

# Experiência 2 da área de estudo em Portugal: SISTEMAS DE SIDERAÇÃO DE LEGUMINOSAS PARA MELHORAR A QUALIDADE DO SOLO

## Problema

Em Portugal, o milho costuma ser cultivado em sistema de monocultura intensiva que pode ter efeitos negativos na qualidade do solo, afetando a longo prazo a fertilidade (especialmente em termos de teor de matéria orgânica), a produtividade e consequentemente a sustentabilidade da produção. O uso intensivo de fertilizantes minerais para manter um alto nível de produção também leva a um elevado risco de lixiviação de nutrientes durante o inverno.

## Solução Proposta

Culturas de cobertura de inverno usadas como adubo verde foram testadas para enfrentar as ameaças ao solo, descritas acima, por meio de:

- Reduzir a lixiviação de nutrientes, produzindo uma grande quantidade de biomassa que absorve os nutrientes em excesso no solo no final da cultura principal e permite a sua imobilização durante o inverno;
- Melhorar a reciclagem de nutrientes, fornecendo uma fonte orgânica à cultura seguinte na forma de adubo verde, levando a uma redução do uso de fertilizantes minerais;
- Controlar as infestantes pela competição entre estas plantas e as espécies de leguminosas;
- Aumentar o teor de matéria orgânica do solo através da incorporação de grande quantidade de biomassa na primavera.

Foi avaliada a capacidade de seis culturas de cobertura de leguminosas (CCL) de fornecer serviços agroecológicos em sistemas de milho e a sua adequação para uso na região do Mediterrâneo. O estudo foi realizado no Centro Experimental "Loreto" do Baixo Mondego, gerido pela Direção Regional da Agricultura e Pescas do Centro de Portugal. Este ensaio contemplou duas campanhas de cultivo (outono-primavera) de plantas de cobertura do solo e avaliou as mudanças na fertilidade do solo (matéria orgânica, azoto total, fósforo e potássio disponíveis), produção de biomassa seca de leguminosas e infestantes e o seu conteúdo de nutrientes associados (azoto total-fósforo-potássio).

## Desenho Experimental

Tratamento: 3 réplicas por parcela (Z1, Z2, Z3)	SPCMS?	Amostras por campanha
Milho em sucessão com Ervilha Forrageira	Sim	12
Milho em sucessão com Trevo Encarnado	Sim	12
Milho em sucessão com Tremocilha	Sim	12
Milho em sucessão com Trevo Balansa	Sim	12
Milho em sucessão com Trevo da Persia	Sim	12
Milho em sucessão com Trevo Vesiculoso	Sim	12
Milho em sucessão com Pousio	Controlo	12



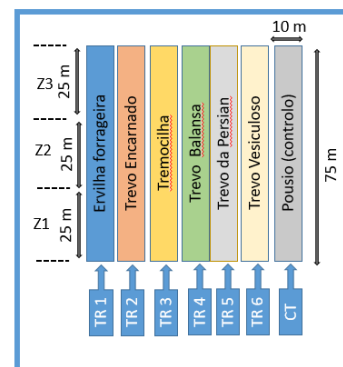
### Fatores medidos na área de estudo:

**Fatores físicos:** Erosão, limitação existente de enraizamento, densidade aparente, resistência à penetração

**Fatores químicos:** P e K disponíveis, bases de troca K, Ca, Na, Mg, N total, carbono orgânico do solo, pH

**Fatores biológicos:** Pragas, infestantes, doenças radiculares, avaliação da cultura de cobertura, rendimento da cultura

**Fatores socioeconómicos:** Dimensão sociocultural, custos e benefícios



# Experiência 2 da área de estudo em Portugal: SISTEMAS DE SIDERAÇÃO DE LEGUMINOSAS PARA MELHORAR A QUALIDADE DO SOLO

## Resultados

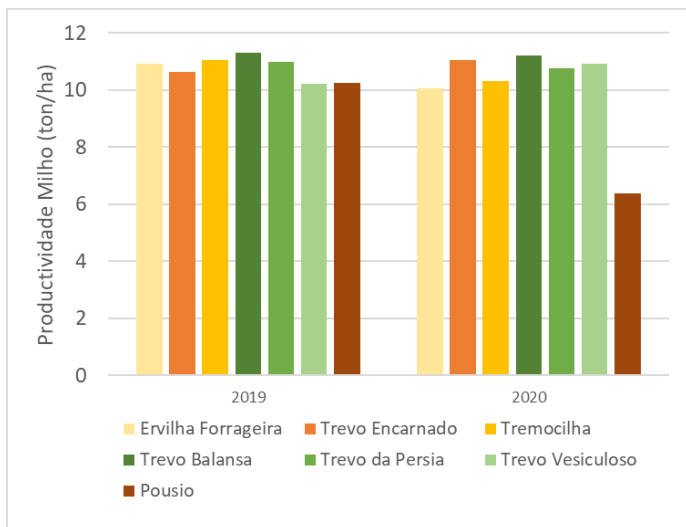


Figura 1. Rendimento da cultura de milho  
Em 2020, o rendimento da cultura foi maior nas parcelas com tratamento do que na parcela de controlo (pousio).

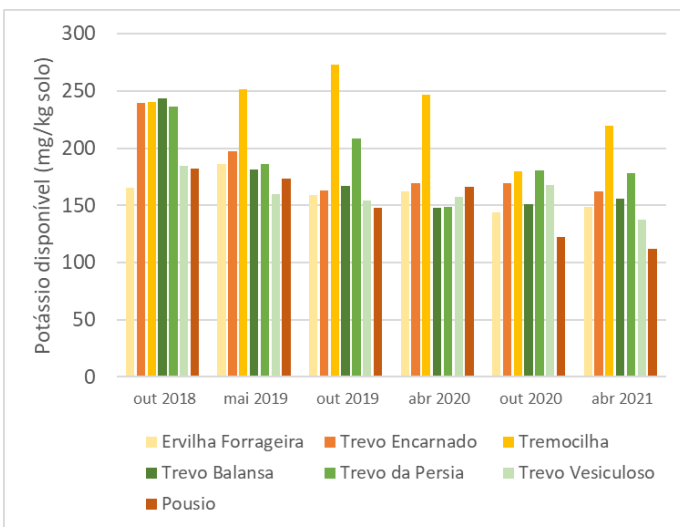


Figura 2. Potássio (K) disponível  
A evolução da disponibilidade não foi significativamente diferente entre os tratamentos.

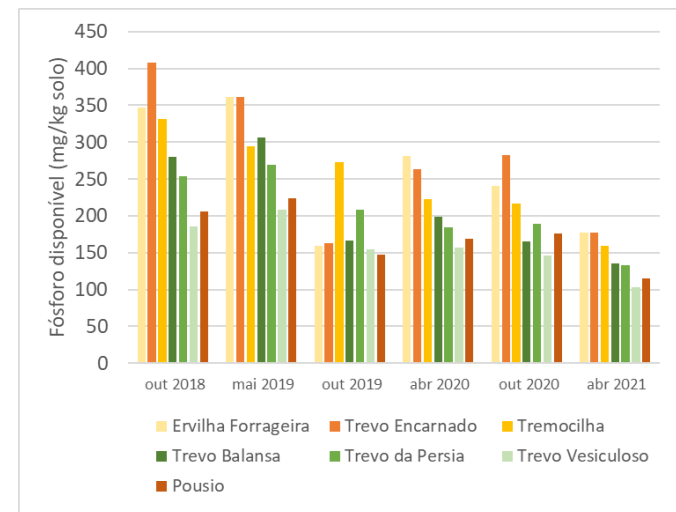


Figura 3. Fósforo (P) disponível  
A evolução da disponibilidade não foi significativamente diferente entre os tratamentos.

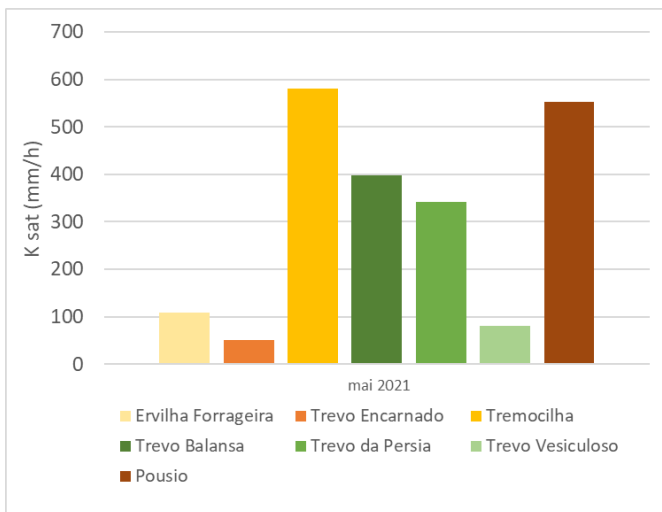


Figura 4. Ksat - Condutividade hidráulica saturada  
A tremocilha e o pousio apresentaram maior Ksat, no entanto, não pode ser atribuído ao efeito do tratamento, mas à heterogeneidade do solo.



# Experiência 2 da área de estudo em Portugal: SISTEMAS DE SIDERAÇÃO DE LEGUMINOSAS PARA MELHORAR A QUALIDADE DO SOLO

## Resultados

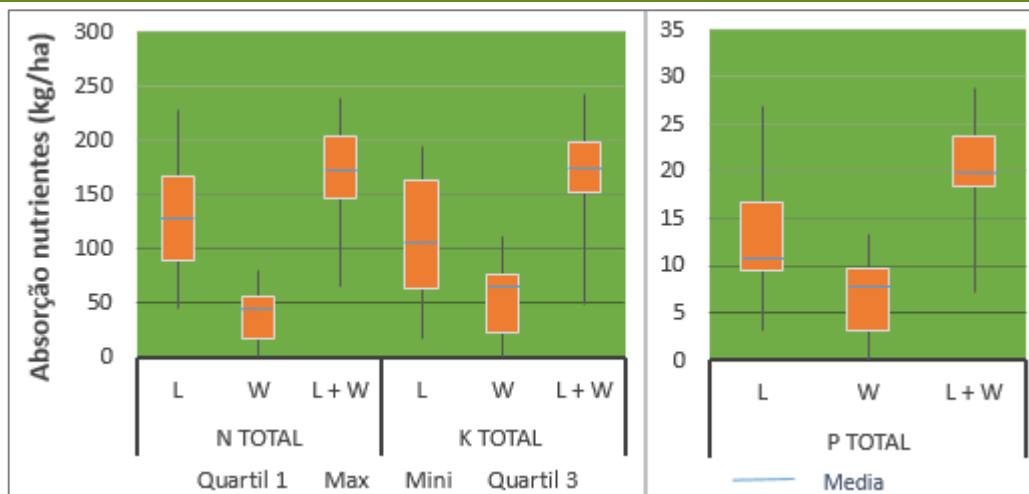


Figura 5. Absorção média de azoto (N), fósforo (P) e potássio (K) para as seis culturas de cobertura de leguminosas (L: leguminosas; W: infestantes; L+W: leguminosas+infestantes) durante os 2 anos de estudo. A absorção média de nutrientes N-P-K (leguminosas + infestantes) é 176-20-172 kg/ha.

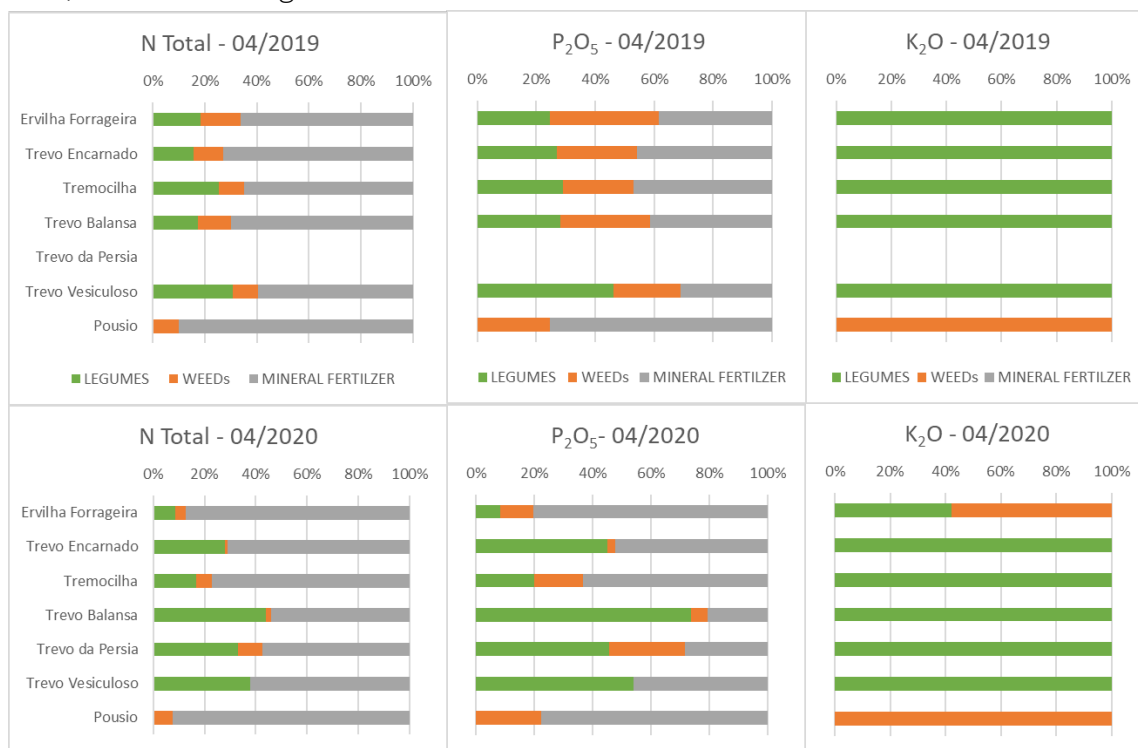


Figura 6. Percentagem de macronutrientes (N-P-K) fornecidos à cultura principal (milho) pelas leguminosas de cobertura (leguminosas + infestantes) usadas como adubo verde e fertilizantes minerais complementares necessário para um produtividade de 12t/ha de milho grão. As culturas de leguminosas usadas como adubo verde permitiram uma redução de cerca de 35% de N, 50% de P e 100% de K fornecidos, geralmente, por fertilizantes minerais para uma produção de grãos de milho de 12t/ha.



# Experiência 2 da área de estudo em Portugal: SISTEMAS DE SIDERAÇÃO DE LEGUMINOSAS PARA MELHORAR A QUALIDADE DO SOLO

## Resultados

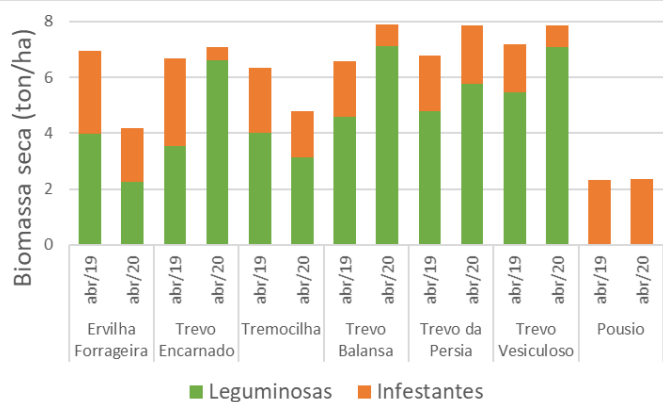


Figura 7a. Produção de biomassa seca (ton/ha) de leguminosas e infestantes.

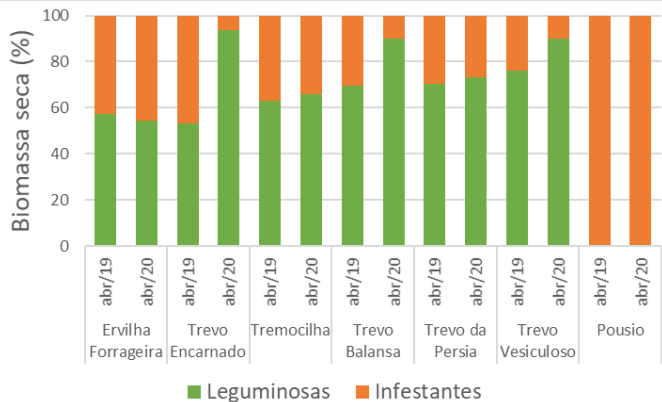


Figure 7b. Produção de biomassa seca (%) de leguminosas e infestantes em relação à biomassa total produzida dentro da parcela.

As culturas de cobertura de leguminosas são capazes de controlar infestantes apenas no segundo ano do estudo. Os trevos Encarnados, Balansa e Vesiculoso tiveram melhor desempenho em termos de controlo de infestantes.

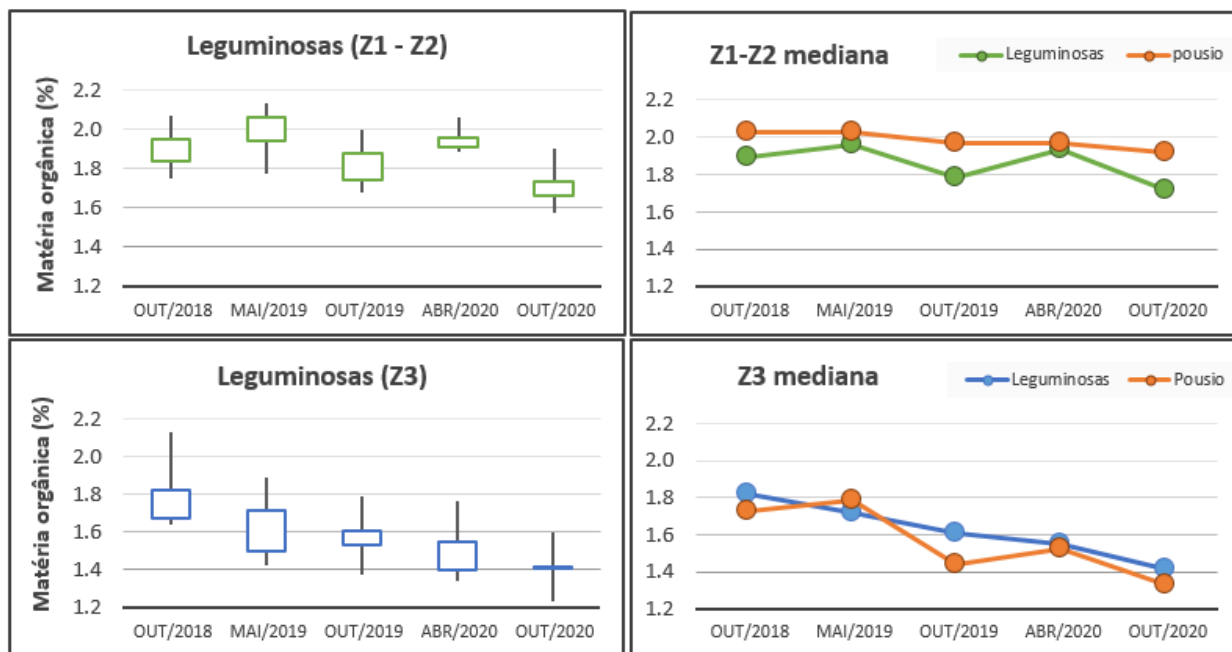


Figura 8. Evolução geral do teor de matéria orgânica do solo das parcelas CCL para as subparcelas mais férteis (Z1/Z2) e a menos fértil (Z3).

Nota-se um leve esgotamento do teor de matéria orgânica do solo que foi mais severo para os solos menos férteis.



# Experiência 2 da área de estudo em Portugal: SISTEMAS DE SIDERAÇÃO DE LEGUMINOSAS PARA MELHORAR A QUALIDADE DO SOLO

## Principais Resultados – Key findings

Em geral, todas as seis CCL mostraram boa adaptação às condições mediterrâneas, com elevados rendimentos de biomassa seca (até 8 ton/ha para algumas espécies de trevos).

Para todas as espécies, a média geral de absorção de nutrientes N-P-K ao longo dos 2 anos de estudo foi de 176-20-172 kg/ha, com o melhor desempenho nas espécies de trevo.

A capacidade das CCL de fornecer serviços de adubo verde permitiu uma redução geral de cerca de 35% de N, 50% de P e 100% de K fornecido, geralmente, por fertilizantes minerais para uma produção de grão de milho de 12 ton/ha.

As CCL controlaram as infestantes, embora apenas no segundo ano do ensaio. Três espécies de trevo (Encarnado, Balansa, Vesiculososo) tiveram melhor desempenho no controlo de infestantes devido ao estabelecimento precoce e/ou alta produção de biomassa, em estágios posteriores de crescimento.

A incorporação de CCL no solo levou a uma pequena redução no teor de matéria orgânica do solo, tendo sido mais severa em solos menos férteis.

Maiores flutuações sazonais no teor de matéria orgânica do solo foram observadas para as amostragens das parcelas de CCL, do que para a parcela do controlo (pousio). Isto reflete modificações importantes nos ciclos de nutrientes do solo devido à incorporação de grande biomassa de CCL com alto potencial de decomposição e a mobilizações adicionais do solo.

Não foram encontradas diferenças significativas entre as parcelas de CCL e o pousio, em termos de pH, azoto, fósforo e potássio disponíveis, bases de troca ( $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ), compatibilidade do solo, capacidade de infiltração ou biodiversidade (minhocas).



# Experiência 2 da área de estudo em Portugal: SISTEMAS DE SIDERAÇÃO DE LEGUMINOSAS PARA MELHORAR A QUALIDADE DO SOLO

## Conclusões

A introdução da cultura de cobertura de leguminosas de inverno, usada como adubo verde na rotação, forneceu serviços agroecológicos interessantes, apesar de não resultar em melhorias significativas na qualidade do solo durante os 2 primeiros anos de estudo.

As seis espécies de CCL produziram grandes quantidades de biomassa, pois sobreviveram ao inverno e apresentaram uma importante fase de crescimento na primavera antes de serem cortadas. No entanto, a variabilidade dos resultados inter e intra espécies foi muito elevada devido à influência de diversos parâmetros.

Em termos de lixiviação de nutrientes, leguminosas e infestantes aumentaram a captação de nutrientes do solo, contribuindo para mitigar este problema. Mas isso ocorreu principalmente durante a primavera, e não no inverno, o período mais crítico em termos de lixiviação de nutrientes. Como resultado, recomendamos considerar cuidadosamente quando as plantas de cobertura devem ser semeadas.

Sob um rendimento esperado de grão de milho de 12 ton/ha, estimou-se que a incorporação de adubos verdes reduz a quantidade de fertilizante mineral N-P-K necessária, correspondendo à economia de 85, 25 e 180 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, respetivamente.

Em termos de controlo de infestantes, a eficiência do CCL foi altamente variável. Três espécies de trevo (Encarnado, Balansa e Vesiculososo) tiveram melhor desempenho. A capacidade de controlo está fortemente relacionada com a produção de biomassa de leguminosas. O sucesso no controlo depende do rápido estabelecimento em estágio inicial de plantas de cobertura e/ou de uma cobertura densa à superfície do solo, em estágios posteriores de crescimento, garantindo forte competição com as infestantes.

Em termos de capacidade de melhoria do teor matéria orgânica do solo, a curto prazo, as CCL falharam, possivelmente devido às características de decomposição rápida das leguminosas combinadas com as condições climáticas ideais (quente e húmido através do sistema de irrigação). Estes fatores podem ter levado a uma mineralização extremamente rápida da biomassa no solo e, em seguida, a um declínio no teor de matéria orgânica durante o período quente. A intensificação das mobilizações do solo devido ao cultivo das CCL também pode ter aumentado a oxigenação do solo, levando à aceleração da decomposição da matéria orgânica. Finalmente, a adição massiva de biomassa ao solo poderia ter levado ao crescimento da comunidade microbiana, fornecendo energia suficiente para mineralizar matéria orgânica mais estável e levando a uma diminuição no teor de matéria orgânica.

No futuro, é importante planear campos experimentais com práticas agrícolas capazes de mitigar esse efeito negativo no teor de matéria orgânica do solo, como 1) o uso de sementes misturadas (leguminosas, crucíferas, gramíneas) a fim de aumentar a razão C/N e desacelerar a decomposição de matéria orgânica; 2) realizar a sementeira das CCL e a não incorporação da biomassa das mesmas, a fim de limitar as operações de preparação do solo e evitar a incorporação maciça de biomassa no solo.

### Autores

António José Dinis Ferreira, Anne-Karine Boulet

### Contactos

Website: [soilcare-project.eu](http://soilcare-project.eu)

Gestor do projecto PT : António José Dinis Ferreira

Coordenador do projeto: Rudi Hessel



O projeto SoilCare é financiado pela União Europeia pelo programa de investigação e inovação Horizonte 2020 através do acordo nº 677407.