



# CLIMCAST

**Os novos desafios para o souto no contexto das alterações climáticas**





# CLIMCAST



PROGRAMA DE  
DESENVOLVIMENTO  
RURAL 2014-2020



UNIÃO EUROPEIA

Fundo Europeu Agrícola  
de Desenvolvimento Rural

*A Europa Investe nas Zonas Rurais*

ClimCast – Os novos desafios para o souto no contexto das alterações climáticas

Coordenador Científico: José Gomes Laranjo

Editores: José Gomes Laranjo, Alcino Pires, José Ângelo Pinto, Duarte Marques, Anabela Martins, Rui Carneiro

Local de publicação: Vila Real

Data de publicação: 12/2022

Edição: RefCast – Associação Portuguesa da Castanha

Nº edição: 1ª edição

Impressão e acabamento: Minerva Transmontana, Tipografia, Lda

Tiragem: 80 exemplares

Fotografias: dos autores

Suporte: impresso e digital

ISBN: 978-989-53782-3-4

ISSN:

Depósito Legal: 509076/22



**Aflima – Associação Florestal do Lima**



**Arborea – Associação Agro-Florestal e Ambiental da Terra Fria Transmontana**



**Coopenela – Cooperativa Agrícola de Penela da Beira CRL**



**SORTEGEL, Produtos Congelados, SA**



**Agrifuturo – Associação de Agricultores para Valorizar o futuro**

# utad

UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro



IPB – Instituto Politécnico de Bragança



IPV – Instituto Politécnico de Viseu



IPVC – Instituto Politécnico de Viana do Castelo



IPCB – Instituto Politécnico de Castelo Branco



## *PREFÁCIO*

As alterações climáticas e o seu impacto na vida da Terra são hoje, cada vez mais, motivo de preocupação generalizada de todos nós, gerando simultaneamente um sentimento de incapacidade cada vez maior na Humanidade que pensa “para o Futuro”. ... impacto. Somos hoje, mais de 8 biliões de seres humanos a habitar a Terra, aos quais crescem todas as outras espécies de animais que também precisam de se alimentar. Por isso, produção de alimentos em quantidade e qualidade é, será, cada vez mais um desafio à agricultura, num quadro cada vez mais adverso, causado por eventos climáticos extremos cada vez mais frequentes, uso agrícola inapropriado de solos, etc. Indubitavelmente, no nosso clima de características marcadamente mediterrânicas, em que entre maio e setembro ocorre somente 10% da precipitação anual mas onde se acumula 70% do calor anual criará novos desafios à agricultura portuguesa, e no caso concreto à fileira de produção de castanha.

Foi este o sentimento que esteve presente nos promotores deste GO. Era necessário antecipar o futuro em relação à produção da castanha em Portugal. Questões como, se vamos continuar a produzir nas mesmas regiões e nas mesmas condições, se a área de cultivo terá de ser deslocada no futuro, passando a abranger novas áreas, deixando de ser viável noutras? Que cultivares poderemos continuar a produzir e se não teremos de introduzir outras melhor adaptadas? No limite, se não teremos de ajustar as Denominações de Origem Protegidas?

Para tentar dar resposta a estas e outras questões, através deste Grupo Operacional ClimCast instalámos uma rede de 7 soutos demonstração em diferentes contextos edafo-climáticos do país “castanhícola”. Estes soutos estão constituídos por exemplares de 11 cultivares de castanha e estão dotados com estações meteorológicas.

Eis o “ClimCast”, esta é a base do embrião de uma rede de conhecimento para servir o setor, até quando o setor pretender.

A finalizar um agradecimento às entidades participantes neste Grupo Operacional.

É devido um reconhecimento muito especial pela permanente colaboração que os nossos dois consultores externos dedicaram a este projeto. Obrigado Prof. Doutor Santiago Pereira Lorenzo, obrigado Doutora Beatriz Cuenca. Obrigado às entidades que representam por terem permitido esta tão frutuosa cooperação.

Eis o nosso contributo!

*José Gomes Laranjo*

Coordenador Científico GO ClimCast

RefCast- Associação Portuguesa da Castanha

Centro de Investigação e de Tecnologias Agro-Ambientais e Biológicas

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

## *PREFÁCIO*



Esta obra es el compendio del trabajo realizado por el grupo de trabajo del proyecto ClimCast, integrando investigadores de distintas disciplinas y centros de referencia con un objetivo común, el estudio del castaño frente al cambio climático.

Cuando el Profesor Laranjo me invitó a participar en el proyecto como asesor externo, acepté encantado por la oportunidad que me brindaba de interactuar con el grupo de trabajo para poder aportar, pero sobre todo aprender.

La primera grata sorpresa fue la solicitud de incorporar a los ensayos de campo dos variedades españolas de castaño europeo que sirvieran de contraste con las variedades portuguesas.

Una de las variedades elegidas fue ‘Paredé’, origen de un grupo genético del norte de la Península Ibérica, concretamente en la confluencia de Galicia, Asturias y El Bierzo. Esta variedad es de pequeño calibre y color claro, muy apreciada por su facilidad de pelado, su excelente sabor, buena aptitud al pelado y, además, buena aptitud maderera. Por su zona de origen, es muy adecuada para su cultivo en zonas frías y elevadas.

Buscando el mayor contraste posible, y evitando grupos varietales comunes entre España y Portugal como la variedad ‘Longal’ y otras relacionadas, elegimos la variedad ‘Pilonga’ de la Sierra de Ronda en Málaga, una zona lejana y aislada de las zonas productoras típicas de castaña de la Península Ibérica. La principal característica de ‘Pilonga’ es su recolección temprana, a finales de septiembre y principios de octubre, además de su excelente tamaño y buena producción de polen. Tanto ‘Pilonga’ como ‘Paredé’ presentan baja tabicación, el tan deseado valor agronómico ‘marrón’.

La preparación de las parcelas supuso un gran reto, con la dificultad añadida del transporte de los injertos desde zonas lejanas para la realización del injertado en campo. Pero este esfuerzo se ha visto recompensado por los resultados ya obtenidos, y por los que aún están por llegar.

Doy las gracias al grupo ClimCast y, especialmente, al Prof. Laranjo por haberme hecho partícipe de este proyecto que yo había soñado realizar algún día en España, pero es un honor que ya se haya hecho realidad en Portugal.

Muito Obrigado.

*Santiago Pereira Lorenzo*

Universidad de Santiago de Compostela

Departamento de Producción Vegetal y Proyectos de Ingeniería

Escola Politécnica Superior de Enxeñaría

*Consultor externo no GO ClimCast*

## *PREFÁCIO*



Colaborar con mis colegas portugueses en el proyecto ClimCast sido un lujo y una gran oportunidad. No solo he aprendido mucho a lo largo de esos meses de castañicultura, del comportamiento del clon ColUTAD, y del funcionamiento del sector de la castaña en Portugal, sino que además me ha permitido conocer mejor a los profesionales socios del proyecto: investigadores relacionados con el suelo, el clima, el riego... temas de los que sé muy poco; viveristas con puntos de vista y técnicas diferentes a las nuestras; castañicultores y asociaciones de productores de toda la geografía portuguesa...

El proyecto ClimCast es una iniciativa digna de ser imitada. Adquirir conocimiento sobre la adaptabilidad y compatibilidad del clon ColUTAD como portainjerto en las principales zonas de producción de castaña de Portugal, es de importancia fundamental en un contexto de cambio climático. Pero además, la forma de adquirir ese conocimiento, involucrando a los actores, de toda la geografía de producción de castaña del país, está produciendo un resultado fantástico. Compartir las mismas tareas, cada cual en su zona, con diferentes resultados, ha llevado a generar sinergias, compartiendo y comparando técnicas y know-how, y creando lazos de colaboración entre los socios, que serán muy útiles en el futuro desarrollo del sector

Particularmente, he disfrutado de la experiencia, poniendo mi pequeño granito de arena desde mi sector de conocimiento. Y confieso tener una envidia sana, y una firme intención de copiar la iniciativa en mi país: para conocer mejor nuestros portainjertos y variedades, y su adaptabilidad en las diferentes zonas de producción, pero sobre todo, para conseguir también esa interacción y sinergia en el sector, del que ya disfrutaban los socios del proyecto ClimCast.

### *Beatriz Cuenca*

Responsable de producción biotecnológica  
Vivero de Maceda (TRAGSA), Ourense, España  
*Consultora externa do GO ClimCast*

# Índice

1.	O PROJETO E OS SEUS OBJETIVOS.....	17
1.1.	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA OU OPORTUNIDADE QUE SE PROPÕE ABORDAR.....	17
1.2.	DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO DE PARTIDA, NO QUE RESPEITA AO PROBLEMA OU OPORTUNIDADE OBJETO DA INICIATIVA. ....	18
1.3.	DESCRIÇÃO DOS OBJETIVOS VISADOS.....	19
1.4.	IDENTIFICAÇÃO DOS RESULTADOS PREVISTOS.....	20
2.	UMA REDE DE SOUTOS DEMONSTRAÇÃO.....	21
2.1.	SOUTO DE SALGUEIROS (SD S_V).....	24
2.2.	SOUTO DE PARADA (SD P_B) .....	30
2.3.	SOUTO DE CARRAZEDO DE MONTENEGRO (SD CM_V) .....	37
2.4.	SOUTO DE LAGOA (SD L_VPA).....	40
2.5.	SOUTO DE REFOIOS DO LIMA (SD RL_PL).....	47
2.6.	SOUTO DE PENELA DA BEIRA (SD PB_P).....	49
2.7.	SOUTO DE MARVÃO (SD PE_M).....	57
2.7.1.	Plano de instalação .....	57
2.7.2.	Plantação.....	59
2.7.3.	Manutenção da plantação .....	62
2.7.4.	Enxertias.....	65
2.7.5.	Dia Aberto.....	68
2.7.6.	Monitorização da fertilidade do solo .....	69
2.7.7.	Monitorização do estado nutricional das plantas .....	70
2.7.8.	Monitorização do desenvolvimento das plantas.....	71
2.7.9.	Frutos.....	73
2.7.10.	Outras observações.....	73
2.8.	BANCO DE GERMPLASMA DA UTAD .....	74
2.9.	RESUMO GERAL DO ESTADO DE INSTALAÇÃO DAS VARIEDADES NOS SD.....	76
3.	CARACTERIZAÇÃO DO PORTA-ENXERTO COLUTAD .....	77
3.1.	CARACTERÍSTICAS DO PORTA-ENXERTO.....	77
3.1.1.	Multiplicação vegetativa do ColUTAD .....	79
3.1.2.	Avaliação morfológica e agronómica em cada SD.....	80
4.	EVOLUÇÃO DO COBERTO VEGETAL NA REDE DE SOUTOS DEMONSTRAÇÃO.....	81
4.1.	SD SALGUEIROS; SD PARADA .....	81
4.2.	SD PORTA DA ESPADA.....	87
4.3.	SD PENELA DA BEIRA .....	89
4.4.	SD CARRAZEDO MONTENEGRO .....	90
4.5.	SD LAGOA.....	91
4.6.	BANCO DE GERMOPLASMA DA UTAD.....	93
5.	CAPACIDADE DE SEQUESTRO DO CARBONO NOS SOLOS DA REDE DE SOUTOS DEMONSTRAÇÃO .....	95
5.1.	SD SALGUEIROS; SD PARADA .....	95
6.	CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA DOS SOLO DA REDE DE SOUTOS DEMONSTRAÇÃO.....	99
7.	CARACTERIZAÇÃO ECOFISIOLÓGICA DAS CULTIVARES DE CASTANHEIRO INSTADAS NA REDE DE SOUTOS DEMONSTRAÇÃO.....	103
7.1.	ANO 2021 .....	103
7.1.1.	Análise do teor em pigmentos fotossintéticos .....	103

7.1.1.1.	Conteúdo em clorofila.....	103
7.1.1.2.	Análise do balanço Cla/Clb .....	105
7.1.1.3.	Conteúdo em carotenoides.....	108
7.1.1.4.	Análise do balanço clorofila/carotenoides .....	110
7.1.2.	Avaliação do estado hídrico das plantas .....	113
7.1.3.	Avaliação do estado nutritivo foliar - Macronutrientes.....	115
7.1.4.	Avaliação do estado nutritivo foliar - Micronutrientes .....	120
7.2.	<b>ANO 2022.....</b>	<b>124</b>
7.2.1.	Avaliação do nível hídrico das plantas .....	125
7.2.2.	Avaliação do estado de nutrição mineral.....	129
7.2.2.1.	Análise do conteúdo em macronutrientes minerais .....	129
7.2.2.1.	Análise do conteúdo em micronutrientes minerais .....	139
7.2.3.	Avaliação do comportamento da taxa fotossintética .....	147
7.2.4.	Avaliação do comportamento da taxa de transpiração .....	150
7.2.5.	Avaliação da eficiência do uso de água no processo fotossintético .....	153
7.2.6.	Avaliação do conteúdo em pigmentos fotossintéticos.....	157
7.2.7.	Análise do transiente da fluorescência da clorofila a através do teste O-J-I-P... 164	
7.3.	<b>AVALIAÇÃO DO GRAU DE PROXIMIDADE ECOFISIOLÓGICA DE CULTIVARES ENTRE OS SOUTOS DEMONSTRAÇÃO .....</b>	<b>166</b>
8.	<b>CALENDARIZAÇÃO DOS ESTADOS FENOLÓGICOS EM CULTIVARES DE CASTANHEIRO .....</b>	<b>173</b>
9.	<b>INFLUÊNCIA DA VARIABILIDADE E ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NO CASTANHEIRO.....</b>	<b>183</b>
9.1.	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>183</b>
9.2.	<b>MONITORIZAÇÃO CLIMÁTICA .....</b>	<b>185</b>
9.2.1.	A Rede de Estações ClimCast (REC). .....	186
9.2.2.	Os dados medidos na REC .....	188
9.2.3.	A base de dados meteorológicos do ClimCast .....	188
9.2.3.1.	A base de dados da REC .....	188
9.2.3.2.	Outras bases de dados meteorológicos utilizadas no ClimCast.....	190
9.2.4.	Resultados da monitorização climática .....	191
9.3.	<b>METEOROLOGIA, CLIMA E CASTANHEIRO .....</b>	<b>194</b>
9.3.1.	A distribuição de castanheiro no mundo e em Portugal Continental .....	195
9.3.1.1.	A produção e a área de produção de castanha em Portugal.....	198
9.3.2.	Identificação dos fatores meteorológicos e climáticos .....	200
9.3.3.	A caracterização climática das regiões de castanheiro .....	204
9.4.	<b>CARTOGRAFIA CLIMÁTICA DO CASTANHEIRO .....</b>	<b>208</b>
9.4.1.	A modelação da produtividade do castanheiro .....	208
9.4.2.	Mapas de aptidão climática .....	213
9.5.	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>217</b>
10.	<b>UMA REDE DE AVISOS BASEADA EM ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS .....</b>	<b>219</b>
10.1.	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>219</b>
10.2.	<b>REDE DE ESTAÇÕES CLIMCAST.....</b>	<b>221</b>
10.3.	<b>AS BASES DE DADOS DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS .....</b>	<b>221</b>
10.4.	<b>MONITORIZAÇÃO METEOROLÓGICA E CLIMÁTICA.....</b>	<b>222</b>
10.5.	<b>A REDE DE AVISOS .....</b>	<b>224</b>

## 6 ■ Caracterização microbiológica do solo da rede de souts demonstração

Patrício, M.S.<sup>1,2</sup> e Pereira, E.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

<sup>2</sup>Laboratório para a Sustentabilidade e Tecnologia em Regiões de Montanha, Instituto Politécnico de Bragança, sampat@ipb.pt

A caracterização microbiológica dos solos dos souts demonstração (SD) que serviu de base a este capítulo, baseia-se na informação recolhida de 2018 a 2021 nos SD de Parada e Salgueiros. Esta análise envolveu a recolha de amostras de solo na profundidade 0-20 cm na primavera e outono de 2018 e primavera, verão e outono de 2021. As amostras foram colhidas de forma aleatória, em zig-zag, a aproximadamente 50 cm do pé da árvore. Após a colheita das amostras estas foram acondicionadas e transportadas para o laboratório, em mala térmica, onde foram crivadas com um crivo de malha de 2 mm e removidos os resíduos vegetais e fragmentos de raízes visíveis. Os parâmetros avaliados foram os seguintes: carbono e azoto da biomassa microbiana (Cmic, Nmic), respiração basal do solo (RBS), quociente microbiano (Cmic/Corg), quociente metabólico do solo (qCO<sub>2</sub>) e contagem de bactérias e fungos.

As determinações do carbono da biomassa microbiana (Cmic) e do azoto da biomassa microbiana (Nmic) do solo foram realizadas pelo método de fumigação-extração de acordo com as metodologias descritas por Silva et al. (2007). A respiração basal do solo (RBS) foi determinada de acordo com a norma ISO 16072 (2002). A contagem de microrganismos viáveis do solo (bactérias e fungos) foi feita pelo método de diluição seriada e espalhamento em placa. Os meios de cultura utilizados foram os seguintes: Plate Count Agar (PCA, Liofilchem, Italy), com adição de 100 mg L<sup>-1</sup> de cicloheximida, para a quantificação de bactérias, e Rose Bengal Chloramphenicol (RBC, Liofilchem, Italy), para a quantificação de fungos.

Na fase inicial de instalação do SD (2018), com o solo mais exposto devido à mobilização, a atividade microbiana do solo (Tabela 41) não variou da primavera para o outono. O carbono da biomassa microbiana do solo (Cmic) não teve alteração significativa neste período de análise. Relativamente a RBS, verificou-se em ambos os souts maior libertação de CO<sub>2</sub> na primavera indicando uma maior atividade biológica neste período.

**Tabela 41- Atividade microbiana inicial do solo nos SD de Parada, Bragança e Salgueiros, Vinhais (Diegues et al., 2019).**

Local	Data	Corg g kg <sup>-1</sup>	C <sub>mic</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	C <sub>mic</sub> /Corg (%)	RBS (mg de C-CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> solo h <sup>-1</sup> )	qCO <sub>2</sub> (mg C-CO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> C <sub>mic</sub> h <sup>-1</sup> )
<b>Parada</b>	Primavera	16,1 <sup>a</sup> (1,2)	173,3 <sup>b</sup> (117,4)	1,21 <sup>a</sup> (0,9)	3,7 <sup>b</sup> (0,5)	36,8 <sup>a</sup> (21,2)
	Outono	16,1 <sup>a</sup> (1,2)	428,0 <sup>ab</sup> (32,3)	2,70 <sup>a</sup> (0,3)	1,7 <sup>b</sup> (0,6)	3,8 <sup>a</sup> (1,4)
<b>Salgueiros</b>	Primavera	20,2 <sup>a</sup> (3,1)	545,1 <sup>a</sup> (65,0)	2,9 <sup>a</sup> (0,5)	20,6 <sup>a</sup> (1,2)	36,5 <sup>a</sup> (6,0)
	Outono	20,2 <sup>a</sup> (3,1)	531,1 <sup>a</sup> (65,8)	2,9 <sup>a</sup> (0,6)	4,3 <sup>b</sup> (0,4)	8,7 <sup>a</sup> (1,7)

Valores médios, erro padrão entre parêntesis; Corg, carbono orgânico; C<sub>mic</sub>, carbono da biomassa microbiana; RBS, respiração basal do solo; C<sub>mic</sub>/Corg, quociente microbiano; qCO<sub>2</sub>, quociente metabólico do solo; Letras diferentes por coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p<0,05).

Na análise efetuada em 2021 (Tabela 42) observou-se em ambos os souts um padrão algo similar em relação à atividade microbiana cuja variação pode ser atribuída às condições climatéricas próprias do ano. Deste ponto de vista será importante futuramente correlacionar os resultados obtidos com os dados climáticos registados nas estações meteorológicas instaladas nos SD. Contudo, os dados obtidos evidenciam que a atividade microbiana no SD de Parada (menor altitude), avaliada pelo carbono microbiano, demonstra menor valor neste parâmetro no verão devido a menor incorporação de C na biomassa microbiana e maior qCO<sub>2</sub> que se estende para o outono (Tabela 42). Os dados obtidos manifestam uma tendência para redução da atividade microbiana no verão, mais marcada no SD de Parada, uma vez que a RBS diminui.

**Tabela 42- Carbono da biomassa microbiana (C<sub>mic</sub>), azoto da biomassa microbiana (N<sub>mic</sub>), respiração basal do solo (RBS) e quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) em amostras do solo colhidas em 2021.**

Local	Estação	C <sub>mic</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	N <sub>mic</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	C <sub>mic</sub> /Corg (%)	RBS mg C-CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> solo h <sup>-1</sup>	qCO <sub>2</sub> mg C-CO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> C <sub>mic</sub> h <sup>-1</sup>
<b>Parada</b>	Primavera	468,4±96,9 <sup>a</sup>	n.d.	2,5±0,5 <sup>a</sup>	29,2±2,2 <sup>ab</sup>	64,2±13,2 <sup>cd</sup>
	Verão	212,6±74,3 <sup>bc</sup>	105,4±51,5 <sup>a</sup>	1,1±0,4 <sup>b</sup>	15,2±2,6 <sup>c</sup>	75,8±21,0 <sup>cd</sup>
	Outono	102,4±15,8 <sup>c</sup>	41,4±9,6 <sup>b</sup>	0,5±0,1 <sup>b</sup>	23,9±3,5 <sup>b</sup>	234,1±15,0 <sup>a</sup>
<b>Salgueiros</b>	Primavera	287,0±51,2 <sup>b</sup>	n.d.	2,4±0,4 <sup>a</sup>	30,2±1,8 <sup>ab</sup>	107,9±21,1 <sup>b</sup>
	Verão	337,1±36,5 <sup>ab</sup>	56,9±20,2 <sup>ab</sup>	2,8±1,0 <sup>a</sup>	11,6±1,0 <sup>c</sup>	37,3±11,6 <sup>d</sup>
	Outono	196,2±120,2 <sup>bc</sup>	66,9±13,3 <sup>ab</sup>	1,7±0,3 <sup>ab</sup>	30,4±4,7 <sup>a</sup>	160,4±42,1 <sup>b</sup>

Valores médios ± desvio padrão; C<sub>mic</sub>, carbono da biomassa microbiana; N<sub>mic</sub>, azoto da biomassa microbiana; RBS, respiração basal do solo; C<sub>mic</sub>/Corg, quociente microbiano; qCO<sub>2</sub>, quociente metabólico do solo; Letras diferentes por coluna indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p<0,05).

A elevada taxa de respiração a curto prazo pode significar uma mineralização da matéria orgânica e a longo prazo uma diminuição do stock do carbono orgânico no solo. Todavia, esta

variável não pode ser avaliada isoladamente, mas em conjunto com outras para que permita conclusões mais coerentes como é o caso do quociente metabólico ( $qCO_2$ ). O  $qCO_2$  foi maior na primavera em Salgueiros, relativamente a Parada, e menor nas restantes estações do ano. O maior valor do  $qCO_2$  a partir do verão pode ser indicador de que o SD de Parada gasta mais carbono (respiração) para manutenção da microbiota do solo, ocorrendo neste SD maior perda potencial de carbono.

No geral, não foi observada uma alteração significativa na abundância de bactérias e de fungos nos dois períodos de análise em cada SD (Tabela 43). Em Parada observou-se uma abundância de bactérias mais reduzida na instalação do soto (primavera 2018) tendo recuperado com o tempo (Tabela 43).

A maior atividade microbiana foi observada na primavera em Parada (menor altitude). A altitude a que se encontram os SD parece fazer com que o verão afete mais a comunidade bacteriana em Parada relativamente a Salgueiros (Tabela 43, condicionando a sua atividade neste período com menor incorporação de C no tecido microbiano e menor eficiência dos microrganismos.

Segundo Gama-Rodrigues (1999) à medida que a biomassa microbiana se torna mais eficiente, menos C é perdido (libertado) como  $CO_2$ , pela respiração, e uma fração significativa de C é incorporada no tecido microbiano e, por isso, solos com  $qCO_2$  baixos, estão próximos do estado de equilíbrio. O SD de Salgueiros apresenta valores mais baixos de  $qCO_2$  no período verão outono e uma maior incorporação de C no tecido microbiano, contudo esta superioridade não pode ser considerada diferente entre SD.

**Tabela 43- População de bactérias e fungos (log (UFC/g) de solo seco) nos solos dos SD de Parada e Salgueiros em 2018 e 2021**

Local	Data	Bactérias		Fungos	
		2018	2021	2018	2021
Parada	Primavera	2,8 ± 0,2 <sup>b</sup>	4,7 ± 0,7 <sup>ab</sup>	4,9 ± 0,5 <sup>b</sup>	4,9 ± 0,4 <sup>ab</sup>
	Verão	nd	3,3 ± 0,4 <sup>c</sup>	nd	5,2 ± 0,2 <sup>a</sup>
	Outono	3,7 ± 0,5 <sup>b</sup>	5,5 ± 0,2 <sup>a</sup>	4,9 ± 0,5 <sup>ab</sup>	4,7 ± 0,1 <sup>b</sup>
Salgueiros	Primavera	4,2 ± 0,5 <sup>a</sup>	4,3 ± 0,9 <sup>bc</sup>	5,5 ± 0,2 <sup>a</sup>	5,0 ± 0,2 <sup>ab</sup>
	Verão	nd	4,3 ± 0,3 <sup>b</sup>	nd	5,2 ± 0,1 <sup>a</sup>
	Outono	4,1 ± 0,6 <sup>a</sup>	5,3 ± 0,1 <sup>a</sup>	5,6 ± 0,1 <sup>a</sup>	5,3 ± 0,4 <sup>a</sup>

Valores médios ± desvio padrão. nd – não determinado. Letras diferentes por coluna indicam diferenças significativas entre estações do ano e entre SD pelo Teste de Turkey ( $p < 0,05$ ).

Esta primeira análise permitiu demonstrar alguma diferenciação entre os dois locais em estudo. Assim, a quantidade de fungos e bactérias inicial foi superior em Salgueiros devido à matéria orgânica para decomposição estar mais acessível (terreno anteriormente usado para cultivo agrícola, nomeadamente cereal) e em maior quantidade para os microrganismos. Em Parada, os resíduos orgânicos existentes no solo eram provenientes do pinhal previamente existente no local com um tipo de matéria orgânica, rica em lenhina, mais difícil de decompor pelos microrganismos. Isto é visível na recuperação do carbono da biomassa microbiana da primavera para o outono neste local (Diegues et al., 2019). Esta diferenciação foi atenuada em 2021 manifestando-se principalmente no verão, com menor abundância de bactérias em Parada, e fungos no outono.

**Referências bibliográficas**

Diegues, S., Pereira, E., Afonso, S., Patrício, M. (2019). Estudo Comparativo da Microbiologia do Solo em Soutos Demonstração: Contributo para o Desenvolvimento de Estratégias de Adaptação Sustentáveis. Article In Proceedings 5th Ibero-American Congress on Entrepreneurship, Energy, Environment and Technology (CIEEMAT), 11th – 13th September, Portalegre, 319–323.

Gama-Rodrigues, E. F. (1999). Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. *In* Santos, G.A.; Camargo, F.A.O. (Eds.) Fundamentos da matéria orgânica: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, p.227-244.

ISO 16072:2002. Soil quality — Laboratory methods for determination of microbial soil respiration.

Silva E., Azevedo P., De-Polli, H. (2007). Determinação do Carbono da Biomassa Microbiana do Solo (BMS-C). ISSN 1517-8862, agosto 2007, Seropédica/RJ