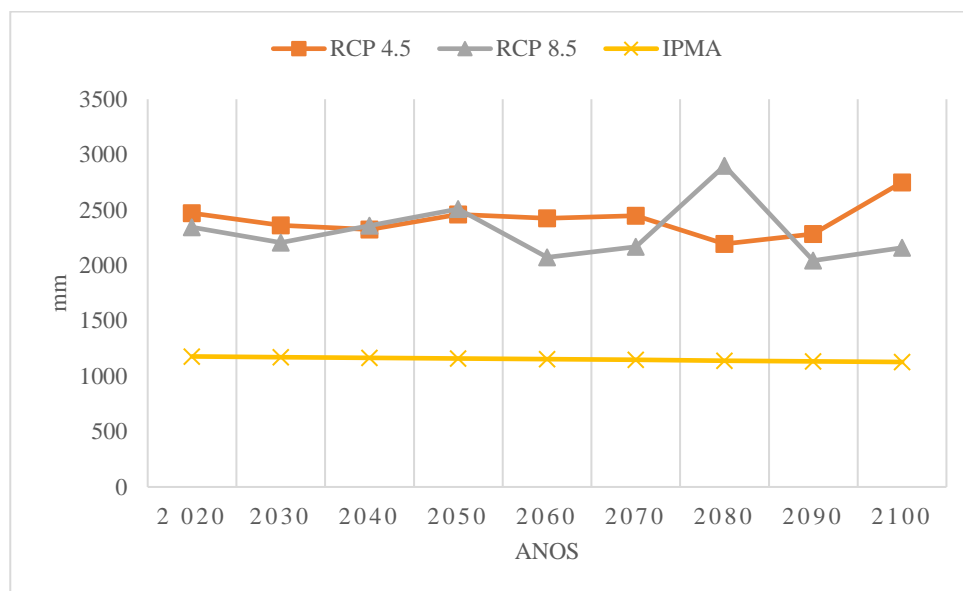


Figura 37. Evolução da precipitação até 2100 nas três projeções.

Estas diferenças residem no fato de, no primeiro caso, os dados serem referentes a uma área local, IPMA, e os outros referentes a uma área regional, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*. No Anexo G, podem ser consultados os dados utilizados nas três projeções climáticas, inseridos nos ficheiros dos dados climáticos.

4.2.2. Ficheiro Uso do solo

Nos ficheiros de gestão da terra ou *uso do solo*, são introduzidos, mensalmente, os parâmetros dos resíduos vegetais t C/(ha*ano) que aportam no solo, a adição de carbono

exógeno, t C/(ha*ano) e a cobertura ou não do solo. Desta forma, para a criação dos ficheiros de “*uso do solo*”, foram consideradas as entradas mensais relativas aos resíduos vegetais, refletindo mensalmente o nível de cobertura do solo e a quantidade de composto adicionado, conforme se pode consultar no Anexo H.

Neste ficheiro de “uso do solo” é usado o “fator de cobertura do solo” de peso 1, quando o solo é coberto, e peso zero, quando não há cobertura vegetal. Também se insere a distribuição anual de adição de carbono, na forma de composto, durante um período de tempo, a qual pode ser fracionada por vários meses ou só um mês, de acordo com a cultura em estudo. Contudo, de acordo com Coleman e Jenkinson (2014), o mês de adição do composto não interfere no resultado do modelo.

A quantidade de carbono a ser adicionado no solo da Aguçadoura, foi calculado com base nos dados constantes no boletim de análise da Lipor, cujo conteúdo e cálculo do carbono e azoto se encontram transcritos na tabela 35 (Anexo D).

Tabela 35. Parâmetros do composto da Lipor e do carbono orgânico e do azoto (Boletim da Lipor).

Humidade %	Matéria seca %	Carbono total %	Carbono orgânico (t C/t composto)
23,7	76,3*	28,9	0,221*
Humidade %	Matéria seca %	Azoto total %	Azoto (t N/t composto)
23,7	76,3*	2,3	0,018*

*Valores calculados

4.2.3. Dados do solo

O conteúdo inicial de COS foi definido, considerando os valores de 1999 existentes na carta de solos 1:25 000, e a densidade aparente foi obtida na carta de solos 1: 100 000. O carbono orgânico no solo tem que ser calculado em t C/ha. O cálculo do carbono no solo foi feito através da equação existente na *Soil Carbon Data in Mediterranean Region*, em concordância com a equação de Chiti et al. (2018). De acordo com esta publicação, o COS é calculado da seguinte forma:

$$\text{Equação 3: } COS = CO\% * DA * \left(1 - \frac{V_s}{100}\right) * P$$

Para o cálculo da *IOM* no solo, é necessário definir o valor do carbono orgânico no solo. Para este cálculo, foi usada a Equação 4, no modelo RothC, de acordo com equação de Fallon et al. (1998, citado em Coleman e Jenkinson 2014).

$$\text{Equação 4: } IOM = 0,049 * COS^{1.139}$$

IOM = Inert Organic Matter (t C há⁻¹); *COS* = Carbono orgânico no solo (t C ha⁻¹); *CO%* = Concentração de carbono orgânico até uma profundidade de 30 cm (%) (Carta de Solos e Carta de Aptidão da Terra de Entre-Douro-e-Minho, 1:25 000, p. 16); *DA* = Densidade aparente (t m⁻³) (Carta de Solos e Carta de Aptidão da Terra de Entre-Douro-e-Minho, 1:100 000, p. 20); *VS* = Fração grosseira (%) (areias superiores a 2 mm); *P* = Profundidade (m).

Na tabela 36 apresentam-se os valores calculados de *COS*, de acordo com as equações apresentadas anteriormente.

Tabela 36. Valores de *COS*.

Parâmetros	DA (t/m ³)	P (m)	VS	CO%	COS (t C/ha)
Aguçadoura	1,44 ^a	0,30	0	0,3 ^b	12,96 ^c
Apúlia	1,44 ^c	0,30	3,3	0,26 ^d	10,86 ^e

a) (Carta de Solos e Carta de Aptidão da Terra de Entre-Douro-e-Minho, 1:100 000, p. 20), Anexo C

b) (Carta de Solos e Carta de Aptidão da Terra de Entre-Douro-e-Minho, 1:25 000, p. 16), Anexo C

c) Valor calculado pela equação 2

d) (Carta de Solos e Carta de Aptidão da Terra de Entre-Douro-e-Minho, 1:25 000, p. 115), Anexo C

e) Valor calculado pela equação 3

A tabela 37 apresenta o cálculo de *COS* e *IOM* no solo. Os dados da percentagem do carbono orgânico no solo e restantes dados datam de 1999, conforme constam na Carta de Solos 1:25 000.

Tabela 37. Cálculo de *COS* e *IOM* no solo.

H (cm)	COS t C/ha	IOM t C/ha
Aguçadoura	12,96	0,91*
Apúlia	10,86	0,74*

*Valor calculado pela equação 4

4.3.1. Simulação dos cenários

O presente estudo pretendeu realizar a simulação da sequestração de carbono, até final do século, na área agrícola da Aguçadoura, localizada no concelho da Póvoa de Varzim, pela adição de várias dosagens de compostado proveniente de RUB. Efetuaram-se diversas simulações com três tipos de projeções climáticas, utilizando o modelo Roth C.

Os cenários propostos nesta investigação, para as simulações com recurso ao programa informático RothC-26.3, pela adição de várias quantidades de carbono exógeno proveniente dos RUB, são os seguintes:

Cenário 1 – Cultivo de produtos hortícolas

Projeção IPMA
 Projeção *RCP 4.5*
 Projeção *RCP 8.5*

Cenário 2 – Cultivo de vinhas

Projeção IPMA
 Projeção *RCP 4.5*
 Projeção *RCP 8.5*

Apresentam-se, a seguir, as várias simulações realizadas, indicando as projeções climáticas simuladas, adição de carbono no solo nos dois cenários – produtos hortícolas e vinhas na Aguçadoura e Apúlia, sem adição de carbono e com adição de 2,21 t C/(ha*ano).

i) Simulação 1 – Sem adição de carbono só resíduos vegetais

Tabela 38. Projeções climáticas ensaiadas sem adição de carbono.

Área			
Aguçadoura		Apúlia	
Cenário de cultivo		Cenário de cultivo	
Hortícolas	Vinhas	Hortícolas	Vinhas
IPMA	IPMA		
<i>RCP 4.5</i>	<i>RCP 4.5</i>	<i>RCP 4.5</i>	<i>RCP 4.5</i>
<i>RCP 8.5</i>	<i>RCP 8.5</i>	<i>RCP 8.5</i>	<i>RCP 8.5</i>

ii) Simulação 2 – Com adição de 2,21 t C/(ha*ano) de carbono e existência de resíduos vegetais

Tabela 39. Projeções climáticas ensaiadas com adição de 2,21 t C/(ha*ano) de carbono.

Área			
Aguçadoura		Apúlia	
Cenário de cultivo		Cenário de cultivo	
Hortícolas	Vinhas	Hortícolas	Vinhas
IPMA	IPMA		
<i>RCP 4.5</i>	<i>RCP 4.5</i>	<i>RCP 4.5</i>	<i>RCP 4.5</i>
<i>RCP 8.5</i>	<i>RCP 8.5</i>	<i>RCP 8.5</i>	<i>RCP 8.5</i>

Apresentam-se a seguir as várias simulações realizadas, indicando as projeções climáticas simuladas, adição de carbono no solo, apenas em um cenário – produtos hortícolas na zona da Aguçadoura e Apúlia, com adição de 4,42 t C/(ha*ano) e 6,63 t C/(ha*ano).

- iii) Simulação 3 – Com adição de 4,42 t C/(ha*ano) de carbono e existência de resíduos vegetais

Tabela 40. Projeções climáticas ensaiadas com adição de 4,42 t C/(ha*ano) de carbono.

Área – Aguçadoura
Hortícolas
IPMA
<i>RCP 4.5</i>
<i>RCP 8.5</i>

- iv) Simulação 4 – Com adição de 6,63 t C/(ha*ano) de carbono e existência de resíduos vegetais.

Tabela 41. Projeções climáticas ensaiadas com adição de 6,63 t C/(ha*ano) de carbono.

Área – Aguçadoura
Hortícolas
IPMA
<i>RCP 4.5</i>
<i>RCP 8.5</i>

As simulações consistem numa análise da variação do conteúdo de carbono orgânico armazenado no solo, sem adição e com adição de compostado, nas dosagens de 10 t/(ha*ano) de compostado fresco, ou seja, de 2,21 t C/(ha*ano) para o cenário dos produtos hortícolas e vinhas. As dosagens de 4,42 t C/(ha*ano) e 6,63 t C/(ha*ano), foram apenas aplicadas no cenário dos produtos hortícolas considerando, como Pardo et al. (2017), que uma das condições para aumentar o carbono orgânico no solo (COS), consiste na adição de matéria orgânica no solo (MOS) que, como referido anteriormente, corresponde ao compostado de RUB.

No solo da Apúlia, no concelho de Esposende, simulou-se apenas os *RCP 4.5* e *RCP 8.5*, nos cultivos dos produtos hortícolas e nas vinhas, para a adição de 10 t/(ha*ano) de compostado fresco, que corresponde a 2,21 t C/(ha*ano). Consideraram-se apenas as

projeções do Portal do Clima, uma vez que são as projeções que estão publicadas em site oficial.

É necessário considerar que o controlo dos nitratos obriga à existência de limites quantitativos de aplicação do compostado. Assim, por exemplo, na adição de compostado para cultura protegida, no cultivo da batata, o compostado adicionado não pode ultrapassar 0,215 t N/(ha*ano) e, no cultivo da vinha, o limite é de 0,13 t N/(ha*ano) conforme anexo VII da Portaria n.º 259/2012, existindo um limite da quantidade máxima de azoto a aplicar às culturas. No Anexo B, encontra-se a análise aos solos da Aguçadoura para cumprimento destes limites, realizadas pela Cooperativa Agrícola Leiteira do Concelho da Póvoa do Varzim e Hoporzim. Relativamente ao produto produzido na Lipor, corresponde a 10 t C/(ha*ano) de produto fresco, ou seja, 2,21 t C/(ha*ano).

De acordo com o Código de Boas Práticas Agrícolas (Despacho n.º 1230/2018), nas zonas vulneráveis como é esta zona, está interdita a adição de fertilizante, até ao mês de fevereiro, devido à elevada precipitação, que leva à lixiviação dos minerais e à contaminação das águas. Pelo mesmo motivo, nesta simulação, considerou-se adicionar a matéria orgânica somente no mês de fevereiro, antes da cultura e após as chuvas, pois o fertilizante ou adubo orgânico seria lixiviado e perder-se-ia no solo.

CAPÍTULO V – RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo, utilizou-se o modelo RothC para realizar a simulação de dois cenários, o cenário do cultivo de produtos hortícolas e o cenário do cultivo de vinha, considerando três projeções climáticas, Projeção IPMA, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*. Nestas simulações foram utilizados dados de solos arenosos, com baixo conteúdo em matéria orgânica, tendo-se verificado que a adubação dos produtos agrícolas com o compostado, resultante da valorização orgânica dos RUB, contribui para o armazenamento de carbono orgânico no solo.

Em cada projeção simulou-se a variação de carbono orgânico no solo, sem adição de compostado e com adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano), para os dois cenários (produtos hortícolas e vinhas), no solo da Aguçadoura e da Apúlia, nas projeções *RCP 4.5* e *RCP 8.5*. No cenário dos produtos hortícolas, no solo da Aguçadoura, foram realizadas simulações para além da dosagem de 2,21 t C/(ha*ano), as dosagens 4,42 t C/(ha*ano) e 6,63 t C/(ha*ano), nas três projeções climáticas (IPMA, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*). As simulações anteriormente referidas foram realizadas com o objetivo de compreender o efeito do aumento de dosagem de compostado na sequestração de carbono no solo, nas três projeções climáticas. Assim como, entender em que medida é que as condições climáticas podem afetar a decomposição da matéria orgânica no solo, e, por último, compreender a sua perda, na forma de CO₂.

Neste trabalho efetuou-se a análise da acumulação do COS, da variação anual e da sequestração de carbono no solo. Adicionalmente, analisaram-se os valores obtidos nos compartimentos ativos, *HUM*, *MVR* e *BIO*, nas simulações dos cenários, assim como a emissão de CO₂.

5.1. Armazenamento de Carbono Orgânico no Solo nas diferentes projeções no cultivo de produtos hortícolas e de vinhas, nos solos da Aguçadoura e da Apúlia

Os valores obtidos nos dois cenários, nas simulações de armazenamento de COS com as projeções dos dados climáticos e utilizando diferentes adições de compostado dos RUB, nomeadamente sem adição de compostado e com a dosagem de compostado de 2,21 t C/(ha*ano), no solo da Aguçadoura e Apúlia, serão apresentados de seguida. A simulação com adição de compostado de 4,42 t C/(ha*ano) e de 6,63 t C/(ha*ano), no cultivo dos produtos hortícolas, no solo da Aguçadoura, serão igualmente apresentados. Os resultados obtidos permitiram efetuar a análise de como os fatores climáticos e as dosagens de compostado podem influenciar a emissão de CO₂ e a sequestração de carbono no solo. Os valores percentuais obtidos nos compartimentos ativos, *HUM* e *MVR*, relativamente ao carbono orgânico no solo, assim como a variação do aumento de COS, até ao final do século, foram também analisados.

Os resultados do COS apresentam-se em função do carbono orgânico no solo, nas três projeções de dados climáticos, simulando diferentes adições de compostado de RUB.

5.1.1. Sem adição de compostado, apenas resíduos vegetais no solo da Aguçadoura e no solo da Apúlia

A – Produtos hortícolas

i) Solo da Aguçadoura

A figura 38 apresenta a acumulação de COS, até 2100, nas três projeções de dados climáticos, usando os dados do IPMA, e os dados do Portal do Clima, do *RCP 4.5* e *RCP 8.5*, nas situações acima descritas.

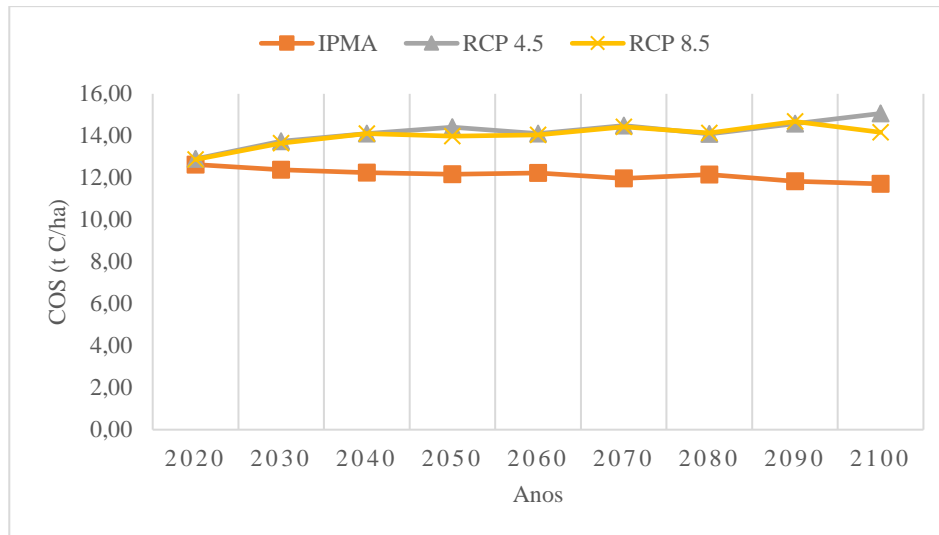


Figura 38. Valores de COS na Aguçadoura sem adição de composto – produtos hortícolas, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.

Nas simulações da projeção IPMA, a estimativa do carbono orgânico no solo diminui de 12,63 t C/ha para 11,71 t C/ha cerca de 7%, no período de 80 anos. Nas outras duas projeções, com os dados climáticos do RCP 4.5 e RCP 8.5, o COS aumenta 12,90 t C/ha para 15,06 t C/ha (14%) e 12,87 t C/ha para 14,17 t C/ha (9%), respetivamente, para o mesmo período. Ocorre assim um aumento do carbono orgânico no solo, sem a adição do composto, só considerando os restos vegetais no solo.

Desta forma, nesta simulação, onde apenas existem os restos dos resíduos hortícolas do local, na projeção IPMA, ocorre perda de carbono orgânico no solo, diminuindo de 12,63 t C/ha, para 11,71 t C/ha, até final do século. Nas outras duas projeções, com menor temperatura e maior precipitação, o COS mantém um valor na mesma ordem de grandeza, isto é, entre 14 e 15 t C/(ha*ano), ao longo do tempo.

ii) Solos da Aguçadoura e da Apúlia - Projeção RCP 4.5

Pretendeu-se comparar o efeito da argila no armazenamento de COS em dois solos pobres em matéria orgânica, cujo conteúdo é inferior a 0,5%, com diferentes percentagens de argila, sendo ambos solos arenosos carbonatados cultivados, um localizado na Aguçadoura, já apresentado, e o outro na Apúlia, para um período de 80 anos.

Nas figuras 39 e 40 compara-se a acumulação de COS verificada nos dois solos, até ao final do século, quando existe apenas o cultivo hortícola, sem adição de compostado, considerando as projeções *RCP 4.5* e o *RCP 8.5*.

A acumulação do COS, na cultura dos produtos hortícolas, é relativamente semelhante nos dois tipos de solo, embora ligeiramente superior no solo da Apúlia, com conteúdo superior em argila face ao solo da Aguçadoura, atingindo-se cerca de 15 t C/ha, no final do século.

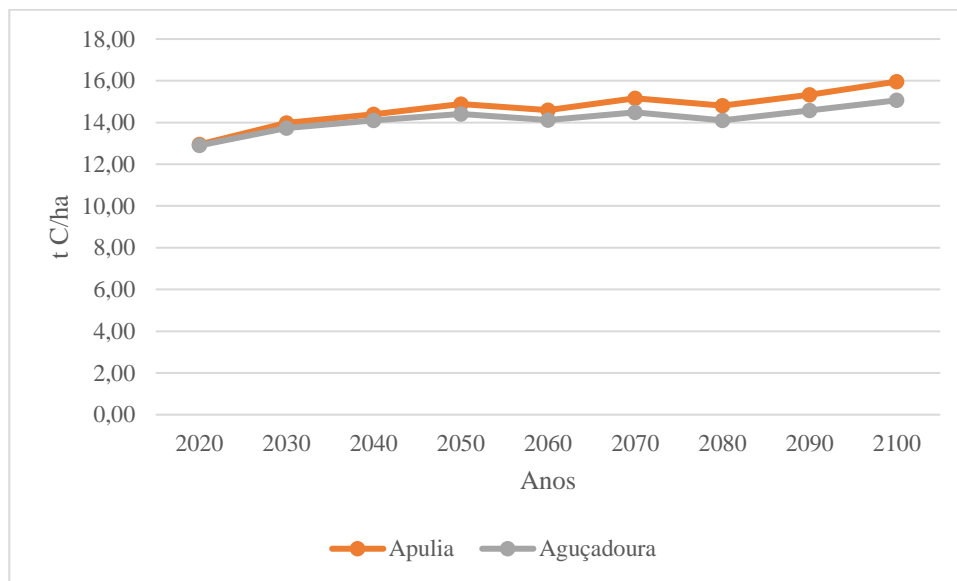


Figura 39. Projeção *RCP 4.5*: valores de COS em função da argila sem adição de compostado – produtos hortícolas na Aguçadoura e na Apúlia.

iii) Solos da Aguçadoura e da Apúlia - Projeção *RCP 8.5*

Na figura 40 apresentam-se as mesmas situações anteriores, mas considerando o *RCP 8.5*, em que o índice de precipitação é menor e a temperatura é superior, relativamente à projeção *RCP 4.5*.

Na projeção *RCP 8.5*, tal como verificado na projeção *RCP 4.5*, o solo da Apúlia regista um maior armazenamento de COS, até ao final do século, embora o seu valor seja ligeiramente inferior aos valores obtidos para a projeção *RCP 4.5*, o qual apresenta um índice de precipitação maior e uma temperatura menor.

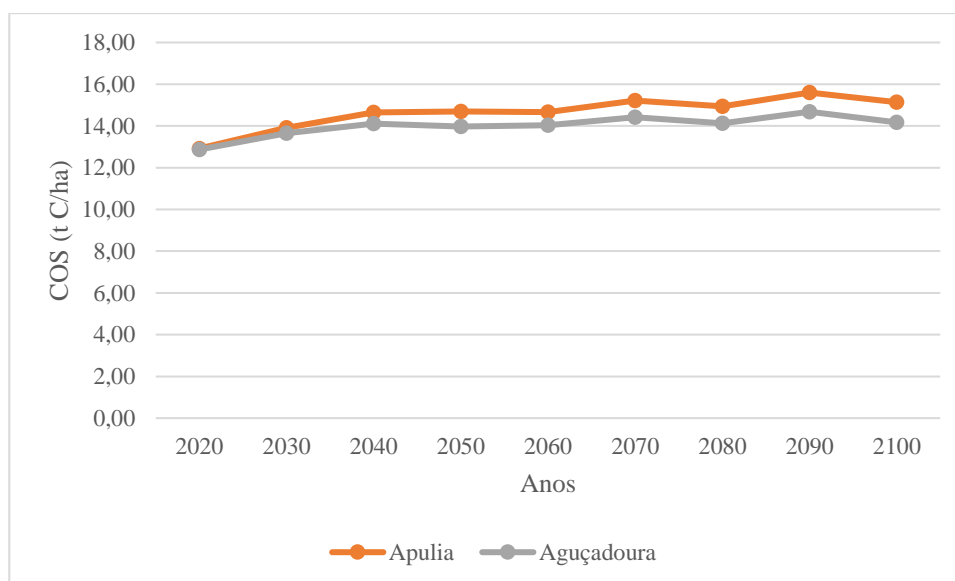


Figura 40. Projeção RCP 8.5: valores de COS em função da argila sem adição de composto - produtos hortícolas.

Na tabela 42 apresenta-se o extrato dos solos de armazenamento de carbono que se atinge ao longo dos anos, comparando os dois solos no cultivo hortícola. Verifica-se que, o solo mais argiloso conseguirá armazenar maior quantidade de carbono orgânico no solo, na simulação das duas projeções climáticas (*RCP 4.5* e *RCP 8.5*) (Anexo I).

Tabela 42. Valores de COS sem adição de composto no cultivo hortícola – Aguçadoura e Apúlia, segundo as projeções IPMA, *RCP 4.5* e *RCP 8.4*.

Adição de composto t C/(ha*ano)	Anos	COS (t C/ha)				
		IPMA	RCP 4.5		RCP 8.5	
		Aguçadoura	Aguçadoura	Apúlia	Aguçadoura	Apúlia
0	2020	12,63	12,90	12,95	12,87	12,92
	2025	12,47	13,49	13,68	13,36	13,56
	2028	12,42	13,67	13,90	13,54	13,73
	2040	12,24	14,10	14,40	14,11	14,65
	2045	12,17	14,19	14,56	13,95	14,65
	2100	11,71	15,06	15,96	14,17	15,14

B – Vinhas

i) Solo Aguçadoura

Outro cenário simulado, no solo da Aguçadoura, foi o cultivo de vinha. Apresentam-se os resultados obtidos considerando sem adição de composto, segundo as três projeções de dados climáticos, IPMA, o *RCP 4.5* e *RCP 8.5* (Figura 41).

Na simulação da cultura de vinha verifica-se que, não havendo adição de compostado e existindo apenas os resíduos do solo, ocorre uma diminuição de carbono no solo, até ao final do século, na projeção IPMA, uma vez que os valores de COS passam de 17,27 t C/ha para 15,73 t C/ha e, nas outras duas projeções climáticas, passam para cerca de 20 t C/ha (Figura 41).

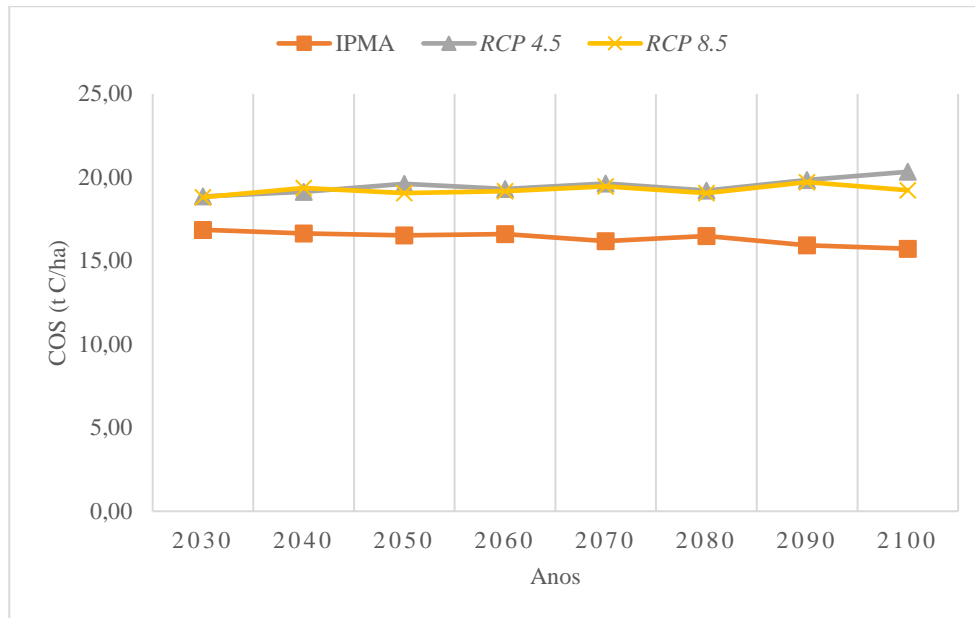


Figura 41. Valores de COS na Aguçadoura sem adição de compostado – vinhas, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.

ii) Solos da Aguçadoura e da Apúlia - Projeção RCP 4.5

No cenário das vinhas, tal como no cultivo dos produtos hortícolas, o solo da Apúlia tem maior armazenamento de COS que o solo da Aguçadoura. No entanto, o cultivo de vinhas regista maior armazenamento face ao cultivo dos produtos hortícolas, atingindo um valor de cerca de 22 t C/ha ano, no final do século, no solo da Apúlia e da Aguçadoura é de 20 t C/ha, sem adição de compostado para a projeção de RCP 4.5 (Figura 42). Na realidade, o valor de COS na vinha, na Apúlia, é superior ao dos produtos hortícolas, sendo, aproximadamente, 16 t C/ha.

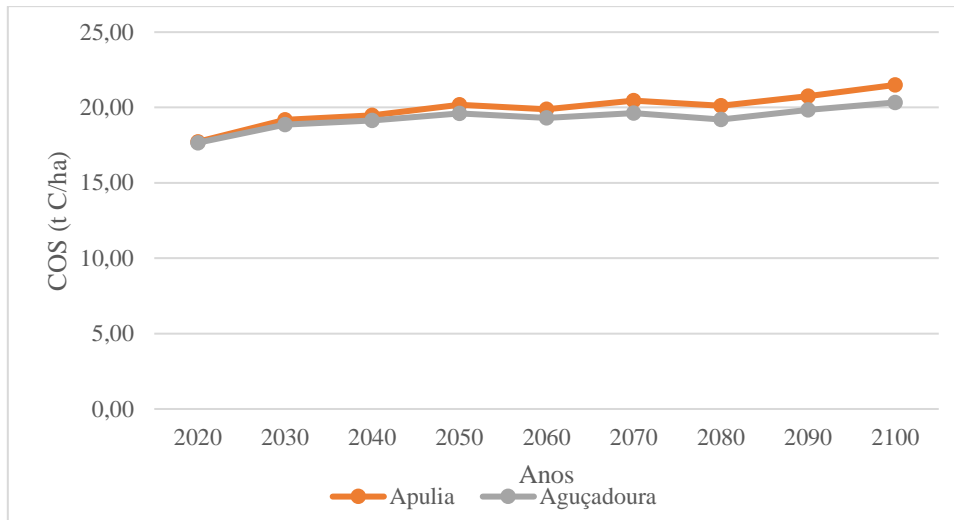


Figura 42. Projeção *RCP 4.5*: valores de COS em função da argila sem adição de composto – vinhas, na Aguçadoura e na Apúlia.

iii) Solos da Aguçadoura e da Apúlia - Projeção *RCP 8.5*

Na figura 43 apresentam-se os resultados obtidos das simulações, também para o cultivo das vinhas (Aguçadoura e Apúlia), mas para a projeção de *RCP 8.5*.

Na projeção climática *RCP 8.5*, para o solo da Apúlia, obtém-se o valor de COS de 20 t C/ha e. para o solo da Aguçadoura, de 19 t C/ha (Figura 43), enquanto que, na projeção de *RCP 4.5*, esses valores são superiores, conforme referido anteriormente. (Figura 42).

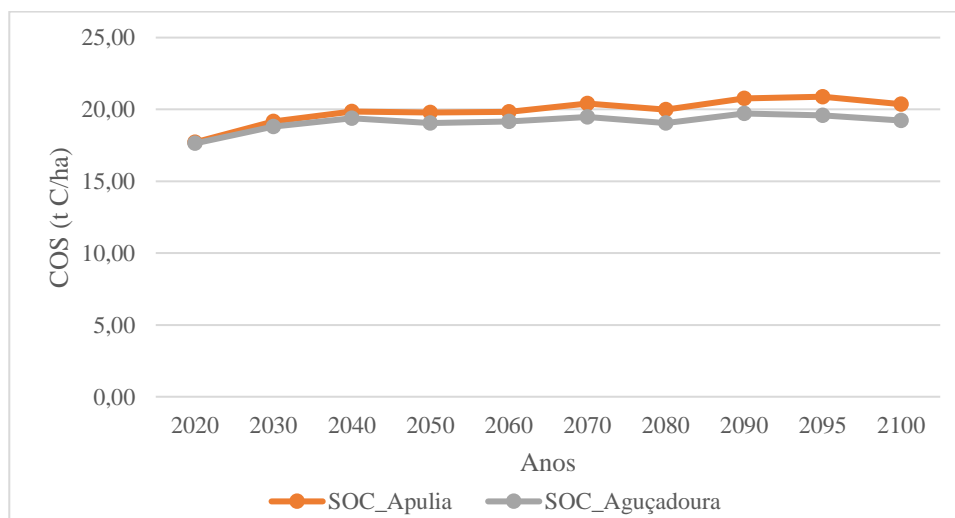


Figura 43. Projeção *RCP 8.5*: valores de COS em função da argila sem adição de composto – vinhas, na Aguçadoura e na Apúlia.

Assim, no cenário das vinhas, tal como no cultivo dos produtos hortícolas, fica evidente que o solo da Apúlia tem maior armazenamento de COS do que o solo da Aguçadoura. Nos produtos hortícolas, o valor é de, aproximadamente, 16 t C/ha (Figuras 39 e 40). Desta forma, o cultivo de vinhas regista maior armazenamento face ao cultivo dos produtos hortícolas, em que se alcança um valor cerca de 22 t C/ha ano, no final do século, sem adição de compostado, na projeção de *RCP 4.5* (Figuras 42 e 43).

No cultivo da vinha, comparando os dois solos, verifica-se que no solo mais argiloso (Apúlia), estima-se uma maior quantidade de armazenamento de carbono orgânico no solo, quer usando a projeção climática *RCP 4.5*, como a projeção *RCP 8.5* (Tabela 43).

Tabela 43. Valores de COS sem adição de compostado no cultivo de vinha – Aguçadoura e Apúlia, segundo as projeções IPMA, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*.

Adição de compostado t C/(ha*ano)	Anos	COS (t C/ha)				
		IPMA	<i>RCP 4.5</i>		<i>RCP 8.5</i>	
		Aguçadoura	Aguçadoura	Apúlia	Aguçadoura	Apúlia
0	2020	17,27	17,66	17,73	17,64	17,71
	2025	17,00	18,48	18,75	18,39	18,68
	2028	16,92	18,76	19,07	18,66	18,92
	2040	16,64	19,13	19,49	19,37	19,85
	2045	16,54	19,36	19,80	19,15	19,59
	2100	15,73	20,33	21,50	19,22	20,37

5.1.2. Adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) e existência de resíduos vegetais no solo da Aguçadoura e no solo da Apúlia

A - Produtos hortícolas

i) Solo Aguçadoura – Adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano)

A figura 44 representa a acumulação de COS no cultivo de produtos hortícolas, pelo período de 80 anos, até ao final de 2100, recorrendo às três projeções de dados climáticos.

Nesta simulação, com a adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) e, considerando também a existência dos restos dos vegetais no solo, verifica-se um aumento dos valores de COS até ao final do século, passando de 14 t C/ha para 30 t C/ha nas projeções com precipitação maior e temperatura menor sendo que, na projeção IPMA, o valor não ultrapassa os 24 t C/ha (Figura 44).

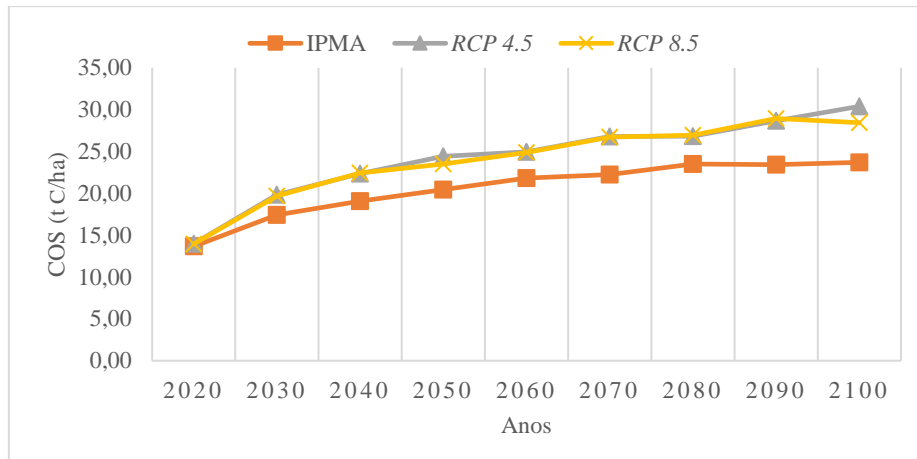


Figura 44. Valores de COS na Aguçadoura com DC=2,21 t C/(ha*ano) - produtos hortícolas, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.

- ii) Solos da Aguçadoura e da Apúlia- Adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) - Projeção RCP 4.5

As figuras 45 e 46 apresentam a acumulação de COS, que se verifica nos dois solos, até ao final do século, no cultivo hortícola, com adição de compostado no quantitativo de 2,21 t C/(ha*ano), nas projeções RCP 4.5 e RCP 8.5, para os dois solos.

Como na simulação anterior, sem adição de compostado, o armazenamento de COS é superior no solo da Apúlia, face ao solo da Aguçadoura, menos argiloso. Contudo, nos dois tipos de solo, ocorre um aumento pronunciado, para mais do dobro, passando de cerca de 14 t C/ha para 30 t C/ha, na Aguçadoura, e de 32 t C/ha no solo da Apúlia, na projeção RCP 4.5 (Figura 45).

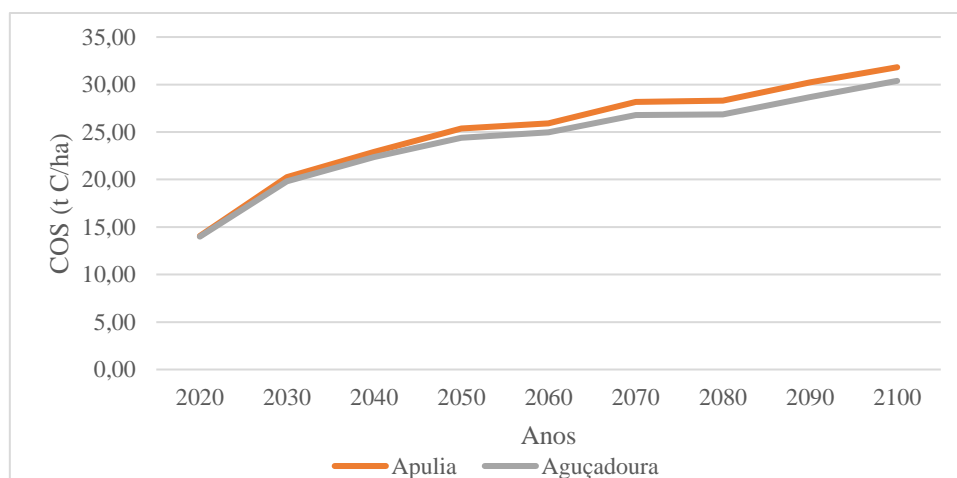


Figura 45. Projeção RCP 4.5: valores de COS em função da argila com DC= 2,21 t C/(ha*ano) - produtos hortícolas, na Aguçadoura e na Apúlia.

- iii) Solo da Aguçadoura e Apúlia - Adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano)
– Projeção *RCP* 8.5

Na projeção de *RCP* 8.5, com um índice de precipitação menor e uma temperatura superior relativamente ao *RCP* 4.5, com adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano), o valor de armazenamento de COS aproxima-se de 28 t C/ha e 30 t C/ha, respetivamente, no solo da Aguçadoura e da Apúlia (Figura 46). Estes valores são ligeiramente inferiores aos obtidos na projeção do *RCP* 4.5 (Figura 45). No entanto, verifica-se que, de forma análoga, regista-se um armazenamento menor no solo da Aguçadoura.

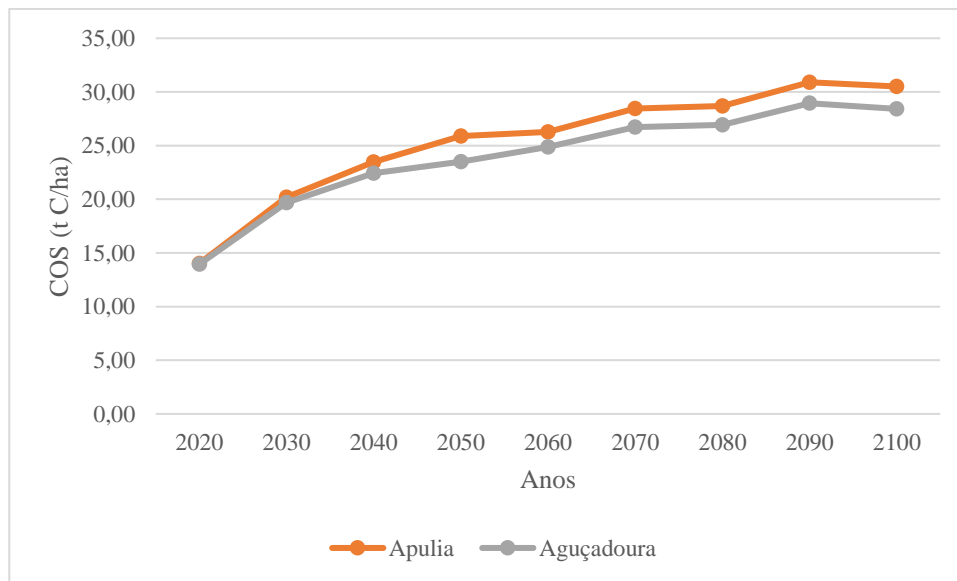


Figura 46. Projeção *RCP* 8.5: valores de COS em função da argila com DC= 2,21 t C/(ha*ano) – produtos hortícolas, na Aguçadoura e na Apúlia.

A tabela 44 apresenta o extrato dos solos de armazenamento de carbono que se atinge ao longo dos anos e comparando os dois solos no cultivo hortícola. Nas simulações da Aguçadoura, com a adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano), no período de 5 anos, o carbono orgânico no solo passou de 13,66 t C/ha para 16,20 t C/ha. Nos 15 anos seguintes, o carbono orgânico no solo atingiu o valor de 19,05 t C/ha. Até final do século, o carbono orgânico no solo atingiu os 24 t C/ha, na projeção IPMA. Nas projeções climáticas *RCP* 4.5 e *RCP* 8.5, no solo da Aguçadoura, nos períodos de 5, 20 e 80 anos, os valores de carbono orgânico no solo foram de 18 t C/ha, 22 t C/ha e perto de 30 t C/(ha*ano), respetivamente.

Verifica-se que o solo mais argiloso conseguirá armazenar maior quantidade de carbono orgânico na simulação das duas projeções climáticas (Tabela 44 e Anexo I)

Tabela 44. Valores de COS com adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) no cultivo hortícola – Aguçadoura e Apúlia, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.4.

Adição de compostado t C/(ha*ano)	Anos	COS (t C/ha)				
		IPMA	RCP 4.5		RCP 8.5	
		Aguçadoura	Aguçadoura	Apúlia	Aguçadoura	Apúlia
2,21	2020	13,66	13,99	14,06	13,95	14,02
	2025	16,20	17,90	18,23	17,69	18,04
	2028	17,00	19,20	19,61	18,87	19,31
	2040	19,05	22,36	22,92	22,42	23,47
	2045	19,72	23,27	24,00	22,77	24,53
	2100	23,70	30,39	31,82	28,43	30,50

Verifica-se que existe um aumento de carbono orgânico no solo quando da adição de compostado em qualquer projeção climática.

B- Vinhas

i) Solo Aguçadoura - Adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano)

Na figura 47 apresentam-se os valores obtidos de carbono orgânico no solo, com a adição de compostado 2,21 t C/(ha*ano). Usando esta dosagem na vinha, no solo da Aguçadoura, o carbono orgânico no solo passou de 18,35 t C/ha para 29,00 t C/ha, para a Projeção IPMA. Nas outras duas projeções, RCP 8.5 e RCP 4.5, no período de 80 anos, regista-se um aumento para cerca de 35 t C/ha a 37 t C/ha, respetivamente.

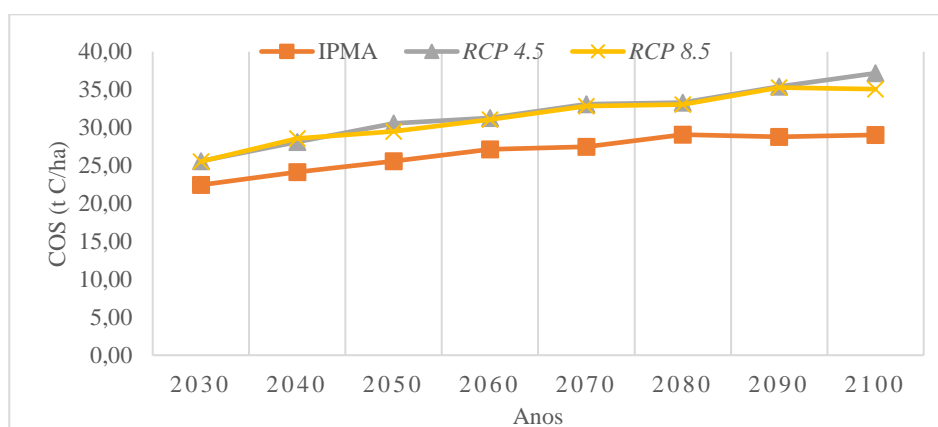


Figura 47. Valores de COS na Aguçadoura com DC= 2,21 t C/(ha*ano) – vinhas, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.

- ii) Solos da Aguçadoura e da Apúlia - Adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) – Projeção *RCP 4.5*

A figura 48 apresenta a acumulação de COS nos dois solos, até final do século, no cultivo das vinhas, com adição de compostado no quantitativo de 2,21 t C/(ha*ano), considerando a projeção *RCP 4.5*. Assim como no cultivo da hortícola, a vinha, no solo da Apúlia, regista maior armazenamento do que a vinha do solo da Aguçadoura. Contudo, este tipo de cultivo apresenta um valor próximo de 39 t C/ha (Figura 48), enquanto que na Aguçadoura, o valor de COS é inferior, isto é, cerca de 32 t C/ha.

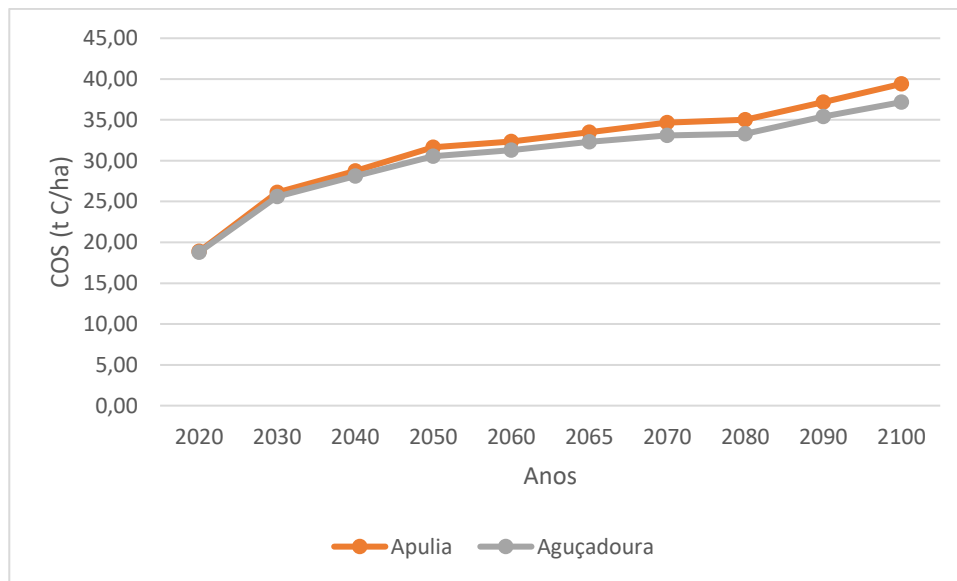


Figura 48. Projeção *RCP 4.5*: valores de COS em função da argila com DC= 2,21 t C/(ha*ano) – vinhas, na Aguçadoura e na Apúlia.

- iii) Solo da Aguçadoura e Apúlia - Adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) – Projeção *RCP 8.5*

Comparando os dois solos, para a projeção *RCP 8.5* (Figura 49), verifica-se que os valores de COS são menores no solo da Aguçadoura (35 t C/ha), relativamente ao solo da Apúlia (37 t C/ha).

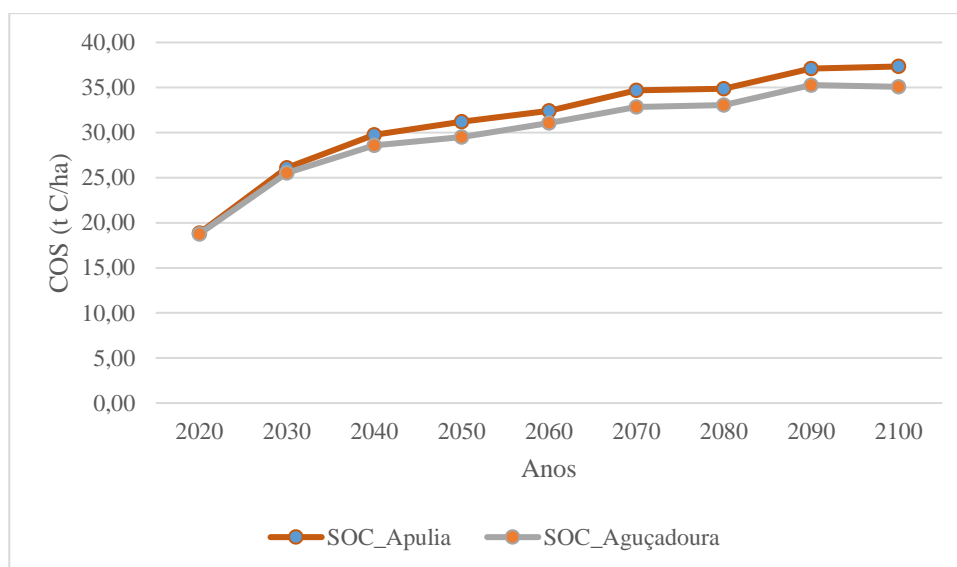


Figura 49. Projeção RCP 8.5: valores de COS em função da argila com DC= 2,21 t C/(ha*ano) – vinhas, na Aguçadoura e na Apúlia.

A tabela 45 apresenta o extrato dos solos de armazenamento de carbono, que se atinge ao longo dos anos, no cultivo da vinha, na Aguçadoura e na Apúlia.

Tabela 45. Valores de COS com adição de composto de 2,21 t C/(ha*ano) no cultivo de vinha – Aguçadoura e Apúlia, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.4.

Adição de composto t C/(ha*ano)	Anos	COS (t C/ha)				
		IPMA	RCP 4.5		RCP 8.5	
		Aguçadoura	Aguçadoura	Apúlia	Aguçadoura	Apúlia
2,21	2020	18,35	18,80	18,88	18,76	18,86
	2025	21,11	23,27	23,61	23,13	23,58
	2028	21,99	24,84	23,35	24,69	25,11
	2040	24,13	28,11	28,74	28,59	24,75
	2045	24,82	29,35	30,16	28,94	30,60
	2100	29,04	37,17	39,40	35,08	37,34

Em síntese, para a Projeção IPMA, no cultivo de vinha na Aguçadoura, com a adição de composto de 2,21 t C/(ha*ano), o carbono orgânico no solo passou de 18,35 t C/ha para 21,11 t C/ha, no período de 5 anos. Nos 15 anos seguintes, COS atingiu o valor de 24,13 t C/ha e, até ao final do século, atinge-se um valor de 29 t C/ha. Nas outras duas projeções, regista-se um aumento, de cerca de 35 t C/ha a 37 t C/ha, no período de 80 anos.

O solo mais argiloso (Apúlia) conseguirá armazenar maior quantidade de carbono orgânico no solo, na simulação das projeções climáticas *RCP 4.5* e *RCP 8.5*, cujos valores são, respetivamente, no final do século, 39,40 t C/ha e 37,33 t C/ha.

Em resumo, no cultivo da vinha, comparando os dois solos, verifica-se que, no solo mais argiloso, estima-se maior quantidade de armazenamento de carbono orgânico no solo, quer usando a projeção climática *RCP 4.5*, como a *RCP 8.5*.

5.1.3. Adição de compostado de 4,42 t C/(ha*ano) e de 6,63 t C/(ha*ano) e existência de resíduos vegetais no cultivo de produtos hortícolas no solo da Aguçadoura

i) Adição de compostado de 4,42 t C/(ha*ano)

Nesta simulação (Figura 50), com a adição de compostado de 4,42 t C/(ha*ano) e, considerando também a existência dos restos dos vegetais no solo, verifica-se um aumento de COS, até ao final do século, passando de 15 t C/ha para 43 t C/ha e 45 t C/ha, nas projeções com maior precipitação e menor temperatura, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*, sendo que na projeção IPMA, o valor encontra-se na ordem das 36 t C/ha (Tabela 46).

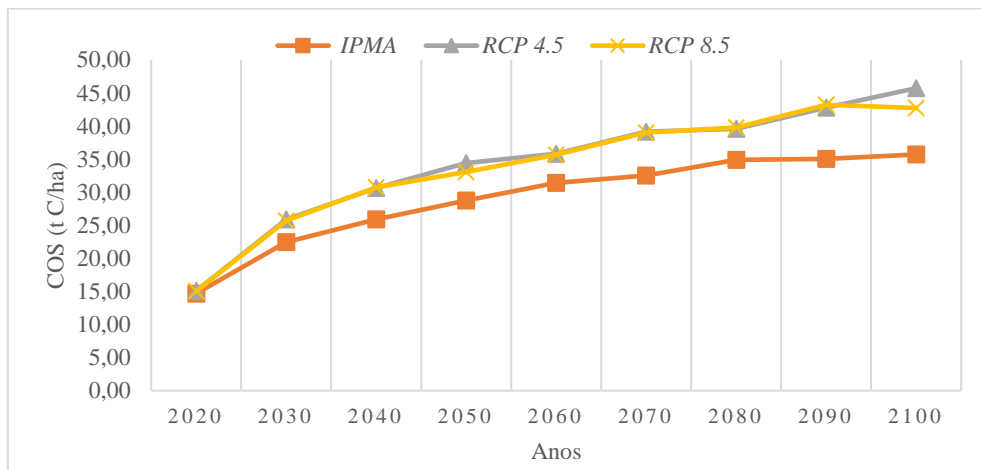


Figura 50. Valores de COS com DC=4,42 t C/(ha*ano) - produtos hortícolas, na Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*.

ii) Adição de compostado de 6,63 t C/(ha*ano)

Nesta simulação (Figura 51) verifica-se um aumento do valor de COS, até ao final do século, passando de 16 t C/ha para 60 t C/ha nas projeções com maior precipitação e

menor temperatura (*RCP 4.5* e *RCP 8.5*), sendo que, na projeção IPMA, o valor não ultrapassa os 50 t C/ha (Figura 51).

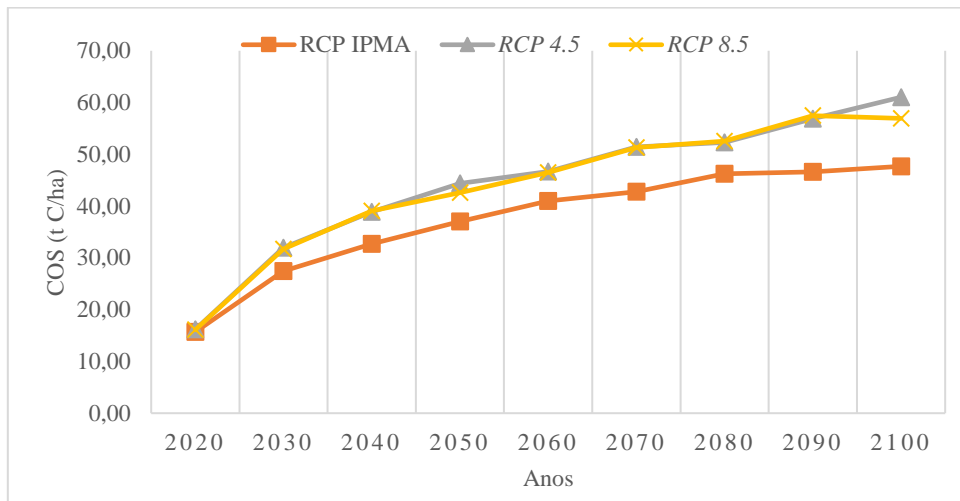


Figura 51. Valores de COS na Aguçadoura com DC=6,63 t C/(ha*ano) - produtos hortícolas, segundo as projeções IPMA, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*.

A partir da análise dos gráficos 50 e 51 é possível verificar um aumento do valor de COS, proporcional à quantidade de compostado adicionado, ou seja, com o aumento da adição de matéria orgânica, embora esse aumento seja superior nas simulações dos dados climáticos da projeção do *RCP 4.5* e *RCP 8.5* (Tabela 46).

Tabela 46. Valores de COS em função das DC no cultivo de produtos hortícola, no solo da Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*.

Adição de compostado t C/(ha*ano)	Ano	COS (t C/(ha))		
		IPMA	<i>RCP 4.5</i>	<i>RCP 8.5</i>
4,42	2020	14,68	15,08	15,03
	2025	19,93	22,30	22,02
	2028	21,57	24,72	24,40
	2040	25,87	30,62	30,73
	2045	27,26	32,35	31,60
	2100	35,69	45,17	42,70
6,63	2020	15,70	16,17	16,11
	2025	23,66	26,70	26,35
	2028	26,15	30,25	28,83
	2040	32,68	38,87	39,04
	2045	34,81	41,43	40,42
	2100	47,69	61,03	56,96

5.2. Variação anual do valor do COS nas diferentes projeções

A variação anual do carbono orgânico no solo, nas três projeções de dados climáticos, sem adição e com adição de compostado nas três dosagens referidas, pelo período de tempo de estudo, é apresentada a seguir.

5.2.1. Sem adição de compostado, apenas resíduos vegetais nos solos Aguçadoura e da Apúlia

A - Produtos hortícolas

i) Solo Aguçadoura

Na figura 52 apresenta-se a variação anual de carbono orgânico no solo, até ao final do século, nas três projeções climáticas, quando existem apenas os resíduos vegetais do local, através da simulação no modelo RothC.

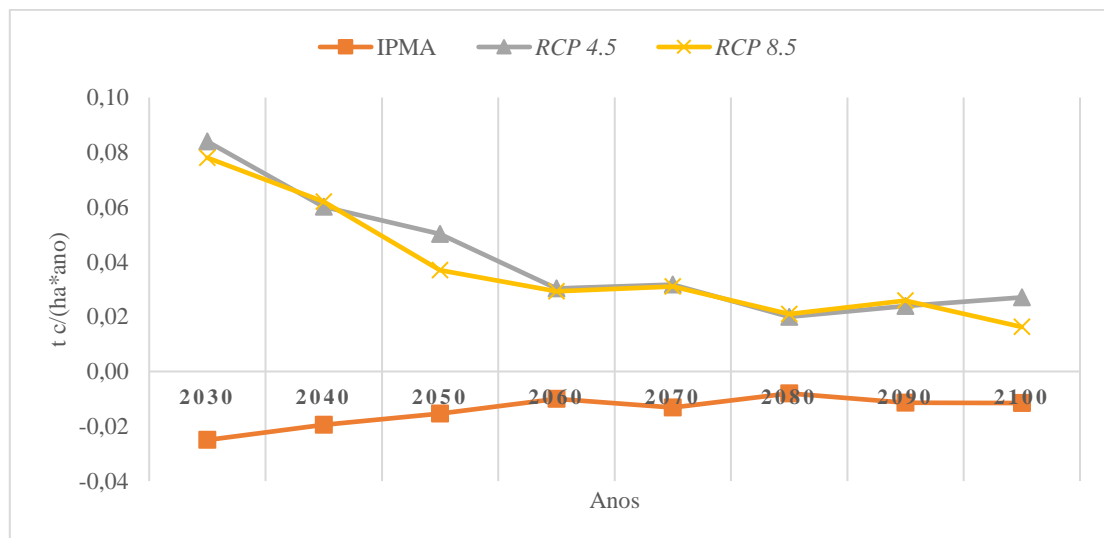


Figura 52. Variação anual do valor de COS na Aguçadoura sem adição de compostado, no cultivo de produtos hortícolas, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.

Nestas simulações é possível verificar que, sem adição de compostado, onde apenas existem resíduos vegetais no solo, a variação anual de COS na projeção IPMA é negativa e, nas duas projeções de RCP apresentam um aumento pouco pronunciado ao longo do tempo, até 2100, isto é, cerca de 0,03 t C/(ha*ano) (RCP 4.5) e 0,02 t C/(ha*ano) (RCP 8.5) (Tabela 47).

ii) Solos da Aguçadoura e da Apúlia – Projecção *RCP 4.5*

Na cultura dos produtos hortícolas, na projecção *RCP 4.5*, verifica-se (Figura 53) que o solo da Apúlia, com maior percentagem de argila, apresenta maior variação no armazenamento de carbono orgânico no solo, face ao solo da Aguçadoura. O aumento da variação do carbono orgânico no solo, nos dois solos, é superior nos primeiros anos, decrescendo depois até final do século. Nos primeiros cinco anos, o solo da Aguçadoura apresenta uma variação de 0,12 t C/(ha*ano) e o solo da Apúlia de 0,15 t C/(ha*ano). Durante o período de 80 anos, verifica-se uma variação 0,03 t C/(ha*ano) para o solo da Aguçadoura, e 0,04 t C/(ha*ano) para o solo da Apúlia.

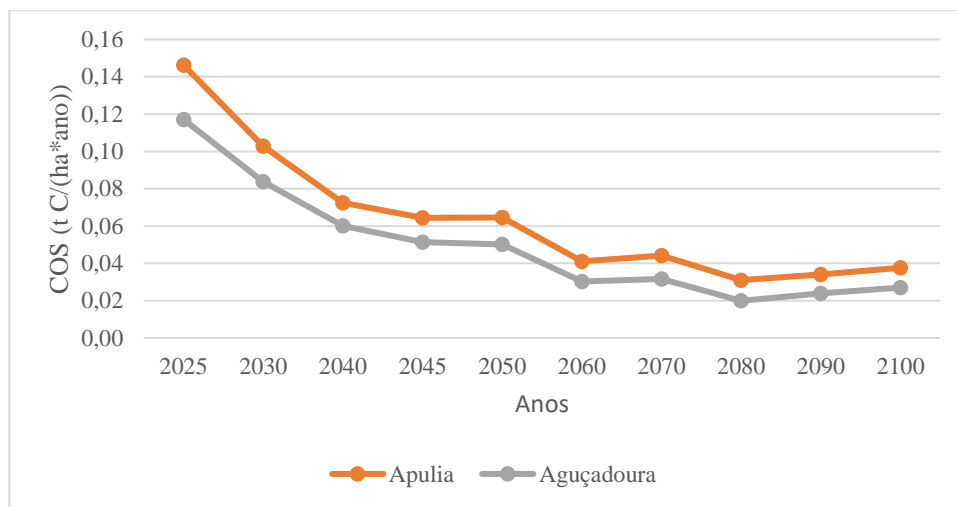


Figura 53. Projecção *RCP 4.5*: variação anual do valor de COS em função da argila, sem adição de composto, no cultivo hortícola, na Aguçadoura e na Apúlia.

iii) Solos da Aguçadoura e da Apúlia – Projecção *RCP 8.5*

Na projecção *RCP 8.5*, comparando os dois solos, verifica-se que a variação do COS, no solo da Aguçadoura, é inferior à variação no solo da Apúlia. No final do século, na projecção com *RCP 8.5*, no período de 80 anos, o valor de variação de COS é de 0,02 e 0,03 t C/(ha*ano), respetivamente, para o solo da Aguçadoura e Apúlia. Na projecção climática anterior, os valores são superiores nos dois solos, ou seja, 0,03 e 0,04 t C/(ha*ano), respetivamente. (Figura 54).

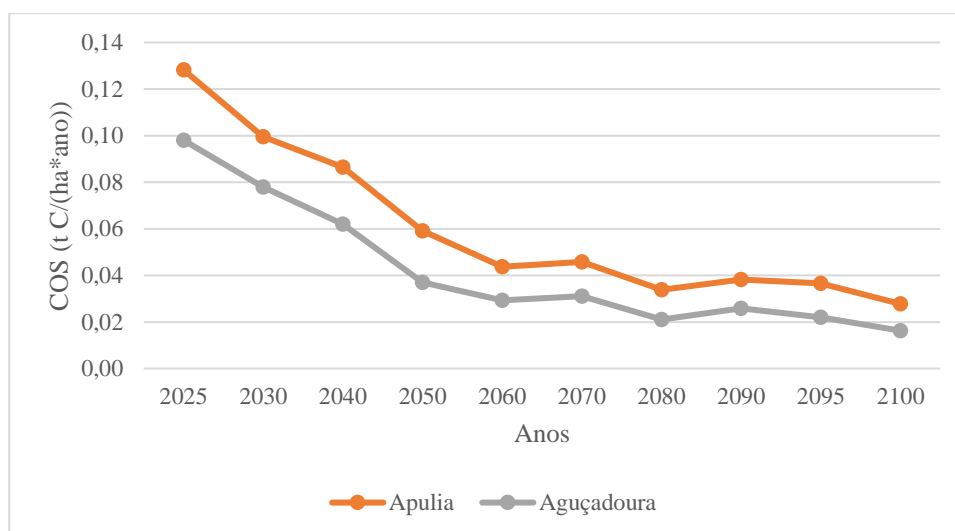


Figura 54. Projeção RCP 8.5: variação anual do valor de COS sem adição de composto, no cultivo hortícola, na Aguçadoura e na Apúlia.

Na tabela 47 apresenta-se um resumo dos valores obtidos nos dois tipos de solo, nas várias projeções climáticas, para os produtos hortícolas, sem adição de composto.

Tabela 47. Variação do valor de COS nos da Aguçadoura e da Apúlia – produtos hortícolas, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.

Adição de composto t C/(ha*ano)	Ano	COS (t C/(ha*ano))				
		IPMA	RCP 4.5		RCP 8.5	
		Aguçadoura	Aguçadoura	Apúlia	Aguçadoura	Apúlia
0	2025	-0,03	0,12	0,15	0,10	0,13
	2028	-0,03	0,10	0,12	0,08	0,10
	2040	-0,02	0,06	0,07	0,06	0,09
	2045	-0,02	0,05	0,06	0,04	0,07
	2100	-0,01	0,03	0,04	0,02	0,03

B - Vinhas

i) Solo Aguçadoura

A variação do COS é mais pronunciada nos primeiros 20 anos, comparativamente aos anos seguintes, tal como acontece nos produtos hortícolas (Figura 55). Na projeção IPMA ocorre perda de COS desde 0,05 t C/(ha*ano) a 0,02 t C/(ha*ano), conforme os primeiros anos e considerando os 80 anos. Nas outras duas projeções regista-se um ligeiro aumento, até ao final do século, isto é, cerca de 0,02 t C/(ha*ano) a 0,03 t C/(ha*ano), respetivamente na projeção RCP 4.5 e RCP 8.5.

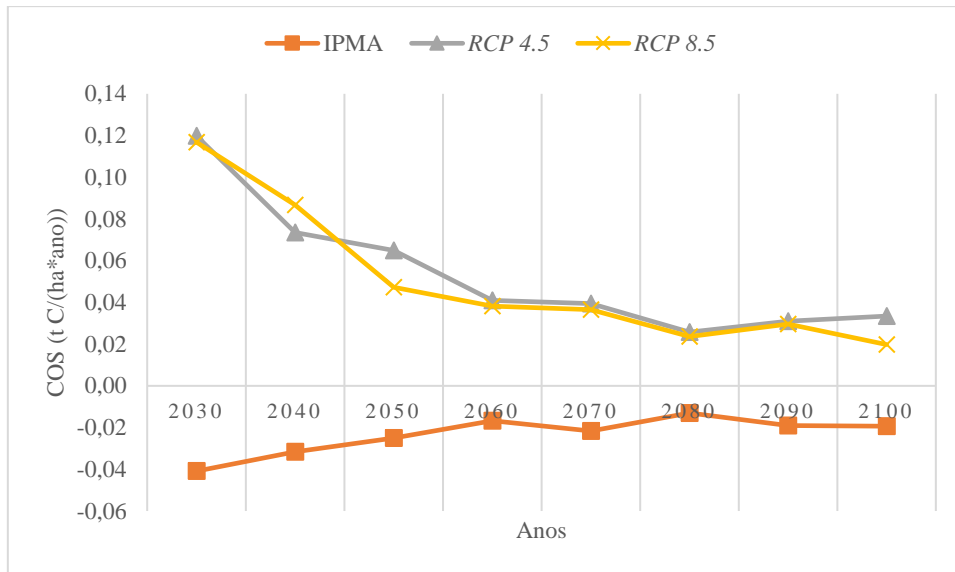


Figura 55. Variação anual do valor de COS na Aguçadoura sem adição de composto nas vinhas, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.

ii) Solos da Aguçadoura e da Apúlia - Projeção RCP 4.5

Comparando a cultura das vinhas, nos dois solos, na projeção RCP 4.5, verifica-se que o armazenamento de carbono orgânico, no solo da Apúlia, é superior em relação ao do solo da Aguçadoura, assim como em relação aos produtos hortícolas, atingindo os valores de 0,03 C/(ha*ano) e 0,05 t C/(ha*ano), respetivamente, na Aguçadoura e na Apúlia, no final do século (Figura 56).

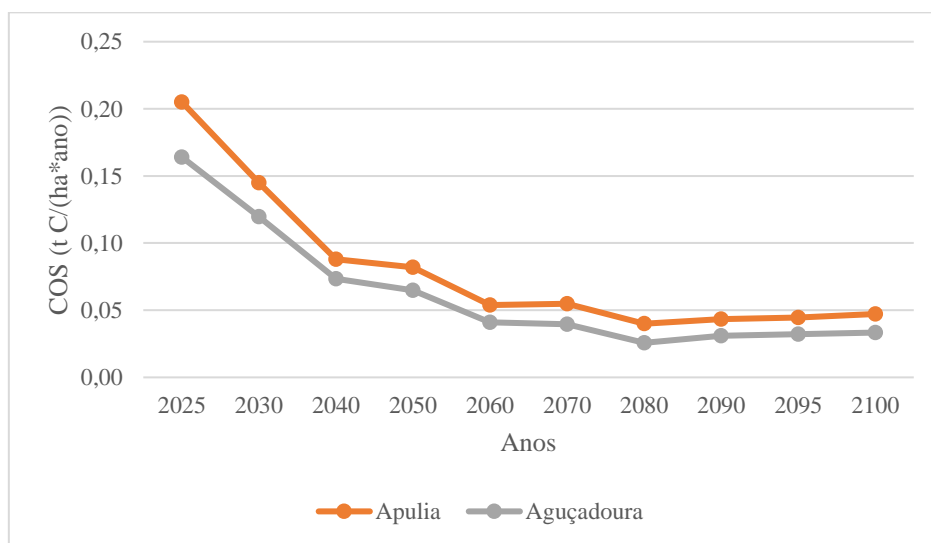


Figura 56. Projeção RCP 4.5: variação anual do valor de COS sem adição de composto, nas vinhas, da Aguçadoura e da Apúlia.

iii) Solos da Aguçadoura e da Apúlia - Projeção *RCP 8.5*

Comparando os dois solos, para o mesmo cultivo, na projeção *RCP 8.5* (Figura 57), verifica-se que a variação do valor de COS é superior no solo da Apúlia. No entanto, nesta projeção climática registam-se valores entre 0,09 t C/(ha*ano) e 0,11 t C/(ha*ano), nos primeiros 20 anos, os quais vão diminuindo ao longo do tempo, para valores da ordem dos 0,02 t C/(ha*ano) e 0,03 t C/(ha*ano), na Aguçadoura e na Apúlia, respetivamente.

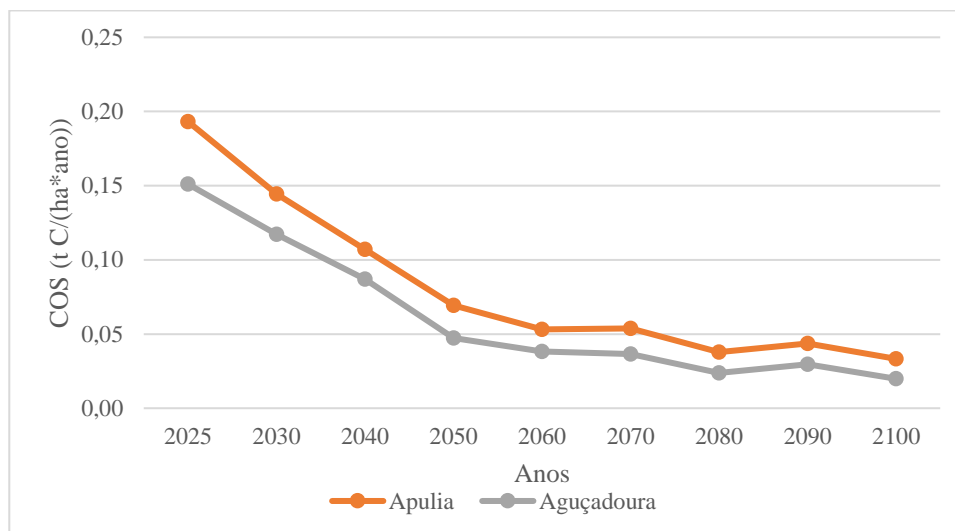


Figura 57. Projeção *RCP 8.5*: variação anual do valor de COS em função da argila, sem adição de composto, nas vinhas, na Aguçadoura e na Apúlia.

Tabela 48. Variação do valor de COS nos solos da Aguçadoura e da Apúlia – vinhas, segundo as projeções IPMA, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*.

Adição de composto t C/(ha*ano)	Ano	COS (t C/(ha*ano))				
		IPMA	<i>RCP 4.5</i>		<i>RCP 8.5</i>	
		Aguçadoura	Aguçadoura	Apúlia	Aguçadoura	Apúlia
0	2025	-0,05	0,16	0,21	0,15	0,19
	2028	-0,04	0,14	0,17	0,13	0,15
	2040	-0,03	0,07	0,09	0,09	0,11
	2045	-0,03	0,07	0,08	0,06	0,08
	2100	-0,02	0,03	0,05	0,02	0,03

A variação anual de carbono orgânico no solo é superior no cultivo da vinha, em comparação com o cenário de produtos hortícolas. Contudo, nos dois cultivos, produtos hortícolas e vinhas, na projeção IPMA, sem adição de composto, ocorre perda de COS e, nas outras duas projeções climáticas, verifica-se um ligeiro aumento (tabela 47 e 48).

5.2.2. Adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) e existência de resíduos vegetais nos solos da Aguçadoura e da Apúlia

A - Produtos hortícolas

i) Solo Aguçadoura - Adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano)

A figura 58 representa a variação anual de COS, pelo período de 80 anos, nas três projeções de dados climáticos, com a adição de compostado nos dois solos.

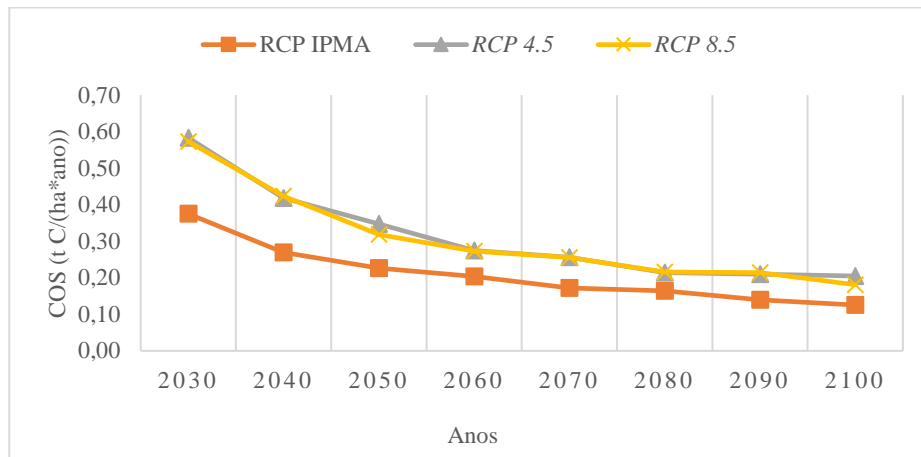


Figura 58. Variação anual do valor de COS na Aguçadoura DC=2,21 t C/(ha*ano), no cultivo hortícola, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.

No solo da Aguçadoura, com a adição anual de 2,21 t C/ha de compostado, no período de 5 anos, para os produtos hortícolas, o carbono orgânico no solo aumentou cerca de 2,5 t C/ha, ou seja, cerca de 0,51 t C/(ha*ano) e, para o período de 80 anos, na projeção IPMA, o aumento foi de 0,13 t C/(ha*ano).

ii) Solos da Aguçadoura e da Apúlia - Adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) - Projeção RCP 4.5

Comparando os dois solos, na cultura de produtos hortícolas na projeção RCP 4.5, verifica-se que a variação da acumulação do COS é inferior no solo menos argiloso (Aguçadoura). Nos primeiros 5 anos, os valores são de 0,78 t C/(ha*ano) e 0,83 t C/(ha*ano), para 20 anos são de 0,42 t C/(ha*ano) e 0,47 t C/(ha*ano) e, no período de 80 anos, os valores são de 0,18 t C/(ha*ano) e 0,22 t C/(ha*ano), respetivamente, para o solo menos e mais argiloso (Figura 59 e Tabela 49).

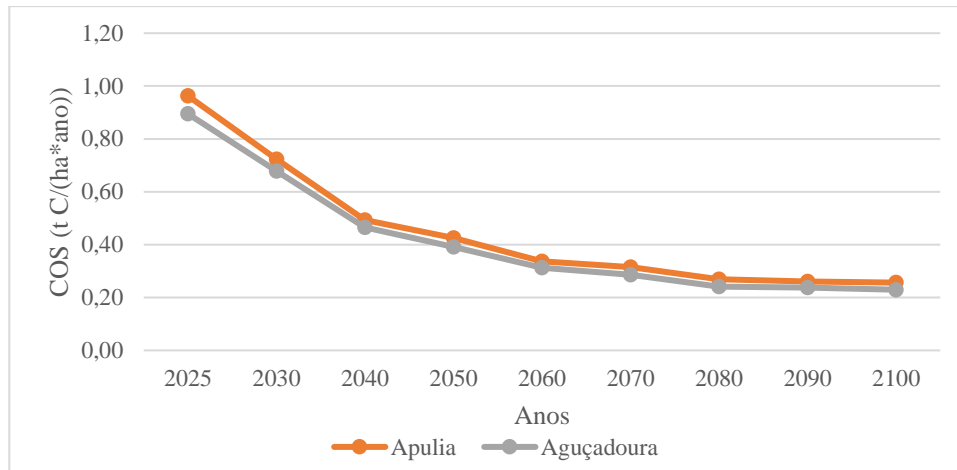


Figura 59. Projeção RCP 4.5: variação anual de COS em função da argila DC=2,21 t C/(ha*ano), nos produtos hortícolas, na Aguçadoura e na Apúlia.

- iii) Solos da Aguçadoura e da Apúlia - Adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano)
– Projeção RCP 8.5

Na projeção RCP 8.5 verifica-se que a variação do carbono orgânico no solo é também superior no solo mais argiloso da Apúlia. A variação é mais acentuada nos primeiros anos (Figura 60). Nos primeiros 20 anos, corresponde a uma variação do carbono orgânico no solo de 0,47 t C/(ha*ano), aumentando cerca de 10 t C/ha. Para o período de 80 anos, o valor da variação é de 0,21 t C/(ha*ano), sendo o aumento de 17 t C/ha. Na Aguçadoura, os valores variam de 0,42 t C/(ha*ano) para 0,18 t C/(ha*ano). A variação é mais acentuada nos primeiros anos, decrescendo nos anos seguintes, nas várias projeções climáticas (Figura 60 e Tabela 49).

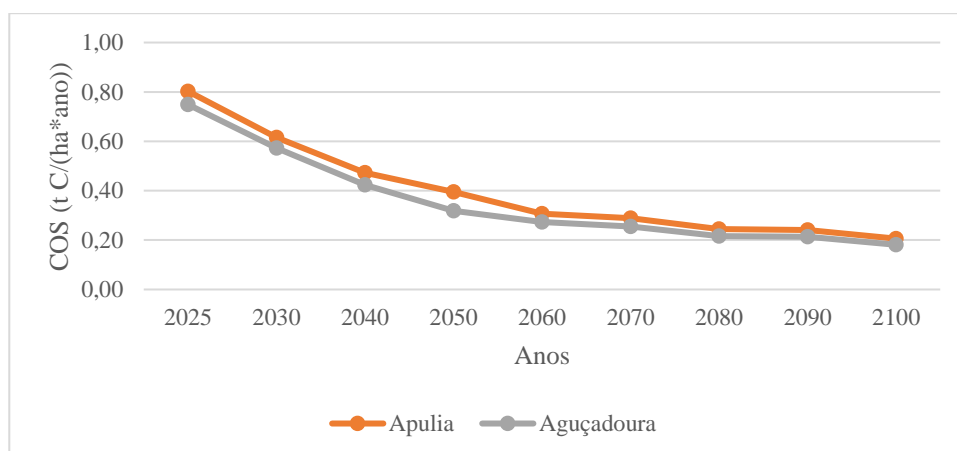


Figura 60. Projeção RCP 8.5: variação anual de COS em função da argila DC=2,21 t C/(ha*ano), nos produtos hortícolas, na Aguçadoura e na Apúlia.

Com a adição de 2,21 t C/(ha*ano), no solo da Aguçadoura, nos primeiros 20 anos, no cenário dos produtos hortícolas, os valores anuais de COS variam entre cerca de 0,27 t C/(ha*ano) e 0,42 t C/(ha*ano), conforme projeção IPMA ou projeções *RCP 4.5* e *RCP 8.5* (Tabela 49). No solo da Apúlia, os valores anuais de COS variam entre cerca de 0,44 t C/(ha*ano) e 0,47 t C/(ha*ano), conforme projeção *RCP 4.5* e *RCP 8.5*, no período de 20 anos (Tabela 49).

Tabela 49. Variação do valor de COS no cultivo de produtos hortícolas^a – Aguçadoura e Apúlia, segundo as projeções IPMA, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*.

Adição de compostado t C/(ha*ano)	Ano	COS (t C/(ha*ano))				
		IPMA	RCP 4.5		RCP 8.5	
		Aguçadoura	Aguçadoura	Apúlia	Aguçadoura	Apúlia
2,21	2025	0,51	0,78	0,83	0,75	0,80
	2028	0,42	0,65	0,69	0,62	0,66
	2040	0,27	0,42	0,44	0,42	0,47
	2045	0,24	0,37	0,40	0,35	0,42
	2100	0,13	0,20	0,22	0,18	0,21

^a Relativamente ao ano de início da simulação (2020)

B - Vinhas

i) Solo Aguçadoura - Adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano)

As figuras 61, 62 e 63 representam a variação anual de COS, no período de 80 anos, nas três projeções de dados climáticos, com a adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano).

No solo da Aguçadoura, para a cultura das vinhas, com uma adição anual de 2,21 t C/ha de compostado no período de 5 anos, o carbono orgânico no solo aumentou cerca de 2,8 t C/ha, ou seja, cerca de 0,55 t C/(ha*ano) e 0,13 t C/(ha*ano), para 80 anos, na projeção IPMA. Na projeção *RCP 4.5*, o aumento de COS é de 4,45 t C/ha e, na *RCP 8.5*, é de 4,35 t C/ha, ou seja, 0,89 t C/(ha*ano) e 0,87 t C/(h*ano), nos primeiros cinco anos. Durante o período de 80 anos, esses valores são de 0,23 t C/(ha*ano) para a projeção *RCP 4.5* e 0,20 t C/(ha*ano) para a projeção *RCP 8.5*.

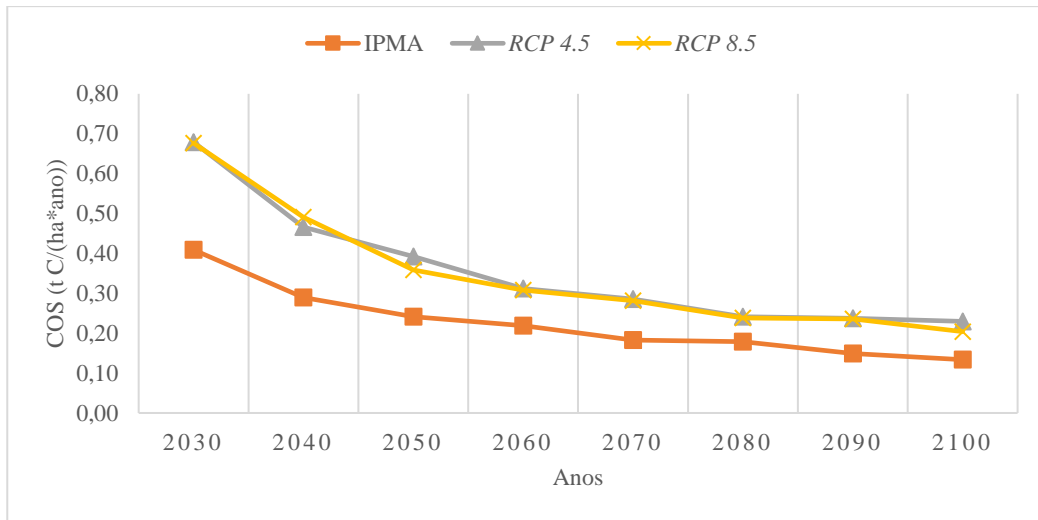


Figura 61. Variação anual do valor de COS na Aguçadoura, DC=2,21 t C/(ha*ano), nas vinhas, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.

- ii) Solos da Aguçadoura e da Apúlia - Adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) – Projeção RCP 4.5

A comparação os dois tipos de solo, na cultura das vinhas, na projeção RCP 4.5, permitiu verificar que a variação do valor de COS é mais pronunciada no solo da Apúlia, no período de 5 anos, apresentando um valor de 0,96 t C/(ha*ano). No solo da Aguçadoura, para o mesmo período, a variação do valor de COS é de 0,89 t C/(ha*ano). No período dos últimos 80 anos, esses valores são 0,26 t C/(ha*ano) e 0,23 t C/(ha*ano), no solo da Apúlia e da Aguçadoura, respetivamente (Figura 62).

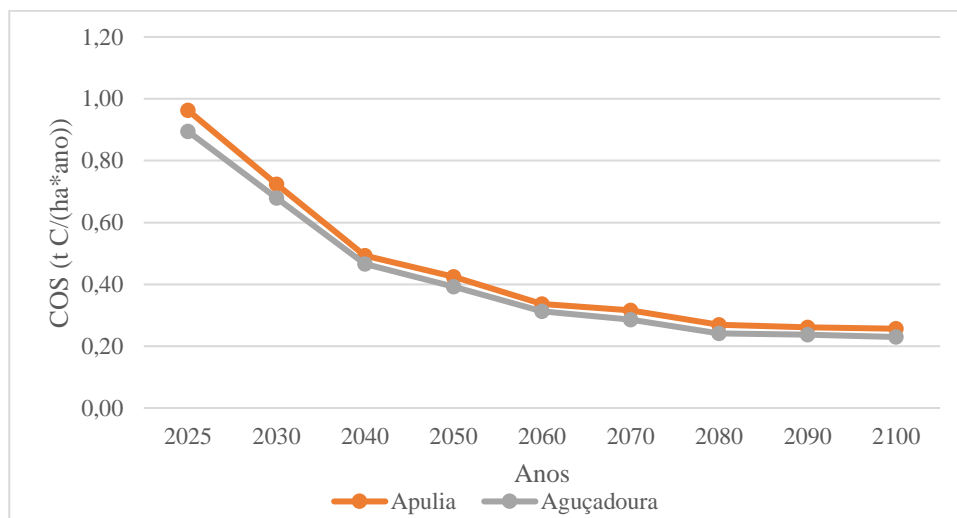


Figura 62. Projeção RCP 4.5: variação anual do valor de COS em função da argila DC=2,21 t C/(ha*ano), nas vinhas, na Aguçadoura e na Apúlia.

- iii) Solos da Aguçadoura e da Apúlia - Adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) – Projeção *RCP 8.5*

No caso da projeção climática *RCP 8.5*, os valores da variação de COS são de 0,87 t C/(ha*ano) e 0,94 t C/(ha*ano), no período de 5 anos, e de 0,20 t C/(ha*ano) e 0,23 t C/(ha*ano), no período de 80 anos, nos solos da Aguçadoura e da Apúlia, respetivamente (Figura 63).

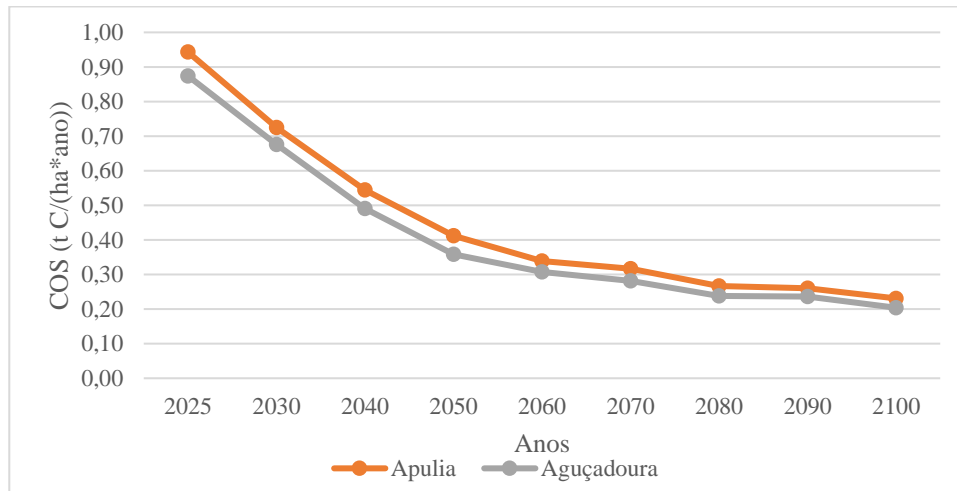


Figura 63. Projeção *RCP 8.5*: variação anual do valor de COS em função da argila DC=2,21 t C/(ha*ano), nas vinhas da Apúlia e da Aguçadoura.

Anualmente, o solo da Apúlia armazena maior quantidade de carbono orgânico face ao solo da Aguçadoura, sendo a projeção do *RCP 4.5* a mais favorável (Tabela 50).

Verifica-se que a variação anual de carbono orgânico no solo é superior no cultivo da vinha, em comparação com o cenário de produtos hortícolas (Tabelas 49 e 50).

Tabela 50. Variação do valor de COS no cultivo de vinha^a – Aguçadoura e Apúlia, segundo as projeções IPMA, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*.

Adição de compostado t C/(ha*ano)	Ano	COS (t C/(ha*ano))				
		IPMA	<i>RCP 4.5</i>		<i>RCP 8.5</i>	
		Aguçadoura	Aguçadoura	Apúlia	Aguçadoura	Apúlia
2,21	2025	0,55	0,89	0,96	0,87	0,94
	2028	0,46	0,76	0,81	0,74	0,78
	2040	0,29	0,47	0,49	0,49	0,54
	2045	0,26	0,42	0,45	0,41	0,47
	2100	0,13	0,23	0,26	0,20	0,23

a) Relativamente ao ano de início da simulação (2020)

Com a adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano), no solo da Aguçadoura, em relação ao cultivo da vinha, quando o período de análise é de 20 anos, a variação é de 0,29 t C/(ha*ano), para a projeção IPMA, e cerca de 0,47 t C/(ha*ano) e 0,49 t C/(ha*ano), para as outras duas projeções *RCP 4.5* e *RCP 8.5*, respetivamente (Tabela 50). No solo da Apúlia, quando o período de análise é de 20 anos, os valores da variação anual de COS são cerca de 0,49 t C/(ha*ano) e 0,54 t C/(ha*ano), nas projeções *RCP 4.5* e *RCP 8.5*. No período de 80 anos, a variação do valor de COS é de 0,13 t C/(ha*ano), para a projeção IPMA, e cerca de 0,23 t C/(ha*ano) e 0,20 t C/(ha*ano), na Aguçadoura. Na Apúlia é de 0,26 t C/(ha*ano) e de 0,23 t C/(ha*ano) nas outras duas projeções *RCP 4.5* e *RCP 8.5*.

5.2.3. Adição de compostado de 4,42 t C/(ha*ano) e de 6,63 t C/(ha*ano) e existência de resíduos vegetais no cultivo de produtos hortícolas no solo da Aguçadoura

i) Adição de compostado de 4,42 t C/(ha*ano)

Com a duplicação da quantidade de compostado, relativamente à simulação anterior (adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano), isto é, de 2,21 t C/(ha*ano) para 4,42 t C/(ha*ano), os valores de COS passam, nos primeiros 20 anos, de 0,27 t C/(ha*ano) para 0,56 t C/(ha*ano), na projeção IPMA, e de 0,42 t C/(ha*ano) para 0,78 t C/(ha *ano) e de 0,79 t C/(ha *ano), nas projeções *RCP 4.5* e *RCP 8.5*, respetivamente (Tabela 51).

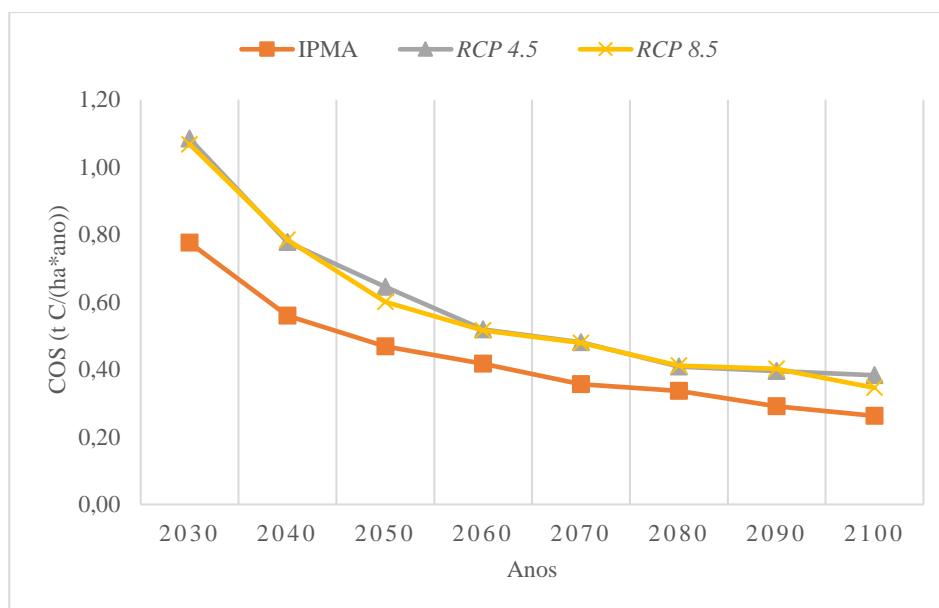


Figura 64. Variação anual do valor de COS na Aguçadoura com DC=4,42 t C/(ha*ano) no cultivo hortícola, segundo as projeções IPMA, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*.

ii) Adição de composto de 6,63 t C/(ha*ano)

A análise da figura 65 permite verificar que, com o aumento da adição de composto (2,21 t C/(ha*ano) para 4,42 t C/(ha*ano) e , por fim, para 6,63 t C/(ha*ano), ocorreu um aumento de variação anual do valor de COS, o que corresponde a uma variação do carbono orgânico no solo, nos primeiros 20 anos de respetivamente 0,27 t C/(ha*ano), 0,56 t C/(ha*ano) e 0,85 t C/(ha*ano), na projeção IPMA, para as respetivas dosagens. Na projeção *RCP 4.5*, verifica-se um aumento de 0,42, t C/(ha*ano), 0,78 t C/(ha*ano) e 1,14 t C/(ha*ano). Na projeção *RCP 8.5*, esse aumento é de 0,42 t C/(ha*ano), 0,79 t C/(ha*ano) e 1,15 t C/(ha*ano), para 20 anos. No período de 80 anos, varia de 0,13 t C/(ha*ano) para 0,20 t C/(ha*ano), com a dosagem de 2,21 t C/(ha*ano), conforme a projeção IPMA, e nas projeções *RCP 4.5* e *RCP 8.5* atinge os 0,56 t C/(ha*ano) e 0,51 t C/(ha*ano), respetivamente, para a dosagem de 6,63 t C/(ha*ano) (Tabela 51).

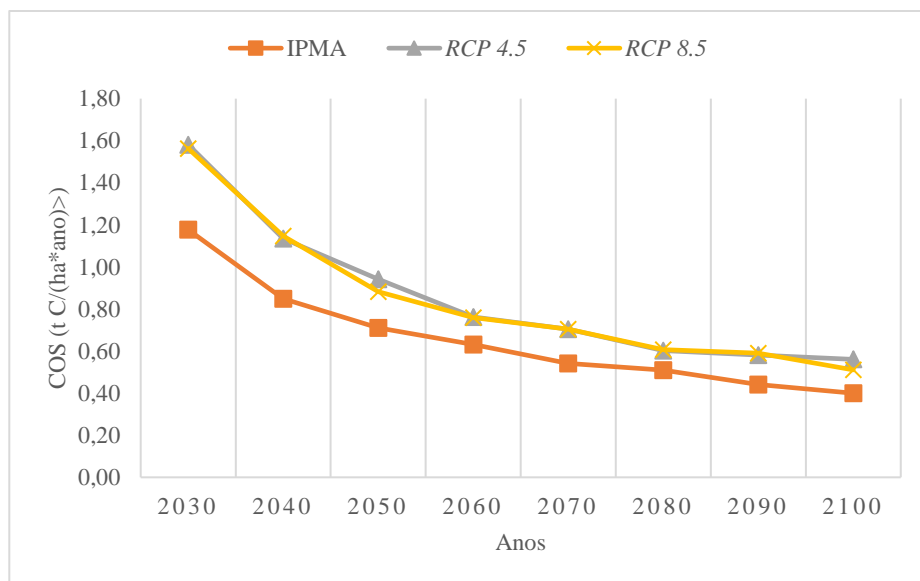


Figura 65. Variação anual do valor de COS na Aguçadoura com adição de DC=6,63 t C/(ha*ano) no cultivo de produtos hortícolas, segundo as projeções IPMA, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*.

Tabela 51. Variação do valor de COS, em função das DC no cultivo de produtos hortícolas, no solo da Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*.

Adição de compostado t C/(ha*ano)	Anos	Variação anual de COS (t C/(ha*ano))		
		IPMA	<i>RCP 4.5</i>	<i>RCP 8.5</i>
4,42	2025	1,05	1,44	1,40
	2028	0,86	1,26	1,17
	2040	0,56	0,78	0,79
	2045	0,50	0,69	0,66
	2100	0,26	0,38	0,35
6,63	2025	1,59	2,11	2,05
	2028	1,31	1,76	1,15
	2040	0,85	1,14	1,15
	2045	0,76	1,01	0,97
	2100	0,40	0,56	0,51

Com o valor estimado da percentagem em carbono orgânico no solo armazenado, até ao final do século, nas três projeções climáticas, no solo da Aguçadoura e no solo da Apúlia, nas projeções, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*, nos dois tipos de cultivos, poder-se-á concluir que, nas projeções climáticas com maior precipitação e menor temperaturas, estima-se uma maior sequestração de COS.

Comparando os solos da Aguçadoura e da Apúlia, é possível concluir que um solo arenoso com maior conteúdo em argila armazenará maior carbono orgânico do que um solo menos argiloso. Assim, a argila também pode contribuir para o armazenamento de COS.

Na Projeção *RCP 4.5*, com a dosagem de 2,21 t C/(ha*ano), no cultivo de produtos hortícolas, estimou-se, num período de 80 anos, um valor de COS de 30,39 t C/(ha*ano) e 31,82 t C/(ha*ano) no solo da Aguçadoura e da Apúlia, respetivamente. No caso do cultivo da vinha, para a mesma dosagem e projeção climática, o valor obtido é de 37,17 t C/(ha*ano) e de 39,40 t C/(ha*ano), para o solo menos e mais argiloso, respetivamente.

No cenário do cultivo da vinha, o valor de COS alcançado é superior ao da cultura de produtos hortícolas, em qualquer simulação, com a adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano).

Desta forma, é possível concluir que o cultivo da vinha terá vantagens relativamente ao cultivo de produtos hortícolas, em termos de preservação do solo, registando-se maior

valor de COS, no final do século. Estes resultados confirmam as conclusões de Pardo et al. (2017), quando refere que o cultivo de culturas lenhosas, como por exemplo, vinha, protegem os solos vulneráveis dos riscos de degradação e erosão.

Adicionalmente, os resultados estão de acordo com valores obtidos noutros estudos, como é o caso do valor encontrado na simulação do aumento anual de COS, que confirma os resultados de experiências como as de Aguilera et al. (2013). Aguilera et al. (2013), em estudos realizados em campos da área do Mediterrâneo, utilizando um compostado proveniente de resíduo urbano, com um valor em média de 10 t C/(ha*ano), atingiram um aumento de COS de 5,29 t C/(ha*ano), ao fim de 5 anos, nas culturas de produtos hortícolas. Os mesmos autores, noutra experiência realizada em 8 anos, nos solos de cultivo do mediterrâneo, verificaram que, para uma adição de compostado, em média, de 6,1 t C/(ha*ano), resultava um aumento médio de COS de 1,32 t C/(ha*ano), na cultura hortícola, com uma profundidade de amostragem de 19,4 cm (Aguilera et al. 2013).

Os resultados obtidos estão também alinhados com o estudo de Pardo et al. (2017), realizados numa zona mediterrânea, em que, para uma adição de compostado proveniente de resíduos urbanos, na quantidade de 1,44 t C/(ha*ano), em terras agrícolas, registou-se um aumento de 0,13 t C/(ha*ano), no período de 20 anos. Da mesma forma, no estudo realizado por Yokozawa et al. (2010), no Japão, na cultura do arroz, no qual utilizaram uma adição de compostado de 1 t C/(ha*ano), ocorreu uma variação de 0,30 t C/(ha*ano), ao fim de 25 anos, havendo uma acumulação 7,66 t C/ha, no período referido.

Estes valores estão em concordância com os do estudo realizado na zona mediterrânea por Pardo *et al.* (2017), no qual com uma adição de compostado de 0,09 t C/(ha*ano) a 1,04 t C/(ha*ano), o valor de COS obtido, ao fim de 20 anos, foi de 0,21 t C/(ha*ano), para a vinha.

5.3. Emissão de CO₂ e COS armazenado até final do século

Nesta secção são apresentados os resultados do CO₂ emitido, em função da adição do carbono orgânico no solo, nas três projeções de dados climáticos – Projeção IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5 – nas simulações com quatro dosagens de compostado diferente - 0 t

C/(ha*ano), 2,21 t C/(ha*ano), 4,42 t C/(ha*ano) e 6,63 t C/(ha*ano) – para os cenários nos solos em questão.

A - Produtos hortícolas

i) Solo Aguçadoura - Projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5

Sem adição de compostado, no solo Aguçadoura, para os produtos hortícolas, a emissão é dentro da mesma ordem de grandeza, nas três projeções climáticas, aproximando-se de 1,9 t C/(ha*ano). Contudo, na projeção do IPMA, onde se verifica perda de solo, é ligeiramente superior em relação às outras duas projeções climáticas.

A partir da análise da tabela 52, aquando da adição de compostado, é possível verificar que o CO₂ emitido aumenta ligeiramente ao longo do tempo, ou seja, o seu valor é similar em cada uma das três projeções climáticas, ao contrário da variação anual de COS, que é maior nos primeiros 20 anos, diminuindo depois até ao final do século.

Tabela 52. Variação anual da emissão de CO₂ e de COS no cultivo hortícola, na Aguçadoura^a, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.

Adição de compostado t C/(ha*ano)	Ano	t C/(ha*ano)					
		IPMA		RCP 4.5		RCP 8.5	
		CO ₂	COS	CO ₂	COS	CO ₂	COS
0	2040	1,92	-0,02	1,84	0,06	1,84	0,06
	2100	1,91	-0,01	1,87	0,03	1,88	0,02
2,21	2040	3,84	0,27	3,69	0,42	3,69	0,42
	2100	3,98	0,13	3,91	0,20	3,93	0,18
4,42	2040	5,76	0,56	5,54	0,78	5,54	0,79
	2100	6,06	0,26	5,94	0,38	5,97	0,35
6,63	2040	7,68	0,85	7,39	1,14	7,38	1,15
	2100	8,13	0,41	7,97	0,56	8,02	0,51

^a Relativamente ao ano de início da simulação (2020)

Com a adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) duplica a emissão, em comparação com a não adição de compostado, ou seja, ao longo do período de 80 anos, passa de 1,9 t C/(ha*ano) para próximo de 3,91 t C/(ha*ano), na projeção RCP 4.5, sendo de 3,93 t C/(ha*ano). Na projeção RCP 8.5 e na projeção IPMA, o seu valor é cerca de 3,98 t C/(ha*ano).

Com o aumento das dosagens de 2,21 t C/(ha*ano) para 4,42 t C/(ha*ano) e 6,63 t C/(ha*ano), na projeção *RCP 4.5*, situação mais favorável, o aumento das emissões passa para 6 t C/(ha*ano) e 8 t C/(ha*ano), respetivamente, no período de 80 anos. Verifica-se que, quanto maior a adição de carbono orgânico, maiores são as emissões de CO₂, e maior é o armazenamento de carbono orgânico no solo da Aguçadoura – produtos hortícolas.

O aumento da adição de composto aumenta as emissões de CO₂, mas em valor inferior ao valor de composto adicionado, medido em t C/ha, nas projeções *RCP 4.5* e *RCP 8.5*, situações mais favoráveis (Tabela 52).

ii) Solos da Aguçadoura e da Apúlia Projeções *RCP 4.5* e *RCP 8.5*

Na tabela 53 é possível verificar que o solo da Apúlia apresenta um valor similar ao solo da Aguçadoura, no que respeita à emissão de CO₂, sem adição de composto, no cultivo de produtos hortícolas.

Tabela 53. Variação anual da emissão de CO₂ e de COS no cultivo de produtos hortícolas^a, nos solos da Aguçadoura e da Apúlia, segundo as projeções *RCP 4.5* e *RCP 8.5*.

Adição de composto t C/(ha*ano)	Ano	t C/(ha*ano)							
		<i>RCP 4.5</i>				<i>RCP 8.5</i>			
		Aguçadoura		Apúlia		Aguçadoura		Apúlia	
		CO ₂	COS	CO ₂	COS	CO ₂	COS	CO ₂	COS
0	2040	1,84	0,06	1,83	0,07	1,84	0,06	1,81	0,09
	2100	1,87	0,03	1,86	0,04	1,88	0,02	1,87	0,03
2,21	2040	3,69	0,42	3,67	0,44	3,69	0,42	3,64	0,47
	2100	3,91	0,20	3,89	0,22	3,93	0,18	3,90	0,21

a Relativamente ao ano de início da simulação (2020)

Sem adição de composto, os valores da emissão de CO₂ situam-se dentro da mesma ordem de grandeza nas projeções climáticas, variando de 1,86 t C/(ha*ano) e 1,87 t C/(ha*ano) na projeção *RCP 4.5* e de 1,87 t C/(ha*ano) para 1,88 t C/(ha*ano) na projeção *RCP 8.5*, nos solos da Apúlia e Aguçadoura, respetivamente, ao longo de 80 anos (Tabela 53).

A adição de 2,21 t C/(ha*ano) duplica a emissão, em comparação com a não adição de composto, ou seja, passa de 1,86 t C/(ha*ano) e 1,87 t C/(ha*ano) para 3,89 t C/

(ha*ano) e 3,91 t C/ (ha*ano), na projeção *RCP 4.5*, e de 1,87 t C/ (ha*ano) e 1,88 t C/(ha*ano) para 3,90 t C/(ha*ano) e 3,93 t C/(ha*ano), na projeção *RCP 8.5*, nos solos da Apúlia e Aguçadoura, respetivamente, ao longo de 80 anos (Tabela 53).

Estes valores de emissão de CO₂ são inferiores no solo da Apúlia, relativamente ao solo da Aguçadoura. E, conseqüentemente, o aumento anual de COS no período de 80 anos é superior no solo da Apúlia.

B - Vinhas

i) Solo Aguçadoura – Projeções IPMA, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*

Sem adição de compostado para o cultivo das vinhas, o valor da projeção IPMA ao longo dos 80 anos, é cerca de 2,18 t C/(ha*ano), na projeção *RCP 4.5*. Na projeção *RCP 8.5*, os valores são, respetivamente, 2,11 t C/(ha*ano) e 2,14 t C/(ha*ano).

Tabela 54. Variação anual da emissão de CO₂ e de COS em função da DC no cultivo da vinha^a, no solo da Aguçadoura, segundo as projeções *RCP 4.5* e *RCP 8.5*.

Adição de compostado t C/(ha*ano)	Ano	t C/(ha*ano)					
		IPMA		<i>RCP 4.5</i>		<i>RCP 8.5</i>	
		CO ₂	COS	CO ₂	COS	CO ₂	COS
0	2040	2,19	-0,03	2,09	0,07	2,07	0,09
	2100	2,18	-0,02	2,11	0,03	2,14	0,02
2,21	2040	4,08	0,29	3,90	0,47	3,88	0,49
	2100	4,24	0,13	4,14	0,23	4,17	0,20

^a Relativamente ao ano de início da simulação (2020)

A partir da análise da tabela 54, que ilustra o cultivo de vinha, é possível verificar que, adicionando a dose de compostado 2,21 t C/(ha*ano), o CO₂ emitido aumenta ligeiramente ao longo do tempo, sendo o seu valor é similar nas duas projeções climáticas *RCP 4.5* e *RCP 8.5*., ou seja, de 4,14 t C/(ha*ano) e 4,17 t C/(ha*ano), no período de 80 anos e de 4,24 t C/(ha*ano) para a projeção IPMA. No entanto, os valores são superiores aos do cultivo dos produtos hortícolas (Tabela 53).

A variação anual de COS, maior nos primeiros 20 anos, diminuindo depois até ao final do século, está em concordância com o facto de que a perda de COS se verifica com

o aumento de emissão de CO₂ nas duas situações, sem e com adição de compostado. Não obstante, na projeção IPMA, sem adição de carbono, há perda de solo ao longo dos 80 anos.

ii) Solos da Aguçadoura e da Apúlia - Projeções *RCP 4.5* e *RCP 8.5*

Os valores da emissão de CO₂, no solo da Apúlia, sem adição de compostado, situam-se dentro da mesma ordem de grandeza nas projeções climáticas, variando entre 2,11 t C/(ha*ano) e 2,13 t C/(ha*ano), respetivamente, nas projeções *RCP 4.5* e *RCP 8.5*, no período de 80 anos.

A adição de 2,21 t C/(ha*ano) duplica a emissão, em comparação com a não adição de compostado, ou seja, passa de 2,11 t C/ (ha*ano) e 2,13 t C/(ha*ano) para 4,11 t C/ (ha*ano) e 4,14 t C/ (ha*ano). Nas projeções *RCP 4.5*, no *RCP 8.5*, os valores passam de 2,13 t C/ (ha*ano) e 2,14 t C/(ha*ano) para 4,14 t C/ (ha*ano) e 4,17 t C/ (ha*ano), no solo da Apúlia e Aguçadoura, respetivamente. Os valores de emissão de CO₂ no solo da Apúlia são inferiores, relativamente aos do solo da Aguçadoura, embora a variação do COS seja superior no solo da Apúlia.

Tabela 55. Variação anual da emissão de CO₂ e de COS em função da DC no cultivo de vinha^b, nos solos da Aguçadoura e da Apúlia, segundo as projeções *RCP 4.5* e *RCP 8.5*.

Adição de compostado t C/(ha*ano)	Ano	t C/(ha*ano)							
		<i>RCP 4.5</i>				<i>RCP 8.5</i>			
		Aguçadoura		Apúlia		Aguçadoura		Apúlia	
		CO ₂	COS	CO ₂	COS	CO ₂	COS	CO ₂	COS
0	2040	2,09	0,07	2,07	0,09	2,07	0,09	2,05	0,11
	2100	2,13	0,03	2,11	0,05	2,14	0,02	2,13	0,03
2,21	2040	3,90	0,47	3,88	0,49	3,88	0,49	3,83	0,54
	2100	4,14	0,23	4,11	0,26	4,17	0,20	4,14	0,23

^b Relativamente ao ano de início da simulação (2020)

Em todas as simulações realizadas é possível verificar que, a emissão de CO₂ é mais baixa quando não é adicionado compostado, pelo facto de não haver adição de matéria orgânica, existindo somente a respiração do solo, mantendo-se a emissão de CO₂ em cerca de 2 t C/(ha*ano).

O aumento da adição de compostado aumenta a emissão de CO₂, mas em valor inferior ao valor de compostado adicionado. É possível verificar que o CO₂ emitido aumenta ligeiramente ao longo do tempo, ou seja, ao contrário da variação anual de COS, que é maior nos primeiros 20 anos, diminuindo depois até ao final do século, em qualquer uma das simulações realizadas (Tabela 55). Adicionalmente, verificou-se que na adição de carbono orgânico no solo, na forma de compostado, parte deste fica retido no solo e outra parte é libertado para a atmosfera, através da emissão de CO₂.

As emissões de CO₂, ao longo do período em questão, estão relacionadas com a mineralização da matéria orgânica e a respiração do solo. A emissão de CO₂ aumenta com o aumento da adição de compostado no solo, pois existe maior adição de matéria orgânica no solo para ser decomposta. Alves (2011) refere que o quociente metabólico, expresso em quantidade de CO₂ libertado pela quantidade de carbono de biomassa, em função do tempo, representa a taxa de respiração específica da biomassa microbiana.

5.4. Outros compartimentos ativos (MVR, *HUM* e *BIO*)

5.4.1. Solo Aguçadoura

A- Produtos hortícolas

Conforme referido anteriormente, o programa RothC além dos parâmetros já mencionados, também permite simular valores para a MVR, *HUM* e *BIO*. O extrato dos dados obtidos na simulação do presente estudo, relativos aos dois compartimentos ativos, MVR e *HUM*, considerando as três projeções de dados climáticos, sem adição de compostado e com adição das diferentes dosagens de compostado, para o período de tempo de 20 e 80 anos, apresenta-se a seguir.

Os valores da MVR e *HUM* variam proporcionalmente com a dosagem de compostado no solo, ou seja, são tanto maiores, quanto maior a dosagem de compostado. O aumento destes compartimentos ativos, ao longo do tempo, acompanha o aumento das dosagens de compostado, exceto na primeira projeção, IPMA, em que não há adição de compostado no solo. Contudo, nas outras duas projeções *RCP 4.5* e *RCP 8.5*, o MVR aumenta sem adição de compostado, só havendo os resíduos vegetais. A justificação para esta proporcionalidade reside no facto da entrada de matéria orgânica ser superior à

velocidade de decomposição, resultando num aumento líquido do valor MVR, já verificado por Xu et al. (2011, 2016). Na tabela 56 encontram-se o extrato dos valores, MVR, obtidos de acordo com as dosagens, na cultura de produtos hortícolas.

Tabela 56. Valores de MVR em função das DC no cultivo de produtos hortícolas – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.

Adição de composto t C/(ha*ano)	Ano	IPMA	RCP 4.5	RCP 8.5
		t C/ha	t C/ha	t C/ha
0	2020	2,37	2,58	2,55
	2040	2,23	3,13	3,15
	2100	2,14	3,28	2,63
2,21	2020	3,18	3,45	3,41
	2040	4,96	7,08	7,15
	2100	4,76	7,48	5,96
4,42	2020	3,98	4,32	4,27
	2040	7,70	11,04	11,15
	2100	7,37	11,67	9,29
6,63	2020	4,78	5,19	5,13
	2040	10,43	14,99	15,16
	2100	9,99	15,86	12,62

Os valores de MVR, nos primeiros 20 anos, aumentam mais do que nos 60 anos seguintes, o que se pode justificar pelo facto de a matéria resistente à decomposição ir diminuindo, durante o tempo de permanência no solo. Outro motivo, para os valores superiores de MVR será o aumento da precipitação nas três projeções climáticas (Tabela 56).

O valor de *HUM* aumenta, de forma constante, com as dosagens e ao longo de tempo, até ao final do século, sem adição de composto, exceto na projeção IPMA. Na projeção IPMA o valor de *HUM* diminui, tendo-se verificado perda de carbono. Nas restantes simulações, com as outras projeções climáticas, mesmo só com a adição dos resíduos vegetais, o valor da matéria humificada aumenta até ao final do século (Tabela 57).

Tabela 57. Valores de *HUM* em função das DC no cultivo de produtos hortícolas – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*.

Adição de compostado t C/(ha*ano)	Ano	IPMA	<i>RCP 4.5</i>	<i>RCP 8.5</i>
		t C/ha	t C/ha	t C/ha
0	2020	8,90	8,93	8,93
	2040	8,67	9,55	9,54
	2100	8,24	10,33	10,16
2,21	2020	9,06	9,09	9,09
	2040	12,54	13,55	13,54
	2100	17,40	21,12	20,82
4,42	2020	9,22	9,24	9,24
	2040	16,41	17,55	17,54
	2100	26,56	31,92	31,49
6,63	2020	9,38	9,39	9,39
	2040	20,27	21,55	21,54
	2100	35,72	42,70	42,15

Na tabela 58 é apresentado o extrato dos valores percentuais obtidos, relativamente ao COS, de acordo com as dosagens, na cultura de produtos hortícolas - MVR e *HUM*.

Conforme se pode verificar na tabela 58, com ou sem adição de compostado, a relação percentual relativa do carbono orgânico no solo, nos compartimentos ativos MVR, aumenta com o aumento da adição da dosagem, nos primeiros 20 anos, embora diminua até 2100. Já a *HUM* aumenta sempre. Contudo, na projeção IPMA, sem adição de compostado no solo, MVR diminui, até ao final do século.

Tabela 58. Percentagem de MVR e *HUM* relativo ao COS em função das DC no cultivo de produtos hortícolas – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*.

Adição de compostado t C/(ha*ano)	Ano	IPMA		<i>RCP 4.5</i>		<i>RCP 8.5</i>	
		MVR	<i>HUM</i>	MVR	<i>HUM</i>	MVR	<i>HUM</i>
0	2020	19	70	20	69	20	69
	2040	18	71	22	68	22	68
	2100	18	70	22	69	19	72
2,21	2020	23	66	25	65	24	65
	2040	26	66	32	61	32	60
	2100	20	73	25	70	21	73
4,42	2020	27	63	29	61	28	61
	2040	30	63	36	57	36	57
	2100	21	74	26	70	22	74
6,63	2020	30	60	32	58	32	58
	2040	32	62	39	55	39	55
	2100	21	75	26	70	22	74

A *HUM*, em termos percentuais, mantém um valor similar nas várias projeções, embora o seu valor seja maior na projeção IPMA, sem adição de compostado, nos primeiros 20 anos, e menor no final do século, relativamente às outras projeções. Pardo et al (2017) sugerem que esta matéria humificada resulta da decomposição da matéria vegetal decomponível e resistente, a qual também produz biomassa microbiana.

No solo da Aguçadoura, o MVR, considerando o COS, sem adição de compostado, apresenta um valor de 18% para os produtos hortícolas, e em relação ao *HUM*, os valores situam-se entre os 70% e os 80% (Tabela 58). Com a adição de compostado, os valores de MVR situam-se na ordem dos 20% e os valores de *HUM* situam-se entre os 60 e os 70%, em todas as projeções climáticas.

No trabalho realizado nas pradarias da Irlanda, por Xu et. al (2011), o valor de MVR situava-se nos 16% e o valor de *HUM* nos 80%, valores que se apresentam alinhados com os simulados no presente trabalho, estando situados no mesmo intervalo de confiança.

Na tabela 59 estão dispostos os resultados dos compartimentos *BIO*, para a projeção dos dados climáticos, nos vários cenários das dosagens simuladas, no período de tempo de 20 e 80 anos.

Pelos resultados apresentados (Tabela 59), é possível verificar que, em todas as projeções climáticas quando há adição de compostado, a matéria orgânica entra em decomposição, dando origem à matéria humificada e à emissão de CO₂, conforme já constatado anteriormente. Para qualquer dosagem, o valor mantém-se dentro da mesma ordem de grandeza para cada projeção climática, diminuindo, contudo, no final do século. A entrada de matéria orgânica aumenta a biomassa microbiana, que representa uma fonte de nutrientes para as plantas, e apresenta o valor esperado, de acordo com a literatura, isto é, de 2% do carbono orgânico no solo (Xu et al. 2011).

Tabela 59. Valores de *BIO* em função da DC no cultivo de produtos hortícolas – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*.

Adição de compostado t C/(ha*ano)	Ano	IPMA		<i>RCP 4.5</i>		<i>RCP 8.5</i>	
		t C/ha	% relativa a COS	t C/ha	% relativa a COS	t C/ha	% relativa a COS
0	2020	0,23	1,9	0,25	1,96	0,25	1,93
	2040	0,22	2,0	0,30	2,11	0,30	2,12
	2100	0,21	2,0	0,31	2,08	0,26	1,81
2,21	2020	0,29	2,3	0,32	2,26	0,31	2,25
	2040	0,43	2,6	0,60	2,67	0,60	2,68
	2100	0,43	2,1	0,65	2,13	0,53	1,86
4,42	2020	0,35	2,4	0,38	2,52	0,38	2,53
	2040	0,64	2,47	0,90	2,94	0,91	2,96
	2100	0,64	1,79	0,98	2,14	0,80	1,87
6,63	2020	0,42	2,68	0,45	2,72	0,45	2,79
	2040	0,85	2,60	1,20	3,08	1,21	3,09
	2100	0,86	1,77	1,31	2,14	1,07	1,88

B – Vinhas

As tabelas 60, 61, 62 e 63 apresentam os extratos dos valores obtidos para os compartimentos ativos de *MVR*, *HUM* e *BIO*, e as suas percentagens relativamente ao COS.

Os valores percentuais *MVR* são superiores e os de *HUM* são ligeiramente inferiores, relativamente aos valores percentuais registados para o cenário dos produtos hortícolas, o que se poderá justificar, pelo facto da videira representar um material mais resistente à decomposição

Tabela 60. Valores de *MVR* em função das DC no cultivo da vinha – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*.

Adição de compostado t C/(ha*ano)	Ano	IPMA	<i>RCP 4.5</i>	<i>RCP 8.5</i>
		t C/ha	t C/ha	t C/ha
0	2020	3,95	4,25	4,23
	2040	3,65	5,01	5,21
	2100	3,44	5,21	4,42
2,21	2020	4,80	5,16	5,14
	2040	6,96	9,62	10,02
	2100	6,57	10,08	8,54

Tabela 61. Valores de *HUM* em função das DC no cultivo da vinha – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.

Adição de compostado t C/(ha*ano)	Ano	IPMA	RCP 4.5	RCP 8.5
		t C/ha	tC/ha	tC/ha
0	2020	11,85	11,88	11,88
	2040	11,54	12,54	12,58
	2100	10,86	13,53	13,30
2,21	2020	12,01	12,03	12,03
	2040	15,48	16,57	16,61
	2100	20,79	25,11	24,70

Tabela 62. Percentagem de MVR e *HUM* relativo ao COS em função das DC no cultivo da vinha – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.

Adição de compostado t C/(ha*ano)	Ano	IPMA		RCP 4.5		RCP 8.5	
		MVR	<i>HUM</i>	MVR	<i>HUM</i>	MVR	<i>HUM</i>
0	2020	23	68	24	67	24	67
	2040	22	69	26	66	27	65
	2100	22	69	26	67	23	69
2,21	2020	26	65	27	64	27	64
	2040	29	64	34	59	35	58
	2100	23	72	27	68	24	70

Tabela 63. Valores de *BIO* em função da DC no cultivo da vinha – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.

Adição de compostado t C/(ha*ano)	Ano	IPMA		RCP 4.5		RCP 8.5	
		t C/ha	% relativa a COS	t C/ha	% relativa a COS	t C/ha	% relativa a COS
0	2020	0,31	1,8	0,33	1,9	0,33	1,9
	2040	0,29	1,7	0,38	2,0	0,40	2,1
	2100	0,27	1,7	0,40	2,0	0,35	1,8
2,21	2020	0,37	2,0	0,40	2,3	0,40	2,1
	2040	0,54	2,2	0,73	2,6	0,76	2,7
	2100	0,53	2,0	0,79	2,1	0,68	1,9

Verifica-se, conforme o expectável, que o valor percentual da *BIO* relativamente ao COS varia entre os 2% e 3%, conforme os estudos de (Xu *et. al*, 2011)

5.4.2. Solo Apúlia

A – Produtos hortícolas

A tabela 64 apresenta o extrato dos valores dos compartimentos *HUM*, *BIO* e *MVR* para o solo da Apúlia, sem adição de compostado e para a adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano), para a projeção climática *RCP* 4.5, e a respetiva percentagem relativamente ao COS para o cultivo hortícola. Os valores de *MVR*, sem adição de compostado, iniciam em 24% em 2020 e 2100 sobem para 25% e os valores de *HUM* mantêm-se nos 67%. Com a adição de 2,21 t C/(ha*ano), os valores de *MVR* variam desde 28 % (ano 2020) até 34% (ano 2040), descendo depois para 27% (anos 2100). Os valores de *HUM*, em 2020, têm o valor percentual de 67 e sobem, no final do século, para 68%, ocorrendo um aumento da matéria humificada. Os valores da *BIO* mantêm-se nos 2%.

Tabela 64. Valores de *MVR*, *BIO* e *HUM* em função das DC no cultivo de produtos hortícolas - -Apúlia – Projeção *RCP* 4.5.

Adição de compostado t C/(ha*ano)	Ano	MVR		BIO		HUM	
		t C/ha	%	t C/ha	%	t C/ha	%
0	2020	2,60	24	0,26	2	8,95	67
	2040	3,13	26	0,32	2	9,81	66
	2100	3,39	25	0,35	2	11,09	67
2,21	2020	3,48	28	0,33	2	9,11	64
	2040	7,09	34	0,64	3	14,06	60
	2100	7,36	27	0,69	2	31,82	68

A tabela 65 apresenta o extrato de valores dos compartimentos *HUM*, *BIO* e *MVR* para o solo da Apúlia, sem adição de compostado e para a adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano), para a projeção climática *RCP* 8.5 e respetiva percentagem relativamente ao COS, para o cultivo dos produtos hortícolas.

Os valores de *MVR*, sem adição de compostado, iniciam em 20%, em 2020 e, em 2100, descem para 18%. Os valores de *HUM* sobem de 69% (ano 2020) para 73% (ano 2100). Com a adição de 2,21 t C/(ha*ano), os valores de *MVR* variam desde 25 % (ano 2020) até 32% (ano 2040), descendo depois para 20% (anos 2100). Os valores de *HUM*, em 2020, têm o valor percentual de 65 e sobem, no final do século, para 74%, havendo aumento da matéria humificada. Os valores da *BIO* mantêm-se nos 2%.

Tabela 65. Valores de MVR, BIO e HUM em função das DC no cultivo de produtos hortícolas -Apúlia – Projeção RCP 8.5.

Adição de composto t C/(ha*ano)	Ano	MVR		BIO		HUM	
		t C/ha	%	t C/ha	%	t C/ha	%
0	2020	2,58	20	0,26	2	8,95	69
	2040	3,04	21	0,31	2	10,19	69
	2100	2,71	18	0,28	2	11,03	73
2,21	2020	3,45	25	0,33	2	9,11	65
	2040	7,55	32	0,68	3	14,11	60
	2100	6,15	20	0,59	2	22,64	74

B - Vinhas

As tabelas 66 e 67 apresentam o extrato de valores dos compartimentos *HUM*, *BIO* e *MVR* para o solo da Apúlia, sem adição de composto e para a adição de composto de 2,21 t C/(ha*ano), para as projeções climáticas *RCP* 4.5 e *RCP* 8.5 e seus valores percentuais relativos ao COS, no cultivo das vinhas.

A biomassa microbiana apresenta o valor esperado, de acordo com a literatura, situando-se nos 2% (Xu *et. al*, 2011), tal como nos produtos hortícolas. Os outros compartimentos, *MVR* e *HUM*, estão dentro da mesma ordem de grandeza, em todas as projeções. Os valores de *MVR* variam entre 22% e 35%, que podem ser relacionados com os valores de *MVR* de 20% de Xu et al. (2011). Os valores de *HUM* variam entre 50% e 71%, os quais são correlacionáveis com os 70% sugeridos por Xu et al. (2011).

Tabela 66. Valores de MVR, BIO e HUM em função da DC no cultivo de vinha -Apúlia – Projeção RCP 4.5.

Adição de composto t C/(ha*ano)	Ano	MVR		BIO		HUM	
		t C/ha	%	t C/ha	%	t C/ha	%
0	2020	4,29	24	0,34	2	11,90	69
	2040	5,02	26	0,41	2	12,86	66
	2100	5,39	25	0,45	2	14,47	67
2,21	2020	5,21	28	0,41	2	12,05	64
	2040	9,64	34	0,79	3	17,12	58
	2100	10,46	27	0,88	2	26,87	71

Tabela 67. Valores de MVR, BIO e HUM em função da DC no cultivo de vinha - Apúlia – Projeção RCP 8.5.

Adição de compostado t C/(ha*ano)	Ano	MVR		BIO		HUM	
		t C/ha	%	t C/ha	%	t C/ha	%
0	2020	4,23	24	0,33	2	11,88	67
	2040	5,21	27	0,40	2	12,58	65
	2100	4,42	22	0,35	2	13,30	70
2,21	2020	5,14	28	0,40	2	12,03	64
	2040	10,02	35	0,76	3	16,71	58
	2100	8,54	24	0,68	2	35,07	71

Nos primeiros 20 anos, os valores percentuais relativos ao COS, da matéria vegetal resistente (MVR) aumentam e na matéria orgânica humificada (HUM) diminuem. Após este tempo e no período em análise, no final dos 60 anos seguintes, verifica-se que os valores MVR diminuem e os de HUM aumentam, pois, a mineralização liberta nutrientes que contribuem para a formação de matéria humificada.

5.4.3. Comparação dos compartimentos ativos MVR, HUM e BIO no solo da Apúlia e no solo Aguçadoura

5.4.3.1. Solo da Aguçadoura

Os valores percentuais de MVR, relativamente ao COS, são maiores no cultivo da vinha, comparativamente ao cultivo dos produtos hortícola e os valores de HUM são menores, no solo da Aguçadoura. Na cultura da vinha, a matéria resistente à decomposição é superior, comparativamente ao cultivo dos produtos hortícolas.

A biomassa microbiana do solo da Aguçadoura, situa-se entre 2% e 3% do carbono orgânico total, nos cenários dos produtos de vinha e nos produtos hortícolas.

5.4.3.2. Solo da Apúlia

Os valores percentuais de MVR, relativamente ao COS, são similares no cultivo da vinha, comparativamente ao cultivo dos produtos hortícolas, e os valores de HUM são menores, no solo da Apúlia, no final do século. Esta relação, tal como no solo da

Aguçadoura, significa que, no caso da cultura da vinha, a matéria resistente à decomposição é superior, comparativamente ao cultivo dos produtos hortícolas, tal como já foi referido por Pardo et al. (2017).

A biomassa microbiana do solo da Apúlia e do solo da Aguçadoura, situa-se entre 2% e 3% do carbono orgânico total, nos cenários dos produtos de vinha e nos produtos hortícolas, o que está de acordo com os resultados obtidos por Xu et al. (2011) e por Weil e Brady (2017).

5.4.3.3. Comparação dos compartimentos ativos no solo da Apúlia e no solo Aguçadoura

Na figura 66 é possível observar como evolui o COS, sem adição de composto, nos dois tipos de solo, nos dois cenários de cultivo, nas várias projeções climáticas.

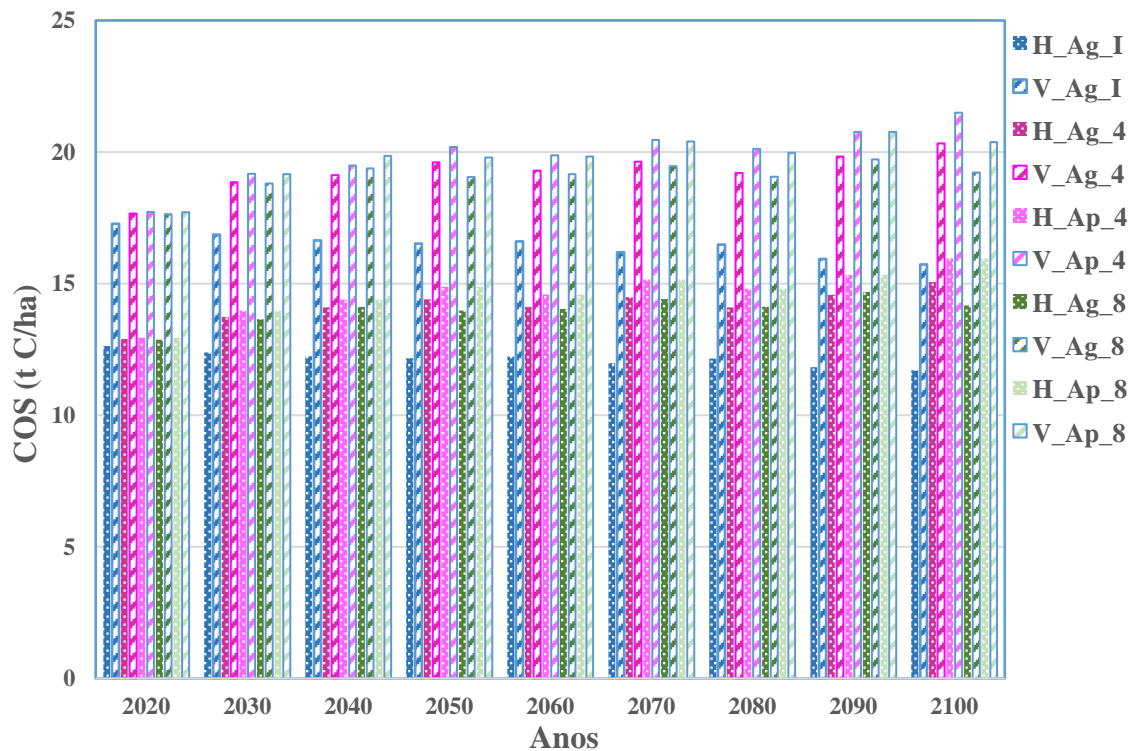


Figura 66. Valores de COS até ao final do século, sem adição de composto – Aguçadoura e Apúlia, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5. H – Hortícolas, Ag – Aguçadoura, Ap – Apúlia; I – IPMA, 4 – RCP 4.5, 8 – RCP 8.5

Na figura 67 está representada, em percentagem relativa ao COS, os outros compartimentos ativos: Material Vegetal Resistente (MVR), *Microbial Biomass* (BIO), *Humified OM* (HUM) – sem adição de compostado.

No final do século, sem adição de compostado, verifica-se que o cenário mais favorável é o das vinhas, no solo da Apúlia, na projeção climática RCP 4.5, atingindo o valor de 21,50 t C/ha. O cenário menos favorável é o verificado com a projeção IPMA, durante o qual ocorre uma perda de COS, no solo da Aguçadoura, no cultivo hortícola.

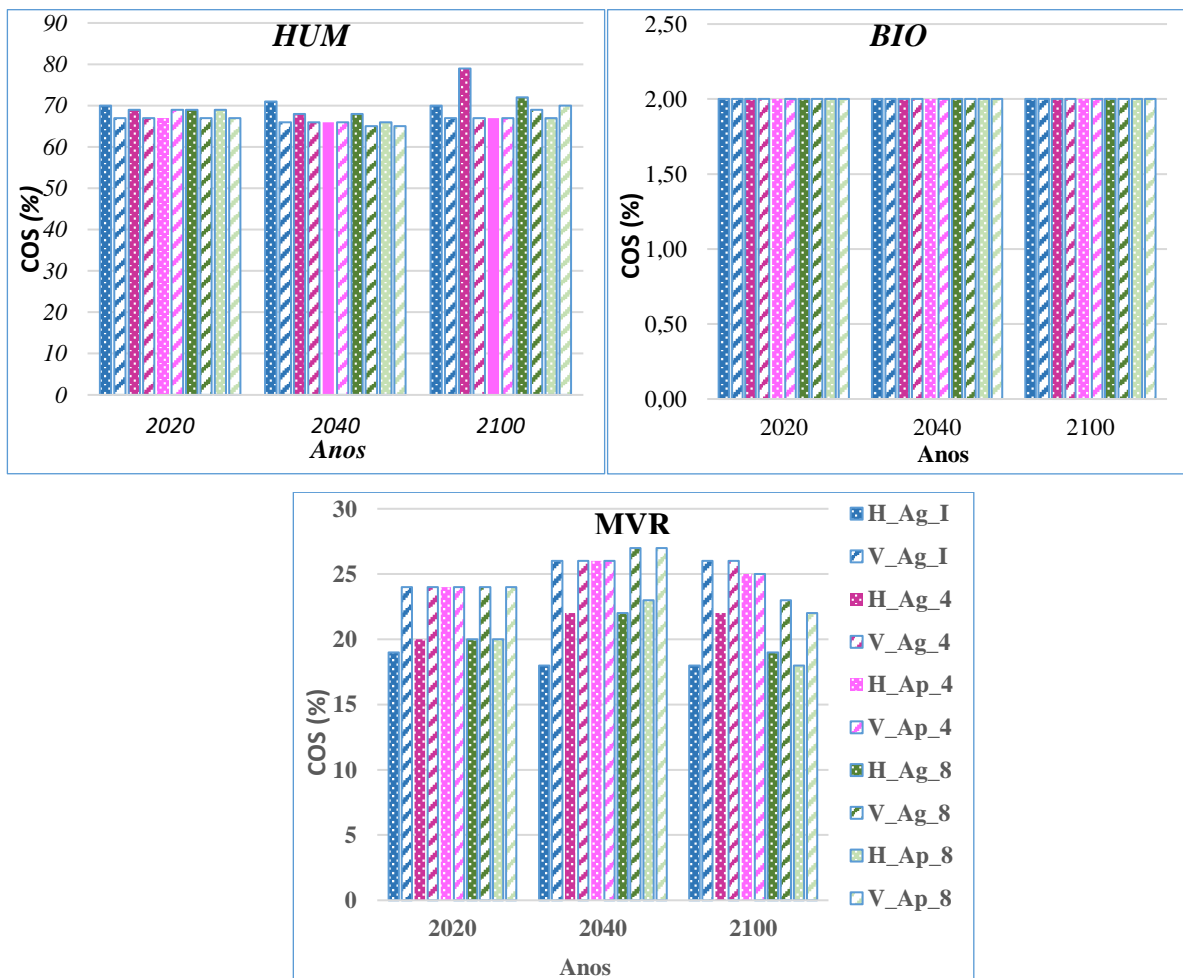


Figura 67. Valores de COS, determinados em percentagem relativa, dos compartimentos *HUM*, *BIO* e *MVR* - Aguçadoura e Apúlia, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5. H – Hortícolas, Ag – Aguçadoura, Ap- Apúlia, I – IPMA, 4 – RCP 4.5, 8 – RCP 8.5

Na figura 68 apresentam-se os valores obtidos do COS nos dois tipos de solo, na Aguçadoura e na Apúlia, nas várias projeções climáticas, com adição de 2,21 t C/(ha*ano). No final do século, com a adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) verifica-se que o cenário mais favorável é o das vinhas, no solo da Apúlia, na projeção

climática *RCP 4.5*, no qual o valor de COS é de 39,40 t C/ha. O cenário menos favorável é identificado com a projeção IPMA, apresentando um valor de COS de 23,7 t C/ha, no solo da Aguçadoura com cultivo hortícola.

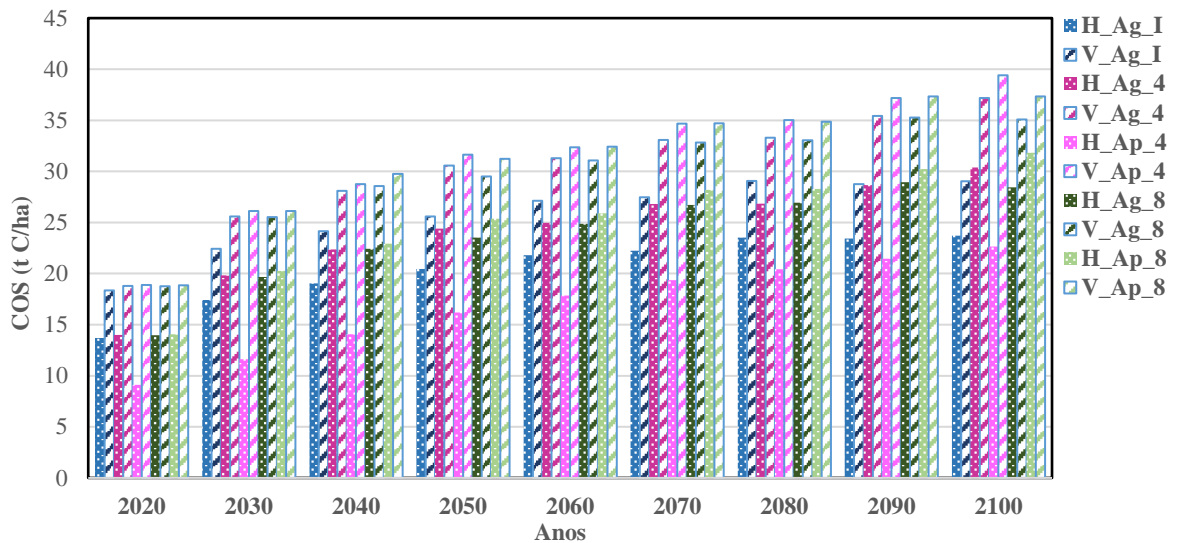


Figura 68. Valores de COS até ao final do século com adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) – Aguçadoura e Apúlia, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5. H - Hortícolas, Ag – Aguçadoura, Ap – Apúlia; I – IPMA, 4 – RCP 4.5, 8 - RCP 8.5.

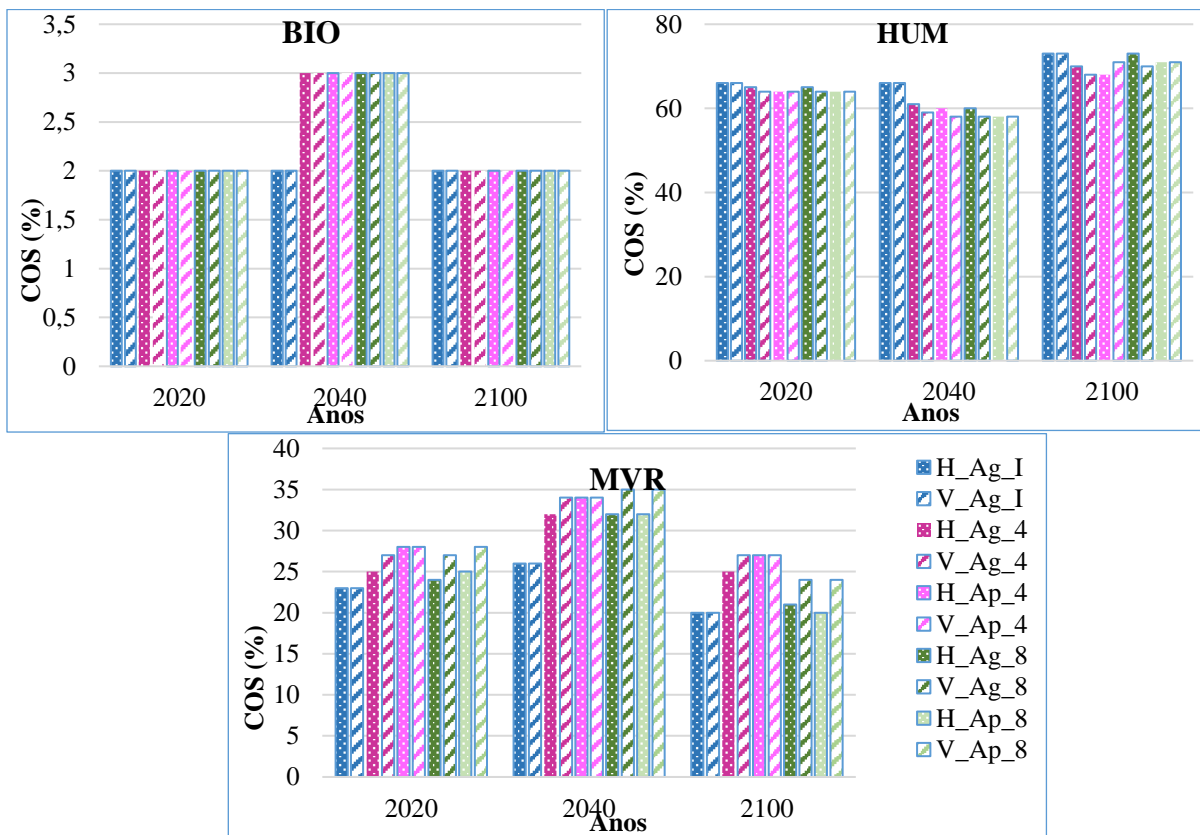


Figura 69. Valores de COS, determinados em percentagem relativa, dos compartimentos *HUM*, *BIO* e *MVR*, com adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) - Aguçadoura e Apúlia, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5. H - Hortícolas, Ag – Aguçadoura, Ap – Apúlia; I – IPMA, 4 – RCP 4.5, 8 - RCP 8.5

A figura 70 apresenta o valor de COS obtido para o solo da Aguçadoura, nas três projeções climáticas, com a adição de composto de 4,42 t C/(ha*ano), no cultivo de produtos hortícolas.

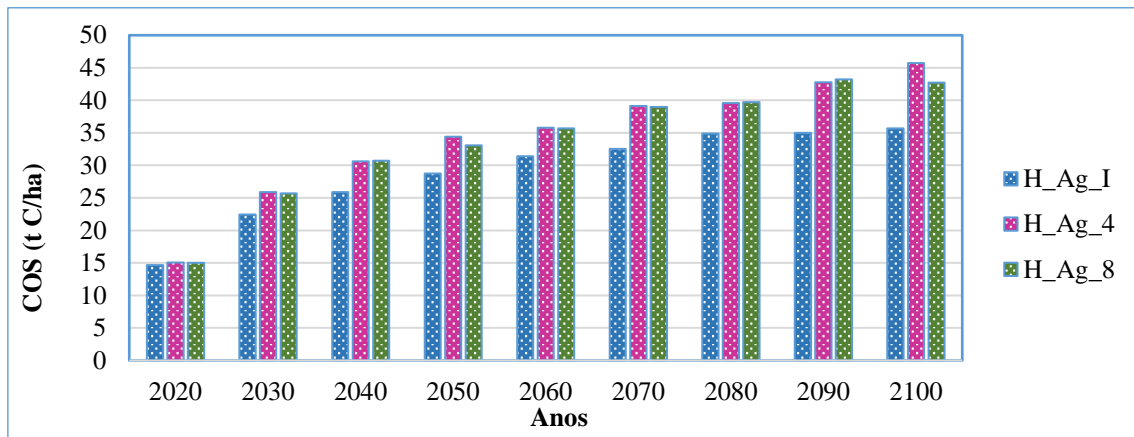


Figura 70. Valores de COS até ao final do século com adição de composto de 4,42 t C/(ha*ano) – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5. H - Hortícolas, Ag – Aguçadoura, I – IPMA, 4 – RCP 4.5, 8 - RCP 8.5.

A figura 71 apresenta a percentagem relativa ao COS de outros compartimentos ativos: Material Vegetal Resistente (MVR), *Microbial Biomass* (BIO), *Humified OM* (HUM), com adição de composto de 4,42 t C/(ha*ano), para o solo da Aguçadoura. No final do século, com a adição de composto de 4,42 t C/(ha*ano), em que apenas se ensaiou o cultivo dos produtos hortícolas, no solo da Aguçadoura, o valor mais favorável foi identificado na simulação da projeção climática RCP 4.5, atingindo-se o valor de 45,17 t C/ha, sendo a menos favorável a projeção IPMA, no valor de 35,69 t C/ha.

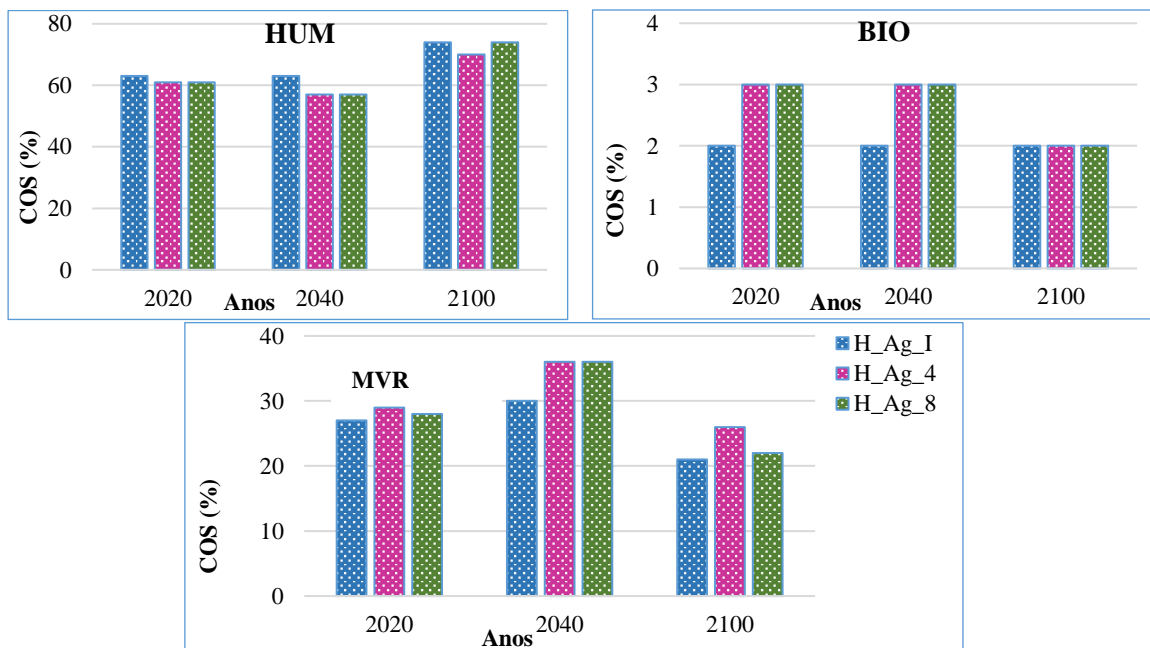


Figura 71. Valores de COS, determinados em percentagem relativa, dos compartimentos HUM, BIO e MVR, com adição de composto de 4,42 t C/(ha*ano) - Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5. Legenda: H - Hortícolas, Ag – Aguçadoura, I – IPMA, 4 – RCP 4.5, 8 - RCP 8.5.

A figura 72 apresenta os valores de COS obtidos no solo da Aguçadoura, nas três projeções climáticas, com a adição de composto de 6,63 t C/(ha*ano), no cultivo de produtos hortícolas.

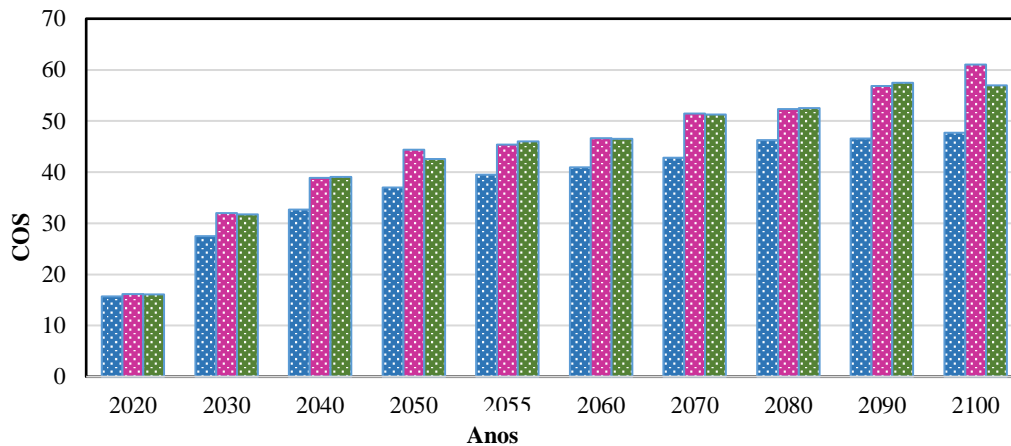


Figura 72. Valores de COS até ao final do século com adição de composto de 6,63 t C/(ha*ano) Aguçadoura segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5. H - Hortícolas, Ag – Aguçadoura, I – IPMA, 4 – RCP 4.5, 8 - RCP 8.5.

No final do século, com a adição de composto de 6,63 t C/(ha*ano), em que apenas se ensaiou o cultivo de produtos hortícolas no solo da Aguçadoura, o valor mais favorável foi identificado na projeção climática RCP 4.5 (61,03 t C/há) e a menos favorável foi identificada na projeção IPMA (47,69 t C/há) (Figura 72).

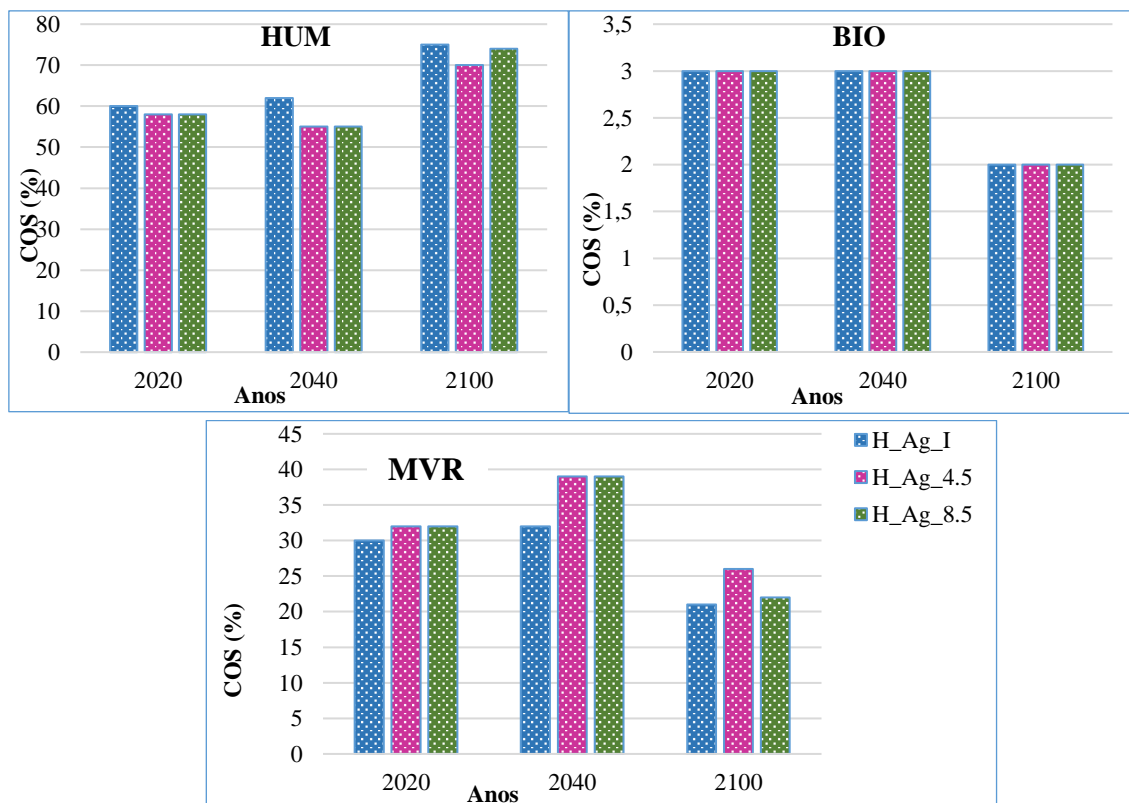


Figura 73. Valores de COS, determinados em percentagem relativa, dos compartimentos HUM, BIO e MVR, com adição de composto de 6,63 t C/(ha*ano)- Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5. Legenda: H - Hortícolas, Ag – Aguçadoura, I – IPMA, 4 – RCP 4.5, 8 - RCP 8.5.

5.5. Discussão

5.5.1. Influência da argila num solo arenoso no armazenamento do COS

Estima-se que o solo mais argiloso apresenta maior armazenamento de carbono orgânico no solo, quer no cultivo de produtos hortícolas, quer no cultivo da vinha, o que, consequentemente, representa uma menor emissão de CO₂. No cultivo dos produtos hortícolas, a emissão de CO₂ é superior, embora de forma ligeira, relativamente ao cultivo das vinhas. A emissão também é ligeiramente superior no solo da Aguçadoura em relação ao solo da Apúlia, em qualquer tipo de cultivo nas diferentes projeções climáticas, o que está de acordo com o aumento do armazenamento de COS. Estima-se que uma maior emissão de CO₂ implicará um menor armazenamento do carbono, conforme se verifica nos dois cultivos, nas várias projeções climáticas nos dois solos. Também se estima que solo mais argiloso armazena maior quantidade de carbono orgânico no solo e o mesmo apresenta menor emissão de CO₂, nos dois cenários e nas várias projeções climáticas (Figura 74).

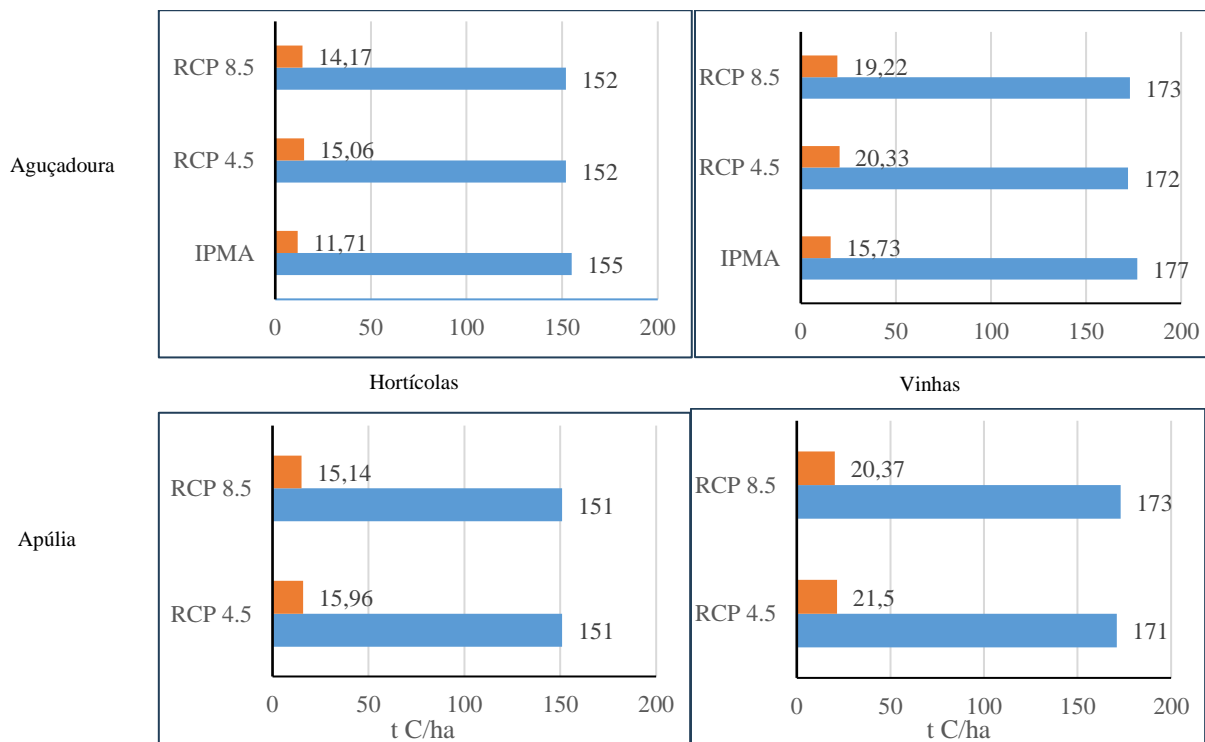


Figura 74. Emissão de CO₂ (laranja) e COS armazenado (azul) até ao final do século, sem adição de compostado, no cultivo dos produtos hortícolas e da vinha, nos solos da Aguçadoura e da Apúlia, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.

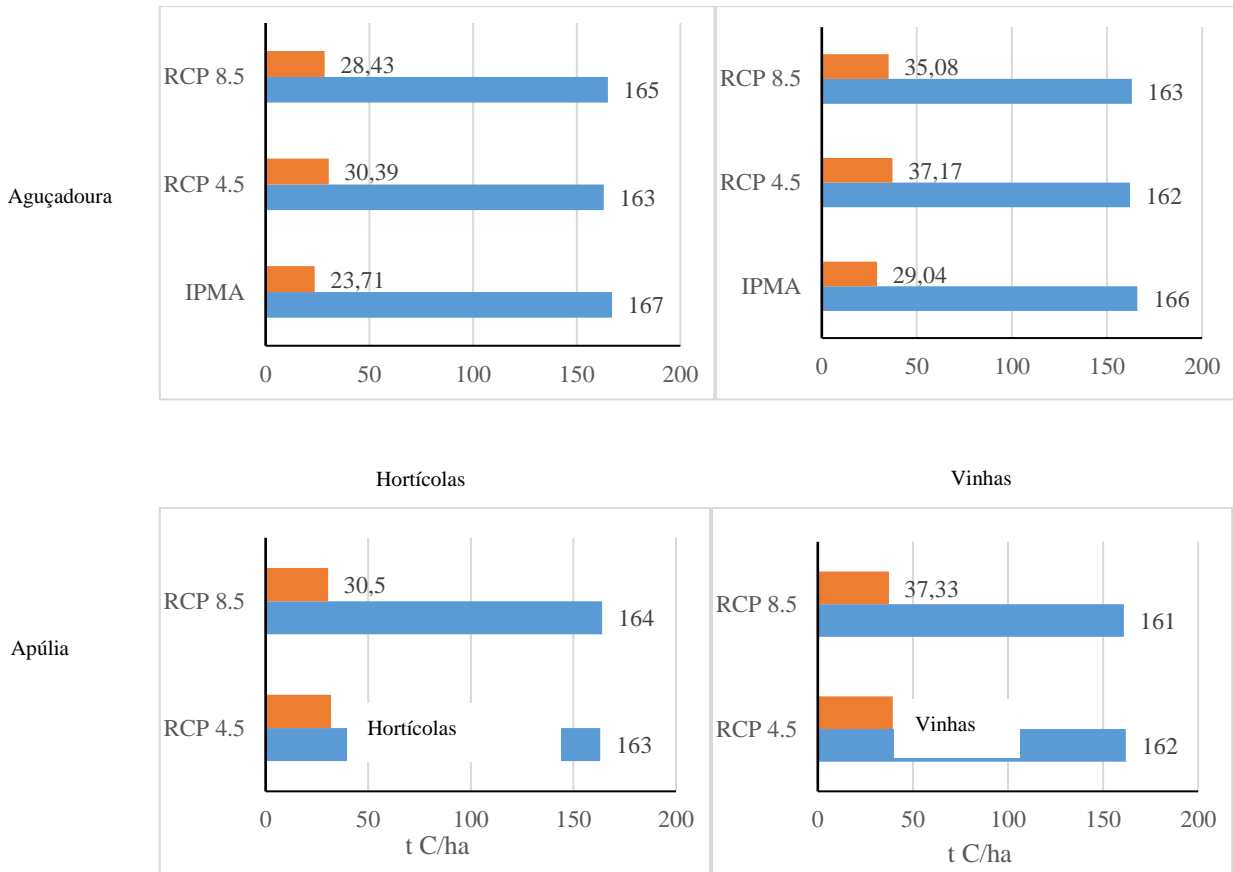


Figura 75. Emissão de CO₂ (laranja) e COS armazenado (azul) até ao final do século – com adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) no cultivo dos produtos hortícolas e da vinha, nos solos da Aguçadoura e da Apúlia, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.

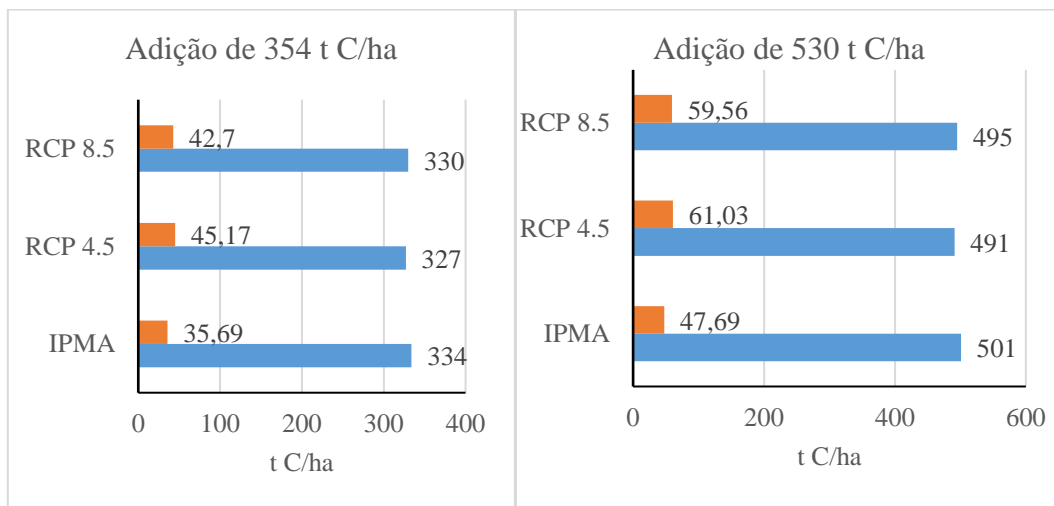


Figura 76. Emissão de CO₂ (laranja) e COS armazenado (azul) até ao final do século, com adição de compostado de 354 t C/ha e 530 t C/ha, no cultivo de produtos hortícolas, no solo da Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.

A - Produtos hortícolas

No cultivo dos produtos hortícolas e com a adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano), verifica-se um aumento no armazenamento, de cerca de 16,4 t C/ha (30,39 t C/ha -13,99 t C/ha) (tabela 44) e de 17,76 t C/ha (31,82 t C/ha-14,06 t C/ha) (tabela 44), respetivamente, no solo da Aguçadoura e no solo da Apúlia, na projeção mais favorável, *RCP 4.5* (Figura 75).

Com a adição de 4,42 e 6,63 t C/(ha*ano), são armazenados 30 t C/ha (45,17-15,06 t C/ha), e 45 t C/ha (61,02-16,17 t C/ha) (tabela 46) na Aguçadoura, no mesmo cultivo, na projeção mais favorável, *RCP 4.5* (Figura 76).

B – Vinhas

No cenário da vinha e com adição de 2,21 t C/(ha*ano), verifica-se um aumento no armazenamento de cerca de 18,37 t C/ha (37,17-18,80 t C/ha), e 20,52 t C/ha (39,4-18,88 t C/ha) (tabela 45), respetivamente, no solo da Aguçadoura e no solo da Apúlia, para a mesma projeção climática (Figura 75).

Assim, pelas simulações realizadas, constata-se que o solo mais argiloso tem menor emissão gasosa, conseqüentemente, a variação de carbono orgânico no solo, no final do século, é maior no solo da Apúlia, tanto para o cultivo dos produtos hortícolas, como para o cultivo da vinha.

Posto isto, poder-se-á estimar que um solo arenoso com maior conteúdo em argila armazenará maior percentagem de carbono orgânico do que um solo menos argiloso. A argila também pode contribuir para o armazenamento de COS.

De acordo com Coleman (2014), a argila afeta a decomposição dos compartimentos, *MVD*, *MVR*, *BIO* e *HUM*. Neste sentido, a baixa percentagem em argila (1,5%), no solo da Aguçadoura, é menos favorável ao armazenamento do carbono orgânico e a disponibilização de nutrientes, comparando com o solo da Apúlia, que apresenta uma percentagem em argila de 3,9%.

Os resultados alcançados estão de acordo com Powlson et al. (2012), no estudo realizado em terrenos agrícolas em Inglaterra, em que concluíram que solos com baixo teor em argila, apresentam menor acumulação de COS.

5.5.2. Impacto das condições climáticas futuras no armazenamento do COS

Na tabela 68 apresenta-se a emissão de CO₂ estimada, até final do século, nas três projeções climáticas IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5, no cultivo dos produtos hortícolas, no solo da Aguçadoura, adicionando 177 t C /ha (2,21 t C/(ha*ano)*80), 354 t C/ha (4,42 t C/(ha*ano)*80) e 530 t C/ha (6,63 t C/(ha*ano)*80). A emissão de CO₂, verificada, no final do século, no cenário dos produtos hortícolas, com a adição de compostado de 177 t C/ha, foi de 322 t C/ha, na projeção IPMA. Nas outras duas projeções climáticas, os valores de emissão de CO₂ diminuem, sendo de 315 t C/ha, para a projeção RCP 4.5 e 317 t C/ha, para a projeção RCP 8.5 (Tabela 68).

Verifica-se, no final do século, que o valor de sequestração de COS alcançado é de 5,5% na projeção IPMA, em qualquer dosagem. Na projeção RCP 4.5, conforme a dosagem seja de 177 t C/ha, 354 t C/ha ou 530 t C/ha verifica-se, respetivamente, uma percentagem de sequestração de 7,8%, 7,5% e 7,4%, e, na projeção RCP 8.5, obtém-se sempre o mesmo valor de sequestração de carbono, independentemente da dosagem, 6,7%.

É possível verificar que, com a adição de 177 t C/ha (2,21 t C/(ha*ano)), de compostado no cultivo dos produtos hortícolas, no solo da Aguçadoura, para a projeção RCP 4.5, obtém-se valores superiores de sequestração do COS, relativamente às outras duas projeções.

Tabela 68. Balanço do carbono armazenado em função das DC no cultivo de produtos hortícolas – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.

	Emissões de CO ₂ (t C/ha)		
	IPMA	RCP 4.5	RCP 8.5
Emissões de CO ₂ (t C/ha) sem adição de compostado	155	152	152
Emissões de CO ₂ (t C/ha) com adição de compostado de 177 t C/ha	322	315	317
Carbono armazenado (%)	5,5	7,8	6,7
Emissões de CO ₂ (t C/ha) com adição de compostado de 354 t C/ha	489	479	482
Carbono armazenado (%)	5,5	7,5	6,7
Emissões de CO ₂ (t C/ha) com adição de compostado de 530 t C/ha	656	643	647
Carbono armazenado (%)	5,5	7,4	6,7

Na tabela 69 apresenta-se a emissão de CO₂ estimada até final do século, nas três projeções climáticas IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5, no cultivo da vinha, no solo da Aguçadoura, adicionando 177 t C /ha (2,21 t C/(ha*ano)*80). A emissão de CO₂, verificada no final do século, no cenário das vinhas, com a adição de compostado de 177 t C/ha, foi de 342 t C/ha, usando os dados climáticos da projeção IPMA. Com os dados das outras duas projeções climáticas, os valores de emissão de CO₂ diminuem, 334 t C/ha para a projeção RCP 4.5 e 336 t C/ha para a projeção RCP 8.5 (Tabela 69).

Verifica-se, no final do século, que o valor de sequestração de COS alcançado é de 6,1% na projeção IPMA, de 7,8% na projeção RCP 4.5, projeção mais favorável, e 6,7% na projeção RCP 8.5. Também neste cultivo o melhor valor de sequestração de COS obtido foi na projeção RCP 4.5.

Tabela 69. Balanço de carbono armazenado com adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) no cultivo de vinha – Aguçadoura, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.

	Emissões de CO ₂ (t C/ha)		
	IPMA	RCP 4.5	RCP 8.5
Emissões de CO ₂ (t C/ha) sem adição	177	172	173
Emissões de CO ₂ (t C/ha) com adição de 177 t C/ha	342	334	336
Carbono armazenado (%)	6,1	7,8	6,7

No solo da Apúlia, no cultivo de produtos hortícolas, simularam-se as projeções RCP 4.5 e RCP 8.5, com adição de compostado de 177 t C/ha, no período de 80 anos. A emissão de CO₂, verificada no final do século, neste cenário da Apúlia, com esta adição de compostado foi de 314 t C/ha para a projeção RCP 4.5 e 315 t C/ha para a projeção RCP 8.5.

Na projeção RCP 4.5, o armazenamento do COS é de cerca de 7,8% e, na projeção RCP 8.5, o valor é 7,2% (Tabela 70). Verifica-se, como nas situações anteriores, que na projeção RCP 4.5 se obtém melhor sequestração de COS.

Tabela 70. Balanço de carbono armazenado com adição de compostado de 2.21 t /ha*ano) no cultivo de produtos hortícolas – Apúlia, segundo as projeções IPMA, RCP 4.5 e RCP 8.5.

	Emissões de CO ₂ (t C/ha)	
	RCP 4.5	RCP 8.5
Emissões de CO ₂ (t C/ha) sem adição	151	151
Emissões de CO ₂ (t C/ha) com adição de 177 t C/ha	314	315
Carbono armazenado (%)	7,8	7,2

No cultivo da vinha, com adição de compostado de 177 t C/ha na Apúlia, a emissão de CO₂ é de 322 t C/ha e 334 t C/ha, usando os dados climáticos da projeção *RCP 4.5* e *RCP 8.5*, respetivamente.

O armazenamento, no cultivo da vinha do COS é cerca de 9,8% e, na projeção *RCP 8.5*, o valor é 9,2% (Tabela 71), mantendo-se a projeção *RCP 4.5* como mais favorável à sequestração de COS.

Tabela 71. Balanço de carbono armazenado com adição de compostado de 2,21 t C/(ha*ano) no cultivo de vinha – Apúlia, segundo as projeções IPMA, *RCP 4.5* e *RCP 8.5*.

	Emissões de CO ₂ (t C/ha)	
	<i>RCP 4.5</i>	<i>RCP 8.5</i>
Emissões de CO ₂ (t C/ha) sem adição	171	173
Emissões de CO ₂ (t C/ha) com adição de 177 t C/ha	322	334
Carbono armazenado (%)	9,8	9,2

Após a análise realizada no âmbito do armazenamento percentual do COS, nos dois cultivos, nos dois solos, verifica-se que, a projeção *RCP 4.5* é onde se obtêm os melhores resultados. O armazenamento de COS, no solo da Apúlia, no cultivo da vinha, é de 9,8.

Em todas as simulações, com ou sem adição de carbono, onde a temperatura é mais elevada e a precipitação é menor (projeção IPMA), a humidade no solo é mais baixa, relativamente às outras duas projeções, em que nos meses de julho, agosto e setembro, regista-se um défice de humidade. Nas projeções *RCP 4.5* e *RCP 8.5*, regista-se, essencialmente, défice de humidade em julho e agosto (Anexo K).

Pelo exposto, pode concluir-se que a percentagem de armazenamento é superior na projeção do *RCP 4.5* e menor na projeção climática do IPMA, em que a temperatura é superior e a precipitação menor, relativamente à outra projeção.

Na projeção do *RCP 8.5*, o armazenamento é inferior ao da projeção do *RCP 4.5*, em que os valores de precipitação são ligeiramente inferiores e a temperatura mais elevada do que a projeção *RCP 4.5*. No entanto, a projeção *RCP 8.5*, cuja temperatura é inferior e a precipitação superior, relativamente ao IPMA tem melhores resultados.

A partir das simulações realizadas é possível concluir que a temperatura e a precipitação podem ter efeito na sequestração de carbono no solo. Assim, o aumento da sequestração de carbono orgânico no solo está relacionado com o aumento da adição de compostado, assim como com o aumento da precipitação e a diminuição da temperatura.

Ou seja, uma precipitação mais alta e uma temperatura mais baixa, diminuem a emissão de CO₂, a par com o aumento do armazenamento do carbono orgânico no solo.

Na melhor projeção, *RCP 4.5*, também foi possível verificar que o solo da Apúlia, mais argiloso, nos dois cultivos, armazena mais COS. No entanto, foram obtidos melhores resultados no cultivo das vinhas, em qualquer solo e em qualquer projeção climática, comparando com o cultivo dos produtos agrícolas.

De facto, Smith et al. (2005) verificaram que o aumento da temperatura acelerará a decomposição e a perda de COS no futuro. Tian et al. (2011) referem, igualmente, que o aumento de temperatura aumenta a decomposição da matéria orgânica e acarreta mais perda de carbono orgânico no solo, com maior emissão de CO₂. Xu et al. (2011), também concluíram que o aumento de temperatura acelera a decomposição e aumenta a perda de solo no futuro, nos locais onde não existe humidade suficiente no solo, para que ocorra a decomposição do carbono orgânico. Será então expectável que, em Verões secos, ocorra uma perda de solo.

Vários autores (Smith et al. 2005; Jobbagy e Jackson 2000; Koven et al. 2017; Sleutel et al. 2007, citado em Wiesmeier et al. 2019) referem que o COS decresce com o aumento de temperatura, o que se traduz num aumento da degradação de COS, logo em perda de COS, o que também ficou evidente nos estudos realizados por Xu et al. (2016). Adicionalmente, Martín et al. (2016), no estudo realizado em Espanha, concluíram que a precipitação regista valores mais elevados no Norte, que vão diminuindo para Sul, sendo inquestionável que a precipitação influencia fortemente o COS, dado que o Norte apresenta maior quantidade de carbono orgânico no solo. Stockmann et al. (2013) concluíram que, no Ártico e nos ecossistemas boreais, em que a temperatura é mais baixa do que nas latitudes mais baixas, verifica-se maior armazenamento de carbono no solo. Por isso, o COS é maior nas condições de clima húmido e decresce em climas quentes e secos (Wiesmeier et al. 2019).

A afirmação de Coleman (2022), em resposta a email, (anexo L), de acordo com citação oral, afirma que, considerando toda a informação anterior, se ocorrer pouca precipitação e muita evaporação, o solo fica muito seco, tornando a decomposição lenta, ocorrendo assim menos armazenamento de carbono orgânico no solo.

VI. CONCLUSÕES

A presente tese retrata a investigação realizada para a obtenção do grau de doutoramento e pretendeu estudar estratégias para o destino final de Resíduos Urbanos Biodegradáveis, RUB, para o seu tratamento e posterior aplicação para valorização agrícola, no enriquecimento dos solos agrícolas, pobres em matéria orgânica. Este trabalho pretendeu analisar também formas de incentivos aos agricultores para o desenvolvimento desta prática.

Para o efeito, foi levado a cabo um estudo, na região da Aguçadoura, uma área com solo arenoso e pobre em matéria orgânica, onde foram realizadas várias simulações, recorrendo ao modelo RothC 26.3, que permite a modelação de solos aráveis, estimando a variação de carbono orgânico no solo e a velocidade de mineralização do armazenamento de carbono no solo (Coleman e Jenkinson 1997). Foram utilizados dois cenários, o cultivo de produtos agrícolas, e o cultivo de vinha. Por fim, realizaram-se outras simulações para os mesmos tipos de cultivo para outro arenossolo com maior conteúdo de argila, solo da Apúlia.

Em síntese, com as simulações realizadas com recurso ao modelo RothC foi possível atingir as seguintes conclusões:

Uma diminuição de carbono orgânico no solo, até ao final do século, quando existe apenas deposição dos restos vegetais nos dois cenários (cultivo de produtos hortícolas e vinha), segundo a projeção IPMA. Nas outras duas projeções, RCP 4.5 e RCP 8.5, ocorre um aumento ligeiro no mesmo período de tempo.

Um aumento anual constante de carbono orgânico no solo, ao longo do tempo, para as simulações, com as várias adições de dosagem de compostado no solo. Nos primeiros 5 anos, a variação anual de COS no solo é superior, em qualquer projeção dos dados climáticos, enquanto que, nos anos seguintes, diminui até ao final do século. A simulação com os dados da projeção RCP 4.5 é a projeção que mais contribui para a acumulação do COS, e a menor contribuição registou-se com os dados climáticos da projeção IPMA.

O aumento da adição de compostado permite o aumento do carbono orgânico no solo, embora se deva considerar-se a legislação em vigor, referente ao controlo obrigatório dos nitratos e de outros elementos minerais, e daí as simulações dos dois cenários somente consideraram a aplicação de uma dosagem de 2,21 t C/ha, de forma a não ultrapassar os níveis permitidos por lei.

As simulações realizadas permitiram determinar o armazenamento de COS, o qual é variável, i.e., varia de **6% a 10%**. Verificou-se que, na projeção IPMA, ocorre perda de carbono no solo da Aguçadoura (vinhas e produtos hortícolas), no período de 80 anos (final do século), sem adição de compostado. Nas projeções *RCP 4.5* e *RCP 8.5* não se verificam perdas de carbono nos solos da Aguçadoura e da Apúlia (vinhas e produtos hortícolas), até ao final do século.

No solo da Aguçadoura, no cultivo de produtos hortícolas e da vinha, com adição de compostado de 2,21t C/(ha*ano), na projeção *RCP 4.5*, o armazenamento do COS é cerca de 7,8%.

No solo da Apúlia, no cultivo de produtos hortícolas, com adição de compostado de 2,21t C/(ha*ano), na projeção *RCP 4.5*, o armazenamento do COS é cerca de 7,8%, valor similar ao solo da Aguçadoura, e nas vinhas o armazenamento do COS é cerca de 9,8%, o qual apresenta valores superiores no conteúdo em argila.

Quando se adiciona, no solo da Aguçadoura, no cultivo hortícola 4,42 t C/(ha*ano) e 6,63 t C/(ha*ano) na melhor projeção, *RCP 4.5*, o armazenamento do COS é, respetivamente, cerca de 7,5 % e 7,4%, enquanto que na adição de 2,21 t C/(ha*ano) obtém-se a sequestração de COS no valor de 7,8%.

A projeção climática do *RCP 4.5*, com a menor temperatura e a maior precipitação, constitui a situação mais favorável, no que respeita ao armazenamento de carbono orgânico no solo, na simulação nos dois cenários de cultivo, nos dois tipos de solo.

A utilização de compostado dos RUB pode contribuir para a valorização agrícola e melhorar a qualidade do solo, constituindo um motor para cumprir com a legislação que proíbe a deposição de RUB em aterro ou a sua incineração, permitindo assim, a conciliação destes objetivos e contribui para a mitigação dos GEE. O desvio dos RUB, da deposição em aterro, e o seu encaminhamento para o processo de compostagem

contribui para a diminuição da emissão dos GEE no seu tratamento, dado que a deposição de RUB no aterro traduz-se em mais emissões gasosas do que o processo de tratamento por compostagem.

É possível concluir que a adição de compostado proveniente de RUB permite aumentar o conteúdo em matéria orgânica dos solos pobres, que existem em Portugal, ao mesmo tempo que contribui para o crescimento de produtos hortícolas, de vinha e outros tipos de cultura, o que, por sua vez, constitui uma mais-valia no fomento da valorização dos RUB. A sequestração de carbono orgânico no solo promove a recuperação de solos pobres em matéria orgânica ou degradados e, desta forma, contribui para a mitigação dos Gases com Efeito de Estufa, uma vez que as plantas, ao realizarem a fotossíntese, assimilam o dióxido de carbono na atmosfera e promovem o seu armazenamento no solo.

No que diz respeito à emissão de CO₂ verificou-se que, ao adicionar compostado no solo, existe armazenamento de carbono orgânico no solo, uma vez que não regressa todo à atmosfera. Conforme os cálculos realizados nas projeções, a adição de compostado permite um balanço positivo de carbono que fica retido no solo. Assim, ao tornar os solos férteis, contribui-se, em simultâneo, para a mitigação das alterações climáticas.

A iniciativa “4 por 1000”, lançada na COP 21, teve como objetivo promover ações para a sequestração de carbono orgânico no solo. Esta iniciativa corresponde à possibilidade de armazenamento anual de 1,4 Gt de carbono em solos agrícolas, reforçando os sumidouros existentes. Pretende também demonstrar que os solos agrícolas podem desempenhar um papel importante na segurança alimentar e nas mudanças climáticas, mas as partes interessadas públicas e privadas, governos e autoridades locais e regionais devem estar unidas neste objetivo.

Em 2020, a Comissão Europeia definiu uma estratégia para um sistema alimentar justo, saudável e amigo do ambiente, a estratégia *Farm to Fork* (do prado ao prato). O acordo “*European Green Deal*” visa uma Europa com um Clima Neutro até 2050. A sustentabilidade alimentar é uma oportunidade para melhorar estilos de vida, saúde e ambiente. As áreas alimentares continuam a ser um mote das alterações climáticas e da degradação do ambiente, pelo que é necessário reduzir a fertilização mineral.

A partir da revisão bibliográfica e das simulações realizadas, apresentam-se as seguintes considerações finais:

- O decreto-Lei 102-D/2020 obrigava os municípios a desviarem, até final de 2023, a totalidade dos RUB produzidos, para serem encaminhados para valorização orgânica, cujo produto final é o compostado e, atualizado pela Resolução do Conselho de Ministros 30/2023 de 24 de março. A caracterização do compostado obtido, de acordo com a sua classificação por classes, define aplicações distintas, conforme a legislação em vigor (Decreto-Lei 103/2015). Se o compostado for classificado em classe I ou II, pode ser aplicado na agricultura. Com a classificação IIA, destina-se às culturas arbóreas e arbustivas, olivais e vinhas.

- O compostado produzido no SGRU da Lipor, sistema onde está inserida a Aguçadoura, é de classe I, pelo que pode ser aplicado na cultura dos produtos hortícolas ou no cultivo da vinha. Os SGRU da Braval, Resinorte e Suldouro, outros sistemas existentes no Alto Minho, região onde se insere a Aguçadoura, encaminham o seu compostado para as culturas arbóreas ou vinhas. Assim, o compostado produzido nos SGRU desta região pode ser aplicado nos cultivos em estudo e esta adição vai permitir aumentar o conteúdo de matéria orgânica em solos pobres e fomentar a sua valorização.

A produção de compostado, proveniente do RUB, é uma forma sustentável de tratamento deste tipo de resíduos.

De referir que, uma das dificuldades na concretização deste estudo, foi a nível da recolha de dados. A obtenção de dados sobre a ocupação de solos, existentes em cartas de solos de aptidão da terra para agricultura, revelou-se um processo complicado. A cartografia existente na Direção Geral do Território de Portugal, está disponível ao Público e para consulta em meios informáticos. No entanto, relativamente à zona de estudo e ao Norte de Portugal, esta informação não está disponível, nem existe publicação no sistema informático, ao contrário do que acontece nas restantes zonas do país, o que constitui um alerta para a falta de estudos e leituras relativamente à área em questão. A constatação destes factos demonstra a importância de se impulsionar o Norte de Portugal, cujo solo pode ser uma mais-valia para a contribuição da agricultura em Portugal.

O solo arenoso carbonatado, cultivado da Aguçadoura, corresponde a um conjunto essencialmente agrícola, onde se situam os campos de masseira, em processo de destruição, sendo substituídos por estufas (Câmara Municipal da Póvoa do Varzim 2014). Este processo está a ter consequência negativas, assim como a utilização de adubos, que

está a originar uma forte lixiviação de nutrientes do solo. Tais factos salientam a importância da substituição do adubo pelo compostado resultante do tratamento de RUB e exigem mudanças na gestão do cultivo dos produtos agrícolas.

Os agricultores devem ser incentivados a utilizar o compostado dos RUB, através de incentivos como a redução de impostos na aquisição deste material. Devem ser promovidos encontros, conferências, workshops, apresentando as vantagens da utilização destes compostados, assim como envolver a comunidade política para o efeito. Estas iniciativas devem envolver os agricultores, potencializando a atuação das cooperativas locais. Simultaneamente, as necessidades e dificuldades dos agricultores, assim como as suas resistências, devem ser registadas e analisadas para, em conjunto, serem ultrapassadas, no sentido de se promover a utilização cada vez mais alargada do compostado produzido a partir dos RUB, promovendo a economia circular, o sequestro do carbono e a sustentabilidade futura

VII. RECOMENDAÇÕES

Considerando as secas e a pobreza em matéria orgânica a que estão sujeitos os solos, nomeadamente em Portugal, e a necessidade oportuna de se promover a sequestração de carbono, recomenda-se que, a partir deste trabalho, se dê continuidade a outros estudos, onde se sugere a análise dos seguintes elementos:

- Aliar experiências de campo com experiências laboratoriais, que analisem o resultado da aplicação do compostado em solos em vários cenários, a partir do ponto de partida estabelecido pelo presente estudo.

- Medir a matéria orgânica no solo, ao longo de um período de tempo, e a seguir proceder à recalibração do modelo RothC para se concluir sobre o efeito das várias dosagens de compostado adicionado no solo.

- Realizar análises ao solo, conduzidas pelas cooperativas agrícolas da zona, de modo a avaliar o impacto da lixiviação dos componentes do compostado no solo. Estas análises são importantes, dado que se trata de uma zona litoral.

- Realizar experiências com o solo agrícolas adicionando argila e observar quais os efeitos no carbono no solo.

É fundamental também analisar outras áreas agrícolas do Norte de Portugal, o que poderá aumentar a visibilidade da importância de desviar os RUB do aterro e considerar as vantagens da deposição do compostado resultante do tratamento dos RUB para o enriquecimento dos solos.

REFERÊNCIAS

- Abreu, Thomás. 2021. “Metamodelos de dinâmica de carbono orgânico do solo. Instituto de matemática, Estatística e Computação Científica.” Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – SP. <https://onedrive.live.com/?authkey=%21AJJyFhDjQ1fE1uM&cid=7D3B12E01A861BD0&id=7D3B12E01A861BD0%211764&parId=7D3B12E01A861BD0%21128&o=OneUp>
- Agroconsultores & Geometral. 1999. *Carta de Solos e Carta de Aptidão da Terra para a Agricultura de Entre-Douro-e-Minho. Escala 1:25.000. Peças Desenhadas e Memórias Descritivas*. Direção Regional de Agricultura de Entre-Douro-e-Minho.
- Agroconsultores & Geometral. 1996. *Carta de Solos e Carta de Aptidão da Terra para a Agricultura de Entre-Douro-e-Minho. Escala 1:100.000. Peças Desenhadas e Memórias Descritivas*. Direção Regional de Agricultura de Entre-Douro-e-Minho.
- Aguilera, Eduardo, Luis Lassaletta, Andreas Gattinger, and Benjamín S. Gimeno “Managing soil carbon for climate change mitigation and adaptation in Mediterranean cropping systems: A meta-analysis”. *Agriculture, ecosystems & environment*, V. 168 (March 2013): 25-36. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.02.003>
- Ahn, Mi-Youn, Andrew R. Zimmerman, Nick B. Comerford, James O. Sickman, and Sabine Grunwald. “Carbon Mineralization and Labile Organic Carbon Pools in the Sandy Soils of a North Florida Watershed.” *Ecosystems*, V. 12, nº 4 (May 2009): 672-685. <https://doi.org/10.1007/s10021-009-9250-8>
- Ajayi, Temitope, Jorge Salgado Gomes, and Achinta Bera. “A review of CO₂ storage in geological formations emphasizing modeling, monitoring and capacity estimation approaches”. *Petroleum Science*, v 16. (July 2019): 1028–1063. <https://doi.org/10.1007/s12182-019-0340-8>

- Alves, F., H. Ribeiro, F. Cabral, C. Cunha-Queda, e E. Vasconcelos. 2007. “Cinética de mineralização do azoto e do carbono em fertilizantes orgânicos para agricultura biológica, aplicados em solo arenoso.” *Actas Portuguesas de Horticultura. II Colóquio Nacional de Horticultura Biológica. AsCOSiação Portuguesa de Horticultura e Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa;*
- Alves, Tatiane dos Santos, Lizia Lenza Campos, Nicolau Elias Neto, Marcia Matsuoka, e Maria Fatima Loureiro. “Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos.” *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 33, n.º 2 (abril-junho 2011): 341-347. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v33i2.4841>
- Antonopoulos, I.S., G., Perkoulidis, D. Logothetis, and C. Karkanias. “Ranking municipal solid waste treatment alternatives considering sustainability criteria using the analytical hierarchical process tool.” *Recourses, Conservation and Recycling*, V. 86 (May 2014): 149–159. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.03.002>
- APA. 2021. *Relatório Anual de Resíduos Urbanos 2020*. Agência Portuguesa do Ambiente. https://apambiente.pt/sites/default/files/_Residuos/Producao_Gest%C3%A3o_Residuos/Dados%20RU/RARU%202020_V1.pdf
- APA. 2020. *Relatório Anual Resíduos Urbanos 2019*. Agência Portuguesa do Ambiente. Agência Portuguesa do Ambiente - Departamento de Resíduos https://apambiente.pt/sites/default/files/_Residuos/Producao_Gest%C3%A3o_Residuos/Dados%20RU/RARU%202019.pdf
- APA (2019, julho, 31). *Estudo prévio sobre a implementação da recolha seletiva em Portugal Continental incidindo em especial sobre o fluxo dos biorresíduos*. Relatório Final. Agência Portuguesa do Ambiente Ernst & Young, Audit & AsCOSiados – SROC, SA. <https://apambiente.pt/sites/default/files/2021-05/Estudo%20Pr%C3%A9vio%20Biorresiduos%202019.pdf>
- APA (2019b, julho 31). *Resíduos: Produção e Gestão de Resíduos Urbanos*. Agência Portuguesa do Ambiente. <https://apambiente.pt/index.php/residuos/producao-e-gestao-de-residuos>

- APA. 2014. *Relatório do Estado do Ambiente. REA 2014 Portugal*. Agência Portuguesa do Ambiente. <https://sniambgeoviewer.apambiente.pt/GeoDocs/geoportaldocs/REA/rea2014.pdf>
- Assembleia da República. 2014. “Lei n.º 19/2014”. *Diário da República n.º 73/2014 Série I* (abril). <https://dre.pt/dre/detalhe/lei/19-2014-25344037>
- Assembleia da República. 2014. “Lei n.º 82-D/2014”. *Diário da República n.º 252/2014, 2º Suplemento, Série I* (dezembro). <https://dre.pt/dre/detalhe/lei/82-d-2014-66022084>
- Assembleia da República. 1984. “Lei n.º 11/87”. *Diário da República n.º 81/1987, Série I* (abril). <https://dre.pt/dre/detalhe/lei/11-1987-666148>
- Avillez, Francisco e Mário de Carvalho. “A importância de uma gestão sustentável do solo para o crescimento da agricultura portuguesa.” *CULTIVAR – Cadernos de Análise e Prospetiva Grandes Tendências*, V. 2 (Novembro 2015): 27-40. https://www.gpp.pt/images/GPP/O_que_disponibilizamos/Publicacoes/Periodicos/Cultivar_2.pdf
- Baldasano, José M., Xavier Ginesta, Carlos Pérez García-Pando, e Santiago Gassó. “Gestión integral de residuos urbanos. Evaluación de rendimientos y costes de la recogida selectiva (Parte II).” *Residuos*, v. XII, 68 (Setiembre/Octubre 2002): 62-74. https://www.researchgate.net/publication/264897986_Gestion_integral_de_residuos_urbanos_Evaluacion_de_rendimientos_y_costes_de_la_recogida_selectiva_Parte_II
- Baldi, E., L. Cavani, A. Margoni, M. Quartieri, G. Sorrenti, C. Marzadori, and M. Toselli. “Effect of compost application on the dynamics of carbon in a nectarine orchard ecosystem.” *Science of the total environment*, v 637-638 (October 2018): 918-925. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.093>
- Baptista, Marco, Fernando Antunes, e Ana Silveira. “Diagnosis and optimization of the composting process in full-scale mechanical-biological treatment plants.” *Waste management & research : the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA*, V. 29(6) (January 2011): 565–573. <https://doi.org/10.1177/0734242X10388061>

- Barth, Josef, Florian Amlinger, Enzo Favoino, Stefanie Siebert, Bertram Kehres, Ralf Gottschall, Marion Bieker, Anita Löbig, and Werner Bidlingmaier. 2008. *Compost production and use in the EU*. ORBIT e.V. / European Compost Network ECN. http://www.organics-recycling.org.uk/dmdocuments/compostproduction_and_usein_EU.pdf
- Bernstad, A., and J. la Cour Jansen. “A life cycle approach to the management of household food waste - A Swedish full-scale case study.” *Waste Management*, V. 31 (August 2011): 1879–1896. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.02.026>
- Boldrin, Alessio, Karin R. Hartling, Maria Laugen, and Thomas H. Christensen. “Environmental inventory modelling of the use of compost and peat in growth media preparation.” *Resources Conservation and Recycling*, V. 54 (October 2010): 1250–1260. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.04.003>
- Brito, Luís. 2006. “Compostagem para a agricultura biológica. Em *Manual de Agricultura Biológica - Terras de Bouro* (pp. 119-139). Câmara Municipal Terras de Bouro. https://www.researchgate.net/profile/Luis-Brito-3/publication/260347391_Compostagem_para_a_Agricultura_Biologica_III/links/554266a40cf23ff716835c59/Compostagem-para-a-Agricultura-Biologica-III.pdf
- Câmara Municipal da Póvoa do Varzim. 2014. *Plano Diretor Municipal. Relatório*. Câmara Municipal da Póvoa do Varzim
- Canaveira, P., S. Manso, G. Pellis, L. Perugini, P. De Angelis, R. Neves, D. Papale, J. Paulino, T. Pereira, A. Pina, G. Pita, E. Santos, G. Scarascia-Mugnozza, T. Domingos, and T. Chiti. 2018. *Biomass Data on Cropland and Grassland in the Mediterranean Region. Final Report for Action A4 of Project MediNet*. A4-MediNet-Biomass-Data_final.pdf (unitus.it)
- Cardoso. A. (2007). *Litoral Poveiro - perspectiva Ambiental*. Câmara Municipal da Póvoa de Varzim, ISBN 978-972-9147-48-0
- Cardoso, Elke e Fernando Andreote. 2016. *Microbiologia do Solo*. São Paulo Piracicaba. <https://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/view/109/92/461>

- Carta, M. 2011. “Study of the Soil Carbon Dynamics and Regional Estimates of Carbon Sequestration in Sardinia Soils Linking the Roth C Model to Gis Databases.” Tesi di dottorato. Agrometeorologia ed ecofisiologia del Sistemi Agrari e Forestali. Università Degli Studi di Sassari.
<https://onedrive.live.com/?authkey=%21ABiKeVUsIUSGvMc&cid=7D3B12E01A861BD0&id=7D3B12E01A861BD0%211763&parId=7D3B12E01A861BD0%21128&o=OneUp>
- Carvalho, G. S. e Helena M. Granja. “As mudanças da zona costeira pela interpretação dos sedimentos plistocénicos e holocénicos (metodologia aplicada à zona costeira do noroeste de Portugal).” *Revista da Faculdade de Letras – Geografia, I série, V. XIX* (janeiro 2003): 225-236.
https://www.researchgate.net/publication/288042439_As_mudancas_da_zona_costeira_pela_interpretacao_dos_sedimentos_plistocenicos_e_holocenicos_metodologia_aplicada_a_zona_costeira_do_noroeste_de_Portugal
- Cerqueira, Henrique. 2021. “Sequestro de carbono no solo: Mitigação das alterações climáticas em ecossistemas mediterrâneos. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências COSiais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa.
<http://hdl.handle.net/10362/117658>
- Cesaro, A., V. Belgiorno, and M. Guida. “Compost from organic solid waste: Quality assessment and European regulations for its sustainable use.” *Recourses, Conservation and Recycling, V. 94* (January 2015): 72-79.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344914002353>
- Christensen, Thomas S., Emmanuel Gentil, Alessio Boldrin, Anna W. Larsen, Bo P. Weidema, and Michael Hauschild. “C balance, carbon dioxide emissions and global warming potentials in LCA-modelling of waste management systems.” *Waste Management & Research, V. 27* (May 2009): 707–715.
<https://doi.org/10.1177/0734242X08096304>
- Clara, Lefèvre, Rekik Fatma, Alcantara Viridiana, e Wiese Liesl. 2017. *Carbono orgânico del suelo - el potencial oculto*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <https://www.fao.org/3/i6937s/i6937s.pdf>

- Coleman, Kevin and D. S. Jenkinson. 2014. “Roth C 26.3 – A model for the turnover of carbon in soil.” In *Evaluation of Soil Organic Matter Models: Using Existing Long-Term Datasets*. 327-246. Rothamsted Research. https://www.researchgate.net/publication/279335408_RothC-263_-_A_Model_for_the_turnover_of_carbon_in_soil
- Coleman, Kevin, D. S. Jenkinson, G. J. Crocker, P. R. Grace, J. Klír, M. Korschens, P. R. Poulton, and D. D. Richter. “Simulating trends in soil Organic carbon in long-term experiments using Roth C-26.3.” *Geoderma*, V. 81 (December 1997): 29-44. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(97\)00079-7](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(97)00079-7)
- Conselho da Europa. 2007. “Regulamento (CE) n.º 834/2007 do 2007R0834”. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2007R0834:20081010:PT:PDF>
- Cordeiro, Luiz Adriano Maia, Eduardo Assad, Júlio Cezar Franchini dos Santos, João Carlos de Moraes, John Nicholas Landers, Telmo Jorge Carneiro Amado, Renato de Aragão Ribeiro Rodrigues et al. 2012. *O Aquecimento global e a agricultura de baixa emissão de carbono*. MAPA / EMBRAPA / FEBRAPDP. https://www.researchgate.net/publication/341025954_O_Aquecimento_Global_e_a_Agricultura_de_Baixa_Emissao_de_Carbono
- CSLF. 2021. *Carbon Sequestration technology Roadmap*. The Carbon Sequestration Leadership Forum. [CSLF_Tech_Roadmap_2021_final_0.pdf \(energy.gov\)](https://www.energy.gov/sites/default/files/2021/05/CSLF_Tech_Roadmap_2021_final_0.pdf)
- Denman, Kenneth Leslie, Guy P. Brasseur, A. Chidthaisong, Philippe Ciais, Peter M. Cox, Robert Dickinson, D. Haugustaine. 2007. “Couplings Between Changes in the Climate System and Biogeochemistry”. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 499-587. Publisher: Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA
- DGAE. 2020. *Economia Circular*. Direção Geral das Atividades Económicas <https://www.dgae.gov.pt/servicos/sustentabilidade-empresarial/economia-circular.aspx>

- Fernando, Ana Luísa, Jorge Costa, Bruno Barbosa, Andrea Monti, and Nils Rettenmaier. “Environmental impact assessment of perennial crops cultivation on marginal soils in the Mediterranean Region.” *Biomass and Bioenergy*, V. 111 (April 2018): 174-186. <http://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.04.005>
- Fernandes, Joana. 2014. “Estudo da evolução da linha de costa e riscos costeiros a norte da Póvoa de Varzim.” Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro. <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/13639/1/Estudo%20da%20evolucao%20da%20linha%20de%20costa%20e%20riscos%20costeiros%20anorte%20da%20povoa%20de%20varzim.pdf>
- Finatto, Jordana, Taciélen Altmayer, Maira Cristina Martini, Mariano Rodrigues, Virgínia Basso, e Lucélia Hoehne. “A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura.” *Revista Destaques Acadêmicos*, V. 5, n. 4, (Março 2013): 85-93. <http://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/327/0>
- Florestas.pt. 2020. “O que quer dizer “os solos em Portugal são esqueléticos e pobres”?”. [O que quer dizer “os solos em Portugal são esqueléticos e pobres”? - \(florestas.pt\)](http://www.florestas.pt)
- Fonseca, Pedro. 2010. “Qualidade das águas subterrâneas do aquífero livre de Esposende – Vila do Conde (NW de Portugal).” Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho. <https://hdl.handle.net/1822/17052>
- Global CCS Institute. 2020. “Global Status of CCS 2020”. Melbourne: Global CCS Institute. [Global-Status-of-CCS-Report-Jan-28-1.pdf \(globalccsinstitute.com\)](https://www.globalccsinstitute.com/reports/global-status-of-ccs-2020/)
- Gomes, Ana Margarida e Ana Silveira. 2014. “Modelo de recolha seletiva de biorresíduos: utopia ou realidade?” XVI ENASB Encontro de Engenharia Sanitária e ambiental, Lisboa. <https://www.researchgate.net/publication/313655406>
- Gomes, Fernando e Manuela Oliveira. 2013. “Retirada planeada de áreas edificadas em zonas costeiras de risco.” VII Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, Maputo. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/71198/2/64031.pdf>

- Gonçalves, Celso. 2012. “Modelação do processo de digestão anaeróbia da FORSU à escala industrial.” Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa. [file:///C:/Users/mota/Downloads/Tese%20de%20Mestrado%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/mota/Downloads/Tese%20de%20Mestrado%20(1).pdf)
- González-Sánchez E.J, R. Ordóñez-Fernández, R. Carbonell-Bojollo, O. Veroz-González, and J. A. Gil-Ribes. “Meta -analysis on atmospheric carbon capture in Spain trough the use of conservation agriculture.” *Soil and Tillage Research*, V. 122 (June 2012): 52-60. <https://doi.org/10.1016/j.still.2012.03.001>
- González-Sierra, Ramon, Joseba S. Arizmendiarieta, Belén Puyuelo Sánchez, Inazio Irigoien Iriarte, and Gemma Nohales Duarte. 2019. *Community Composting: A Practical Guide for Local Management of Biowaste. Zero Waste Europe Guides/01*. Professional AsCOSiation Fertile Auro. zero_waste_europe_fertile_auro_guide_community-composting_en.pdf (zerowasteurope.eu)
- Guereca, Leonor Patricia, Santiago Gassó, José María Baldasano, and Pedro Jiménez-Guerrero. “Life cycle assessment of two biowaste management systems for Barcelona, Spain.” *Waste Management and Research*, V. 49, (November 2006): 32-48. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2006.03.009>
- Hassink, Jan. “The capacity of soils to preserve organic C and N by their asCOSiation with clay and silt particles.” *Plant and Soil*, V. 191 (April 1997): 77-87. <http://doi.org/10.1023/A:1004213929699>
- IBGE. 2017. *Fiche 8. Goteborg (Suède). Compostage de Quartier: Suede*. Institut Bruxellois Pour La Gestion De L’Environnement https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/IF_Dechets_Compost_08_Suede_FR.PDF
- IEA. 2021. *Net Zero by 2050. A Roadmap for the Global Energy Sector*. International Energy Agency [Net Zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector \(windows.net\)](https://www.iea.org/net-zero)
- INE. 2011. *Censos 2011*. Instituto Nacional de Estatística https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=censos2011_apresentacao.

- INR. 1997. *Plano Estratégico dos Resíduos Sólidos Urbanos*. Lisboa: Instituto dos Resíduos
- IPCC. 2022. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844. Köchy, M., R. Hiederer, and A. Freibauer. “Global distribution of soil organic carbon – Part 1: Masses and frequency distributions of COS stocks for the tropics, permafrost regions, wetlands, and the world.” *Soil*, V. 1 (April 2016): 351–365. <https://soil.copernicus.org/articles/1/351/2015/>
- Lal, Rattan, Pete Smith, Hermann F. Jungkunst, William J. Mitsch, Johannes Lehmann, P.K. Ramachandran Nair, Alex B. McBratney, João Carlos de Moraes Sá, Julia Schneider, Yuri L. Zinn, Alba L.A. Skorupa, Hai-Lin Zhang, Budiman Minasny, Cherukumalli Srinivasrao, and Nijavalli H. Ravindranath. “The carbon sequestration potential of terrestrial ecosystems.” *Journal of Soil and water conservation*, V. 73(6) (November 2018): 145A-152A. <https://doi.org/10.2489/jswc.73.6.145A>
- Lal, Rattan. “Digging Deeper: A holistic perspective of factors affecting soil organic sequestration in agroecosystems.” *Global Change Biology*, V. 8(24) (January 2018b): 3285–3301. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/gcb.14054>
- Lal, Rattan, Wakene Negassa, and Klaus Lorenz. “Carbon sequestration in soil.” *Current opinion in environmental sustainability*, V. 15 (August 2015): 79–86. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.09.002>
- Lal, Rattan. “Soil Carbon Sequestration impacts on global Climate Change and food security.” *Science*, n. 304 (June 2004): 1623–1627. <https://doi.org/10.1126/science.1097396>
- Leite, Luís. 2004. *Matéria orgânica do solo*. Teresina: Embrapa
- Levy, João, Amílcar Arantes e Mário Manteigas. 2020. *Estudo Técnico e Financeiro relativo à Recolha de Biorresíduos*. ECOserviços Group e AEPSA – AsCOSiação

das Empresas Portuguesas para o Setor do Ambiente. [Estudo-tecnico-e-financeiro-relativo-a-recolha-de-biorresiduos_compressed.pdf \(smartwasteportugal.com\)](#)

Lopes, Joana. 2008. “Valorização agrícola e avaliação da qualidade de matérias orgânicas fertilizantes.” Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/119887/2/334876.pdf>

Machado, Pedro. “Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global.” *Química Nova*, V. 28. n. 2 (Março 2005): 329-334. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000200026>

Martín, J.A. Rodríguez, J. Álvaro-Fuentes, J. Gonzalo, C. Gil, J.J. Ramos-Miras, J.M. Grau Corbí, and R. Boluda. “Assessment of the soil organic carbon stock in Spain.” *Geoderma*, V. 264, Part A (February 2016): 117-125. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.10.010>

Martínez-Blanco, Julia, Joan Colón, Xavier Gabarrell, Xavier Font, Antoni Sánchez, Adriana Artola, and Joan Rieradevall. “The use of life cycle assessment for the comparison of biowaste composting at home and full scale.” *Waste Management*, V. 30(6) (June 2010): 983-994. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.02.023>

Masson-Delmotte, Valérie, Panmao Zhai, Hans-Otto Pörtner, Debra Roberts, Jim Skea, Priyadarshi R. Shukla, et al., eds, 2018. *Global warming of 1.5°C. A special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels. Summary for policymakers*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Incheon. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf

Masunga, Raphael Habai, Veronica Nwakaego Uzokwe, Peter Deusdedit Mlay, Inakwu Odeh, Ajay Singh, David Buchan, and Stefaan De Neve. “Nitrogen mineralization dynamics of different valuable organic amendments commonly used in agriculture.” *Applied Soil Ecology*, V. 101 (May 2016): 185–193. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2016.01.006>

Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território. 2012. “Portaria n.º 259/2012”. *Diário da República n.º 166/2012*, Série I (agosto). <https://dre.pt/dre/detalhe/portaria/259-2012-174783>

Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. 2020. “Decreto-Lei n.º 102-D/2020”. *Diário da República n.º 239/2020*. 1º Suplemento. Série I (dezembro). <https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/150908012/details/normal?q=Decreto-Lei+n.%C2%BA%20102-D%2F2020>

Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. 2011. “Decreto-Lei n.º 73/2011” *Diário da República*, n.º 116/2011, Série I (junho). <https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/670034/details/normal?q=Decreto-Lei+n.%C2%BA%2073%2F2011>

Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. 2009. “Decreto-Lei n.º 277/2009”. *Diário da República n.º 192/2009*, Série I (outubro). <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/277-2009-491175>

Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. 2009. “Decreto-Lei n.º 183/2009”. *Diário da República n.º 153/2009*, Série I (agosto). <https://dre.pt/dre/legislacao-consolidada/decreto-lei/2009-34518175-47994075>

Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. 2006. “Decreto-Lei n.º 178/2006”. *Diário da República n.º 171/2006*. Série I (setembro) <https://dre.pt/web/guest/legislacao-consolidada/-/lc/34530275/view?q=Decreto-Lei+n.%C2%BA%20178%2F2006>

Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. 2006. “Decreto-Lei n.º 92/2006”. *Diário da República n.º 101/2006*, Série I-A (maio). <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/92-2006-284949>

Ministérios do Ambiente e Agricultura, Florestas e Desenvolvimento Rural - Gabinetes dos Secretários de Estado do Ambiente e das Florestas e do Desenvolvimento Rural. 2018. “Despacho n.º 1230/2018”. *Diário da República n.º 25/2018*, Série II (fevereiro). <https://dre.pt/dre/detalhe/despacho/1230-2018-114627305>

Ministério do Ambiente e do Ministério da Economia. 2016. “Despacho n.º 14202-E/2016”. *Diário da República n.º 227/2016*, 2º Suplemento, Série II (novembro). <https://dre.pt/dre/detalhe/despacho/14202-e-2016-105263197>

- Ministério do Ambiente e do Ministério da Economia. 2016. “Despacho n.º 14202-D/2016”. *Diário da República n.º 227/2016*, 2º Suplemento, Série II (novembro). <https://dre.pt/dre/detalhe/despacho/14202-d-2016-105263196>
- Ministério do Ambiente. 1997. “Decreto-Lei n.º 239/97”. *Diário da República n.º 208/1997*, Série I-A (setembro). <https://dre.pt/dre/analise-juridica/decreto-lei/239-1997-644295>
- Ministério do Ambiente e Recursos Naturais. 1995. “Decreto-Lei n.º 310/95”. *Diário da República n.º 268/1995*, Série I-A (novembro). <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/310-1995-690176>
- Ministério do Ambiente e Recursos Naturais. 1995. “Decreto-lei 147/95.” *Diário da República n.º 141/1995*, Série I-A (junho). <https://dre.tretas.org/dre/67047/decreto-lei-147-95-de-21-de-junho>
- Ministério do Ambiente e Recursos Naturais. 1993. “Decreto-Lei n.º n.º 379/93”. *Diário da República n.º 259/1993*, Série I-A (novembro). <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/379-1993-665155>
- Ministério do Ambiente e Recursos Naturais. 1991. “Decreto-Lei n.º 446/91”. *Diário da República n.º 269/1991*, Série I-A (novembro). <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/446-1991-321512?ts=1649376000044>
- Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. 2007. “Portaria n.º 187/2007”. *Diário da República n.º 30/2007*, Série I (fevereiro). <https://dre.tretas.org/dre/206408/portaria-187-2007-de-12-de-fevereiro>
- Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, ed. 2007. *PERSU II Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos 2007-2016*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional
- Ministério da Economia. 2015. “Decreto-Lei n.º 103/2015”. *Diário da República n.º 114/2015*, Série I (junho). <https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/67485179/details/normal?q=Decreto-Lei+n.%C2%BA%20103%2F2015>

- Ministérios da Economia e Mar, Ambiente e Ação Climática e Agricultura e Alimentação. 2022. “Portaria n.º 185/2022”. *Diário da República n.º 140/2022*, Série I (julho).
<https://dre.pt/dre/detalhe/portaria/185-2022-186429710>
- Ministérios da Economia, da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, da Saúde e das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente. 2004. “Portaria n.º 209/2004”. *Diário da República n.º 53/2004*, Série I-B (março).
<https://dre.pt/dre/detalhe/portaria/209-2004-551652>
- Ministério da Economia. 1944. *Aguçadoura. Estudo Económico Agrícola*. Ministério da Economia, Junta de colonização Interna.
- Ministério do Planeamento e das Infraestruturas. 2017. “Portaria n.º 325/2017”. *Diário da República n.º 208/2017*, Série I (outubro): 5813 - 5816.
<https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/portaria/325-2017-114109938>
- Ministério do Planeamento e da Administração do Território. 1990. “Decreto-lei 121/90”. *Diário da República n.º 83/1990*, Série I (abril).
<https://dre.tretas.org/dre/20473/decreto-lei-121-90-de-9-de-abril>
- Molina, Lucila González, Eduardo Espitia-Rangel, Joel Pineda-Pineda, Erica Muñoz Reyes, Martha G. Irizar Garza, e Alma Ayala Garay. “Potencial de secuestro de carbono orgánico en quinua simulado con el modelo RothC-26.3.” *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, v. 11, n.º 4 (maio-junho 2020): 789-799.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v11i4.1787>
- Molina, Lucila González, Jorge D. Etchevers Barra, Fernando Paz Pellat, Fernando Carrillo Anzures, Miguel Acosta Mireles, e Aurelio Báez Pérez. “Desempeño del modelo Rothc-26.3 a nivel de parcela en México.” *Terra Latinoamericana*, v. 34, n.º 3 (jul/sep. 2016): 357-366.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792016000300357
- Molina, Lucila González, Jorge D. Etchevers Barra, Fernando Paz Pellat, H. Díaz-Solis, M. H. Fuentes-Ponce, S. Covalada-Ocón, and M. Pando-Moreno. “Performance of the RothC-26.3 model in short-term experiments in Mexican sites and systems.” *The Journal of Agricultural Science*, V. 149(4) (março 2011): 415-425.

<https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-science/article/abs/performance-of-the-rothc263-model-in-shortterm-experiments-in-mexican-sites-and-systems/D526B6E109DAD097B49CBF7F77C07EE8>

Molina, Lucila González, Miguel Acosta Mireles, Fernando Carrillo Anzures y Agustín Rueda Sánchez. “Simulación de los cambios de carbono orgánico del Suelo en Especies Tropicales Arbóreas con el modelo Rothc 26.3.” *Interciencia*, v. 43, n.º 4 (April 2018): 269-274. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/05/269-6146-GONZALEZ-43-04.pdf>

Morais, Tiago. 2021. “Studies in quantitative environmental modelling of agricultural land use systems.” Tese de Doutoramento. Instituto Superior Técnico. Universidade de Lisboa <https://www.researchgate.net/profile/Tiago-Morais/publication/348789415>
[Studies in quantitative environmental modelling of agricultural land use systems](https://www.researchgate.net/publication/348789415/Studies_in_quantitative_environmental_modelling_of_agricultural_land_use_systems) Fit stuff in a lot of stuff/links/606c445c299bf13f5d5e3aac/Studies-in-quantitative-environmental-modelling-of-agricultural-land-use-systems-Fit-stuff-in-a-lot-of-stuff.pdf

Morais, Tiago G., Ricardo F.M. Teixeira, and Tiago Domingos. “Detailed global modelling of soil organic carbon in cropland, grassland and forest soils.” *PLoS ONE*, V. 14(9): e0222604 (September 2019). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222604>

Morais, Tiago G., Tiago Domingos, and Ricardo F. M. Teixeira. “A spatially explicit life cycle assessment midpoint indicator for soil quality in the European Union using soil organic carbon.” *International Journal of Life Cycle Assessment*, V. 21 (March 2016): 1076-1091. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-016-1077-x>

Mottet A., J.P. Steyer, S. Déléris, F. Vedrenne, J. Chauzy, and H. Carrère. “Kinetics of thermophilic batch anaerobic digestion of thermal hydrolysed waste activated sludge.” *Biochemical Engineering Journal*, V. 46 (October 2009): 169-175. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1369703X09001478>

Nabel, Moritz, Silvia D. Schrey, Hendrik Poorter, Robert Koller, and Nicolai D. Jablonowski. “Effects of digestate fertilization on *Sida hermaphrodita*: Boosting

biomass yields on marginal soils by increasing soil fertility.” *Biomass and Bioenergy*, V. 107 (December 2017): 207-213. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.10.009>.

Nabel, Moritz, Vicky M. Temperton, Hendrik Poorter, Andreas Lücke, and Nicolai D. Jablonowski. “Energizing marginal soils – The establishment of the energy crop *Sida hermaphrodita* as dependent on digestate fertilization, NPK, and legume intercropping.” *Biomass and Bioenergy*, V. 87 (April 2016): 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.02.010>

Nárdiz, P.M. 2019. *La Iniciativa "4 por 1000": Suelos para la seguridad alimentaria y el clima*. [Apresentação em Poster]. Seminário Internacional Cambio Climático y Seguridad alimentaria global. Desafios e oportunidades para la agricultura regional. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria e Alimentaria. <http://cambioclimaticoyagricultura.com.ar/PRESENTACIONES/PANEL%203%20-%20A%20-%20PALOMA%20MELGAREJO.pdf>

Nhime, Eustáquius. 2019. “Abordagens para a caracterização da atividade microbiana em solos sujeitos a diferentes práticas culturais no empreendimento hidro-agrícola Brinche-Enxoé.” Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10400.5/19471>

NOWA. 2019. *Brochura técnica sobre o sector de resíduos em Portugal*. Projeto n.º 16133 (designado por “AMBIPOR II – Ambiente em Portugal”), no âmbito do Contrato de Concessão de Financiamento do Sistema de Apoio a Ações Coletivas, celebrado entre a APEMETA e a Autoridade de Gestão do Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (COMPETE 2020). https://www.ambienteportugal.pt/sites/default/files/file/apemeta_brochura_residuos_v1.pdf

Olson, Kenneth R., Mahdi M. Al-Kaisi, Rattan Lal, and Birl Lowery. “Experimental Consideration, Treatments, and Methods in Determining Soil Organic Carbon Sequestration Rates.” *Soil Science Society of America Journal*, V. 78 (2) (March 2014): 348-360. <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2136/sssaj2013.09.0412>

- Pardo, G., A. del Prado, M. Martínez-Mena, M.A. Bustamante, J.A. Rodríguez Martín, J. Álvaro-Fuentes, and R. Moral. “Orchard and horticulture systems in Spanish Mediterranean coastal areas: Is there a real possibility to contribute to C sequestration?” *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v 238 (February 2017): 153-167. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.09.034>
- Parlamento Europeu e do Conselho. 2018. “Diretiva (UE) 2018/851”. *Jornal Oficial da União Europeia* L 150/109 (junho) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32018L0851>
- Parlamento Europeu e do Conselho. 2008. “Diretiva 2008/98/CE”. *Jornal Oficial da União Europeia*. L 312/3 (novembro). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>
- Parlamento Europeu e do Conselho. 2003. “Regulamento (CE) n.º 2003/2003 do 2003R2003/20120704.” <https://op.europa.eu/pt/publication-detail/-/publication/a2896cb1-1be2-4b67-85d2-a77ef284e61f/language-pt>
- Parlamento Europeu e do Conselho. 2004. “Diretiva 2004/12/CE”. *Jornal Oficial da União Europeia* L 47/26 (fevereiro). https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:f8128bcf-ee21-4b9c-b506-e0eaf56868e6.0010.02/DOC_1&format=PDF
- Parlamento Europeu, Conselho da União Europeia. 1994. “Diretiva 1994/62/EC”. *Jornal Oficial* n.º L 365. (dezembro) 0010 – 0023. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/ALL/?uri=CELEX%3A31994L0062>
- Pavan, Willingthon. 2007. “Técnicas de engenharia de software aplicadas à modelagem e simulação de doenças de plantas.” Tese de Pós-Graduação, Universidade de Passo Fundo. <http://tede.upf.br:8080/jspui/handle/tede/397>
- Pereira, Teresa, André Amaro, Mónica Borges, Rita Silva, Ana Pina e Paulo Canaveira. 2021. Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990 – 2019. Amadora Portuguese Environment Agency. <https://unfccc.int/documents/271508>
- Pinto, R. (2016). *Carbon and nitrogen management for the sustainability of organic horticulture*. [Tese de Doutoramento, Universidade de Trás-os-Montes e Alto

Douro]. <https://catalogo.biblioteca.utad.pt/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=70648>

Pires, Ana, Ni-Bin Chang, and Graça Martinho. “Reliability-based life cycle assessment for future solid waste management alternatives in Portugal.” *The International Journal of Life Cycle Assessment*, V. 16 (March 2011): 316-337. <https://doi.org/10.1007/s11367-011-0269-7>

Plana, Ramon. 2014. *Handbook for small scale composting facility management. The SCOW - Selective Collection of the Organic Waste Project funded by the EU in partner with ECPI-CBCMED. Cross-Border Cooperation in the Mediterranean*. Disponível em: <https://www.calameo.com/read/002665033814c38300c87>

PORDATA (2021). *Base de Dados Portugal Contemporâneo*. Resíduos. Disponível em: pordata.pt/Subtema/Portugal/Residuos-89. Acesso em junho, 2021.

Powlson, D.S., A. Bhogal, B.J. Chambers, K. Coleman, A.J. Macdonald, K.W.T. Goulding, and A.P. Whitmore. “The potential to increase soil carbon stocks through reduced tillage of organic material additions in England and Wales: A case of study.” *Agriculture, Ecosystems and Environment*, V. 1(146) (January 2012): 23-33. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.10.004>

Presidência do Conselho de Ministros. 2022. “Decreto-Lei n.º 30/2022”. *Diário da República*, 1.^a série, n.º 71 (abril). <https://files.dre.pt/1s/2022/04/07100/0000200022.pdf>

Presidência do Conselho de Ministros. 1985. “Decreto-Lei n.º 488/85”. *Diário da República n.º 271/1985*, Série I (novembro). <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/488-1985-170315>

Pultronik, Karina. 2009. *Transformações do carbono no solo*. Planaltina: Embrapa Cerrados. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/664366/1/doc264.pdf>

Ramos, Alzira. 2010. “Estudo dos fatores que influenciam a respiração do solo de um montado de sobreiro.” Tese de Mestrado, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10400.5/2526>

- Ribeiro, Henrique M., David Fangueiro, Fátima Alves, Rita Ventura, Dulce Coelho, Ernesto Vasconcelos, Cristina Cunha-Queda, João Coutinho, and Fernanda Cabral. "Nitrogen mineralization from an organically managed soil and nitrogen accumulation in lettuce." *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, V. 2(173) (April 2010): 260-267 <https://doi.org/10.1002/jpln.200900082>
- Romanyà J., J. Cortina, P. Falloon, K. Coleman, and P. Smith. "Modelling changes in soil organic matter after planting fast-growing *Pinus radiata* on Mediterranean agricultural soils." *European Journal of Soil Science*, V. 51 (July 2008): 627-641. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2000.00343.x>
- Rosário, Lúcio do. 2004. *Indicadores de Desertificação para Portugal Continental*. Lisboa: Direcção-Geral dos Recursos Florestais. https://desertificacao.pt/images/DGRF_Pub_IndiceDesert-2004.pdf
- Roscoe, Renato, Fábio Martins Mercante, e Júlio Cesar Salton. 2006. *Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas. Modelagem matemática e métodos auxiliares*. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/192419/1/livro-Dinamica....pdf>
- Rothenberger, Silke, Christian Zurbrugg, Iftekhar Enayetullah, and A. H. Md. Maqsood Sinha. 2006. *Decentralised Composting for Cities of Low- and Middle- Income Countries. A Users' Manual*. Publisher: Eawag and Waste Concern. https://www.researchgate.net/publication/249993982_Decentralised_Composting_for_Cities_of_Low-_and_Middle-_Income_Countries_-_A_Users'_Manual
- Roxo, Maria. 2023. *Desertificação em Portugal*. Lisboa: Editora Fundação Francisco Manuel dos Santos.
- Ruddiman, William F. "The Anthropogenic Greenhouse Era Began Thousands of Years Ago." *Climatic Change*, V. 61 (December 2003): 261–293. <https://doi.org/10.1023/B:CLIM.00000004577.17928.fa>
- Santos, Filipe. 2021. *Alterações Climáticas*. Lisboa: Editora Fundação Francisco Manuel dos Santos.

- Secretaria de Estado do Ambiente, coord. 2020. *Biorresíduos: Contas certas nos Resíduos*. Ministério do Ambiente e da Ação Climática. <https://eco.nomia.pt/contents/documentacao/2020-orientacoes-biorresiduos-v1.pdf>
- Seyring, Nicole, Marie Dollhofer, Jakob Weißenbacher, Márton Herczeg, David McKinnon, and Ioannis Bakas. 2015. *Assessment of separate collection schemes in the 28 capitals of the EU. Final report*. Luxembourg: European Commission. https://publications.europa.eu/resource/ellar/2c93de42-a2fa-11e5-b528-01aa75ed71a1.0001.01/DOC_1
- Silva, João. 2016. *Papel do tratamento mecânico e biológico na gestão de resíduos*.” Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/85183/2/139941.pdf>
- Six, J., R. T. Conant, E. A. Paul, and K. Paustian. “Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils.” *Plant and Soil*, V. 241 (April 2002): 155-176. <https://doi.org/10.1023/A:1016125726789>
- Slater, R. A. and J. Frederickson. “Composting municipal waste in the UK: Some lessons from Europe.” *Resources, Conservation and Recycling*, v 32 (July 2001): 359-374. [https://doi.org/10.1016/S0921-3449\(01\)00071-4](https://doi.org/10.1016/S0921-3449(01)00071-4)
- Smith, Pete, Olof Andrén, Thord Karlsson, Paula Perälä, Kristiina Regina, Mark Rounsevell, and Bas Van Wesemael. “Carbon sequestration potential in European croplands has been overestimated.” *Global Change Biology*, V. 11(2) (November 2005): 2153-2163. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.01052.x>
- Stewart, Catherine E., Keith Paustian, Richard T. Conant, Alain F. Plante, and Johan Six. “Soil carbon saturation: Evaluation and corroboration by long-term incubations.” *Soil Biology & Biochemistry*, V. 40 (July 2008): 1741-1750. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071708000989>
- Stockmann, Uta, Mark A. Adams, John W. Crawford, Damien J. Field, Nilusha Henakaarchchi, Meaghan Jenkins, Budiman Minasny, et al. “The knowns, known, unknowns and unknowns of sequestration of soil organic carbon.” *Agriculture, Ecosystem and Environment*, v. 164 (January 2013): 80-99. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.10.001>

- Tchobanoglous, George, Hilary Theisen, Samuel Vigil. 1993. *Integrated solid waste management. Engineering principles and Management Issues*. McGraw-Hill International Editions.
- Teixeira, Carlos, Artur Medeiros. 1965. *Carta Geológica de Portugal*. Lisboa: Ministério da Economia, Secretaria de Estado da Indústria;
- Tian, Yongqiang, Juan Liu, Xuhui Wang, and Lihong Gao. “Carbon mineralization in the soils under different cover crops and residue management in an intensive protected vegetable cultivation.” *Scientia Horticulturae*, V. 127 (3) (January 2011): 198-206. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.10.011>
- Tito, Marcos, Mario Chacón, e Roberto Porro. 2009. *Guía para la Determinación de Carbono en Pequeñas Propiedades Rurales*. Belém. Centro Mundial Agrolorestal (ICRAF) / Consórcio Iniciativa Amazônica (IA) https://www.academia.edu/3365683/Rugnitz_M_Chac%C3%B3n_M_Porro_R_2009_Guia_para_Determina%C3%A7%C3%A3o_de_Carbono_em_Pequenas_Propriedades_Rurais_1_ed_Centro_Mundial_Agroflorestal_ICRAF_Cons%C3%B3rcio_Iniciativa_Amaz%C3%B4nica_IA_2009_Bel%C3%A9m_Brasil_81_p
- United Nations. 2015. *Adoption of The Paris Agreement*. Conference of the Parties. FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1. <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>
- Valentini, Abido, Carla Maria, Joadil Gonçalves de Abreu, e Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria. “Respiração do solo como bioindicador em áreas degradadas.” *Revista Internacional de Ciências*, v.5, n.2 (jul-dez 2015): 127-143. <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/ric/article/view/19581>
- Valentini, R., G. Matteucci, A. J. Dolman, E.-D. Schulze, C. Rebmann, E. J. Moors, A. Granier, et al. “Respiration as the main determinant of carbon balance in European forests.” *Nature*, V. 404 (April 2000): 861–865. <https://doi.org/10.1038/35009084>
- Vögele, Stefan, Dirk Rübhelke, Philip Mayer, and Wilhelm Kuckshinrichs. “Germany’s “No” to carbon capture and storage: Just a question of lacking acceptance?” *Applied Energy*, v 214 (March 2018): 205 – 218. [Germany’s “No” to carbon capture and storage: Just a question of lacking acceptance? - ScienceDirect](https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.02.088)

- Weil, Raymond, and Nyle C. Brady. 2017. *The nature and properties of soil*. Pearson Education. 15th edition.
https://www.researchgate.net/publication/301200878_The_Nature_and_Properties_of_Soils_15th_edition#fullTextFileContent
- Weitz, Keith A., Susan A Thorneloe, Subba R Nishtala, Sherry Yarkosky, and Maria Zannes. “The Impact of Municipal Solid Waste Management on Greenhouse Gas Emissions in the United States.” *Journal of the Air & Waste Management Association*, V. 52:9 (September 2002): 1000-1011.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12269661/>
- Wiesmeier, Martin, Livia Urbanski, Eleanor Hobley, Birgit Lang, Margit von Lützw, Erika Marin-Spiotta, Bas van Wesemael, Eva Rabot, Mareike Ließ, Noelia Garcia-Franco, Ute Wollschläger, Hans-Jörg Vogel, and Ingrid Kögel-Knabner. “Soil organic carbon as a key function of soils – A review of drivers and indicators at various scales”. *Geoderma*, V. 333 (January 2019): 149-162.
<http://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.07.026>
- Wu, Tianyi, Alexander D. Ost, Jean-Nicolas Audinot, Martin Wiesmeier, Tom Wirtz, Franz Buegger, Werner Häusler, Carmen Höschen, and Carsten W. Mueller. “AsCOSiation of fresh low-molecular-weight organic compounds with clay-sized mineral fraction in soils of different organic carbon loading.” *Geoderma*, V. 409 (March 2022): 115657. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115657>
- Xu, Xia, Zheng Shi, Dejun Li, Ana Rey, Honghua Ruan, Joseph M. Craine, Junyi Liang, Jizhong Zhou, and Yiqi Luo. “Soil properties control decomposition of soil organic carbon: Results from data-assimilation analysis.” *Geoderma*, V. 262 (January 2016): 235-242. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.08.038>
- Xu, Xianli, Wen Liu, and Gerard Kiely. “Modeling the change in soil organic carbon of grassland in response to climate change: Effects of measured versus modelled carbon pools for initializing the Rothamsted Carbon model.” *Agriculture, Ecosystems and Environment*. V. 140(3-4) (March 2011): 372-381.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.12.018>

Yigini, Yusuf, and Panos Panagos. "Assessment of soil organic carbon stocks under future climate and land cover changes in Europe." *Science of the Total Environment*, v 557-558 (July 2016): 838-850. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.085>

Yokozawa, Masayuki, Yasuhito Shirato , Toshihiro Sakamoto, Seiichirou Yonemura, Makoto Nakai, and Toshiaki Ohkura. "Use of the RothC model to estimate the carbon sequestration potential of organic matter application in Japanese arable soils." *Soil Science and Plant Nutrition*, V. 56(1) (December 2010): 168-176. [doi: 10.1111/j.1747-0765.2009.00422.x](https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2009.00422.x)

Zhang, Xu, Yue Zhao, Longji Zhu, Hongyang Cui, Liming Jia, Xinyu Xie, Jiming Li, and Zimin Wei. "Assessing the use of compost from multiple sources based on the characteristics of carbon mineralization in soil." *Waste Management*, V 70 (December 2017): 30-36.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X17306232>

ANEXOS

- Anexo A – Compilação da Legislação sobre Resíduos em Portugal
- Anexo B – Boletins HOPORZIM
- Anexo C - Carta de Solos
- Anexo D - Boletim Lipor
- Anexo E - Dados Climáticos Estação Chafé
- Anexo F - Portal Clima Região Alto Minho
- Anexo G – Rothc Ficheiros de Dados Climáticos
- Anexo H – Rothc Ficheiros de Uso do Solo
- Anexo I – Rothc Output para Gráficos
- Anexo J - Rothc Output Extrato de Compartimentos
- Anexo L – Défice de Humidade no Solo
- Anexo K- E-Mail Kevin

**ANEXO A – LEGISLAÇÃO DE RESÍDUOS URBANOS EM
PORTUGAL**

Anexo A - Compilação da Legislação sobre Resíduos em Portugal

i) Legislação sobre Resíduos

- **Decreto-Lei n.º 488/85 de 25 de novembro** - A primeira definição de resíduo, como toda a substância ou produto que chega ao fim da sua vida útil, foi apresentada no Decreto-Lei n.º 488/85 de 25 de novembro, tendo como base a a) do n.º1 do art.º 201 da Constituição Portuguesa. No art.º 2º lê-se que os “resíduos são o conjunto de materiais podendo compreender o que resta de matérias-primas após a sua utilização e que não podem ser considerados produtos ou sub-produtos de que o seu possuidor pretenda ou tenha necessidade de se desembaraçar”. Já preconizava a diminuição na produção de resíduos e maior aproveitamento dos materiais passíveis de reciclagem, pelo que a caracterização e a quantificação dos resíduos urbanos era uma tarefa necessária a ser implementada
- **Decreto-Lei n.º 310/95 de 20 de novembro** transpôs as Diretivas n.º 91/156//CEE de 18 de março e 91/689/CEE de 12 de dezembro.
- **Decreto-Lei n.º 239/97 de 9 de setembro**, este decreto deu origem ao **PERSU I**, aprovado em julho de 1997. Consistiu num melhoramento do anterior, ambos relativos a resíduos, clarificam a metodologia da gestão de resíduos urbanos. Foi definido o resíduo urbano, de acordo com a sua produção diária. Tinha como objetivo a regulamentação sobre o encerramento e recuperação das lixeiras, o nivelamento das ações dos SGRU na maioria dos Estados-Membros da União Europeia, bem como a promoção da construção de infraestruturas de valorização e a eliminação de resíduos urbanos e criação de legislação específica para constituição e licenciamento das entidades gestoras. É um documento que define uma estratégia e suas metas, no âmbito da gestão integrada de RU e tinha como meta um período de 10 anos.
- **Portaria n.º 209/2004 de 3 de março** aprova a Lista Europeia de Resíduos (LER); a publicação foi em conformidade com a Decisão n.º 2000/532/CE da Comissão de 3 de maio, alterada pelas Decisões n.ºs 2001/118/CE da comissão de 22 de janeiro e 2011/573/CE, do acordo de 23 de julho.

- **Decreto-Lei n.º 178/2006**, aplicável às operações de gestão de resíduos destinadas a prevenir ou reduzir a produção de resíduos, em que transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2006/12/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 5 de abril e a alteração da Diretiva n.º 75/442/CEE, do Conselho de 15 de julho, pela Diretiva n.º 91/156/CEE do Conselho de 18 de março e aprovação da Diretiva n.º 91/689/CEE do Conselho de 12 de dezembro, determinaria a revogação daquela diploma, DL 488/85, pelo Decreto-Lei n.º 310/95 e mais tarde revogado pelo Decreto-Lei n.º 239/97 de 9 de setembro. Em 2006, procedeu-se à revisão do primeiro PERSU e surgiu o Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos - PERSU II - definido para o horizonte temporal 2007-2016, onde foram estabelecidas novas metas e ações a serem implementadas;
- **Portaria n.º 187/2007 de 12 de fevereiro**, aprova o **PERSU II** vem na consequência das obrigações previstas na Diretiva n.º 1999/31/CE de 26 de abril, e no seu horizonte temporal de 2007-2016, veio rever a Estratégia Nacional de Redução dos Resíduos Urbanos Biodegradáveis destinados a aterro, relativamente à metodologia para a quantificação e caracterização de resíduos sólidos urbanos. Na sua elaboração foi tida em consideração o quadro legal comunitário e nacional, a Diretiva 75/442/CE, entretanto codificada pela Diretiva 2006/12/CE de 5 de abril e objeto de uma revisão da (Comunicação da Comissão COM (2005) 667). Outros diplomas basilares relativos à gestão de embalagens e resíduos de embalagem foi a transposição das Diretivas 94/62/CE de 20 de dezembro e 2004/12/CE de 11 de fevereiro para legislação portuguesa. Este plano teve como objetivo promover a ampliação da recolha seletiva do vidro, papel, plástico, pilhas e madeira e, posteriormente, da matéria orgânica e óleos alimentares. As suas principais linhas orientadoras consistiam em reduzir, reutilizar e reciclar, para além de reforçar a separação na origem, reduzir a deposição em aterro e incentivar a valorização energética da fração não reciclável, em articulação com as diretrizes da Comunidade Europeia, na tentativa de cumprir as metas estabelecidas. A implementação do PERSU II, em sintonia com o Plano de Intervenção de Resíduos Sólidos Urbanos e Equiparados (PIRSUE), contribuiu para a ocorrência de mudanças no sector dos resíduos urbanos. Uma das medidas mais significativas foi o aumento de unidades de Tratamento Mecânico e Biológico, destinadas à valorização orgânica e reciclagem de RU e reforço da aplicação da hierarquia de resíduos O PERSU II teve ainda como princípios orientadores os compromissos

de redução de Gases com Efeito de Estufa assumido no âmbito do Protocolo de Quioto e concretizado no Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC), aprovado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 104/2006 de 23 de agosto. Apresenta metas mais ambiciosas para o decénio 2007 a 2017, relativamente ao PERSU anterior;

- **Decreto-Lei n.º 73/2011 de 17 de junho**, revogado pelo Decreto-Lei n.º 102-D/2020 de 10 de dezembro, altera regime geral da gestão de resíduos, do Decreto-Lei n.º 178/2006 e transpõe a Diretiva n.º 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de novembro relativa a resíduos, estabelece o reforço da prevenção da produção de resíduos e o fomento da sua reutilização e reciclagem, estabelecendo as metas a serem cumpridas até 2020.
- **PERSU 2020**, aprovado pela Portaria n.º 187-A/2014 de 17 de setembro, para o período temporal 2014 a 2020, uma vez que os objetivos definidos até 2012, relativos à valorização dos RUB e da recolha seletiva de resíduos, não tinham sido atingidos. Foram definidas novas metas globais e as metas específicas para cada SGRU. Teve em consideração a nova meta comunitária de preparação para reutilização e reciclagem para o ano 2020, prevista na Diretiva n.º 2008/98/CE e no Decreto-Lei n.º 178/2006 de 5 de setembro. Assim como as novas metas para desvio dos RUB depositados em aterro previstas inicialmente no Decreto-Lei n.º 73/2011. Estes objetivos foram definidos em articulação com Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR), o Plano de Ação para a Economia Circular (PAEC), o Plano Nacional de Combate ao Desperdício Alimentar e a Estratégia Nacional de Educação Ambiental. Recomenda o reforço da aplicação do princípio do poluidor-pagador, incentivando a promoção da compostagem doméstica e comunitária, entre outras medidas;
- **PERSU 2020⁺**, aprovado pela Portaria n.º 241-B/2019 de 31 de julho. Foi criado pelo facto de que Portugal não estar a cumprir os objetivos estabelecidos no PERSU 2020, procedendo a ajustamentos a este plano, na sequência da revisão das Diretivas Europeias, onde é apresentado, em linhas gerais, um alinhamento com o objetivo de alcance das metas estabelecidas para 2020, com avaliação em 2022 e cumprimento do compromisso até 2035 (APA 2019b). Propõe um Roteiro para a Neutralidade Carbónica cumprindo assim o objetivo assumido na Ratificação de Paris suportado nos compromissos assumidos por Portugal com o o acordo de Paris, consistindo no Desenvolvimento Sustentável e as recentes

propostas do Parlamento Europeu e do Conselho e do Plano de Ação para a Economia Circular (PAEC). Este documento abrange essencialmente Portugal Continental, apesar de se considerar o contributo das Regiões Autónomas dos Açores e Madeira para o cumprimento das metas nacionais. Neste plano foi feito um levantamento da situação nacional dos resíduos, propondo ações tendentes ao cumprimento das metas, comparando com as metas das Diretivas Europeias, avaliando a importância da recolha seletiva dos biorresíduos, como contributo para as metas.

- **PERSU 2030**, aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 30/2023 de 24 de março, cuja sua elaboração foi determinada pelo Despacho n.º 4242/2020 de 7 de abril. Pretende garantir a aplicação da política nacional de gestão de resíduos urbanos alinhada com as políticas e estratégias comunitárias. Constitui um documento evolutivo de 4ª geração. Constitui um instrumento na sua estratégia de crescimento vertida no Pacto Ecológico Europeu, apresentado pela Comissão Europeia em dezembro de 2019, “Green Deal”, que tem como objetivo assegurar a transição para uma economia com impacto neutro do clima e eficiente utilização de recursos, garantindo que em 2050 as emissões líquidas de Gases de Efeito de Estufa sejam nulas e que nenhuma região nem ninguém seja deixado para trás. Uma das principais ações é a estratégia do “prado ao prato” que tem como objetivo um sistema alimentar justo, saudável e amigo do ambiente.
- **Decreto-Lei n.º 102-D/2020 de 10 de dezembro**, aprovado, pela Presidência do Conselho de Ministros, define o regime geral da gestão de resíduos e seus fluxos específicos, o regime jurídico de deposição de resíduos em aterro e altera o regime da gestão de fluxos específicos de resíduos, transpondo as Diretivas (UE) 2018/849, 2018/851 e 2018/852.

Importa aqui comparar as alterações entre o Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, e o Decreto-Lei 102-D/2020, onde foi pormenorizada a descrição de resíduos urbanos, de acordo com a sua tipificação, nomeadamente, na definição de Biorresíduos, “os resíduos biodegradáveis de jardins e parques, os resíduos alimentares (...) e os resíduos similares das unidades de transformação de alimentos”.

ii) Legislação relativa a reciclagem de materiais e deposição dos RUB em aterro

A reciclagem de materiais e a deposição dos RUB, começa a ser discutida e avaliada pelas diretivas lançadas entre os anos de 1994 a 2020, a saber:

- **Diretiva 94/62/CE de 20 de dezembro** e publicada no PERSU I, relativa a embalagens e resíduos de embalagem.
- **Diretiva 2004/12/CE de 11 de fevereiro**, altera a Diretiva 94/62/CE e estabelece metas para reciclagem e valorização.
- **Decreto-Lei n.º 92/2006 de 25 de maio**, transpõe para a ordem jurídica nacional a Diretiva 2004/12/CE.
- **Decreto-Lei n.º 277/2009 de 2 de outubro**, constituída pela ERSAR, Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, que regula e supervisiona a qualidade dos serviços públicos prestados.
- Resolução de Conselho de Ministros n.º 109/2007 de 20 de agosto, define os limites de deposição dos RUB em aterro.
- **Diretiva 2018/852 de 30 de novembro**, define novas metas relativas a embalagem e resíduos de embalagem e altera a Diretiva 94/62/CE.

iii) Legislação sobre Aterros

Ainda no ano de 1990, a deposição dos RU, em Portugal, era feita em lixeiras, único sistema de deposição de RU, existente até essa data, tornando imperativa a legislação para a criação de aterros e encerramentos das lixeiras. O Concelho de Matosinhos foi pioneiro no encerramento da lixeira e construção do seu aterro, concluído em 1992. A legislação sobre aterros apresenta o seguinte percurso:

- **Decreto-Lei n.º 121/90 de 9 de abril**, vem proceder à legalização dos aterros em Portugal e regulamentação da instalação, exploração, encerramento e manutenção pós-encerramento dos aterros.
- **Decreto-Lei n.º 183/09 de 10 de agosto**, atualiza e revoga o DL anterior. Estabelece o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro, as características técnicas e os requisitos a observar na conceção, licenciamento, construção, exploração, encerramento e pós-encerramento de aterros. Transpõe para a ordem

jurídica a Diretiva n.º 1999/31/CE, do Conselho, de 26 de Abril, relativa à deposição de resíduos em aterros, alterada pelo Regulamento (CE) n.º 1882/2003, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de Setembro, aplica a Decisão n.º 2003/33/CE, de 19 de Dezembro de 2002, e revoga o Decreto-Lei n.º 152/2002, de 23 de Maio. Foi revogado pelo DL n.º 102-D/2020 de 10 de dezembro.

- **Decreto-Lei n.º 152/2002 de 23 de maio**, estabelece o regime jurídico a que fica sujeito o procedimento para a emissão de licença, instalação, exploração, encerramento e pós-encerramento de aterros destinados à deposição de resíduos e transpõe a ordem jurídica nacional da Diretiva n.º 1999/31/CE (EUR-LEX) de 26 de abril

iv) Legislação dos SGRU

Com o propósito de organizar a gestão dos RU, de se aglutinarem os concelhos e facilitar a gestão dos RU, foram criados os SGRU, que têm como objetivo final o tratamento adequado dos RU. Os SGRU, como referido anteriormente, consistem numa estrutura de meios humanos, logísticos, equipamentos e infraestruturas, que podem ser multimunicipais ou intermunicipais.

- **Decreto-Lei n.º n.º 379/93 e DL 294/94, de 16 de novembro**, estabelecem o regime jurídico da concessão, exploração e gestão dos sistemas multimunicipais de tratamento de resíduos urbanos e, entre 1994 e 1997, foi criada a maioria dos SGRU, tendo também sido constituídas as respetivas empresas gestoras.

Legislação sobre valores de deposição dos RUB – limites no solo

Quanto aos valores e seus limites de deposição no solo, são definidas por lei, normas para regular o que se deposita e a quantidade, conforme descrito na diretivas e nos decretos lei, a seguir:

- **Diretiva 86/278/CE**, define as normas de proteção do ambiente, nomeadamente do solo, no que respeita à utilização agrícola de lamas de ETAR, vindo a ser transposta para a legislação portuguesa, através do **DL n.º 446/91**. Esta Diretiva

regula a utilização ou interdição do uso agrícola de determinado tipo de lamas de ETAR e as quantidades máximas a distribuir, estabelecendo limites dos teores em metais pesados nas lamas e no solo.

- **Decreto-Lei n.º 103/2015 de 15 de junho**, estabelece regras relativas à colocação no mercado dos adubos e corretivos agrícolas. Assegura a execução, na ordem jurídica interna, das disposições do Regulamento CE n.º 2003/2003 do Parlamento europeu e do Conselho de 13 de outubro de 2003, relativamente a adubos.
- **Decreto-Lei n.º 30/2022 de 11 de abril**, estabelece as regras para a colocação no mercado de matérias fertilizantes não harmonizadas. Assegura as regras que deve obedecer a colocação no mercado de matérias fertilizantes na execução das obrigações decorrentes do Regulamento (CE) n.º 2003/2003 e do Regulamento EU 2019/1009.
- **Portaria n.º 185/2022 de 21 de julho**, prova os tipos de matérias fertilizantes não harmonizadas, define o tipo de matérias-primas que podem ser utilizadas na sua produção e estabelece os respetivos requisitos de colocação no mercado.
- **Declaração de Retificação n.º 22-A/2022**, retifica a Portaria anterior, que aprova os tipos de matérias fertilizantes não harmonizadas, define o tipo de matérias-primas que podem ser utilizadas na sua produção e estabelece os respetivos requisitos de colocação no mercado.

ANEXO B – BOLETIM HOPORZIM

Documento certificado por A3LAB
<relatorios@a3lab.com>
Assinado digitalmente por A3LAB
Data: 06-06-2022 16:54:23 +01:00
Motivo: Emissao de relatorio de ensaio

Produto: Água de Consumo
Origem / Tipo: Poço
Especificação a cumprir: DL 306/2007-DL 152/2017
Colheita realizada por: Laboratório - PTA.004.06
Local de Colheita: Produtor: Joaquim Fontes

Horpozim - Associação Empresarial Hortícola
Rua do Fieiro, 213 Aguçadoura
4495-042 Póvoa do Varzim

Descrição de amostra / Informação de colheita:

Campo de Contriz (Estela)

Colheita em: 01-06-2022

Receção: 01-06-2022

Início Ensaio: 02-06-2022

Final Ensaio: 02-06-2022

Parâmetro Método de ensaio / Técnica analítica	Valor	Incerteza		Unidades	VP	VR
		Ensaio	Colheita			
Análises Físico-Químicas						
Nitratos PTQ.007.03 / EAM (UV)	< 2,0	-	-	mg NO3/L	50 mg/L	---

Legenda:

UFC - Unidades Formadoras de Colónias --SAA - Sem Alteração Anormal
NE - Número Estimado--MI - Método Interno--LD- Limite de Detecção
x - O valor apresentado não cumpre com o estabelecido na especificação
* - Microrganismo presente mas em número inferior ao indicado.
"PTM", "PTA" e "PTQ"- Procedimento Técnico de Microbiologia, Amostragem e Físico-Química
respetivamente, indica método interno do Laboratório.
NG- Negligenciável
VP - Valor paramétrico.
VR- Valor Recomendado
HAP- Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos . THM - Trihalometanos . (z) Ensaio realizado fora das
instalações do Laboratório.

Declaração de conformidade:

Os parâmetros analisados cumprem com os valores paramétricos da especificação.

Observações:

Responsável técnico de físico-química



(Rita Araújo)

Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada; A informação sinalizada com (Y) é da responsabilidade do cliente;
A "Declaração de conformidade" expressa neste relatório encontra-se incluída no âmbito da acreditação, apenas para os parâmetros analisados e acreditados;
Os resultados expressos na forma < X são inferiores ao limite de quantificação (X); Os resultados expressos na forma >X são superiores ao limite máximo da gama de trabalho;

A regra de decisão utilizada na "Declaração de conformidade" não considera a incerteza associada aos resultados, exceto quando expresso em contrário no campo "Declaração de conformidade"; Este relatório não pode ser reproduzido parcialmente sem autorização do laboratório.

A incerteza reportada é uma incerteza expandida, calculada com distribuição normal, usando um factor de expansão k=2, o que permite associar ao resultado um nível de confiança aproximadamente igual a 95%; Para resultados apresentados na forma >X a incerteza é calculada tendo como referência o valor X;

A incerteza expandida da medição pode ser obtida pela combinação das duas componentes, a incerteza padrão do ensaio e a incerteza padrão da colheita, calculada pela raiz quadrada da soma dos quadrados de cada componente individual;

- (1) Ensaio fora do âmbito de acreditação. (2) Subcontratado a entidade com ensaio acreditado. (3) Subcontratado a entidade com o ensaio não acreditado.
(4) Colheita fora do âmbito da acreditação. (5) Colheita realizada por entidade externa acreditada. (6) Colheita realizada por entidade externa não acreditada.

A3R.007.07

A3LAB

Avenida 25 de Abril, 120 F | 3830-044 Ilhavo | T +351 234 329 970 | F +351 234 329 979 | www.a3lab.com | info@a3lab.com

Pág. 1/1



ANÁLISES QUÍMICAS

Laboratório de análises agrícolas e ambientais

Rua da Rodovia de Covas, n.º 961, 4810-565 Urgezes - Guimarães
Tel: +351 253 524 157
Email: info@a2analisesquimicas.com

BOLETIM DE ANÁLISES N.º 2022-03072.

N.º Amostra: 2022-03072
Referência do cliente: H3539
Produto: Solos
Cultura: Alpo
Estado:
Produção esperada: 40 t/ha
Local de amostragem:
Estufa 2
H3539

Miguel da Costa Dourado

Travessa Loteamento Social, n.º 58
4495-088 Aguçadoura
Portugal

NIF: 272688797

Localização geográfica:

Concelho: Póvoa de Varzim

Freguesia: União das freguesias de Aguçadoura e Navais

Amostragem
08-03-2022

Receção
08-03-2022

Início de ensaios
08-03-2022

Conclusão de ensaios
21-03-2022

Parâmetro
Método de ensaio / Técnica analítica

Resultado

Unidades

Interpretação

Recomendação /
Comentário

Propriedades Físicas e Químicas

pH (H₂O) (a 18,4 °C) <i>POS.002/Potenciometria</i>	6,9	Escala Sørensen	Neutro	pH mais favorável: [6,0 - 7,0]
Necessidade de Calcário <i>POS.005/Cálculo</i>	n.a.	-	-	-
pH (CaCl₂) (a 20,4 °C) <i>POS.003/Potenciometria</i>	6,7	Escala Sørensen	Ligeiramente ácido	-
Condutividade <i>POS.006/Conductimetria</i>	1,42	mS/cm	Salino	-

Matéria orgânica, Nutrientes e minerais

Matéria orgânica <i>POS.007/Cálculo</i>	3,83	%	Médio	20 t/ha Estrume de bovino bem curtido.
Azoto total <i>POS.008/Catarometria</i>	0,20	% N	Médio	60 - 100 kg/ha N
Razão Carbono:Azoto ^(b) <i>Cálculo</i>	11	-	Equilibrado	Condições favoráveis para a mineralização do azoto.
Fósforo <i>POS.011/ICP-OES (Extração em Mehlich 3)</i>	886	mg/kg P ₂ O ₅	Excesso	0 kg/ha
Potássio <i>POS.011/ICP-OES (Extração em Mehlich 3)</i>	567	mg/kg K ₂ O	Excesso	0 kg/ha
Cálcio <i>POS.011/ICP-OES (Extração em Mehlich 3)</i>	3108	mg/kg CaO	Excesso	-
Magnésio <i>POS.011/ICP-OES (Extração em Mehlich 3)</i>	690	mg/kg MgO	Excesso	0 kg/ha

(1) Ensaio contratado acreditado; (2) Ensaio contratado não acreditado; (LQ) Limite de Quantificação do Método;

As informações de identificação da amostra e data de colheita são da exclusiva responsabilidade do cliente, não podendo ser alteradas posteriormente à emissão do boletim, exceto quando autorizado pela Direção do Laboratório A2 Análises Químicas, Lda.; Amostragem não incluída no âmbito da Acreditação;

Os resultados obtidos referem-se exclusivamente à amostra ensaiada; O Laboratório não contabiliza a incerteza do método na declaração de conformidade;

Reprodução parcial proibida, exceto quando autorizado por escrito pela Direção do Laboratório A2 Análises Químicas, Lda.



ANÁLISES QUÍMICAS

Laboratório de análises agrícolas e ambientais

Rua da Rodovia de Covas, n.º 961, 4810-565 Urgezès - Guimarães
Tel: +351 253 524 157
Email: info@a2analisesquimicas.com

BOLETIM DE ANÁLISES N.º 2022-03072.

N.º Amostra: 2022-03072
Referência do cliente: H3539
Produto: Solos
Cultura: Alpo
Estado:
Produção esperada: 40 t/ha
Local de amostragem:
Estufa 2
H3539

Miguel da Costa Dourado

Travessa Loteamento Social, n.º 58
4495-088 Aguçadoura
Portugal

NIF: 272688797

Localização geográfica:

Concelho: Póvoa de Varzim

Freguesia: União das freguesias de Aguçadoura e Navais

Amostragem
08-03-2022

Receção
08-03-2022

Início de ensaios
08-03-2022

Conclusão de ensaios
21-03-2022

Parâmetro
Método de ensaio / Técnica analítica

Resultado

Unidades

Interpretação

Recomendação /
Comentário

Matéria orgânica, Nutrientes e minerais

Enxofre

POS.011/ICP-OES (Extração em Mehlich 3)

251

mg/kg S

Alto

-

Boro

POS.011/ICP-OES (Extração em Mehlich 3)

2,11

mg/kg B

Alto

0 kg/ha B

Observações:

A amostra foi preparada de acordo com o procedimento POS.001, baseado na norma ISO 11464:2006

Legenda:

POS - Procedimento Operacional de Solos

ICP/OES - Inductively Coupled Plasma/Optical Emission Spectrometry; n.a. - Não aplicável.

VL - Valor limite

(b) - Resultado obtido com base nos resultados de elementos individuais quantificáveis. Quando um dos elementos individuais se encontrar abaixo do seu limite de quantificação, o resultado obtido é um valor estimado.

— FIM —

Conselhos acerca da aplicação dos corretivos

As quantidades de estrume a aplicar podem ser modificadas consoante a origem do mesmo, mas após plantação não devem ultrapassar 10 t/ha/ano. Não deve aplicar mais do que 5 t/ha de calcário por ano.

(1) Ensaio contratado acreditado; (2) Ensaio contratado não acreditado; (LQ) Limite de Quantificação do Método;

As informações de identificação da amostra e data de colheita são da exclusiva responsabilidade do cliente, não podendo ser alteradas posteriormente à emissão do boletim, exceto quando autorizado pela Direção do Laboratório A2 Análises Químicas, Lda.; Amostragem não incluída no âmbito da Acreditação;

Os resultados obtidos referem-se exclusivamente à amostra ensaiada; O Laboratório não contabiliza a incerteza do método na declaração de conformidade;

Reprodução parcial proibida, exceto quando autorizado por escrito pela Direção do Laboratório A2 Análises Químicas, Lda.



ANÁLISES QUÍMICAS

Laboratório de análises agrícolas e ambientais

Rua da Rodovia de Covas, n.º 961, 4810-565 Urgezes - Guimarães
Tel: +351 253 524 157
Email: info@a2analisesquimicas.com

BOLETIM DE ANÁLISES N.º 2022-03072.

N.º Amostra: 2022-03072
Referência do cliente: H3539
Produto: Solos
Cultura: Alpo
Estado:
Produção esperada: 40 t/ha
Local de amostragem:
Estufa 2
H3539

Miguel da Costa Dourado

Travessa Loteamento Social, n.º 58
4495-088 Aguçadoura
Portugal

NIF: 272688797

Localização geográfica:

Concelho: Póvoa de Varzim

Freguesia: União das freguesias de Aguçadoura e Navais

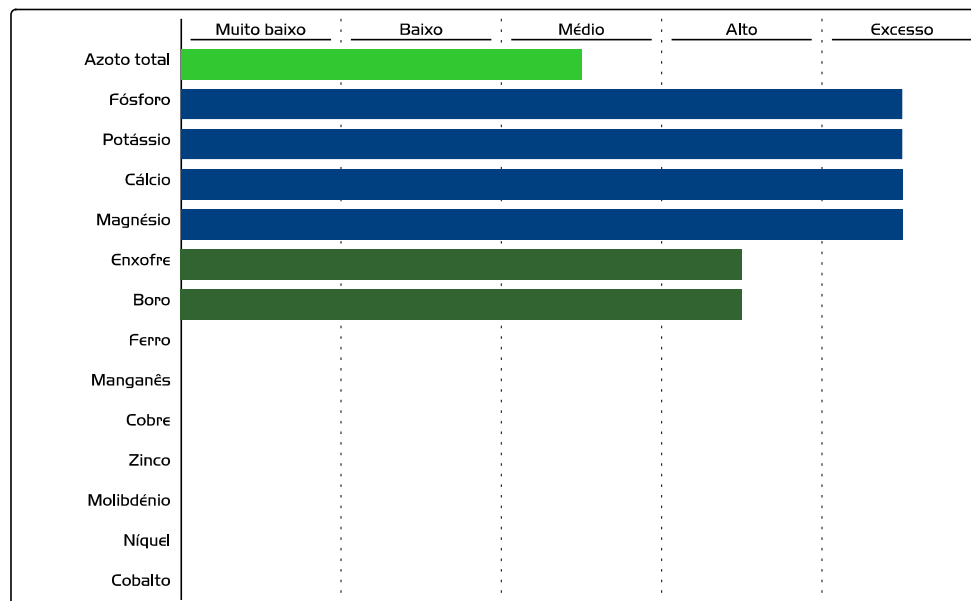
Amostragem
08-03-2022

Receção
08-03-2022

Início de ensaios
08-03-2022

Conclusão de ensaios
21-03-2022

Interpretação dos resultados



Valores de referência para terras

Elemento extraído em Mechlich 3	Gama ótima (valor aproximado)
Fósforo (P ₂ O ₅)	98 a 162 mg/kg
Potássio (K ₂ O)	74 a 140 mg/kg
Cálcio (CaO)	819 a 1047 mg/kg
Magnésio (MgO)	100 a 205 mg/kg
Enxofre	> 10 mg/kg
Ferro	50 a 100 mg/kg
Manganês	25 a 100 MnAl
Boro	0,5 a 5 mg/kg
Cobre	0,5 a 20 mg/kg
Zinco	2,5 a 50 mg/kg
Molibdénio	0,5 a 5,0 mg/kg
Níquel	> 2 mg/kg
Cobalto	> 0,5 mg/kg

A categoria "Alto" é considerada *fertilidade ótima* para produções normais. A aplicação de adubos em solos com este nível do nutriente não aumenta significativamente o rendimento da cultura.

Nas categorias "Muito baixo", "Baixo" e "Médio", a aplicação de adubos pode aumentar o rendimento da cultura.

A categoria "Excesso" indica a possibilidade de problemas com desequilíbrios nutricionais na cultura ou bloqueios de elementos devido ao pH.

O Responsável Técnico e de Qualidade do Laboratório

Alan Evans, Ph.D BSc(Hons) Chemistry
(Diretor do Laboratório)

Emitido em: 21-03-2022 10:34

Relatório de Ensaio assinado eletronicamente

*** 57828 *** 2022-03072 ***

*** f8d5ce6f5450f3c8d08275aa264fa24e ***

(1) Ensaio contratado acreditado; (2) Ensaio contratado não acreditado; (LQ) Limite de Quantificação do Método;

As informações de identificação da amostra e data de colheita são da exclusiva responsabilidade do cliente, não podendo ser alteradas posteriormente à emissão do boletim, exceto quando autorizado pela Direção do Laboratório A2 Análises Químicas, Lda.; Amostragem não incluída no âmbito da Acreditação;

Os resultados obtidos referem-se exclusivamente à amostra ensaiada; O Laboratório não contabiliza a incerteza do método na declaração de conformidade;

Reprodução parcial proibida, exceto quando autorizado por escrito pela Direção do Laboratório A2 Análises Químicas, Lda.

ANEXO C – CARTA DE SOLOS

PERFIL 206 A

UNIDADE PEDOLÓGICA: **ARcc.r1**
 CLASSIFICAÇÃO: Arenossolo calcárico cultivado
 (calcaric arenosol)

REGIÃO: Entre Douro e Minho
 LOCAL: Aguçadoura, Póvoa de Varzim
 CARTA E FOTO: 82; D05-1666
 DATA DE OBSERVAÇÃO: 22/9/92

GEOLOGIA E LITOLOGIA: Areias de dunas;
 RELEVO E TOPOGRAFIA: Ondulado suave; escavação para cultura (maceira);
 ALTITUDE: 15 m;
 ZONA CLIMÁTICA: L5;
 USO DA TERRA: Horticultura.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS:

Ap (0-30 cm) - Pardo escuro, 10YR 5/2 (s) e 2/2 (h); arenoso; sem material grosseiro; sem agregação; solto, não adesivo, não plástico; efervescência moderada ao HCl; húmido e pouco fresco; algumas raízes finas; transição nítida, ondulada;

C1 (30-45 cm) - Cinzento, 10YR 6/2 (s) e pardo/pardo escuro, 10YR 4.5/3 (h); arenoso; sem material grosseiro; sem agregação; solto, não adesivo, não plástico; efervescência moderada ao HCl; pouco fresco; poucas raízes finas; transição nítida, ondulada;

C2 (45-200 cm) - Pardo, 10YR 6/3 (h); arenoso; sem material grosseiro; sem agregação; solto, não adesivo, não plástico; efervescência moderada ao HCl; húmido; raras raízes finas até 60/70 cm a partir da superfície.

DADOS ANALÍTICOS

Profundidade cm	> 2 mm %	Areia Grossa %	Areia Fina %	Limo %	Argila %	Densidade Aparente	pF (%)			
							1.7	2.0	2.54	4.19
0-30	-	89,1	9,0	0,4	1,5	-	-	-	-	
30-45	-	89,4	8,9	0,9	0,8	-	-	-	-	
45-75	-	91,8	5,9	0,8	1,5	-	-	-	-	

Profundidade cm	Carbonato (Ca CO ₃) %	Calcário activo %	CE (dS/m)	Fe livre %	Al livre %	Matéria orgânica %	Carbono orgânico %	Azoto total %	C/N	P ₂ O ₅ assimil. (p.p.m.)	K ₂ O assimil. (p.p.m.)
0-30	-	-	-	-	-	0,5	0,3	0,04	7,5	116	13
30-45	-	-	-	-	-	0,2	0,1	0,01	10,0	50	12
45-75	-	-	-	-	-	0,2	0,1	0,01	10,0	47	8

Profundidade cm	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Bases, acidez e capacidade de troca (cmol/kg)							V %	Argila
			Ca	Mg	K	Na	Acidez de troca	S	T		Composição mineralógica
0-30	7,4	6,4	2,30	0,09	0,00	0,07	0,00	2,46	2,09	100, 0	-
30-45	7,1	6,4	0,86	0,03	0,05	0,03	0,00	0,97	0,96	100, 0	-
45-75	6,9	6,6	0,72	0,03	0,02	0,07	0,00	0,84	0,80	100, 0	-

PERFIL 25 F

UNIDADE PEDOLÓGICA: **ARec.r1**
 CLASSIFICAÇÃO: Arenossolo calcárico cultivado
 (calcaric arenosol)

REGIÃO: Entre Douro e Minho
 LOCAL: Apúlia, Esposende
 CARTA E FOTO: 68; D05-1674
 DATA DE OBSERVAÇÃO: 8/7/94

GEOLOGIA E LITOLOGIA: Areias de dunas;
 RELEVO E TOPOGRAFIA: Aplanção litorânea; terreno rebaixado para agricultura (maceira);
 ALTITUDE: 6 m;
 ZONA CLIMÁTICA: L4;
 USO DA TERRA: Horticultura.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS:

Ap (0-30 cm) - Pardo escuro, 10YR 4/2 (h); arenoso, sem elementos grosseiros; sem agregação; bastante poroso; solto; algumas raízes finas e rizomas; transição nítida;

C (30-150 cm) - Pardo, 10YR 5/3 (h); arenoso, sem elementos grosseiros; sem agregação; bastante poroso; solto; húmido a encharcado; sem raízes.

Nível do lençol freático a 80 cm.

DADOS ANALÍTICOS

Profundidade cm	> 2 mm %	Areia Grossa %	Areia Fina %	Limo %	Argila %	Densidade Aparente	pF (%)			
							1.7	2.0	2.54	4.19
0-30	3,3	64,7	29,4	2,0	3,9	-	-	-	-	-
30-60	2,1	78,2	18,8	1,5	1,5	-	-	-	-	-
60-85	2,6	75,7	20,1	1,0	3,2	-	-	-	-	-

Profundidade cm	Carbonato (Ca CO ₃) %	Calcário activo %	CE (dS/m)	Fe livre %	Al livre %	Matéria orgânica %	Carbono orgânico %	Azoto total %	C/N	P ₂ O ₅ assimil. (p.p.m.)	K ₂ O assimil. (p.p.m.)
0-30	2,2	-	-	-	-	0,5	0,26	0,03	8,7	73	32
30-60	4,1	-	-	-	-	0,3	0,17	0,01	17,0	36	30
60-85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Profundidade cm	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Bases, acidez e capacidade de troca (cmol/kg)							V %	Argila
			Ca	Mg	K	Na	Acidez de troca	S	T		Composição mineralógica
0-30	8,9	8,6	3,75	0,13	0,09	0,22	0,00	4,19	2,50	100, 0	-
30-60	9,5	9,2	2,47	0,11	0,08	0,17	0,00	2,83	0,60	100, 0	-
60-85	9,5	9,3	1,37	0,07	0,05	0,11	0,00	1,60	0,80	100, 0	-

PERFIL 37 A

UNIDADE PEDOLÓGICA: ARhc.r
 CLASSIFICAÇÃO: Arenossolo háplico cultivado
 (haplic arenosol)

REGIÃO: Entre-Douro e Minho
 LOCAL: Antas
 CARTA E FOTO: 5; F2-2277-D

GEOLOGIA E LITOLOGIA: Areias de dunas;
 RELEVO E TOPOGRAFIA: Planura; declive 0-1%;
 ALTITUDE E EXPOSIÇÃO: 30/50 m;
 ZONA CLIMÁTICA: L₄;
 USO DA TERRA: Culturas arvenses de regadio e horticultura.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS:

Ap (0-20 cm) - Pardo escuro, 10YR 5/3 (s) e 4/3 (h); arenoso; sem elementos grosseiros; sem agregação; solto, não adesivo, não plástico; seco; muitas raízes finas; transição nítida;

C1 (20-45 cm) - Cinzento, 10YR 6/2 (s) e cinzento escuro, 10YR 4/2 (h); arenoso, com raro saibro de quartzo (anguloso); sem agregação; solto, não adesivo, não plástico; seco; algumas raízes finas; transição nítida;

C2 (45-80 cm) - Pardo, 10YR 6/4 (h) com manchas dispersas pardo forte, 8.5YR 5/6 (h); arenoso; sem elementos grosseiros; solto, não adesivo, não plástico; húmido; raras raízes finas; transição nítida;

C3 (80-175 cm) - Pardo, 2.5Y 6/4 (h); arenoso; sem elementos grosseiros; solto, não adesivo, não plástico; húmido; sem raízes.

DADOS ANALÍTICOS

Profundidade cm	> 2 mm %	Areia Grossa %	Areia Fina %	Limo %	Argila %	Densida- de Apa- rente	pF (%)			
							1.7	2.0	2.54	4.19
0-20	-	71,8	25,1	0,9	2,2	1,44	8,8	6,2	4,6	3,2
20-45	-	67,3	29,2	1,0	2,5	1,53	6,0	4,4	3,0	2,0
45-75	-	67,3	31,6	1,1	0,0	1,52	4,9	3,5	2,4	1,2
90-120	-	60,9	38,7	0,4	0,0	-	-	-	-	-

Profundidade cm	Carbonat. (Ca CO ₃) %	Calcário activo %	CE mmhos/cm	Fe livre %	Al livre %	Matéria orgânica %	Carbono orgânico %	Azoto total %	C/N	P ₂ O ₅ assimil. (p.p.m.)	K ₂ O assimil. (p.p.m.)
0-20	-	-	-	0,66	0,06	1,90	1,1	0,08	13,8	334	46
20-45	-	-	-	0,37	0,09	0,86	0,5	0,05	10,0	220	46
45-75	-	-	-	0,40	0,05	0,34	0,2	0,02	10,0	166	55
90-120	-	-	-	-	-	0,17	0,1	-	-	-	-

Profundidade cm	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Bases, acidez e capacidade de troca (m.c./100 g)							V %	Argila Composição mineralógica
			Ca	Mg	K	Na	Acidez de troca	S	T		
			0-20	6,0	5,5	4,08	0,22	0,20	0,06		
20-45	6,8	6,1	3,18	0,13	0,06	0,02	-	3,39	4,27	79,4	
45-75	6,7	6,3	1,98	0,10	0,21	0,01	-	2,30	2,42	95,0	
90-120	6,5	6,3	1,09	0,07	0,13	0,01	-	1,30	1,61	80,7	

PERFIL 74 A

UNIDADE PEDOLÓGICA: RGdo.cg
 CLASSIFICAÇÃO: Regossolo dístrico espesso
 (dystric regosol)

REGIÃO: Entre-Douro e Minho
 LOCAL: Frades
 CARTA E FOTO: 5; F14C-9241-D

GEOLOGIA E LITOLOGIA: Colúvies em granitos;
 RELEVO E TOPOGRAFIA: Planalto ondulado; base de encosta com declive de 3%;
 ALTITUDE E EXPOSIÇÃO: 500 m; S;
 ZONA CLIMÁTICA: Qa₃;
 USO DA TERRA: Lameiro secal, natural.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS:

O (6-0 cm) - Folhas e raízes em decomposição;

Ah (0-40 cm) - Pardo escuro, 10YR 3/2 (h); franco, húmico, algum saibro e cascalho de quartzo e feldspato, boleados; anisoforme anguloso médio e fino, moderado/fraco; bastantes poros médios e finos; friável, pouco adesivo e pouco plástico; húmido; muitas raízes finas; transição nítida;

C1 (40-125 cm) - Pardo escuro, 10YR 2.5/2 (h); franco, húmico, com algum saibro e cascalho de quartzo e feldspato, angulosos e boleados; sem agregação a anisoforme anguloso médio e fino, fraco; bastantes poros finos e médios; friável, pouco adesivo e pouco plástico; muito húmido; algumas raízes finas; transição gradual;

C2 (125-175 cm) - Pardo muito escuro a negro, 7.5YR 2/1 (h); franco, húmico, pouco saibro e cascalho de quartzo e feldspato, angulosos; sem agregação; bastantes poros finos e médios; friável, pouco adesivo e pouco plástico; molhado; sem raízes.

DADOS ANALÍTICOS

Profundidade cm	> 2 mm %	Areia Grossa %	Areia Fina %	Limo %	Argila %	Densida- de Apa- rente	pF (%)			
							1.7	2.0	2.54	4.19
0-20	-	27,8	33,5	22,7	16,0	0,97	48,8	39,7	32,0	10,1
20-40	-	29,5	26,1	23,8	20,6	0,97	41,8	35,6	29,6	11,3
40-70	-	24,3	25,8	28,5	21,4	0,94	54,2	49,1	39,7	11,1
70-100	-	22,7	28,6	27,2	21,5	-	-	-	-	-
130-160	-	25,5	29,4	28,3	16,8	-	-	-	-	-

Profundidade cm	Carbonat. (Ca CO ₃) %	Calcário activo %	CE mmhos/cm	Fe livre %	Al livre %	Matéria orgânica %	Carbono orgânico %	Azoto total %	C/N	P ₂ O ₅ assimil. (p.p.m.)	K ₂ O assimil. (p.p.m.)
0-20	-	-	-	0,60	0,93	6,38	3,7	0,31	11,9	9	63
20-40	-	-	-	0,97	0,26	4,65	2,7	0,24	11,3	12	55
40-70	-	-	-	1,77	1,88	6,21	3,6	0,32	11,3	6	72
70-100	-	-	-	2,26	2,00	6,21	3,6	-	-	-	-
130-160	-	-	-	-	-	5,86	3,4	-	-	-	-

Profundidade cm	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Bases, acidez e capacidade de troca (m.e./100 g)							V %	Argila Composição mineralógica
			Ca	Mg	K	Na	Acidez de troca	S	T		
0-20	5,1	4,2	0,88	0,10	0,08	0,02	-	1,08	17,22	6,3	K ₂ /3 ₁ V ₃ Int/Gb ₂
20-40	5,5	4,3	0,48	0,06	0,06	0,01	-	0,61	19,96	3,1	
40-70	5,7	4,3	0,70	0,07	0,09	0,02	-	0,88	25,34	3,5	
70-100	5,6	4,3	0,75	0,08	0,09	0,03	-	0,95	26,24	3,6	
130-160	5,6	4,4	0,58	0,05	0,10	0,03	-	0,76	30,36	2,5	

PERFIL 108 A

UNIDADE PEDOLÓGICA: RGdo.cx
 CLASSIFICAÇÃO: Regossolo dístrico espesso
 (dystric regosol)

REGIÃO: Entre-Douro e Minho
 LOCAL: Moure (V. do.Sousa)
 CARTA E FOTO: 9; F15C-8981-D

GEOLOGIA E LITOLOGIA: Xistos do Silúrico; coluviões;
 RELEVO E TOPOGRAFIA: Ondulado suave; superfície plana com 2-3%, adjacente a encosta com socacos;
 ALTITUDE E EXPOSIÇÃO: 300 m; SW;
 ZONA CLIMÁTICA: Q_{a4}/Q_{a3};
 USO DA TERRA: Restolho de milho.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS:

Ap (0-25/30 cm) - Pardo, 9YR 6/4 (s), pardo escuro, 9YR 3.5/4 (h); franco; com pouco saibro e cascalho de xisto e quartzo (angulosos) e artefactos (fragmentos de tijolo); anisoforme anguloso médio e fino, fraco; bastantes poros finos e médios; brando, friável, pouco adesivo e plástico; pouco fresco; muitas raízes finas; transição nítida, ondulada;

C1 (25/30-90 cm) - Pardo, 8.5YR 4/4 (h); franco; raro saibro e cascalho de xisto e quartzo, angulosos; sem agregação; bastantes poros finos; ligeiramente duro, friável, pouco adesivo e plástico; fresco; algumas raízes finas; transição gradual;

C2 (90-120/125 cm) - Pardo a pardo forte, 8.5YR 4/5 (h); franco-arenoso; algum saibro e cascalho de xisto e quartzo, angulosos; sem agregação; bastantes poros finos e médios; friável, pouco adesivo e plástico; húmido; raras raízes finas; transição nítida;

C3 (120/125-175 cm) - Vermelho, 5YR 3.5/6 (h); franco-arenoso; algum saibro e cascalho de xisto e quartzo, angulosos e boleados; anisoforme anguloso médio e fino, fraco; bastantes poros finos e médios; friável, pouco adesivo e plástico; húmido; sem raízes.

DADOS ANALÍTICOS

Profundidade cm	> 2 mm %	Areia Grossa %	Areia Fina %	Limo %	Argila %	Densidade Aparente	pF (%)			
							1.7	2.0	2.54	4.19
0-30	-	11,4	50,2	21,4	17,0	1,08	54,4	43,3	28,3	11,0
30-60	-	11,4	48,1	26,5	14,0	1,02	46,4	38,9	27,0	8,5
60-90	-	16,1	50,3	19,9	13,7	1,06	41,6	29,1	22,2	7,1
90-120	-	18,7	52,8	17,3	11,2	-	-	-	-	-
120-150	-	20,5	52,5	16,6	10,4	-	-	-	-	-

Profundidade cm	Carbonat. (Ca CO ₃) %	Calcário activo %	CE mmhos/cm	Fe livre %	Al livre %	Matéria orgânica %	Carbono orgânico %	Azoto total %	C/N	P ₂ O ₅ assimil. (p.p.m.)	K ₂ O assimil. (p.p.m.)
0-30	-	-	-	2,00	0,63	4,14	2,4	0,24	10,0	6	410
30-60	-	-	-	1,94	0,50	1,38	0,8	0,03	26,7	0	111
60-90	-	-	-	2,12	0,49	1,03	0,6	-	-	-	-
90-120	-	-	-	-	-	1,03	0,6	-	-	-	-
120-150	-	-	-	-	-	1,03	0,6	-	-	-	-

Profundidade cm	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Bases, acidez e capacidade de troca (m.e./100 g)							V %	Argila Composição mineralógica
			Ca	Mg	K	Na	Acidez de troca	S	T		
0-30	5,4	4,3	2,43	0,27	0,31	0,04	-	3,05	13,97	21,8	K ₄ V ₂ Int ₁ Gb ₁
30-60	5,5	4,3	1,75	0,32	0,09	0,01	-	2,17	9,54	22,7	
60-90	5,6	4,4	1,45	0,29	0,11	0,00	-	1,85	7,93	23,3	
90-120	5,7	4,4	1,25	0,29	0,10	0,00	-	1,64	7,92	20,7	
120-150	5,5	4,4	1,46	0,37	0,09	0,01	-	1,93	8,16	23,7	

PERFIL 153 A

UNIDADE PEDOLÓGICA: RGul.q
 CLASSIFICAÇÃO: Regossolo úmbrico delgado
 (umbric regosol)

REGIÃO: Entre-Douro e Minho
 LOCAL: S. Domingos
 CARTA E FOTO: 13; F12-4450-D

GEOLOGIA E LITOLOGIA: Quartzitos;
 RELEVO E TOPOGRAFIA: Acidentado; na parte superior de encosta encimada por crista quartzítica; declive de 35-40%;
 ALTITUDE E EXPOSIÇÃO: 410 m; E/NE;
 ZONA CLIMÁTICA: Q₁;
 USO DA TERRA: Mata (pinheiros) queimada; matos rasteiros de urze, carqueja, tojo e fetos.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS:

O (2/1-0 cm) - Folhada e raizame, calcinados;

Ah1 (0-20/25 cm) - Pardo avermelhado escuro, 6YR 3/2 (h); franco, húmico, com bastante pedra miúda e média e algum saibro e cascalho de quartzito; anisoforme anguloso fino e grumoso fino, moderado; bastantes poros médios, finos e grossos; muito friável, não adesivo, pouco plástico; pouco fresco; bastantes raízes finas e médias; transição nítida, ondulada;

Ah2 (20/25-50/60 cm) - Domínio de pedra miúda e média de quartzito (60%); pardo avermelhado escuro, 5YR 3/3 (h); franco, com bastante saibro de quartzito e quartzito; anisoforme anguloso fino, fraco; bastantes poros finos e médios; friável, não adesivo, pouco plástico; fresco; bastantes raízes finas e médias; transição nítida, ondulada;

CR (50/60-100 cm) - Rocha fendilhada e desagregável em blocos com terra nas fendas e em bolsas; pardo escuro, 7.5YR 3.5/4 (h); franco; muito saibro e cascalho de quartzito; sem agregação; não adesivo, pouco plástico; algumas raízes.

DADOS ANALÍTICOS

Profundidade cm	> 2 mm %	Areia Grossa %	Areia Fina %	Limo %	Argila %	Densida- de Apa- rente	pF (%)			
							1.7	2.0	2.54	4.19
0-20	-	14,9	45,5	23,8	15,8	0,97	57,4	38,6	25,4	8,6
20-50	-	16,8	39,1	27,3	16,8	1,01	63,6	50,6	27,8	9,5

Profundidade cm	Carbonat. (Ca CO ₃) %	Calcário activo %	CE mmhos/cm	Fe livre %	Al livre %	Matéria orgânica %	Carbono orgânico %	Azoto total %	C/N	P ₂ O ₅ assimil. (p.p.m.)	K ₂ O assimil. (p.p.m.)
0-20	-	-	-	1,52	0,64	6,38	3,7	0,25	14,8	3	27
20-50	-	-	-	2,43	1,45	5,34	3,1	0,23	13,5	0	20

Profundidade cm	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Bases, acidez e capacidade de troca (m.e./100 g)							V %	Argila Composição mineralógica
			Ca	Mg	K	Na	Acidez de troca	S	T		
0-20	4,4	3,5	0,04	0,03	0,05	0,04	-	0,16	19,92	0,8	K ₃ 1 ₃ /4V ₁ In ₂
20-50	4,6	4,2	0,00	0,01	0,03	0,03	-	0,07	18,58	0,4	

PERFIL 160 A

UNIDADE PEDOLÓGICA: CMux.vq
 CLASSIFICAÇÃO: Cambissolo húmico-úmbrico crómico
 (humic cambisol)

REGIÃO: Entre-Douro e Minho
 LOCAL: S. Domingos
 CARTA E FOTO: 13; F12-4450-D

GEOLOGIA E LITOLOGIA: Depósitos de vertente em quartzitos com influência de xistos;
 RELEVO E TOPOGRAFIA: Acidentado; cerro de crista quartzítica; encosta com 45-50%;
 ALTITUDE E EXPOSIÇÃO: 270 m; NE;
 ZONA CLIMÁTICA: Q₁₅;
 USO DA TERRA: Mata mista (eucaliptos e pinheiros) com urze, tojo, fetos, etc..

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS:

- O (4/3-0 cm) - Manta morta em decomposição com raízes e musgos;
- Ah₁ (0-20 cm) - Pardo avermelhado escuro, 5YR 3/2 (s) e 2/2 (h); franco-limoso; húmico, com bastante saibro e cascalho e muita pedra de quartzito; grumoso fino, moderado; muitos poros grossos, médios e finos; fofo, não adesivo, não plástico; pouco fresco; muitas raízes finas e médias; transição nítida a abrupta, com interpenetração;
- AB (20-45 cm) - Pardo avermelhado, 5YR 4/4 (h); franco-limoso, húmico, com bastante saibro e cascalho de quartzito e raro de xisto e muita pedra de quartzito; anisoforme anguloso fino, fraco; bastantes poros médios e finos; friável, não adesivo, não plástico; fresco; bastantes raízes finas e médias; transição nítida;
- Bw (45-100 cm) - Pardo forte, 7.5YR 5.5/8 (h); franco-limoso; com bastante saibro e cascalho e muita pedra de quartzito; anisoforme anguloso médio e fino, fraco; bastantes poros médios e finos; friável, não adesivo, pouco plástico; fresco; algumas raízes finas; transição gradual;
- C₁ (100-150 cm) - Pardo forte, 7.5YR 6.5/8 (h); franco-arenoso; com domínio (70-80%) de pedra e bastante saibro e cascalho de quartzito; sem agregação; bastantes poros finos e médios; friável, não adesivo, pouco plástico; fresco; algumas raízes finas; transição abrupta;
- 2C₂ (150-175 cm) - Xisto arroxeadado, desagregado em fragmentos prismáticos a plataformas com pouca terra (até 5%) envolvente.

DADOS ANALÍTICOS

Profundidade cm	> 2 mm %	Areia Grossa %	Areia Fina %	Limo %	Argila %	Densida- de Apa- rente	pF (%)			
							1.7	2.0	2.54	4.19
0-20	-	5,9	47,1	33,2	13,8	0,57	68,2	53,0	36,0	13,6
20-45	-	10,2	37,9	29,7	22,2	0,81	71,5	61,4	32,5	13,3
45-75	-	14,1	39,6	30,9	15,4	1,11	49,2	38,7	25,5	8,3
75-100	-	17,3	44,4	25,6	12,7	-	-	-	-	-
105-135	-	25,3	47,5	19,6	7,6	-	-	-	-	-

Profundidade cm	Carbonat. (Ca CO ₃) %	Calcário activo %	CE mmhos/cm	Fe livre %	Al livre %	Matéria orgânica %	Cárbono orgânico %	Azoto total %	C/N	P ₂ O ₅ assimil. (p.p.m.)	K ₂ O assimil. (p.p.m.)
0-20	-	-	-	1,29	0,77	12,93	7,5	0,49	15,3	3	39
20-45	-	-	-	2,92	2,02	6,03	3,5	0,28	12,5	0	22
45-75	-	-	-	1,54	1,17	1,55	0,9	0,13	6,9	0	13
75-100	-	-	-	1,20	0,80	0,86	0,5	-	-	-	-
105-135	-	-	-	0,90	0,53	0,52	0,3	-	-	-	-

Profundidade cm	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Bases, acidez e capacidade de troca (m.e./100 g)							V %	Argila Composição mineralógica
			Ca	Mg	K	Na	Acidez de troca	S	T		
0-20	3,9	3,1	0,01	0,02	0,07	0,13	-	0,23	38,23	0,6	K ₃ 1 ₂ V ₂ V* _{2/3} Q ₁
20-45	4,6	4,1	0,02	0,01	0,03	0,12	-	0,18	26,77	0,7	-
45-75	4,7	4,4	0,00	0,00	0,03	0,07	-	0,10	8,29	1,2	K ₃ 1 ₃ V ₃ Q ₁
75-100	4,9	4,4	0,02	0,00	0,03	0,06	-	0,11	6,48	1,7	-
105-135	4,9	4,4	0,01	0,00	0,01	0,04	-	0,06	3,70	1,6	-

PERFIL 177 D

UNIDADE PEDOLÓGICA: RGdo.ed
 CLASSIFICAÇÃO: Regossolo dístico espesso
 (dystric regosol)

REGIÃO: Entre-Douro e Minho
 LOCAL: Balugães
 CARTA E FOTO: 5; F7-1056-D

GEOLOGIA E LITOLOGIA: Coluvião em granodioritos;
 RELEVO E TOPOGRAFIA: Leve depressão em aplanação de relevo muito suave;
 ALTITUDE E EXPOSIÇÃO: 85 m;
 ZONA CLIMÁTICA: Q₁;
 USO DA TERRA: Culturas arvenses de regadio (milho e batata); vinha em latadas.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS:

Ap (0-30 cm) - Pardo, 10YR 5/3 (s) e pardo escuro, 10YR 3/3 (h); franco, com algum saibro de quartzo e feldspato, subrolado; granuloso médio e fino, fraco a moderado; bastantes poros finos e médios; seco; muitas raízes finas; transição nítida;

C1 (30-70 cm) - Pardo escuro, 10YR 3/4 (h); franco a franco-arenoso, com algum saibro de quartzo, feldspato e mica, subanguloso; sem agregação; bastantes poros finos e médios; friável, pouco adesivo, pouco plástico; fresco; algumas raízes finas; transição gradual;

C2 (70-110 cm) - Pardo escuro, 7.5YR 3/3 (h); franco, com algum saibro de quartzo, feldspato e mica, subanguloso; sem agregação; bastantes poros finos e médios; friável, adesivo, plástico; húmido; raras raízes finas; transição gradual;

C3 (110-150 cm) - Pardo escuro, 10YR 3/2 (h); franco, com algum saibro de quartzo, feldspato e mica, subanguloso; sem agregação; bastantes poros finos, médios e grossos; friável, pouco adesivo, pouco plástico; húmido; sem raízes;

C4 (150-200 cm) - Pardo escuro, 10YR 2/2 (h); franco, com algum saibro de quartzo e feldspato, subanguloso e subrolado; pouco adesivo, pouco plástico;

C5 (200-210 cm) - Pardo escuro, 10YR 3/4 (h); arenoso-franco, com bastante saibro e cascalho de feldspato, quartzo e rocha, anguloso.

DADOS ANALÍTICOS

Profundidade cm	> 2 mm %	Areia Grossa %	Areia Fina %	Limo %	Argila %	Densida- de Apa- rente	pF (%)			
							1.7	2.0	2.54	4.19
0-30	19,3	19,2	42,4	23,7	14,9	1,07	59,5	52,3	30,1	9,4
30-50	23,8	29,8	42,0	17,5	10,7	1,15	75,3	38,9	19,7	8,7
50-70	27,7	32,0	33,5	21,6	12,9	0,92	76,3	38,2	23,2	8,6
70-100	18,7	30,9	32,4	25,4	11,3	-	-	-	-	-
110-135	20,3	31,8	32,5	24,9	10,8	-	-	-	-	-

Profundidade cm	Carbonat. (Ca CO ₃) %	Calcário activo %	CE mmhos/cm	Fe livre %	Al livre %	Matéria orgânica %	Carbono orgânico %	Azoto total %	C/N	P ₂ O ₅ assimil. (p.p.m.)	K ₂ O assimil. (p.p.m.)
0-30	-	-	-	0,89	0,74	5,17	3,0	0,30	10,0	192	320
30-50	-	-	-	0,92	0,66	2,41	1,4	0,14	10,0	26	98
50-70	-	-	-	1,32	1,32	2,41	1,4	0,18	7,8	67	108
70-100	-	-	-	-	-	2,41	1,4	-	-	-	-
110-135	-	-	-	-	-	2,59	1,5	-	-	-	-

Profundidade cm	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Bases, acidez e capacidade de troca (m.e./100 g)							V %	Argila Composição mineralógica
			Ca	Mg	K	Na	Acidez de troca	S	T		
0-30	5,0	4,1	2,40	0,47	0,62	0,09	-	3,58	15,07	23,8	K ₃ 1 ₃ V _{3/2} Int ₁ Gb ₁ O ₁
30-50	5,1	4,4	1,03	0,25	9,17	0,10	-	1,55	7,76	20,0	-
50-70	5,2	4,4	0,83	0,21	0,99	0,11	-	2,14	10,83	19,8	-
70-100	5,2	4,5	0,64	0,13	0,17	0,08	-	1,02	14,41	7,1	-
110-135	5,3	4,5	0,64	0,15	0,19	0,09	-	1,07	15,38	7,0	-

PERFIL 358 D

UNIDADE PEDOLÓGICA: RGul.g
 CLASSIFICAÇÃO: Regossolo úmbrico delgado
 (umbric regosol)

REGIÃO: Entre-Douro e Minho
 LOCAL: Abadim
 CARTA E FOTO: 6; F15W-6099-B

GEOLOGIA E LITOLOGIA: Granitos;
 RELEVO E TOPOGRAFIA: Ondulado suave, com afloramentos rochosos; encosta levemente côncava, com 15% de declive;
 ALTITUDE E EXPOSIÇÃO: 665 m; W;
 ZONA CLIMÁTICA: T₄;
 USO DA TERRA: Mato baixo e ralo de urze, tojo e carqueja.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS:

Ah1 (0-25 cm) - Pardo escuro, 10YR 2/2 (h); arenoso-franco, húmico, com bastante saibro e cascalho de quartzo, feldspato e rocha, angulosos e subangulosos; granuloso médio e fino; muitos poros finos a grossos; friável, não adesivo, não plástico; húmido; muitas raízes finas e médias; transição irregular;

Ah2 (25-55 cm) - Pardo escuro, 7.5YR 2/2 (h); arenoso-franco, húmico, com bastante saibro e cascalho de feldspato, quartzo e rocha e muita pedra (40%) de granito e quartzo, subangulosa, em diferentes estados de alteração; sem agregação; bastantes poros finos e médios; húmido; bastantes raízes finas; transição abrupta;

R - Granito contínuo e coerente.

DADOS ANALÍTICOS

Profundidade cm	> 2 mm %	Areia Grossa %	Areia Fina %	Limo %	Argila %	Densida- de Apa- rente	pF (%)			
							1.7	2.0	2.54	4.19
0-25	19,3	44,0	40,8	7,1	8,1	1,17	49,9	34,9	19,1	7,7
25-55	35,3	48,9	35,5	8,8	6,8	1,35	38,4	30,0	17,4	6,1

Profun- didade cm	Carbonat. (Ca CO ₃) %	Calcário activo %	CE mmhos/cm	Fe livre %	Al livre %	Matéria orgânica %	Carbono orgânico %	Azoto total %	C/N	P ₂ O ₅ assimil. (p.p.m.)	K ₂ O assimil. (p.p.m.)
0-25	-	-	-	0,51	0,91	8,10	4,7	0,25	18,8	9	28
25-55	-	-	-	0,31	1,08	5,17	3,0	0,16	18,8	7	18

Profun- didade cm	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Bases, acidez e capacidade de troca (m.e./100 g)							V %	Argila Composição mineralógica
			Ca	Mg	K	Na	Acidez de troca	S	T		
0-25	5,1	4,0	0,02	0,03	0,05	0,00	-	0,10	16,09	0,6	K ₂ I ₃ V ₃ Gb ₁ O ₁
25-55	5,2	4,3	0,01	0,01	0,02	0,00	-	0,04	11,50	0,3	

PERFIL 209 A

UNIDADE PEDOLÓGICA: ARhn.r
 CLASSIFICAÇÃO: Arenossolo háplico não cultivado
 (haplic arenoso)

REGIÃO: Entre-Douro e Minho
 LOCAL: Aguçadouro
 CARTA E FOTO: 9; F5-1666-D

GEOLOGIA E LITOLOGIA: Areias de duna;
 RELEVO E TOPOGRAFIA: Ondulado suave; pequena encosta com 4-5%;
 ALTITUDE E EXPOSIÇÃO: 10/15 m;
 ZONA CLIMÁTICA: L₅;
 USO DA TERRA: Pinhal com cistáceas e gramíneas.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS:

Ah (0-10 cm) - Cinzento, 10YR 6/2 (h); arenoso; sem agregação; solto, não adesivo, não plástico; seco; algumas raízes finas; transição nítida;

C1 (10-45 cm) - Pardo, 10YR 6/4 (h); arenoso; sem agregação; solto, não adesivo, não plástico; seco; algumas raízes finas e médias; transição nítida;

C2 (45-180 cm) - Pardo, 10YR 6/3 (h); arenoso; sem agregação; solto, não adesivo, não plástico; fresco; poucas raízes até 140 cm.

DADOS ANALÍTICOS

Profundidade cm	> 2 mm %	Areia Grossa %	Areia Fina %	Limo %	Argila %	Densida- de Apa- rente	pF (%)			
							1.7	2.0	2.54	4.19
0-10	-	77,3	18,8	2,2	1,7	1,44	5,4	4,3	2,8	1,8
10-40	-	81,2	16,4	0,8	1,6	1,44	4,9	1,9	1,6	0,8
45-75	-	86,4	11,8	0,7	1,1	1,66	2,2	2,1	1,3	0,7

Profun- didade cm	Carbonat. (Ca CO ₃) %	Calcário activo %	CE mmhos/cm	Fe livre %	Al livre %	Matéria orgânica %	Carbono orgânico %	Azoto total %	C/N	P ₂ O ₅ assimil. (p.p.m.)	K ₂ O assimil. (p.p.m.)
0-10	-	-	-	0,20	0,04	1,03	0,6	0,04	15,0	24	17
10-40	-	-	-	0,17	0,03	0,17	0,1	0,01	10,0	11	11
45-75	6,0	-	-	0,14	0,03	-	-	-	-	-	-

Profun- didade cm	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Bases, acidez e capacidade de troca (m.e./100 g)							V %	Argila Composição mineralógica	
			Ca	Mg	K	Na	Acidez de troca	S	T			
0-10	5,7	4,3	0,57	0,36	0,05	0,20	-	-	1,18	2,33	50,6	-
10-40	5,7	4,2	0,22	0,04	0,02	0,07	-	-	0,35	1,20	29,2	-
45-75	8,6	8,4	1,40	0,07	0,01	0,12	-	-	1,60	0,00	47,1	-

ANEXO D – BOLETIM LIPOR

Sem Título.png Download Full screen Print Save to OneDrive Hide em

Parâmetro	Unidade	Média	Desvio
Carbono Total	%	28,9 ±	3,1
Ácidos húmicos *	-	5,6 ±	1,0
Carbono total / Azoto total	-	12,4 ±	1,0
Taxa de humificação (compostos húmicos)	%	28,2 ±	8,1
Temperatura máxima atingida		Maturado	
Grau de maturação (Rottegrad)			
Matéria orgânica *	%	53,2 ±	3,8
Azoto (N) *	%	2,3 ±	0,1
Fósforo (P2O5) *	%	1,2 ±	0,2
Potássio (K2O) *	%	2,2 ±	0,2
Cálcio (CaO) *	%	7,6 ±	2,5
Magnésio (MgO) *	%	0,7 ±	0,1
Boro (B) *	mg/kg	32,3 ±	4,2
Cádmio (Cd) *	mg/kg	0,3 ±	0,1
Chumbo (Pb) *	mg/kg	28,7 ±	8,0
Crómio (Cr) *	mg/kg	15,0 ±	1,5
Cobre (Cu) *	mg/kg	51,0 ±	6,1
Mercurio (Hg) *	mg/kg	0,1 ±	0,0
Níquel (Ni) *	mg/kg	7,6 ±	0,8
Zinco (Zn) *	mg/kg	150,0 ±	12,6
Crómio VI (Cr VI) *	mg/kg	indetectável	
Salmonella spp	Negativa em 25g	Negativa	
E. Coli	ufc/g	<10	
Humidade	%	23,7 ±	3,2
pH	-	9,0 ±	0,1
Condutividade eléctrica (salinidade), a 25°C	mS/cm	2,7 ±	0,2
Grau de finura *	%	99,4 ±	0,8
Areias e pedras entre 5 e 10 mm	%	0,3 ±	0,2
Materiais antropogénicos * (plástico, metal, vidro) > 2mm	%	0,1 ±	0,1
Densidade	g/L	366,8 ±	47,9
Infestantes (Teste de propágulo de sementes)	un ativas / l	0,0 ±	0,0

Dad

Q

CQ

Bom

Espe

Junt

Nutr

no f

amo

usad

anos

refer

Tam

term

quar

(tipo

quar

Sauc

CCQ

ANEXO E – DADOS CLIMÁTICOS ESTAÇÃO CHAFÉ



Nome Estação | Viana do Castelo/Chafé
Altitude(m) | 48
Coordenadas Lat_dec | 41,64888
Coordenadas Long_dec | -8,80461

VIANA DO CASTELO /Chafé

TEMPERATURA MÉDIA (°C) - Média mensal

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2006	8,6	8,8	12,2	15,0	16,5	19,0	20,9	21,7	18,1	17,9	15,1	9,9
2007	10,1	11,1	12,1	13,9	15,7	17,4	18,5	20,2	19,4	16,1	11,8	9,2
2008	10,9	12,9	11,4	14,4	14,9	17,9	19,2	18,5	17,9	14,6	10,4	9,1
2009	8,5	9,6	13,2	11,4	16,2	18,4	18,0	19,5	18,9	17,8	13,2	9,7
2010	9,0	9,4	11,1	15,0	15,8	18,0	20,8	21,0	18,5	15,4	11,2	9,1
2011	9,5	10,1	12,3	17,0	18,1	18,1	18,7	19,1	18,7	17,2	12,4	9,7
2012	8,7	8,1	12,8	11,7	16,1	17,5	18,3	18,8	20,1	15,2	11,3	10,9
2013	9,8	9,2	11,7	13,3	13,7	17,9	20,3	21,1	20,4	17,3	11,5	9,3
2014	10,6	10,3	11,9	14,3	15,5	18,3	19,7	18,8	20,1	18,7	12,9	9,4
2015	7,9	9,0	11,8	15,0	16,9	19,1	19,4	19,2	17,1	16,8	13,9	12,7
2016	11,0	10,3	11,0	12,9	15,2	18,1	21,0	20,5	18,1	16,3	11,8	10,6
2017	8,2	11,5	12,8	15,4	17,6	18,7	19,8	19,8	17,1	17,0	12,0	9,4
2018	9,4	9,0	10,6	13,4	15,4	17,8	19,4	21,6	19,7	16,4	12,4	11,8
2019	8,7	10,9	12,7	12,8	17,0	17,0	20,3	19,5	20,4	16,3	12,7	11,9
2020	10,6	13,6	12,7	15,4	18,5	18,2	22,1	20,1	19,6	14,8	13,7	10,1

PRECIPITAÇÃO (mm) - Total mensal

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2006	86,1	70,7	241,0	96,7	11,9	25,5	5,3	19,5	172,7	298,4	308,8	167,1
2007	56,3	207,9	65,2	33,5	93,0	134,4	49,6	26,3	44,5	6,6	43,5	64,3
2008	159,5	43,0	85,8	221,3	138,4	37,4	23,2	54,9	60,2	99,9	78,3	172,7
2009	242,7	79,3	36,4	86,3	69,0	107,7	74,5	12,9	13,5	210,2	296,0	366,1
2010	222,4	143,4	149,9	58,8	49,9	56,4	11,1	8,2	22,0	332,1	251,6	201,1
2011	233,6	170,3	73,1	29,1	27,0	6,0	29,0	45,5	27,0	215,0	242,8	108,9
2012	46,2	4,0	19,6	97,5	119,6	63,4	9,6	109,7	30,4	133,1	117,4	268,3
2013	254,0	65,1	288,1	87,7	94,2	44,5	1,2	4,2	82,7	321,7	62,8	178,5
2014	306,6	307,2	85,5	120,9	85,7	22,2	48,1	41,6	205,9	179,6	299,6	53,4
2015	134,0	101,5	55,4	66,9	148,8	37,0	21,0	24,9	110,4	235,2	57,5	139,7
2016	270,7	183,4	116,6	217,3	153,5	25,3	0,0	19,0	65,6	102,4	167,1	58,2
2017	95,6	168,7	99,4	9,9	101,5	25,0	13,6	6,7	8,4	60,1	79,8	153,3
2018	156,7	67,7	277,2	169,3	52,8	50,0	20,1	9,5	14,2	140,0	311,7	156,0
2019	85,4	40,2	92,0	147,2	24,0	56,1	16,2	45,4	40,3	242,5	274,7	222,9
2020	160,2	77,1	83,7	122,2	65,2	36,5	0,7	38,4	65,9	137,5	98,1	292,3

ERA5 monthly averaged data on single levels from 1979 to present

<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-single-levels-monthly-means?tab=dc>

Observação superfície

Evaporação (Piche): Estação Viana do Castelo

lat

lon

41,648875 -8,80461

Mês/Ano	OBS SUPERF	ERA5	
	EVAP_Piche (mm/mês)	EVAP (mm/mês)	POT_EVAP (mm/mês)
31/01/1981	44,3	52,0	33,5
28/02/1981	50,3	49,7	34,1
31/03/1981	47,3	87,1	68,6
30/04/1981	67,9	85,8	68,4
31/05/1981	55,5	108,4	118,8
30/06/1981	125,9	79,0	143,7
31/07/1981	148	56,9	129,6
31/08/1981	94,1	51,8	74,5
30/09/1981	58,9	51,1	37,4
31/10/1981	45,6	34,9	32,5
30/11/1981	43	40,7	11,0
31/12/1981	39,1	42,1	20,5
31/01/1982	36,6	49,6	30,0
28/02/1982	39,7	62,2	53,3
31/03/1982	73,1	84,9	88,6
30/04/1982	109,8	86,9	88,3
31/05/1982	86,6	87,1	90,0
30/06/1982	53,9	81,4	100,4
31/07/1982	67,2	66,7	125,5
31/08/1982	119,7	51,7	85,8
30/09/1982	86,8	53,8	37,0
31/10/1982	42,3	48,6	22,1
30/11/1982	38,5	40,8	13,5
31/12/1982	29	34,7	20,8
31/01/1983	41,8	48,1	25,3
28/02/1983	38,3	62,2	50,4
31/03/1983	73,2	80,9	52,6
30/04/1983	62,3	82,4	61,7
31/05/1983	57,9	104,7	118,9
30/06/1983	98,3	79,5	90,1
31/07/1983	63	79,3	95,8
31/08/1983	85,6	55,7	80,0
30/09/1983	55,2	48,9	49,3
31/10/1983	50,1	38,6	22,1
30/11/1983	31,4	47,7	17,6
31/12/1983	49,6	41,1	14,4
31/01/1984	34,1	52,5	34,4
29/02/1984	50,2	58,6	43,3
31/03/1984	71,3	73,9	70,7
30/04/1984	71,3	100,2	76,3
31/05/1984	80,3	99,5	96,4
30/06/1984	75,9	89,9	108,3
31/07/1984	76,9	77,1	119,7

31/08/1984	107	57,8	88,2
30/09/1984	89,8	47,5	38,9
31/10/1984	38,5	44,5	18,0
30/11/1984	29,2	35,4	16,0
31/12/1984	39,2	46,1	17,4
31/01/1985	39,7	45,5	27,8
28/02/1985	44,3	61,1	39,2
31/03/1985	61,7	84,5	70,7
30/04/1985	71,3	93,3	83,7
31/05/1985	87,4	99,0	100,4
30/06/1985	69,5	82,5	112,5
31/07/1985	76,2	72,5	110,2
31/08/1985	89	43,5	109,9
30/09/1985	93,1	47,8	56,7
31/10/1985	59,4	53,5	21,2
30/11/1985	41,4	45,1	16,0
31/12/1985	56,5	47,5	16,3
31/01/1986	31,2	47,3	22,5
28/02/1986	30,4	54,4	39,3
31/03/1986	46,5	88,3	63,2
30/04/1986	66,1	88,6	82,9
31/05/1986	75,3	95,8	121,6
30/06/1986	106,8	87,1	134,1
31/07/1986	104,2	75,7	101,7
31/08/1986	73	57,4	65,2
30/09/1986	50,4	47,1	46,1
31/10/1986	41,6	40,5	24,6
30/11/1986	31,4	37,6	15,2
31/12/1986	37,9	43,0	19,5
31/01/1987	54,2	44,1	24,8
28/02/1987	32,9	60,0	47,5
31/03/1987	52,7	80,0	62,1
30/04/1987	60,6	103,3	102,7
31/05/1987	115,8	93,0	103,1
30/06/1987	92,8	83,5	131,2
31/07/1987	111,1	60,0	119,1
31/08/1987	105,9	56,5	84,6
30/09/1987	71,5	61,7	31,8
31/10/1987	46,4	47,0	26,5
30/11/1987	50,2	34,6	14,1
31/12/1987	36,6	45,1	13,7
31/01/1988	44,9	64,0	36,3
29/02/1988	73	61,6	53,2
31/03/1988	76,4	74,7	61,1
30/04/1988	66	88,0	72,6
31/05/1988	72,1	96,1	93,3
30/06/1988	88,8	100,1	97,4
31/07/1988	83,9	72,2	115,6
31/08/1988	103,8	63,7	101,1
30/09/1988	104,6	45,5	49,3

31/10/1988	68,7	48,9	29,9
30/11/1988	65,5	35,7	17,6
31/12/1988	42,3	35,9	22,1
31/01/1989	38,8	54,8	33,0
28/02/1989	60,6	64,9	50,5
31/03/1989	71,3	86,1	59,9
30/04/1989	66,7	82,9	89,9
31/05/1989	69,3	100,8	122,0
30/06/1989	89,7	74,3	146,7
31/07/1989	118,1	55,5	116,4
31/08/1989	83,3	49,4	101,6
30/09/1989	114,8	37,3	62,1
31/10/1989	98,7	50,0	18,9
30/11/1989	49,8	42,1	13,5
31/12/1989	58,8	46,3	17,6
31/01/1990	34,3	45,0	28,9
28/02/1990	42,2	67,8	60,9
31/03/1990	103,9	94,7	76,3
30/04/1990	104,8	87,1	101,4
31/05/1990	96,6	88,9	116,2
30/06/1990	77,3	78,4	143,3
31/07/1990	126	68,3	131,8
31/08/1990	111,8	44,8	88,9
30/09/1990	81,8	57,3	38,4
31/10/1990	61,8	47,8	25,2
30/11/1990	35,5	37,1	15,1
31/12/1990	45,5	40,5	18,8
31/01/1991	38,9	57,5	30,2
28/02/1991	51,9	55,8	40,1
31/03/1991	60,1	84,6	74,1
30/04/1991	90,3	91,1	124,0
31/05/1991	165	92,5	125,1
30/06/1991	124,1	73,9	127,9
31/07/1991	118,6	67,1	121,1
31/08/1991	102,9	65,9	75,2
30/09/1991	59,8	54,9	42,7
31/10/1991	60,5	48,8	22,9
30/11/1991	45,2	28,3	16,1
31/12/1991	36,7	42,1	21,2
31/01/1992	48,1	47,8	35,3
29/02/1992	55,6	65,1	55,7
31/03/1992	91,6	85,5	76,6
30/04/1992	99,5	89,5	101,5
31/05/1992	118,3	103,8	95,9
30/06/1992	95,4	91,9	126,2
31/07/1992	114,1	68,4	107,1
31/08/1992	90,1	76,2	73,2
30/09/1992	75,1	55,2	41,2
31/10/1992	61,9	31,1	20,5
30/11/1992	30	44,8	16,1

31/12/1992	42,1	37,4	19,5
31/01/1993	29,5	60,0	41,6
28/02/1993	66,5	56,8	47,5
31/03/1993	81,9	85,0	61,2
30/04/1993	63,3	87,0	69,7
31/05/1993	64,2	103,5	99,2
30/06/1993	92,7	101,1	139,5
31/07/1993	172,6	76,2	122,0
31/08/1993	139,2	67,4	64,8
30/09/1993	74,9	59,9	34,3
31/10/1993	63,6	41,7	21,6
30/11/1993	42,8	30,3	11,2
31/12/1993	27,3	47,0	17,9
31/01/1994	57,5	50,9	25,5
28/02/1994	38,6	54,0	52,1
31/03/1994	76,8	96,3	77,5
30/04/1994	98,2	85,5	70,2
31/05/1994	59,8	111,4	122,2
30/06/1994	131,7	81,4	118,0
31/07/1994	75,7	81,0	99,5
31/08/1994	73,2	70,1	69,8
30/09/1994	79,4	48,3	42,0
31/10/1994	44,3	35,1	22,7
30/11/1994	57,9	33,5	14,7
31/12/1994	35,7	46,5	19,1
31/01/1995	48,3	47,0	27,2
28/02/1995	39,5	63,7	54,5
31/03/1995	83,9	78,1	99,8
30/04/1995	104,2	87,2	89,5
31/05/1995	83,1	95,6	129,5
30/06/1995	113,6	93,1	109,0
31/07/1995	81,4	69,9	130,4
31/08/1995	145,9	64,6	71,0
30/09/1995	76,2	46,5	47,0
31/10/1995	50,8	42,9	20,9
30/11/1995	36,3	43,6	14,4
31/12/1995	40,7	54,5	17,8
31/01/1996	45,6	59,6	28,4
29/02/1996	44,6	63,2	45,8
31/03/1996	58	86,0	76,0
30/04/1996	73,7	100,7	83,0
31/05/1996	74,6	95,6	134,7
30/06/1996	117	76,5	132,1
31/07/1996	120,4	64,1	101,7
31/08/1996	88,5	49,5	76,1
30/09/1996	73,7	49,0	45,0
31/10/1996	61	44,7	21,8
30/11/1996	36,4	38,8	16,1
31/12/1996	39,3	37,1	17,4
31/01/1997	36,5	34,2	27,4

28/02/1997	28	63,9	72,0
31/03/1997	103,8	70,5	90,3
30/04/1997	92,7	95,5	73,9
31/05/1997	71,1	111,3	86,8
30/06/1997	70,4	96,9	117,4
31/07/1997	120,3	74,0	102,6
31/08/1997	77,2	61,5	85,0
30/09/1997	81,1	50,7	47,6
31/10/1997	69,4	62,7	19,6
30/11/1997	45,6	43,2	13,2
31/12/1997	34	50,3	19,6
31/01/1998	47,4	49,5	39,4
28/02/1998	55,5	65,6	58,1
31/03/1998	83,7	92,2	52,5
30/04/1998	59,9	95,2	86,9
31/05/1998	85	109,1	114,3
30/06/1998	94,6	86,2	129,4
31/07/1998	133,3	66,1	141,0
31/08/1998	110,5	56,7	59,2
30/09/1998	46,9	50,3	41,6
31/10/1998	50,6	43,7	25,0
30/11/1998	37,7	38,1	16,0
31/12/1998	35,2	41,1	19,4
31/01/1999	39,7	52,6	34,8
28/02/1999	55,5	63,2	47,5
31/03/1999	78,9	86,2	69,4
30/04/1999	79,8	90,9	80,3
31/05/1999	67,2	104,4	117,9
30/06/1999	101,7	85,8	128,4
31/07/1999	106,8	82,3	97,0
31/08/1999	78,9	61,8	65,4
30/09/1999	56,9	55,8	37,7
31/10/1999	59,3	57,4	29,1
30/11/1999	62	33,3	13,5
31/12/1999	29,4	45,1	23,2
31/01/2000	47,1	36,2	29,2
29/02/2000	36,4	62,3	61,1
31/03/2000	78,6	75,8	46,3
30/04/2000	50,2	87,1	78,3
31/05/2000	60	101,6	126,3
30/06/2000	113,3	86,4	112,9
31/07/2000	99,6	75,1	113,1
31/08/2000	102,5	59,5	82,5
30/09/2000	66,9	52,1	39,6
31/10/2000	47,9	40,3	15,7
30/11/2000	31,9	42,4	10,8
31/12/2000	43,3	44,9	14,9
31/01/2001	39,6	50,1	34,9
28/02/2001	52	43,8	26,6
31/03/2001	30,8	95,9	76,0

30/04/2001	91,3	99,7	89,4
31/05/2001	82,2	96,8	120,9
30/06/2001	94,1	87,0	100,7
31/07/2001	83,5	71,5	102,6
31/08/2001	69,4	53,7	97,2
30/09/2001	97,3	53,2	37,6
31/10/2001	46,3	55,8	32,2
30/11/2001	68,5	35,0	19,0
31/12/2001	47	35,3	17,9
31/01/2002	35,3	57,1	35,2
28/02/2002	61	62,8	50,5
31/03/2002	76,7	91,0	82,1
30/04/2002	92,1	83,2	77,1
31/05/2002	71,5	94,9	99,9
30/06/2002	88	80,7	120,5
31/07/2002	118	59,0	116,8
31/08/2002	120,4	55,2	66,9
30/09/2002	60,6	54,6	37,5
31/10/2002	57,9	53,2	19,7
30/11/2002	39,8	42,0	14,2
31/12/2002	43,9	49,3	19,6
31/01/2003	56,3	47,0	25,4
28/02/2003	37,8	48,2	44,3
31/03/2003	54,9	83,8	62,9
30/04/2003	74	99,3	105,2
31/05/2003	124,3	87,0	116,1
30/06/2003	94,4	91,7	106,3
31/07/2003	77,4	66,8	118,0
31/08/2003	86,4	66,8	80,2
30/09/2003	81,9	61,4	39,6
31/10/2003	58,6	44,6	23,4
30/11/2003	43,1	34,7	13,9
31/12/2003	33,8	31,2	14,5
31/01/2004	28	52,6	36,7
29/02/2004	51	65,0	48,3
31/03/2004	69,9	96,9	81,2
30/04/2004	100,1	90,9	92,8
31/05/2004	104,8	91,0	131,1
30/06/2004	104,8	79,3	126,8
31/07/2004	114,6	85,4	88,1
31/08/2004	70,8	62,5	83,5
30/09/2004	81,9	52,5	36,1
31/10/2004	46,5	45,7	29,2
30/11/2004	54,1	42,9	18,1
31/12/2004	40,1	46,3	23,3
31/01/2005	48,2	62,0	39,4
28/02/2005	66,8	52,8	48,4
31/03/2005	65	84,5	68,0
30/04/2005	74,9	100,7	88,6
31/05/2005	83,8	96,4	120,2

30/06/2005	107,7	90,4	127,0
31/07/2005	118,5	74,7	133,1
31/08/2005	144,1	56,0	91,0
30/09/2005	95,6	41,6	47,2
31/10/2005	67,9	56,2	25,4
30/11/2005	56	36,6	15,6
31/12/2005	48,5	42,7	20,9
31/01/2006	48,8	53,1	31,3
28/02/2006	52,3	48,4	32,2
31/03/2006	34,1	88,8	77,2
30/04/2006	67,7	92,3	100,3
31/05/2006	89,7	78,5	131,7
30/06/2006	94,9	59,3	138,0
31/07/2006	101	72,5	134,4
31/08/2006	129,8	58,4	77,1
30/09/2006	42,5	54,0	35,1
31/10/2006	37,4	51,8	23,4
30/11/2006	31,9	44,3	15,7
31/12/2006	44	38,9	18,5
31/01/2007	31,4	43,8	26,4
28/02/2007	38	66,3	49,5
31/03/2007	73,1	79,3	78,2
30/04/2007	60,2	92,0	85,3
31/05/2007	64,9	105,8	97,5
30/06/2007	66,2	100,1	106,4
31/07/2007	67,1	83,5	118,3
31/08/2007	97,8	57,2	104,6
30/09/2007	77,5	42,1	57,6
31/10/2007	65,7	36,0	38,9
30/11/2007	66	35,3	16,8
31/12/2007	31,1	37,4	18,0
31/01/2008	32	45,0	35,8
29/02/2008	48	71,2	45,7
31/03/2008	65,9	88,2	69,0
30/04/2008	64,5	87,1	70,0
31/05/2008	39,2	110,8	115,8
30/06/2008	54,5	85,6	111,5
31/07/2008	79,6	82,5	102,5
31/08/2008	58,1	73,6	73,0
30/09/2008	52,7	57,4	46,7
31/10/2008	42,3	43,0	24,2
30/11/2008	27,5	38,8	15,9
31/12/2008	24,7	39,9	14,1
31/01/2009	20,3	46,5	36,5
28/02/2009	31,7	66,5	65,0
31/03/2009	66,6	74,2	65,2
30/04/2009	35,3	97,3	96,2
31/05/2009	68,1	102,1	101,3
30/06/2009	44,9	97,6	105,6
31/07/2009	56,3	81,4	112,5

31/08/2009	59,1	51,0	102,1
30/09/2009	71,7	42,0	41,4
31/10/2009	44,3	53,5	18,7
30/11/2009	31,5	47,0	13,3
31/12/2009	23,4	53,6	17,8
31/01/2010	27,4	58,7	26,5
28/02/2010	42	65,2	42,5
31/03/2010	52,2	88,4	81,5
30/04/2010	61,4	103,0	95,3
31/05/2010	85,4	100,3	118,9
30/06/2010	74,7	75,0	144,0
31/07/2010	109,4	63,0	142,3
31/08/2010	118,2	52,9	88,0
30/09/2010	71,3	54,4	41,6
31/10/2010	40,9	55,0	23,1
30/11/2010	39,8	42,8	14,8
31/12/2010	31,5	36,1	17,3
31/01/2011	27,8	56,4	30,4
28/02/2011	35,9	59,6	47,0
31/03/2011	61,2	86,4	88,5
30/04/2011	78,2	98,7	99,3
31/05/2011	83	83,7	132,8
30/06/2011	103,2	70,4	123,1
31/07/2011	87,6	65,6	106,2
31/08/2011	66,1	57,6	83,1
30/09/2011	53,7	41,3	70,5
31/10/2011	85	51,7	24,0
30/11/2011	37	38,8	15,7
31/12/2011	27,2	37,5	21,4
31/01/2012	27,8	57,2	40,0
29/02/2012	54	57,8	67,9
31/03/2012	71	80,3	65,7
30/04/2012	54,1	90,8	79,0
31/05/2012	54,6	104,6	94,1
30/06/2012	53,3	89,8	114,2
31/07/2012	75,7	79,1	100,0
31/08/2012	48,7	69,6	91,0
30/09/2012	73,4	57,1	40,8
31/10/2012	40,2	60,0	24,8
30/11/2012	32,9	35,8	13,9
31/12/2012	18,8	38,7	14,1
31/01/2013	25,7	60,2	31,8
28/02/2013	31	54,4	33,9
31/03/2013	42,5	96,9	77,1
30/04/2013	71,2	96,4	93,6
31/05/2013	70,9	89,0	121,0
30/06/2013	67	64,1	134,5
31/07/2013	88,1	73,1	134,3
31/08/2013	93,8	39,1	108,1
30/09/2013	104,4	50,0	37,0

31/10/2013	33,5	52,9	26,0
30/11/2013	34,2	39,8	16,4
31/12/2013	38	38,4	12,8
31/01/2014	22,5	58,6	25,1
28/02/2014	34,1	57,4	44,6
31/03/2014	48,8	71,3	62,5
30/04/2014	36,7	103,5	99,1
31/05/2014	68,7	104,5	107,5
30/06/2014	78,7	97,5	119,0
31/07/2014	74,2	76,7	97,3
31/08/2014	41,3	68,6	67,8
30/09/2014	52	50,9	41,5
31/10/2014	35,2	57,1	20,2
30/11/2014	25,5	41,0	18,6
31/12/2014	46,7	36,0	17,5
31/01/2015	16,5	49,3	27,7
28/02/2015	30,8	60,8	52,9
31/03/2015	46,9	69,4	75,4
30/04/2015	44,4	102,7	102,7
31/05/2015	76,1	91,2	127,8
30/06/2015	70,9	71,0	122,8
31/07/2015	56,7	61,8	101,4
31/08/2015	58,2	64,4	78,0
30/09/2015	47,8	54,0	42,2
31/10/2015	38,5	43,1	25,6
30/11/2015	28,2	44,7	19,9
31/12/2015	45,4	45,9	15,6
31/01/2016	26	57,4	28,0
29/02/2016	26,4	62,2	43,4
31/03/2016	34,3	85,4	65,0
30/04/2016	38,4	85,9	73,7
31/05/2016	52,6	108,6	109,4
30/06/2016	65,4	83,3	149,7
31/07/2016	106	63,9	137,5
31/08/2016	95,8	54,1	88,8
30/09/2016	49,7	41,8	46,5
31/10/2016	30,5	49,3	24,8
30/11/2016	26,3	33,4	19,5
31/12/2016	28,7	43,8	19,5
31/01/2017	28,8	55,3	31,7
28/02/2017	31,5	63,7	47,7
31/03/2017	52,3	92,4	95,9
30/04/2017	71,6	95,7	88,9
31/05/2017	66,2	101,8	120,3
30/06/2017	58,2	84,9	120,4
31/07/2017	62,7	60,3	124,3
31/08/2017	75,2	47,1	85,1
30/09/2017	54,8	38,3	63,1
31/10/2017	66,3	45,7	31,0
30/11/2017	34,2	32,5	14,0

31/12/2017	19,3	37,3	17,6
31/01/2018	23,4	56,4	33,7
28/02/2018	39,5	64,0	33,5
31/03/2018	33,6	80,5	64,6
30/04/2018	46,6	82,8	89,6
31/05/2018	71,3	85,9	96,7
30/06/2018	57,2	77,2	99,9
31/07/2018	54,1	64,5	139,2
31/08/2018	94	39,8	99,0
30/09/2018	75,4	48,9	60,3
31/10/2018	82,8	39,5	20,0
30/11/2018	29,5	29,5	14,3
31/12/2018	23,2	37,9	19,1
31/01/2019	40,7	49,2	38,6
28/02/2019	51,8	64,7	57,2
31/03/2019	94,5	82,9	62,3
30/04/2019	68,8	102,9	103,8
31/05/2019	100,9	90,2	96,8
30/06/2019	74,3	79,5	115,7
31/07/2019	78,2	74,5	99,6
31/08/2019	86,2	50,8	92,1
30/09/2019	102,7	40,7	38,7
31/10/2019	37,5	44,7	18,1

Estação do IPMA em Viana do Castelo (Temperatura - °C)													
anos	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	agos	sete	outu	nov	dez	média
1990	9,7	13	13,9	13,5	17,6	18,5	22,5	21,5	20,7	15,9	11,5	9,1	15,6
2010	9	9,4	11,1	15	15,8	18	20,8	21	18,5	15,4	11,2	9,1	14,5
2019	8,7	10,9	12,7	12,8	17	17	20,3	19,5	20,4	16,3	12,7	11,9	15,0
Média	9,4	10,1	12,0	13,9	16,0	18,0	19,5	19,8	19,0	16,5	12,1	10,2	14,7
2020	10,6	13,6	12,7	15,4	18,5	18,2	22,1	20,1	19,6	14,8	13,7	10,1	15,8
2030	10,9	13,9	13,0	15,7	18,8	18,5	22,4	20,4	19,9	15,1	14,0	10,4	16,1
2040	11,1	14,1	13,2	15,9	19,0	18,7	22,6	20,6	20,1	15,3	14,2	10,6	16,3
2050	11,4	14,4	13,5	16,2	19,3	19,0	22,9	20,9	20,4	15,6	14,5	10,9	16,6
2060	11,7	14,7	13,8	16,5	19,6	19,3	23,2	21,2	20,7	15,9	14,8	11,2	16,9
2070	11,9	14,9	14,0	16,7	19,8	19,5	23,4	21,4	20,9	16,1	15,0	11,4	17,1
2080	12,2	15,2	14,3	17,0	20,1	19,8	23,7	21,7	21,2	16,4	15,3	11,7	17,4
2090	12,5	15,5	14,6	17,3	20,4	20,1	24,0	22,0	21,5	16,7	15,6	12,0	17,7
2100	12,7	15,7	14,8	17,5	20,6	20,3	24,2	22,2	21,7	16,9	15,8	12,2	17,9

Estação do IPMA em Viana do Castelo (Precipitação – mm)													
anos	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	agos	sete	outu	nov	dez	soma
1990	249	90	5	103	27	42	13	17	25	295	119	178	1163
2000	48	70	32	349	107	31	69	33	73	134	417	525	1888
2010	222	143	150	59	50	56	11	8	22	332	252	201	1507
2019	85	40	92	147	24	56	16	45	40	243	248	223	1260
Média	168	118	120	103	84	49	23	31	64	184	183	165	1292
2020	160	77	84	122	65	37	1	38	66	138	98	292	1178
2030	160	77	83	122	65	36	0	38	65	137	98	292	1172
2040	159	76	83	121	64	35	0	37	65	136	97	291	1165
2050	159	76	82	121	64	35	-1	37	64	136	97	291	1159
2060	158	75	82	120	63	34	-1	36	64	135	96	290	1153
2070	158	74	81	120	63	34	-2	36	63	135	95	290	1147
2080	157	74	81	119	62	33	-2	35	63	134	95	289	1140
2090	157	73	80	119	62	33	-3	35	62	134	94	289	1134
2095	156	73	80	118	61	33	-3	34	62	134	94	288	1131
2100	156	73	80	118	61	32	-3	34	62	133	94	288	1128

Estação do IPMA em Viana do Castelo (Evaporação – mm)													
anos	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	agos	sete	outu	nov	dez	média
1990	34	42	104	105	97	77	122	112	82	62	36	46	917
2000	47	36	79	50	60	113	100	103	67	48	32	43	778
2010	27	42	52	61	85	75	109	118	71	41	40	32	754
2019	41	52	95	69	101	74	78	86	103	38	30	23	788
Média	29	39	56	57	71	69	78	80	66	49	34	30	658
2020	29	39	56	57	71	69	78	80	66	49	34	30	658
2030	29	40	56	58	71	69	79	81	67	49	34	31	664
2040	30	40	57	58	72	70	79	81	67	50	35	31	670
2050	30	41	57	59	72	70	80	82	68	50	35	32	676
2060	31	41	58	59	73	71	80	82	68	51	36	32	683
2070	31	42	58	60	73	71	81	83	69	51	37	33	689
2080	32	42	59	60	74	72	81	83	70	52	37	33	695
2090	32	43	59	61	74	72	82	84	70	52	38	34	701
2100	33	43	60	61	75	73	83	84	71	53	38	35	708

ANEXO F – PORTAL CLIMA REGIÃO ALTO MINHO

RCP 4,5													
Temperatura - °C													
anos	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	agos	sete	outu	nov	dez	média
2011	7,7	7,5	8,6	9,3	11,1	14	17,9	18,8	16,8	13,1	7,7	7,7	11,7
2012	7,2	7,6	9,6	9	12,2	16,1	18,3	19,7	18,8	13,3	7,2	7,5	12,2
2013	6,9	7,1	8,8	11	12,6	16,5	18,4	21,8	17,7	13,4	6,9	8,2	12,4
2014	6,8	7,7	7,8	9,8	12,4	14,6	19,4	20,6	17,9	13,5	6,8	7,3	12,1
2015	7,6	7,7	9,2	11,1	12,7	17,3	21,5	20,2	18	12,7	7,6	7,8	12,8
2016	7,7	6,5	8,3	10,2	12,9	15	19,9	20,8	16,9	13,3	9,4	8	12,4
2017	7,6	7,5	9	11,2	13,1	14,5	17,7	18,8	17,2	12,6	10,2	9,3	12,4
2018	7	8,2	8,1	9,3	11,9	16,1	19,1	20,4	17,7	13,8	10,3	7,7	12,5
2019	7	7,8	7,7	10,2	11,2	17,1	19,9	19,5	16,7	16,7	10,5	8,5	12,7
2020	7,5	8,2	8,8	10,6	12,3	16,3	19,1	19,2	16,7	11,6	9,8	8,4	12,4
2025	6,6	9,0	9,0	10,7	11,9	14,6	18,4	19,3	16,4	12,3	10,3	8,0	12,2
2030	6,9	8,2	8,8	10,5	12,9	17,0	20,3	21,0	17,0	12,7	9,7	8,4	12,8
2035	7,4	8,0	8,1	9,9	12,5	15,4	18,8	21,1	17,5	13,7	11,0	9,0	12,7
2040	7,8	7,5	9,4	10,0	11,7	15,2	20,3	22,0	18,5	14,1	9,4	8,4	12,9
2045	7,8	7,8	8,4	10,9	12,5	16,1	18,6	19,2	19,3	13,8	11,9	8,3	12,9
2050	8,2	8,8	8,6	9,8	12,4	15,9	18,7	21,9	18,5	14,4	10,5	8,0	13,0
2055	8,8	8,6	8,8	10,4	14,9	16,5	19,9	21,8	19,1	14,1	10,8	9,5	13,6
2060	7,8	8,1	9,2	10,5	13,2	16,6	20,8	19,9	18,5	13,8	11,1	8,6	13,2
2065	8,1	8,0	9,3	10,9	12,7	18,2	21,1	19,8	18,5	13,6	10,9	8,3	13,3
2070	8,2	8,2	9,5	10,7	13,7	17,0	22,1	22,0	17,8	14,4	10,9	9,3	13,7
2075	7,8	8,2	9,7	11,4	14,2	18,2	21,8	23,5	19,4	13,3	11,1	8,4	13,9
2080	8,5	8,3	9,7	12,4	12,8	15,7	20,1	21,3	19,0	15,4	11,3	9,2	13,6
2085	7,2	8,1	8,7	10,4	13,1	17,4	21,1	22,8	19,5	15,3	10,8	8,5	13,6
2090	7,4	7,9	8,4	10,9	11,8	15,3	20,1	21,2	16,8	13,8	10,4	8,5	12,7
2095	8,3	9,2	8,6	12,2	13,3	16,8	21,3	22,0	19,5	14,8	11,8	9,5	13,9
2100	9,2	8,1	9,7	9,5	14,2	16,2	20,2	21,6	19,5	15,5	11,9	9,3	13,7

RCP 4,5													
Precipitação - mm													
anos	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	agos	sete	outu	nov	dez	soma
2 011	522	309	288	307	191	110	34	29	117	198	185	323	2 613
2 012	342	190	279	182	180	55	16	37	46	249	260	512	2 346
2 013	482	276	241	211	105	60	45	32	62	170	525	531	2 739
2 014	393	363	315	172	179	48	26	34	55	225	356	411	2 575
2 015	252	362	220	133	148	46	14	34	87	205	311	429	2 241
2 016	368	255	345	177	72	140	36	36	85	180	268	362	2 325
2 017	449	238	222	154	130	96	42	30	58	179	262	374	2 235
2 018	278	280	309	351	111	71	25	22	78	169	481	402	2 575
2 019	336	267	235	198	158	32	19	22	163	143	289	497	2 358
2 020	436	313	213	268	113	42	21	41	134	211	302	377	2 471
2 025	183	317	321	126	161	61	33	18	101	318	266	347	2 252
2 030	342	316	177	114	136	64	27	21	140	197	387	440	2 361
2 035	430	194	235	212	106	96	57	22	38	176	254	342	2 162
2 040	397	371	284	198	129	52	22	17	84	185	309	277	2 325
2 045	380	299	147	141	123	47	38	23	55	293	339	418	2 302
2 050	408	274	250	222	147	92	28	24	113	272	286	343	2 459
2 055	341	300	304	193	92	84	20	27	72	287	294	349	2 363
2 060	335	327	340	291	147	52	28	41	74	175	291	323	2 424
2 065	301	290	300	208	165	59	13	21	55	301	397	375	2 485
2 070	316	375	294	267	104	57	44	46	91	205	329	321	2 449
2 075	342	314	237	154	132	62	29	12	83	288	285	434	2 372
2 080	526	194	170	94	126	74	22	18	80	197	277	416	2 194
2 085	224	265	204	214	157	56	33	18	57	190	288	345	2 051
2 090	470	216	290	219	86	69	21	10	172	188	238	304	2 283
2 095	275	144	309	152	112	38	17	21	52	140	282	252	1 794
2 100	574	349	243	175	74	68	23	23	45	205	483	488	2 750

RCP 8,5													
Temperatura - °C													
anos	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	agos	sete	outu	nov	dez	média
2011	7,1	7,3	9,1	10,8	13	15,8	18,7	19,9	18,8	13,7	10,8	9,2	12,9
2012	7,8	7,5	9,4	10,3	12,4	15,1	18,3	20	17,4	13	9,8	9,2	12,5
2013	7,8	7,9	9,2	9,8	11,7	16,4	19,3	19,1	18,1	13,9	10,8	8,5	12,7
2014	7,5	7,2	7,3	10	12,3	17	18,8	21,2	18,8	13,3	9,9	8	12,6
2015	7,2	7,7	9,4	10,3	12,4	16,2	19,7	21	18,5	14,7	10,8	9,2	13,1
2016	7,7	7,3	8	10,1	11	16,1	19,1	20,6	17,8	13,4	10,2	7,5	12,4
2017	7,7	7,8	8,2	11,4	12,6	16,1	19,7	19,7	17,3	13,6	9,6	9,4	12,8
2018	7,5	8,5	8,5	11,6	13,1	14,9	20,3	20,3	18,2	13,9	9,8	7,8	12,9
2019	7,3	7,9	9,3	9,8	12	16,2	18,3	18	17,9	13,9	9,7	8,3	12,4
2020	6,9	7,6	8	10,4	13,2	15,6	17,8	19,6	17,8	13,6	10,3	8,3	12,4
2025	8,1	7,4	9	9,8	11,8	14,9	19,5	20,4	17,6	13,5	10,1	8,9	12,6
2030	7,8	7,6	8,5	10,1	12,1	15,1	20,8	21,4	18,4	13,2	10,7	8,2	13,6
2035	7,4	8,1	8	10,1	12,6	15,5	19,3	20	19,2	15,5	10,4	7,9	12,8
2040	7,7	8,1	9,6	11	13,3	17,6	20,3	20,3	19,3	15,3	10,2	8,8	13,5
2045	8,4	7,6	9,8	11,7	13,3	16,6	20,2	20,2	17,8	14,1	10,4	8,8	13,2
2050	7,8	8,4	8,7	9,7	13,6	17,4	22,8	21,9	19,6	14,2	11,6	9,8	13,8
2055	8	9	8,8	11,7	14,2	17,1	20,5	20,5	18,6	13,5	11,7	8,8	13,5
2060	8,2	8,8	9,3	11	13,3	16,4	22,1	22,3	19,5	15,9	11,7	9,7	14,0
2065	9,4	8,6	9,9	11,1	13,6	18,2	22,1	22,7	21,2	15,5	12,4	8	14,4
2070	8,8	9	10,6	12,8	14,5	17,9	21,6	23,8	20,2	16,4	12,1	10,3	15,6
2075	9,8	9,4	9,2	11,6	15,6	18,7	23	24,4	20,7	15,9	12,6	9,8	15,1
2080	8,8	9,2	10,2	11,9	14,5	18,1	22,8	23,8	20,5	16,5	12,7	10,5	15,0
2085	10	9,1	12,3	12	13,3	19,4	23,2	24,3	20,5	17,1	13,4	10,1	15,4
2090	9,4	9,4	11	11,6	14,5	20,6	24,1	24,9	21,9	16,9	13,3	10,6	15,7
2095	9,70	9,90	10,70	12,40	15,40	18,90	23,40	25,40	20,50	17,70	13,30	11,40	15,70
2100	10,2	9,9	11,3	12,4	14,6	19	25,1	24,1	23,5	19,7	14,7	11,4	16,3

RCP 8,5													
Precipitação - mm													
anos	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	agos	sete	outu	nov	dez	Soma
2011	406	372	284	183	100	52	40	27	80	238	184	336	2301
2012	278	324	418	169	135	89	45	25	102	186	327	441	2538
2013	446	252	169	158	140	56	43	54	44	135	323	500	2318
2014	272	457	169	211	130	68	23	27	48	209	351	547	2511
2015	358	273	199	231	132	54	28	25	83	146	291	342	2161
2016	559	498	327	168	178	60	34	15	88	268	268	375	2837
2017	383	211	237	170	155	62	17	48	67	183	286	457	2275
2018	310	179	240	144	153	105	29	19	81	162	297	417	2135
2019	519	293	208	234	159	84	32	53	60	246	242	260	2391
2020	386	386	234	199	137	39	32	17	94	204	320	299	2345
2025	475	393	258	193	168	74	27	32	79	297	339	281	2615
2030	241	157	358	138	175	41	30	46	63	289	313	356	2207
2035	426	294	311	178	101	63	24	17	56	225	222	400	2315
2040	313	280	157	218	112	37	12	25	62	252	403	488	2359
2045	574	338	141	142	156	67	39	34	92	282	254	437	2554
2050	439	315	240	236	185	75	22	17	44	163	274	500	2510
2055	574	249	217	105	110	60	26	23	84	207	157	436	2248
2060	375	207	178	209	94	94	9	19	77	176	306	329	2073
2065	403	226	199	153	140	39	27	16	51	168	235	297	1955
2070	411	187	215	235	128	63	17	17	49	121	336	389	2167
2075	198	255	335	133	83	52	10	9	62	212	288	454	2090
2080	437	450	457	199	134	55	33	23	47	231	380	454	2899
2085	385	244	88	157	154	18	16	7	45	115	169	298	1696
2090	356	215	213	290	98	30	12	18	32	160	221	399	2043
2095	431	315	180	132	107	26	7	10	92	193	450	524	2465
2100	488	301	218	119	109	32	7	23	24	178	277	384	2159

ANEXO G – ROTHC FICHEIROS DE DADOS CLIMÁTICOS

DADOS CLIMÁTICOS
AGUÇADOURA

Ficheiros de dados climáticos - RCP 4.5

2020	2025	2030	2035	2040	2045
'VTO4'	'VTC4'	'TRO4'	'TRC4'	'QUO4'	'QUC4'
7.5 436 29	6.6 183 29	6.9 342 29	7.4 430 29	7.8 397 30	7.8 380 30
8.2 313 39	9 317 39	8.2 316 40	8 194 40	7.5 371 40	7.8 299 40
8.8 213 56	9 321 56	8.8 177 56	8.1 235 56	9.4 284 57	8.4 147 57
10.6 268 57	10.7 126 57	10.5 114 58	9.9 212 58	10 198 58	10.9 141 58
12.3 113 71	11.9 161 71	12.9 136 71	12.5 106 72	11.7 129 72	12.5 123 72
16.3 42 69	14.6 61 69	17 64 69	15.4 96 70	15.2 52 70	16.1 47 70
19.1 21 78	18.4 33 79	20.3 27 79	18.8 57 79	20.3 22 79	18.6 38 80
19.2 41 80	19.3 18 80	21 21 81	21.1 22 81	22 17 81	19.2 23 81
16.7 134 66	16.4 101 67	17 140 67	17.5 38 67	18.5 84 67	19.3 55 68
11.6 211 49	12.3 318 49	12.7 197 49	13.7 176 49	14.1 185 50	13.8 293 50
9.8 302 34	10.3 266 34	9.7 387 34	11 254 35	9.4 309 35	11.9 339 35
8.4 377 30	8 347 31	8.4 440 31	9 342 31	8.4 277 31	8.3 418 32
1.5 30	1.5 30	1.5 30	1.5 30	1.5 30	1.5 30
2050	2055	2060	2065	2070	2075
'CIO4'	'CIC4'	'SEO4'	'SEC4'	'STO4'	'STC4'
8.2 408 30	8.8 341 30	7.8 335 31	8.1 301 31	8.2 316 31	7.8 342 31
8.8 274 41	8.6 300 41	8.1 327 41	8 290 41	8.2 375 42	8.2 314 42
8.6 250 57	8.8 304 57	9.2 340 58	9.3 300 58	9.5 294 58	9.7 237 58
9.8 222 59	10.4 193 59	10.5 291 59	10.9 208 59	10.7 267 60	11.4 154 60
12.4 147 72	14.9 92 73	13.2 147 73	12.7 165 73	13.7 104 73	14.2 132 74
15.9 92 70	16.5 84 71	16.6 52 71	18.2 59 71	17 57 71	18.2 62 72
18.7 28 80	19.9 20 80	20.8 28 80	21.1 13 81	22.1 44 81	21.8 29 81
21.9 24 82	21.8 27 82	19.9 41 82	19.8 21 83	22 46 83	23.5 12 83
18.5 113 68	19.1 72 68	18.5 74 68	18.5 55 69	17.8 91 69	19.4 83 69
14.4 272 50	14.1 287 50	13.8 175 51	13.6 301 51	14.4 205 51	13.3 288 51
10.5 286 35	10.8 294 36	11.1 291 36	10.9 397 36	10.9 329 37	11.1 285 37
8 343 32	9.5 349 32	8.6 323 32	8.3 375 33	9.3 321 33	8.4 434 33
1.5 30	1.5 30	1.5 30	1.5 30	1.5 30	1.5 30
2080	2085	2090	2095	2100	
'OIO4'	'OIC4'	'NOO4'	'NOC4'	'CEM4'	
8.5 526 32	7.2 224 32	7.4 470 32	8.3 275 32	9.2 574 33	
8.3 194 42	8.1 265 42	7.9 216 43	9.2 144 43	8.1 349 43	
9.7 170 59	8.7 204 59	8.8 290 59	8.6 309 59	9.7 243 60	
12.4 94 60	10.4 214 60	10.9 219 61	12.2 152 61	9.5 175 61	
12.8 126 74	13.1 157 74	11.8 86 74	13.3 112 75	14.2 74 75	
15.7 74 72	17.4 56 72	15.3 69 72	16.8 38 73	16.2 68 73	
20.1 22 81	21.1 33 82	20.1 21 82	21.3 17 82	20.2 23 83	
21.3 18 83	22.8 18 84	21.2 10 84	22 21 84	21.6 23 84	
19 80 70	19.5 57 70	16.8 172 70	19.5 52 70	19.5 45 71	
15.4 197 52	15.3 190 52	13.8 188 52	14.8 140 52	15.5 205 53	
11.3 277 37	10.8 288 37	10.4 238 38	11.8 282 38	11.9 483 38	
9.2 416 33	8.5 345 34	8.5 304 34	9.5 252 34	9.3 488 35	
1.5 30	1.5 30	1.5 30	1.5 30	1.5 30	

DADOS CLIMÁTICOS
APÚLIA

Ficheiro de dados climáticos Apúlia - RCP 4.5

2020	2025	2030	2035	2040	2045
'AVT4'	'AVC4'	ATT4'	'ATC4'	'AQT4'	'AQC4'
7.5 436 35	6.6 183 35	6.9 342 35	7.4 430 36	7.8 397 36	7.8 380 36
8.2 313 42	9 317 43	8.2 316 43	8 194 43	7.5 371 43	7.8 299 44
8.8 213 67	9 321 68	8.8 177 68	8.1 235 68	9.4 284 68	8.4 147 68
10.6 268 69	10.7 126 69	10.5 114 69	9.9 212 69	10 198 70	10.9 141 70
12.3 113 77	11.9 161 78	12.9 136 78	12.5 106 78	11.7 129 79	12.5 123 79
16.3 42 84	14.6 61 84	17 64 84	15.4 96 85	15.2 52 85	16.1 47 85
19.1 21 94	18.4 33 95	20.3 27 95	18.8 57 95	20.3 22 95	18.6 38 96
19.2 41 90	19.3 18 90	21 21 90	21.1 22 91	22 17 91	19.2 23 91
16.7 134 68	16.4 101 69	17 140 69	17.5 38 69	18.5 84 69	19.3 55 69
11.5 211 52	12.3 318 53	12.7 197 53	13.7 176 53	14.1 185 53	13.8 293 54
9.8 302 37	10.3 266 38	9.7 387 38	11 254 38	9.4 309 38	11.9 339 39
8.4 377 33	8 347 34	8.4 440 34	9 342 34	8.4 277 34	8.3 418 35
3.9 30	3.9 30	3.9 30	3.9 30	3.9 30	3.9 30
2050	2055	2060	2065	2070	2075
'ACT4'	'ACC4'	'AST4'	'ASC4'	'AET4'	'AEC4'
8.2 408 36	8.8 341 37	7.8 335 37	8.1 301 37	8.2 316 37	7.8 342 38
8.8 274 44	8.6 300 44	8.1 327 45	8 290 45	8.2 375 45	8.2 314 45
8.6 250 69	8.8 304 69	9.2 340 69	9.3 300 69	9.5 294 70	9.7 237 70
9.8 222 70	10.4 193 70	10.5 291 71	10.9 208 71	10.7 267 71	11.4 154 71
12.4 147 79	14.9 92 79	13.2 147 80	12.7 165 80	13.7 104 80	14.2 132 80
15.9 92 85	16.5 84 86	16.6 52 86	18.2 59 86	17 57 86	18.2 62 87
18.7 28 96	19.9 20 96	20.8 28 97	21.1 13 97	22.1 44 97	21.8 29 97
21.9 24 91	21.8 27 92	19.9 41 92	19.8 21 92	22 46 92	23.5 12 93
18.5 113 70	19.1 72 70	18.5 74 70	18.5 55 70	17.8 91 71	19.4 83 71
14.4 272 54	14.1 287 54	13.8 175 55	13.6 301 55	14.4 205 55	13.3 288 55
10.5 286 39	10.8 294 39	11.1 291 39	10.9 397 40	10.9 329 40	11.1 285 40
8 343 35	9.5 394 35	8.6 323 35	8.3 375 36	9.3 321 36	8.4 434 36
3.9 30	3.9 30	3.9 30	3.9 30	3.9 30	3.9 30
2080	2085	2090	2095	2100	
'AOT4'	'AOC4'	ANT4'	'ANC4'	ACE4'	
8.5 526 38	7.2 224 38	7.4 470 38	8.3 275 39	9.2 574 39	
8.3 194 46	8.1 265 46	7.9 216 46	9.2 144 46	8.1 349 47	
9.7 170 70	8.7 204 70	8.4 290 71	8.6 309 71	9.7 243 71	
12.4 94 72	10.4 214 72	10.9 219 72	12.2 152 73	9.5 175 73	
12.8 126 81	13.1 157 81	11.8 86 81	13.3 112 81	14.2 74 82	
15.7 74 87	17.4 56 87	15.3 69 87	16.8 38 88	16.2 68 88	
20.1 22 98	21.1 33 98	20.1 21 98	21.3 17 98	20.2 23 99	
21.3 18 93	22.8 18 93	21.2 10 93	22 21 94	21.6 23 94	
19 80 71	19.5 57 71	16.8 172 72	19.5 52 72	19.5 45 72	
15.4 197 56	15.3 190 56	13.8 188 56	14.8 140 56	15.5 205 57	
11.3 277 41	10.8 288 41	10.4 238 41	11.8 282 41	11.9 483 42	
9.2 416 37	8.5 345 37	8.5 304 37	9.5 252 37	9.3 488 38	
3.9 30	3.9 30	3.9 30	3.9 30	3.9 30	

Ficheiro de dados climáticos Apúlia - RCP 8.5

2020	2025	2030	2035	2040	2045
'AVT8'	AVC8'	'ATT8'	'ATC8'	AQT8'	'AQC8'
6.9 386 35	8.1 475 35	7.8 241 35	7.4 426 36	7.7 313 36	8.4 574 36
7.6 386 42	7.4 393 43	7.6 157 43	8.1 294 43	8.1 280 43	7.6 338 44
8 234 67	9 258 67	8.5 358 68	8 311 68	9.6 157 68	9.8 141 68
10.4 199 69	9.8 193 69	10.1 138 69	10.1 178 69	11 218 70	11.7 142 70
13.2 137 77	11.8 168 78	12.1 175 78	12.6 101 78	13.3 112 79	13.3 156 79
15.6 39 84	14.9 74 84	15.1 41 84	15.5 63 85	17.6 37 85	16.6 67 85
17.8 32 94	19.5 27 95	20.8 30 95	19.3 24 95	20.3 12 95	20.2 39 96
19.6 17 90	20.4 32 90	21.4 46 90	20 17 91	20.3 25 91	20.2 34 91
17.8 94 68	17.6 79 68	18.4 63 69	19.2 56 69	19.3 62 69	17.8 92 69
13.6 204 52	13.5 297 53	13.2 289 53	15.5 225 53	15.3 252 53	14.1 282 54
10.3 320 37	10.1 339 38	10.7 313 38	10.4 222 38	10.2 403 38	10.4 254 39
8.3 299 33	8.9 281 34	8.2 356 34	7.9 400 34	8.8 488 34	8.8 437 35
3.9 30	3.9 30	3.9 30	3.9 30	3.9 30	3.9 30
2050	2055	2060	2065	2070	2075
'ACT8'	'ACC8'	'AST8'	'ASC8'	'AET8'	AEC8'
7.8 439 36	8 574 37	8.2 375 37	9.4 403 37	8.8 411 37	9.8 198 38
8.4 315 44	9 249 44	8.8 207 45	8.6 226 45	9 187 45	9.4 255 45
8.7 240 69	8.8 217 69	9.3 178 69	9.9 199 69	10.6 215 70	9.2 335 70
9.7 236 70	11.7 105 70	11 209 71	11.1 153 71	12.8 235 71	11.6 133 71
13.6 185 79	14.2 110 79	13.3 94 80	13.6 140 80	14.5 128 80	15.6 83 80
17.4 75 85	17.1 60 86	16.4 94 86	18.2 39 86	17.9 63 86	18.7 52 87
22.8 22 96	20.5 26 96	22.1 9 97	22.1 27 97	21.6 17 97	23 10 97
21.9 17 91	20.5 23 92	22.3 19 92	22.7 16 92	23.8 17 92	24.4 9 93
19.6 44 70	18.6 84 70	19.5 77 70	21.2 51 70	20.2 49 71	20.7 62 71
14.2 163 54	13.5 207 54	15.9 176 55	15.5 168 55	16.4 125 55	15.9 212 55
10.4 274 39	11.7 157 39	11.7 306 39	12.4 235 40	12.1 336 40	12.6 288 40
8.8 500 35	8.8 436 35	9.7 329 35	8 297 36	10.3 389 36	9.8 454 36
3.9 30	3.9 30	3.9 30	3.9 30	3.9 30	3.9 30
2080	2085	2090	2095	2100	
'AOT8'	AOC8'	AOC8'	'ANC8'	'ACE8'	
8.8 437 38	10 385 38	10 385 38	9.7 431 39	10.2 488 39	
9.2 450 46	9.1 244 46	9.1 244 46	9.9 315 46	9.9 301 47	
10.2 457 70	12.3 88 70	12.3 88 70	10.7 180 71	11.3 218 71	
11.9 199 72	12 157 72	12 157 72	12.4 132 73	12.4 119 73	
14.5 134 81	13.3 154 81	13.3 154 81	15.4 107 81	14.6 109 82	
18.1 55 87	19.4 18 87	19.4 18 87	18.9 26 88	19 32 88	
22.8 33 98	23.2 16 98	23.2 16 98	23.4 7 98	25.1 7 99	
23.8 23 93	24.3 7 93	24.3 7 93	25.4 10 94	24.1 23 94	
20.5 47 71	20.5 45 71	20.5 45 71	20.5 92 72	23.5 24 72	
16.5 231 56	17.1 115 56	12.1 115 56	17.7 193 56	19.7 178 57	
12.7 380 41	13.4 169 41	13.4 169 41	13.3 450 41	14.7 277 42	
10.5 454 37	10.1 298 37	10.1 298 36	11.4 524 37	11.4 384 38	
3.9 30	3.9 30	3.9 30	3.9 30	3.9 30	

ANEXO H – ROTHC FICHEIROS DE USO DO SOLO

Dosagens de composto aplicadas consoante a cultura

Hortícola dose 6,63	Hortícola dose 0	Hortícola dose 4,42	Hortícola dose 2,21
'HTTR'	'HTZE'	'HTVT'	'HTDZ'
0.13 0 1	0.13 0 1	0.13 0 1	0.13 0 1
0.13 6.63 1	0.13 0 1	0.13 4.42 1	0.13 2.21 1
0.13 0 1	0.13 0 1	0.13 0 1	0.13 0 1
0.13 0 1	0.13 0 1	0.13 0 1	0.13 0 1
0.13 0 1	0.13 0 1	0.13 0 1	0.13 0 1
0.33 0 1	0.33 0 1	0.33 0 1	0.33 0 1
0.33 0 1	0.33 0 1	0.33 0 1	0.33 0 1
0.33 0 1	0.33 0 1	0.33 0 1	0.33 0 1
0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
0.13 0 1	0.13 0 1	0.13 0 1	0.13 0 1
0.13 0 1	0.13 0 1	0.13 0 1	0.13 0 1
	Vinha dose 0		Vinha dose 2,21
	'VNZE'		'VNDE'
	0.16 0 1		0.16 0 1
	0.16 0 1		0.16 0 1
	0.19 0 1		0.19 2.21 1
	0.19 0 1		0.19 0 1
	0.19 0 1		0.19 0 1
	0.19 0 1		0.19 0 1
	0.19 0 1		0.19 0 1
	0.19 0 1		0.19 0 1
	0.19 0 1		0.19 0 1
	0.19 0 1		0.19 0 1
	0.16 0 1		0.16 0 1
	0.16 0 1		0.16 0 1

AGUÇADOURA

IPMA - Hortícolas , DC=0

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	SOC	CO2	D14C
2020	0,12	2,37	0,23	8,9	12,63	1,96	-80,06
2021	0,12	2,34	0,23	8,89	12,58	3,91	-77,92
2022	0,12	2,32	0,23	8,88	12,55	5,85	-76,31
2023	0,12	2,3	0,22	8,87	12,52	7,78	-75,07
2024	0,12	2,29	0,22	8,86	12,49	9,7	-74,04
2025	0,12	2,28	0,22	8,85	12,47	11,62	-73,25
2026	0,12	2,27	0,22	8,84	12,45	13,54	-72,54
2027	0,12	2,26	0,22	8,82	12,43	15,46	-71,98
2028	0,12	2,26	0,22	8,81	12,42	17,38	-71,44
2029	0,12	2,26	0,22	8,8	12,4	19,29	-71,01
2030	0,12	2,25	0,22	8,79	12,38	21,21	-70,62
2031	0,12	2,25	0,22	8,78	12,37	23,13	-70,31
2032	0,12	2,25	0,22	8,77	12,35	25,04	-69,96
2033	0,12	2,24	0,22	8,75	12,34	26,95	-69,61
2034	0,12	2,24	0,22	8,74	12,32	28,87	-69,25
2035	0,12	2,24	0,22	8,73	12,31	30,79	-69
2036	0,12	2,23	0,22	8,72	12,29	32,7	-68,72
2037	0,12	2,23	0,22	8,71	12,28	34,61	-68,43
2038	0,12	2,23	0,22	8,69	12,27	36,53	-68,12
2039	0,12	2,23	0,22	8,68	12,25	38,44	-67,89
2040	0,12	2,23	0,22	8,67	12,24	40,35	-67,66
2041	0,12	2,23	0,22	8,66	12,22	42,27	-67,41
2042	0,12	2,22	0,22	8,65	12,21	44,18	-67,15
2043	0,12	2,22	0,22	8,64	12,2	46,09	-66,88
2044	0,12	2,22	0,22	8,63	12,19	48	-66,61
2045	0,12	2,22	0,22	8,62	12,17	49,92	-66,48
2046	0,12	2,21	0,22	8,6	12,15	51,84	-66,31
2047	0,12	2,21	0,22	8,59	12,14	53,76	-66,12
2048	0,12	2,21	0,22	8,58	12,12	55,67	-65,92
2049	0,12	2,2	0,22	8,57	12,11	57,58	-65,71
2050	0,12	2,26	0,22	8,57	12,17	59,43	-64,94
2051	0,12	2,29	0,22	8,57	12,21	61,29	-64,31
2052	0,12	2,32	0,23	8,57	12,24	63,15	-63,78
2053	0,12	2,34	0,23	8,57	12,26	65,03	-63,32
2054	0,12	2,36	0,23	8,57	12,28	66,91	-62,9
2055	0,12	2,36	0,23	8,57	12,28	68,81	-62,59
2056	0,12	2,36	0,23	8,58	12,29	70,7	-62,29
2057	0,12	2,37	0,23	8,58	12,29	72,6	-62
2058	0,12	2,37	0,23	8,58	12,3	74,5	-61,72
2059	0,12	2,37	0,23	8,58	12,3	76,39	-61,44
2060	0,12	2,31	0,22	8,57	12,23	78,37	-61,86

2061	0,12	2,27	0,22	8,56	12,17	80,32	-62,09
2062	0,12	2,24	0,22	8,55	12,13	82,26	-62,22
2063	0,12	2,22	0,22	8,54	12,1	84,2	-62,27
2064	0,12	2,21	0,21	8,53	12,07	86,12	-62,26
2065	0,12	2,2	0,21	8,52	12,05	88,04	-62,22
2066	0,12	2,19	0,21	8,51	12,03	89,96	-62,16
2067	0,12	2,19	0,21	8,49	12,01	91,88	-62,08
2068	0,12	2,18	0,21	8,48	12	93,8	-61,99
2069	0,12	2,18	0,21	8,47	11,98	95,71	-61,89
2070	0,12	2,18	0,21	8,46	11,97	97,62	-61,77
2071	0,12	2,18	0,21	8,45	11,96	99,53	-61,65
2072	0,12	2,18	0,21	8,44	11,95	101,44	-61,53
2073	0,12	2,18	0,21	8,43	11,94	103,35	-61,41
2074	0,12	2,18	0,21	8,42	11,93	105,26	-61,3
2075	0,12	2,26	0,22	8,42	12,03	107,06	-60,35
2076	0,12	2,32	0,23	8,43	12,1	108,89	-59,59
2077	0,12	2,37	0,23	8,44	12,16	110,73	-58,98
2078	0,12	2,4	0,23	8,45	12,21	112,59	-58,47
2079	0,12	2,43	0,24	8,46	12,24	114,45	-58,04
2080	0,12	2,35	0,23	8,46	12,15	116,44	-58,58
2081	0,12	2,3	0,22	8,45	12,09	118,41	-58,94
2082	0,12	2,26	0,22	8,44	12,04	120,35	-59,17
2083	0,12	2,23	0,22	8,44	12	122,29	-59,32
2084	0,12	2,21	0,21	8,43	11,97	124,22	-59,39
2085	0,12	2,19	0,21	8,41	11,94	126,16	-59,52
2086	0,12	2,18	0,21	8,4	11,91	128,08	-59,59
2087	0,12	2,17	0,21	8,39	11,88	130,01	-59,62
2088	0,12	2,16	0,21	8,38	11,87	131,93	-59,63
2089	0,12	2,15	0,21	8,37	11,85	133,85	-59,62
2090	0,12	2,15	0,21	8,35	11,83	135,76	-59,61
2091	0,12	2,15	0,21	8,34	11,82	137,68	-59,59
2092	0,12	2,15	0,21	8,33	11,8	139,59	-59,56
2093	0,12	2,15	0,21	8,32	11,79	141,5	-59,52
2094	0,12	2,14	0,21	8,31	11,78	143,41	-59,49
2095	0,12	2,14	0,21	8,3	11,76	145,33	-59,48
2096	0,12	2,14	0,21	8,28	11,75	147,24	-59,46
2097	0,12	2,14	0,21	8,27	11,74	149,16	-59,44
2098	0,12	2,14	0,21	8,26	11,72	151,07	-59,41
2099	0,12	2,14	0,21	8,25	11,71	152,98	-59,39
2100	0,12	2,14	0,21	8,24	11,71	154,89	-59,31

IPMA - Hortícolas DC= 2,21

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.1232	3.1772	0.2921	9.0625	13.6550	3.1478	-70.32
2021	0.1232	3.7139	0.3322	9.2304	14.3997	6.5131	-61.89
2022	0.1232	4.0953	0.3605	9.4097	14.9887	10.0341	-55.96
2023	0.1232	4.3664	0.3806	9.5959	15.4662	13.6666	-51.62
2024	0.1232	4.5591	0.3949	9.7858	15.8631	17.3797	-48.21
2025	0.1229	4.6937	0.4050	9.9771	16.1986	21.1542	-45.57
2026	0.1229	4.7893	0.4123	10.1681	16.4925	24.9703	-43.33
2027	0.1229	4.8572	0.4176	10.3578	16.7554	28.8174	-41.50
2028	0.1229	4.9054	0.4215	10.5455	16.9953	32.6875	-39.86
2029	0.1229	4.9396	0.4244	10.7307	17.2176	36.5752	-38.47
2030	0.1223	4.9540	0.4256	10.9124	17.4143	40.4885	-37.22
2031	0.1223	4.9642	0.4267	11.0907	17.6038	44.4090	-36.13
2032	0.1223	4.9714	0.4275	11.2656	17.7868	48.3360	-35.07
2033	0.1223	4.9765	0.4283	11.4371	17.9641	52.2687	-34.04
2034	0.1223	4.9801	0.4289	11.6051	18.1364	56.2064	-33.04
2035	0.1218	4.9756	0.4290	11.7695	18.2959	60.1569	-32.21
2036	0.1218	4.9725	0.4291	11.9302	18.4537	64.1091	-31.37
2037	0.1218	4.9703	0.4293	12.0875	18.6090	68.0638	-30.54
2038	0.1218	4.9687	0.4296	12.2415	18.7616	72.0212	-29.73
2039	0.1218	4.9676	0.4299	12.3922	18.9115	75.9813	-29.04
2040	0.1214	4.9621	0.4298	12.5395	19.0529	79.9500	-28.36
2041	0.1214	4.9582	0.4299	12.6835	19.1930	83.9198	-27.69
2042	0.1214	4.9555	0.4300	12.8244	19.3313	87.8915	-27.01
2043	0.1214	4.9536	0.4302	12.9623	19.4675	91.8653	-26.36
2044	0.1214	4.9522	0.4305	13.0972	19.6013	95.8415	-25.71
2045	0.1208	4.9375	0.4295	13.2281	19.7159	99.8369	-25.24
2046	0.1208	4.9272	0.4289	13.3558	19.8327	103.8301	-24.73
2047	0.1208	4.9199	0.4287	13.4805	19.9499	107.8229	-24.22
2048	0.1208	4.9148	0.4286	13.6023	20.0665	111.8163	-23.71
2049	0.1208	4.9112	0.4286	13.7215	20.1821	115.8107	-23.21
2050	0.1214	5.0393	0.4397	13.8488	20.4491	119.6537	-22.26
2051	0.1214	5.1320	0.4475	13.9771	20.6780	123.5348	-21.46
2052	0.1214	5.1993	0.4531	14.1054	20.8791	127.4437	-20.75
2053	0.1214	5.2479	0.4571	14.2331	21.0594	131.3734	-20.11
2054	0.1214	5.2832	0.4600	14.3595	21.2241	135.3187	-19.53
2055	0.1209	5.2954	0.4611	14.4833	21.3608	139.2920	-19.04
2056	0.1209	5.3042	0.4620	14.6050	21.4921	143.2707	-18.57
2057	0.1209	5.3106	0.4627	14.7246	21.6188	147.2540	-18.12
2058	0.1209	5.3152	0.4633	14.8420	21.7414	151.2414	-17.69
2059	0.1209	5.3185	0.4638	14.9572	21.8604	155.2324	-17.28
2060	0.1194	5.1746	0.4519	15.0573	21.8033	159.3995	-17.40
2061	0.1194	5.0738	0.4440	15.1509	21.7881	163.5247	-17.39
2062	0.1194	5.0031	0.4387	15.2396	21.8008	167.6220	-17.29
2063	0.1194	4.9535	0.4352	15.3244	21.8325	171.7003	-17.14

2064	0.1194	4.9188	0.4328	15.4060	21.8770	175.7658	-16.95
2065	0.1192	4.8947	0.4311	15.4847	21.9297	179.8231	-16.74
2066	0.1192	4.8779	0.4300	15.5610	21.9881	183.8747	-16.51
2067	0.1192	4.8661	0.4293	15.6351	22.0498	187.9231	-16.28
2068	0.1192	4.8578	0.4289	15.7074	22.1133	191.9695	-16.04
2069	0.1192	4.8520	0.4287	15.7779	22.1777	196.0151	-15.81
2070	0.1191	4.8528	0.4288	15.8470	22.2478	200.0550	-15.56
2071	0.1191	4.8534	0.4290	15.9147	22.3162	204.0966	-15.32
2072	0.1191	4.8539	0.4292	15.9809	22.3831	208.1397	-15.09
2073	0.1191	4.8542	0.4294	16.0458	22.4484	212.1844	-14.86
2074	0.1191	4.8544	0.4295	16.1093	22.5123	216.2305	-14.64
2075	0.1186	5.0674	0.4482	16.1970	22.8314	220.0215	-13.86
2076	0.1186	5.2242	0.4614	16.2887	23.0928	223.8700	-13.22
2077	0.1186	5.3394	0.4707	16.3826	23.3114	227.7614	-12.69
2078	0.1186	5.4243	0.4775	16.4778	23.4982	231.6846	-12.25
2079	0.1186	5.4866	0.4824	16.5734	23.6611	235.6317	-11.86
2080	0.1181	5.2882	0.4649	16.6427	23.5139	239.8889	-12.12
2081	0.1181	5.1493	0.4534	16.7046	23.4254	244.0874	-12.26
2082	0.1181	5.0522	0.4457	16.7612	23.3772	248.2456	-12.31
2083	0.1181	4.9841	0.4406	16.8137	23.3565	252.3763	-12.30
2084	0.1181	4.9365	0.4372	16.8631	23.3549	256.4879	-12.25
2085	0.1177	4.8831	0.4332	16.9074	23.3414	260.6114	-12.23
2086	0.1177	4.8458	0.4305	16.9492	23.3432	264.7196	-12.17
2087	0.1177	4.8199	0.4287	16.9890	23.3553	268.8176	-12.09
2088	0.1177	4.8018	0.4275	17.0272	23.3741	272.9087	-12.00
2089	0.1177	4.7892	0.4267	17.0640	23.3975	276.9953	-11.91
2090	0.1172	4.7806	0.4260	17.0994	23.4232	281.0796	-11.80
2091	0.1172	4.7746	0.4256	17.1337	23.4512	285.1616	-11.70
2092	0.1172	4.7705	0.4254	17.1672	23.4802	289.2426	-11.59
2093	0.1172	4.7676	0.4252	17.1998	23.5097	293.3231	-11.49
2094	0.1172	4.7655	0.4252	17.2316	23.5394	297.4034	-11.38
2095	0.1168	4.7587	0.4247	17.2618	23.5620	301.4908	-11.30
2096	0.1168	4.7539	0.4244	17.2912	23.5863	305.5765	-11.21
2097	0.1168	4.7505	0.4242	17.3198	23.6113	309.6615	-11.11
2098	0.1168	4.7482	0.4241	17.3477	23.6368	313.7460	-11.02
2099	0.1168	4.7466	0.4241	17.3749	23.6623	317.8305	-10.93
2100	0.1166	4.7562	0.4250	17.4027	23.7005	321.9023	-10.82

IPMA - Hortícolas DC=4,42

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.1233	3.9803	0.3537	9.2213	14.6786	4.3342	-61.94
2021	0.1233	5.0879	0.4368	9.5671	16.2151	9.1177	-49.44
2022	0.1233	5.8750	0.4954	9.9365	17.4302	14.2226	-41.31
2023	0.1233	6.4344	0.5370	10.3202	18.4149	19.5579	-35.68
2024	0.1233	6.8319	0.5667	10.7115	19.2334	25.0594	-31.43
2025	0.1229	7.1111	0.5877	11.1057	19.9274	30.6854	-28.25
2026	0.1229	7.3093	0.6029	11.4995	20.5346	36.3982	-25.62
2027	0.1229	7.4501	0.6139	11.8907	21.0777	42.1752	-23.52
2028	0.1229	7.5501	0.6220	12.2778	21.5728	48.0000	-21.67
2029	0.1229	7.6212	0.6280	12.6596	22.0318	53.8610	-20.15
2030	0.1223	7.6557	0.6311	13.0353	22.4444	59.7684	-18.79
2031	0.1223	7.6801	0.6336	13.4041	22.8402	65.6926	-17.63
2032	0.1223	7.6974	0.6357	13.7660	23.2214	71.6314	-16.51
2033	0.1223	7.7097	0.6374	14.1208	23.5902	77.5826	-15.43
2034	0.1223	7.7184	0.6388	14.4686	23.9482	83.5446	-14.40
2035	0.1219	7.7137	0.6393	14.8092	24.2841	89.5287	-13.56
2036	0.1219	7.7104	0.6398	15.1426	24.6147	95.5181	-12.72
2037	0.1219	7.7080	0.6405	15.4689	24.9393	101.5135	-11.89
2038	0.1219	7.7064	0.6411	15.7884	25.2578	107.5150	-11.09
2039	0.1219	7.7052	0.6418	16.1012	25.5701	113.5227	-10.43
2040	0.1215	7.6971	0.6420	16.4071	25.8678	119.5450	-9.78
2041	0.1215	7.6915	0.6423	16.7065	26.1617	125.5711	-9.13
2042	0.1215	7.6874	0.6428	16.9994	26.4511	131.6017	-8.49
2043	0.1215	7.6846	0.6433	17.2861	26.7355	137.6373	-7.86
2044	0.1215	7.6826	0.6438	17.5668	27.0147	143.6781	-7.26
2045	0.1208	7.6594	0.6426	17.8402	27.2630	149.7498	-6.83
2046	0.1208	7.6430	0.6419	18.1072	27.5129	155.8199	-6.37
2047	0.1208	7.6315	0.6417	18.3680	27.7620	161.8908	-5.91
2048	0.1208	7.6233	0.6417	18.6231	28.0090	167.9638	-5.44
2049	0.1208	7.6176	0.6419	18.8726	28.2529	174.0399	-4.99
2050	0.1215	7.8219	0.6590	19.1289	28.7312	179.8816	-4.19
2051	0.1215	7.9698	0.6713	19.3857	29.1483	185.7845	-3.51
2052	0.1215	8.0770	0.6801	19.6416	29.5201	191.7327	-2.91
2053	0.1215	8.1547	0.6865	19.8953	29.8579	197.7149	-2.37
2054	0.1215	8.2109	0.6912	20.1461	30.1698	203.7230	-1.88
2055	0.1210	8.2306	0.6932	20.3923	30.4370	209.7758	-1.47
2056	0.1210	8.2447	0.6947	20.6341	30.6946	215.8382	-1.07
2057	0.1210	8.2550	0.6960	20.8716	30.9436	221.9092	-0.69
2058	0.1210	8.2624	0.6971	21.1047	31.1852	227.9876	-0.33
2059	0.1210	8.2677	0.6980	21.3335	31.4203	234.0725	0.01
2060	0.1195	8.0386	0.6800	21.5415	31.3796	240.4332	-0.08
2061	0.1195	7.8780	0.6679	21.7383	31.4037	246.7291	-0.06
2062	0.1195	7.7654	0.6598	21.9263	31.4710	252.9818	0.03
2063	0.1195	7.6865	0.6544	22.1071	31.5674	259.2054	0.16

2064	0.1195	7.6311	0.6508	22.2818	31.6831	265.4097	0.31
2065	0.1193	7.5926	0.6483	22.4509	31.8110	271.6018	0.49
2066	0.1193	7.5656	0.6467	22.6153	31.9468	277.7860	0.68
2067	0.1193	7.5467	0.6457	22.7754	32.0870	283.9658	0.87
2068	0.1193	7.5334	0.6451	22.9316	32.2294	290.1435	1.06
2069	0.1193	7.5241	0.6448	23.0841	32.3722	296.3206	1.25
2070	0.1191	7.5251	0.6452	23.2334	32.5228	302.4900	1.45
2071	0.1191	7.5258	0.6455	23.3797	32.6701	308.6627	1.64
2072	0.1191	7.5263	0.6459	23.5228	32.8141	314.8387	1.83
2073	0.1191	7.5266	0.6463	23.6629	32.9549	321.0179	2.00
2074	0.1191	7.5268	0.6466	23.8000	33.0926	327.2002	2.18
2075	0.1188	7.8707	0.6755	23.9696	33.6346	332.9782	2.77
2076	0.1188	8.1236	0.6960	24.1448	34.0833	338.8496	3.25
2077	0.1188	8.3097	0.7108	24.3233	34.4626	344.7902	3.64
2078	0.1188	8.4466	0.7215	24.5032	34.7901	350.7827	3.97
2079	0.1188	8.5472	0.7295	24.6833	35.0788	356.8140	4.25
2080	0.1181	8.2275	0.7028	24.8263	34.8746	363.3382	4.07
2081	0.1181	8.0037	0.6851	24.9568	34.7637	369.7691	3.98
2082	0.1181	7.8470	0.6733	25.0780	34.7164	376.1364	3.94
2083	0.1181	7.7374	0.6653	25.1921	34.7129	382.4599	3.96
2084	0.1181	7.6607	0.6599	25.3007	34.7393	388.7535	4.00
2085	0.1177	7.5749	0.6537	25.4008	34.7471	395.0657	4.02
2086	0.1177	7.5151	0.6495	25.4962	34.7786	401.3542	4.06
2087	0.1177	7.4735	0.6467	25.5878	34.8257	407.6271	4.13
2088	0.1177	7.4445	0.6449	25.6762	34.8833	413.8895	4.20
2089	0.1177	7.4243	0.6436	25.7619	34.9475	420.1453	4.27
2090	0.1172	7.4104	0.6427	25.8447	35.0151	426.3977	4.35
2091	0.1172	7.4008	0.6422	25.9253	35.0855	432.6473	4.43
2092	0.1172	7.3941	0.6418	26.0039	35.1571	438.8957	4.51
2093	0.1172	7.3895	0.6417	26.0806	35.2289	445.1439	4.59
2094	0.1172	7.3862	0.6416	26.1554	35.3005	451.3923	4.67
2095	0.1168	7.3755	0.6410	26.2274	35.3607	457.6521	4.73
2096	0.1168	7.3680	0.6406	26.2975	35.4229	463.9099	4.80
2097	0.1168	7.3628	0.6404	26.3658	35.4859	470.1670	4.87
2098	0.1168	7.3592	0.6403	26.4324	35.5488	476.4240	4.94
2099	0.1168	7.3567	0.6403	26.4975	35.6114	482.6814	5.00
2100	0.1166	7.3720	0.6417	26.5631	35.6935	488.9193	5.09

IPMA - Hortícolas DC= 6,63

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.1233	4.7835	0.4153	9.3801	15.7022	5.5206	-54.65
2021	0.1233	6.4618	0.5415	9.9038	18.0304	11.7224	-39.51
2022	0.1233	7.6546	0.6304	10.4634	19.8717	18.4111	-30.26
2023	0.1233	8.5023	0.6935	11.0445	21.3636	25.4492	-24.14
2024	0.1233	9.1048	0.7385	11.6371	22.6037	32.7391	-19.66
2025	0.1230	9.5284	0.7704	12.2343	23.6561	40.2167	-16.38
2026	0.1230	9.8294	0.7935	12.8309	24.5767	47.8261	-13.73
2027	0.1230	10.0431	0.8102	13.4236	25.3999	55.5329	-11.66
2028	0.1230	10.1949	0.8225	14.0100	26.1504	63.3124	-9.86
2029	0.1230	10.3027	0.8316	14.5886	26.8459	71.1469	-8.40
2030	0.1224	10.3574	0.8366	15.1582	27.4746	79.0482	-7.10
2031	0.1224	10.3961	0.8406	15.7175	28.0766	86.9763	-6.03
2032	0.1224	10.4235	0.8438	16.2663	28.6560	94.9268	-4.99
2033	0.1224	10.4430	0.8465	16.8045	29.2163	102.8965	-3.99
2034	0.1224	10.4567	0.8487	17.3321	29.7599	110.8829	-3.04
2035	0.1219	10.4518	0.8496	17.8490	30.2723	118.9005	-2.29
2036	0.1219	10.4482	0.8506	18.3550	30.7757	126.9271	-1.53
2037	0.1219	10.4458	0.8516	18.8503	31.2696	134.9632	-0.79
2038	0.1219	10.4440	0.8527	19.3353	31.7539	143.0089	-0.07
2039	0.1219	10.4427	0.8538	19.8101	32.2286	151.0642	0.50
2040	0.1215	10.4322	0.8542	20.2748	32.6827	159.1401	1.06
2041	0.1215	10.4247	0.8548	20.7294	33.1304	167.2224	1.63
2042	0.1215	10.4194	0.8555	21.1744	33.5708	175.3120	2.18
2043	0.1215	10.4157	0.8563	21.6099	34.0035	183.4094	2.72
2044	0.1215	10.4130	0.8572	22.0363	34.4280	191.5148	3.25
2045	0.1209	10.3812	0.8556	22.4523	34.8100	199.6628	3.60
2046	0.1209	10.3588	0.8549	22.8585	35.1931	207.8097	3.98
2047	0.1209	10.3430	0.8547	23.2556	35.5741	215.9587	4.37
2048	0.1209	10.3319	0.8548	23.6439	35.9514	224.1114	4.75
2049	0.1209	10.3240	0.8552	24.0236	36.3237	232.2691	5.13
2050	0.1216	10.6045	0.8784	24.4090	37.0134	240.1094	5.80
2051	0.1216	10.8076	0.8950	24.7944	37.6185	248.0343	6.36
2052	0.1216	10.9548	0.9070	25.1777	38.1611	256.0218	6.85
2053	0.1216	11.0614	0.9159	25.5575	38.6563	264.0565	7.29
2054	0.1216	11.1386	0.9225	25.9327	39.1154	272.1274	7.69
2055	0.1211	11.1657	0.9252	26.3012	39.5133	280.2595	8.04
2056	0.1211	11.1853	0.9274	26.6632	39.8970	288.4058	8.36
2057	0.1211	11.1994	0.9293	27.0186	40.2684	296.5644	8.67
2058	0.1211	11.2096	0.9309	27.3675	40.6291	304.7337	8.96
2059	0.1211	11.2170	0.9322	27.7098	40.9801	312.9127	9.24
2060	0.1195	10.9026	0.9081	28.0257	40.9559	321.4669	9.15
2061	0.1195	10.6822	0.8919	28.3258	41.0193	329.9335	9.14
2062	0.1195	10.5277	0.8810	28.6130	41.1412	338.3416	9.20
2063	0.1195	10.4194	0.8736	28.8898	41.3023	346.7105	9.30

2064	0.1195	10.3434	0.8688	29.1575	41.4892	355.0536	9.42
2065	0.1193	10.2905	0.8654	29.4171	41.6923	363.3805	9.55
2066	0.1193	10.2533	0.8633	29.6696	41.9055	371.6973	9.69
2067	0.1193	10.2273	0.8620	29.9157	42.1243	380.0085	9.84
2068	0.1193	10.2090	0.8613	30.1558	42.3454	388.3174	9.99
2069	0.1193	10.1962	0.8610	30.3902	42.5667	396.6261	10.14
2070	0.1192	10.1973	0.8615	30.6199	42.7979	404.9249	10.29
2071	0.1192	10.1981	0.8621	30.8446	43.0240	413.2288	10.44
2072	0.1192	10.1986	0.8626	31.0647	43.2451	421.5377	10.58
2073	0.1192	10.1990	0.8632	31.2800	43.4614	429.8514	10.72
2074	0.1192	10.1993	0.8637	31.4908	43.6730	438.1699	10.85
2075	0.1191	10.6739	0.9027	31.7421	44.4378	445.9350	11.31
2076	0.1191	11.0231	0.9306	32.0009	45.0737	453.8291	11.68
2077	0.1191	11.2799	0.9508	32.2639	45.6137	461.8191	11.98
2078	0.1191	11.4689	0.9656	32.5285	46.0821	469.8807	12.24
2079	0.1191	11.6079	0.9765	32.7931	46.4965	477.9963	12.46
2080	0.1182	11.1667	0.9407	33.0098	46.2354	486.7874	12.30
2081	0.1182	10.8580	0.9168	33.2090	46.1019	495.4509	12.22
2082	0.1182	10.6419	0.9008	33.3949	46.0557	504.0271	12.19
2083	0.1182	10.4907	0.8899	33.5706	46.0693	512.5435	12.20
2084	0.1182	10.3848	0.8825	33.7382	46.1237	521.0191	12.22
2085	0.1177	10.2667	0.8742	33.8941	46.1528	529.5200	12.23
2086	0.1177	10.1844	0.8686	34.0432	46.2139	537.9889	12.27
2087	0.1177	10.1271	0.8648	34.1866	46.2962	546.4366	12.31
2088	0.1177	10.0871	0.8623	34.3253	46.3924	554.8704	12.36
2089	0.1177	10.0593	0.8606	34.4598	46.4975	563.2953	12.41
2090	0.1172	10.0403	0.8594	34.5901	46.6070	571.7158	12.47
2091	0.1172	10.0270	0.8587	34.7169	46.7199	580.1329	12.52
2092	0.1172	10.0178	0.8583	34.8406	46.8339	588.5489	12.58
2093	0.1172	10.0114	0.8581	34.9614	46.9481	596.9647	12.64
2094	0.1172	10.0069	0.8581	35.0793	47.0615	605.3813	12.69
2095	0.1168	9.9923	0.8573	35.1930	47.1595	613.8133	12.74
2096	0.1168	9.9822	0.8569	35.3037	47.2596	622.2432	12.79
2097	0.1168	9.9752	0.8566	35.4117	47.3604	630.6724	12.84
2098	0.1168	9.9703	0.8565	35.5172	47.4609	639.1020	12.88
2099	0.1168	9.9668	0.8566	35.6202	47.5605	647.5323	12.93
2100	0.1167	9.9877	0.8585	35.7235	47.6864	655.9364	12.99

RCP 4.5 - Hortícolas DC=0

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.1358	2.5799	0.2505	8.9349	12.9011	1.6917	-78.27
2021	0.1358	2.7037	0.2624	8.9614	13.0634	3.4294	-74.70
2022	0.1358	2.8007	0.2713	8.9903	13.1981	5.1947	-71.88
2023	0.1358	2.8768	0.2779	9.0208	13.3112	6.9816	-69.63
2024	0.1358	2.9364	0.2828	9.0524	13.4075	8.7853	-67.73
2025	0.1363	2.9796	0.2860	9.0847	13.4866	10.6062	-66.21
2026	0.1363	3.0134	0.2885	9.1174	13.5556	12.4372	-64.90
2027	0.1363	3.0399	0.2905	9.1503	13.6170	14.2758	-63.81
2028	0.1363	3.0606	0.2921	9.1833	13.6723	16.1205	-62.82
2029	0.1363	3.0769	0.2933	9.2162	13.7227	17.9701	-61.99
2030	0.1339	3.0664	0.2923	9.2468	13.7394	19.8534	-61.43
2031	0.1339	3.0582	0.2914	9.2765	13.7601	21.7327	-60.93
2032	0.1339	3.0519	0.2909	9.3056	13.7823	23.6105	-60.41
2033	0.1339	3.0470	0.2905	9.3341	13.8055	25.4873	-59.90
2034	0.1339	3.0432	0.2902	9.3621	13.8294	27.3634	-59.39
2035	0.1459	3.0851	0.2931	9.3919	13.9160	29.1768	-58.52
2036	0.1459	3.1180	0.2961	9.4232	13.9831	31.0097	-57.79
2037	0.1459	3.1440	0.2983	9.4547	14.0428	32.8500	-57.12
2038	0.1459	3.1644	0.3000	9.4862	14.0965	34.6963	-56.49
2039	0.1459	3.1805	0.3013	9.5178	14.1454	36.5474	-55.97
2040	0.1313	3.1278	0.2976	9.5457	14.1025	38.4903	-56.04
2041	0.1313	3.0871	0.2941	9.5709	14.0835	40.4093	-55.93
2042	0.1313	3.0557	0.2915	9.5947	14.0733	42.3195	-55.76
2043	0.1313	3.0315	0.2896	9.6175	14.0699	44.2229	-55.53
2044	0.1313	3.0127	0.2882	9.6394	14.0717	46.1211	-55.28
2045	0.1420	3.0824	0.2940	9.6678	14.1861	47.9067	-54.36
2046	0.1420	3.1378	0.2989	9.6980	14.2767	49.7161	-53.61
2047	0.1420	3.1817	0.3027	9.7290	14.3554	51.5374	-52.93
2048	0.1420	3.2167	0.3056	9.7604	14.4247	53.3681	-52.31
2049	0.1420	3.2444	0.3079	9.7921	14.4864	55.2064	-51.75
2050	0.1321	3.1589	0.3005	9.8148	14.4063	57.1865	-52.04
2051	0.1321	3.0933	0.2946	9.8343	14.3543	59.1385	-52.16
2052	0.1321	3.0429	0.2904	9.8520	14.3174	61.0754	-52.18
2053	0.1321	3.0043	0.2872	9.8682	14.2919	63.0009	-52.13
2054	0.1321	2.9747	0.2849	9.8833	14.2751	64.9177	-52.02
2055	0.1265	2.9105	0.2795	9.8925	14.2089	66.8839	-52.21
2056	0.1265	2.8620	0.2753	9.8994	14.1632	68.8296	-52.28
2057	0.1265	2.8254	0.2722	9.9051	14.1293	70.7635	-52.27
2058	0.1265	2.7978	0.2700	9.9098	14.1042	72.6886	-52.21
2059	0.1265	2.7769	0.2684	9.9138	14.0857	74.6071	-52.11
2060	0.1303	2.7899	0.2699	9.9211	14.1111	76.4817	-51.81
2061	0.1303	2.7998	0.2710	9.9289	14.1300	78.3628	-51.53
2062	0.1303	2.8074	0.2718	9.9368	14.1463	80.2465	-51.27
2063	0.1303	2.8132	0.2724	9.9448	14.1607	82.1321	-51.01

2064	0.1303	2.8177	0.2728	9.9528	14.1735	84.0193	-50.77
2065	0.1459	2.9265	0.2819	9.9716	14.3259	85.7669	-49.69
2066	0.1459	3.0128	0.2897	9.9937	14.4421	87.5507	-48.85
2067	0.1459	3.0813	0.2956	10.0172	14.5399	89.3529	-48.14
2068	0.1459	3.1356	0.3001	10.0418	14.6233	91.1695	-47.52
2069	0.1459	3.1787	0.3036	10.0671	14.6952	92.9976	-46.97
2070	0.1270	3.0014	0.2865	10.0711	14.4861	95.1067	-48.02
2071	0.1270	2.8707	0.2741	10.0687	14.3406	97.1522	-48.71
2072	0.1270	2.7744	0.2656	10.0630	14.2300	99.1628	-49.20
2073	0.1270	2.7033	0.2596	10.0549	14.1449	101.1479	-49.54
2074	0.1270	2.6510	0.2554	10.0451	14.0785	103.1143	-49.76
2075	0.1304	2.6604	0.2575	10.0417	14.0900	105.0028	-49.53
2076	0.1304	2.6675	0.2590	10.0389	14.0958	106.8970	-49.33
2077	0.1304	2.6728	0.2599	10.0364	14.0995	108.7933	-49.15
2078	0.1304	2.6768	0.2605	10.0341	14.1017	110.6911	-48.98
2079	0.1304	2.6798	0.2609	10.0319	14.1030	112.5899	-48.82
2080	0.1268	2.6788	0.2609	10.0302	14.0968	114.4960	-48.71
2081	0.1268	2.6781	0.2608	10.0282	14.0939	116.3989	-48.58
2082	0.1268	2.6775	0.2607	10.0262	14.0913	118.3015	-48.45
2083	0.1268	2.6771	0.2607	10.0243	14.0889	120.2039	-48.32
2084	0.1268	2.6768	0.2606	10.0224	14.0866	122.1062	-48.19
2085	0.1378	2.7846	0.2700	10.0344	14.2267	123.8661	-47.23
2086	0.1378	2.8692	0.2776	10.0494	14.3340	125.6588	-46.49
2087	0.1378	2.9356	0.2833	10.0660	14.4227	127.4701	-45.87
2088	0.1378	2.9877	0.2876	10.0838	14.4969	129.2959	-45.34
2089	0.1378	3.0286	0.2909	10.1024	14.5597	131.1332	-44.89
2090	0.1324	3.0288	0.2911	10.1191	14.5715	133.0214	-44.72
2091	0.1324	3.0290	0.2910	10.1352	14.5876	134.9052	-44.53
2092	0.1324	3.0291	0.2910	10.1510	14.6035	136.7893	-44.34
2093	0.1324	3.0292	0.2910	10.1665	14.6191	138.6737	-44.16
2094	0.1324	3.0293	0.2910	10.1818	14.6345	140.5583	-43.98
2095	0.1418	3.1032	0.2974	10.2034	14.7458	142.3470	-43.28
2096	0.1418	3.1620	0.3027	10.2270	14.8335	144.1593	-42.73
2097	0.1418	3.2088	0.3068	10.2514	14.9088	145.9840	-42.25
2098	0.1418	3.2460	0.3100	10.2764	14.9742	147.8187	-41.83
2099	0.1418	3.2756	0.3124	10.3018	15.0316	149.6612	-41.45
2100	0.1407	3.2833	0.3129	10.3259	15.0627	151.5301	-41.22

RCP 4.5 - Hortícolas DC=2,21

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.1365	3.4497	0.3168	9.0879	13.9910	2.8118	-68.29
2021	0.1365	4.2553	0.3801	9.2835	15.0553	5.8575	-58.30
2022	0.1365	4.8867	0.4287	9.4931	15.9450	9.0778	-51.12
2023	0.1365	5.3817	0.4663	9.7127	16.6973	12.4355	-45.77
2024	0.1365	5.7697	0.4955	9.9395	17.3412	15.9016	-41.57
2025	0.1370	6.0673	0.5174	10.1710	17.8926	19.4602	-38.31
2026	0.1370	6.3003	0.5346	10.4053	18.3771	23.0857	-35.61
2027	0.1370	6.4827	0.5481	10.6410	18.8089	26.7639	-33.42
2028	0.1370	6.6256	0.5589	10.8771	19.1985	30.4843	-31.52
2029	0.1370	6.7375	0.5674	11.1126	19.5544	34.2384	-29.95
2030	0.1344	6.7700	0.5699	11.3468	19.8211	38.0817	-28.74
2031	0.1344	6.7952	0.5719	11.5780	20.0796	41.9333	-27.70
2032	0.1344	6.8148	0.5737	11.8061	20.3291	45.7938	-26.69
2033	0.1344	6.8300	0.5752	12.0312	20.5709	49.6619	-25.72
2034	0.1344	6.8418	0.5765	12.2532	20.8060	53.5368	-24.79
2035	0.1467	6.9488	0.5844	12.4718	21.1517	57.3011	-23.64
2036	0.1467	7.0329	0.5913	12.6906	21.4616	61.1013	-22.61
2037	0.1467	7.0992	0.5968	12.9079	21.7506	64.9222	-21.66
2038	0.1467	7.1514	0.6012	13.1234	22.0227	68.7601	-20.77
2039	0.1467	7.1925	0.6047	13.3369	22.2808	72.6120	-20.04
2040	0.1318	7.0829	0.5977	13.5475	22.3598	76.6430	-19.76
2041	0.1318	6.9982	0.5916	13.7511	22.4727	80.6401	-19.37
2042	0.1318	6.9328	0.5872	13.9498	22.6015	84.6213	-18.94
2043	0.1318	6.8823	0.5839	14.1439	22.7418	88.5910	-18.48
2044	0.1318	6.8433	0.5815	14.3339	22.8904	92.5524	-17.99
2045	0.1431	7.0063	0.5940	14.5249	23.2684	96.2844	-17.04
2046	0.1431	7.1357	0.6046	14.7176	23.6010	100.0618	-16.21
2047	0.1431	7.2386	0.6128	14.9101	23.9046	103.8682	-15.47
2048	0.1431	7.3202	0.6194	15.1020	24.1848	107.6980	-14.78
2049	0.1431	7.3851	0.6247	15.2929	24.4458	111.5470	-14.15
2050	0.1325	7.1895	0.6100	15.4749	24.4069	115.6959	-14.16
2051	0.1325	7.0393	0.5986	15.6488	24.4192	119.7936	-14.05
2052	0.1325	6.9241	0.5902	15.8164	24.4633	123.8595	-13.87
2053	0.1325	6.8358	0.5839	15.9789	24.5311	127.9017	-13.63
2054	0.1325	6.7680	0.5793	16.1367	24.6165	131.9263	-13.36
2055	0.1268	6.6147	0.5677	16.2850	24.5942	136.0586	-13.31
2056	0.1268	6.4990	0.5590	16.4266	24.6114	140.1514	-13.18
2057	0.1268	6.4117	0.5527	16.5631	24.6543	144.2185	-12.99
2058	0.1268	6.3457	0.5481	16.6953	24.7159	148.2670	-12.77
2059	0.1268	6.2959	0.5447	16.8236	24.7911	152.3018	-12.52
2060	0.1306	6.3260	0.5477	16.9537	24.9580	156.2448	-12.17
2061	0.1306	6.3490	0.5501	17.0827	25.1124	160.2004	-11.84
2062	0.1306	6.3665	0.5519	17.2102	25.2592	164.1636	-11.51
2063	0.1306	6.3799	0.5534	17.3360	25.3998	168.1330	-11.20

2064	0.1306	6.3901	0.5545	17.4601	25.5353	172.1075	-10.89
2065	0.1470	6.6402	0.5739	17.5973	25.9584	175.7945	-10.06
2066	0.1470	6.8385	0.5899	17.7390	26.3143	179.5485	-9.37
2067	0.1470	6.9958	0.6024	17.8826	26.6277	183.3451	-8.78
2068	0.1470	7.1205	0.6122	18.0274	26.9070	187.1758	-8.26
2069	0.1470	7.2194	0.6199	18.1727	27.1589	191.0339	-7.80
2070	0.1271	6.7998	0.5854	18.2875	26.7999	195.5029	-8.36
2071	0.1271	6.4904	0.5603	18.3878	26.5656	199.8472	-8.71
2072	0.1271	6.2623	0.5424	18.4783	26.4102	204.1126	-8.92
2073	0.1271	6.0942	0.5297	18.5614	26.3124	208.3204	-9.03
2074	0.1271	5.9702	0.5206	18.6387	26.2566	212.4862	-9.07
2075	0.1305	5.9947	0.5245	18.7233	26.3730	216.4798	-8.81
2076	0.1306	6.0131	0.5272	18.8074	26.4783	220.4845	-8.57
2077	0.1306	6.0270	0.5291	18.8905	26.5772	224.4956	-8.34
2078	0.1306	6.0375	0.5305	18.9726	26.6710	228.5118	-8.13
2079	0.1306	6.0453	0.5314	19.0535	26.7608	232.5320	-7.93
2080	0.1270	6.0480	0.5320	19.1335	26.8405	236.5623	-7.74
2081	0.1270	6.0501	0.5323	19.2118	26.9212	240.5916	-7.56
2082	0.1270	6.0516	0.5325	19.2889	27.0001	244.6227	-7.38
2083	0.1270	6.0528	0.5328	19.3647	27.0773	248.6555	-7.21
2084	0.1270	6.0536	0.5330	19.4392	27.1529	252.6899	-7.04
2085	0.1385	6.3049	0.5528	19.5367	27.5330	256.4199	-6.40
2086	0.1385	6.5022	0.5686	19.6390	27.8483	260.2145	-5.87
2087	0.1385	6.6569	0.5807	19.7439	28.1201	264.0527	-5.42
2088	0.1385	6.7784	0.5901	19.8506	28.3577	267.9251	-5.04
2089	0.1385	6.8737	0.5975	19.9582	28.5679	271.8249	-4.71
2090	0.1329	6.8787	0.5983	20.0615	28.6714	275.8314	-4.53
2091	0.1329	6.8825	0.5988	20.1628	28.7770	279.8358	-4.36
2092	0.1329	6.8855	0.5992	20.2627	28.8803	283.8425	-4.19
2093	0.1329	6.8878	0.5995	20.3612	28.9814	287.8514	-4.02
2094	0.1329	6.8896	0.5999	20.4582	29.0805	291.8623	-3.86
2095	0.1431	7.0606	0.6134	20.5658	29.3828	295.6700	-3.42
2096	0.1431	7.1966	0.6244	20.6761	29.6403	299.5225	-3.05
2097	0.1431	7.3049	0.6331	20.7877	29.8688	303.4041	-2.73
2098	0.1431	7.3910	0.6399	20.8998	30.0738	307.3090	-2.45
2099	0.1431	7.4596	0.6453	21.0121	30.2600	311.2328	-2.19
2100	0.1418	7.4757	0.6466	21.1213	30.3854	315.2174	-2.02

RCP 4.5- Hortícolas DC= 4,42

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.1373	4.3195	0.3831	9.2410	15.0808	3.9320	-59.75
2021	0.1373	5.8068	0.4977	9.6056	17.0473	8.2855	-45.73
2022	0.1373	6.9727	0.5861	9.9958	18.6919	12.9609	-36.46
2023	0.1373	7.8866	0.6547	10.4047	20.0833	17.8895	-29.97
2024	0.1373	8.6030	0.7082	10.8265	21.2750	23.0178	-25.08
2025	0.1377	9.1549	0.7487	11.2573	22.2986	28.3142	-21.44
2026	0.1377	9.5871	0.7806	11.6933	23.1987	33.7341	-18.50
2027	0.1377	9.9256	0.8058	12.1318	24.0008	39.2520	-16.19
2028	0.1377	10.1906	0.8256	12.5708	24.7247	44.8481	-14.22
2029	0.1377	10.3981	0.8414	13.0089	25.3862	50.5066	-12.63
2030	0.1349	10.4736	0.8475	13.4468	25.9029	56.3099	-11.40
2031	0.1349	10.5322	0.8525	13.8794	26.3990	62.1338	-10.38
2032	0.1349	10.5777	0.8565	14.3066	26.8758	67.9770	-9.39
2033	0.1349	10.6131	0.8600	14.7283	27.3362	73.8366	-8.46
2034	0.1349	10.6405	0.8629	15.1443	27.7826	79.7102	-7.57
2035	0.1475	10.8125	0.8757	15.5518	28.3875	85.4253	-6.54
2036	0.1475	10.9479	0.8866	15.9580	28.9400	91.1928	-5.61
2037	0.1475	11.0545	0.8953	16.3611	29.4584	96.9944	-4.76
2038	0.1475	11.1384	0.9024	16.7606	29.9489	102.8239	-3.96
2039	0.1475	11.2045	0.9081	17.1561	30.4161	108.6767	-3.32
2040	0.1322	11.0379	0.8977	17.5492	30.6170	114.7958	-3.05
2041	0.1322	10.9092	0.8891	17.9314	30.8620	120.8708	-2.69
2042	0.1322	10.8099	0.8828	18.3048	31.1297	126.9232	-2.30
2043	0.1322	10.7331	0.8781	18.6702	31.4137	132.9591	-1.88
2044	0.1322	10.6739	0.8747	19.0283	31.7091	138.9837	-1.44
2045	0.1442	10.9301	0.8941	19.3821	32.3506	144.6622	-0.67
2046	0.1442	11.1337	0.9102	19.7371	32.9253	150.4075	0.00
2047	0.1442	11.2954	0.9230	20.0912	33.4539	156.1990	0.61
2048	0.1442	11.4238	0.9332	20.4436	33.9449	162.0279	1.17
2049	0.1442	11.5258	0.9415	20.7937	34.4052	167.8876	1.68
2050	0.1329	11.2200	0.9196	21.1351	34.4076	174.2052	1.71
2051	0.1329	10.9854	0.9026	21.4632	34.4842	180.4486	1.82
2052	0.1329	10.8054	0.8900	21.7809	34.6092	186.6436	1.98
2053	0.1329	10.6672	0.8806	22.0895	34.7703	192.8025	2.19
2054	0.1329	10.5612	0.8737	22.3901	34.9579	198.9349	2.42
2055	0.1270	10.3190	0.8560	22.6775	34.9795	205.2333	2.49
2056	0.1270	10.1360	0.8428	22.9538	35.0597	211.4731	2.61
2057	0.1270	9.9979	0.8332	23.2212	35.1793	217.6735	2.78
2058	0.1270	9.8937	0.8261	23.4807	35.3275	223.8453	2.98
2059	0.1270	9.8150	0.8210	23.7334	35.4964	229.9964	3.19
2060	0.1309	9.8621	0.8255	23.9864	35.8049	236.0079	3.45
2061	0.1309	9.8981	0.8292	24.2366	36.0948	242.0380	3.70
2062	0.1309	9.9256	0.8320	24.4836	36.3721	248.0807	3.95
2063	0.1309	9.9466	0.8343	24.7272	36.6390	254.1338	4.19

2064	0.1309	9.9626	0.8361	24.9674	36.8971	260.1958	4.43
2065	0.1480	10.3539	0.8659	25.2230	37.5908	265.8220	5.05
2066	0.1481	10.6641	0.8902	25.4842	38.1866	271.5462	5.56
2067	0.1481	10.9102	0.9092	25.7481	38.7155	277.3373	6.00
2068	0.1481	11.1053	0.9243	26.0131	39.1907	283.1821	6.38
2069	0.1481	11.2601	0.9362	26.2783	39.6227	289.0702	6.72
2070	0.1272	10.5981	0.8843	26.5039	39.1136	295.8992	6.33
2071	0.1272	10.1101	0.8464	26.7068	38.7906	302.5422	6.08
2072	0.1272	9.7503	0.8193	26.8936	38.5905	309.0623	5.93
2073	0.1272	9.4850	0.7999	27.0678	38.4800	315.4929	5.85
2074	0.1272	9.2894	0.7858	27.2322	38.4347	321.8581	5.84
2075	0.1307	9.3290	0.7915	27.4048	38.6560	327.9568	6.04
2076	0.1307	9.3588	0.7955	27.5758	38.8608	334.0720	6.22
2077	0.1307	9.3812	0.7983	27.7446	39.0549	340.1979	6.39
2078	0.1307	9.3981	0.8004	27.9111	39.2403	346.3325	6.55
2079	0.1307	9.4108	0.8020	28.0752	39.4187	352.4741	6.70
2080	0.1272	9.4172	0.8030	28.2367	39.5843	358.6285	6.84
2081	0.1272	9.4221	0.8037	28.3954	39.7485	364.7843	6.98
2082	0.1272	9.4257	0.8044	28.5515	39.9088	370.9440	7.11
2083	0.1272	9.4285	0.8049	28.7050	40.0656	377.1072	7.24
2084	0.1272	9.4305	0.8054	28.8560	40.2192	383.2737	7.37
2085	0.1393	9.8253	0.8356	29.0390	40.8392	388.9736	7.83
2086	0.1393	10.1351	0.8596	29.2286	41.3626	394.7702	8.21
2087	0.1393	10.3783	0.8782	29.4219	41.8176	400.6352	8.53
2088	0.1393	10.5691	0.8927	29.6173	42.2185	406.5544	8.80
2089	0.1393	10.7189	0.9041	29.8139	42.5762	412.5166	9.04
2090	0.1335	10.7285	0.9056	30.0038	42.7713	418.6415	9.16
2091	0.1335	10.7360	0.9065	30.1905	42.9664	424.7664	9.28
2092	0.1335	10.7418	0.9073	30.3745	43.1571	430.8957	9.40
2093	0.1335	10.7463	0.9081	30.5558	43.3437	437.0291	9.52
2094	0.1335	10.7498	0.9087	30.7345	43.5265	443.1663	9.63
2095	0.1445	11.0179	0.9293	30.9281	44.0199	448.9929	9.93
2096	0.1445	11.2313	0.9461	31.1253	44.4471	454.8857	10.19
2097	0.1445	11.4010	0.9593	31.3239	44.8287	460.8241	10.41
2098	0.1445	11.5360	0.9698	31.5232	45.1735	466.7993	10.61
2099	0.1445	11.6435	0.9782	31.7223	45.4885	472.8043	10.78
2100	0.1429	11.6682	0.9804	31.9167	45.7082	478.9046	10.90

RCP 4.5- Hortícolas DC= 6,63

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.1380	5.1893	0.4494	9.3940	16.1707	5.0521	-52.36
2021	0.1380	7.3584	0.6153	9.9276	19.0393	10.7135	-35.79
2022	0.1380	9.0587	0.7435	10.4986	21.4389	16.8439	-25.55
2023	0.1380	10.3915	0.8432	11.0966	23.4694	23.3435	-18.72
2024	0.1380	11.4363	0.9209	11.7136	25.2087	30.1341	-13.74
2025	0.1384	12.2426	0.9801	12.3436	26.7047	37.1681	-10.13
2026	0.1384	12.8739	1.0267	12.9812	28.0202	44.3826	-7.27
2027	0.1384	13.3684	1.0634	13.6225	29.1927	51.7401	-5.08
2028	0.1384	13.7556	1.0924	14.2646	30.2510	59.2118	-3.23
2029	0.1384	14.0588	1.1155	14.9053	31.2179	66.7749	-1.78
2030	0.1355	14.1772	1.1252	15.5468	31.9846	74.5382	-0.66
2031	0.1355	14.2692	1.1330	16.1808	32.7184	82.3344	0.25
2032	0.1355	14.3406	1.1394	16.8071	33.4225	90.1603	1.12
2033	0.1355	14.3961	1.1447	17.4253	34.1016	98.0112	1.95
2034	0.1355	14.4392	1.1492	18.0354	34.7592	105.8836	2.74
2035	0.1483	14.6762	1.1669	18.6318	35.6232	113.5496	3.62
2036	0.1484	14.8628	1.1819	19.2254	36.4185	121.2843	4.41
2037	0.1484	15.0097	1.1939	19.8144	37.1663	129.0665	5.13
2038	0.1484	15.1254	1.2035	20.3978	37.8751	136.8877	5.81
2039	0.1484	15.2165	1.2114	20.9752	38.5514	144.7414	6.33
2040	0.1326	14.9929	1.1978	21.5510	38.8743	152.9485	6.56
2041	0.1326	14.8203	1.1866	22.1116	39.2512	161.1016	6.86
2042	0.1326	14.6870	1.1784	22.6598	39.6578	169.2250	7.19
2043	0.1326	14.5840	1.1723	23.1966	40.0855	177.3273	7.54
2044	0.1326	14.5044	1.1680	23.7228	40.5278	185.4150	7.91
2045	0.1454	14.8540	1.1942	24.2393	41.4329	193.0399	8.52
2046	0.1454	15.1317	1.2159	24.7567	42.2496	200.7532	9.06
2047	0.1454	15.3522	1.2332	25.2723	43.0031	208.5297	9.55
2048	0.1454	15.5274	1.2470	25.7852	43.7050	216.3578	9.99
2049	0.1454	15.6666	1.2583	26.2944	44.3646	224.2282	10.41
2050	0.1333	15.2506	1.2291	26.7952	44.4083	232.7145	10.42
2051	0.1333	14.9315	1.2067	27.2777	44.5491	241.1037	10.51
2052	0.1333	14.6866	1.1899	27.7454	44.7551	249.4277	10.65
2053	0.1333	14.4987	1.1773	28.2002	45.0095	257.7033	10.81
2054	0.1333	14.3545	1.1680	28.6435	45.2993	265.9435	11.00
2055	0.1272	14.0232	1.1443	29.0700	45.3647	274.4081	11.05
2056	0.1272	13.7731	1.1266	29.4810	45.5079	282.7949	11.16
2057	0.1272	13.5842	1.1136	29.8792	45.7043	291.1286	11.29
2058	0.1272	13.4417	1.1042	30.2662	45.9392	299.4236	11.45
2059	0.1272	13.3340	1.0973	30.6433	46.2018	307.6910	11.62
2060	0.1312	13.3982	1.1034	31.0190	46.6518	315.7711	11.80
2061	0.1312	13.4472	1.1083	31.3904	47.0771	323.8757	11.99
2062	0.1312	13.4847	1.1122	31.7570	47.4850	331.9978	12.18
2063	0.1312	13.5133	1.1153	32.1185	47.8782	340.1346	12.36

2064	0.1312	13.5351	1.1178	32.4747	48.2588	348.2840	12.53
2065	0.1491	14.0676	1.1579	32.8487	49.2233	355.8495	13.01
2066	0.1492	14.4898	1.1904	33.2295	50.0589	363.5439	13.41
2067	0.1492	14.8246	1.2161	33.6135	50.8033	371.3295	13.74
2068	0.1492	15.0902	1.2364	33.9987	51.4745	379.1883	14.04
2069	0.1492	15.3008	1.2526	34.3839	52.0864	387.1064	14.30
2070	0.1273	14.3965	1.1832	34.7203	51.4274	396.2954	13.98
2071	0.1273	13.7298	1.1326	35.0259	51.0156	405.2372	13.78
2072	0.1273	13.2383	1.0962	35.3089	50.7707	414.0121	13.65
2073	0.1273	12.8759	1.0700	35.5743	50.6475	422.6653	13.59
2074	0.1273	12.6087	1.0510	35.8257	50.6128	431.2300	13.57
2075	0.1309	12.6633	1.0584	36.0863	50.9390	439.4338	13.72
2076	0.1309	12.7044	1.0637	36.3442	51.2433	447.6595	13.86
2077	0.1309	12.7354	1.0676	36.5987	51.5326	455.9002	13.99
2078	0.1309	12.7587	1.0704	36.8496	51.8096	464.1532	14.11
2079	0.1309	12.7763	1.0726	37.0968	52.0766	472.4162	14.22
2080	0.1274	12.7864	1.0741	37.3400	52.3280	480.6948	14.33
2081	0.1274	12.7941	1.0752	37.5791	52.5758	488.9771	14.43
2082	0.1274	12.7998	1.0762	37.8142	52.8176	497.2652	14.53
2083	0.1274	12.8041	1.0770	38.0454	53.0540	505.5588	14.62
2084	0.1274	12.8074	1.0778	38.2728	53.2854	513.8574	14.71
2085	0.1400	13.3457	1.1183	38.5413	54.1454	521.5274	15.06
2086	0.1400	13.7681	1.1505	38.8182	54.8769	529.3259	15.35
2087	0.1400	14.0997	1.1756	39.0998	55.5151	537.2177	15.59
2088	0.1400	14.3599	1.1953	39.3841	56.0793	545.1836	15.80
2089	0.1400	14.5641	1.2107	39.6696	56.5845	553.2084	15.97
2090	0.1340	14.5784	1.2128	39.9461	56.8713	561.4515	16.06
2091	0.1340	14.5895	1.2143	40.2181	57.1558	569.6970	16.15
2092	0.1340	14.5981	1.2155	40.4863	57.4339	577.9489	16.24
2093	0.1340	14.6048	1.2166	40.7505	57.7059	586.2069	16.32
2094	0.1340	14.6100	1.2176	41.0109	57.9726	594.4703	16.40
2095	0.1458	14.9753	1.2453	41.2905	58.6569	602.3159	16.62
2096	0.1458	15.2659	1.2678	41.5744	59.2539	610.2489	16.81
2097	0.1458	15.4971	1.2856	41.8602	59.7887	618.2441	16.98
2098	0.1458	15.6811	1.2998	42.1466	60.2732	626.2896	17.12
2099	0.1458	15.8274	1.3111	42.4326	60.7169	634.3759	17.25
2100	0.1440	15.8606	1.3142	42.7121	61.0309	642.5919	17.33

RCP 8.5 - Hortícolas DC=0

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.1329	2.5548	0.2483	8.9325	12.8685	1.7244	-78.50
2021	0.1329	2.6579	0.2583	8.9561	13.0051	3.4877	-75.11
2022	0.1329	2.7380	0.2656	8.9816	13.1180	5.2748	-72.44
2023	0.1329	2.8001	0.2710	9.0085	13.2125	7.0803	-70.30
2024	0.1329	2.8484	0.2750	9.0363	13.2926	8.9002	-68.51
2025	0.1307	2.8902	0.2786	9.0654	13.3649	10.7279	-67.03
2026	0.1307	2.9227	0.2811	9.0948	13.4293	12.5635	-65.74
2027	0.1307	2.9480	0.2831	9.1245	13.4863	14.4065	-64.67
2028	0.1307	2.9676	0.2847	9.1543	13.5372	16.2556	-63.70
2029	0.1307	2.9829	0.2859	9.1840	13.5834	18.1094	-62.89
2030	0.1345	3.0113	0.2879	9.2147	13.6484	19.9444	-61.97
2031	0.1345	3.0335	0.2897	9.2459	13.7036	21.7892	-61.22
2032	0.1345	3.0508	0.2911	9.2772	13.7536	23.6392	-60.51
2033	0.1345	3.0644	0.2922	9.3083	13.7994	25.4934	-59.85
2034	0.1345	3.0750	0.2931	9.3392	13.8418	27.3510	-59.22
2035	0.1394	3.1191	0.2967	9.3727	13.9279	29.1649	-58.37
2036	0.1394	3.1540	0.2997	9.4071	14.0002	30.9926	-57.61
2037	0.1394	3.1816	0.3021	9.4416	14.0647	32.8281	-56.92
2038	0.1394	3.2034	0.3039	9.4763	14.1230	34.6698	-56.27
2039	0.1394	3.2207	0.3053	9.5109	14.1763	36.5165	-55.73
2040	0.1306	3.1462	0.2985	9.5376	14.1129	38.4799	-55.93
2041	0.1306	3.0889	0.2932	9.5615	14.0741	40.4187	-55.95
2042	0.1306	3.0449	0.2893	9.5836	14.0485	42.3443	-55.88
2043	0.1306	3.0112	0.2865	9.6044	14.0327	44.2601	-55.73
2044	0.1306	2.9852	0.2845	9.6241	14.0244	46.1684	-55.54
2045	0.1295	2.9055	0.2770	9.6355	13.9475	48.1453	-55.85
2046	0.1295	2.8457	0.2717	9.6446	13.8915	50.1013	-56.00
2047	0.1295	2.8008	0.2680	9.6520	13.8503	52.0425	-56.04
2048	0.1295	2.7671	0.2652	9.6583	13.8201	53.9727	-56.01
2049	0.1295	2.7418	0.2633	9.6636	13.7982	55.8946	-55.91
2050	0.1419	2.8749	0.2760	9.6863	13.9791	57.6137	-54.49
2051	0.1419	2.9808	0.2862	9.7125	14.1214	59.3714	-53.37
2052	0.1419	3.0650	0.2939	9.7405	14.2413	61.1515	-52.41
2053	0.1419	3.1321	0.2997	9.7698	14.3436	62.9493	-51.59
2054	0.1419	3.1855	0.3042	9.8000	14.4317	64.7612	-50.86
2055	0.1294	3.0783	0.2941	9.8170	14.3188	66.7740	-51.35
2056	0.1294	2.9971	0.2864	9.8301	14.2430	68.7498	-51.61
2057	0.1294	2.9357	0.2810	9.8409	14.1870	70.7059	-51.75
2058	0.1294	2.8892	0.2770	9.8501	14.1458	72.6470	-51.80
2059	0.1294	2.8540	0.2742	9.8581	14.1157	74.5771	-51.77
2060	0.1245	2.7888	0.2686	9.8611	14.0431	76.5497	-52.08
2061	0.1245	2.7402	0.2644	9.8621	13.9912	78.5016	-52.24
2062	0.1245	2.7038	0.2614	9.8618	13.9516	80.4412	-52.32
2063	0.1245	2.6767	0.2593	9.8606	13.9211	82.3717	-52.33

2064	0.1245	2.6565	0.2577	9.8588	13.8975	84.2953	-52.30
2065	0.1441	2.7741	0.2680	9.8716	14.0578	86.0350	-51.12
2066	0.1442	2.8665	0.2766	9.8883	14.1755	87.8173	-50.24
2067	0.1442	2.9390	0.2830	9.9067	14.2729	89.6199	-49.50
2068	0.1442	2.9959	0.2879	9.9264	14.3543	91.4385	-48.86
2069	0.1442	3.0405	0.2915	9.9470	14.4232	93.2696	-48.31
2070	0.1331	3.0297	0.2905	9.9636	14.4170	95.1758	-48.21
2071	0.1331	3.0214	0.2893	9.9788	14.4226	97.0703	-48.03
2072	0.1331	3.0149	0.2885	9.9935	14.4300	98.9628	-47.84
2073	0.1331	3.0100	0.2879	10.0078	14.4388	100.8540	-47.65
2074	0.1331	3.0061	0.2875	10.0218	14.4486	102.7442	-47.45
2075	0.1254	2.8912	0.2765	10.0230	14.3162	104.7766	-48.07
2076	0.1254	2.8059	0.2686	10.0207	14.2206	106.7722	-48.48
2077	0.1254	2.7426	0.2631	10.0161	14.1473	108.7455	-48.76
2078	0.1254	2.6957	0.2592	10.0101	14.0905	110.7023	-48.95
2079	0.1254	2.6609	0.2565	10.0030	14.0458	112.6470	-49.06
2080	0.1303	2.7263	0.2632	10.0075	14.1273	114.4655	-48.42
2081	0.1303	2.7765	0.2682	10.0138	14.1889	116.3039	-47.92
2082	0.1303	2.8151	0.2718	10.0212	14.2385	118.1543	-47.49
2083	0.1303	2.8448	0.2744	10.0294	14.2790	120.0139	-47.13
2084	0.1303	2.8677	0.2763	10.0381	14.3124	121.8804	-46.80
2085	0.1320	2.9417	0.2836	10.0554	14.4127	123.6802	-46.11
2086	0.1320	2.9999	0.2890	10.0742	14.4951	125.4977	-45.53
2087	0.1320	3.0457	0.2931	10.0939	14.5647	127.3281	-45.04
2088	0.1320	3.0818	0.2962	10.1143	14.6242	129.1686	-44.60
2089	0.1320	3.1101	0.2985	10.1352	14.6758	131.0170	-44.22
2090	0.1294	3.1007	0.2970	10.1526	14.6798	132.9130	-44.10
2091	0.1294	3.0934	0.2959	10.1694	14.6881	134.8047	-43.96
2092	0.1294	3.0878	0.2952	10.1857	14.6980	136.6948	-43.81
2093	0.1294	3.0833	0.2947	10.2016	14.7091	138.5837	-43.65
2094	0.1294	3.0799	0.2943	10.2172	14.7209	140.4719	-43.49
2095	0.1180	2.9125	0.2793	10.2148	14.5246	142.5682	-44.47
2096	0.1180	2.7894	0.2684	10.2071	14.3829	144.6099	-45.16
2097	0.1180	2.6990	0.2608	10.1963	14.2741	146.6187	-45.66
2098	0.1180	2.6325	0.2555	10.1834	14.1893	148.6035	-46.04
2099	0.1180	2.5837	0.2516	10.1690	14.1223	150.5706	-46.31
2100	0.1219	2.6272	0.2559	10.1641	14.1692	152.4237	-45.92

RCP 8.5 - Hortícolas DC=2,21

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.1334	3.4146	0.3139	9.0864	13.9483	2.8545	-68.56
2021	0.1334	4.1854	0.3741	9.2802	14.9731	5.9397	-58.76
2022	0.1334	4.7839	0.4201	9.4876	15.8250	9.1978	-51.73
2023	0.1334	5.2488	0.4554	9.7048	16.5423	12.5905	-46.49
2024	0.1334	5.6097	0.4826	9.9286	17.1543	16.0885	-42.37
2025	0.1312	5.9008	0.5045	10.1570	17.6936	19.6592	-39.12
2026	0.1312	6.1273	0.5215	10.3879	18.1679	23.2949	-36.41
2027	0.1312	6.3034	0.5347	10.6202	18.5896	26.9833	-34.22
2028	0.1312	6.4404	0.5451	10.8527	18.9694	30.7134	-32.31
2029	0.1312	6.5469	0.5533	11.0846	19.3161	34.4767	-30.74
2030	0.1352	6.6663	0.5622	11.3152	19.6789	38.2239	-29.16
2031	0.1352	6.7597	0.5695	11.5452	20.0095	42.0033	-27.86
2032	0.1352	6.8327	0.5753	11.7738	20.3169	45.8059	-26.66
2033	0.1352	6.8898	0.5799	12.0004	20.6053	49.6275	-25.54
2034	0.1352	6.9345	0.5836	12.2250	20.8782	53.4646	-24.50
2035	0.1404	7.0517	0.5929	12.4476	21.2327	57.2201	-23.34
2036	0.1404	7.1446	0.6006	12.6698	21.5554	61.0074	-22.29
2037	0.1404	7.2180	0.6067	12.8909	21.8560	64.8168	-21.32
2038	0.1404	7.2762	0.6115	13.1102	22.1384	68.6445	-20.42
2039	0.1404	7.3222	0.6154	13.3277	22.4057	72.4871	-19.67
2040	0.1309	7.1498	0.6020	13.5398	22.4225	76.5803	-19.56
2041	0.1309	7.0173	0.5917	13.7438	22.4837	80.6291	-19.32
2042	0.1309	6.9155	0.5842	13.9416	22.5722	84.6506	-18.99
2043	0.1309	6.8373	0.5786	14.1340	22.6808	88.6520	-18.60
2044	0.1309	6.7772	0.5746	14.3215	22.8043	92.6385	-18.17
2045	0.1297	6.5855	0.5592	14.4988	22.7732	96.7796	-18.21
2046	0.1297	6.4415	0.5482	14.6683	22.7877	100.8751	-18.11
2047	0.1297	6.3335	0.5402	14.8314	22.8348	104.9380	-17.90
2048	0.1297	6.2523	0.5345	14.9891	22.9056	108.9772	-17.64
2049	0.1297	6.1915	0.5304	15.1421	22.9936	112.9992	-17.32
2050	0.1432	6.5042	0.5566	15.3090	23.5130	116.5898	-16.00
2051	0.1432	6.7531	0.5776	15.4810	23.9549	120.2579	-14.91
2052	0.1432	6.9513	0.5938	15.6556	24.3438	123.9790	-13.98
2053	0.1432	7.1089	0.6065	15.8317	24.6903	127.7425	-13.17
2054	0.1432	7.2344	0.6165	16.0085	25.0026	131.5402	-12.45
2055	0.1297	6.9853	0.5966	16.1715	24.8831	135.7697	-12.61
2056	0.1297	6.7967	0.5815	16.3248	24.8326	139.9302	-12.63
2057	0.1297	6.6539	0.5706	16.4710	24.8252	144.0476	-12.55
2058	0.1297	6.5458	0.5626	16.6114	24.8495	148.1333	-12.41
2059	0.1297	6.4640	0.5568	16.7469	24.8974	152.1954	-12.22
2060	0.1247	6.3150	0.5455	16.8732	24.8584	156.3444	-12.29
2061	0.1247	6.2037	0.5372	16.9932	24.8588	160.4540	-12.25
2062	0.1247	6.1206	0.5311	17.1083	24.8848	164.5380	-12.16
2063	0.1247	6.0586	0.5268	17.2194	24.9295	168.6033	-12.01

2064	0.1247	6.0123	0.5236	17.3270	24.9876	172.6552	-11.84
2065	0.1450	6.2827	0.5451	17.4529	25.4258	176.3270	-10.94
2066	0.1450	6.4950	0.5626	17.5843	25.7870	180.0758	-10.21
2067	0.1450	6.6617	0.5761	17.7182	26.1010	183.8719	-9.59
2068	0.1450	6.7924	0.5864	17.8536	26.3775	187.7053	-9.06
2069	0.1450	6.8951	0.5945	17.9898	26.6244	191.5684	-8.58
2070	0.1336	6.8644	0.5923	18.1195	26.7097	195.5931	-8.39
2071	0.1336	6.8407	0.5902	18.2455	26.8100	199.6028	-8.18
2072	0.1336	6.8224	0.5887	18.3690	26.9138	203.6090	-7.96
2073	0.1336	6.8083	0.5878	18.4902	27.0199	207.6129	-7.74
2074	0.1336	6.7974	0.5872	18.6092	27.1273	211.6155	-7.52
2075	0.1256	6.5315	0.5654	18.7067	26.9292	215.9236	-7.80
2076	0.1256	6.3343	0.5496	18.7952	26.8046	220.1582	-7.96
2077	0.1256	6.1880	0.5383	18.8771	26.7290	224.3438	-8.03
2078	0.1256	6.0796	0.5302	18.9539	26.6892	228.4936	-8.05
2079	0.1256	5.9991	0.5243	19.0266	26.6757	232.6172	-8.02
2080	0.1308	6.1495	0.5375	19.1166	26.9344	236.4684	-7.54
2081	0.1308	6.2651	0.5475	19.2091	27.1525	240.3603	-7.13
2082	0.1308	6.3540	0.5550	19.3027	27.3424	244.2804	-6.78
2083	0.1308	6.4223	0.5606	19.3969	27.5105	248.2223	-6.48
2084	0.1308	6.4749	0.5648	19.4910	27.6615	252.1813	-6.20
2085	0.1330	6.6583	0.5804	19.5980	27.9697	255.9831	-5.69
2086	0.1330	6.8025	0.5925	19.7075	28.2355	259.8274	-5.26
2087	0.1330	6.9160	0.6017	19.8183	28.4691	263.7038	-4.89
2088	0.1330	7.0053	0.6089	19.9299	28.6771	267.6057	-4.56
2089	0.1330	7.0756	0.6145	20.0417	28.8648	271.5280	-4.27
2090	0.1301	7.0528	0.6119	20.1473	28.9421	275.5607	-4.13
2091	0.1301	7.0351	0.6101	20.2504	29.0257	279.5871	-3.99
2092	0.1301	7.0213	0.6089	20.3516	29.1119	283.6109	-3.85
2093	0.1301	7.0106	0.6081	20.4509	29.1997	287.6331	-3.71
2094	0.1301	7.0023	0.6076	20.5485	29.2885	291.6543	-3.57
2095	0.1181	6.6175	0.5776	20.6118	28.9250	296.1278	-4.06
2096	0.1181	6.3346	0.5556	20.6631	28.6714	300.4914	-4.39
2097	0.1181	6.1267	0.5399	20.7062	28.4908	304.7820	-4.63
2098	0.1181	5.9738	0.5285	20.7431	28.3636	309.0192	-4.78
2099	0.1181	5.8615	0.5203	20.7755	28.2754	313.2174	-4.88
2100	0.1222	5.9584	0.5283	20.8248	28.4337	317.1691	-4.61

RCP 8.5 - Hortícolas DC= 4,42

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.1339	4.2744	0.3795	9.2404	15.0281	3.9847	-60.05
2021	0.1339	5.7128	0.4900	9.6043	16.9410	8.3918	-46.21
2022	0.1339	6.8299	0.5747	9.9936	18.5321	13.1207	-37.07
2023	0.1339	7.6974	0.6398	10.4011	19.8721	18.1007	-30.66
2024	0.1339	8.3710	0.6901	10.8210	21.0160	23.2768	-25.84
2025	0.1318	8.9114	0.7305	11.2486	22.0223	28.5905	-22.17
2026	0.1318	9.3318	0.7618	11.6811	22.9065	34.0263	-19.21
2027	0.1318	9.6588	0.7863	12.1160	23.6928	39.5600	-16.89
2028	0.1318	9.9132	0.8055	12.5512	24.4017	45.1711	-14.90
2029	0.1318	10.1110	0.8207	12.9853	25.0488	50.8440	-13.30
2030	0.1358	10.3213	0.8364	13.4157	25.7094	56.5034	-11.74
2031	0.1358	10.4859	0.8492	13.8445	26.3154	62.2174	-10.48
2032	0.1358	10.6145	0.8594	14.2704	26.8802	67.9727	-9.33
2033	0.1358	10.7152	0.8676	14.6926	27.4112	73.7616	-8.27
2034	0.1358	10.7939	0.8742	15.1107	27.9146	79.5782	-7.29
2035	0.1414	10.9844	0.8892	15.5224	28.5374	85.2754	-6.25
2036	0.1414	11.1352	0.9015	15.9326	29.1107	91.0221	-5.30
2037	0.1414	11.2545	0.9113	16.3401	29.6473	96.8056	-4.43
2038	0.1414	11.3490	0.9191	16.7442	30.1537	102.6191	-3.63
2039	0.1414	11.4237	0.9255	17.1445	30.6352	108.4576	-2.99
2040	0.1313	11.1533	0.9055	17.5419	30.7321	114.6807	-2.86
2041	0.1313	10.9456	0.8902	17.9261	30.8933	120.8395	-2.63
2042	0.1313	10.7860	0.8790	18.2996	31.0959	126.9569	-2.32
2043	0.1313	10.6634	0.8707	18.6635	31.3290	133.0438	-1.97
2044	0.1313	10.5692	0.8646	19.0190	31.5841	139.1087	-1.58
2045	0.1298	10.2654	0.8415	19.3622	31.5989	145.4139	-1.59
2046	0.1298	10.0373	0.8247	19.6921	31.6839	151.6489	-1.49
2047	0.1298	9.8661	0.8125	20.0108	31.8193	157.8335	-1.30
2048	0.1298	9.7375	0.8038	20.3199	31.9911	163.9817	-1.06
2049	0.1298	9.6411	0.7974	20.6206	32.1889	170.1039	-0.78
2050	0.1444	10.1336	0.8372	20.9317	33.0468	175.5660	0.28
2051	0.1444	10.5255	0.8689	21.2495	33.7884	181.1445	1.16
2052	0.1444	10.8375	0.8937	21.5707	34.4463	186.8065	1.91
2053	0.1444	11.0857	0.9133	21.8936	35.0371	192.5357	2.56
2054	0.1444	11.2833	0.9288	22.2170	35.5736	198.3192	3.13
2055	0.1299	10.8923	0.8991	22.5261	35.4473	204.7655	3.04
2056	0.1299	10.5962	0.8767	22.8195	35.4223	211.1105	3.05
2057	0.1299	10.3722	0.8603	23.1011	35.4634	217.3894	3.13
2058	0.1299	10.2025	0.8482	23.3727	35.5533	223.6195	3.26
2059	0.1299	10.0741	0.8394	23.6358	35.6792	229.8136	3.43
2060	0.1249	9.8412	0.8225	23.8852	35.6738	236.1390	3.38
2061	0.1249	9.6673	0.8099	24.1242	35.7263	242.4065	3.41
2062	0.1249	9.5374	0.8009	24.3548	35.8180	248.6348	3.49
2063	0.1249	9.4404	0.7943	24.5782	35.9378	254.8350	3.60

2064	0.1249	9.3680	0.7896	24.7953	36.0777	261.0151	3.74
2065	0.1459	9.7914	0.8223	25.0342	36.7938	266.6190	4.41
2066	0.1459	10.1236	0.8487	25.2803	37.3985	272.3343	4.96
2067	0.1459	10.3844	0.8691	25.5297	37.9290	278.1238	5.42
2068	0.1459	10.5890	0.8850	25.7808	38.4008	283.9720	5.82
2069	0.1459	10.7497	0.8974	26.0326	38.8256	289.8672	6.17
2070	0.1341	10.6990	0.8940	26.2754	39.0025	296.0103	6.32
2071	0.1341	10.6600	0.8910	26.5122	39.1974	302.1354	6.48
2072	0.1341	10.6298	0.8890	26.7446	39.3975	308.2553	6.65
2073	0.1341	10.6066	0.8877	26.9726	39.6009	314.3719	6.81
2074	0.1341	10.5886	0.8868	27.1965	39.8060	320.4868	6.98
2075	0.1257	10.1718	0.8542	27.3904	39.5422	327.0706	6.78
2076	0.1257	9.8627	0.8305	27.5697	39.3886	333.5442	6.67
2077	0.1257	9.6334	0.8135	27.7380	39.3107	339.9421	6.62
2078	0.1257	9.4634	0.8011	27.8976	39.2880	346.2849	6.62
2079	0.1257	9.3373	0.7922	28.0502	39.3055	352.5873	6.65
2080	0.1312	9.5728	0.8119	28.2258	39.7416	358.4712	7.00
2081	0.1312	9.7537	0.8268	28.4044	40.1162	364.4166	7.29
2082	0.1312	9.8929	0.8381	28.5842	40.4464	370.4064	7.55
2083	0.1312	9.9998	0.8467	28.7643	40.7421	376.4307	7.77
2084	0.1312	10.0821	0.8533	28.9440	41.0105	382.4823	7.97
2085	0.1340	10.3748	0.8773	29.1406	41.5268	388.2860	8.33
2086	0.1340	10.6051	0.8959	29.3407	41.9758	394.1570	8.65
2087	0.1340	10.7863	0.9104	29.5427	42.3734	400.0794	8.91
2088	0.1340	10.9288	0.9216	29.7455	42.7300	406.0428	9.15
2089	0.1340	11.0410	0.9304	29.9483	43.0537	412.0391	9.35
2090	0.1308	11.0048	0.9269	30.1419	43.2044	418.2084	9.45
2091	0.1308	10.9768	0.9243	30.3314	43.3633	424.3695	9.54
2092	0.1308	10.9549	0.9226	30.5175	43.5258	430.5270	9.64
2093	0.1308	10.9379	0.9215	30.7002	43.6904	436.6824	9.74
2094	0.1308	10.9247	0.9208	30.8798	43.8561	442.8367	9.84
2095	0.1182	10.3224	0.8758	31.0089	43.3253	449.6875	9.49
2096	0.1182	9.8797	0.8428	31.1191	42.9598	456.3730	9.25
2097	0.1182	9.5543	0.8189	31.2160	42.7074	462.9454	9.09
2098	0.1182	9.3151	0.8016	31.3029	42.5378	469.4350	8.98
2099	0.1182	9.1393	0.7890	31.3821	42.4286	475.8642	8.91
2100	0.1225	9.2895	0.8008	31.4855	42.6983	481.9145	9.10

RCP 8.5 - Hortícolas DC= 6,63

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.1344	5.1342	0.4450	9.3943	16.1079	5.1149	-52.68
2021	0.1344	7.2403	0.6058	9.9284	18.9089	10.8439	-36.28
2022	0.1344	8.8759	0.7292	10.4996	21.2391	17.0437	-26.14
2023	0.1344	10.1460	0.8242	11.0974	23.2020	23.6108	-19.37
2024	0.1344	11.1323	0.8977	11.7133	24.8777	30.4651	-14.44
2025	0.1324	11.9221	0.9564	12.3402	26.3510	37.5218	-10.80
2026	0.1324	12.5364	1.0021	12.9742	27.6450	44.7578	-7.91
2027	0.1324	13.0142	1.0378	13.6117	28.7961	52.1367	-5.70
2028	0.1324	13.3859	1.0659	14.2497	29.8339	59.6289	-3.83
2029	0.1324	13.6750	1.0881	14.8860	30.7815	67.2114	-2.36
2030	0.1365	13.9764	1.1107	15.5162	31.7398	74.7830	-0.95
2031	0.1365	14.2121	1.1290	16.1438	32.6213	82.4315	0.17
2032	0.1365	14.3964	1.1435	16.7670	33.4434	90.1394	1.19
2033	0.1365	14.5406	1.1553	17.3848	34.2171	97.8957	2.13
2034	0.1365	14.6534	1.1647	17.9964	34.9510	105.6918	2.99
2035	0.1424	14.9171	1.1855	18.5973	35.8422	113.3306	3.88
2036	0.1424	15.1258	1.2023	19.1954	36.6659	121.0369	4.69
2037	0.1424	15.2910	1.2158	19.7893	37.4385	128.7943	5.42
2038	0.1424	15.4218	1.2268	20.3781	38.1691	136.5938	6.11
2039	0.1424	15.5253	1.2356	20.9613	38.8646	144.4282	6.63
2040	0.1317	15.1569	1.2090	21.5441	39.0417	152.7811	6.73
2041	0.1317	14.8739	1.1888	22.1084	39.3029	161.0500	6.92
2042	0.1317	14.6566	1.1738	22.6575	39.6196	169.2632	7.17
2043	0.1317	14.4895	1.1628	23.1931	39.9771	177.4357	7.47
2044	0.1317	14.3612	1.1547	23.7164	40.3640	185.5788	7.79
2045	0.1300	13.9453	1.1237	24.2256	40.4246	194.0482	7.76
2046	0.1300	13.6331	1.1012	24.7159	40.5801	202.4227	7.84
2047	0.1300	13.3987	1.0848	25.1902	40.8038	210.7291	7.99
2048	0.1300	13.2227	1.0730	25.6507	41.0765	218.9863	8.18
2049	0.1300	13.0907	1.0645	26.0991	41.3843	227.2085	8.41
2050	0.1457	13.7629	1.1177	26.5544	42.5807	234.5421	9.28
2051	0.1457	14.2979	1.1602	27.0180	43.6218	242.0310	9.99
2052	0.1457	14.7237	1.1936	27.4858	44.5488	249.6340	10.59
2053	0.1457	15.0626	1.2201	27.9556	45.3839	257.3289	11.11
2054	0.1457	15.3323	1.2411	28.4255	46.1445	265.0983	11.57
2055	0.1301	14.7993	1.2016	28.8806	46.0116	273.7612	11.50
2056	0.1301	14.3958	1.1718	29.3142	46.0120	282.2908	11.51
2057	0.1301	14.0904	1.1499	29.7311	46.1016	290.7312	11.57
2058	0.1301	13.8592	1.1338	30.1339	46.2571	299.1057	11.68
2059	0.1301	13.6842	1.1220	30.5246	46.4609	307.4319	11.81
2060	0.1250	13.3674	1.0994	30.8973	46.4891	315.9337	11.75
2061	0.1250	13.1308	1.0827	31.2553	46.5939	324.3589	11.76
2062	0.1250	12.9542	1.0706	31.6013	46.7511	332.7317	11.81
2063	0.1250	12.8223	1.0618	31.9369	46.9461	341.0667	11.90

2064	0.1250	12.7238	1.0555	32.2635	47.1678	349.3750	12.00
2065	0.1468	13.3000	1.0995	32.6156	48.1618	356.9110	12.52
2066	0.1468	13.7522	1.1347	32.9763	49.0100	364.5928	12.94
2067	0.1468	14.1071	1.1621	33.3411	49.7571	372.3757	13.30
2068	0.1468	14.3856	1.1836	33.7080	50.4240	380.2388	13.61
2069	0.1468	14.6042	1.2004	34.0753	51.0268	388.1661	13.87
2070	0.1346	14.5337	1.1958	34.4312	51.2953	396.4275	13.98
2071	0.1346	14.4793	1.1919	34.7790	51.5848	404.6680	14.10
2072	0.1346	14.4373	1.1893	35.1201	51.8813	412.9015	14.22
2073	0.1346	14.4049	1.1875	35.4550	52.1820	421.1308	14.35
2074	0.1346	14.3799	1.1864	35.7839	52.4848	429.3581	14.47
2075	0.1259	13.8121	1.1430	36.0741	52.1552	438.2176	14.31
2076	0.1259	13.3911	1.1114	36.3442	51.9726	446.9302	14.22
2077	0.1259	13.0789	1.0886	36.5990	51.8923	455.5405	14.17
2078	0.1259	12.8473	1.0721	36.8414	51.8867	464.0761	14.16
2079	0.1259	12.6755	1.0601	37.0738	51.9353	472.5575	14.18
2080	0.1316	12.9960	1.0862	37.3349	52.5488	480.4740	14.45
2081	0.1316	13.2423	1.1062	37.5997	53.0798	488.4730	14.67
2082	0.1316	13.4317	1.1213	37.8657	53.5504	496.5324	14.86
2083	0.1316	13.5773	1.1328	38.1318	53.9736	504.6392	15.03
2084	0.1316	13.6893	1.1418	38.3969	54.3596	512.7832	15.18
2085	0.1350	14.0914	1.1742	38.6832	55.0838	520.5890	15.46
2086	0.1350	14.4077	1.1994	38.9740	55.7162	528.4866	15.69
2087	0.1350	14.6566	1.2190	39.2671	56.2777	536.4551	15.89
2088	0.1350	14.8523	1.2343	39.5611	56.7828	544.4800	16.07
2089	0.1350	15.0064	1.2464	39.8549	57.2427	552.5501	16.22
2090	0.1315	14.9569	1.2418	40.1365	57.4667	560.8561	16.28
2091	0.1315	14.9184	1.2385	40.4125	57.7009	569.1520	16.35
2092	0.1315	14.8885	1.2363	40.6834	57.9397	577.4432	16.42
2093	0.1315	14.8653	1.2349	40.9495	58.1811	585.7317	16.49
2094	0.1315	14.8472	1.2340	41.2111	58.4237	594.0191	16.55
2095	0.1183	14.0274	1.1741	41.4059	57.7257	603.2471	16.28
2096	0.1183	13.4249	1.1300	41.5751	57.2483	612.2546	16.09
2097	0.1183	12.9820	1.0979	41.7259	56.9241	621.1087	15.95
2098	0.1183	12.6565	1.0746	41.8626	56.7120	629.8508	15.86
2099	0.1183	12.4172	1.0576	41.9886	56.5817	638.5111	15.80
2100	0.1229	12.6207	1.0732	42.1461	56.9628	646.6600	15.94

IPMA - Vinha DC=0

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.1647	3.9450	0.3084	11.8521	17.2703	2.2613	-59.59
2021	0.1647	3.8838	0.3040	11.8402	17.1927	4.4989	-57.36
2022	0.1647	3.8383	0.3007	11.8269	17.1306	6.7210	-55.63
2023	0.1647	3.8044	0.2982	11.8128	17.0801	8.9315	-54.29
2024	0.1647	3.7791	0.2964	11.7980	17.0383	11.1333	-53.16
2025	0.1637	3.7589	0.2950	11.7829	17.0005	13.3311	-52.30
2026	0.1637	3.7439	0.2939	11.7674	16.9688	15.5227	-51.54
2027	0.1637	3.7327	0.2931	11.7518	16.9412	17.7103	-50.94
2028	0.1637	3.7243	0.2924	11.7363	16.9167	19.8948	-50.38
2029	0.1637	3.7181	0.2920	11.7208	16.8946	22.0770	-49.95
2030	0.1618	3.7039	0.2910	11.7043	16.8611	24.2705	-49.58
2031	0.1618	3.6934	0.2902	11.6875	16.8330	26.4586	-49.29
2032	0.1618	3.6856	0.2896	11.6708	16.8079	28.6437	-48.98
2033	0.1618	3.6798	0.2891	11.6543	16.7850	30.8265	-48.66
2034	0.1618	3.6755	0.2888	11.6378	16.7640	33.0076	-48.33
2035	0.1608	3.6685	0.2883	11.6212	16.7388	35.1928	-48.11
2036	0.1608	3.6634	0.2879	11.6046	16.7167	37.3749	-47.85
2037	0.1608	3.6595	0.2876	11.5882	16.6961	39.5555	-47.58
2038	0.1608	3.6567	0.2873	11.5720	16.6768	41.7348	-47.31
2039	0.1608	3.6546	0.2872	11.5560	16.6585	43.9130	-47.10
2040	0.1597	3.6508	0.2869	11.5401	16.6375	46.0941	-46.89
2041	0.1597	3.6480	0.2867	11.5243	16.6186	48.2729	-46.65
2042	0.1597	3.6459	0.2865	11.5086	16.6008	50.4508	-46.41
2043	0.1597	3.6443	0.2863	11.4933	16.5837	52.6279	-46.16
2044	0.1597	3.6432	0.2862	11.4781	16.5673	54.8043	-45.91
2045	0.1579	3.6315	0.2855	11.4619	16.5367	56.9949	-45.80
2046	0.1579	3.6228	0.2848	11.4456	16.5110	59.1805	-45.65
2047	0.1579	3.6164	0.2843	11.4293	16.4879	61.3637	-45.48
2048	0.1579	3.6117	0.2839	11.4132	16.4666	63.5449	-45.29
2049	0.1579	3.6082	0.2836	11.3972	16.4469	65.7247	-45.10
2050	0.1586	3.6829	0.2891	11.3910	16.5216	67.8100	-44.45
2051	0.1586	3.7393	0.2932	11.3868	16.5779	69.9137	-43.90
2052	0.1586	3.7820	0.2962	11.3839	16.6208	72.0308	-43.43
2053	0.1586	3.8142	0.2986	11.3821	16.6535	74.1580	-43.01
2054	0.1586	3.8386	0.3003	11.3811	16.6786	76.2930	-42.63
2055	0.1575	3.8490	0.3011	11.3798	16.6874	78.4441	-42.34
2056	0.1575	3.8568	0.3016	11.3787	16.6947	80.5969	-42.05
2057	0.1575	3.8627	0.3021	11.3779	16.7001	82.7514	-41.78
2058	0.1575	3.8671	0.3024	11.3771	16.7042	84.9074	-41.52
2059	0.1575	3.8705	0.3026	11.3765	16.7071	87.0644	-41.27
2060	0.1542	3.7838	0.2964	11.3662	16.6006	89.3309	-41.60
2061	0.1542	3.7202	0.2917	11.3536	16.5197	91.5719	-41.78
2062	0.1542	3.6735	0.2883	11.3396	16.4556	93.7960	-41.88
2063	0.1542	3.6392	0.2858	11.3247	16.4039	96.0076	-41.92

2064	0.1542	3.6141	0.2840	11.3091	16.3614	98.2102	-41.90
2065	0.1535	3.5931	0.2825	11.2929	16.3220	100.4095	-41.87
2066	0.1535	3.5777	0.2813	11.2764	16.2890	102.6025	-41.81
2067	0.1535	3.5665	0.2805	11.2599	16.2603	104.7912	-41.73
2068	0.1535	3.5582	0.2799	11.2433	16.2349	106.9767	-41.64
2069	0.1535	3.5521	0.2794	11.2268	16.2119	109.1597	-41.53
2070	0.1529	3.5471	0.2790	11.2104	16.1894	111.3421	-41.43
2071	0.1529	3.5434	0.2787	11.1941	16.1691	113.5225	-41.32
2072	0.1529	3.5407	0.2785	11.1780	16.1501	115.7015	-41.20
2073	0.1529	3.5387	0.2783	11.1621	16.1320	117.8795	-41.08
2074	0.1529	3.5373	0.2781	11.1465	16.1148	120.0568	-40.97
2075	0.1521	3.6786	0.2887	11.1498	16.2691	122.0625	-40.06
2076	0.1521	3.7872	0.2966	11.1561	16.3920	124.0995	-39.32
2077	0.1521	3.8708	0.3027	11.1647	16.4903	126.1613	-38.71
2078	0.1521	3.9351	0.3074	11.1751	16.5696	128.2420	-38.20
2079	0.1521	3.9845	0.3109	11.1867	16.6341	130.3374	-37.76
2080	0.1503	3.8561	0.3014	11.1812	16.4892	132.6424	-38.25
2081	0.1503	3.7623	0.2945	11.1725	16.3796	134.9120	-38.58
2082	0.1503	3.6936	0.2895	11.1614	16.2949	137.1566	-38.81
2083	0.1503	3.6435	0.2859	11.1489	16.2285	139.3830	-38.95
2084	0.1503	3.6068	0.2832	11.1352	16.1756	141.5960	-39.03
2085	0.1494	3.5674	0.2804	11.1193	16.1166	143.8150	-39.13
2086	0.1494	3.5388	0.2784	11.1026	16.0691	146.0224	-39.19
2087	0.1494	3.5179	0.2768	11.0855	16.0296	148.2219	-39.21
2088	0.1494	3.5027	0.2757	11.0682	15.9960	150.4156	-39.21
2089	0.1494	3.4916	0.2749	11.0508	15.9667	152.6049	-39.19
2090	0.1479	3.4803	0.2741	11.0331	15.9354	154.7962	-39.18
2091	0.1479	3.4720	0.2735	11.0153	15.9087	156.9829	-39.15
2092	0.1479	3.4660	0.2730	10.9977	15.8846	159.1670	-39.11
2093	0.1479	3.4616	0.2727	10.9802	15.8624	161.3492	-39.07
2094	0.1479	3.4584	0.2724	10.9630	15.8417	163.5299	-39.02
2095	0.1470	3.4532	0.2720	10.9457	15.8179	165.7136	-38.98
2096	0.1470	3.4494	0.2717	10.9285	15.7967	167.8949	-38.94
2097	0.1470	3.4467	0.2715	10.9116	15.7767	170.0748	-38.90
2098	0.1470	3.4447	0.2713	10.8949	15.7579	172.2537	-38.85
2099	0.1470	3.4432	0.2712	10.8785	15.7399	174.4317	-38.80
2100	0.1464	3.4464	0.2714	10.8629	15.7271	176.6045	-38.72

IPMA -Vinhas DC=2,21

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0,1652	4,8053	0,3748	12,006	18,3513	3,3902	-53,14
2021	0,1652	5,3844	0,4188	12,1664	19,1348	6,9767	-46,53
2022	0,1652	5,8153	0,4511	12,3382	19,7699	10,7117	-41,71
2023	0,1652	6,136	0,475	12,5176	20,2938	14,5578	-38,09
2024	0,1652	6,3747	0,4927	12,7016	20,7342	18,4873	-35,21
2025	0,1642	6,5503	0,5058	12,8882	21,1084	22,4832	-32,97
2026	0,1642	6,6808	0,5156	13,0756	21,4362	26,5253	-31,07
2027	0,1642	6,778	0,5229	13,2629	21,728	30,6035	-29,54
2028	0,1642	6,8502	0,5285	13,4493	21,9922	34,7093	-28,17
2029	0,1642	6,904	0,5328	13,6341	22,2351	38,8365	-27,04
2030	0,1623	6,9254	0,5348	13,8163	22,4388	43,0028	-26,06
2031	0,1623	6,9412	0,5363	13,9955	22,6354	47,1762	-25,22
2032	0,1623	6,953	0,5376	14,172	22,8249	51,3567	-24,4
2033	0,1623	6,9617	0,5386	14,3455	23,0081	55,5434	-23,6
2034	0,1623	6,9682	0,5395	14,5162	23,1861	59,7355	-22,82
2035	0,1612	6,9659	0,5398	14,6836	23,3505	63,9411	-22,19
2036	0,1612	6,9641	0,5401	14,8479	23,5133	68,1482	-21,55
2037	0,1612	6,9629	0,5404	15,0092	23,6736	72,3579	-20,9
2038	0,1612	6,9619	0,5407	15,1675	23,8314	76,5702	-20,27
2039	0,1612	6,9612	0,541	15,323	23,9865	80,7851	-19,74
2040	0,1602	6,9568	0,5412	15,4754	24,1336	85,008	-19,22
2041	0,1602	6,9535	0,5413	15,6249	24,2799	89,2317	-18,68
2042	0,1602	6,9511	0,5415	15,7717	24,4244	93,4572	-18,15
2043	0,1602	6,9493	0,5417	15,9157	24,5668	97,6847	-17,63
2044	0,1602	6,9479	0,542	16,057	24,7071	101,9145	-17,11
2045	0,1583	6,9253	0,5408	16,1945	24,8189	106,1727	-16,75
2046	0,1583	6,9086	0,5399	16,3287	24,9355	110,4261	-16,36
2047	0,1583	6,8963	0,5393	16,4601	25,054	114,6776	-15,96
2048	0,1583	6,8872	0,539	16,5887	25,1732	118,9284	-15,55
2049	0,1583	6,8805	0,5388	16,7148	25,2924	123,1792	-15,14
2050	0,1597	7,0358	0,5507	16,8481	25,5942	127,2473	-14,36
2051	0,1597	7,1532	0,5597	16,9829	25,8555	131,3561	-13,68
2052	0,1597	7,2419	0,5666	17,1182	26,0863	135,4953	-13,08
2053	0,1597	7,309	0,5717	17,2533	26,2937	139,6579	-12,54
2054	0,1597	7,3597	0,5757	17,3877	26,4828	143,8388	-12,04
2055	0,1585	7,382	0,5777	17,5201	26,6383	148,0533	-11,62
2056	0,1585	7,3988	0,5792	17,6507	26,7872	152,2744	-11,21
2057	0,1585	7,4115	0,5804	17,7794	26,9298	156,5018	-10,82
2058	0,1585	7,421	0,5814	17,9063	27,0672	160,7344	-10,45
2059	0,1585	7,4282	0,5822	18,0312	27,2001	164,9714	-10,09
2060	0,1546	7,2501	0,5694	18,1424	27,1165	169,425	-10,19
2061	0,1546	7,1193	0,56	18,2467	27,0807	173,8309	-10,19
2062	0,1546	7,0234	0,5533	18,3456	27,077	178,2046	-10,12
2063	0,1546	6,953	0,5485	18,4404	27,0964	182,5551	-10
2064	0,1546	6,9013	0,545	18,5315	27,1324	186,8891	-9,85
2065	0,1539	6,8585	0,5422	18,6191	27,1737	191,2179	-9,68
2066	0,1539	6,827	0,5402	18,704	27,2251	195,5365	-9,49
2067	0,1539	6,804	0,5387	18,7864	27,2831	199,8485	-9,29

2068	0,1539	6,7871	0,5377	18,8668	27,3455	204,1561	-9,09
2069	0,1539	6,7747	0,537	18,9452	27,4109	208,4607	-8,88
2070	0,1533	6,7645	0,5365	19,0216	27,476	212,7656	-8,68
2071	0,1533	6,7571	0,5362	19,0962	27,5428	217,0688	-8,47
2072	0,1533	6,7516	0,536	19,1693	27,6102	221,3714	-8,27
2073	0,1533	6,7476	0,5359	19,2409	27,6777	225,6739	-8,07
2074	0,1533	6,7447	0,5358	19,311	27,7448	229,9768	-7,87
2075	0,1542	7,0443	0,5581	19,4069	28,1636	233,9279	-7,12
2076	0,1542	7,2748	0,5752	19,5081	28,5123	237,9492	-6,51
2077	0,1542	7,452	0,5883	19,6127	28,8073	242,0243	-6
2078	0,1542	7,5884	0,5983	19,7197	29,0606	246,141	-5,56
2079	0,1542	7,6932	0,6061	19,8279	29,2815	250,2901	-5,18
2080	0,1508	7,4231	0,5865	19,91	29,0704	254,8712	-5,42
2081	0,1508	7,2256	0,5722	19,9834	28,9319	259,3797	-5,56
2082	0,1508	7,0812	0,5619	20,0503	28,8441	263,8375	-5,62
2083	0,1508	6,9756	0,5544	20,1122	28,793	268,2586	-5,63
2084	0,1508	6,8984	0,5491	20,1702	28,7684	272,6532	-5,6
2085	0,1498	6,8162	0,5435	20,2225	28,7319	277,0597	-5,58
2086	0,1498	6,7564	0,5394	20,2716	28,7171	281,4445	-5,54
2087	0,1498	6,7128	0,5364	20,3182	28,7172	285,8144	-5,47
2088	0,1498	6,6811	0,5343	20,3628	28,7279	290,1736	-5,39
2089	0,1498	6,658	0,5328	20,4057	28,7462	294,5253	-5,3
2090	0,1483	6,6354	0,5313	20,4465	28,7615	298,8801	-5,21
2091	0,1483	6,619	0,5302	20,4857	28,7832	303,2284	-5,12
2092	0,1483	6,607	0,5294	20,5238	28,8085	307,5731	-5,02
2093	0,1483	6,5983	0,5289	20,5608	28,8363	311,9153	-4,92
2094	0,1483	6,592	0,5285	20,5969	28,8657	316,2558	-4,82
2095	0,1474	6,5821	0,528	20,6315	28,889	320,6026	-4,72
2096	0,1474	6,5749	0,5276	20,6651	28,915	324,9466	-4,63
2097	0,1474	6,5697	0,5273	20,6979	28,9423	329,2893	-4,54
2098	0,1474	6,5659	0,5271	20,7299	28,9703	333,6312	-4,44
2099	0,1474	6,5631	0,527	20,7612	28,9988	337,9728	-4,35
2100	0,1468	6,5703	0,5277	20,7927	29,0376	342,304	-4,24

RCP 4.5 - Vinha DC= 0

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0,2	4,25	0,33	11,88	17,66	1,87	-58,13
2021	0,2	4,43	0,34	11,91	17,88	3,81	-54,79
2022	0,2	4,58	0,35	11,94	18,07	5,78	-52,1
2023	0,2	4,7	0,36	11,97	18,23	7,78	-49,92
2024	0,2	4,79	0,37	12	18,37	9,8	-48,06
2025	0,2	4,87	0,37	12,04	18,48	11,85	-46,57
2026	0,2	4,93	0,38	12,07	18,59	13,91	-45,26
2027	0,2	4,98	0,38	12,11	18,68	15,98	-44,19
2028	0,2	5,02	0,38	12,15	18,76	18,06	-43,22
2029	0,2	5,06	0,39	12,19	18,83	20,14	-42,43
2030	0,2	5,05	0,39	12,22	18,86	22,27	-41,85
2031	0,2	5,05	0,39	12,26	18,89	24,4	-41,36
2032	0,2	5,05	0,39	12,29	18,92	26,53	-40,88
2033	0,2	5,05	0,39	12,32	18,95	28,66	-40,41
2034	0,2	5,04	0,39	12,36	18,99	30,79	-39,96
2035	0,2	5,03	0,39	12,39	19	32,93	-39,64
2036	0,2	5,02	0,38	12,42	19,03	35,07	-39,3
2037	0,2	5,02	0,38	12,45	19,05	37,2	-38,95
2038	0,2	5,01	0,38	12,48	19,07	39,34	-38,6
2039	0,2	5,01	0,38	12,51	19,1	41,47	-38,32
2040	0,2	5,01	0,38	12,54	19,13	43,6	-38
2041	0,2	5,01	0,38	12,57	19,16	45,73	-37,67
2042	0,2	5,01	0,38	12,6	19,19	47,86	-37,34
2043	0,2	5,01	0,38	12,63	19,22	49,99	-37,01
2044	0,2	5,01	0,38	12,66	19,25	52,12	-36,68
2045	0,2	5,08	0,39	12,69	19,36	54,18	-36,16
2046	0,2	5,13	0,39	12,73	19,44	56,25	-35,68
2047	0,2	5,17	0,4	12,76	19,52	58,33	-35,23
2048	0,2	5,2	0,4	12,79	19,59	60,42	-34,81
2049	0,2	5,23	0,4	12,83	19,66	62,52	-34,42
2050	0,19	5,16	0,4	12,86	19,61	64,72	-34,42
2051	0,19	5,11	0,39	12,88	19,57	66,92	-34,36
2052	0,19	5,06	0,39	12,91	19,55	69,1	-34,26
2053	0,19	5,03	0,39	12,93	19,54	71,27	-34,13
2054	0,19	5	0,38	12,96	19,53	73,44	-33,97
2055	0,18	4,91	0,38	12,97	19,44	75,69	-34,11
2056	0,18	4,84	0,37	12,99	19,38	77,91	-34,15
2057	0,18	4,78	0,37	13	19,33	80,12	-34,13
2058	0,18	4,73	0,37	13,01	19,29	82,32	-34,07
2059	0,18	4,7	0,36	13,02	19,27	84,51	-33,97
2060	0,19	4,71	0,36	13,04	19,3	86,63	-33,73
2061	0,19	4,72	0,37	13,05	19,33	88,77	-33,5
2062	0,19	4,73	0,37	13,06	19,35	90,9	-33,27
2063	0,19	4,74	0,37	13,08	19,37	93,04	-33,05

2064	0,19	4,74	0,37	13,09	19,39	95,18	-32,83
2065	0,2	4,84	0,37	13,11	19,53	97,2	-32,19
2066	0,2	4,93	0,38	13,13	19,64	99,25	-31,67
2067	0,2	4,99	0,38	13,16	19,73	101,32	-31,22
2068	0,2	5,04	0,39	13,18	19,82	103,39	-30,8
2069	0,2	5,09	0,39	13,21	19,89	105,48	-30,43
2070	0,18	4,87	0,38	13,21	19,63	107,9	-31,14
2071	0,18	4,69	0,36	13,21	19,45	110,24	-31,62
2072	0,18	4,56	0,35	13,21	19,31	112,55	-31,97
2073	0,18	4,46	0,35	13,2	19,19	114,82	-32,21
2074	0,18	4,38	0,34	13,19	19,1	117,07	-32,37
2075	0,19	4,41	0,34	13,19	19,13	119,2	-32,09
2076	0,19	4,43	0,34	13,19	19,15	121,34	-31,86
2077	0,19	4,44	0,35	13,19	19,17	123,48	-31,64
2078	0,19	4,46	0,35	13,19	19,18	125,63	-31,44
2079	0,19	4,47	0,35	13,19	19,19	127,78	-31,26
2080	0,18	4,48	0,35	13,2	19,21	129,93	-31,08
2081	0,18	4,49	0,35	13,2	19,22	132,07	-30,88
2082	0,18	4,5	0,35	13,2	19,23	134,22	-30,7
2083	0,18	4,51	0,35	13,2	19,25	136,37	-30,52
2084	0,18	4,52	0,35	13,21	19,25	138,52	-30,36
2085	0,19	4,63	0,36	13,22	19,41	140,52	-29,71
2086	0,19	4,73	0,37	13,24	19,53	142,57	-29,19
2087	0,19	4,81	0,37	13,25	19,63	144,63	-28,75
2088	0,19	4,87	0,38	13,27	19,71	146,7	-28,36
2089	0,19	4,92	0,38	13,29	19,78	148,79	-28,02
2090	0,19	4,95	0,38	13,31	19,83	150,9	-27,75
2091	0,19	4,97	0,38	13,33	19,88	153,01	-27,5
2092	0,19	4,99	0,39	13,35	19,92	155,13	-27,27
2093	0,19	5,01	0,39	13,37	19,96	157,25	-27,05
2094	0,19	5,02	0,39	13,39	19,99	159,38	-26,85
2095	0,19	5,08	0,39	13,41	20,07	161,46	-26,51
2096	0,19	5,12	0,39	13,44	20,14	163,55	-26,2
2097	0,19	5,16	0,4	13,46	20,21	165,65	-25,92
2098	0,19	5,19	0,4	13,49	20,26	167,75	-25,67
2099	0,19	5,21	0,4	13,51	20,31	169,86	-25,43
2100	0,19	5,21	0,4	13,53	20,33	172	-25,29

RCP 4.5 - Vinha DC=2,21

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.2064	5.1638	0.3976	12.0311	18.7988	2.9428	-51.60
2021	0.2064	6.0868	0.4667	12.2218	19.9817	6.1298	-43.86
2022	0.2064	6.8364	0.5223	12.4268	20.9919	9.4896	-38.08
2023	0.2064	7.4451	0.5672	12.6428	21.8615	12.9901	-33.65
2024	0.2064	7.9395	0.6034	12.8671	22.6163	16.6052	-30.09
2025	0.2052	8.3371	0.6323	13.0977	23.2722	20.3194	-27.29
2026	0.2052	8.6599	0.6556	13.3324	23.8531	24.1084	-24.93
2027	0.2052	8.9220	0.6747	13.5700	24.3718	27.9598	-23.03
2028	0.2052	9.1347	0.6902	13.8093	24.8394	31.8622	-21.38
2029	0.2052	9.3073	0.7029	14.0495	25.2649	35.8066	-20.03
2030	0.2020	9.3872	0.7095	14.2901	25.5888	39.8528	-18.96
2031	0.2020	9.4516	0.7147	14.5288	25.8970	43.9145	-18.07
2032	0.2020	9.5036	0.7189	14.7656	26.1900	47.9915	-17.22
2033	0.2020	9.5454	0.7225	15.0003	26.4702	52.0814	-16.42
2034	0.2020	9.5792	0.7254	15.2327	26.7393	56.1823	-15.66
2035	0.1999	9.5840	0.7264	15.4627	26.9731	60.3185	-15.08
2036	0.1999	9.5879	0.7272	15.6896	27.2047	64.4569	-14.49
2037	0.1999	9.5911	0.7280	15.9136	27.4326	68.5990	-13.92
2038	0.1999	9.5936	0.7287	16.1347	27.6569	72.7447	-13.35
2039	0.1999	9.5956	0.7293	16.3530	27.8778	76.8937	-12.88
2040	0.1985	9.6158	0.7313	16.5690	28.1146	81.0270	-12.36
2041	0.1985	9.6321	0.7330	16.7824	28.3459	85.1657	-11.86
2042	0.1985	9.6452	0.7344	16.9933	28.5714	89.3102	-11.36
2043	0.1985	9.6558	0.7356	17.2018	28.7917	93.4599	-10.87
2044	0.1985	9.6643	0.7367	17.4077	29.0072	97.6144	-10.40
2045	0.2013	9.7920	0.7462	17.6130	29.3525	101.6391	-9.79
2046	0.2013	9.8964	0.7541	17.8183	29.6701	105.6915	-9.23
2047	0.2013	9.9816	0.7607	18.0229	29.9665	109.7651	-8.71
2048	0.2013	10.0511	0.7661	18.2265	30.2451	113.8565	-8.22
2049	0.2013	10.1080	0.7706	18.4289	30.5087	117.9628	-7.75
2050	0.1954	9.9730	0.7618	18.6263	30.5565	122.2850	-7.60
2051	0.1954	9.8649	0.7545	18.8180	30.6329	126.5787	-7.41
2052	0.1954	9.7783	0.7487	19.0052	30.7276	130.8539	-7.18
2053	0.1954	9.7089	0.7442	19.1881	30.8367	135.1149	-6.94
2054	0.1954	9.6533	0.7407	19.3673	30.9568	139.3648	-6.67
2055	0.1824	9.4698	0.7289	19.5392	30.9203	143.7713	-6.63
2056	0.1824	9.3250	0.7190	19.7039	30.9302	148.1314	-6.52
2057	0.1824	9.2108	0.7112	19.8632	30.9676	152.4639	-6.37
2058	0.1824	9.1207	0.7052	20.0180	31.0263	156.7752	-6.19
2059	0.1824	9.0497	0.7006	20.1688	31.1014	161.0702	-5.99
2060	0.1893	9.0774	0.7025	20.3197	31.2889	165.2527	-5.71
2061	0.1893	9.0995	0.7046	20.4696	31.4630	169.4486	-5.44
2062	0.1893	9.1172	0.7062	20.6179	31.6306	173.6509	-5.17
2063	0.1893	9.1312	0.7076	20.7646	31.7927	177.8589	-4.90

2064	0.1893	9.1424	0.7088	20.9095	31.9500	182.0716	-4.65
2065	0.2081	9.3402	0.7222	21.0596	32.3301	186.0614	-4.10
2066	0.2081	9.5012	0.7343	21.2129	32.6565	190.1051	-3.64
2067	0.2081	9.6322	0.7441	21.3672	32.9516	194.1800	-3.23
2068	0.2081	9.7387	0.7522	21.5219	33.2209	198.2807	-2.85
2069	0.2081	9.8255	0.7587	21.6765	33.4689	202.4027	-2.51
2070	0.1808	9.3751	0.7277	21.8086	33.0922	207.1493	-2.90
2071	0.1808	9.0288	0.7027	21.9263	32.8386	211.7730	-3.15
2072	0.1808	8.7625	0.6836	22.0345	32.6614	216.3202	-3.30
2073	0.1808	8.5577	0.6692	22.1351	32.5428	220.8088	-3.37
2074	0.1808	8.4003	0.6582	22.2295	32.4687	225.2528	-3.39
2075	0.1894	8.4522	0.6622	22.3312	32.6349	229.4566	-3.12
2076	0.1894	8.4930	0.6658	22.4331	32.7813	233.6803	-2.88
2077	0.1894	8.5251	0.6686	22.5345	32.9175	237.9140	-2.65
2078	0.1894	8.5503	0.6708	22.6350	33.0455	242.1561	-2.43
2079	0.1894	8.5701	0.6725	22.7346	33.1666	246.4049	-2.23
2080	0.1804	8.6052	0.6759	22.8355	33.2969	250.6446	-2.02
2081	0.1804	8.6329	0.6780	22.9349	33.4261	254.8854	-1.81
2082	0.1804	8.6547	0.6797	23.0334	33.5482	259.1334	-1.62
2083	0.1804	8.6719	0.6812	23.1309	33.6643	263.3872	-1.43
2084	0.1804	8.6854	0.6823	23.2274	33.7755	267.6460	-1.25
2085	0.1980	8.9195	0.6983	23.3381	34.1539	271.6377	-0.78
2086	0.1980	9.1089	0.7123	23.4532	34.4723	275.6892	-0.39
2087	0.1980	9.2624	0.7235	23.5702	34.7541	279.7775	-0.05
2088	0.1980	9.3866	0.7327	23.6885	35.0057	283.8958	0.25
2089	0.1980	9.4871	0.7401	23.8076	35.2328	288.0388	0.52
2090	0.1962	9.5501	0.7449	23.9263	35.4175	292.2241	0.74
2091	0.1962	9.6011	0.7487	24.0444	35.5904	296.4212	0.95
2092	0.1962	9.6422	0.7518	24.1620	35.7522	300.6293	1.14
2093	0.1962	9.6755	0.7544	24.2788	35.9049	304.8467	1.32
2094	0.1962	9.7024	0.7565	24.3948	36.0499	309.0717	1.49
2095	0.1956	9.8109	0.7648	24.5141	36.2854	313.2062	1.75
2096	0.1956	9.8993	0.7715	24.6338	36.5002	317.3614	1.98
2097	0.1956	9.9714	0.7769	24.7536	36.6976	321.5340	2.19
2098	0.1956	10.0302	0.7814	24.8732	36.8804	325.7212	2.39
2099	0.1956	10.0780	0.7851	24.9924	37.0512	329.9204	2.57
2100	0.1940	10.0797	0.7857	25.1086	37.1680	334.1735	2.69

RCP 8.5 - Vinha DC= 0

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.1953	4.2313	0.3272	11.8815	17.6353	1.8963	-58.25
2021	0.1953	4.3963	0.3392	11.9068	17.8376	3.8539	-54.98
2022	0.1953	4.5297	0.3489	11.9348	18.0088	5.8428	-52.35
2023	0.1953	4.6377	0.3568	11.9648	18.1546	7.8570	-50.22
2024	0.1953	4.7250	0.3631	11.9965	18.2798	9.8918	-48.41
2025	0.1915	4.8005	0.3687	12.0300	18.3907	11.9409	-46.92
2026	0.1915	4.8616	0.3731	12.0641	18.4903	14.0013	-45.62
2027	0.1915	4.9111	0.3766	12.0990	18.5782	16.0734	-44.55
2028	0.1915	4.9512	0.3795	12.1343	18.6564	18.1551	-43.59
2029	0.1915	4.9837	0.3818	12.1698	18.7268	20.2448	-42.81
2030	0.1960	5.0222	0.3842	12.2059	18.8082	22.3234	-42.01
2031	0.1960	5.0534	0.3865	12.2425	18.8783	24.4132	-41.36
2032	0.1960	5.0788	0.3883	12.2792	18.9423	26.5093	-40.76
2033	0.1960	5.0994	0.3898	12.3160	19.0011	28.6104	-40.19
2034	0.1960	5.1161	0.3911	12.3526	19.0557	30.7158	-39.65
2035	0.2007	5.1664	0.3944	12.3909	19.1524	32.7792	-39.03
2036	0.2007	5.2075	0.3975	12.4300	19.2357	34.8558	-38.47
2037	0.2007	5.2412	0.4000	12.4694	19.3113	36.9403	-37.94
2038	0.2007	5.2687	0.4020	12.5089	19.3803	39.0313	-37.44
2039	0.2007	5.2912	0.4037	12.5483	19.4440	41.1276	-37.03
2040	0.1888	5.2050	0.3984	12.5821	19.3744	43.3572	-37.11
2041	0.1888	5.1360	0.3935	12.6128	19.3311	45.5605	-37.08
2042	0.1888	5.0808	0.3896	12.6417	19.3010	47.7506	-36.99
2043	0.1888	5.0367	0.3865	12.6692	19.2812	49.9304	-36.86
2044	0.1888	5.0013	0.3840	12.6955	19.2697	52.1019	-36.69
2045	0.1872	4.8749	0.3750	12.7131	19.1502	54.3814	-36.99
2046	0.1872	4.7760	0.3679	12.7277	19.0587	56.6329	-37.16
2047	0.1872	4.6986	0.3623	12.7400	18.9881	58.8635	-37.24
2048	0.1872	4.6381	0.3580	12.7505	18.9337	61.0778	-37.24
2049	0.1872	4.5907	0.3547	12.7596	18.8921	63.2795	-37.19
2050	0.1903	4.7203	0.3642	12.7821	19.0569	65.2747	-36.36
2051	0.1903	4.8258	0.3720	12.8070	19.1951	67.2965	-35.65
2052	0.1903	4.9117	0.3783	12.8335	19.3138	69.3378	-35.02
2053	0.1903	4.9817	0.3834	12.8611	19.4166	71.3950	-34.46
2054	0.1903	5.0387	0.3876	12.8897	19.5063	73.4653	-33.96
2055	0.1836	4.9428	0.3811	12.9088	19.4164	75.7152	-34.10
2056	0.1836	4.8671	0.3757	12.9252	19.3516	77.9400	-34.14
2057	0.1836	4.8073	0.3714	12.9398	19.3022	80.1494	-34.13
2058	0.1836	4.7601	0.3681	12.9530	19.2648	82.3467	-34.07
2059	0.1836	4.7229	0.3655	12.9651	19.2370	84.5346	-33.98
2060	0.1726	4.6573	0.3616	12.9745	19.1660	86.7655	-34.12
2061	0.1726	4.6060	0.3580	12.9814	19.1180	88.9735	-34.15
2062	0.1726	4.5658	0.3551	12.9873	19.0808	91.1708	-34.13
2063	0.1726	4.5343	0.3529	12.9921	19.0520	93.3596	-34.08

2064	0.1726	4.5097	0.3512	12.9963	19.0298	95.5418	-34.00
2065	0.1952	4.6118	0.3569	13.0084	19.1722	97.5593	-33.32
2066	0.1952	4.6940	0.3629	13.0240	19.2761	99.6155	-32.80
2067	0.1952	4.7602	0.3677	13.0410	19.3641	101.6875	-32.34
2068	0.1952	4.8135	0.3715	13.0590	19.4393	103.7723	-31.93
2069	0.1952	4.8565	0.3746	13.0778	19.5042	105.8674	-31.56
2070	0.1776	4.8228	0.3735	13.0928	19.4668	108.0648	-31.55
2071	0.1776	4.7961	0.3715	13.1056	19.4508	110.2408	-31.46
2072	0.1776	4.7750	0.3700	13.1176	19.4401	112.4115	-31.35
2073	0.1776	4.7582	0.3688	13.1290	19.4336	114.5780	-31.23
2074	0.1776	4.7449	0.3679	13.1399	19.4302	116.7413	-31.10
2075	0.1705	4.6255	0.3597	13.1414	19.2971	119.0345	-31.41
2076	0.1705	4.5332	0.3530	13.1396	19.1963	121.2953	-31.61
2077	0.1705	4.4618	0.3478	13.1359	19.1161	123.5355	-31.73
2078	0.1705	4.4066	0.3439	13.1307	19.0517	125.7598	-31.81
2079	0.1705	4.3640	0.3408	13.1244	18.9997	127.9719	-31.84
2080	0.1716	4.4167	0.3447	13.1261	19.0591	130.0725	-31.48
2081	0.1716	4.4583	0.3478	13.1290	19.1067	132.1849	-31.17
2082	0.1716	4.4912	0.3502	13.1327	19.1457	134.3059	-30.89
2083	0.1716	4.5172	0.3521	13.1369	19.1778	136.4337	-30.64
2084	0.1716	4.5378	0.3536	13.1417	19.2046	138.5670	-30.42
2085	0.1745	4.6519	0.3617	13.1562	19.3443	140.5873	-29.82
2086	0.1745	4.7443	0.3684	13.1729	19.4601	142.6315	-29.31
2087	0.1745	4.8190	0.3738	13.1911	19.5584	144.6932	-28.87
2088	0.1745	4.8796	0.3782	13.2104	19.6426	146.7689	-28.48
2089	0.1745	4.9286	0.3817	13.2306	19.7153	148.8562	-28.14
2090	0.1700	4.9175	0.3811	13.2476	19.7162	151.0154	-28.03
2091	0.1700	4.9086	0.3803	13.2638	19.7227	153.1689	-27.91
2092	0.1700	4.9015	0.3798	13.2796	19.7309	155.3207	-27.78
2093	0.1700	4.8958	0.3793	13.2950	19.7402	157.4714	-27.65
2094	0.1700	4.8913	0.3790	13.3102	19.7505	159.6211	-27.51
2095	0.1548	4.7423	0.3697	13.3143	19.5812	161.9504	-27.96
2096	0.1548	4.6269	0.3615	13.3140	19.4572	164.2343	-28.25
2097	0.1548	4.5374	0.3552	13.3112	19.3586	166.4929	-28.47
2098	0.1548	4.4681	0.3503	13.3065	19.2797	168.7319	-28.62
2099	0.1548	4.4143	0.3465	13.3004	19.2161	170.9555	-28.72
2100	0.1553	4.4231	0.3471	13.2978	19.2233	173.1083	-28.59

RCP 8.5 Vinha DC=2,21

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.1982	5.1380	0.3963	12.0312	18.7637	2.9779	-51.74
2021	0.1982	6.0363	0.4637	12.2212	19.9194	6.1921	-44.08
2022	0.1982	6.7628	0.5177	12.4253	20.9040	9.5775	-38.36
2023	0.1982	7.3504	0.5610	12.6402	21.7498	13.1018	-33.98
2024	0.1982	7.8256	0.5959	12.8632	22.4828	16.7387	-30.45
2025	0.1949	8.2220	0.6249	13.0920	23.1339	20.4577	-27.64
2026	0.1949	8.5430	0.6483	13.3249	23.7112	24.2504	-25.28
2027	0.1949	8.8030	0.6672	13.5607	24.2258	28.1058	-23.37
2028	0.1949	9.0134	0.6826	13.7983	24.6892	32.0124	-21.71
2029	0.1949	9.1838	0.6952	14.0366	25.1105	35.9611	-20.36
2030	0.1996	9.3438	0.7066	14.2747	25.5247	39.9169	-19.07
2031	0.1996	9.4737	0.7163	14.5130	25.9027	43.9089	-18.02
2032	0.1996	9.5792	0.7242	14.7507	26.2538	47.9278	-17.05
2033	0.1996	9.6648	0.7308	14.9873	26.5825	51.9691	-16.16
2034	0.1996	9.7343	0.7362	15.2225	26.8926	56.0290	-15.33
2035	0.2052	9.8627	0.7457	15.4557	27.2693	60.0223	-14.47
2036	0.2052	9.9677	0.7538	15.6888	27.6156	64.0460	-13.68
2037	0.2052	10.0536	0.7605	15.9210	27.9404	68.0912	-12.95
2038	0.2052	10.1239	0.7661	16.1518	28.2470	72.1546	-12.26
2039	0.2052	10.1814	0.7707	16.3810	28.5384	76.2332	-11.70
2040	0.1913	10.0203	0.7604	16.6077	28.5798	80.5618	-11.56
2041	0.1913	9.8914	0.7516	16.8271	28.6614	84.8502	-11.33
2042	0.1913	9.7882	0.7446	17.0411	28.7652	89.1163	-11.06
2043	0.1913	9.7057	0.7392	17.2503	28.8864	93.3652	-10.75
2044	0.1913	9.6396	0.7350	17.4550	29.0209	97.6007	-10.41
2045	0.1884	9.3869	0.7172	17.6513	28.9438	102.0478	-10.51
2046	0.1883	9.1892	0.7033	17.8393	28.9201	106.4415	-10.48
2047	0.1883	9.0345	0.6926	18.0203	28.9357	110.7959	-10.38
2048	0.1883	8.9135	0.6844	18.1954	28.9815	115.1200	-10.21
2049	0.1883	8.8188	0.6780	18.3654	29.0505	119.4211	-10.00
2050	0.1946	9.0810	0.6977	18.5428	29.5161	123.3255	-9.15
2051	0.1946	9.2945	0.7140	18.7232	29.9264	127.2852	-8.41
2052	0.1946	9.4685	0.7272	18.9053	30.2955	131.2861	-7.75
2053	0.1946	9.6101	0.7379	19.0882	30.6308	135.3208	-7.17
2054	0.1946	9.7255	0.7466	19.2713	30.9381	139.3835	-6.63
2055	0.1852	9.5332	0.7336	19.4460	30.8980	143.7936	-6.60
2056	0.1852	9.3814	0.7229	19.6135	30.9030	148.1586	-6.50
2057	0.1852	9.2615	0.7146	19.7755	30.9369	152.4947	-6.36
2058	0.1852	9.1669	0.7082	19.9328	30.9932	156.8084	-6.18
2059	0.1852	9.0923	0.7033	20.0860	31.0667	161.1049	-5.98
2060	0.1739	8.9642	0.6951	20.2335	31.0667	165.4749	-5.96
2061	0.1739	8.8640	0.6882	20.3752	31.1013	169.8103	-5.87
2062	0.1739	8.7854	0.6829	20.5128	31.1550	174.1266	-5.75
2063	0.1739	8.7239	0.6788	20.6467	31.2233	178.4283	-5.60

2064	0.1739	8.6757	0.6757	20.7774	31.3027	182.7189	-5.43
2065	0.1988	8.8801	0.6893	20.9152	31.6833	186.7083	-4.86
2066	0.1988	9.0447	0.7017	21.0570	32.0022	190.7594	-4.38
2067	0.1988	9.1773	0.7116	21.2001	32.2879	194.8437	-3.96
2068	0.1988	9.2841	0.7197	21.3438	32.5464	198.9552	-3.58
2069	0.1988	9.3701	0.7262	21.4877	32.7828	203.0888	-3.23
2070	0.1798	9.3017	0.7229	21.6257	32.8301	207.4114	-3.11
2071	0.1798	9.2475	0.7193	21.7589	32.9055	211.7061	-2.96
2072	0.1798	9.2045	0.7165	21.8891	32.9899	215.9917	-2.80
2073	0.1798	9.1704	0.7144	22.0167	33.0812	220.2703	-2.64
2074	0.1798	9.1433	0.7127	22.1418	33.1777	224.5439	-2.46
2075	0.1715	8.9034	0.6959	22.2524	33.0231	229.0685	-2.59
2076	0.1715	8.7179	0.6826	22.3553	32.9272	233.5344	-2.64
2077	0.1715	8.5744	0.6724	22.4526	32.8709	237.9607	-2.65
2078	0.1715	8.4635	0.6647	22.5452	32.8449	242.3567	-2.61
2079	0.1715	8.3777	0.6588	22.6341	32.8420	246.7296	-2.55
2080	0.1736	8.4842	0.6669	22.7327	33.0573	250.8843	-2.23
2081	0.1736	8.5683	0.6734	22.8322	33.2475	255.0641	-1.95
2082	0.1736	8.6348	0.6785	22.9320	33.4189	259.2627	-1.70
2083	0.1736	8.6873	0.6826	23.0317	33.5752	263.4764	-1.47
2084	0.1736	8.7288	0.6858	23.1311	33.7193	267.7022	-1.25
2085	0.1800	8.9687	0.7031	23.2434	34.0951	271.6965	-0.78
2086	0.1800	9.1629	0.7174	23.3591	34.4193	275.7423	-0.39
2087	0.1800	9.3201	0.7289	23.4769	34.7058	279.8257	-0.04
2088	0.1800	9.4473	0.7383	23.5961	34.9616	283.9399	0.27
2089	0.1800	9.5503	0.7459	23.7161	35.1922	288.0793	0.54
2090	0.1733	9.5270	0.7445	23.8309	35.2758	292.3658	0.66
2091	0.1733	9.5084	0.7431	23.9432	35.3681	296.6435	0.79
2092	0.1733	9.4935	0.7422	24.0536	35.4626	300.9190	0.91
2093	0.1733	9.4816	0.7415	24.1622	35.5586	305.1929	1.04
2094	0.1733	9.4721	0.7410	24.2692	35.6555	309.4660	1.17
2095	0.1560	9.1751	0.7213	24.3564	35.4089	314.0827	0.95
2096	0.1560	8.9450	0.7052	24.4345	35.2406	318.6209	0.82
2097	0.1560	8.7666	0.6927	24.5064	35.1217	323.1098	0.73
2098	0.1560	8.6284	0.6831	24.5734	35.0409	327.5607	0.69
2099	0.1560	8.5212	0.6757	24.6364	34.9893	331.9823	0.67
2100	0.1572	8.5391	0.6770	24.7039	35.0772	336.2644	0.80

APÚLIA

RCP 4.5 - Hortícolas DC= 0

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.1362	2.6006	0.2603	8.9492	12.9463	1.6465	-77.95
2021	0.1362	2.7420	0.2790	8.9908	13.1480	3.3448	-74.11
2022	0.1362	2.8539	0.2925	9.0352	13.3178	5.0750	-71.05
2023	0.1362	2.9425	0.3024	9.0816	13.4626	6.8302	-68.58
2024	0.1362	3.0126	0.3097	9.1293	13.5878	8.6051	-66.50
2025	0.1367	3.0513	0.3132	9.1763	13.6775	10.4153	-64.92
2026	0.1367	3.0818	0.3159	9.2235	13.7579	12.2349	-63.53
2027	0.1367	3.1057	0.3181	9.2708	13.8312	14.0616	-62.37
2028	0.1367	3.1246	0.3197	9.3179	13.8988	15.8940	-61.31
2029	0.1367	3.1394	0.3211	9.3647	13.9618	17.7310	-60.41
2030	0.1339	3.1149	0.3184	9.4081	13.9754	19.6174	-59.88
2031	0.1339	3.0959	0.3165	9.4500	13.9963	21.4965	-59.38
2032	0.1339	3.0812	0.3150	9.4908	14.0209	23.3719	-58.86
2033	0.1339	3.0697	0.3140	9.5306	14.0483	25.2445	-58.33
2034	0.1339	3.0608	0.3133	9.5695	14.0776	27.1152	-57.79
2035	0.1459	3.0990	0.3162	9.6097	14.1707	28.9221	-56.90
2036	0.1459	3.1290	0.3191	9.6513	14.2452	30.7476	-56.14
2037	0.1459	3.1526	0.3213	9.6929	14.3127	32.5802	-55.43
2038	0.1459	3.1712	0.3230	9.7345	14.3745	34.4183	-54.77
2039	0.1459	3.1858	0.3243	9.7759	14.4319	36.2609	-54.21
2040	0.1313	3.1319	0.3203	9.8139	14.3975	38.1953	-54.22
2041	0.1313	3.0903	0.3165	9.8488	14.3870	40.1058	-54.06
2042	0.1313	3.0582	0.3137	9.8821	14.3854	42.0074	-53.83
2043	0.1313	3.0334	0.3117	9.9142	14.3905	43.9023	-53.56
2044	0.1313	3.0142	0.3102	9.9451	14.4008	45.7920	-53.26
2045	0.1446	3.1094	0.3189	9.9845	14.5575	47.5353	-52.12
2046	0.1446	3.1857	0.3265	10.0267	14.6835	49.3093	-51.19
2047	0.1446	3.2469	0.3322	10.0698	14.7936	51.0992	-50.37
2048	0.1446	3.2960	0.3367	10.1137	14.8911	52.9017	-49.63
2049	0.1446	3.3353	0.3402	10.1581	14.9782	54.7146	-48.96
2050	0.1321	3.2286	0.3300	10.1917	14.8824	56.7104	-49.32
2051	0.1321	3.1468	0.3220	10.2209	14.8218	58.6710	-49.48
2052	0.1321	3.0840	0.3162	10.2477	14.7800	60.6128	-49.52
2053	0.1321	3.0358	0.3119	10.2725	14.7524	62.5404	-49.48
2054	0.1321	2.9988	0.3088	10.2957	14.7355	64.4573	-49.38
2055	0.1265	2.9287	0.3024	10.3126	14.6703	66.4225	-49.55
2056	0.1265	2.8758	0.2976	10.3270	14.6268	68.3660	-49.60
2057	0.1265	2.8358	0.2941	10.3397	14.5961	70.2967	-49.56
2058	0.1265	2.8056	0.2915	10.3511	14.5748	72.2180	-49.48
2059	0.1265	2.7828	0.2897	10.3616	14.5607	74.1321	-49.35
2060	0.1303	2.7944	0.2911	10.3753	14.5910	76.0018	-49.04
2061	0.1303	2.8033	0.2922	10.3893	14.6151	77.8777	-48.74
2062	0.1303	2.8101	0.2931	10.4034	14.6368	79.7560	-48.46
2063	0.1303	2.8153	0.2936	10.4174	14.6566	81.6362	-48.19

2064	0.1303	2.8192	0.2941	10.4313	14.6749	83.5179	-47.92
2065	0.1481	2.9372	0.3047	10.4569	14.8470	85.2459	-46.80
2066	0.1482	3.0311	0.3138	10.4863	14.9794	87.0135	-45.93
2067	0.1482	3.1058	0.3208	10.5173	15.0920	88.8008	-45.19
2068	0.1482	3.1653	0.3261	10.5495	15.1891	90.6038	-44.54
2069	0.1482	3.2126	0.3303	10.5826	15.2736	92.4193	-43.97
2070	0.1278	3.1051	0.3199	10.6033	15.1562	94.4366	-44.45
2071	0.1278	3.0236	0.3116	10.6191	15.0821	96.4107	-44.71
2072	0.1278	2.9617	0.3056	10.6325	15.0277	98.3651	-44.86
2073	0.1278	2.9147	0.3013	10.6441	14.9881	100.3048	-44.93
2074	0.1278	2.8791	0.2982	10.6544	14.9595	102.2333	-44.94
2075	0.1304	2.8321	0.2940	10.6602	14.9167	104.1761	-45.02
2076	0.1304	2.7967	0.2911	10.6650	14.8832	106.1097	-45.06
2077	0.1304	2.7701	0.2889	10.6687	14.8581	108.0347	-45.05
2078	0.1304	2.7501	0.2873	10.6718	14.8395	109.9533	-45.01
2079	0.1304	2.7350	0.2861	10.6742	14.8257	111.8671	-44.94
2080	0.1268	2.7203	0.2850	10.6767	14.8089	113.7839	-44.89
2081	0.1268	2.7093	0.2840	10.6784	14.7986	115.6942	-44.81
2082	0.1268	2.7010	0.2833	10.6798	14.7910	117.6018	-44.71
2083	0.1268	2.6948	0.2828	10.6810	14.7854	119.5074	-44.61
2084	0.1268	2.6901	0.2824	10.6819	14.7813	121.4115	-44.50
2085	0.1396	2.8067	0.2934	10.6986	14.9382	123.1546	-43.53
2086	0.1396	2.8986	0.3023	10.7188	15.0593	124.9335	-42.78
2087	0.1396	2.9710	0.3091	10.7408	15.1605	126.7323	-42.15
2088	0.1396	3.0281	0.3142	10.7641	15.2460	128.5468	-41.61
2089	0.1396	3.0731	0.3181	10.7884	15.3192	130.3736	-41.14
2090	0.1324	3.0654	0.3176	10.8098	15.3252	132.2676	-41.02
2091	0.1324	3.0593	0.3168	10.8301	15.3387	134.1541	-40.85
2092	0.1324	3.0546	0.3163	10.8499	15.3533	136.0395	-40.69
2093	0.1324	3.0510	0.3160	10.8693	15.3687	137.9241	-40.52
2094	0.1324	3.0482	0.3157	10.8884	15.3846	139.8082	-40.35
2095	0.1425	3.1534	0.3260	10.9182	15.5402	141.5526	-39.50
2096	0.1425	3.2383	0.3345	10.9509	15.6662	143.3266	-38.82
2097	0.1425	3.3067	0.3411	10.9848	15.7752	145.1177	-38.23
2098	0.1425	3.3619	0.3462	11.0197	15.8703	146.9225	-37.71
2099	0.1425	3.4064	0.3502	11.0553	15.9544	148.7384	-37.26
2100	0.1407	3.3868	0.3475	11.0852	15.9601	150.6327	-37.17

RCP 4.5 - Hortícolas DC = 2,21

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.1372	3.4789	0.3319	9.1090	14.0569	2.7459	-67.85
2021	0.1372	4.3154	0.4066	9.3273	15.1864	5.7264	-57.55
2022	0.1372	4.9774	0.4640	9.5610	16.1396	8.8832	-50.12
2023	0.1372	5.5014	0.5085	9.8059	16.9531	12.1797	-44.58
2024	0.1372	5.9162	0.5432	10.0588	17.6554	15.5874	-40.21
2025	0.1375	6.2081	0.5668	10.3171	18.2296	19.1232	-36.95
2026	0.1375	6.4377	0.5854	10.5783	18.7389	22.7239	-34.22
2027	0.1375	6.6183	0.6001	10.8407	19.1967	26.3761	-32.01
2028	0.1375	6.7604	0.6118	11.1034	19.6131	30.0697	-30.07
2029	0.1375	6.8721	0.6211	11.3654	19.9961	33.7967	-28.46
2030	0.1344	6.8745	0.6211	11.6265	20.2565	37.6463	-27.32
2031	0.1344	6.8764	0.6212	11.8834	20.5154	41.4974	-26.31
2032	0.1344	6.8779	0.6215	12.1364	20.7703	45.3525	-25.33
2033	0.1344	6.8790	0.6220	12.3856	21.0211	49.2117	-24.37
2034	0.1344	6.8799	0.6226	12.6311	21.2680	53.0748	-23.44
2035	0.1467	6.9787	0.6304	12.8721	21.6279	56.8249	-22.29
2036	0.1467	7.0565	0.6374	13.1129	21.9535	60.6093	-21.26
2037	0.1467	7.1178	0.6429	13.3520	22.2593	64.4135	-20.31
2038	0.1467	7.1660	0.6473	13.5890	22.5490	68.2338	-19.41
2039	0.1467	7.2040	0.6509	13.8237	22.8253	72.0675	-18.66
2040	0.1318	7.0917	0.6433	14.0559	22.9227	76.0801	-18.35
2041	0.1318	7.0051	0.6368	14.2805	23.0541	80.0587	-17.94
2042	0.1318	6.9381	0.6319	14.4997	23.2014	84.0214	-17.48
2043	0.1318	6.8864	0.6284	14.7138	23.3603	87.9725	-16.99
2044	0.1318	6.8465	0.6258	14.9234	23.5274	91.9154	-16.49
2045	0.1462	7.0709	0.6447	15.1346	23.9964	95.5564	-15.39
2046	0.1462	7.2508	0.6605	15.3490	24.4064	99.2564	-14.44
2047	0.1462	7.3950	0.6730	15.5642	24.7784	102.9944	-13.60
2048	0.1462	7.5107	0.6830	15.7796	25.1194	106.7634	-12.85
2049	0.1462	7.6034	0.6909	15.9946	25.4350	110.5578	-12.16
2050	0.1325	7.3569	0.6707	16.2008	25.3610	114.7418	-12.24
2051	0.1325	7.1678	0.6550	16.3966	25.3520	118.8608	-12.18
2052	0.1325	7.0227	0.6434	16.5847	25.3834	122.9394	-12.04
2053	0.1325	6.9114	0.6348	16.7663	25.4450	126.9878	-11.84
2054	0.1325	6.8260	0.6284	16.9423	25.5293	131.0136	-11.59
2055	0.1268	6.6585	0.6149	17.1082	25.5084	135.1444	-11.54
2056	0.1268	6.5321	0.6048	17.2664	25.5300	139.2328	-11.41
2057	0.1268	6.4366	0.5974	17.4188	25.5795	143.2933	-11.22
2058	0.1268	6.3646	0.5919	17.5661	25.6494	147.3334	-10.99
2059	0.1268	6.3102	0.5880	17.7092	25.7342	151.3587	-10.74
2060	0.1306	6.3369	0.5909	17.8536	25.9120	155.2909	-10.40
2061	0.1306	6.3573	0.5933	17.9966	26.0778	159.2350	-10.07
2062	0.1306	6.3729	0.5952	18.1379	26.2365	163.1863	-9.75
2063	0.1306	6.3848	0.5966	18.2773	26.3893	167.1435	-9.44

2064	0.1306	6.3939	0.5978	18.4148	26.5370	171.1058	-9.13
2065	0.1494	6.6651	0.6204	18.5663	27.0011	174.7517	-8.29
2066	0.1494	6.8809	0.6392	18.7232	27.3926	178.4702	-7.60
2067	0.1494	7.0526	0.6539	18.8826	27.7384	182.2344	-7.01
2068	0.1494	7.1892	0.6654	19.0434	28.0474	186.0354	-6.49
2069	0.1494	7.2979	0.6746	19.2050	28.3269	189.8659	-6.02
2070	0.1281	7.0487	0.6537	19.3489	28.1793	194.1235	-6.21
2071	0.1281	6.8595	0.6373	19.4821	28.1070	198.3058	-6.28
2072	0.1281	6.7160	0.6254	19.6084	28.0778	202.4450	-6.29
2073	0.1281	6.6071	0.6166	19.7289	28.0807	206.5521	-6.24
2074	0.1281	6.5244	0.6102	19.8447	28.1074	210.6354	-6.15
2075	0.1305	6.4119	0.6014	19.9518	28.0956	214.7572	-6.13
2076	0.1306	6.3272	0.5950	20.0545	28.1072	218.8556	-6.06
2077	0.1306	6.2634	0.5903	20.1532	28.1374	222.9354	-5.97
2078	0.1306	6.2154	0.5868	20.2486	28.1814	227.0014	-5.86
2079	0.1306	6.1793	0.5843	20.3412	28.2353	231.0576	-5.73
2080	0.1270	6.1488	0.5822	20.4315	28.2896	235.1132	-5.61
2081	0.1270	6.1259	0.5805	20.5192	28.3527	239.1601	-5.47
2082	0.1270	6.1087	0.5794	20.6048	28.4199	243.2029	-5.33
2083	0.1270	6.0957	0.5786	20.6885	28.4898	247.2430	-5.18
2084	0.1270	6.0860	0.5780	20.7704	28.5614	251.2814	-5.04
2085	0.1404	6.3574	0.6010	20.8784	28.9771	254.9757	-4.40
2086	0.1404	6.5713	0.6194	20.9920	29.3232	258.7396	-3.88
2087	0.1404	6.7399	0.6337	21.1088	29.6228	262.5500	-3.44
2088	0.1404	6.8728	0.6449	21.2276	29.8857	266.3971	-3.06
2089	0.1404	6.9776	0.6536	21.3476	30.1192	270.2736	-2.73
2090	0.1329	6.9643	0.6530	21.4617	30.2120	274.2908	-2.59
2091	0.1329	6.9541	0.6521	21.5731	30.3123	278.3006	-2.44
2092	0.1329	6.9461	0.6516	21.6826	30.4132	282.3096	-2.29
2093	0.1329	6.9398	0.6513	21.7902	30.5143	286.3185	-2.14
2094	0.1329	6.9350	0.6512	21.8961	30.6152	290.3276	-2.00
2095	0.1446	7.1849	0.6728	22.0202	31.0225	294.0303	-1.47
2096	0.1446	7.3864	0.6905	22.1488	31.3704	297.7924	-1.03
2097	0.1446	7.5488	0.7046	22.2799	31.6779	301.5949	-0.65
2098	0.1446	7.6798	0.7157	22.4126	31.9527	305.4301	-0.32
2099	0.1446	7.7853	0.7246	22.5462	32.2008	309.2920	-0.03
2100	0.1306	7.3611	0.6879	22.6416	31.8211	313.7817	-0.47

RCP 8.5 -Hortícolas DC= 0

2020	0.1328	2.5810	0.2588	8.9480	12.9205	1.6723	-78.14
2021	0.1328	2.7060	0.2759	8.9878	13.1025	3.3903	-74.44
2022	0.1328	2.8043	0.2881	9.0301	13.2553	5.1375	-71.49
2023	0.1328	2.8816	0.2969	9.0742	13.3855	6.9073	-69.11
2024	0.1328	2.9424	0.3034	9.1194	13.4979	8.6949	-67.10
2025	0.1307	2.9633	0.3052	9.1625	13.5617	10.5311	-65.70
2026	0.1307	2.9795	0.3066	9.2053	13.6221	12.3708	-64.44
2027	0.1307	2.9922	0.3076	9.2478	13.6783	14.2145	-63.38
2028	0.1307	3.0020	0.3085	9.2899	13.7311	16.0617	-62.41
2029	0.1307	3.0097	0.3092	9.3317	13.7812	17.9116	-61.58
2030	0.1375	3.0838	0.3160	9.3787	13.9161	19.6767	-60.18
2031	0.1375	3.1429	0.3217	9.4273	14.0295	21.4634	-59.06
2032	0.1375	3.1900	0.3261	9.4765	14.1301	23.2627	-58.04
2033	0.1375	3.2276	0.3295	9.5260	14.2206	25.0722	-57.12
2034	0.1375	3.2575	0.3321	9.5757	14.3028	26.8900	-56.27
2035	0.1424	3.2849	0.3342	9.6245	14.3859	28.7069	-55.49
2036	0.1424	3.3067	0.3361	9.6737	14.4589	30.5340	-54.78
2037	0.1424	3.3241	0.3377	9.7226	14.5267	32.3661	-54.11
2038	0.1424	3.3379	0.3389	9.7713	14.5905	34.2023	-53.47
2039	0.1424	3.3490	0.3399	9.8196	14.6509	36.0420	-52.92
2040	0.1330	3.3145	0.3369	9.8652	14.6496	37.9432	-52.73
2041	0.1330	3.2874	0.3342	9.9086	14.6631	39.8297	-52.45
2042	0.1330	3.2661	0.3322	9.9507	14.6819	41.7109	-52.12
2043	0.1330	3.2493	0.3307	9.9917	14.7047	43.5881	-51.77
2044	0.1330	3.2361	0.3296	10.0318	14.7305	45.4623	-51.40
2045	0.1301	3.1394	0.3203	10.0621	14.6520	47.4408	-51.71
2046	0.1301	3.0656	0.3135	10.0892	14.5985	49.3943	-51.84
2047	0.1301	3.0093	0.3085	10.1141	14.5620	51.3308	-51.86
2048	0.1301	2.9663	0.3048	10.1371	14.5384	53.2544	-51.79
2049	0.1301	2.9336	0.3021	10.1587	14.5246	55.1682	-51.66
2050	0.1486	3.0415	0.3125	10.1920	14.6946	56.8982	-50.44
2051	0.1486	3.1278	0.3214	10.2288	14.8266	58.6662	-49.48
2052	0.1486	3.1968	0.3282	10.2669	14.9406	60.4522	-48.64
2053	0.1486	3.2520	0.3334	10.3061	15.0401	62.2527	-47.90
2054	0.1486	3.2961	0.3374	10.3458	15.1280	64.0648	-47.24
2055	0.1294	3.1620	0.3244	10.3716	14.9875	66.1053	-47.84
2056	0.1294	3.0605	0.3142	10.3918	14.8959	68.0969	-48.16
2057	0.1294	2.9837	0.3070	10.4089	14.8290	70.0638	-48.34
2058	0.1294	2.9255	0.3017	10.4238	14.7805	72.0123	-48.41
2059	0.1294	2.8815	0.2980	10.4370	14.7458	73.9470	-48.41
2060	0.1245	2.8094	0.2914	10.4448	14.6701	75.9227	-48.71
2061	0.1245	2.7555	0.2865	10.4501	14.6166	77.8762	-48.86
2062	0.1245	2.7153	0.2830	10.4538	14.5767	79.8162	-48.92
2063	0.1245	2.6853	0.2804	10.4565	14.5467	81.7461	-48.92
2064	0.1245	2.6629	0.2786	10.4582	14.5242	83.6686	-48.87

2065	0.1448	2.8148	0.2933	10.4806	14.7334	85.3594	-47.51
2066	0.1448	2.9359	0.3055	10.5077	14.8940	87.0988	-46.47
2067	0.1448	3.0324	0.3148	10.5372	15.0292	88.8636	-45.59
2068	0.1448	3.1094	0.3219	10.5683	15.1443	90.6485	-44.83
2069	0.1448	3.1707	0.3274	10.6006	15.2435	92.4493	-44.18
2070	0.1331	3.1302	0.3229	10.6240	15.2101	94.3827	-44.22
2071	0.1331	3.0989	0.3191	10.6449	15.1960	96.2968	-44.16
2072	0.1331	3.0748	0.3164	10.6647	15.1890	98.2038	-44.06
2073	0.1331	3.0562	0.3145	10.6837	15.1875	100.1053	-43.94
2074	0.1331	3.0418	0.3132	10.7018	15.1899	102.0029	-43.79
2075	0.1269	2.9444	0.3032	10.7096	15.0840	104.0088	-44.21
2076	0.1269	2.8714	0.2959	10.7141	15.0083	105.9845	-44.47
2077	0.1269	2.8168	0.2908	10.7165	14.9510	107.9418	-44.63
2078	0.1269	2.7760	0.2871	10.7174	14.9074	109.8854	-44.72
2079	0.1269	2.7454	0.2845	10.7172	14.8740	111.8188	-44.76
2080	0.1313	2.7977	0.2905	10.7265	14.9461	113.6467	-44.23
2081	0.1313	2.8380	0.2950	10.7374	15.0018	115.4910	-43.81
2082	0.1313	2.8691	0.2982	10.7491	15.0478	117.3450	-43.44
2083	0.1313	2.8931	0.3006	10.7614	15.0864	119.2064	-43.11
2084	0.1313	2.9116	0.3023	10.7741	15.1193	121.0735	-42.82
2085	0.1320	2.9762	0.3092	10.7948	15.2121	122.8807	-42.23
2086	0.1320	3.0271	0.3143	10.8167	15.2901	124.7028	-41.72
2087	0.1320	3.0671	0.3181	10.8395	15.3567	126.5361	-41.28
2088	0.1320	3.0986	0.3210	10.8628	15.4144	128.3784	-40.90
2089	0.1320	3.1234	0.3233	10.8865	15.4651	130.2277	-40.55
2090	0.1438	3.2089	0.3308	10.9165	15.5999	131.9929	-39.80
2091	0.1438	3.2776	0.3373	10.9489	15.7076	133.7852	-39.19
2092	0.1438	3.3329	0.3424	10.9823	15.8013	135.5915	-38.67
2093	0.1438	3.3773	0.3463	11.0164	15.8838	137.4091	-38.20
2094	0.1438	3.4130	0.3494	11.0509	15.9571	139.2357	-37.79
2095	0.1180	3.1573	0.3246	11.0589	15.6588	141.4340	-39.12
2096	0.1180	2.9694	0.3062	11.0572	15.4508	143.5420	-40.03
2097	0.1180	2.8313	0.2935	11.0502	15.2929	145.5999	-40.72
2098	0.1180	2.7297	0.2845	11.0395	15.1717	147.6211	-41.23
2099	0.1180	2.6551	0.2781	11.0262	15.0774	149.6154	-41.60
2100	0.1221	2.7074	0.2841	11.0269	15.1405	151.4523	-41.17

RCP 8.5 - Hortícolas DC= 2,21

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.1335	3.4516	0.3298	9.1085	14.0234	2.7794	-68.07
2021	0.1335	4.2611	0.4021	9.3260	15.1228	5.7900	-57.91
2022	0.1335	4.8977	0.4574	9.5586	16.0472	8.9756	-50.59
2023	0.1335	5.3982	0.5000	9.8021	16.8338	12.2990	-45.12
2024	0.1335	5.7918	0.5330	10.0533	17.5115	15.7313	-40.81
2025	0.1312	6.0424	0.5530	10.3094	18.0361	19.3167	-37.72
2026	0.1312	6.2374	0.5686	10.5672	18.5044	22.9584	-35.11
2027	0.1312	6.3891	0.5809	10.8256	18.9268	26.6460	-32.98
2028	0.1312	6.5070	0.5906	11.0836	19.3124	30.3704	-31.10
2029	0.1312	6.5988	0.5982	11.3404	19.6687	34.1241	-29.54
2030	0.1388	6.8277	0.6174	11.5951	20.1789	37.7239	-27.50
2031	0.1388	7.0101	0.6330	11.8518	20.6336	41.3792	-25.86
2032	0.1388	7.1554	0.6453	12.1089	21.0484	45.0744	-24.40
2033	0.1388	7.2712	0.6552	12.3656	21.4308	48.8020	-23.09
2034	0.1388	7.3635	0.6631	12.6212	21.7866	52.5562	-21.89
2035	0.1436	7.4406	0.6696	12.8745	22.1283	56.3245	-20.87
2036	0.1436	7.5021	0.6751	13.1264	22.4472	60.1156	-19.92
2037	0.1436	7.5511	0.6796	13.3762	22.7505	63.9223	-19.02
2038	0.1436	7.5901	0.6833	13.6236	23.0406	67.7422	-18.17
2039	0.1436	7.6212	0.6863	13.8684	23.3196	71.5732	-17.46
2040	0.1338	7.5479	0.6809	14.1108	23.4735	75.5293	-17.04
2041	0.1338	7.4903	0.6763	14.3472	23.6477	79.4651	-16.56
2042	0.1338	7.4450	0.6730	14.5789	23.8307	83.3921	-16.05
2043	0.1338	7.4093	0.6706	14.8063	24.0200	87.3128	-15.53
2044	0.1338	7.3813	0.6688	15.0296	24.2136	91.2293	-15.01
2045	0.1462	7.4636	0.6760	15.2491	24.5349	95.0179	-14.29
2046	0.1462	7.5292	0.6824	15.4685	24.8263	98.8365	-13.64
2047	0.1462	7.5815	0.6874	15.6863	25.1014	102.6714	-13.03
2048	0.1462	7.6231	0.6915	15.9022	25.3631	106.5197	-12.45
2049	0.1462	7.6564	0.6947	16.1161	25.6135	110.3793	-11.90
2050	0.1501	7.7062	0.6994	16.3283	25.8840	114.2188	-11.32
2051	0.1501	7.7461	0.7034	16.5390	26.1386	118.0742	-10.78
2052	0.1501	7.7780	0.7066	16.7477	26.3825	121.9403	-10.26
2053	0.1501	7.8035	0.7093	16.9543	26.6172	125.8156	-9.78
2054	0.1501	7.8239	0.7115	17.1587	26.8442	129.6986	-9.31
2055	0.1297	7.4315	0.6788	17.3484	26.5884	134.0644	-9.70
2056	0.1297	7.1345	0.6539	17.5232	26.4412	138.3216	-9.88
2057	0.1297	6.9096	0.6356	17.6874	26.3623	142.5105	-9.95
2058	0.1297	6.7394	0.6221	17.8433	26.3345	146.6483	-9.91
2059	0.1297	6.6106	0.6122	17.9923	26.3447	150.7481	-9.81
2060	0.1247	6.4244	0.5973	18.1303	26.2767	154.9261	-9.92
2061	0.1247	6.2854	0.5862	18.2607	26.2570	159.0558	-9.93
2062	0.1247	6.1816	0.5781	18.3851	26.2695	163.1533	-9.86
2063	0.1247	6.1041	0.5723	18.5046	26.3056	167.2272	-9.75

2064	0.1247	6.0463	0.5680	18.6199	26.3589	171.2839	-9.60
2065	0.1462	6.3996	0.5984	18.7616	26.9059	174.8469	-8.60
2066	0.1462	6.6812	0.6233	18.9108	27.3616	178.5012	-7.79
2067	0.1462	6.9057	0.6427	19.0640	27.7586	182.2142	-7.11
2068	0.1462	7.0845	0.6579	19.2199	28.1086	185.9742	-6.52
2069	0.1462	7.2271	0.6699	19.3774	28.4207	189.7721	-6.00
2070	0.1336	7.1206	0.6606	19.5225	28.4373	193.8655	-5.94
2071	0.1336	7.0384	0.6531	19.6616	28.4867	197.9261	-5.83
2072	0.1336	6.9750	0.6477	19.7965	28.5529	201.9699	-5.69
2073	0.1336	6.9261	0.6438	19.9278	28.6313	206.0015	-5.53
2074	0.1336	6.8883	0.6410	20.0560	28.7188	210.0240	-5.36
2075	0.1271	6.6608	0.6210	20.1659	28.5747	214.2781	-5.54
2076	0.1271	6.4904	0.6064	20.2674	28.4912	218.4716	-5.62
2077	0.1271	6.3629	0.5958	20.3626	28.4484	222.6244	-5.64
2078	0.1271	6.2674	0.5882	20.4528	28.4355	226.7473	-5.61
2079	0.1271	6.1959	0.5826	20.5390	28.4446	230.8482	-5.55
2080	0.1318	6.3165	0.5944	20.6391	28.6817	234.7211	-5.15
2081	0.1318	6.4094	0.6033	20.7410	28.8854	238.6274	-4.82
2082	0.1318	6.4810	0.6099	20.8436	29.0662	242.5566	-4.52
2083	0.1318	6.5362	0.6149	20.9463	29.2291	246.5037	-4.25
2084	0.1318	6.5787	0.6187	21.0487	29.3779	250.4649	-4.01
2085	0.1330	6.7400	0.6335	21.1628	29.6693	254.2835	-3.58
2086	0.1330	6.8668	0.6449	21.2791	29.9238	258.1390	-3.21
2087	0.1330	6.9666	0.6537	21.3965	30.1498	262.0231	-2.88
2088	0.1330	7.0451	0.6605	21.5144	30.3530	265.9298	-2.59
2089	0.1330	7.1068	0.6659	21.6324	30.5381	269.8547	-2.33
2090	0.1459	7.3087	0.6823	21.7610	30.8979	273.6049	-1.86
2091	0.1459	7.4709	0.6962	21.8932	31.2062	277.4066	-1.46
2092	0.1459	7.6013	0.7071	22.0270	31.4813	281.2415	-1.11
2093	0.1459	7.7062	0.7159	22.1617	31.7296	285.1032	-0.80
2094	0.1459	7.7904	0.7229	22.2967	31.9560	288.9868	-0.52
2095	0.1181	7.1967	0.6730	22.3833	31.3710	293.6818	-1.21
2096	0.1181	6.7603	0.6359	22.4493	30.9636	298.1992	-1.70
2097	0.1181	6.4396	0.6094	22.5020	30.6691	302.6037	-2.05
2098	0.1181	6.2038	0.5904	22.5449	30.4572	306.9256	-2.29
2099	0.1181	6.0306	0.5766	22.5805	30.3058	311.1871	-2.46
2100	0.1226	6.1522	0.5880	22.6411	30.5039	315.0989	-2.18

RCP 4.5 - Vinha DC= 0

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.2038	4.2850	0.3390	11.8977	17.7255	1.8060	-57.88
2021	0.2039	4.4963	0.3605	11.9412	18.0019	3.6897	-54.34
2022	0.2039	4.6695	0.3774	11.9882	18.2390	5.6126	-51.46
2023	0.2039	4.8115	0.3907	12.0381	18.4441	7.5675	-49.11
2024	0.2039	4.9280	0.4012	12.0900	18.6231	9.5485	-47.10
2025	0.2023	4.9987	0.4078	12.1423	18.7512	11.5804	-45.57
2026	0.2023	5.0564	0.4130	12.1952	18.8669	13.6247	-44.22
2027	0.2023	5.1035	0.4171	12.2485	18.9714	15.6801	-43.09
2028	0.2023	5.1418	0.4205	12.3022	19.0667	17.7448	-42.08
2029	0.2023	5.1731	0.4232	12.3559	19.1544	19.8172	-41.24
2030	0.1991	5.1469	0.4217	12.4069	19.1745	21.9570	-40.70
2031	0.1991	5.1257	0.4202	12.4565	19.2016	24.0900	-40.23
2032	0.1991	5.1087	0.4191	12.5051	19.2319	26.2196	-39.76
2033	0.1991	5.0949	0.4182	12.5527	19.2649	28.3467	-39.30
2034	0.1991	5.0838	0.4175	12.5994	19.2998	30.4718	-38.84
2035	0.1974	5.0647	0.4164	12.6445	19.3230	32.6086	-38.51
2036	0.1974	5.0494	0.4153	12.6886	19.3506	34.7409	-38.14
2037	0.1974	5.0371	0.4145	12.7317	19.3806	36.8709	-37.78
2038	0.1974	5.0272	0.4139	12.7740	19.4124	38.9991	-37.40
2039	0.1974	5.0192	0.4134	12.8156	19.4456	41.1260	-37.09
2040	0.1955	5.0191	0.4137	12.8577	19.4860	43.2456	-36.74
2041	0.1955	5.0191	0.4138	12.8990	19.5274	45.3641	-36.39
2042	0.1955	5.0191	0.4139	12.9399	19.5683	47.4832	-36.03
2043	0.1955	5.0190	0.4140	12.9801	19.6087	49.6029	-35.67
2044	0.1955	5.0190	0.4141	13.0199	19.6486	51.7230	-35.32
2045	0.1996	5.1158	0.4213	13.0649	19.8016	53.7300	-34.63
2046	0.1996	5.1954	0.4275	13.1115	19.9340	55.7576	-34.01
2047	0.1996	5.2610	0.4325	13.1591	20.0521	57.7995	-33.45
2048	0.1996	5.3149	0.4367	13.2072	20.1584	59.8532	-32.93
2049	0.1996	5.3593	0.4402	13.2558	20.2549	61.9167	-32.44
2050	0.1929	5.2647	0.4336	13.2975	20.1888	64.1428	-32.51
2051	0.1929	5.1890	0.4280	13.3362	20.1460	66.3455	-32.48
2052	0.1929	5.1283	0.4235	13.3728	20.1174	68.5342	-32.41
2053	0.1929	5.0797	0.4199	13.4076	20.1001	70.7115	-32.30
2054	0.1929	5.0407	0.4170	13.4410	20.0916	72.8799	-32.15
2055	0.1808	4.9405	0.4103	13.4689	20.0005	75.1311	-32.28
2056	0.1808	4.8614	0.4043	13.4931	19.9396	77.3520	-32.30
2057	0.1808	4.7991	0.3996	13.5152	19.8947	79.5569	-32.27
2058	0.1808	4.7499	0.3959	13.5357	19.8622	81.7494	-32.20
2059	0.1808	4.7111	0.3930	13.5548	19.8396	83.9320	-32.09
2060	0.1872	4.7223	0.3935	13.5761	19.8790	86.0525	-31.83
2061	0.1872	4.7312	0.3943	13.5979	19.9106	88.1810	-31.59
2062	0.1872	4.7384	0.3949	13.6196	19.9400	90.3115	-31.36

2063	0.1872	4.7441	0.3954	13.6411	19.9678	92.4438	-31.13
2064	0.1872	4.7486	0.3958	13.6625	19.9941	94.5775	-30.90
2065	0.2055	4.8565	0.4027	13.6901	20.1548	96.5768	-30.23
2066	0.2055	4.9444	0.4095	13.7210	20.2806	98.6110	-29.68
2067	0.2055	5.0162	0.4151	13.7533	20.3901	100.6615	-29.20
2068	0.2055	5.0747	0.4197	13.7865	20.4864	102.7252	-28.77
2069	0.2055	5.1223	0.4234	13.8204	20.5717	104.7999	-28.38
2070	0.1822	5.0195	0.4173	13.8469	20.4658	107.0658	-28.58
2071	0.1822	4.9381	0.4110	13.8686	20.3999	109.2917	-28.66
2072	0.1822	4.8737	0.4060	13.8884	20.3502	111.5014	-28.68
2073	0.1822	4.8227	0.4021	13.9064	20.3134	113.6982	-28.66
2074	0.1822	4.7823	0.3991	13.9232	20.2867	115.8849	-28.61
2075	0.1880	4.7221	0.3942	13.9354	20.2396	118.0919	-28.62
2076	0.1880	4.6748	0.3907	13.9466	20.2000	120.2915	-28.61
2077	0.1880	4.6376	0.3879	13.9566	20.1701	122.4815	-28.56
2078	0.1880	4.6084	0.3857	13.9656	20.1478	124.6638	-28.50
2079	0.1880	4.5854	0.3840	13.9739	20.1314	126.8402	-28.41
2080	0.1788	4.5756	0.3840	13.9836	20.1220	129.0096	-28.31
2081	0.1788	4.5679	0.3834	13.9921	20.1222	131.1694	-28.17
2082	0.1788	4.5617	0.3829	14.0003	20.1238	133.3278	-28.04
2083	0.1788	4.5569	0.3826	14.0083	20.1266	135.4849	-27.90
2084	0.1788	4.5531	0.3823	14.0161	20.1303	137.6413	-27.76
2085	0.1962	4.6753	0.3904	14.0343	20.2962	139.6354	-27.12
2086	0.1963	4.7746	0.3981	14.0561	20.4250	141.6666	-26.61
2087	0.1963	4.8551	0.4043	14.0796	20.5353	143.7163	-26.17
2088	0.1963	4.9205	0.4093	14.1044	20.6305	145.7811	-25.78
2089	0.1963	4.9735	0.4134	14.1302	20.7134	147.8582	-25.44
2090	0.1931	4.9971	0.4155	14.1557	20.7614	149.9701	-25.20
2091	0.1931	5.0162	0.4170	14.1812	20.8074	152.0842	-24.97
2092	0.1931	5.0316	0.4182	14.2066	20.8495	154.2020	-24.75
2093	0.1931	5.0441	0.4192	14.2321	20.8885	156.3231	-24.55
2094	0.1931	5.0542	0.4200	14.2575	20.9248	158.4468	-24.36
2095	0.1930	5.1623	0.4285	14.2904	21.0741	160.4575	-23.84
2096	0.1930	5.2515	0.4354	14.3248	21.2047	162.4869	-23.40
2097	0.1930	5.3253	0.4411	14.3604	21.3198	164.5318	-23.00
2098	0.1930	5.3861	0.4459	14.3970	21.4220	166.5896	-22.64
2099	0.1930	5.4364	0.4498	14.4342	21.5134	168.6581	-22.32
2100	0.1896	5.3938	0.4469	14.4660	21.4964	170.8352	-22.30

RCP 4.5 - Vinha DC=2,21

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.2090	5.2076	0.4140	12.0530	18.8835	2.8581	-51.28
2021	0.2091	6.1752	0.4965	12.2676	20.1484	5.9631	-43.30
2022	0.2091	6.9686	0.5629	12.4980	21.2386	9.2430	-37.32
2023	0.2091	7.6190	0.6165	12.7406	22.1852	12.6664	-32.73
2024	0.2091	8.1523	0.6600	12.9925	23.0139	16.2077	-29.03
2025	0.2067	8.5457	0.6922	13.2518	23.6964	19.8952	-26.22
2026	0.2067	8.8664	0.7181	13.5153	24.3065	23.6550	-23.85
2027	0.2067	9.1280	0.7392	13.7818	24.8556	27.4760	-21.93
2028	0.2067	9.3412	0.7564	14.0499	25.3542	31.3473	-20.25
2029	0.2067	9.5151	0.7705	14.3189	25.8112	35.2604	-18.86
2030	0.2020	9.5548	0.7746	14.5893	26.1206	39.3210	-17.86
2031	0.2020	9.5867	0.7777	14.8565	26.4230	43.3886	-17.01
2032	0.2020	9.6125	0.7804	15.1210	26.7159	47.4657	-16.19
2033	0.2020	9.6333	0.7827	15.3826	27.0005	51.5511	-15.41
2034	0.2020	9.6501	0.7846	15.6412	27.2778	55.6437	-14.65
2035	0.1999	9.6410	0.7847	15.8969	27.5226	59.7690	-14.07
2036	0.1999	9.6338	0.7848	16.1489	27.7674	63.8941	-13.48
2037	0.1999	9.6279	0.7850	16.3975	28.0104	68.0212	-12.89
2038	0.1999	9.6232	0.7853	16.6428	28.2512	72.1504	-12.31
2039	0.1999	9.6194	0.7856	16.8847	28.4897	76.2818	-11.83
2040	0.1985	9.6350	0.7875	17.1239	28.7449	80.3967	-11.30
2041	0.1985	9.6476	0.7891	17.3602	28.9953	84.5163	-10.78
2042	0.1985	9.6577	0.7904	17.5936	29.2402	88.6414	-10.27
2043	0.1985	9.6658	0.7916	17.8243	29.4802	92.7713	-9.77
2044	0.1985	9.6724	0.7927	18.0522	29.7158	96.9058	-9.28
2045	0.2053	9.8702	0.8081	18.2792	30.1627	100.8289	-8.55
2046	0.2053	10.0329	0.8212	18.5078	30.5672	104.7944	-7.90
2047	0.2053	10.1668	0.8320	18.7367	30.9409	108.7907	-7.29
2048	0.2053	10.2770	0.8410	18.9654	31.2888	112.8128	-6.73
2049	0.2053	10.3677	0.8485	19.1935	31.6150	116.8566	-6.21
2050	0.1955	10.1811	0.8354	19.4175	31.6295	121.2121	-6.12
2051	0.1954	10.0317	0.8244	19.6338	31.6853	125.5262	-5.97
2052	0.1954	9.9119	0.8157	19.8442	31.7673	129.8143	-5.78
2053	0.1954	9.8159	0.8089	20.0494	31.8697	134.0819	-5.56
2054	0.1954	9.7391	0.8036	20.2498	31.9879	138.3337	-5.32
2055	0.1824	9.5374	0.7896	20.4427	31.9521	142.7395	-5.28
2056	0.1824	9.3784	0.7779	20.6273	31.9659	147.0957	-5.17
2057	0.1824	9.2529	0.7688	20.8058	32.0098	151.4217	-5.02
2058	0.1824	9.1540	0.7617	20.9790	32.0770	155.7246	-4.84
2059	0.1824	9.0759	0.7562	21.1476	32.1621	160.0095	-4.63
2060	0.1893	9.0983	0.7579	21.3157	32.3612	164.1803	-4.36
2061	0.1893	9.1162	0.7598	21.4826	32.5479	168.3637	-4.09
2062	0.1893	9.1304	0.7614	21.6476	32.7287	172.5529	-3.82
2063	0.1893	9.1418	0.7627	21.8106	32.9044	176.7471	-3.56

2064	0.1893	9.1508	0.7639	21.9717	33.0757	180.9459	-3.30
2065	0.2101	9.3652	0.7794	22.1380	33.4927	184.8989	-2.75
2066	0.2101	9.5399	0.7935	22.3081	33.8517	188.9099	-2.28
2067	0.2101	9.6825	0.8050	22.4795	34.1771	192.9545	-1.87
2068	0.2101	9.7987	0.8144	22.6516	34.4748	197.0268	-1.49
2069	0.2101	9.8934	0.8221	22.8237	34.7494	201.1222	-1.14
2070	0.1839	9.6886	0.8083	22.9861	34.6669	205.5747	-1.18
2071	0.1839	9.5264	0.7959	23.1395	34.6457	209.9659	-1.16
2072	0.1839	9.3981	0.7862	23.2872	34.6555	214.3261	-1.10
2073	0.1839	9.2965	0.7787	23.4301	34.6893	218.6623	-1.01
2074	0.1839	9.2162	0.7729	23.5688	34.7418	222.9798	-0.90
2075	0.1894	9.0935	0.7636	23.6995	34.7460	227.3456	-0.84
2076	0.1894	8.9970	0.7567	23.8262	34.7693	231.6923	-0.76
2077	0.1894	8.9212	0.7513	23.9489	34.8108	236.0207	-0.66
2078	0.1894	8.8616	0.7472	24.0682	34.8664	240.3352	-0.55
2079	0.1894	8.8148	0.7440	24.1844	34.9326	244.6390	-0.43
2080	0.1804	8.7980	0.7436	24.3003	35.0223	248.9193	-0.28
2081	0.1804	8.7848	0.7428	24.4134	35.1213	253.1903	-0.13
2082	0.1804	8.7744	0.7422	24.5245	35.2215	257.4601	0.03
2083	0.1804	8.7662	0.7419	24.6339	35.3223	261.7293	0.18
2084	0.1804	8.7597	0.7416	24.7415	35.4232	265.9984	0.33
2085	0.1999	9.0029	0.7594	24.8644	35.8266	269.9650	0.79
2086	0.1999	9.2004	0.7750	24.9923	36.1676	273.9940	1.16
2087	0.1999	9.3607	0.7877	25.1224	36.4707	278.0609	1.49
2088	0.1999	9.4908	0.7981	25.2541	36.7428	282.1588	1.79
2089	0.1999	9.5964	0.8065	25.3866	36.9893	286.2823	2.05
2090	0.1962	9.6447	0.8106	25.5180	37.1694	290.4722	2.25
2091	0.1962	9.6837	0.8137	25.6483	37.3419	294.6697	2.43
2092	0.1962	9.7152	0.8164	25.7777	37.5056	298.8760	2.61
2093	0.1962	9.7408	0.8186	25.9062	37.6617	303.0898	2.78
2094	0.1962	9.7614	0.8205	26.0335	37.8115	307.3100	2.94
2095	0.2003	9.9822	0.8377	26.1710	38.1912	311.3004	3.30
2096	0.2003	10.1645	0.8522	26.3112	38.5283	315.3333	3.61
2097	0.2003	10.3151	0.8642	26.4532	38.8327	319.3988	3.89
2098	0.2003	10.4395	0.8741	26.5962	39.1100	323.4915	4.13
2099	0.2003	10.5422	0.8823	26.7398	39.3646	327.6070	4.36
2100	0.1940	10.4565	0.8765	26.8741	39.4011	331.9405	4.40

RCP 8.5 - Vinha DC=0

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.1957	4.2768	0.3392	11.8984	17.7100	1.8215	-57.97
2021	0.1957	4.4811	0.3603	11.9417	17.9788	3.7128	-54.45
2022	0.1957	4.6484	0.3767	11.9886	18.2094	5.6422	-51.60
2023	0.1957	4.7854	0.3897	12.0381	18.4088	7.6028	-49.27
2024	0.1957	4.8976	0.3999	12.0896	18.5828	9.5888	-47.28
2025	0.1915	4.9402	0.4045	12.1399	18.6761	11.6554	-45.88
2026	0.1915	4.9748	0.4078	12.1901	18.7642	13.7274	-44.63
2027	0.1915	5.0027	0.4104	12.2403	18.8450	15.8066	-43.59
2028	0.1915	5.0254	0.4125	12.2905	18.9199	17.8917	-42.65
2029	0.1915	5.0437	0.4142	12.3405	18.9899	19.9817	-41.86
2030	0.2000	5.1401	0.4210	12.3941	19.1551	21.9764	-40.74
2031	0.2000	5.2195	0.4272	12.4495	19.2962	23.9954	-39.83
2032	0.2000	5.2849	0.4323	12.5058	19.4230	26.0286	-39.00
2033	0.2000	5.3388	0.4365	12.5626	19.5379	28.0736	-38.24
2034	0.2000	5.3833	0.4400	12.6197	19.6430	30.1286	-37.54
2035	0.2034	5.4054	0.4417	12.6756	19.7262	32.2054	-37.00
2036	0.2035	5.4236	0.4433	12.7316	19.8020	34.2896	-36.50
2037	0.2035	5.4385	0.4447	12.7873	19.8739	36.3776	-36.01
2038	0.2035	5.4508	0.4458	12.8426	19.9426	38.4690	-35.53
2039	0.2035	5.4608	0.4467	12.8975	20.0085	40.5631	-35.14
2040	0.1733	5.2961	0.4365	12.9446	19.8506	42.8810	-35.54
2041	0.1733	5.1655	0.4266	12.9850	19.7504	45.1412	-35.71
2042	0.1733	5.0621	0.4188	13.0219	19.6761	47.3755	-35.78
2043	0.1733	4.9801	0.4126	13.0562	19.6222	49.5894	-35.77
2044	0.1733	4.9152	0.4077	13.0881	19.5844	51.7872	-35.69
2045	0.1888	4.8786	0.4038	13.1185	19.5896	53.9419	-35.51
2046	0.1888	4.8494	0.4017	13.1489	19.5889	56.1027	-35.34
2047	0.1888	4.8263	0.4000	13.1784	19.5935	58.2581	-35.15
2048	0.1888	4.8078	0.3987	13.2069	19.6023	60.4093	-34.93
2049	0.1888	4.7931	0.3977	13.2347	19.6144	62.5572	-34.69
2050	0.2046	4.9078	0.4055	13.2699	19.7878	64.5438	-33.89
2051	0.2046	5.0017	0.4129	13.3082	19.9274	66.5642	-33.22
2052	0.2046	5.0785	0.4189	13.3478	20.0498	68.6018	-32.62
2053	0.2046	5.1413	0.4238	13.3884	20.1582	70.6534	-32.09
2054	0.2046	5.1928	0.4279	13.4297	20.2549	72.7166	-31.59
2055	0.1836	5.0644	0.4197	13.4620	20.1297	75.0019	-31.84
2056	0.1836	4.9631	0.4119	13.4892	20.0477	77.2439	-31.94
2057	0.1836	4.8831	0.4058	13.5137	19.9862	79.4654	-31.97
2058	0.1836	4.8199	0.4010	13.5362	19.9408	81.6708	-31.94
2059	0.1836	4.7701	0.3973	13.5570	19.9080	83.8636	-31.87
2060	0.1726	4.6943	0.3924	13.5748	19.8341	86.0974	-32.00
2061	0.1726	4.6350	0.3878	13.5897	19.7852	88.3064	-32.03
2062	0.1726	4.5885	0.3843	13.6030	19.7485	90.5031	-32.01
2063	0.1726	4.5521	0.3816	13.6151	19.7214	92.6901	-31.95

2064	0.1726	4.5236	0.3794	13.6262	19.7019	94.8697	-31.86
2065	0.1970	4.6851	0.3900	13.6508	19.9228	96.8088	-30.96
2066	0.1970	4.8171	0.4002	13.6802	20.0945	98.7971	-30.26
2067	0.1970	4.9251	0.4085	13.7117	20.2424	100.8092	-29.64
2068	0.1970	5.0135	0.4153	13.7450	20.3708	102.8408	-29.10
2069	0.1970	5.0857	0.4209	13.7794	20.4831	104.8885	-28.62
2070	0.1776	5.0046	0.4163	13.8055	20.4040	107.1276	-28.74
2071	0.1776	4.9403	0.4114	13.8278	20.3571	109.3345	-28.76
2072	0.1776	4.8893	0.4075	13.8485	20.3228	111.5287	-28.73
2073	0.1776	4.8489	0.4045	13.8677	20.2986	113.7130	-28.67
2074	0.1776	4.8168	0.4021	13.8858	20.2822	115.8894	-28.59
2075	0.1722	4.7059	0.3938	13.8960	20.1679	118.1637	-28.81
2076	0.1722	4.6196	0.3871	13.9030	20.0819	120.4097	-28.94
2077	0.1722	4.5526	0.3819	13.9079	20.0146	122.6370	-29.02
2078	0.1722	4.5004	0.3779	13.9112	19.9617	124.8498	-29.04
2079	0.1722	4.4598	0.3748	13.9133	19.9201	127.0514	-29.03
2080	0.1733	4.5030	0.3783	13.9221	19.9767	129.1549	-28.71
2081	0.1733	4.5372	0.3811	13.9318	20.0234	131.2682	-28.43
2082	0.1733	4.5643	0.3833	13.9421	20.0629	133.3886	-28.17
2083	0.1733	4.5857	0.3850	13.9528	20.0969	135.5147	-27.94
2084	0.1733	4.6027	0.3863	13.9639	20.1263	137.6453	-27.72
2085	0.1745	4.7045	0.3942	13.9839	20.2570	139.6745	-27.19
2086	0.1745	4.7868	0.4006	14.0058	20.3677	141.7239	-26.74
2087	0.1745	4.8535	0.4058	14.0290	20.4627	143.7888	-26.34
2088	0.1745	4.9075	0.4100	14.0532	20.5451	145.8664	-25.99
2089	0.1745	4.9511	0.4134	14.0782	20.6172	147.9544	-25.67
2090	0.1876	5.0480	0.4197	14.1072	20.7625	149.9691	-25.14
2091	0.1876	5.1275	0.4257	14.1387	20.8795	152.0120	-24.71
2092	0.1876	5.1926	0.4307	14.1713	20.9823	154.0693	-24.33
2093	0.1876	5.2460	0.4348	14.2048	21.0733	156.1383	-23.98
2094	0.1876	5.2899	0.4382	14.2388	21.1545	158.2170	-23.67
2095	0.1548	5.0512	0.4227	14.2564	20.8852	160.6464	-24.35
2096	0.1548	4.8663	0.4086	14.2653	20.6951	162.9965	-24.81
2097	0.1548	4.7230	0.3978	14.2698	20.5453	165.3062	-25.16
2098	0.1548	4.6119	0.3893	14.2709	20.4269	167.5847	-25.41
2099	0.1548	4.5258	0.3828	14.2693	20.3327	169.8388	-25.59
2100	0.1560	4.5563	0.3852	14.2757	20.3732	171.9583	-25.36

RCP 8.5 - Vinha DC= 2,21

YR	DPM	RPM	BIO	HUM	TOTAL	CO2	D14C
2020	0.2001	5.1948	0.4139	12.0542	18.8629	2.8787	-51.37
2021	0.2001	6.1509	0.4956	12.2691	20.1158	5.9958	-43.43
2022	0.2001	6.9339	0.5613	12.4996	21.1949	9.2867	-37.47
2023	0.2001	7.5751	0.6143	12.7422	22.1316	12.7199	-32.90
2024	0.2001	8.1001	0.6572	12.9940	22.9514	16.2702	-29.21
2025	0.1949	8.4443	0.6855	13.2531	23.5779	20.0137	-26.54
2026	0.1949	8.7230	0.7081	13.5153	24.1413	23.8203	-24.27
2027	0.1949	8.9487	0.7263	13.7796	24.6496	27.6820	-22.42
2028	0.1949	9.1314	0.7411	14.0451	25.1126	31.5890	-20.80
2029	0.1949	9.2793	0.7532	14.3108	25.5383	35.5333	-19.46
2030	0.2059	9.5565	0.7741	14.5741	26.1107	39.3309	-17.85
2031	0.2059	9.7849	0.7922	14.8404	26.6234	43.1882	-16.56
2032	0.2059	9.9731	0.8072	15.1077	27.0939	47.0877	-15.39
2033	0.2059	10.1282	0.8196	15.3753	27.5291	51.0225	-14.34
2034	0.2059	10.2560	0.8300	15.6427	27.9346	54.9870	-13.38
2035	0.2086	10.3298	0.8364	15.9092	28.2839	59.0077	-12.64
2036	0.2086	10.3904	0.8419	16.1741	28.6149	63.0466	-11.94
2037	0.2086	10.4402	0.8464	16.4370	28.9322	67.0993	-11.27
2038	0.2086	10.4811	0.8503	16.6977	29.2377	71.1639	-10.63
2039	0.2086	10.5146	0.8536	16.9562	29.5330	75.2386	-10.10
2040	0.1974	10.4831	0.8524	17.2130	29.7459	79.3956	-9.70
2041	0.1974	10.4574	0.8509	17.4652	29.9708	83.5407	-9.27
2042	0.1974	10.4364	0.8498	17.7138	30.1973	87.6842	-8.83
2043	0.1974	10.4193	0.8490	17.9590	30.4246	91.8269	-8.40
2044	0.1974	10.4053	0.8485	18.2009	30.6520	95.9696	-7.96
2045	0.1909	10.1427	0.8295	18.4375	30.6007	100.3909	-8.02
2046	0.1909	9.9339	0.8142	18.6648	30.6038	104.7578	-7.98
2047	0.1909	9.7677	0.8021	18.8846	30.6454	109.0862	-7.86
2048	0.1909	9.6356	0.7927	19.0979	30.7170	113.3846	-7.68
2049	0.1909	9.5305	0.7852	19.3054	30.8121	117.6595	-7.46
2050	0.2096	9.7061	0.7983	19.5126	31.2266	121.6150	-6.78
2051	0.2096	9.8498	0.8102	19.7222	31.5918	125.6198	-6.19
2052	0.2096	9.9674	0.8200	19.9320	31.9290	129.6526	-5.65
2053	0.2096	10.0636	0.8280	20.1416	32.2428	133.7088	-5.15
2054	0.2096	10.1424	0.8347	20.3504	32.5370	137.7846	-4.68
2055	0.1852	9.8623	0.8152	20.5518	32.4145	142.2771	-4.76
2056	0.1852	9.6412	0.7984	20.7422	32.3670	146.6946	-4.74
2057	0.1852	9.4666	0.7854	20.9250	32.3622	151.0694	-4.66
2058	0.1852	9.3288	0.7753	21.1014	32.3907	155.4109	-4.53
2059	0.1852	9.2201	0.7674	21.2724	32.4450	159.7266	-4.37
2060	0.1739	9.0643	0.7566	21.4367	32.4315	164.1100	-4.37
2061	0.1739	8.9424	0.7476	21.5942	32.4580	168.4536	-4.30
2062	0.1739	8.8468	0.7406	21.7467	32.5080	172.7736	-4.19
2063	0.1739	8.7720	0.7352	21.8947	32.5759	177.0757	-4.06

2064	0.1739	8.7134	0.7311	22.0390	32.6574	181.3642	-3.90
2065	0.2030	9.0387	0.7545	22.1964	33.1926	185.1989	-3.18
2066	0.2030	9.3048	0.7756	22.3606	33.6440	189.1176	-2.59
2067	0.2030	9.5224	0.7928	22.5279	34.0461	193.0855	-2.08
2068	0.2030	9.7005	0.8068	22.6972	34.4075	197.0941	-1.62
2069	0.2030	9.8461	0.8184	22.8679	34.7354	201.1362	-1.21
2070	0.1798	9.6792	0.8078	23.0283	34.6951	205.5465	-1.21
2071	0.1798	9.5468	0.7981	23.1808	34.7055	209.9061	-1.15
2072	0.1798	9.4419	0.7904	23.3284	34.7405	214.2410	-1.06
2073	0.1798	9.3586	0.7845	23.4718	34.7947	218.5569	-0.95
2074	0.1798	9.2926	0.7798	23.6113	34.8635	222.8580	-0.82
2075	0.1733	9.0684	0.7630	23.7381	34.7427	227.3489	-0.90
2076	0.1733	8.8940	0.7496	23.8571	34.6741	231.7875	-0.92
2077	0.1733	8.7583	0.7394	23.9704	34.6415	236.1901	-0.89
2078	0.1733	8.6529	0.7316	24.0789	34.6367	240.5649	-0.84
2079	0.1733	8.5708	0.7256	24.1833	34.6531	244.9185	-0.77
2080	0.1754	8.6582	0.7329	24.2956	34.8620	249.0796	-0.49
2081	0.1754	8.7274	0.7387	24.4083	35.0498	253.2618	-0.24
2082	0.1754	8.7822	0.7434	24.5210	35.2220	257.4596	-0.01
2083	0.1754	8.8256	0.7471	24.6333	35.3814	261.6702	0.21
2084	0.1754	8.8600	0.7501	24.7449	35.5304	265.8912	0.41
2085	0.1800	9.0749	0.7667	24.8680	35.8895	269.9021	0.81
2086	0.1800	9.2488	0.7804	24.9942	36.2034	273.9582	1.17
2087	0.1800	9.3896	0.7915	25.1222	36.4833	278.0483	1.47
2088	0.1800	9.5036	0.8005	25.2514	36.7355	282.1661	1.75
2089	0.1800	9.5959	0.8079	25.3811	36.9649	286.3067	2.00
2090	0.1961	9.7929	0.8220	25.5167	37.3277	290.3139	2.37
2091	0.1961	9.9545	0.8346	25.6558	37.6410	294.3706	2.68
2092	0.1961	10.0870	0.8450	25.7962	37.9243	298.4572	2.96
2093	0.1961	10.1957	0.8536	25.9374	38.1828	302.5688	3.21
2094	0.1961	10.2848	0.8607	26.0790	38.4205	306.7010	3.44
2095	0.1560	9.8050	0.8273	26.1927	37.9810	311.5106	3.07
2096	0.1560	9.4332	0.7990	26.2900	37.6782	316.1834	2.83
2097	0.1560	9.1450	0.7771	26.3772	37.4554	320.7762	2.65
2098	0.1560	8.9217	0.7603	26.4564	37.2943	325.3072	2.54
2099	0.1560	8.7485	0.7473	26.5292	37.1810	329.7905	2.47
2100	0.1588	8.8123	0.7525	26.6135	37.3371	334.0045	2.64

**ANEXO J – ROTHC OUTPUT EXTRATO DE
COMPARTIMENTOS**

Extrato dos valores obtidos para o cenário que representa a adição de 0; 2,21 ;4,42 e 6,63 t C/(ha*ano), na cultura de produtos hortícolas – IPMA - Aguçadoura

Adição de composto t C/(ha*ano)	Ano	DPM	RPM		BIO		HUM		CO ₂ tC/ha
		t C/ha	tC/ha	%	tC/ha	%	t C/ha	%	
Adição de composto 0	2020	0,12	2,37	19	0,23	2	8,90	70	2
	2030	0,12	2,25	18	0,22	2	8,79	71	21
	2040	0,12	2,23	18	0,22	2	8,67	71	40
	2050	0,12	2,26	19	0,22	2	8,57	70	59
	2060	0,12	2,31	19	0,22	2	8,57	70	78
	2070	0,12	2,18	18	0,21	2	8,46	71	98
	2080	0,12	2,35	19	0,23	2	8,46	70	116
	2090	0,12	2,15	18	0,21	2	8,35	71	136
	2100	0,12	2,14	18	0,21	2	8,24	70	155
Adição de composto 2,21	2020	0,12	3,18	23	0,29	2	9,06	66	3
	2030	0,12	4,95	23	0,43	2	10,9	63	40
	2040	0,12	4,96	26	0,43	2	12,54	66	80
	2050	0,12	5,04	25	0,44	2	13,85	68	120
	2060	0,12	5,17	24	0,45	2	15,06	69	159
	2070	0,12	4,85	22	0,43	2	15,85	72	200
	2080	0,12	5,29	23	0,46	2	16,64	72	240
	2090	0,12	4,78	20	0,43	2	17,10	73	281
	2100	0,12	4,76	20	0,43	2	17,40	73	322
Adição de composto 4,42	2020	0,12	3,98	27	0,35	2	9,22	63	4
	2030	0,12	7,66	34	0,63	2	13,04	58	60
	2040	0,12	7,70	30	0,64	2	16,41	63	120
	2050	0,12	7,82	27	0,66	2	19,13	67	180
	2060	0,12	8,04	26	0,68	2	21,54	69	240
	2070	0,12	7,53	23	0,65	2	23,23	71	302
	2080	0,12	8,23	24	0,70	2	24,83	71	363
	2090	0,12	7,41	21	0,64	2	25,84	74	426
	2100	0,12	7,37	21	0,64	2	26,56	74	489
Adição de composto 6,63	2020	0,12	4,78	30	0,42	3	9,38	60	6
	2030	0,12	10,36	38	0,84	3	15,16	55	79
	2040	0,12	10,43	32	0,85	3	20,27	62	159
	2050	0,12	10,60	29	0,88	2	24,41	66	240
	2060	0,12	10,90	27	0,91	2	28,03	68	321
	2070	0,12	10,20	24	0,86	2	50,62	72	405
	2080	0,12	11,17	24	0,94	2	33,01	71	487
	2090	0,12	10,04	22	0,86	2	34,59	74	572
	2100	0,12	9,99	21	0,86	2	35,72	75	656

Extrato dos valores obtidos para o cenário que representa a adição de 0; 2,21; 4,42 e 6,63 t C/(ha*ano), na cultura de produtos hortícolas - RCP 4.5 - Aguçadoura

Adição de composto t C/(ha*ano)		DPM	RPM		BIO		HUM		CO ₂
		t C/ha	tC/ha	%	tC/ha	%	tC/ha	%	tC/ha
Adição de composto 0	2020	0,14	2,58	20	0,25	2	8,93	69	2
	2030	0,13	3,07	22	0,29	2	9,25	67	20
	2040	0,13	3,13	22	0,30	2	9,55	68	38
	2050	0,13	3,16	22	0,30	2	9,81	68	57
	2060	0,13	2,79	20	0,27	2	9,92	70	76
	2070	0,13	3,00	21	0,29	2	10,07	70	95
	2080	0,13	2,68	19	0,26	2	10,03	71	115
	2090	0,13	3,03	21	0,29	2	10,12	69	133
	2100	0,14	3,28	22	0,31	2	10,33	79	152
Adição de composto 2,21	2020	0,14	3,45	25	0,32	2	9,09	65	3
	2030	0,13	6,77	34	0,57	3	11,35	57	38
	2040	0,13	7,08	32	0,60	3	13,55	61	77
	2050	0,13	7,19	29	0,61	2	15,47	63	116
	2060	0,13	6,33	25	0,55	2	16,95	68	156
	2070	0,13	6,80	25	0,59	2	18,29	68	196
	2080	0,13	6,05	23	0,53	2	19,13	71	240
	2090	0,13	6,88	24	0,60	2	20,06	70	276
	2100	0,14	7,48	25	0,65	2	21,12	70	315
Adição de composto 4,42	2020	0,14	4,32	29	0,38	3	9,24	61	4
	2030	0,13	10,47	40	0,85	3	13,45	52	56
	2040	0,13	11,04	36	0,90	3	17,55	57	115
	2050	0,13	11,22	33	0,92	3	21,14	61	174
	2060	0,13	9,86	28	0,83	2	23,99	67	236
	2070	0,13	10,60	27	0,88	2	26,50	68	296
	2080	0,13	9,42	24	0,80	2	28,24	71	359
	2090	0,13	10,73	25	0,91	2	30	70	419
	2100	0,14	11,67	26	0,98	2	31,92	70	479
Adição de composto 6,63	2020	0,14	5,19	32	0,45	3	9,39	58	5
	2030	0,14	14,18	44	1,13	3	15,55	49	75
	2040	0,13	14,99	39	1,20	3	21,55	55	153
	2050	0,13	15,25	34	1,23	2	26,80	60	233
	2060	0,13	13,40	29	1,10	2	31,02	66	316
	2070	0,13	14,40	28	1,18	2	34,72	68	396
	2080	0,13	12,79	24	1,07	2	37,34	71	481
	2090	0,13	14,58	26	1,21	2	39,95	70	561
	2100	0,14	15,86	26	1,31	2	42,71	70	643

Extrato dos valores obtidos para o cenário que representa a adição de 0; 2,21 ; 4,42 e 6,63 t C/(ha*ano), na cultura de produtos hortícolas - RCP 8.5 - Aguçadoura

Adição de composto t C/(ha*ano)		DPM	RPM		BIO		HUM		CO ₂
		t C/ha	tC/ha	%	tC/ha	%	tC/ha	%	
Adição de composto 0	2020	0,13	2,55	20	0,25	2	8,93	69	2
	2030	0,13	3,01	22	0,29	2	9,21	67	20
	2040	0,13	3,15	22	0,30	2	9,54	68	38
	2050	0,14	2,87	21	0,28	2	9,69	69	58
	2060	0,12	2,79	20	0,27	22	9,86	70	77
	2070	0,13	3,03	21	0,29	2	9,96	69	95
	2080	0,13	2,73	19	0,26	2	10,01	71	114
	2090	0,13	3,10	21	0,30	2	10,15	69	133
	2100	0,12	2,63	19	0,26	2	10,16	72	152
Adição de composto 2,21	2020	0,13	3,41	24	0,31	2	9,09	65	3
	2030	0,14	6,67	34	0,56	3	11,32	58	38
	2040	0,13	7,15	32	0,60	3	13,54	60	77
	2050	0,14	6,50	28	0,56	2	15,31	65	117
	2060	0,12	6,32	25	0,55	2	16,87	68	156
	2070	0,13	6,86	26	0,59	2	18,12	68	196
	2080	0,13	6,15	23	0,54	2	19,12	71	237
	2090	0,13	7,05	24	0,61	2	20,15	70	276
	2100	0,12	5,96	21	0,53	2	20,82	73	317
Adição de composto 4,42	2020	0,13	4,27	28	0,38	3	9,24	61	4
	2030	0,14	10,32	40	0,84	3	13,42	52	57
	2040	0,13	11,15	36	0,91	3	17,54	57	115
	2050	0,14	10,13	31	0,84	3	20,93	53	176
	2060	0,12	9,84	28	0,82	2	23,89	67	236
	2070	0,13	10,70	27	0,89	2	26,28	67	296
	2080	0,13	9,57	24	0,81	2	28,23	71	358
	2090	0,13	11	25	0,93	2	30,14	70	418
	2100	0,12	9,29	22	0,80	2	31,49	74	482
Adição de composto 6,63	2020	0,13	5,13	32	0,45	3	9,39	58	5
	2030	0,14	13,98	44	1,11	3	15,52	49	75
	2040	0,13	15,16	39	1,21	3	21,54	55	153
	2050	0,15	13,76	32	1,12	3	26,55	62	235
	2060	0,13	13,37	29	1,10	2	30,90	66	316
	2070	0,13	14,53	28	1,20	3	34,43	67	396
	2080	0,13	13	25	1,09	2	37,33	71	480
	2090	0,13	14,96	26	1,24	3	40,14	70	561
	2100	0,12	12,62	22	1,07	2	42,15	74	647

Extrato dos valores obtidos para o cenário que representa a adição de 0; 2,21 t C/(ha*ano), na vinha IPMA - Aguçadoura

Adição de composto t C/(ha*ano)	Ano	DPM	RPM		BIO		HUM		CO ₂ tC/ha
		tC/ha	tC/ha	%	tC/ha	%	t C/ha	%	
Adição de composto 0	2020	0,16	3,95	24	0,31	2	11,85	67	2
	2030	0,16	3,70	27	0,29	2	11,70	65	24
	2040	0,16	3,65	26	0,29	2	15,54	66	46
	2050	0,16	3,68	26	0,29	2	11,39	66	68
	2060	0,15	3,78	24	0,30	2	68	67	89
	2070	0,15	3,55	25	0,28	2	11,21	67	111
	2080	0,15	3,86	23	0,30	2	11,18	69	133
	2090	0,15	3,48	25	0,27	2	11,03	67	155
	2100	0,15	3,45	26	0,27	2	10,87	67	177
Adição de composto 2,21	2020	0,17	4,81	23	0,37	2	12,00	66	3
	2030	0,16	6,93	23	0,53	2	13,82	63	43
	2040	0,16	6,96	26	0,53	2	15,48	66	85
	2050	0,16	7,04	25	0,55	2	16,85	68	127
	2060	0,15	7,25	24	0,57	2	18,14	69	169
	2070	0,15	7,40	22	0,54	2	19,02	72	213
	2080	0,15	7,42	23	0,59	2	19,91	72	255
	2090	0,15	6,64	20	0,53	2	20,45	73	299
	2100	0,52	6,57	20	0,53	2	20,79	73	342

Extrato dos valores obtidos para o cenário que representa a adição de 0, 2,21 t C/(ha*ano), na vinha RCP 4.5 - Aguçadoura

Adição de composto t C/(ha*ano)		DPM	RPM		BIO		HUM		CO ₂
		t C/ha	tC/ha	%	tC/ha	%	tC/ha	%	tC/ha
Adição de composto 0	2020	0,20	4,25	24	0,33	2	11,88	67	2
	2030	0,20	5,05	27	0,39	2	12,22	65	22
	2040	0,20	5,00	26	0,38	2	12,54	66	43
	2050	0,19	5,16	26	0,40	2	12,86	66	65
	2060	0,19	4,1	24	0,36	2	13,04	68	87
	2070	0,18	4,87	25	0,37	2	13,21	67	108
	2080	0,18	4,48	23	0,35	2	13,19	69	130
	2090	0,19	4,95	25	0,38	2	13,31	67	151
	2100	0,19	5,21	26	0,40	2	13,53	67	172
Adição de composto 2,21	2020	0,21	5,16	27	0,40	2	12,03	64	3
	2030	0,20	9,39	37	0,71	3	14,29	56	40
	2040	0,20	9,62	34	0,73	3	16,5	59	81
	2050	0,20	9,97	33	0,76	2	18,63	61	122
	2060	0,19	9,08	29	0,70	2	20,32	65	165
	2070	0,18	9,38	28	0,73	2	21,81	66	207
	2080	0,18	8,61	26	0,68	2	22,84	69	251
	2090	0,20	9,55	27	0,74	2	23,93	68	292
	2100	0,19	10,08	2	0,79	2	25,11	68	334

Extrato dos valores obtidos para o cenário que representa a adição de 0; 2,21 t
C/(ha*ano),na vinha RCP 8.5 – Aguçadoura

Adição de composto t C/(ha*ano)		DPM	RPM		BIO		HUM		CO ₂
		t C/ha	tC/ha	%	tC/ha	%	tC/ha	%	tC/ha
Adição de composto 0	2020	0,20	4,23	24	0,33	2	11,88	67	2
	2030	0,20	5,02	27	0,38	2	12,21	65	22
	2040	0,19	5,21	27	0,40	2	12,58	65	43
	2050	0,19	4,72	25	0,36	2	12,78	67	65
	2060	0,19	4,66	24	0,36	2	12,97	68	87
	2070	0,17	4,83	25	0,37	2	13,09	67	108
	2080	0,17	4,42	23	0,35	2	13,12	69	130
	2090	0,17	4,92	25	0,38	2	13,25	67	151
	2100	0,16	4,42	23	0,35	2	13,30	69	173
Adição de composto 2,21	2020	0,20	5,14	27	0,40	2	12,03	64	3
	2030	0,20	9,34	37	0,71	3	14,27	56	40
	2040	0,19	10,02	35	0,76	3	16,71	58	81
	2050	0,19	9,08	31	0,70	2	18,54	63	123
	2060	0,19	8,96	29	0,70	2	20,23	65	165
	2070	0,17	9,30	28	0,73	2	21,63	66	207
	2080	0,17	8,48	26	0,67	2	33,06	69	251
	2090	0,17	9,53	27	0,74	2	35,28	68	292
	2100	0,16	8,54	24	0,68	2	35,07	70	336

Extrato dos valores obtidos para o cenário que representa a adição de 0; 2,21 t C/(ha*ano),
na cultura de produtos hortícolas - RCP 4.5 -Apúlia

Adição de composto t C/(ha*ano)		DPM	RPM		BIO		HUM		CO ₂
		t C/ha	tC/ha	%	tC/ha	%	tC/ha	%	tC/ha
Adição de composto 0	2020	0,14	2,60	24	0,26	2	8,95	67	2
	2030	0,13	3,11	27	0,32	2	9,41	65	20
	2040	0,13	3,13	26	0,32	2	9,81	66	38
	2050	0,13	3,23	26	0,33	2	10,19	66	57
	2060	0,13	2,79	24	0,29	2	14,59	68	76
	2070	0,13	3,11	25	0,32	2	10,60	68	94
	2080	0,13	2,72	23	0,29	2	10,68	69	114
	2090	0,13	3,07	24	0,32	2	10,81	68	132
	2100	0,14	3,39	25	0,35	2	11,09	67	11
Adição de composto 2,21	2020	0,14	3,48	28	0,33	2	9,11	64	3
	2030	0,13	6,87	37	0,62	3	11,63	56	38
	2040	0,13	7,09	34	0,64	3	14,06	60	76
	2050	0,13	7,36	32	0,67	3	16,20	61	115
	2060	0,13	6,34	28	0,59	2	17,85	66	155
	2070	0,13	7,05	28	0,65	2	19,35	66	194
	2080	0,13	6,15	25	0,58	2	20,43	69	235
	2090	0,13	6,96	26	0,65	2	21,46	69	274
	2100	0,14	7,36	27	0,69	2	31,82	68	314

Extrato dos valores obtidos para o cenário que representa a adição de 0; 2,21 t C/(ha*ano),na cultura de produtos hortícolas - RCP 8.5 - Apúlia

Adição de composto t C/(ha*ano)		DPM	RPM		BIO		HUM		CO ₂
		t C/ha	tC/ha	%	tC/ha	%	tC/ha	%	
Adição de composto 0	2020	0,13	2,58	20	0,26	2	8,95	69	2
	2030	0,14	3,08	22	0,32	2	9,38	67	20
	2040	0,13	3,31	23	0,34	2	9,87	67	38
	2050	0,15	3,04	21	0,31	2	10,19	69	57
	2060	0,12	2,81	19	0,29	2	10,44	71	76
	2070	0,13	3,13	21	0,32	2	10,62	70	94
	2080	0,13	2,80	19	0,29	2	10,73	72	114
	2090	0,14	3,21	21	0,33	2	10,92	70	132
	2100	0,12	2,71	18	0,28	2	11,03	73	151
Adição de composto 2,21	2020	0,13	3,45	25	0,33	2	9,11	65	3
	2030	0,14	6,83	34	0,62	3	11,60	57	38
	2040	0,13	7,55	32	0,68	3	14,11	60	76
	2050	0,15	7,71	30	0,70	3	16,33	63	114
	2060	0,12	6,42	24	0,60	2	18,13	69	155
	2070	0,13	7,12	25	0,66	2	19,52	69	194
	2080	0,13	6,32	22	0,59	2	20,64	72	235
	2090	0,15	7,31	24	0,68	2	21,76	70	274
	2100	0,12	6,15	20	0,59	2	22,64	74	316

Extrato dos valores obtidos para o cenário que representa a adição de 0; 2,21 t C/(ha*ano), na vinha RCP 4.5 - Apúlia

Adição de composto t C/(ha*ano)		DPM	RPM		BIO		HUM		CO ₂
		t C/ha	tC/ha	%	tC/ha	%	tC/ha	%	tC/ha
Adição de composto 0	2020	0,20	4,29	24	0,34	2	11,90	69	2
	2030	0,20	5,15	27	0,42	2	12,41	65	22
	2040	0,20	5,02	26	0,41	2	12,86	66	43
	2050	0,19	5,26	26	0,43	2	13,30	66	64
	2060	0,19	4,72	24	0,39	2	13,58	68	86
	2070	0,18	5,02	25	0,42	2	13,85	68	108
	2080	0,18	4,58	23	0,38	2	13,98	69	129
	2090	0,19	5,00	24	0,42	2	14,16	68	150
	2100	0,19	5,39	25	0,45	2	14,47	67	171
Adição de composto 2,21	2020	0,21	5,21	28	0,41	2	12,05	64	3
	2030	0,20	9,55	37	0,77	3	14,59	56	39
	2040	0,20	9,64	34	0,79	3	17,12	58	80
	2050	0,20	10,18	32	0,84	3	119,42	62	121
	2060	0,19	9,10	28	0,76	2	21,32	66	164
	2070	0,18	9,69	28	0,81	2	22,99	66	206
	2080	0,18	8,80	25	0,74	2	24,30	70	249
	2090	0,20	9,64	26	0,81	2	25,42	68	290
	2100	0,19	10,46	27	0,88	2	26,87	71	332

Extrato dos valores obtidos para o cenário que representa a adição de 0; 2,21 t C/(ha*ano),na vinha RCP 8.5 – Apúlia

Adição de composto t C/(ha*ano)		DPM	RPM		BIO		HUM		CO ₂
		t C/ha	tC/ha	%	tC/ha	%	tC/ha	%	tC/ha
Adição de composto 0	2020	0,20	4,23	24	0,33	2	11,88	67	2
	2030	0,20	5,02	27	0,38	2	12,21	65	22
	2040	0,19	5,21	27	0,40	2	12,58	65	43
	2050	0,19	4,72	25	0,36	2	12,78	65	65
	2060	0,19	4,66	27	0,36	2	12,97	67	87
	2070	0,17	4,83	24	0,37	2	13,09	68	108
	2080	0,17	4,42	23	0,35	2	13,12	70	130
	2090	0,17	4,92	24	0,38	2	13,25	68	151
	2100	0,16	4,42	22	0,35	2	13,30	70	173
Adição de composto 2,21	2020	0,20	5,14	28	0,40	2	12,03	64	3
	2030	0,20	9,34	37	0,71	3	14,27	56	40
	2040	0,19	10,02	35	0,76	3	16,71	58	81
	2050	0,19	9,08	31	0,70	3	18,54	62	123
	2060	0,19	8,96	28	0,70	2	20,23	66	165
	2070	0,17	9,30	28	0,73	2	21,63	66	207
	2080	0,17	8,48	25	0,67	2	33,06	70	251
	2090	0,17	9,53	26	0,74	2	35,28	68	292
	2100	0,16	8,54	24	0,68	2	35,07	71	336

ANEXO K – DÉFICE DE HUMIDADE NO SOLO

Valores obtidos das simulações no “défice de humidade no solo”

PRODUTOS HORTICOLAS - AGUÇADOURA												
IPMA e DOSAGEM =0												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,85	0,20	0,20	0,99	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,85	0,20	0,20	0,94	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,81	0,20	0,20	0,94	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,76	0,20	0,20	0,94	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,76	0,58	0,20	0,90	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,78	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,78	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,67	0,20	0,20	0,85	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,67	0,20	0,20	0,82	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,67	0,20	0,20	0,77	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,20	0,77	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,24	0,20	0,73	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,20	0,20	0,73	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,20	0,20	0,68	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,54	0,20	0,20	0,68	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,49	0,20	0,20	0,64	1,0	1,0	1,0

PRODUTOS HORTICOLAS -AGUÇADOURA												
IPMA e DOSAGEM =2,21												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,85	0,20	0,20	0,99	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,85	0,20	0,20	0,94	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,81	0,20	0,20	0,94	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,76	0,20	0,20	0,94	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,76	0,20	0,20	0,90	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,78	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,78	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,67	0,20	0,20	0,85	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,67	0,20	0,20	0,82	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,67	0,20	0,20	0,77	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,20	0,77	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,20	0,20	0,73	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,20	0,20	0,73	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,20	0,20	0,68	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,54	0,20	0,20	0,68	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,49	0,20	0,20	0,64	1,0	1,0	1,0

PRODUTOS HORTICOLAS -AGUÇADOURA												
IPMA e DOSAGEM =4,42												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,32	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,26	0,20	0,40	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,36	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,79	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,21	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,79	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0

PRODUTOS HORTICOLAS -AGUÇADOURA												
IPMA e DOSAGEM =6,63												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,85	0,20	0,20	0,99	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,85	0,20	0,20	0,94	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,81	0,20	0,20	0,94	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,76	0,20	0,20	0,94	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,76	0,20	0,20	0,90	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,78	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,78	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,67	0,20	0,20	0,85	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,67	0,20	0,20	0,82	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,67	0,20	0,20	0,77	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,20	0,77	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,20	0,20	0,73	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,20	0,20	0,73	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,20	0,20	0,68	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,54	0,20	0,20	0,68	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,49	0,20	0,20	0,64	1,0	1,0	1,0

PRODUTOS HORTICOLAS - AGUÇADOURA												
RCP 4.5 e DOSAGEM =0												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,32	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,2	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,26	0,20	0,40	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,36	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,80	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,43	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,20	0,20	0,73	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,80	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,2	1,0	1,0	1,0

PRODUTOS HORTICOLAS -AGUÇADOURA												
RCP 4.5 e DOSAGEM =2,21												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,32	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,2	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,26	0,20	0,40	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,36	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,80	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,21	0,20	0,43	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,80	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,2	1,0	1,0	1,0

PRODUTOS HORTICOLAS - AGUÇADOURA												
RCP 4.5 e DOSAGEM =4,42												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,32	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,2	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,26	0,20	0,40	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,36	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,80	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,21	0,20	0,43	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,80	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,2	1,0	1,0	1,0

PRODUTOS HORTICOLAS -AGUÇADOURA												
RCP 4.5 e DOSAGEM =6,63												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,32	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,2	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,26	0,20	0,40	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,36	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,80	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,21	0,20	0,43	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,80	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,2	1,0	1,0	1,0

PRODUTOS HORTICOLAS - AGUÇADOURA												
RCP 8.5 e DOSAGEM = 0												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,84	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,49	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,86	0,20	0,20	0,79	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,20	0,40	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,92	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,72	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,21	0,20	0,43	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,80	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,2	1,0	1,0	1,0

PRODUTOS HORTICOLAS - AGUÇADOURA												
RCP 8.5 e DOSAGEM = 2,21												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,84	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,49	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,86	0,20	0,20	0,79	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,92	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,72	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,24	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,43	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,49	0,20	0,20	0,2	1,0	1,0	1,0

PRODUTOS HORTICOLAS -AGUÇADOURA												
RCP 8.5 e DOSAGEM = 4,42												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,84	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,49	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,86	0,20	0,20	0,79	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,92	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,72	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,24	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,43	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,49	0,20	0,20	0,2	1,0	1,0	1,0

PRODUTOS HORTICOLAS -AGUÇADOURA												
RCP 8.5 e DOSAGEM = 6,63												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,84	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,49	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,86	0,20	0,20	0,79	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,92	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,72	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,24	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,43	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,49	0,20	0,20	0,2	1,0	1,0	1,0

VINHAS -AGUÇADOURA												
Projeção 1 e DOSAGEM =0												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,85	0,20	0,20	0,99	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,85	0,20	0,20	0,94	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,81	0,20	0,20	0,94	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,76	0,20	0,20	0,94	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,76	0,20	0,20	0,90	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,78	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,78	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,67	0,20	0,20	0,85	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,67	0,20	0,20	0,82	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,20	0,20	0,77	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,20	0,77	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,20	0,20	0,73	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,20	0,20	0,73	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,20	0,20	0,68	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,54	0,20	0,20	0,68	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,49	0,20	0,20	0,64	1,0	1,0	1,0

VINHAS -AGUÇADOURA												
Projeção 1 e DOSAGEM =2,21												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,85	0,20	0,20	0,99	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,85	0,20	0,20	0,94	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,81	0,20	0,20	0,94	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,76	0,20	0,20	0,94	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,76	0,20	0,20	0,90	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,78	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,78	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,67	0,20	0,20	0,85	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,67	0,20	0,20	0,82	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,20	0,20	0,77	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,20	0,77	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,20	0,20	0,73	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,20	0,20	0,73	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,20	0,20	0,68	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,54	0,20	0,20	0,68	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,49	0,20	0,20	0,64	1,0	1,0	1,0

VINHAS -AGUÇADOURA												
RCP 4.5 e DOSAGEM =0												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,32	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,26	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,36	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,80	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,21	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,43	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,80	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0

VINHAS -AGUÇADOURA												
RCP 4.5 e DOSAGEM =2,21												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,32	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,26	0,20	0,40	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,36	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,80	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,21	0,20	0,43	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,80	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0

VINHAS -AGUÇADOURA												
RCP 8.5 e DOSAGEM =0												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,86	0,20	0,20	0,79	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,92	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,72	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,24	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,43	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,49	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0

VINHAS -AGUÇADOURA												
RCP 8.5 e DOSAGEM =2,21												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,32	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,26	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,36	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,80	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,21	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,43	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,80	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0

PRODUTOS HORTICOLAS - APÚLIA												
RCP 4.5 e DOSAGEM =0												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,2	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,90	0,20	0,20	0,34	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,31	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,40	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0

PRODUTOS HORTICOLAS -APÚLIA												
RCP 4.5 e DOSAGEM =2,21												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,2	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,90	0,26	0,20	0,35	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,31	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,37	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,39	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0

PRODUTOS HORTICOLAS - APÚLIA												
RCP 8.5 e DOSAGEM = 0												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,58	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,67	0,20	0,20	0,70	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,46	0,20	0,20	0,65	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,51	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,59	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2	0,20	0,20	0,2	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2	0,20	0,20	0,2	1,0	1,0	1,0

PRODUTOS HORTICOLAS -APÚLIA												
RCP 8.5 e DOSAGEM = 2,21												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,66	0,20	0,20	0,70	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,39	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,45	0,20	0,20	0,65	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,51	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,59	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2	0,20	0,20	0,2	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2	0,2	0,2	0,2	1,0	1,0	1,0

VINHAS -APÚLIA												
RCP 4.5 e DOSAGEM =0												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,34	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,31	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,24	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2	0,20	0,20	0,37	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,40	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0

VINHAS -APÚLIA												
RCP 4.5 e DOSAGEM =2,21												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,90	0,26	0,20	0,34	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,31	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,37	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,40	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0

VINHAS -APÚLIA												
RCP 8.5 e DOSAGEM =0												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,66	0,20	0,20	0,69	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2	0,20	0,39	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,2	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,2	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,51	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,59	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0

VINHAS -APÚLIA												
RCP 8.5 e DOSAGEM =2,21												
Mes Anos	jan	fev	mar	abril	maio	jun	jul	agos	set	out	nov	dez
2024	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2029	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2034	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,66	1,0	0,20	0,70	1,0	1,0	1,0
2039	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,46	0,20	0,20	0,65	1,0	1,0	1,0
2044	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
2049	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2054	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2059	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2064	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,51	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2069	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2074	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,59	1,0	1,0	1,0
2079	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2084	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2089	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0
2094	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0	1,0
2099	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,20	0,20	0,20	0,20	1,0	1,0	1,0

ANEXO L – e-mail Kevin

Kevin Coleman <kevin.coleman@rothamsted.ac.uk>
para mim

segunda, 27/03, 14:21

Traduzir mensagemDesativar para mensagens em: inglês

português



Detetar idioma

Goretti,

Q2: How the sandy and clay soil affect the HUM?

A2: it is only clay that affects the decomposition, it affects DPM, RPM, Bio and Hum in the same way (See page 15-16 of the manual).

When DPM, RPM, Bio or Hum decompose. CO₂-C, Bio and Hum are formed, and clay affects the ratio of CO₂ to (Bio + Hum). For soils with a higher clay content slightly more Bio and Hum are created, for soils with a lower clay content slightly less Bio and Hum are created.

Q1: protected and unprotected soc ?

A1: RothC doesn't really have protected and unprotected fractions, but the Hum pool decomposes slowly so it could be said to be more protected than DPM, and Bio which decompose faster.

Also from above higher clay soils have slightly more DPM, RPM, Bio and Hum than lower clay soils, so clay "protects" the more SOC.

Kevin.