

Dinâmicas de Artificialização do Solo em Portugal Continental nos períodos 1990-2007 e 2007-2018

Janeiro 2022

**Rita Nicolau
Beatriz Condessa**



DECIVIL
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
CIVIL, ARQUITECTURA E GEORRECURSOS

Índice

Glossário	3
Sumário Técnico	5
1. Introdução	10
2. Metodologia	11
2.1 Aplicação a Portugal Continental	14
3. Resultados	15
3.1 Artificialização e renaturalização do solo	15
3.1.1 Artificialização bruta do solo	16
3.1.2 Renaturalização do solo	18
3.1.3 Artificialização líquida do solo	21
3.2 Reciclagem de territórios artificializados	29
3.3 Artificialização do solo e evolução demográfica	35
4. Discussão e conclusões.....	39
5. Referências	45
Anexo I - Classes de ocupação/uso do solo das nomenclaturas CLC e LEAC e respetivos códigos.....	47
Anexo II - Matriz de alterações entre classes CLC (nível 3) com identificação dos fluxos (LCFs nível 2) que contribuem para a formação de territórios artificializados	49
Anexo III - Transições entre classes CLC (nível 3) e fluxos (LCFs nível 2) associados, contabilizadas nos cálculos da artificialização bruta do solo, renaturalização e reciclagem de territórios artificializados.....	50

Glossário

Territórios artificializados: Mega classe de coberto do solo identificada pela cartografia *CORINE Land Cover* – CLC no primeiro nível da sua nomenclatura. Esta classe subdivide-se em 11 classes no terceiro nível da nomenclatura CLC (Tecido urbano contínuo; Tecido urbano descontínuo; Indústria, comércio e equipamentos gerais; Redes viárias e ferroviárias e espaços associados; Áreas portuárias; Aeroportos e aeródromos; Áreas de extração de inertes; Áreas de deposição de resíduos; Áreas em construção; Espaços verdes urbanos; e Equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas). Quer os territórios artificializados, quer as classes de terceiro nível que integram estes territórios têm equivalência na nomenclatura da Cartografia de Uso e Ocupação do Solo (COS) nacional.

Alteração de coberto do solo: Reflete uma transição específica de uma classe de coberto do solo para outra num dado período de tempo. No presente trabalho as alterações de coberto do solo foram apreciadas com base em transições entre classes do terceiro nível da nomenclatura CLC.

Fluxo de coberto do solo (*Land Cover Flow -LCF*): Representa um conjunto de alterações de coberto do solo num dado período de tempo, que se encontram agrupadas por um processo/determinante da sua ocorrência. Os LCFS utilizados no presente trabalho foram definidos pela Agência Europeia do Ambiente (EEA, 2006) com base na análise de alterações entre classes do terceiro nível da nomenclatura CLC.

Consumo de uma classe de coberto do solo: Reflete a perda de uma classe específica de coberto do solo por conversão para outras classes num dado período de tempo.

Artificialização bruta do solo: Fenómeno designado em inglês por *Land Take*. Avalia a superfície de territórios agrícolas, florestais, seminaturais e naturais, zonas húmidas e corpos de água que foi artificializada num dado período temporal. Este fenómeno, intimamente associado à impermeabilização do solo, também inclui a construção de áreas verdes urbanas e de áreas desportivas e de lazer, que nem sempre conduzem à impermeabilização do solo.

Renaturalização do solo: Fenómeno inverso à artificialização bruta do solo. Avalia a superfície de territórios artificializados que foi convertida em áreas agrícolas, florestais, seminaturais e naturais, zonas húmidas e corpos de água, num dado período de tempo.

Artificialização líquida do solo: Corresponde ao saldo entre a artificialização bruta do solo e a renaturalização do solo.

Consumo de territórios artificializados: Representa o somatório da superfície perdida por cada uma das classes que integram estes territórios num dado período de tempo. Este somatório inclui conversões entre classes de territórios artificializados e a perda destes territórios ocasionada pela renaturalização (conversões para territórios não artificializados).

Formação de uma classe de coberto do solo: Reflete o ganho de uma classe específica de coberto do solo pela conversão de quaisquer outras classes num dado período de tempo.

Formação de territórios artificializados: Representa o somatório da superfície ganha por cada uma das classes que integram estes territórios num dado período de tempo. Este somatório inclui conversões internas entre classes de territórios artificializados e o ganho destes territórios ocasionado pela artificialização bruta (conversão de territórios não artificializados).

Formação líquida de territórios artificializados: a diferença entre a formação e o consumo de territórios artificializados num dado período de tempo.

Reciclagem de territórios artificializados: A reciclagem de territórios artificializados pode ser realizada através de três processos: a) A reciclagem "cinzenta" que inclui conversões entre territórios artificializados (Conversão de tecido urbano contínuo, indústria, comércio e transportes, áreas de extração de inertes, áreas de deposição de resíduos e áreas em construção em outras classes de territórios artificializados, excluindo os espaços verdes urbanos, os equipamentos desportivos, culturais e de lazer e as zonas históricas; Conversão de tecido urbano descontínuo em áreas de extração de inertes e em áreas de deposição de resíduos). b) A densificação de territórios artificializados ou desenvolvimento urbano por densificação (Conversão de tecido urbano descontínuo em tecido urbano contínuo, em áreas de indústria, comércio e transportes e em áreas em construção; Conversão de espaços verdes urbanos e de equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas em tecido urbano, em áreas de indústria, comércio e transportes, em áreas de extração de inertes, em áreas de deposição de resíduos e em áreas em construção). c) A reciclagem "verde" que visa a valorização ecológica do solo para usos menos intensivos (Criação de espaços verdes urbanos a partir de territórios artificializados). No presente trabalho, a reciclagem de territórios artificializados reporta-se em sentido estrito à reciclagem "cinzenta", e em sentido lato ao conjunto de transformações acima descritas [a) + b) + c)].

Sumário Técnico

O presente estudo tem como principal objetivo a caracterização das dinâmicas de artificialização do solo verificadas em Portugal Continental nos períodos 1990-2007 e 2007-2018. O seu desenvolvimento visa:

- Aprofundar o conhecimento sobre a artificialização e renaturalização do solo e a reciclagem de territórios artificializados, bem como sobre as suas determinantes, nos períodos descritos;
- Monitorizar a situação de Portugal Continental relativamente ao objetivo “*No Net Land Take by 2050*” estabelecido pelo Roteiro para uma Europa Eficiente na Utilização de Recursos (EU, 2011a) que preconiza que a artificialização líquida do território seja nula em 2050;
- Apoiar decisões relativas ao ordenamento do território, no contexto das matérias abordadas.

O estudo baseia-se na análise de informação nacional sobre o uso e a ocupação do solo, designadamente nas Cartas de Uso e Ocupação do Solo (COS) de 1990, 2007 e 2018. Para viabilizar as análises pretendidas, as três cartas de ocupação/uso do solo nacionais (COS1990, COS2007 e COS2018) foram inicialmente reclassificadas no terceiro nível da nomenclatura *CORINE Land Cover* (CLC). As matrizes de alterações do coberto do solo correspondentes aos períodos 1990-2007 e 2007-2018 foram obtidas através da intersecção dos limites dos municípios do Continente, definidos pela CAOP 2018, com as duas COS utilizadas em cada período.

A monitorização da artificialização, da renaturalização e da reciclagem de territórios artificializados foi desenvolvida para o território Continental e desagregada pelas regiões NUTS3 que o integram. Para cada conjunto de processos de transformação da ocupação/uso do solo abordado, procedeu-se à identificação dos seus determinantes e à quantificação das classes de coberto despendidas.

Os processos/determinantes da alteração da ocupação/uso do solo identificados correspondem a fluxos de coberto do solo (*Land Cover Flows -LCFs*), inicialmente definidos pela Agência Europeia do Ambiente (EEA, 2006). Cada LCF representa um conjunto de alterações de coberto do solo agrupadas por um processo relacionado com a sua ocorrência, em dado período de tempo. A análise de tais fluxos, em função das classes de coberto de origem e/ou das classes de coberto destino, possibilita um conhecimento alargado (quantitativo e qualitativo) sobre a transformação do território.

Para descrição das classes de coberto do solo de origem e de destino a que os fluxos (LCFs) se reportam, procedeu-se à agregação das classes CLC nível 3 (inicialmente empregues na identificação dos LCFs) em oito classes de ocupação/uso do solo, que integram a nomenclatura LEAC -*Land and Ecosystem Accounting* (EEA, 2020; Ivits *et al.*, 2020). Ao agrupar as classes CLC com características de uso do solo e/ou ambientais semelhantes, a nomenclatura LEAC simplifica a interpretação dos LCFs.

As variáveis ou indicadores avaliados no presente estudo quantificam superfícies (usualmente em Km²), que dependem não só da área das unidades administrativas a que se referem, mas também da extensão dos períodos de tempo a que se reportam. Atendendo à desigual duração dos dois períodos de tempo analisados e à diferenciada dimensão das unidades administrativas, para viabilizar comparações da mesma variável entre períodos de tempo e/ou entre diferentes unidades administrativas, utilizaram-se dois tipos de indicadores:

- Média anual (reportada em Km²/ano) – a superfície de interesse foi dividida pelo número de anos que compõem cada período (exemplo: artificialização anual média). Este indicador só deve ser utilizado na comparação dos valores da mesma unidade administrativa entre períodos de tempo.
- Taxa anual ponderada pela área da unidade administrativa correspondente (reportada em m²/ano.Km²) - a superfície de interesse (convertida em m²) foi dividida pelo número de anos que compõem cada período. O rácio resultante foi dividido pela área (em Km²) da unidade administrativa

correspondente (exemplo: taxa de artificialização anual). Este indicador permite comparar valores entre unidades administrativas e períodos de tempo distintos.

A metodologia empregue no cálculo da artificialização bruta do solo (designada por *Land Take* em inglês) é similar à adotada pela Agência Europeia do Ambiente no cálculo do indicador CSI 014/LSI 001 (EEA, 2019b). A artificialização bruta do solo avalia a conversão de áreas não artificializadas (agrícolas, florestais, seminaturais e naturais, zonas húmidas ou superfícies aquáticas) em territórios artificializados.

A renaturalização do solo avalia o fenómeno inverso da artificialização bruta, isto é a reconversão de territórios artificializados em áreas não artificializadas.

A artificialização líquida do solo (designada por *Net Land Take* em inglês) corresponde ao saldo entre a artificialização bruta e a renaturalização do solo verificadas no mesmo período.

Considerou-se que a reciclagem de territórios artificializados (em sentido lato) compreende três transformações entre classes daqueles territórios: a densificação de territórios artificializados; a reciclagem “cinzenta”; e a reciclagem “verde” (conversão de áreas artificializadas em áreas verdes urbanas). A sua quantificação difere da realizada pela Agência Europeia do Ambiente no cálculo do indicador LSI 008 (EEA, 2018), na medida em que esta última considera uma reciclagem “verde” mais alargada que inclui adicionalmente a conversão de áreas artificializadas em equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas.

Nos dois períodos apreciados, a taxa de artificialização bruta foi maior nas duas Áreas Metropolitanas e nas NUTS3 limítrofes, particularmente nas mais próximas da faixa costeira que interliga as duas metrópoles. Entre 1990 e 2007, a artificialização anual média (bruta) no Continente foi de 124.8 Km²/ano, tendo diminuído apreciavelmente (para 26.4 Km²/ano) no período 2007-2018. Estes efetivos correspondem a dispêndios médios diários de territórios não artificializados de 34 ha/dia no primeiro período e de 7.2 ha/dia no segundo período, e traduzem uma redução da artificialização do território de 79% face ao primeiro período. Esta redução foi notória em todas as regiões do Continente, embora a artificialização média diária do solo observada entre 2007 e 2018 ainda ultrapassasse os 0.35 ha/dia nas Áreas Metropolitanas e nas regiões (NUTS3) de Coimbra, Algarve e Oeste. Similarmente ao observado em Portugal Continental, a artificialização anual média (bruta) também decresceu, 16% entre os períodos 2000-2006 e 2006-2012 e 37% entre 2006-2012 e 2012-2018, no conjunto de 28 países europeus contemplados pelo estudo da EEA (2019b) sobre esta temática.

As classes de coberto mais utilizadas na artificialização de mais metade do território Continental foram as terras aráveis e culturas permanentes e as florestas e arbustos florestais de transição no primeiro período, e as florestas e arbustos florestais de transição e os prados naturais, matos e vegetação esclerofila no segundo período. A importância relativa das terras aráveis e culturas permanentes na criação da área artificializada decresceu notoriamente entre 1990-2007 e 2007-2018. Nos três períodos analisados pelo estudo europeu (EEA, 2019b) acima mencionado, a artificialização do solo em 28 países realizou-se principalmente à custa de terras aráveis e culturas permanentes e de pastagens e mosaicos culturais.

Entre 1990 e 2007, a expansão residencial foi a principal determinante da artificialização do solo no Continente, nomeadamente a conversão de áreas não artificializadas em tecido edificado descontínuo (expansão residencial difusa) e em tecido edificado contínuo (expansão residencial densa/compacta). Estes dois processos, liderados pela expansão residencial difusa, contribuíram para a criação de mais de metade (56%) da superfície do território artificializada. O elevado peso da expansão residencial difusa na artificialização do território (44%) neste período, pode ser explicado pelo fato de se encontrarem em vigor os Planos Diretores Municipais (PDM) de primeira geração, que na generalidade sobredimensionaram os

perímetros urbanos, prevendo extensas áreas de expansão (as designadas áreas urbanizáveis) e que eram mais permissivos no que diz respeito à edificabilidade em solo rústico.

No período subsequente (2007-2018), o peso da expansão de instalações económicas e infraestruturas na artificialização do território superou o da expansão residencial, tendo sido particularmente relevantes os processos de conversão de áreas não artificializadas em áreas industriais e comerciais, em estaleiros de construção e em redes de transportes. Estes três processos foram responsáveis pela criação de 68% da superfície do território artificializado. Neste último período, assistiu-se a uma diminuição do peso da expansão residencial difusa na artificialização do território (11%). Apesar do período disponível para comparações a nível europeu ser menos extenso do que o período 2007-2018, constatou-se que os três processos de expansão de instalações e infraestruturas económicas dominantes no nosso país tiveram uma contribuição de 63% na artificialização verificada entre 2012 e 2018 em 28 países (EEA, 2019a), e que a expansão residencial foi responsável pela criação de 12% da área artificializada no mesmo período.

A renaturalização ainda é um fenómeno com diminuta expressão em Portugal Continental. A área do território naturalizada entre 2007 e 2018 (40.8 Km²) foi muito inferior à naturalizada no primeiro período (314 Km²). Consequentemente, a superfície anual média naturalizada decresceu 80% entre os dois períodos considerados, ao invés do observado em 28 países europeus (EEA, 2019a) onde a renaturalização anual média aumentou, ainda que ligeiramente, entre 2000-2006 e 2006-2012 e entre este último período e 2012-2018. Atendendo a que a renaturalização constitui uma das formas de compensar a artificialização bruta do solo, o decréscimo de renaturalização verificado no nosso país revela uma tendência contrária à pretendida.

Nos dois períodos em apreciação, a renaturalização do solo foi mais elevada nas regiões onde ocorreu maior artificialização bruta.

A conversão de áreas artificializadas em áreas agrícolas, em florestas e bosques, e em áreas seminaturais foram os processos mais significativos na renaturalização do solo no Continente em ambos os períodos. Estes três processos foram responsáveis pela criação de 98% da área naturalizada entre 1990 e 2007 e 85% da área naturalizada entre 2007 e 2018. No primeiro período o processo mais relevante na renaturalização do solo foi a conversão de áreas artificializadas em áreas agrícolas, que contribuiu para a criação de 61% da superfície naturalizada. No período 2007-2018, a conversão de áreas artificializadas em áreas seminaturais, e em florestas e bosques possibilitaram criar 63% da superfície naturalizada. Salienta-se, que 32% da renaturalização verificada neste último período se deveu à conversão de áreas de extração de inertes e de áreas em construção em matos, que corresponde ao tipo de renaturalização mais desfavorável ao território. A conversão de áreas artificializadas em áreas agrícolas foi o processo mais marcante (82%) na naturalização do solo ocorrida entre 2012 e 2018 em 28 países europeus (EEA, 2019a).

Nos dois períodos examinados, a taxa de artificialização líquida do solo evidenciou uma distribuição geográfica similar à da taxa de artificialização bruta, com os valores mais elevados concentrados nas duas Áreas Metropolitanas e/ou nas NUTS3 limítrofes, particularmente nas mais próximas da faixa costeira que interliga as duas metrópoles. Em consequência da diminuição, quer da artificialização bruta quer da renaturalização, entre 1990-2007 e 2007-2018, a artificialização líquida anual média no Continente também decresceu de 106.3 km²/ano para 22.7 km²/ano entre os mesmos períodos. Esta redução foi igualmente notória em todas as NUTS3, exceto em Terras de Trás-os-Montes. O decréscimo da artificialização líquida anual média no Continente ocorrido entre os períodos citados (79%), seria benéfico se ocasionado pelo aumento da renaturalização do solo, o que de facto não sucedeu no Continente.

A reciclagem de territórios artificializados (sentido lato) é ainda um fenómeno raro em Portugal Continental. No período 2007-2018 a área daqueles territórios que foi reciclada (6.8 km²) foi mesmo muito inferior à naturalizada (40.8 km²). A reciclagem anual média de territórios artificializados verificada entre 1990 e 2007

(46.9 km²/ano) baixou notavelmente para 0.6 km²/ano no período 2007-2018. Este decréscimo (de 99%) revela uma tendência oposta ao ambicionado incremento da reciclagem de territórios artificializados, por alternativa à artificialização bruta do solo.

A distribuição espacial da taxa de reciclagem de territórios artificializados (sentido lato) é análoga à da taxa de artificialização bruta do solo, decrescendo do litoral para o interior do território. Nos dois períodos em apreciação, as maiores taxas anuais de reciclagem anual verificaram-se nas Áreas Metropolitanas e/ou em regiões adjacentes, particularmente nas que interligam as duas metrópoles. Entre 2007 e 2018 a taxa de reciclagem anual foi máxima na região de Aveiro (50.6 m²/ano.Km²).

No período 1990-2007, este tipo de reciclagem representou 27% dos territórios artificializados formados no Continente. Esta representatividade decresceu para 1.9% no período 2007-2018. Os indicadores mais recentes da EEA (2018) sobre este tema são relativos ao período 2006-2012 e demonstram que o peso da reciclagem na formação de territórios artificializados ainda é baixo em todos os países europeus, correspondendo a 13.5% dos territórios artificializados formados em médias-a-grandes cidades europeias. Os resultados do presente estudo revelam que no período 2007-2018 o peso da reciclagem na formação de territórios artificializados por NUTS3 foi muito inferior ao identificado em cidades europeias. O maior peso observado neste período no Continente diz respeito à região da Lezíria do Tejo (7.1%).

As superfícies contabilizadas pela reciclagem de territórios artificializados (em sentido lato) neste estudo são por definição menores do que as contabilizadas pela EEA (2016, 2018), uma vez que a reciclagem “verde” considerada apenas inclui a conversão de áreas já artificializadas em áreas verdes urbanas. No cálculo da reciclagem “verde”, a EEA (2016, 2018) inclui adicionalmente a conversão de áreas já artificializadas em equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas. Esta conversão integra a estimativa de reciclagem “verde” da EEA baseada no pressuposto de que conduz à introdução de vegetação, ou seja, à permeabilização do solo. A sua não inclusão na estimação da reciclagem “verde” desenvolvida no presente estudo é fundamentada no conhecimento pericial da informação base utilizada (COS), que indica que mais de metade da área ocupada no nosso território por equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas corresponde a superfície impermeabilizada.

No que diz respeito às diversas componentes da reciclagem (sentido lato) de territórios artificializados, o estudo europeu (EEA 2016, 2018) constatou que o desenvolvimento urbano por densificação teve entre 2006 e 2012 uma representatividade superior à da reciclagem “cinzenta” na maioria das cidades analisadas. Ao invés, o presente estudo revelou que entre 2007 e 2018 a reciclagem “cinzenta” prevaleceu sobre outras formas de reciclagem na maioria das regiões, bem como no Continente (onde representou 55% do total reciclado). Em Portugal Continental, o desenvolvimento urbano por densificação apenas foi mais representativo do que os demais processos de reciclagem no período 1990-2007. O contributo da reciclagem “verde” na reciclagem de territórios artificializados do Continente aumentou ligeiramente (de 1.7% para 4.9%) do primeiro para o segundo período.

A análise conjunta da artificialização do território e da evolução demográfica entre 2007 e 2018, demonstra que a artificialização bruta no Continente, bem como na grande maioria das suas regiões, foi acompanhada por um declínio populacional. Nas duas únicas regiões em que ocorreu um crescimento da população (AM de Lisboa e Algarve), tal crescimento foi, em termos relativos, inferior à expansão do território artificializado. Neste período, a artificialização do solo foi maioritariamente destinada à infraestruturização do território. Embora algumas regiões do Continente ainda possam vir a carecer de um esforço de infraestruturização destinado a travar a perda de população, não é sustentável que a artificialização do solo se mantenha na próxima década ao ritmo do verificado num passado, que se prefigura tão recente.

O cumprimento do objetivo de “*No Net Land Take*” até 2050, implica que toda a nova urbanização deve ocorrer em territórios artificializados que estão abandonados ou subutilizados, ou que a artificialização bruta do solo seja compensada pela renaturalização de territórios artificializados, o que exige um enorme investimento na reciclagem de territórios artificializados (EEA, 2019b).

Os resultados deste estudo indicam que para atingir o objetivo de “*No Net Land Take*” até 2050, Portugal terá que fazer rapidamente um maior investimento tanto na reciclagem, como na renaturalização de territórios artificializados.

Uma vez que a contenção da expansão urbana e da edificação dispersa, o aproveitamento das áreas urbanas intersticiais, e o fomento da regeneração urbana apenas foram reconhecidos como desígnios do ordenamento do território em 1998 e reforçados em 2014 (na respetiva Lei de Bases), e atendendo ao elevado número de municípios que ainda estão a dar corpo a tais desígnios através da revisão dos seus PDM, conclui-se que a sua concretização só poderá ser notória na próxima década. É por isso expectável que a redução da artificialização líquida do território, estimulada pelo crescimento da reciclagem dos territórios artificializados e da renaturalização, só venha a tornar-se evidente no médio-prazo.

Para uma eficaz redução da artificialização do solo em Portugal não bastam orientações, sendo imprescindível a fixação de metas a atingir quer a nível nacional, quer aos níveis regional e local. A definição de objetivos quantitativos de âmbito nacional para a redução da artificialização do solo ou para o incremento da reciclagem de áreas artificializadas já é uma realidade em alguns países europeus (Prokop *et al.*, 2011; Decoville & Schneider, 2016; Barbosa *et al.*, 2017).

A responsabilidade do estabelecimento de objetivos quantitativos para a redução da artificialização do solo, bem como da sua monitorização regular é da administração central. No entanto, tais objetivos devem ser traduzidos em metas regionais ou locais, dado que as decisões de planeamento são usualmente implementadas a nível regional ou municipal (Decoville & Schneider, 2016). A necessidade de quantificação de objetivos nacionais para travar a artificialização líquida do solo é igualmente expressa na recente Estratégia de Proteção do Solo da União Europeia para 2030 (EC, 2021), que recomenda que os Estados Membros deverão definir, até 2023, as suas próprias metas nacionais, regionais e locais com vista à redução da artificialização líquida do solo até 2030, bem como apresentar relatórios sobre os progressos realizados, a fim de dar um contributo mensurável para a meta de 2050.

O presente estudo disponibiliza as evidências sobre a artificialização do solo, e a reciclagem de territórios artificializados, necessárias ao estabelecimento de objetivos e critérios de âmbito nacional, procurando simultaneamente contribuir para alargar o conhecimento destes processos aos níveis regional e local, uma vez que a transformação do território se concretiza a estes níveis de decisão.

1. Introdução

“O solo constitui uma componente básica dos ecossistemas naturais, assumindo funções de suporte à biodiversidade e à produção de bens primários, de organização dos povoamentos e da paisagem, bem como da gestão e controlo dos recursos naturais. Reconhecer o valor do solo significa inverter as lógicas de crescente consumo artificializado, e preservar a sua integridade melhorando as condições bióticas e contendo as situações de perda, degradação e artificialização. A transformação do solo natural para solo artificializado, decorrente da urbanização, edificação e outras ocupações artificializadas e ainda as utilizações relacionadas com intensidades excessivas de exploração ou más práticas de mobilização, devem ser contidas, geridas e compensadas, particularmente em situações de fragilidade biofísica e de acrescida perigosidade potenciada pelas alterações climáticas. O ordenamento do território terá que travar a perda e degradação dos solos com maior valor e propiciar utilizações sustentáveis e economicamente valorizadoras ...” (PNPOT¹, Estratégia e Modelo Territorial do PNPOT, pág. 57).

O solo é um recurso natural finito que delimita o espaço em que as atividades económicas e os processos ambientais se desenvolvem. A artificialização do solo decorrente do desenvolvimento urbano é geralmente um fenómeno irreversível que conduz à perda de capital natural. A impermeabilização de territórios não artificializados reduz o espaço para habitats, bem como o potencial dos ecossistemas para fornecerem serviços importantes, tais como a regulação do equilíbrio hídrico e a proteção contra inundações. Os territórios artificializados e densamente infraestruturados também fragmentam as paisagens e constituem uma fonte significativa de poluição da água, do solo e do ar (EEA, 2019a). A avaliação do seu estado e de alterações na sua utilização/ ocupação, bem como do seu impacto no capital natural é, por conseguinte, necessária à tomada de decisões políticas de base territorial (Ivits *et al.*, 2020).

O presente estudo tem como principal objetivo a caracterização das dinâmicas de artificialização do solo verificadas em Portugal Continental nos períodos 1990-2007 e 2007-2018. O seu desenvolvimento visa:

1. Aprofundar o conhecimento sobre a artificialização e a renaturalização do solo e a reciclagem de territórios artificializados, bem como sobre as suas determinantes, nos períodos descritos;
2. Monitorizar a situação de Portugal Continental relativamente ao objetivo “No Net Land Take” estabelecida pelo Roteiro para uma Europa Eficiente na Utilização de Recursos (EU, 2011a) que preconiza que a artificialização líquida do território seja nula em 2050;
3. Apoiar decisões relativas ao ordenamento do território, no contexto das matérias abordadas.

¹ Lei n.º 99/2019 de 5 de setembro, DR n.º 170/2019.

2. Metodologia

O sistema de contabilização utilizado no presente trabalho baseia-se no sistema *Land and Ecosystem Accounting (LEAC)* desenvolvido pela Agência Europeia do Ambiente (EEA, 2020; Ivits *et al.*, 2020). Este sistema permite avaliar a área ocupada pelas diversas classes de coberto do solo ao longo do tempo, incluindo ganhos, perdas e transferências entre classes, possibilitando quantificar as alterações sofridas por cada uso/ocupação do solo num determinado período de tempo. O sistema LEAC considera que um conjunto de alterações de coberto do solo agrupadas por um processo relacionado com a sua ocorrência, constitui um fluxo de coberto do solo (*Land Cover Flow -LCF*). A análise de tais fluxos, em função das classes de coberto de origem e/ou das classes de coberto destino, possibilita um conhecimento alargado (quantitativo e qualitativo) sobre a transformação do território.

Os LCFs utilizados no presente trabalho foram definidos pela Agência Europeia do Ambiente (EEA, 2006) com base na análise da matriz de alterações obtida através do cruzamento de duas cartas CORINE Land Cover (CLC) relativas a um período de observação. O CLC descreve 44 classes de ocupação/uso do solo no terceiro nível da sua nomenclatura (vide Anexo I). Deste modo, a matriz de alterações apresenta mais de 1800 potenciais alterações que podem ser agrupadas em LCFs segundo três níveis hierárquicos. O primeiro nível de LCFs detalha nove processos/determinantes das alterações da ocupação/uso do solo. No segundo nível, os LCFs de primeiro nível são desagregados em 40 processos/determinantes. Na tabela 1 apresentam-se os LCFs de primeiro nível e os LCFs de segundo nível relacionados com a artificialização do solo, com a renaturalização e com a reciclagem de territórios artificializados. O Anexo II apresenta a matriz de alterações entre classes CLC (nível 3) com identificação dos LCFs (nível 2) que contribuem para a formação de territórios artificializados.

Tabela 1 – LCFs de primeiro nível e LCFs de segundo nível relacionados com a artificialização do solo, com a renaturalização e com a reciclagem de territórios artificializados. Fonte: Tabela desenvolvida pelas autoras a partir de conteúdos disponibilizados por Ivits *et al.* (2020) e EEA (2006)

Land Cover Flows (LCFs) – Nível 1	Land Cover Flows (LCFs) – Nível 2
LCF1 Gestão do solo urbano	LCF11 Desenvolvimento urbano por densificação (Conversão de tecido urbano descontínuo em tecido urbano contínuo, em áreas de indústria, comércio e transportes e em áreas em construção; Conversão de espaços verdes urbanos e de equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas em tecido urbano, em áreas de indústria, comércio e transportes, em áreas de extração de inertes, em áreas de deposição de resíduos e em áreas em construção)
	LCF12 Reciclagem de áreas artificializadas: Reciclagem “cinzenta” (Conversão de tecido urbano contínuo, indústria, comércio e transportes, áreas de extração de inertes, áreas de deposição de resíduos e áreas em construção em outras classes de territórios artificializados, excluindo os espaços verdes urbanos, os equipamentos desportivos, culturais e de lazer e as zonas históricas; Conversão de tecido urbano descontínuo em áreas de extração de inertes e em áreas de deposição de resíduos)
	LCF13 Conversão de áreas artificializadas e não artificializadas em espaços verdes urbanos (parques e jardins)
LCF2 Expansão residencial - Conversão de áreas não artificializadas em tecido edificado contínuo ou descontínuo	LCF21 Expansão residencial urbana densa /compacta: Conversão de áreas não artificializadas em tecido urbano contínuo
	LCF22 Expansão residencial urbana difusa: Conversão de áreas não artificializadas em tecido urbano descontínuo
LCF3 Expansão de instalações económicas e infraestruturas	LCF31 Conversão de áreas não artificializadas em áreas industriais e comerciais

Land Cover Flows (LCFs) – Nível 1	Land Cover Flows (LCFs) – Nível 2
	LCF32 Conversão de áreas não artificializadas em redes de transportes
	LCF33 Conversão de áreas não artificializadas em áreas portuárias
	LCF34 Conversão de áreas não artificializadas em aeroportos
	LCF35 Conversão de áreas não artificializadas em áreas de extração de inertes
	LCF36 Conversão de áreas não artificializadas em áreas de deposição de resíduos (aterros sanitários, lixeiras e sucatas)
	LCF37 Conversão de áreas não artificializadas em áreas em construção
	LCF38 Conversão de áreas artificializadas e não artificializadas em equipamentos desportivos e de lazer
LCF4 Conversões internas entre espaços agrícolas	...
LCF5 Conversão de outros cobertos do solo para agricultura	LCF54 Conversão de áreas artificializadas em áreas agrícolas
LCF6 Crescimento das florestas e de outras áreas seminaturais	LCF63 Criação de florestas e bosques a partir de áreas seminaturais, húmidas, aquáticas ou artificiais
LCF7 Conversões internas entre espaços florestais	...
LCF8 Criação e gestão de corpos de água e zonas húmidas	LCF81 Criação de corpos de água: Extensão da superfície de água resultante da criação de barragens e albufeiras
LCF9 Alterações do coberto do solo devido a múltiplas causas naturais	LCF91 Criação e rotação de áreas seminaturais: Alterações no coberto vegetal natural e seminatural devido a fatores naturais
	LCF93 Processos costeiros: erosão ou acreção costeira
	LCF99 Alterações raras ou não aplicáveis

Para a descrição das classes de coberto do solo de origem e de destino a que os fluxos (LCFs) se reportam, no presente trabalho procedeu-se à agregação das 44 classes CLC (empregues na identificação dos LCFs) em oito classes de ocupação/uso do solo, que integram a nomenclatura LEAC (vide Anexo I). Ao agrupar as classes CLC com características de uso do solo e/ou ambientais semelhantes, a nomenclatura LEAC simplifica a interpretação dos LCFs.

De acordo com o sistema de quantificação LEAC, a formação ou criação de territórios artificializados pode ser explicada por quatro tipos de processos (LCFs - nível 1): Gestão do solo urbano (LCF1); Expansão residencial (LCF2); Expansão de instalações económicas e infraestruturas (LCF3); e Alterações do coberto do solo devido a múltiplas causas naturais (LCF9). No entanto, apenas uma parte das transições entre as classes de coberto contempladas nestes quatro processos entram no cálculo da artificialização bruta do solo, uma vez que este exclui conversões entre territórios artificializados. Deste modo, é expectável que num dado período a estimativa de solo artificializado seja inferior à da formação de territórios artificializados.

De igual modo, nem todas as alterações do coberto associadas aos processos que determinam a perda de classes de territórios artificializados por conversão para outras classes de coberto (consumo de territórios artificializados) são contabilizados na renaturalização do solo. Os principais processos de renaturalização são o recultivo do solo (LCF54 Conversão de áreas artificializadas em áreas agrícolas), a reflorestação (parte do LCF63 que diz respeito à criação de florestas e bosques a partir de áreas artificializadas), a criação de áreas seminaturais a partir de áreas artificializadas (parte do LCF91), e a criação de barragens e albufeiras a partir de áreas artificializadas (parte do LCF81).

A metodologia empregue neste estudo no cálculo da artificialização bruta do solo é similar à adotada pela Agência Europeia do Ambiente no cálculo do indicador CSI 014/LSI 001 (EEA, 2019b). Esta metodologia é

explicada no Anexo III em termos de transições entre classes de coberto do solo (nomenclatura CLC - nível 3) e LCFs associados, contabilizadas no cálculo da artificialização do solo. O Anexo III apresenta também informação sobre as transições entre classes de coberto do solo contabilizadas no cálculo da renaturalização do solo.

Como clarificado no Glossário, a artificialização líquida do solo corresponde ao saldo entre a artificialização (bruta) e a renaturalização do solo, e a sua monitorização temporal permite avaliar quão afastados estamos do objetivo “*No Net Land Take by 2050*” (EU, 2011a).

As alterações entre territórios artificializados expressas pelos fluxos LCF11 e LCF12, representam, respetivamente, a densificação e a reciclagem “cinzenta” do tecido urbano. Estes dois conjuntos de alterações e as contempladas pelo fluxo LCF13 (conversão de áreas artificializadas e não artificializadas em áreas verdes urbanas) integram um processo designado de gestão do solo urbano (LCF1).

No presente trabalho, a reciclagem de territórios artificializados (sentido lato) compreende o conjunto de transformações (descritas no Glossário) que integram a reciclagem “cinzenta”, a densificação de territórios artificializados e a reciclagem “verde”. Este conjunto de transformações corresponde grosso modo ao processo designado gestão do solo urbano (LCF1), com exclusão das: i) conversões de áreas não artificializadas em áreas verdes urbanas (parte do LCF13) e das ii) conversões de áreas em construção para qualquer classe. A exclusão de i) deve-se ao facto de a classe de coberto de origem contemplar territórios não artificializados. A exclusão de ii) é fundamentada no entendimento de que as áreas em construção constituem uma classe de coberto transitória que irá evoluir no curto-prazo para outras classes de coberto definitivas (EEA 2016, pág. 42). As áreas em construção incluem usualmente estaleiros, áreas em edificação, arruamentos e infraestruturas ou outras áreas em transformação, que após a conclusão da construção podem reverter para classes de coberto que nem sempre integram os territórios artificializados.

Para compreensão da importância relativa de cada uma das parcelas abrangidas pela reciclagem de territórios artificializados (em sentido lato), procedeu-se à análise da sua representatividade no conjunto de transformações que visam a gestão do solo urbano (processo LCF1).

A abordagem de cálculo da reciclagem de territórios artificializados (em sentido lato) adotada no presente trabalho difere da utilizada pela Agência Europeia do Ambiente no cálculo do indicador LSI 008 (EEA, 2018), na medida em que esta última considera uma reciclagem “verde” mais alargada (incluindo adicionalmente a conversão de áreas artificializadas em equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas – parte do LCF38).

As variáveis ou indicadores avaliados no presente estudo quantificam superfícies (usualmente em Km²), que dependem não só da área das unidades administrativas a que se referem, mas também da extensão dos períodos de tempo a que se reportam. Atendendo à desigual duração dos dois períodos de tempo analisados e à diferenciada dimensão das unidades administrativas, para viabilizar comparações da mesma variável entre períodos de tempo e/ou entre diferentes unidades administrativas, produziram-se dois tipos de indicadores:

a) Média anual (reportada em Km²/ano) – a superfície de interesse foi dividida pelo número de anos que compõem cada período (exemplo: artificialização anual média). Este indicador só deve ser utilizado na comparação dos valores da mesma unidade administrativa entre períodos de tempo.

b) Taxa anual ponderada pela área da unidade administrativa correspondente (reportada em m²/ano.Km²) - a superfície de interesse (convertida em m²) foi dividida pelo número de anos que compõem cada período. O rácio resultante foi dividido pela área (em Km²) da unidade administrativa correspondente (exemplo: taxa de artificialização anual). Este indicador permite comparar valores entre unidades administrativas e períodos de tempo distintos.

2.1 Aplicação a Portugal Continental

O estudo baseou-se na análise de informação nacional sobre o uso e a ocupação do solo relativa aos períodos 1990-2007 e 2007-2018, designadamente nas Cartas de Uso e Ocupação do Solo (COS) de 1990, 2007 e 2018. A utilização de dois períodos de amplitude tão diferente (17 e 11 anos), ou seja, o recurso à COS1990 no primeiro período, é justificada pelo facto da COS relativa a 1995 não disponibilizar o detalhe temático necessário ao desenvolvimento das análises pretendidas. Com efeito, a COS1995 não desagrega os territórios artificializados em subclasses. Salienta-se, no entanto, que apesar do detalhe temático da COS1990 ser adequado às análises pretendidas, esta carta não foi sujeita a uma harmonização geométrica com as COS relativas a 2007 e a 2018.

Para viabilizar a análise de fluxos (LCFs) desejada e atendendo a que os LCFs foram definidos com base na nomenclatura CLC, as três cartas de ocupação/uso do solo nacionais (COS1990, COS2007 e COS2018) foram inicialmente reclassificadas no terceiro nível da nomenclatura CLC. Uma vez que a nomenclatura atual da COS (versão de Janeiro de 2021) não apresenta a totalidade das classes representadas pelo nível 3 da nomenclatura CLC², houve necessidade de reorganizar algumas das equivalências estabelecidas com a cartografia CLC.

A intersecção dos limites dos municípios do Continente, definidos pela CAOP 2018, com a COS1990 e com a COS2007 (ambas reclassificadas segundo o terceiro nível da nomenclatura CLC), permitiu criar a matriz de alterações da ocupação/uso do solo para o período 1990-2007. A matriz de alterações correspondente ao período 2007-2018 foi obtida por um procedimento análogo, em que em vez da COS1990 se utilizou a COS2018. Foi com base nestas duas matrizes de alterações que se estimaram as áreas do território envolvidas nos fluxos ou processos identificados na Tabela 1.

A utilização de limites administrativos afins (CAOP 2018) na produção das matrizes de alteração 1990-2007 e 2007-2018 destinou-se a assegurar a comparabilidade dos indicadores a apurar por unidade administrativa, para os dois períodos de tempo. O indicador de artificialização (bruta) do solo foi obtido por totalização para cada unidade administrativa das transições entre classes de coberto (em Km²) identificadas no Anexo III (Tabela III.1). Analogamente, o indicador relativo à renaturalização de solo artificializado totaliza para cada unidade administrativa as transições entre classes de coberto (em Km²) identificadas no Anexo III (Tabela III.2). Deste modo, a artificialização líquida do solo em determinada unidade administrativa corresponde ao diferencial dos dois indicadores anteriores para a unidade administrativa em causa.

² A COS não mapeia as classes CLC 335 (Neves e glaciares) e 412 (Turfeiras) porque não têm expressão territorial no Continente (< 1 ha). A atual nomenclatura da COS agrega as classes 211 (Culturas temporárias de sequeiro) e 212 (Culturas temporárias de regadio) numa única classe. O mesmo sucede com a classe 323 (Vegetação herbácea natural) que se encontra agregada com 322 (Matos). Por outro lado, a atual nomenclatura da COS não inclui as classes 313 (Florestas mistas), 324 (Florestas abertas, cortes e novas plantações) e 334 (Áreas ardidas) porque estas foram integradas noutras classes.

3. Resultados

Os resultados seguidamente apresentados começam por quantificar a artificialização bruta e a renaturalização do solo no território Continental e nas regiões NUTS3 que o integram, bem como as dinâmicas de alteração do uso/ocupação do solo subjacentes a estes fenómenos nos períodos 1990-2007 e 2007-2018. Estes dois períodos diferenciam-se substancialmente no que concerne à regulamentação do uso do solo então vigente.

O período 1990-2007 reporta a uma época “expansionista”, em que houve um enorme incremento da construção e de grandes infraestruturas, a par de um aumento do nível de vida da população. Este período é também marcado pela escassez e/ou ineficácia das políticas de ordenamento do território no que diz respeito à regulamentação do uso do solo e das suas alterações, materializada pela primeira geração de PDM, enquanto que o período 2007-2018, reflete uma época em que, por um lado, se manifesta uma retração dessa expansão em resultado dos efeitos em Portugal da crise económica e financeira mundial e, por outro lado, já se encontram em vigor diversos Instrumentos de Gestão do Território (IGT) com outra visão sobre o regime de uso do solo. É somente a meio do segundo período, que a Lei de Bases Gerais da Política Pública de Solos, de Ordenamento do Território e de Urbanismo³ vem reforçar a preocupação já expressa na (primeira) Lei de Bases da Política de Ordenamento do Território e Urbanismo⁴, de 1998, de encarar o solo como um recurso escasso, cujo aproveitamento tem que ser racionalizado.

Efetivamente, se em 1998 são enunciados como objetivos do ordenamento do território, entre outros, “a rentabilização das infraestruturas, evitando a extensão desnecessária das redes e dos perímetros urbanos e racionalizando o aproveitamento das áreas intersticiais” e a aposta na reabilitação de centros históricos, esses desígnios são em 2014 reafirmados, intensificando a necessidade de contenção da expansão urbana e da edificação dispersa e o fomento da reabilitação e regeneração urbanas em detrimento da nova construção. Na sequência da revisão da Lei de Bases, foi igualmente revisto o regime jurídico dos instrumentos de gestão territorial⁵, em 2015, sendo na prática extinta a categoria operativa de solo urbanizável. Também em 2015, o decreto regulamentar relativo aos critérios para a classificação e qualificação do solo⁶, que constitui regime de uso do solo dos planos, deixa clara a excecionalidade da reclassificação de solo rústico em urbano (a expansão dos perímetros urbanos), sendo exigida a demonstração da sustentabilidade económica e financeira desta transformação, através de indicadores demográficos e dos níveis de oferta e procura do solo urbano.

3.1 Artificialização e renaturalização do solo

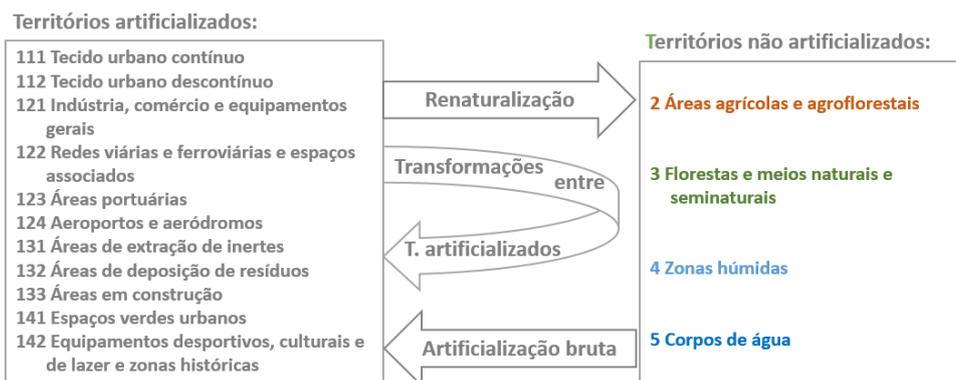
Como já referido, a artificialização bruta do solo avalia a conversão de áreas não artificializadas (agrícolas, florestais, seminaturais e naturais, zonas húmidas ou superfícies aquáticas) em territórios artificializados. A renaturalização do solo avalia o fenómeno inverso da artificialização, isto é a conversão de áreas artificializadas em não artificializadas. No contexto da formação de territórios artificializados, a artificialização bruta representa uma parcela, a que acrescem os ganhos decorrentes de transformações entre classes de territórios artificializados. Analogamente, a renaturalização representa apenas uma parcela do consumo de territórios artificializados, a que acrescem as perdas decorrentes de transformações entre territórios artificializados (vide Figura 1). A artificialização líquida do solo corresponde ao saldo entre a artificialização bruta e a renaturalização do solo verificadas no mesmo período.

³ Lei n.º 31/2014 de 30 de maio, DR n.º 104/2014.

⁴ Lei n.º 48/1998 de 11 de agosto, DR n.º 184/1998.

⁵ Decreto-Lei n.º 80/2015 de 14 de maio, DR n.º 93/2015.

⁶ Decreto Regulamentar n.º 15/2015 de 19 de agosto, DR n.º 161/2015.



Formação de Territórios artificializados = Artificialização bruta + Transformações entre Territórios artificializados

Consumo de Territórios artificializados = Renaturalização + Transformações entre Territórios artificializados

Figura 1 – Artificialização bruta e renaturalização do solo no contexto da formação e do consumo de territórios artificializados

3.1.1 Artificialização bruta do solo

A artificialização anual média (bruta) do solo em Portugal Continental, foi de 124.8 Km²/ano no período 1990-2007, tendo decrescido drasticamente para 26.4 Km²/ano no período subsequente (2007-2018). A Figura 2 permite comparar a taxa de artificialização bruta anual (expressa em m²/ano.Km²), verificada por NUTS3 nos dois períodos. Na Tabela 2 disponibilizam-se indicadores adicionais relativos à artificialização bruta verificada por NUTS3 e no Continente nos mesmos períodos. Da sua análise destacam-se os seguintes factos:

- A artificialização bruta do solo apresenta uma distribuição espacial análoga à da população no Continente, decrescendo do litoral para o interior do território.
- Nos dois períodos em apreciação, a taxa de artificialização bruta foi maior nas duas Áreas Metropolitanas (AM) e nas NUTS3 limítrofes, particularmente nas mais próximas da faixa costeira que interliga as duas metrópoles.
- A magnitude do fenómeno foi manifestamente superior entre 1990 e 2007. Neste período, a taxa de artificialização bruta anual foi inferior à do Continente (1400.4 m²/ano.Km²) em dez NUTS3 (que correspondem por ordem crescente daquele indicador a Terras de Trás-os-Montes, Beira Baixa, Alto Alentejo, Baixo Alentejo, Alentejo Litoral, Alentejo Central, Beiras e Serra da Estrela, Douro, Alto Tâmega, e Lezíria do Tejo). De entre as treze NUTS3 que apresentaram taxas de artificialização superiores à do Continente destacam-se a região do Cávado (com 4975.6 m²/ano.Km²), as Áreas Metropolitanas de Lisboa e do Porto (com 4941 m²/ano.Km² e 4880.9 m²/ano.Km², respetivamente) e a região do Ave (com 3911.7 m²/ano.Km²). Nestas quatro NUTS3, os municípios que apresentaram maiores taxas de artificialização bruta foram: Oeiras, Amadora, Cascais, Almada, Odivelas e Seixal (da AM Lisboa), S. João da Madeira, Vila Nova de Gaia, Maia, Matosinhos e Espinho (da AM Porto), Braga (da região de Cávado) e Guimarães (da região do Ave). No Entroncamento (região do Médio Tejo), Paços de Ferreira (região do Tâmega e Sousa) e em Albufeira (região do Algarve) também se verificaram taxas de artificialização de ordem de grandeza (> 7151 m²/ano.Km²) da dos municípios acima referidos. As NUTS3 que neste período denotaram menores taxas de artificialização bruta anual foram as Terras de Trás-os-Montes e a Beira Baixa (279.7 m²/ano.Km² e 370.1 m²/ano.Km², respetivamente).
- No período 2007-2018, o ritmo de artificialização do território Continental diminuiu notavelmente (296.2 m²/ano.Km²) e as maiores taxas concentraram-se nas duas Áreas Metropolitanas e na sua vizinhança

imediate. O número de NUTS3 que apresentaram taxas de artificialização inferiores à do Continente aumentou para treze (passando a incluir Viseu Dão Lafões, Alto Minho e Médio Tejo, para além das regiões já listadas para o período 1990-2007). A taxa de artificialização bruta foi máxima na Área Metropolitana do Porto (1153 m²/ano.Km²), ligeiramente inferior na AM de Lisboa (1021 m²/ano.Km²) e com valores de ordem de grandeza dos 600 m²/ano.Km² nas regiões de Aveiro, Oeste e Ave. Os municípios, pertencentes a estas NUTS3, que apresentaram maiores taxas de artificialização bruta foram: Amadora, Seixal, Oeiras, Odivelas, Barreiro, Cascais, Almada e Lisboa (da AM Lisboa), Vila Nova de Gaia, S. João da Madeira, Matosinhos, Santa Maria da Feira e Valongo (da AM Porto), Estarreja (da região de Aveiro), Óbidos e Nazaré (da região do Oeste) e Vila Nova de Famalicão (da região do Ave). Apesar de não integrarem as cinco NUTS3 destacadas, merecem igualmente referência dois municípios que evidenciaram taxas de artificialização bruta similares às dos municípios acima descritos (>1450 m²/ano.Km²), designadamente, o Entroncamento (região do Médio Tejo) e Portimão (região do Algarve). Neste período, as regiões com menores taxas de artificialização bruta anual foram o Alto Alentejo e a Beira Baixa (83.8 m²/ano.Km² e 107.8 m²/ano.Km², respetivamente).

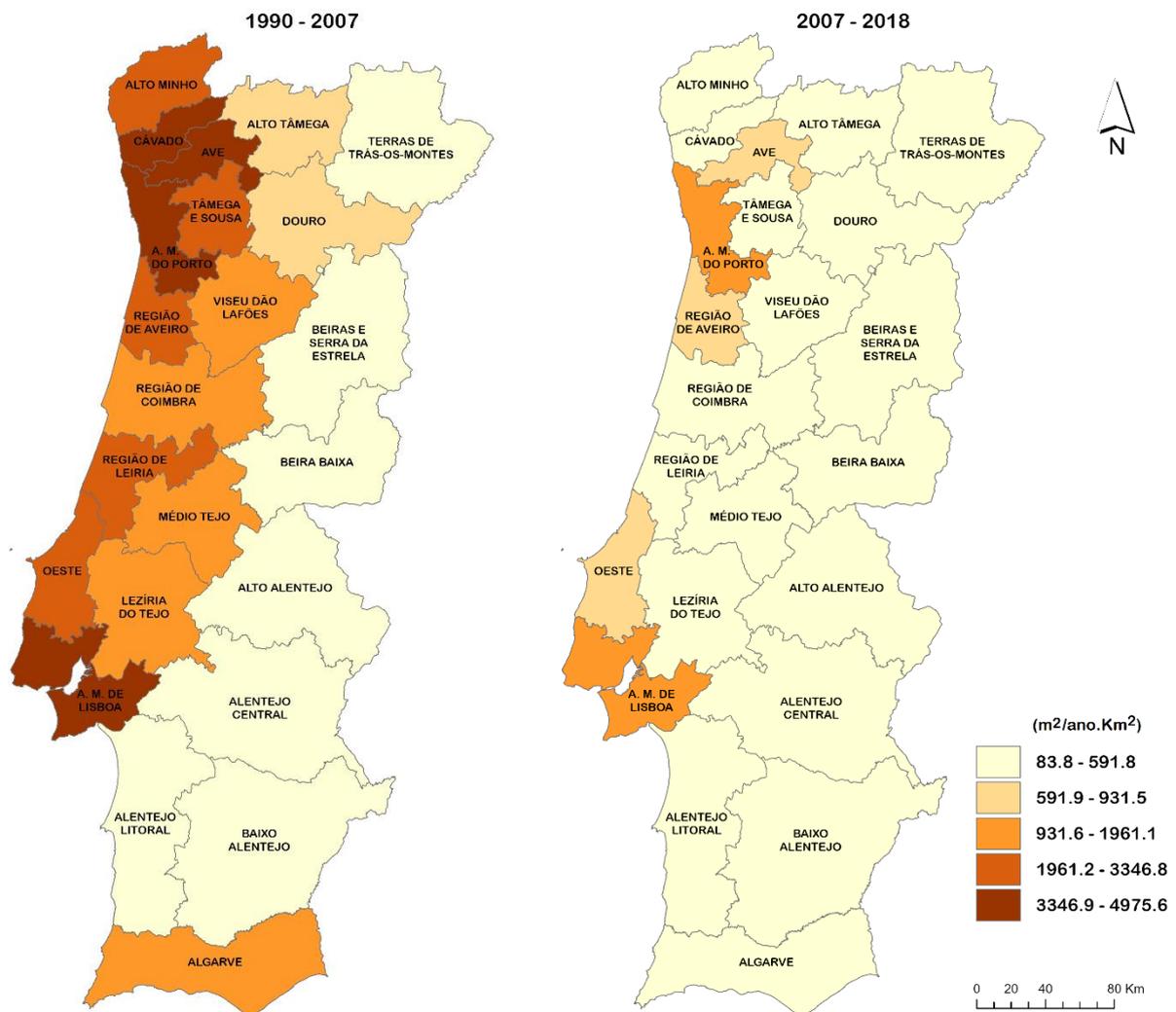


Figura 2 – Taxa de artificialização bruta anual por NUTS3 nos períodos 1990-2007 e 2007-2018 (m²/ano.Km²) - Portugal Continental

Tabela 2 – Indicadores de artificialização bruta por NUTS3 nos períodos 1990-2007 e 2007-2018 - Portugal Continental

NUTS3	Artificialização bruta anual média (Km ² /ano)		Taxa de artificialização bruta anual ponderada pela área da unidade geográfica correspondente (m ² /ano.Km ²)	
	1990-2007	2007-2018	1990-2007	2007-2018
ALTO MINHO	5.6	0.5	2543.0	245.8
CÁVADO	6.2	0.7	4975.6	538.6
AVE	5.7	0.9	3911.7	602.0
A. M. DO PORTO	10.0	2.4	4880.9	1153.0
ALTO TÂMEGA	2.7	0.4	931.5	152.8
TÂMEGA E SOUSA	6.1	0.9	3346.8	515.2
DOURO	2.8	1.1	691.7	281.2
TERRAS DE TRÁS-OS-MONTES	1.6	1.2	279.7	210.9
ALGARVE	9.6	1.8	1916.1	353.9
OESTE	6.2	1.4	2799.4	638.4
REGIÃO DE AVEIRO	4.8	1.1	2861.5	663.1
REGIÃO DE COIMBRA	8.3	1.8	1903.1	423.3
REGIÃO DE LEIRIA	6.5	1.2	2648.1	486.2
UISEU DÃO LAFÕES	5.1	0.9	1559.9	281.6
BEIRA BAIXA	1.7	0.5	370.1	107.8
MÉDIO TEJO	5.4	0.8	1606.9	238.3
BEIRAS E SERRA DA ESTRELA	3.7	1.0	591.8	152.4
A. M. DE LISBOA	14.9	3.1	4941.0	1021.0
ALENTEJO LITORAL	2.7	1.2	516.7	226.6
BAIXO ALENTEJO	3.3	1.2	384.9	144.4
LEZÍRIA DO TEJO	5.7	0.8	1329.1	184.3
ALTO ALENTEJO	2.3	0.5	376.3	83.8
ALENTEJO CENTRAL	4.0	0.9	537.8	126.8
PORTUGAL CONTINENTAL	124.8	26.4	1400.4	296.2

3.1.2 Renaturalização do solo

A naturalização de solo artificializado (ou renaturalização) é, comparativamente ao fenómeno inverso (artificialização bruta do solo), um processo raro que abrange pequenas áreas do território. Em Portugal Continental, a renaturalização anual média foi de 18.5 Km²/ano no período 1990-2007 e decresceu para cerca de um quinto no período 2007-2018 (3.7 Km²/ano). As superfícies naturalizadas no primeiro período (314 Km²) e no segundo período (40.8 Km²) representam, respetivamente, 0.4% e 0.05% do território Continental. A Tabela 3 apresenta indicadores sobre a renaturalização do solo por NUTS3 e para o Continente nos períodos citados. A Figura 3 permite comparar a taxa de renaturalização verificada por NUTS3 nos dois períodos. Da análise de ambos, destacam-se as seguintes observações:

- Nos dois períodos em apreciação, a taxa de renaturalização do solo foi maior nas duas Áreas Metropolitanas e nas NUTS3 adjacentes, particularmente nas mais próximas da faixa costeira que interliga

as duas metrópoles.

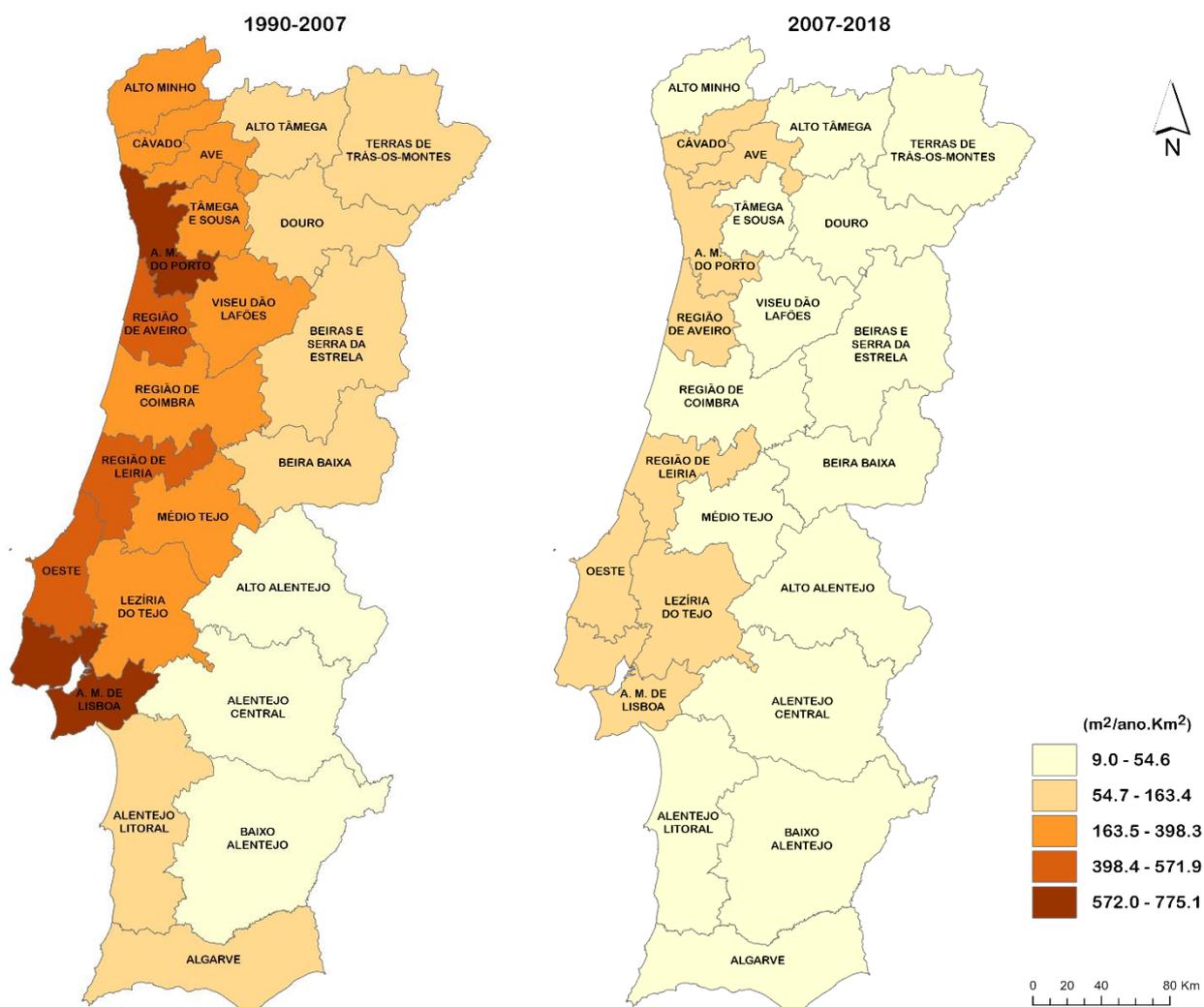


Figura 3 – Taxa de renaturalização anual do solo por NUTS3 nos períodos 1990-2007 e 2007-2018 ($\text{m}^2/\text{ano.Km}^2$) -Portugal Continental

- A extensão deste processo foi manifestamente superior entre 1990 e 2007. Neste período, a taxa de renaturalização do Continente ($207.3 \text{ m}^2/\text{ano.Km}^2$) foi ultrapassada em treze NUTS3, das quais se destacam as Áreas Metropolitanas de Lisboa e do Porto (com $775.1 \text{ m}^2/\text{ano.Km}^2$ e $670.9 \text{ m}^2/\text{ano.Km}^2$, respetivamente) e as regiões do Oeste e de Aveiro (com $571.9 \text{ m}^2/\text{ano.Km}^2$ e $524.7 \text{ m}^2/\text{ano.Km}^2$, respetivamente). Nestas quatro NUTS3, os municípios que apresentaram as maiores taxas de renaturalização foram: Barreiro, Almada, Amadora, Seixal, Lisboa, Odivelas, Oeiras e Loures (da AM Lisboa), Matosinhos e S. João da Madeira (da AM Porto), Oliveira do Bairro (da região de Aveiro) e Caldas da Rainha (da região Oeste). Em Vizela (região do Ave) também se observou uma taxa de renaturalização de ordem de grandeza ($>1400 \text{ m}^2/\text{ano.Km}^2$) da dos municípios referidos. As menores taxas de renaturalização ocorreram nas regiões mais interiores do Alentejo (Baixo Alentejo, Alentejo Central e Alto Alentejo) com valores que rondaram os $50 \text{ m}^2/\text{ano.Km}^2$.
- Entre 2007 e 2018, a taxa de renaturalização do solo no Continente foi de $41.6 \text{ m}^2/\text{ano.Km}^2$. Esta taxa é cerca de cinco vezes inferior à observada no período precedente. Neste período também decresceu o

número de regiões que apresentaram taxas de renaturalização superiores à do Continente (onze NUTS3). As maiores taxas de renaturalização anual ocorreram na AM de Lisboa (157.9 m²/ano.Km²), na região do Oeste (148.1 m²/ano.Km²), na AM do Porto (93.1 m²/ano.Km²) e na região do Cávado (90.4 m²/ano.Km²). Os municípios destas quatro regiões que apresentaram maior taxa anual de conversão de territórios artificializados em não artificializados foram: Amadora, Barreiro, Sintra, Seixal, Sesimbra e Vila Franca de Xira (da AM Lisboa), Torres Vedras e Alenquer (da região Oeste), Paredes, Maia e Porto (da AM Porto) e Braga (da região do Cávado). Neste período, destacaram-se igualmente os municípios de Cuba (no Baixo Alentejo), Rio Maior (na Lezíria do Tejo) e Entroncamento (no Médio Tejo), por apresentarem taxas de renaturalização anual similares (>201 m²/ano.Km²) às dos municípios acima referidos. As menores taxas de renaturalização por NUTS3 (inferiores a 13 m²/ano.Km²) ocorreram na Beira Baixa, nas regiões mais interiores do Alentejo, e em Terras de Trás-os-Montes. Realça-se igualmente que a renaturalização do solo foi nula em 14% dos municípios do Continente.

Tabela 3 – Indicadores de renaturalização do solo por NUTS3 nos períodos 1990-2007 e 2007-2018 - Portugal Continental

NUTS3	Renaturalização anual média (Km ² /ano)		Taxa de renaturalização anual ponderada pela área da unidade geográfica correspondente (m ² /ano.Km ²)	
	1990-2007	2007-2018	1990-2007	2007-2018
ALTO MINHO	0.6	0.1	288.7	47.5
CÁVADO	0.3	0.1	265.2	90.4
AVE	0.5	0.1	328.1	68.1
A. M. DO PORTO	1.4	0.2	670.9	93.1
ALTO TÂMEGA	0.4	0.1	127.7	31.1
TÂMEGA E SOUSA	0.7	0.1	389.3	37.9
DOURO	0.6	0.2	147.8	45.9
TERRAS DE TRÁS-OS-MONTES	0.6	0.1	112.1	12.6
ALGARVE	0.8	0.1	163.4	28.9
OESTE	1.3	0.3	571.9	148.1
REGIÃO DE AVEIRO	0.9	0.2	524.7	89.1
REGIÃO DE COIMBRA	1.0	0.2	231.6	52.4
REGIÃO DE LEIRIA	1.0	0.2	425.0	69.3
UISEU DÃO LAFÕES	1.0	0.1	307.3	39.0
BEIRA BAIXA	0.5	0.04	100.9	9.0
MÉDIO TEJO	1.0	0.04	292.5	12.2
BEIRAS E SERRA DA ESTRELA	0.6	0.2	95.0	38.4
A. M. DE LISBOA	2.3	0.5	775.1	157.9
ALENTEJO LITORAL	0.6	0.1	118.2	22.8
BAIXO ALENTEJO	0.4	0.3	50.7	40.4
LEZÍRIA DO TEJO	1.2	0.2	275.0	56.5
ALTO ALENTEJO	0.3	0.1	54.6	10.9
ALENTEJO CENTRAL	0.4	0.1	52.8	9.1
PORTUGAL CONTINENTAL	18.5	3.7	207.3	41.6

3.1.3 Artificialização líquida do solo

A artificialização líquida anual média em Portugal Continental foi de 106.3 Km²/ano no período 1990-2007, tendo decrescido para menos de um quarto (22.7 Km²/ano) no período 2007-2018. A Figura 4 mostra a variabilidade da taxa de artificialização líquida anual por NUTS3 em cada período, enquanto que a Figura 5 ilustra a redução daquela taxa verificada entre os dois períodos na grande maioria das NUTS3. Na Tabela 4 disponibilizam-se indicadores relativos à artificialização líquida no Continente e por NUTS3, para os períodos em apreciação. Da análise dos conteúdos apresentados, destacam-se as seguintes observações:

- A taxa de artificialização líquida anual do solo apresenta uma distribuição espacial (Figura 4) análoga à da taxa de artificialização bruta anual (Figura 2), decrescendo do litoral para o interior do território.

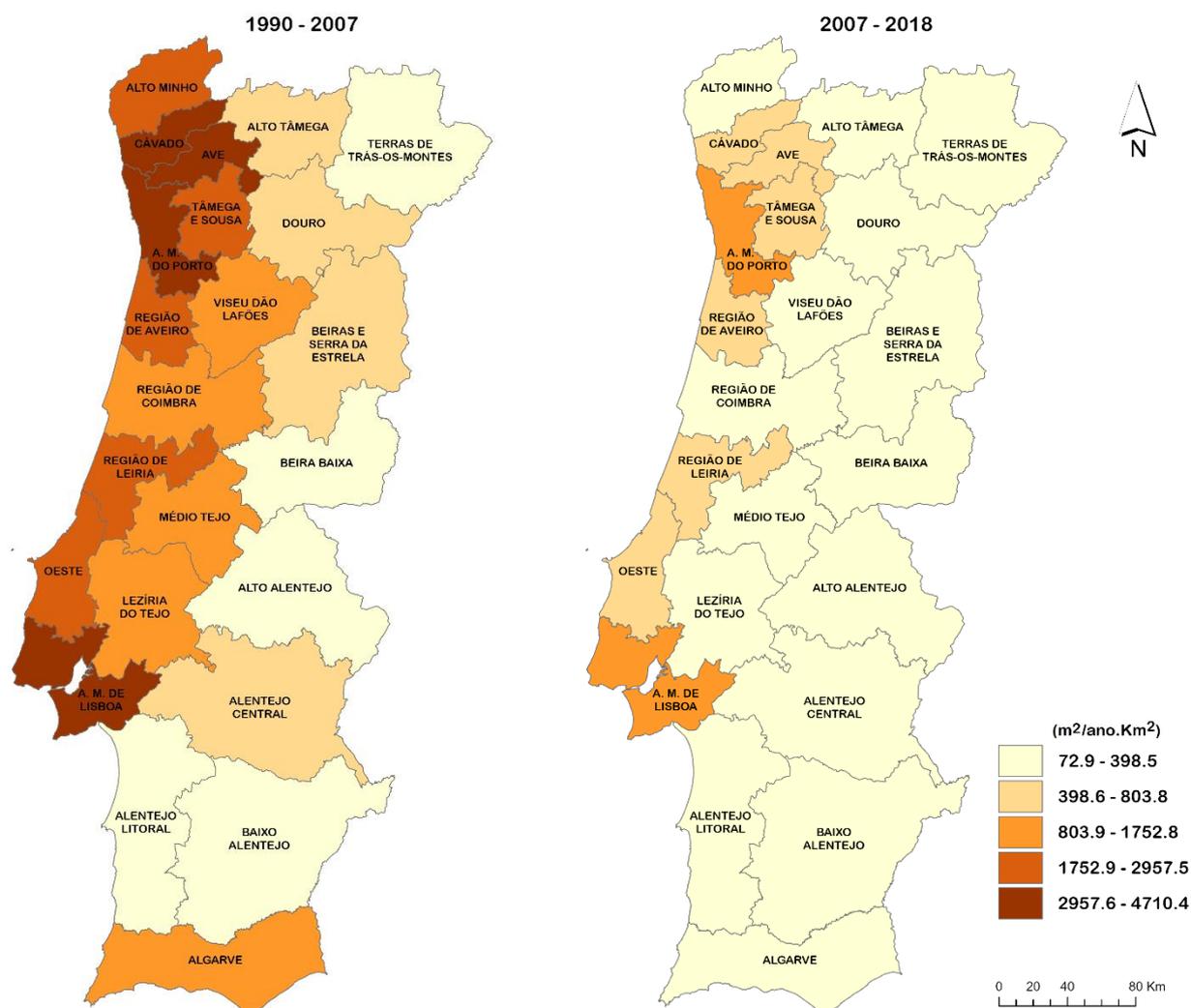


Figura 4 – Taxa de artificialização líquida anual por NUTS3 nos períodos 1990-2007 e 2007-2018 (m²/ano.Km²) - Portugal Continental

- A extensão do fenómeno foi manifestamente superior entre 1990 e 2007. Neste período, a taxa de artificialização líquida no Continente foi de 1193.1 m²/ano.Km², valor este que foi excedido por treze NUTS3, que correspondem por ordem crescente daquele indicador a: Viseu Dão Lafões, Médio Tejo, Coimbra, Algarve, Leiria, Oeste, Alto Minho, Aveiro, Tâmega e Sousa, Ave, Áreas Metropolitanas de

Lisboa e do Porto e Cávado. De entre as citadas, destacam-se as taxas de artificialização líquida verificadas na região do Cávado (4710.4 m²/ano.Km²), bem como nas Áreas Metropolitanas (4210 m²/ano.Km² para o Porto, e 4165.9 m²/ano.Km² para Lisboa). As mais reduzidas taxas deste fenómeno verificaram-se em Terras de Trás-os-Montes (167.6 m²/ano.Km²) e na Beira Baixa (269.2 m²/ano.Km²).

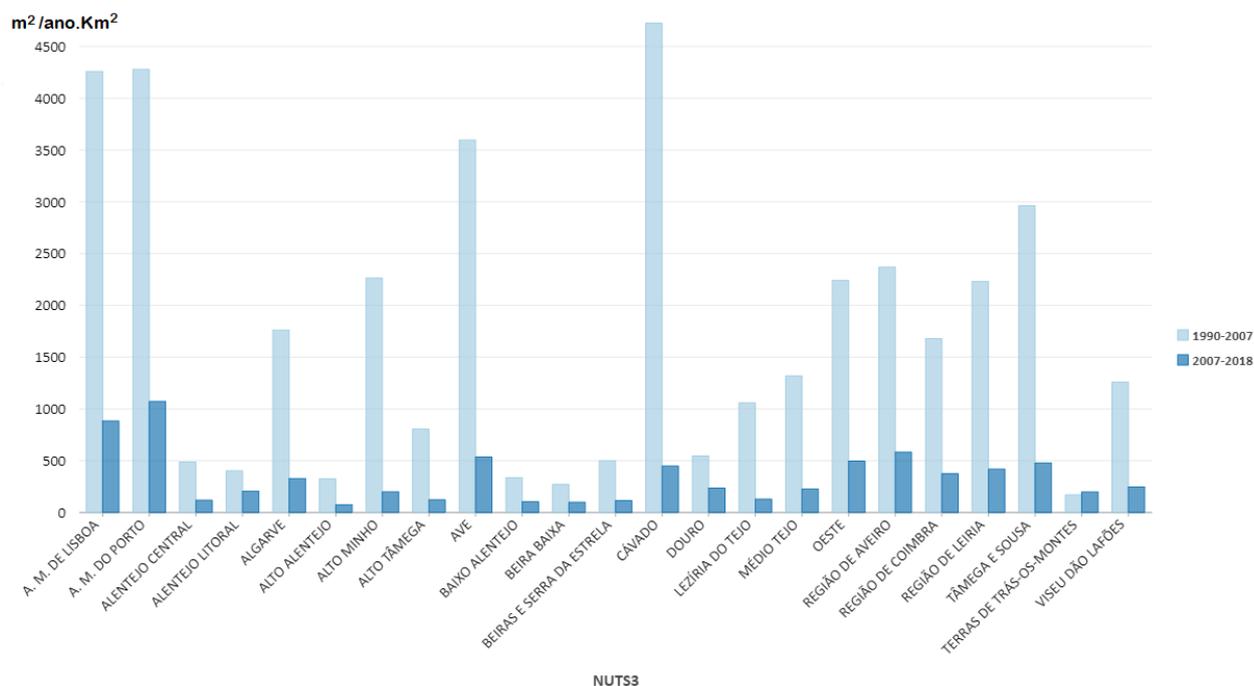


Figura 5 – Variação da taxa de artificialização líquida anual por NUTS3 (m²/ano.Km²) entre os períodos 1990-2007 e 2007-2018 - Portugal Continental

- No período 2007-2018, verificou-se um decréscimo acentuado da taxa de artificialização líquida no Continente (254.5 m²/ano.Km²). Embora as maiores taxas deste fenómeno tenham ocorrido nas duas Áreas Metropolitanas e na sua vizinhança imediata, o número de NUTS3 que ultrapassaram a taxa do Continente baixou para dez. A taxa de artificialização líquida foi máxima na Área Metropolitana do Porto (1059.9 m²/ano.Km²), ligeiramente inferior na AM de Lisboa (863.2 m²/ano.Km²) e com valores de ordem de grandeza dos 500 m²/ano.Km² nas regiões de Aveiro e do Ave. As NUTS3 que apresentaram as menores taxas de artificialização líquida foram o Alto Alentejo e a Beira Baixa (72.9 m²/ano.Km² e 98.8 m²/ano.Km², respetivamente).

Tabela 4 – Indicadores de artificialização líquida por NUTS3 nos períodos 1990-2007 e 2007-2018 - Portugal Continental

NUTS3	Artificialização líquida anual média (Km ² /ano)		Taxa de artificialização líquida anual ponderada pela área da unidade geográfica correspondente (m ² /ano.Km ²)	
	1990-2007	2007-2018	1990-2007	2007-2018
ALTO MINHO	5.0	0.4	2254.3	198.3
CÁVADO	5.9	0.6	4710.4	448.2
AVE	5.2	0.8	3583.5	533.9

NUTS3	Artificialização líquida anual média (Km ² /ano)		Taxa de artificialização líquida anual ponderada pela área da unidade geográfica correspondente (m ² /ano.Km ²)	
	1990-2007	2007-2018	1990-2007	2007-2018
A. M. DO PORTO	8.6	2.2	4210.0	1059.9
ALTO TÂMEGA	2.3	0.4	803.8	121.7
TÂMEGA E SOUSA	5.4	0.9	2957.5	477.2
DOURO	2.2	0.9	543.9	235.4
TERRAS DE TRÁS-OS-MONTES	0.9	1.1	167.6	198.3
ALGARVE	8.8	1.6	1752.8	325.1
OESTE	4.9	1.1	2227.5	490.4
REGIÃO DE AVEIRO	4.0	1.0	2336.8	574.0
REGIÃO DE COIMBRA	7.2	1.6	1671.5	370.9
REGIÃO DE LEIRIA	5.4	1.0	2223.1	416.9
UISEU DÃO LAFÕES	4.1	0.8	1252.6	242.6
BEIRA BAIXA	1.2	0.5	269.2	98.8
MÉDIO TEJO	4.4	0.8	1314.4	226.1
BEIRAS E SERRA DA ESTRELA	3.1	0.7	496.7	114.0
A. M. DE LISBOA	12.6	2.6	4165.9	863.2
ALENTEJO LITORAL	2.1	1.1	398.5	203.8
BAIXO ALENTEJO	2.9	0.9	334.2	104.0
LEZÍRIA DO TEJO	4.5	0.5	1054.0	127.8
ALTO ALENTEJO	2.0	0.4	321.7	72.9
ALENTEJO CENTRAL	3.6	0.9	484.9	117.7
PORTUGAL CONTINENTAL	106.3	22.7	1193.1	254.5

As Figuras 6 e 7 sistematizam os processos/ determinantes da artificialização líquida do solo no Continente, segundo classes de coberto despendidas (em Km²) nos períodos 1990-2007 e 2007-2018. Nestas figuras, os processos de renaturalização do solo são representados por barras cinzentas com valores negativos, e os processos de artificialização bruta são representados por barras de cores diversas com valores positivos. Nas Tabelas 5 e 6 identificam-se para os mesmos períodos a área despendida por cada processo e a percentagem de cada classe de coberto gasta por processo. Os processos (LCFs) listados nas Figuras 6 e 7, e nas Tabelas 5 e 6 podem ser descodificados na Tabela 1.

Embora as áreas de coberto despendidas por quase todos os processos tenham decrescido do primeiro para o segundo período, a representatividade de cada processo na artificialização ou na renaturalização do território verificada em cada período (percentagem da área gasta por dado processo relativa à área do território artificializada ou naturalizada no mesmo período) nem sempre decresceu.

A Figura 6 e a Tabela 5 evidenciam que no primeiro período (1990-2007) foram quatro os processos com maior importância, em termos de área despendida, na artificialização do território Continental:

- A conversão de áreas não artificializadas em tecido edificado descontínuo (expansão residencial urbana difusa - LCF22) foi o processo responsável por 44% da artificialização do território. As classes de coberto natural mais utilizadas nesta conversão foram as terras aráveis e culturas permanentes

(46%), as pastagens e mosaicos culturais (32%) e as florestas e arbustos florestais de transição (15%).

- A conversão de áreas não artificializadas em áreas industriais e comerciais (LCF31) foi responsável por 15% da artificialização do território. As classes de coberto mais utilizadas nesta conversão foram as terras aráveis e culturas permanentes (42%), as florestas e arbustos florestais de transição (28%), e os prados naturais, matos e vegetação esclerófila (15%).

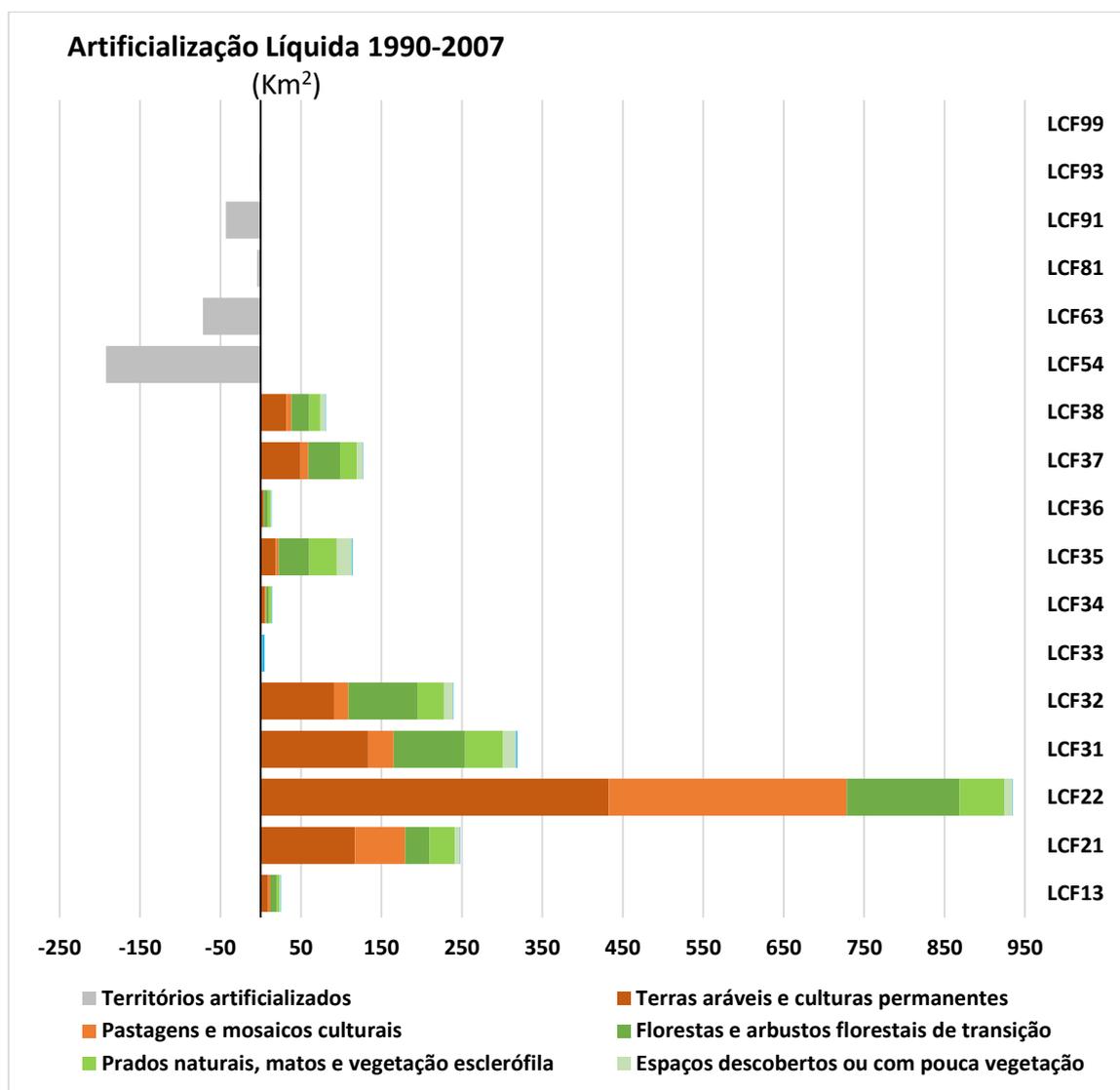


Figura 6 - Artificialização líquida segundo classes de coberto despendidas e processos / determinantes (LCFs) - Portugal Continental 1990-2007 (Km²)

- A conversão de áreas não artificializadas em tecido edificado contínuo (expansão residencial urbana densa /compacta - LCF21) foi o terceiro processo com maior importância relativa (12%) na artificialização do território. As classes de coberto mais contributivas para esta conversão foram as terras aráveis e culturas permanentes (47%), as pastagens e mosaicos culturais (25%), os prados naturais, matos e vegetação esclerófila (13%), e as florestas e arbustos florestais de transição (12%).
- A conversão de áreas não artificializadas em redes de transportes (LCF32) foi responsável por 11% da artificialização do território. As classes de coberto natural mais utilizadas no desenvolvimento de redes

de transporte foram as terras aráveis e culturas permanentes (38%), as florestas e arbustos florestais de transição (36%), e os prados naturais, matos e vegetação esclerofila (14%).

A Tabela 5 também revela que as classes de coberto mais despendidas pela artificialização do território Continental no período 1990-2007 foram as terras aráveis e culturas permanentes (42%), as florestas e arbustos florestais de transição (21.7%) e as pastagens e mosaicos culturais (20.4%).

Dos processos com maior importância na renaturalização do território Continental entre 1990 e 2007 destacam-se:

- A conversão de áreas artificializadas em áreas agrícolas (LCF54), que foi responsável pela criação de 61% da área naturalizada.
- A criação de florestas e bosques a partir de áreas artificializadas (LCF63), com um contributo de 23% na renaturalização do solo.
- A conversão de áreas artificializadas em áreas seminaturais (LCF91), que foi responsável pela criação de 14% da área naturalizada.

Tabela 5 – Classes de coberto despendidas pelos processos/ determinantes (LCFs) da artificialização líquida do solo - Portugal Continental 1990-2007 (% relativa à área gasta por processo)

Processos	Área gasta por processo (Km ²)	Territórios artificializados (%)	Terras aráveis e culturas permanentes (%)	Pastagens e mosaicos culturais (%)	Florestas e arbustos florestais de transição (%)	Prados naturais, matos e vegetação esclerofila (%)	Espaços descobertos ou com pouca vegetação (%)	Zonas húmidas (%)	Massas de água superficiais (%)	
Artificialização	LCF13	24.6		34.8	13.5	29.7	16.0	4.8	0.5	0.6
	LCF21	248.4		47.3	25.1	12.0	12.7	2.6	0.1	0.2
	LCF22	934.8		46.3	31.7	15.0	5.9	1.1	0.01	0.02
	LCF31	318.8		41.9	9.9	28.0	14.6	5.1	0.2	0.3
	LCF32	239.5		38.0	7.6	35.8	13.7	4.6	0.2	0.2
	LCF33	4.5		4.9	0.8	0.5	3.9	16.1	12.6	61.2
	LCF34	14.1		37.1	8.2	21.6	25.7	5.7	1.2	0.6
	LCF35	114.6		16.3	3.0	33.2	30.1	16.6	0.1	0.6
	LCF36	13.1		24.9	5.4	35.5	24.5	9.5		0.1
	LCF37	127.3		38.9	7.5	31.0	16.5	5.4	0.5	0.2
	LCF38	81.1		39.2	7.7	27.6	16.8	7.2	0.8	0.7
	LCF99	0.5						68.6	31.4	
TOTAL	2121.3	0.0	42.0	20.4	21.7	11.6	3.8	0.2	0.3	
Renaturalização	LCF54	192.2	100.0							
	LCF63	71.7	100.0							
	LCF81	4.3	100.0							
	LCF91	43.4	100.0							
	LCF93	2.4	100.0							
	TOTAL	314.0	100.0							

No período 2007-2018 são cinco os processos que se destacam pela sua importância relativa, em termos de área despendida, na artificialização do território (vide Figura 7 e Tabela 6):

- O processo de conversão de áreas não artificializadas em áreas industriais e comerciais (LCF31) foi responsável por 26% da superfície do território artificializada. As classes de coberto mais utilizadas nesta conversão foram as florestas e arbustos florestais de transição (41%), as terras aráveis e culturas permanentes (25%), os prados naturais, matos e vegetação esclerofila (20%), e as pastagens e mosaicos culturais (14%).
- A conversão de áreas não artificializadas em estaleiros de construção (LCF37) foi segundo o processo com maior importância relativa (22%) na artificialização do território. As classes de coberto natural mais utilizadas nesta conversão foram as florestas e arbustos florestais de transição (46%), os prados naturais, matos e vegetação esclerofila (23%), as terras aráveis e culturas permanentes (18%), e as pastagens e mosaicos culturais (13%).

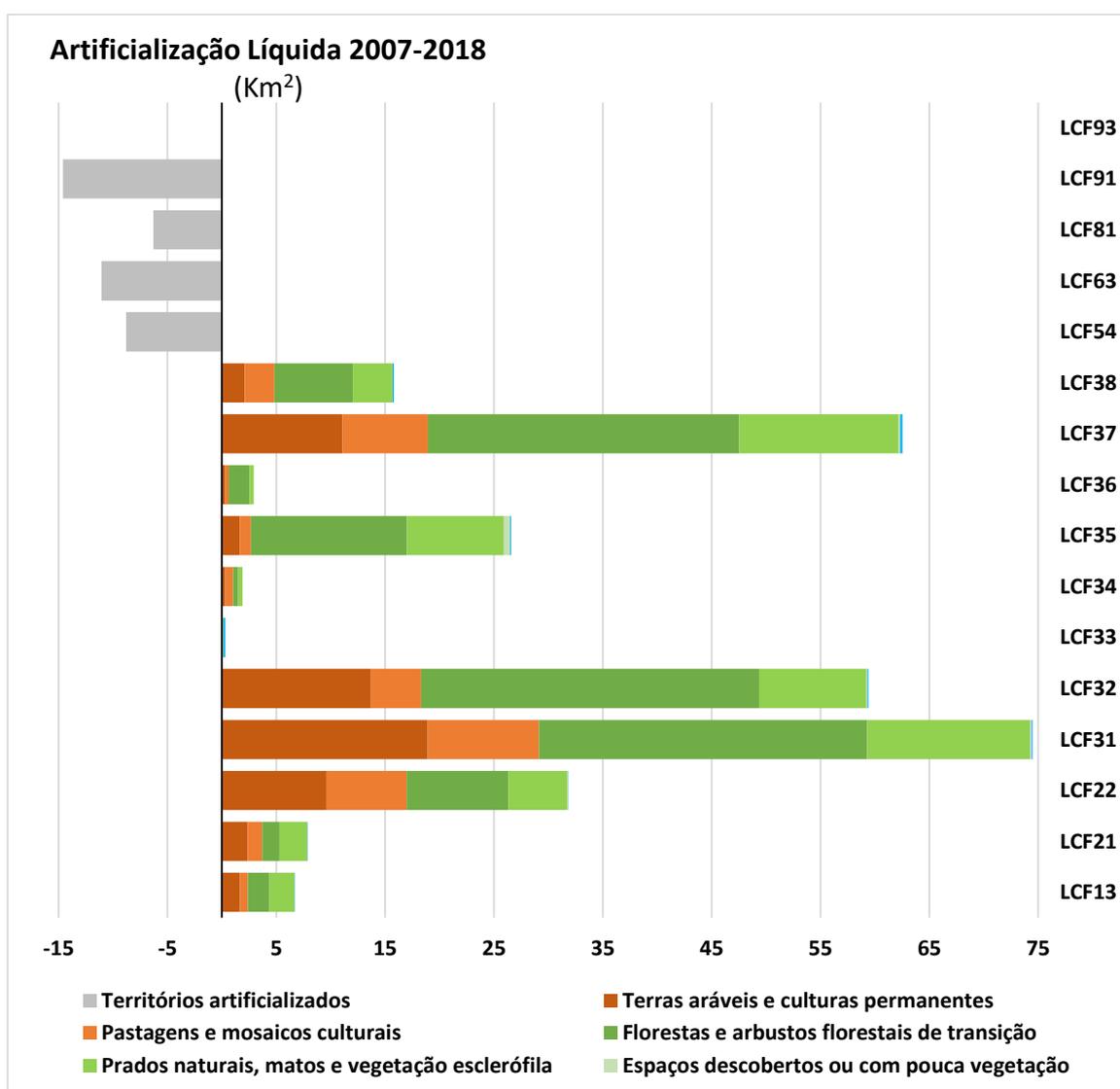


Figura 7 - Artificialização líquida segundo classes de coberto despendidas e processos / determinantes (LCFs) - Portugal Continental 2007-2018 (Km²)

- O processo de conversão de áreas não artificializadas em redes de transportes (LCF32) foi responsável por 20% da artificialização do território. As classes de coberto natural que mais contribuíram para o desenvolvimento de redes de transporte foram as florestas e arbustos florestais de transição (52%), as terras aráveis e culturas permanentes (23%), e os prados naturais, matos e vegetação esclerofila (17%).
- A conversão de áreas não artificializadas em tecido edificado descontínuo (expansão residencial urbana difusa - LCF22) foi responsável por 11% da artificialização do território. As classes de coberto mais utilizadas nesta conversão foram as terras aráveis e culturas permanentes (30%), as florestas e arbustos florestais de transição (29%), as pastagens e mosaicos culturais (23%), e os prados naturais, matos e vegetação esclerofila (17%).
- O processo de conversão de áreas não artificializadas em áreas de extração de inertes (LCF35) teve neste último período uma importância relativa de 9% na artificialização do território. As classes de coberto natural mais utilizadas na criação de áreas de extração de inertes foram as florestas e arbustos florestais de transição (54%), e os prados naturais, matos e vegetação esclerofila (34%).

Tabela 6 – Classes de coberto despendidas pelos processos/ determinantes (LCFs) da artificialização líquida do solo - Portugal Continental 2007-2018 (% relativa à área gasta por processo)

Processos	Área gasta por processo (Km ²)	Territórios artificializados (%)	Terras aráveis e culturas permanentes (%)	Pastagens e mosaicos culturais (%)	Florestas e arbustos florestais de transição (%)	Prados naturais, matos e vegetação esclerofila (%)	Espaços descobertos ou com pouca vegetação (%)	Zonas húmidas (%)	Massas de água superficiais (%)
Artificialização	LCF13	6.7		24.9	10.5	29.7	34.4	0.2	0.4
	LCF21	7.9		29.7	17.4	19.9	32.1	0.8	0.03
	LCF22	31.8		30.2	23.2	29.4	17.1	0.1	0.03
	LCF31	74.5		25.4	13.8	40.5	20.1	0.1	0.2
	LCF32	59.4		23.1	7.7	52.3	16.6	0.1	0.03
	LCF33	0.3				20.4	24.8	4.3	
	LCF34	1.9		16.2	38.5	23.7	21.5		
	LCF35	26.6		6.1	3.9	53.9	33.6	2.2	0.3
	LCF36	2.9		9.5	12.2	64.6	13.8		
	LCF37	62.5		17.7	12.6	45.7	23.4	0.2	0.03
	LCF38	15.8		13.1	17.3	45.7	23.1		0.7
	LCF99	-		-	-	-	-	-	-
TOTAL	290.3	0.0	21.2	12.8	43.6	21.8	0.3	0.1	0.2
Renaturalização	LCF54	8.8	100.0						
	LCF63	11.1	100.0						
	LCF81	6.3	100.0						
	LCF91	14.6	100.0						
	LCF93	0.004	100.0						
	TOTAL	40.8	100.0						

A Tabela 6 também indica que as classes de coberto mais despendidas na artificialização do Continente no período 2007-2018 foram as florestas e arbustos florestais de transição (43.6%), os prados naturais, matos e vegetação esclerofila (21.8%), e as terras aráveis e culturas permanentes (21.2%).

De entre os processos com maior importância na renaturalização do solo no período 2007-2018, destacam-se:

- A conversão de áreas artificializadas em áreas seminaturais (LCF91), que foi responsável pela criação de 36% da área naturalizada.
- A criação de florestas e bosques a partir de áreas artificializadas (LCF63) contribuiu para a criação de 27% do solo naturalizado.
- A conversão de áreas artificializadas em áreas agrícolas (LCF54) que foi responsável pela criação de 22% da área naturalizada.

Uma análise mais detalhada da superfície naturalizada entre 2007 e 2018 (40.8 Km²) evidenciou que as conversões de áreas de extração de inertes e de áreas em construção em territórios não artificializados foram responsáveis por 91% da renaturalização. De entre estas transformações, as mais frequentes foram a conversão das duas classes referidas em matos, e em florestas de folhosas e de resinosas, com uma contribuição de 32% e de 26%, respetivamente, na renaturalização. Na formação de áreas agrícolas a partir de áreas de extração de inertes e de áreas em construção, destacam-se o desenvolvimento de culturas temporárias de sequeiro e de pastagens permanentes, que em conjunto foram responsáveis por 8% da renaturalização. A criação de cursos e planos de água a partir de áreas em construção teve um contributo de 14% na renaturalização.

Na avaliação dos processos mais marcantes na artificialização bruta do território entre os períodos considerados, constata-se que a expansão residencial (LCF2) foi dominante entre 1990 e 2007, e que a expansão de instalações e infraestruturas económicas (LCF3) foi dominante entre 2007 e 2018.

Os processos mais relevantes na renaturalização do solo foram, em ambos os períodos, a conversão de áreas artificializadas em áreas agrícolas (LCF54), em florestas e bosques (LCF63) e em áreas seminaturais (LCF91).

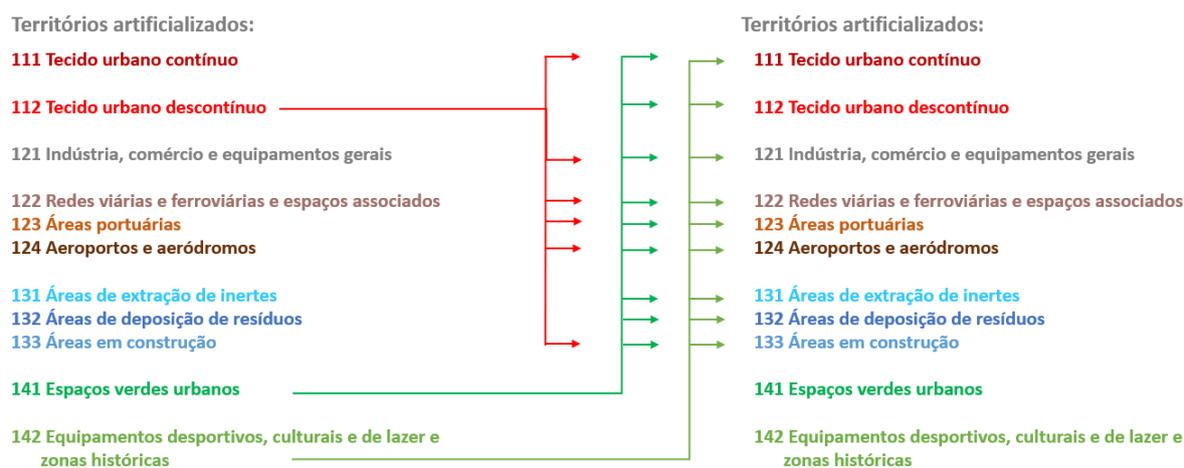
O processo de renaturalização designado por LCF81 (criação de corpos de água: extensão da superfície de água resultante da criação de barragens e albufeiras) é de todos os apresentados o único que gastou maior área no período 2007-2018 do que em 1990-2007.

A análise da representatividade de cada processo na artificialização do território verificada em cada período, permite ainda destacar que do primeiro para o segundo período houve um decréscimo da representatividade quer da expansão residencial difusa (LCF22), quer da expansão residencial densa /compacta (LCF21). Inversamente, assistiu-se a um aumento da importância relativa da expansão de instalações económicas e infraestruturas, por conversão de áreas não artificializadas em estaleiros de construção (LCF37), em áreas industriais e comerciais (LCF31), e em redes de transporte (LCF32).

Salienta-se por fim que embora a área do território despendida na conversão de áreas não artificializadas em áreas verdes urbanas (LCF13) tenha sido bastante inferior no segundo período, este processo teve uma representatividade na artificialização do território ligeiramente superior no segundo período.

3.2 Reciclagem de territórios artificializados

Nesta secção procede-se à análise da evolução temporal de algumas transformações entre classes de territórios artificializados, designadamente, o desenvolvimento urbano por densificação (LCF11), a reciclagem “cinzenta” (LCF12) e a reciclagem “verde” (LCF13 parcial). Como referido anteriormente, o conjunto destes três processos é (em sentido lato) designado de reciclagem de territórios artificializados. As Figuras 8 a 10 ilustram as conversões entre classes de territórios artificializados (CLC nível 3) contempladas por cada um destes três processos.

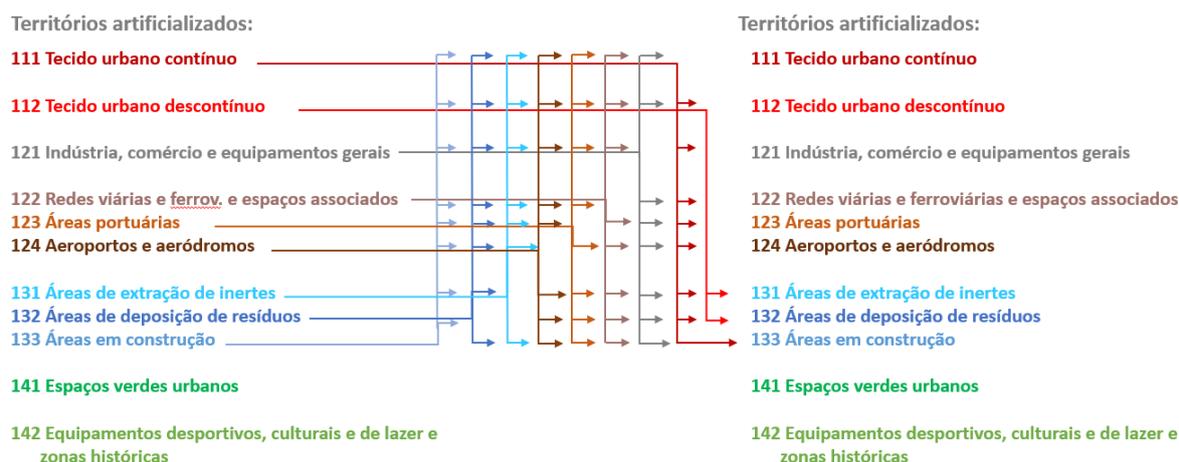


Desenvolvimento urbano por densificação (LCF11) = Conversão de tecido urbano descontínuo (112) em tecido urbano contínuo (111), em áreas de indústria, comércio e transportes (12...) e em áreas em construção (133) + Conversão de espaços verdes urbanos (141) e de equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas (142) em tecido urbano (11...), em áreas de indústria, comércio e transportes (12...), em áreas de extração de inertes (131), em áreas de deposição de resíduos (132) e em áreas em construção (133).

Figura 8 – Conversões entre classes de territórios artificializados (CLC nível 3) contempladas pelo processo desenvolvimento urbano por densificação (LCF11)

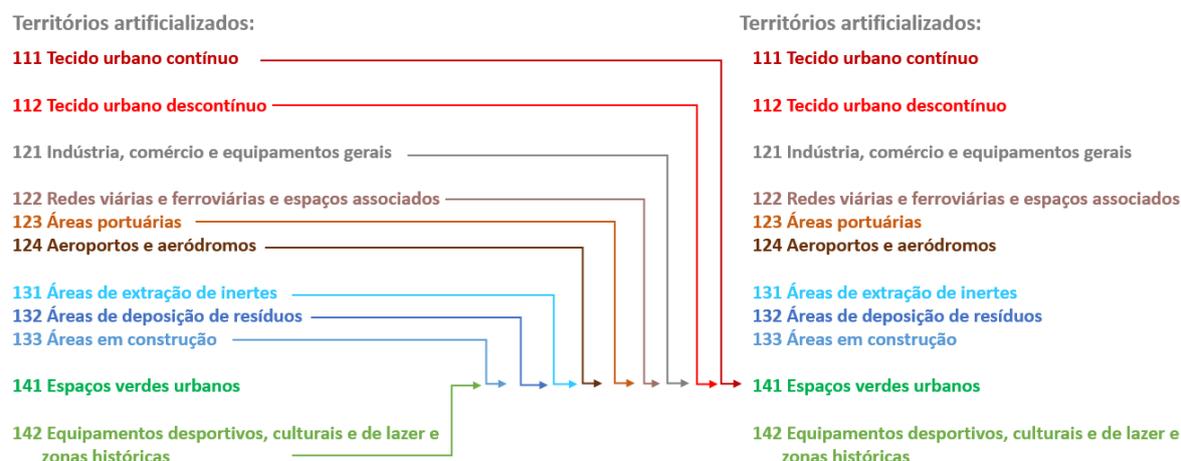
Em concordância com a justificação apresentada na seção 2., na contabilização da reciclagem (sentido lato) foram excluídas as conversões de áreas em construção para qualquer classe, o que implicou a não inclusão de transformações a partir da classe 133 (ilustradas a azul claro) nas Figuras 9 e 10.

A reciclagem de territórios artificializados faz parte do processo LCF1 (gestão do solo urbano), que abrange adicionalmente a criação de espaços verdes urbanos a partir de áreas não artificializadas (parte do LCF13 não incluído na reciclagem “verde”). Importa por isso compreender a representatividade da reciclagem de territórios artificializados (sentido lato) na gestão do solo urbano (LCF1) verificada em cada período. É igualmente importante conhecer a representatividade deste tipo de reciclagem na formação de territórios artificializados. O indicador que expressa a proporção de área reciclada relativa à área de territórios artificializados formada em dado período é usualmente utilizado em comparações internacionais para avaliar o peso da reciclagem na formação de territórios artificializados.



Reciclagem “cinzenta” (LCF12) = Conversão de tecido urbano contínuo (111), indústria, comércio e transportes (12...), áreas de extração de inertes (131), áreas de deposição de resíduos (132) e áreas em construção (133) em outras classes de territórios artificializados, excluindo os espaços verdes urbanos (141), os equipamentos desportivos, culturais e de lazer e as zonas históricas (142) + Conversão de tecido urbano descontínuo (112) em áreas de extração de inertes (131) e em áreas de deposição de resíduos (132).

Figura 9 – Conversões entre classes de territórios artificializados (CLC nível 3) contempladas pelo processo reciclagem “cinzenta”



Reciclagem “verde” (LCF13 parcial) = Criação de espaços verdes urbanos (141) a partir de outros territórios artificializados.

Figura 10 – Conversões entre classes de territórios artificializados (CLC nível 3) contempladas pelo processo reciclagem “verde”

Na Tabela 7 disponibilizam-se indicadores relativos à reciclagem (sentido lato) de territórios artificializados por NUTS3 e para o Continente, nos períodos em apreciação. A Figura 11 apresenta a distribuição da taxa de reciclagem anual de territórios artificializados por NUTS3 nos mesmos períodos.

Tabela 7 – Indicadores de reciclagem de territórios artificializados por NUTS3 nos períodos 1990-2007 e 2007-2018 - Portugal Continental

NUTS3	Reciclagem* anual média (Km ² /ano)		Taxa de Reciclagem* anual ponderada pela área da unidade geográfica correspondente (m ² /ano.Km ²)		Reciclagem* na Gestão do Solo Urbano (LCF1) (%)		Reciclagem* na Formação de Territórios Artificializados (%)	
	1990-2007	2007-2018	1990-2007	2007-2018	1990-2007	2007-2018	1990-2007	2007-2018
ALTO MINHO	1.4	0.01	632.6	3.0	96.7	8.9	19.8	1.1
CÁVADO	1.2	0.02	986.7	13.6	96.4	11.3	16.3	2.1
AVE	1.6	0.02	1118.7	15.7	95.3	9.7	22.0	2.2
A. M. DO PORTO	4.5	0.06	2218.8	27.1	94.8	9.6	30.7	1.9
ALTO TÂMEGA	1.1	0.003	372.9	1.1	98.7	4.5	28.5	0.7
TÂMEGA E SOUSA	1.1	0.01	611.3	5.2	97.6	6.3	15.3	0.9
DOURO	1.8	0.003	437.2	0.8	99.2	3.1	38.5	0.3
TERRAS DE TRÁS-OS-MONTES	1.3	0.01	235.9	2.1	97.3	14.6	45.2	0.9
ALGARVE	2.1	0.04	428.0	8.9	98.4	7.4	17.9	1.6
OESTE	3.4	0.02	1541.9	10.2	98.1	5.5	35.2	1.2
REGIÃO DE AVEIRO	2.2	0.09	1296.9	50.6	97.5	26.9	30.8	6.0
REGIÃO DE COIMBRA	3.5	0.03	803.7	6.2	97.3	3.3	29.4	1.0
REGIÃO DE LEIRIA	1.9	0.02	781.4	8.2	97.7	9.0	22.6	1.4
VEISEU DÃO LAFÕES	1.3	0.03	395.3	7.9	92.9	12.0	19.9	2.3
BEIRA BAIXA	0.6	0.01	125.4	1.5	91.8	7.5	25.0	1.2
MÉDIO TEJO	2.1	0.01	633.1	2.6	97.7	5.0	28.0	0.9
BEIRAS E SERRA DA ESTRELA	1.8	0.03	278.3	4.5	97.9	19.8	31.7	2.5
A. M. DE LISBOA	8.2	0.12	2709.7	38.4	94.9	8.7	34.8	2.7
ALENTEJO LITORAL	0.8	0.01	152.2	2.6	95.0	6.4	22.4	1.0
BAIXO ALENTEJO	1.3	0.01	148.9	0.7	97.7	3.4	27.5	0.4
LEZÍRIA DO TEJO	1.9	0.08	452.8	18.5	96.8	24.5	25.2	7.1
ALTO ALENTEJO	0.8	0.004	131.9	0.6	95.8	1.7	25.5	0.5
ALENTEJO CENTRAL	1.0	0.002	133.5	0.3	95.5	2.1	19.7	0.2
PORTUGAL CONTINENTAL	46.9	0.6	526.7	7.0	96.5	9.1	27.0	1.9

* Corresponde ao somatório das áreas transformadas por densificação (LCF11), por reciclagem “cinzenta” (LCF12) e por reciclagem “verde” (LCF13 parcial - conversão de áreas artificializadas em áreas verdes urbanas), após exclusão das conversões de áreas em construção para qualquer classe.

Da análise da Tabela 7 e da Figura 11 destacam-se as seguintes observações:

- A reciclagem anual média de territórios artificializados no Continente foi de 46.9 Km²/ano no período 1990-2007, tendo decrescido drasticamente para 0.6 Km²/ano no período 2007-2018. No primeiro período as áreas artificializadas que foram recicladas (797.8 Km²) representaram 97% da gestão do solo urbano (LCF1), enquanto que as recicladas entre 2007 e 2018 (6.8 Km²) representaram somente 9% do LCF1

verificado nesse período. Tal significa que a gestão do solo urbano ocorrida no primeiro período se deveu maioritariamente a processos de reciclagem (LCF11+LCF12+LCF13 parcial), enquanto que a verificada no segundo período se deveu maioritariamente à conversão de áreas não artificializadas em áreas verdes urbanas (parte do LCF13 não incluída na reciclagem “verde”). A reciclagem representou mais de um quarto (27%) da superfície de territórios artificializados formada no Continente entre 1990 e 2007, mas apenas 1.9% da superfície correspondente formada entre 2007 e 2018.

- A taxa de reciclagem anual de territórios artificializados apresenta uma distribuição espacial (Figura 11) análoga à da artificialização bruta do solo, decrescendo do litoral para o interior do território. Os maiores valores deste conjunto de processos ocorrem nas Áreas Metropolitanas e/ou em regiões adjacentes, particularmente nas que interligam as duas metrópoles.

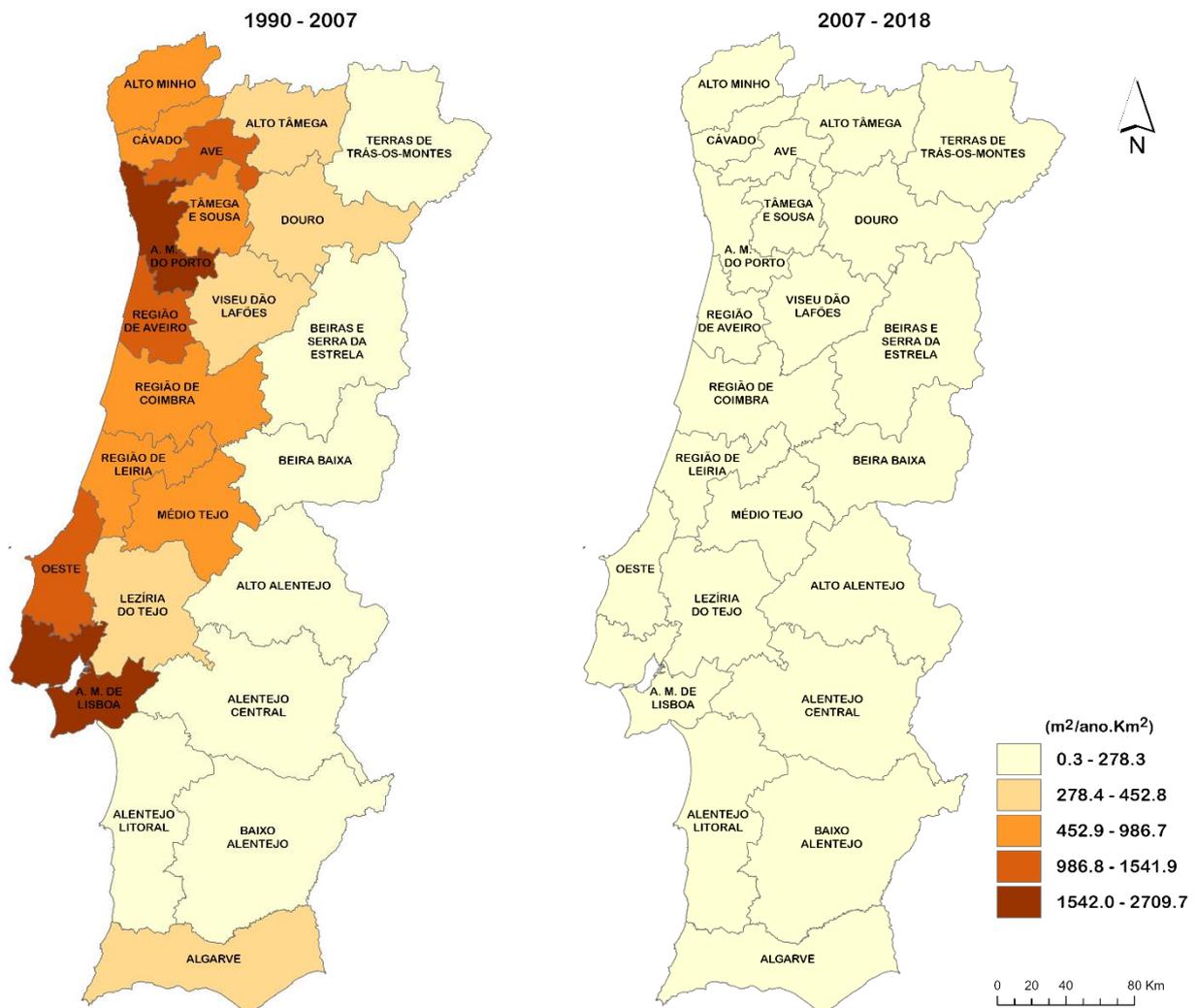


Figura 11 – Taxa de reciclagem anual de territórios artificializados por NUTS3 nos períodos 1990-2007 e 2007-2018 (m²/ano.Km²) - Portugal Continental

- A taxa de reciclagem anual de territórios artificializados foi manifestamente superior entre 1990 e 2007. Neste período, as onze NUTS3 que ultrapassaram a taxa de reciclagem anual no Continente (526.7 m²/ano.Km²) foram, por ordem crescente do indicador em apreciação: Tâmega e Sousa; Alto Minho; Médio Tejo; Leiria; Coimbra; Cávado; Ave; Aveiro; Oeste; e Áreas Metropolitanas do Porto e de Lisboa. De entre as citadas, destacam-se as taxas observadas nas Áreas Metropolitanas (2709.7 m²/ano.Km² em

Lisboa, e 2218.8 m²/ano.Km² no Porto), e nas regiões do Oeste (1541.9 m²/ano.Km²), de Aveiro (1296.9 m²/ano.Km²) e do Ave (1118.7 m²/ano.Km²). Apesar de nem sempre integrarem as NUTS3 referidas, os dez municípios com as maiores taxas de reciclagem anual (> 5600 m²/ano.Km²) neste período foram: Lisboa, Oeiras, Almada, Amadora, Cascais e Odivelas (da AM Lisboa), S. João da Madeira, Porto e Matosinhos (da AM Porto) e Entroncamento (da região do Médio Tejo). Ao nível das NUTS3, as menores taxas de reciclagem anual verificaram-se na Beira Baixa (125.4 m²/ano.Km²) e no Alto Alentejo (131.9 m²/ano.Km²).

- A taxa de reciclagem de territórios artificializados no Continente baixou para 7 m²/ano.Km² no período 2007-2018. Neste período, a maior taxa de reciclagem associada a NUTS3 foi observada em Aveiro (50.6 m²/ano.Km²). Para além desta região, destacaram-se no ranking das maiores taxas de reciclagem as duas Áreas Metropolitanas (38.4 m²/ano.Km² em Lisboa, e 27.1 m²/ano.Km² no Porto), bem como as NUTS3 da Lezíria do Tejo, Ave, Cávado e Oeste, com taxas de reciclagem de ordem de grandeza dos 10 m²/ano.Km². Embora nem sempre integrem as NUTS3 citadas, os dez municípios que apresentaram as maiores taxas de reciclagem anual (> 96 m²/ano.Km²) neste período foram: Amadora, Lisboa, Barreiro, Oeiras, Odivelas e Loures (da AM Lisboa), Rio Maior (da região Lezíria do Tejo), Ílhavo e Aveiro (da região de Aveiro) e Matosinhos (da AM Porto). As NUTS3 com as menores taxas de reciclagem foram o Alentejo Central e o Alto Alentejo (0.3 m²/ano.Km² e 0.6 m²/ano.Km², respetivamente). Neste período, cerca de 40% dos municípios do Continente evidenciaram taxas de reciclagem anual de territórios artificializados nulas.

A Figura 12 ilustra a importância relativa (em %) de cada processo (LCF11, LCF12 e LCF13 parcial, após exclusão das conversões de áreas em construção para qualquer classe) na reciclagem de territórios artificializados do Continente nos dois períodos considerados.

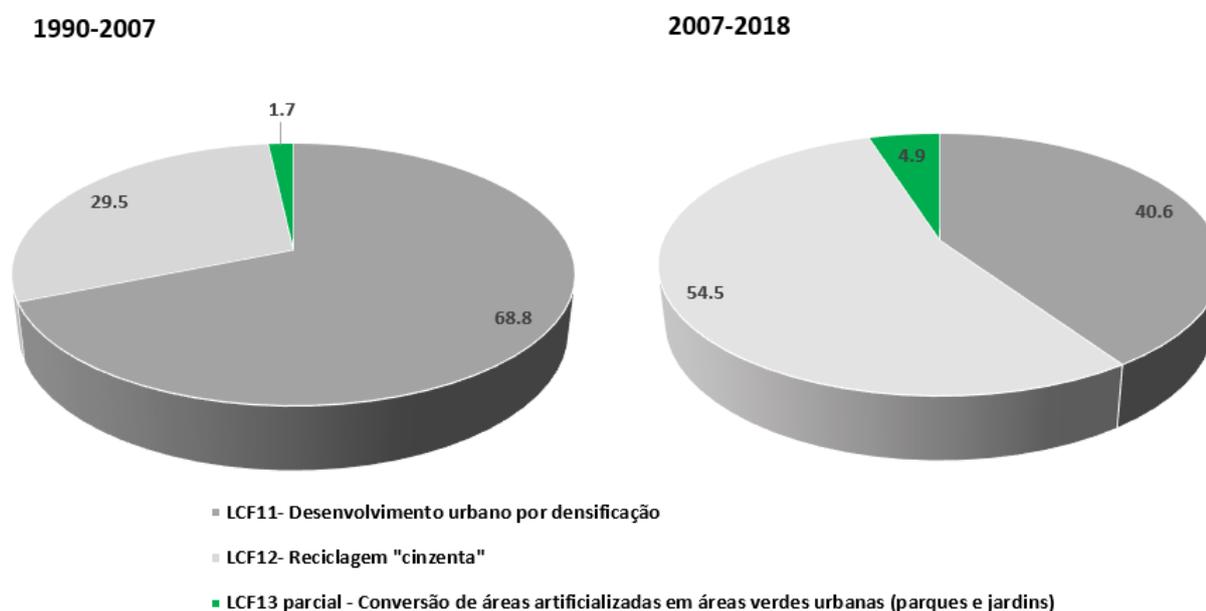


Figura 12 – Processos de reciclagem de territórios artificializados em Portugal Continental nos períodos 1990-2007 e 2007-2018 (% da área total reciclada, após exclusão das conversões de áreas em construção para qualquer classe)

Da análise da Figura 12, ressalta que o desenvolvimento urbano por densificação (LCF11) predominou (69%) no primeiro período. No segundo período a importância relativa do desenvolvimento urbano por densificação (41%) decresceu, tendo preponderado a reciclagem “cinzenta” (LCF12) (55%). Apesar da área despendida pela

reciclagem “verde” (LCF13 parcial) ter decrescido do primeiro para o segundo período, o contributo deste tipo de reciclagem na reciclagem de territórios artificializados (sentido lato) aumentou ligeiramente (de 1.7% para 4.9%).

A Figura 13 ilustra a importância relativa dos mesmos processos na reciclagem de territórios artificializados verificada por NUTS3 nos dois períodos considerados.

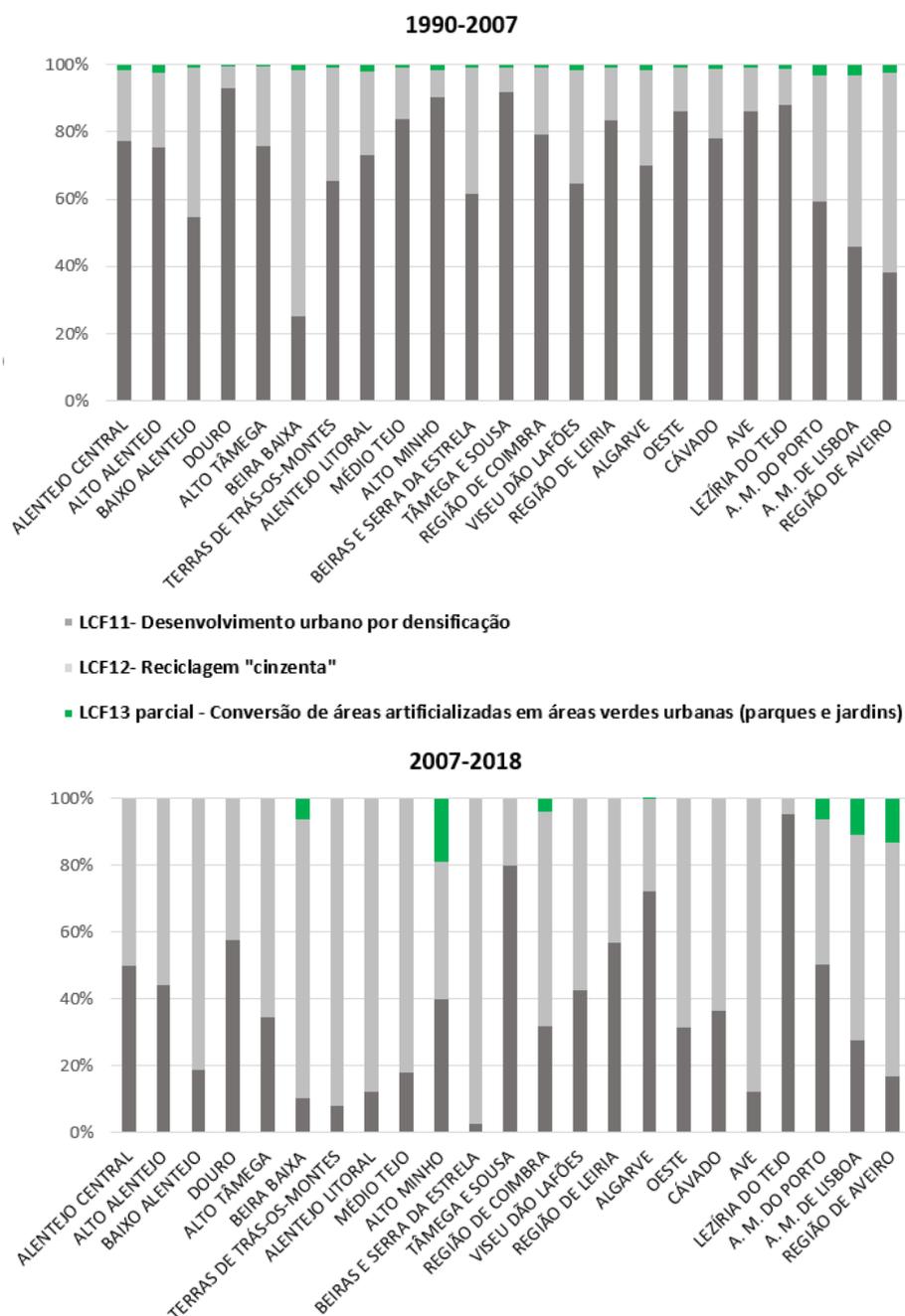


Figura 13 – Processos de reciclagem de territórios artificializados por NUTS3 nos períodos 1990-2007 (imagem superior) e 2007-2018 (imagem inferior) (% da área total reciclada, após exclusão das conversões de áreas em construção para qualquer classe) - Portugal Continental

A análise da Figura 13 permite realçar que no primeiro período o desenvolvimento urbano por densificação (LCF11) prevaleceu sobre a reciclagem “cinzenta” (LCF12) na grande maioria das NUTS3, exceto na Beira Baixa.

No segundo período, a reciclagem “cinzenta” preponderou sobre o desenvolvimento urbano por densificação na maioria das regiões. Apesar de constituir o processo de reciclagem menos representativo, a reciclagem “verde” (LCF13 parcial) teve no primeiro período maior expressão nas Áreas Metropolitanas e nas regiões de Aveiro, Alto Alentejo e Alentejo Litoral. No segundo período a reciclagem “verde” foi nula ou desprezível na maioria das NUTS3, e teve uma importância relativa (%) superior à do período antecedente nas regiões do Alto Minho, Aveiro, Beira Baixa, Coimbra, bem como nas duas Áreas Metropolitanas.

3.3 Artificialização do solo e evolução demográfica

Nesta seção compara-se a variação da área ocupada por territórios artificializados com a evolução da população residente (estimativas anuais produzidas pelo INE) nos dois períodos considerados. Esta análise, desagregada por NUTS3, foi aprofundada para o período 2007-2018, bem como para o seu ano final, através do cálculo de indicadores adicionais (apresentados na Tabela 8) que expressam a variação conjunta da área afeta aos territórios artificializados, ou da superfície bruta artificializada, com o número de residentes.

A Figura 14 ilustra a capitação de território artificializado por NUTS3 e no Continente nos três anos que balizam os dois períodos em apreciação.

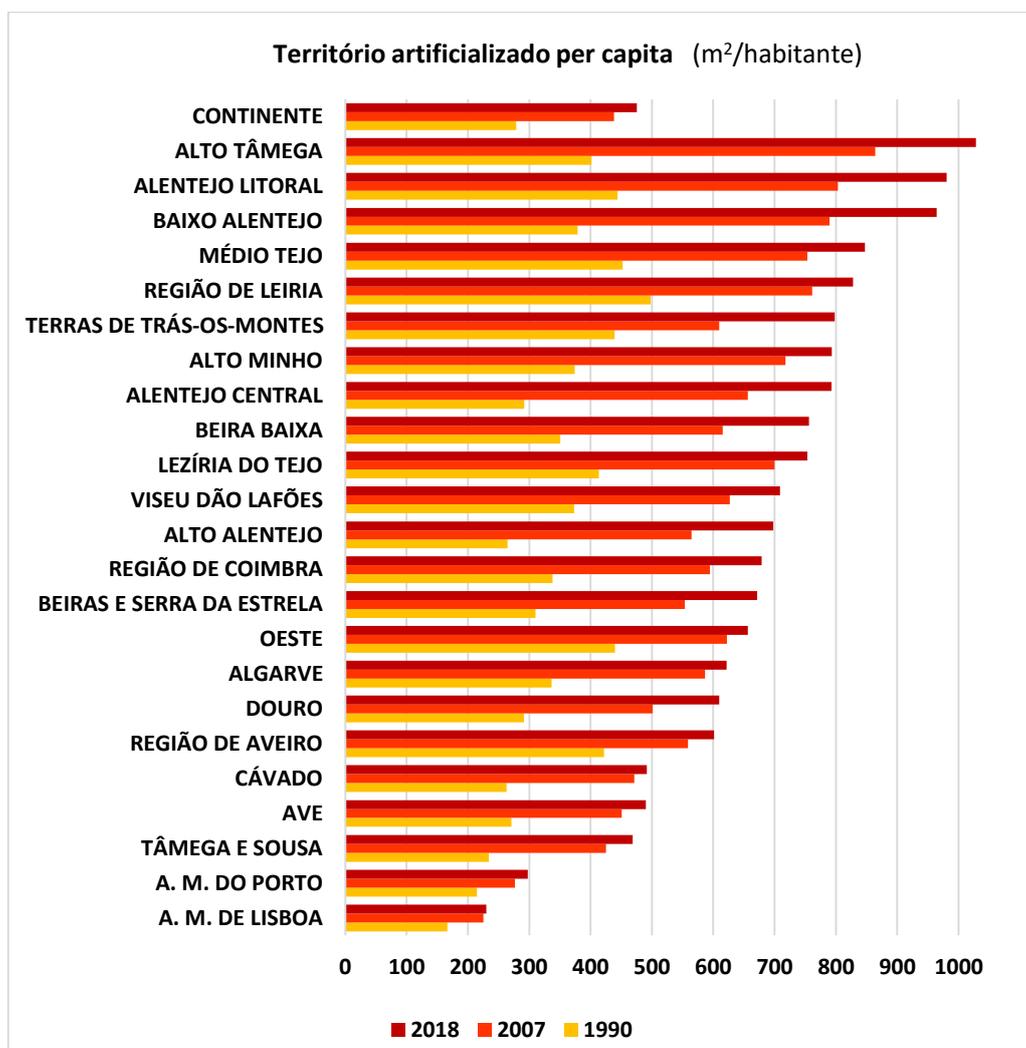


Figura 14 – Território artificializado per capita (m²/habitante) por NUTS3 e para o Continente nos anos 1990, 2007 e 2018

A observação da Figura 14 permite compreender que tanto no Continente, como em todas as regiões que o integram, se verificou um crescimento do território artificializado per capita entre 1990 e 2018. Neste último ano, a capitação de território artificializado só foi inferior à do Continente (476 m²/habitante) nas Áreas Metropolitanas (230 m²/habitante em Lisboa e 297 m²/habitante no Porto) e na região do Tâmega e Sousa (469 m²/habitante). Em 2018 realçam-se também as aparentemente excessivas capitações de território artificializado no Alto Tâmega, Alentejo Litoral e Baixo Alentejo (superiores a 900 m²/habitante).

A Figura 15 compara a variação do número de residentes entre 2007 e 2018 com a variação do território artificializado no mesmo período. Esta figura revela que na grande maioria das regiões, bem como no Continente, houve um aumento da superfície de territórios artificializados apesar do decréscimo da respetiva população residente. Em cerca de metade das NUTS3, a redução de habitantes chegou mesmo a superar a expansão do território artificializado, em termos relativos.

A Área Metropolitana de Lisboa e a região do Algarve constituem exceções ao exposto, devido ao crescimento do seu número de residentes, contudo tal crescimento foi percentualmente inferior à expansão do seu território artificializado.

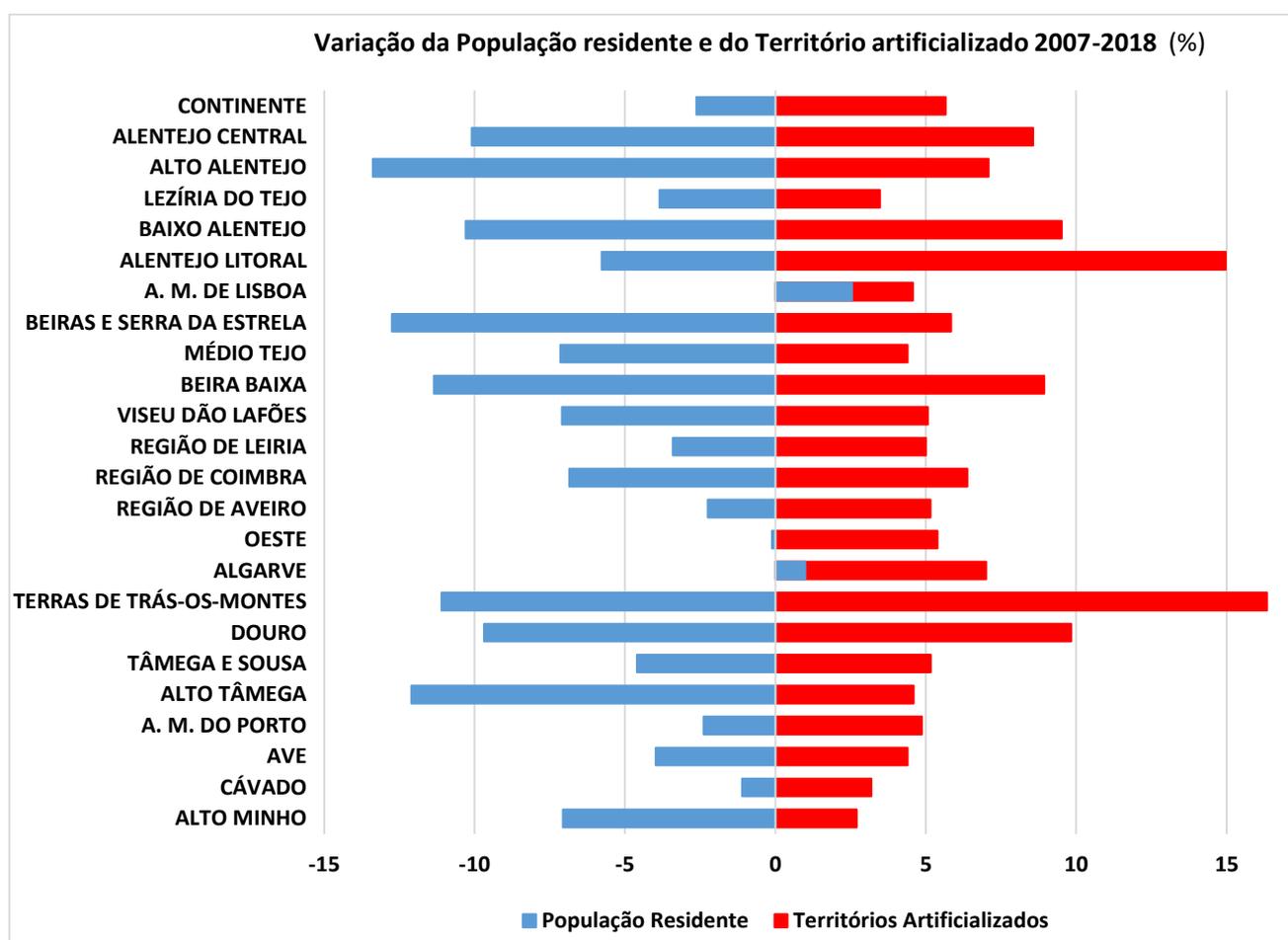


Figura 15 – Variação percentual da população residente e do território artificializado por NUTS3 no período 2007-2018 - Portugal Continental

O rácio de artificialização bruta do solo por novo habitante relativo ao período 2007-2018⁷ (apresentado na Figura 16 e na Tabela 8) testemunha a singularidade da Área Metropolitana de Lisboa e do Algarve face às restantes regiões do território, que apresentam valores deste rácio negativos devido à redução da sua população. O menor valor de artificialização bruta por novo habitante verificado no período 2007-2018 ocorreu na região do Oeste (-39373.2 m²/ Habitantes₂₀₁₈₋₂₀₀₇). A artificialização bruta nesta região (15.6 Km²) não é das mais elevadas no período em apreciação, contudo a variação do seu número de residentes (-396 habitantes) é a menor das observadas nas regiões que perderam população.

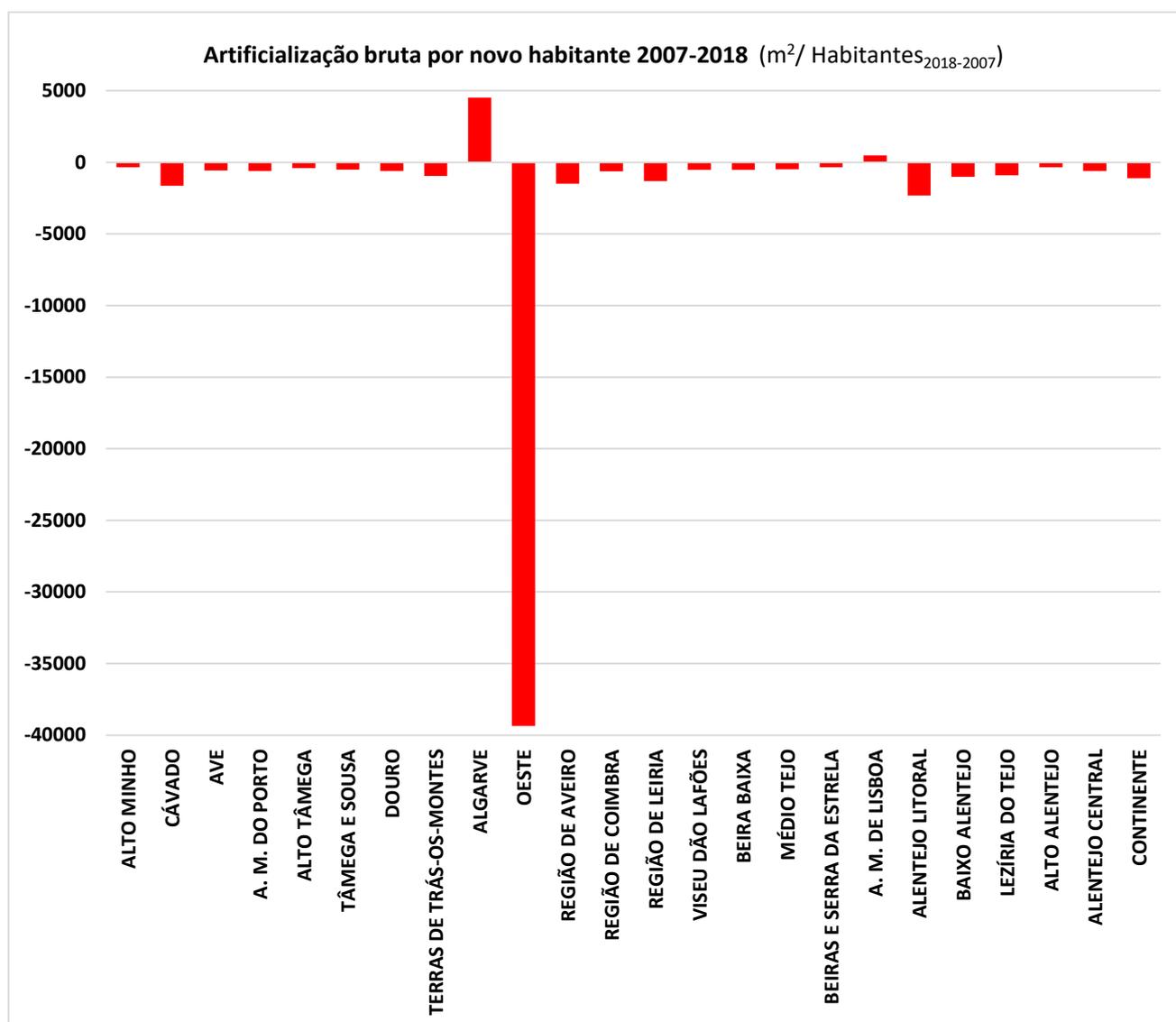


Figura 16 – Artificialização bruta (m²) por novo habitante no período 2007-2018 por NUTS3 - Portugal Continental

O facto de 47% dos habitantes que residiam no Continente em 2018 se concentrarem nas duas Áreas Metropolitanas, justifica que estas duas regiões apresentem as maiores proporções da sua superfície ocupadas por território artificializado (25.1% para o Porto e 21.7% para Lisboa). Apesar de Lisboa possuir mais

⁷ Calculado segundo a fórmula: Superfície artificializada bruta 2007-2018 (em m²) / (Habitantes 2018 – Habitantes 2007)

de um milhão de habitantes do que o Porto, a capitação de território artificializado em 2018 era maior no Porto (297 m²/habitante) do que em Lisboa (230 m²/habitante), o que traduz a maior densificação da capital.

Não obstante as maiores proporções de território artificializado observadas nas duas metrópoles (vide Tabela 8), são ainda de destacar as regiões do Cávado, Ave, Aveiro, Tâmega e Sousa e Oeste por apresentarem em 2018 mais de 10% da sua superfície ocupada por territórios artificializados. De entre as citadas, a menor capitação de território artificializado foi observada no Tâmega e Sousa (469 m²/habitante) e a maior foi observada no Oeste (656 m²/habitante).

Tabela 8 – Indicadores sobre a evolução da população residente, área artificializada e artificialização bruta do solo entre 2007 e 2018 por NUTS3 - Portugal Continental

NUTS3	Varição da População residente (%)	Varição do Território Artificializado (%)	Artificialização bruta por novo habitante (m ² /hab.)	Território artificializado per capita (m ² /hab.)	Território artificializado (%*)
	2007-2018	2007-2018	2007-2018	2018	2018
ALTO MINHO	-7.1	2.7	-341.6	793.5	8.3
CÁVADO	-1.1	3.2	-1631.5	491.9	15.9
AVE	-4.0	4.4	-562.1	490.4	13.9
A. M. DO PORTO	-2.4	4.9	-616.3	297.4	25.1
ALTO TÂMEGA	-12.1	4.6	-412.6	1028.5	3.0
TÂMEGA E SOUSA	-4.6	5.2	-515.6	468.8	10.7
DOURO	-9.7	9.8	-608.4	609.7	2.9
TERRAS DE TRÁS-OS-MONTES	-11.1	16.3	-955.0	797.8	1.6
ALGARVE	1.0	7.0	4515.4	621.6	5.5
OESTE	-0.1	5.4	-39373.2	656.3	10.5
REGIÃO DE AVEIRO	-2.2	5.2	-1484.7	601.3	12.9
REGIÃO DE COIMBRA	-6.9	6.4	-632.3	679.1	6.8
REGIÃO DE LEIRIA	-3.4	5.0	-1304.7	827.9	9.6
UIXO	-7.1	5.1	-520.4	709.1	5.5
BEIRA BAIXA	-11.3	8.9	-529.2	756.1	1.3
MÉDIO TEJO	-7.2	4.4	-488.6	847.5	5.9
BEIRAS E SERRA DA ESTRELA	-12.8	5.8	-339.0	671.7	2.3
A. M. DE LISBOA	2.5	4.6	479.3	229.7	21.7
ALENTEJO LITORAL	-5.8	15.0	-2313.7	980.4	1.7
BAIXO ALENTEJO	-10.3	9.5	-1014.5	964.2	1.3
LEZÍRIA DO TEJO	-3.8	3.5	-912.4	753.5	4.2
ALTO ALENTEJO	-13.4	7.1	-344.0	698.0	1.2
ALENTEJO CENTRAL	-10.1	8.6	-600.8	792.9	1.6
PORTUGAL CONTINENTAL	-2.6	5.7	-1100.8	475.5	5.2

* Proporção relativa à área da unidade geográfica correspondente

4. Discussão e conclusões

O presente estudo visou monitorizar a artificialização, a renaturalização e a reciclagem de solo artificializado nas 23 regiões NUTS3 que integram o território de Portugal Continental. Na análise das transformações da ocupação/uso do solo referidas, nos períodos 1990-2007 e 2007-2018, procedeu-se à identificação dos seus determinantes e à quantificação das classes de coberto despendidas.

Os resultados alcançados pela investigação foram condicionados quer pela informação de base, quer pela metodologia, utilizadas no seu desenvolvimento. A estimação das superfícies abrangidas pelas transformações da ocupação/uso do solo analisadas pode ser desenvolvida a partir de fontes diversas, tais como imagens de satélite e orto-foto cartografia (Itália), informação topográfica e cadastral (Alemanha), informação cadastral (Áustria, Bélgica), cartografia de ocupação/uso do solo como o *CORINE Land Cover -CLC*, inventários como o *Land use and land cover survey - LUCAS*, e/ou sistemas de informação relativos a alterações da ocupação/uso do solo (Hungria, Bélgica).

No que diz respeito à informação de base empregue no presente estudo (as Cartas de Uso e Ocupação do Solo - COS - relativas a 1990, 2007 e 2018), a sua utilização é justificada pelo facto de constituírem a informação com cobertura espacial e temporal mais ajustada à quantificação das superfícies de interesse para Portugal Continental. Devido às alterações ocorridas após 1990, quer a nível das metodologias e regras de produção cartográfica, quer a nível das nomenclaturas utilizadas, existem diferenças significativas entre a COS1990 e as COS ulteriores (Caetano *et al.*, 2008a). Em primeiro lugar, a nomenclatura original da COS1990 difere das nomenclaturas hierárquicas das COS posteriores (2007 e 2018), cujas classes também não são inteiramente concordantes. Para resolver este problema, foram estabelecidas equivalências entre classes de diferentes nomenclaturas, o que originou uma agregação de conteúdos de 1990 para 2018. Em segundo lugar, sabe-se que a exatidão planimétrica da COS1990 é inferior à das COS subsequentes (Nicolau *et al.*, 2020) e que a sua exatidão temática é desconhecida (Caetano *et al.*, 2008b). Com base no exposto, admite-se que as estimativas reportadas neste trabalho para o período 1990-2007 são menos precisas do que as reportadas para o período 2007-2018.

No que concerne à metodologia empregue no presente estudo, não foi estabelecida uma Unidade Mínima Cartográfica (UMC) na avaliação das alterações de ocupação/uso do solo de interesse. Tal significa que não se definiu uma área mínima para as alterações de ocupação/uso contabilizadas e que as de menor superfície podem não espelhar a classificação de ocupação/uso do solo que lhes foi originalmente atribuída. Esta decisão foi fundamentada quer pelo reduzido número, quer pela pequena extensão de algumas das alterações de interesse, designadamente no período 2007-2018. Por outro lado, alguns dos polígonos contabilizados no período 1990-2007, podem ser representativos de falsas alterações (*slivers*) resultantes da discordância dos limites geográficos de áreas que de facto não se alteraram. Deste modo, reconhece-se que algumas das superfícies reportadas poderão ter sido sobreavaliadas.

Não obstante, crê-se que as limitações acima enunciadas não influenciaram substancialmente os resultados apresentados, nem alteram as conclusões da investigação.

Os resultados produzidos por esta investigação podem ser considerados originais, na medida em que resultaram da reprodução / adaptação de metodologias recentemente difundidas pela Agência Europeia do Ambiente (EEA), que até à data não foram aplicadas a informação de uso e ocupação do solo nacional com cobertura Continental (Cartas de Uso e Ocupação do Solo - COS). Embora alguns dos resultados obtidos possam ser confrontados com os publicados ao nível da Europa (EEA, 2016, 2018, 2019a, 2019b), a comparabilidade é muito limitada não só pela consideração de distintos períodos de análise, mas também pela utilização de diferentes fontes de informação relativas ao uso e à ocupação do solo.

Os indicadores produzidos pela EEA sobre a artificialização e renaturalização do solo basearam-se na cartografia *CORINE Land Cover* – CLC (<https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>) que cobre integralmente Portugal Continental. Os indicadores divulgados pela EEA sobre a reciclagem de solo artificializado fundamentaram-se no *Urban Atlas* (<https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas>), que no período apreciado (2006-2012) cobria apenas sete médias-a-grandes cidades do Continente e as respetivas áreas funcionais (Braga, Aveiro, Coimbra, AM do Porto, AM de Lisboa, Setúbal e Faro).

Apesar das cartografias COS e CLC evidenciarem alguma similaridade em termos temáticos, os dois produtos possuem diferentes características técnicas⁸ que conduzem a que a estimativa da superfície ocupada pela mesma classe de coberto (e.g. Territórios Artificializados) quando estimada através da COS seja superior à estimada pelo CLC. Exemplificam-se seguidamente resultados que comprovam o exposto. A investigação desenvolvida por recurso à COS revelou que a artificialização anual média (bruta) no Continente foi de 26.4 Km²/ano no período 2007-2018. Resultados afins produzidos pela EEA (2019b), com base no CLC, indicam um valor médio anual de 13 Km²/ano para o Continente no período 2006-2018. Embora o período de análise abrangido pelo CLC inclua mais um ano do que o retratado pela COS (2007-2018), a maior artificialização anual média estimada através da COS é devida ao maior detalhe espacial proporcionado pela cartografia nacional.

Os principais resultados deste estudo revelam que no Continente a artificialização anual média (bruta) do solo sofreu uma redução de 79% entre os dois períodos em apreciação. Esta redução também foi notória em todas as regiões do Continente, embora a artificialização média diária do solo observada entre 2007 e 2018 ainda ultrapassasse os 0.35 ha/dia nas Áreas Metropolitanas e nas regiões (NUTS3) de Coimbra, Algarve e Oeste. A redução da artificialização bruta deve ser encarada como positiva, na medida em que se deseja travar a perda de capital natural potenciada pelo desenvolvimento urbano.

As classes de coberto mais utilizadas na artificialização do território Continental no período 1990-2007 foram as terras aráveis e culturas permanentes e as florestas e arbustos florestais de transição. Estas duas classes tiveram uma contribuição relativa de 61.7% na criação da área artificializada. No período 2007-2018, as florestas e arbustos florestais de transição e os prados naturais, matos e vegetação esclerofila passaram a ser as classes de coberto mais utilizadas na artificialização do território, tendo conjuntamente tido uma contribuição relativa de 65.4% na criação da área artificializada. Neste último período a contribuição relativa das terras aráveis e culturas permanentes na criação da área artificializada (21.2%) foi substancialmente menor do que no primeiro período (42%). Inversamente ao observado no período 2007-2018 no Continente, as terras aráveis e culturas permanentes foram a classe de coberto mais despendida pela artificialização do solo entre 2006 e 2018 na Europa (estudo relativo a 28 países) (EEA, 2019b).

Entre 1990 e 2007, a expansão residencial foi a principal determinante da artificialização do solo no Continente, tendo sido responsável por mais de metade (56%) da artificialização do território. A expansão residencial difusa teve maior peso na artificialização do território (44%) do que a expansão residencial densa/compacta (12%). A preponderância da expansão residencial difusa na artificialização do território observada neste período, pode ser explicada pelo fato de se encontrarem em vigor os Planos Diretores Municipais (PDM) de primeira geração, que na generalidade sobredimensionaram os perímetros urbanos, prevendo extensas áreas de expansão (as designadas áreas urbanizáveis) e que eram mais permissivos no que diz respeito à edificabilidade em solo rústico.

⁸ - O CCL tem uma Unidade Mínima Cartográfica (UMC) de 25 ha enquanto a COS tem uma UMC de 1 ha. Deste modo, áreas de dimensão inferior a 25 ha mas iguais ou superiores a 1 ha só são mapeadas pela COS. Adicionalmente, a Distância Mínima Entre Linhas (DMEL) do CLC é de 100 m enquanto que a DMEL da COS é de 20 m, o que ocasiona que estradas ou rios que possuam uma DMEL igual ou superior a 20 m, mas inferior a 100 m, só estejam representados na COS. Por fim, a UMC utilizada pela COS na identificação de alterações é de 0.5 ha, enquanto que a do CLC é de 5 ha. Este facto determina que alterações de área igual ou superior a 0.5 ha mas inferior a 5 ha, só sejam detetáveis através da COS.

No período subsequente (2007-2018), a expansão de instalações económicas e infraestruturas superou a expansão residencial, tendo sido particularmente relevantes os processos de conversão de áreas não artificializadas em áreas industriais e comerciais, em estaleiros de construção e em redes de transportes. Estes processos foram responsáveis pela artificialização de 68% do território. Neste último período, a expansão residencial difusa ainda teve um peso de 11% na artificialização bruta do Continente. Apesar do período disponível para comparações a nível europeu ser menos extenso do que o período 2007-2018, constatou-se que entre 2012 e 2018 (EEA, 2019a) na Europa (28 países), os processos de expansão referidos, dominantes no nosso país, tiveram uma contribuição de 63% na artificialização do solo, e a expansão residencial foi responsável pela criação de 12% da área artificializada.

No que diz respeito à renaturalização, a superfície anual média naturalizada em Portugal Continental decresceu 80% entre os dois períodos considerados, ao invés do observado em 28 países europeus (EEA, 2019a) onde a renaturalização anual média aumentou ligeiramente entre 2000-2006 e 2006-2012 e entre este último período e 2012-2018. O decréscimo verificado no nosso país revela uma tendência contrária à pretendida, uma vez que a conversão de áreas artificializadas em não artificializadas constitui uma das formas de compensar a artificialização bruta do solo.

As principais determinantes da renaturalização do solo no Continente nos dois períodos analisados foram a criação de áreas agrícolas, de florestas e bosques, e de áreas seminaturais. A conversão de áreas artificializadas em áreas agrícolas foi mais relevante no primeiro período, com uma participação de 61% na renaturalização. No segundo período, o processo mais contributivo para a renaturalização do território foi a conversão de áreas artificializadas em áreas seminaturais (36%). Atendendo a que 32% da renaturalização verificada entre 2007 e 2018 se deveu à conversão de áreas de extração de inertes e de áreas em construção em matos, é de salientar que estas transformações são representativas do tipo de renaturalização mais desfavorável ao nosso território. De facto, os matos resultam do abandono dos territórios em questão e agravam o respetivo risco de incêndio. Neste último período, a conversão de áreas artificializadas em áreas agrícolas teve menor representatividade na renaturalização do território Continental (22%). Este processo foi, no entanto, o mais marcante (82%) na naturalização do solo ocorrida entre 2012 e 2018 em 28 países europeus (EEA, 2019a).

Do saldo entre a artificialização e a renaturalização do solo, conclui-se que houve uma redução de 79% na artificialização líquida anual média do Continente entre os dois períodos em avaliação. Este decréscimo deve ser considerado benéfico quando ocasionado pelo aumento da renaturalização do solo, o que não aconteceu de facto no Continente.

A reciclagem de territórios artificializados (sentido lato) é ainda um fenómeno raro em Portugal Continental. Entre 2007 e 2018 a área daqueles territórios que foi reciclada (6.8 km²) foi mesmo muito inferior à área naturalizada (40.8 km²). A média anual de territórios artificializados que foi reciclada entre 1990 e 2007 (46.9 km²/ano) decresceu 99% no período subsequente (0.6 km²/ano). Atendendo a que a reciclagem de territórios já artificializados constitui uma alternativa à urbanização de solo não artificializado (artificialização), o decréscimo observado entre os dois períodos em apreciação revela uma evolução inversa à ambicionada.

A taxa de reciclagem de territórios artificializados evidenciou uma distribuição geográfica idêntica à da taxa de artificialização bruta do solo, decrescendo do litoral para o interior do território. Nos dois períodos analisados, as maiores taxas de reciclagem anual ocorreram nas Áreas Metropolitanas e/ou em regiões adjacentes, particularmente nas que interligam as duas metrópoles. Entre 2007 e 2018 a taxa de reciclagem anual foi máxima na região de Aveiro (50.6 m²/ano.Km²).

No período 1990-2007, este tipo de reciclagem representou 27% dos territórios artificializados formados no Continente. Esta representatividade decresceu para 1.9% no período 2007-2018. Os indicadores mais recentes da EEA (2018) sobre este tema são relativos ao período 2006-2012 e demonstram que o peso da reciclagem

na formação de territórios artificializados ainda é baixo em todos os países europeus, correspondendo a 13.5% dos territórios artificializados formados em médias-a-grandes cidades europeias. Os resultados do presente estudo revelam que no período 2007-2018 o peso da reciclagem na formação de territórios artificializados por NUTS3 foi muito inferior ao identificado em cidades europeias. O maior peso observado neste período no Continente diz respeito à região da Lezíria do Tejo (7.1%).

As superfícies contabilizadas pela reciclagem de territórios artificializados (em sentido lato) neste estudo são por definição menores do que as contabilizadas pela EEA (2016, 2018), uma vez que a reciclagem “verde” considerada apenas inclui a conversão de áreas já artificializadas em áreas verdes urbanas. No cálculo da reciclagem “verde”, a EEA (2016, 2018) inclui adicionalmente a conversão de áreas já artificializadas em equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas. Esta conversão integra a estimativa de reciclagem “verde” da EEA baseada no pressuposto de que conduz à introdução de vegetação, ou seja, à permeabilização do solo. A sua não inclusão na estimação da reciclagem “verde” desenvolvida no presente estudo é fundamentada no conhecimento pericial da informação base utilizada (COS), que indica que mais de metade da área ocupada no nosso território por equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas corresponde a superfície impermeabilizada.

No que diz respeito às diversas componentes da reciclagem (sentido lato) de territórios artificializados, o presente estudo revelou que entre 1990 e 2007 o desenvolvimento urbano por densificação prevaleceu sobre outros processos de reciclagem na grande maioria das regiões e no Continente. No período 2007-2018, a reciclagem “cinzenta” preponderou sobre outras formas de reciclagem na maioria das regiões, bem como no Continente (onde constituiu 55% do total reciclado). O contributo da reciclagem “verde” na reciclagem de territórios artificializados do Continente aumentou ligeiramente (de 1.7% para 4.9%) do primeiro para o segundo período.

A análise conjunta da artificialização do território e da evolução demográfica entre 2007 e 2018, demonstra que a artificialização bruta no Continente, bem como na grande maioria das suas regiões, foi acompanhada por um declínio populacional. Nas duas únicas regiões em que ocorreu um crescimento da população (AM de Lisboa e Algarve), tal crescimento foi, em termos relativos, inferior à expansão do território artificializado. Neste período, a artificialização do solo foi maioritariamente destinada à infraestruturização do território. Embora algumas regiões do Continente ainda possam vir a carecer de um esforço de infraestruturização destinado a travar a perda de população, não é sustentável que a artificialização do solo se mantenha na próxima década ao ritmo do verificado num passado, que se prefigura tão recente.

Atendendo a que a União Europeia não dispõe de um enquadramento legal para atingir o objetivo “*No Net Land Take*” até 2050, estabelecido pelo Roteiro para uma Europa Eficiente na Utilização de Recursos (EU, 2011a), tem procurado sensibilizar os Estados Membros para as questões da reciclagem do solo (EEA, 2016; 2018) e da artificialização do solo (EEA, 2019a; EEA, 2019b). Segundo Decoville e Schneider (2016), durante os últimos 10 a 20 anos, a maioria dos países europeus adotaram orientações de planeamento estratégico para promover um desenvolvimento sustentável do seu território, seguindo os princípios da *European Spatial Development Perspective* (EU, 1999), das Agendas Territoriais da União Europeia (EU, 2007; 2011b; 2020), bem como da Nova Agenda Urbana das Nações Unidas (UN, 2016). Em Portugal tais orientações espelharam-se na Lei de Bases Gerais da Política Pública de Solos, de Ordenamento do Território e de Urbanismo, na Estratégia nacional de desenvolvimento urbano sustentável 2014-2020⁹ e por fim na estratégia e modelo territorial do PNPOP.

A nível global, foi aprovada a Agenda 2030 para Desenvolvimento Sustentável na Cimeira das Nações Unidas, realizada em setembro de 2015. Esta Agenda estabeleceu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

⁹ Resolução de Conselho de Ministros n.º 61/2015, de 16 de julho, DR n.º 155/2015.

e 169 metas, que deverão ser alcançadas até 2030, por todos os países. Os ODS 11 e 15 estão particularmente relacionados com a redução da artificialização do solo e a redução da degradação do solo (<https://sustainabledevelopment.un.org/sdg11>; <https://sdgs.un.org/goals/goal15>).

O objetivo 11.3 visa aumentar a urbanização inclusiva e sustentável e as capacidades para um ordenamento do povoamento humano participativo, integrado e sustentável, em todos os países. O indicador 11.3.1 proposto para monitorizar este objetivo consiste no rácio entre a taxa de consumo de solo e a taxa de crescimento da população.

O objetivo 15.3 visa combater a desertificação, restaurar a terra e o solo degradado, incluindo terrenos afetados pela desertificação, secas e inundações, e lutar para alcançar um mundo neutro em termos de degradação do solo. A proporção do território com solos degradados corresponde ao indicador 15.3.1, proposto para monitorizar este objetivo. No nosso país, a monitorização dos ODS definidos pela Agenda 2030 é somente realizada ao nível nacional, pelo Instituto Nacional de Estatística, sem que tivessem sido estabelecidos objetivos e critérios diferenciados por regiões, de forma a viabilizar o cumprimento das metas nacionais.

Mais recentemente, a Estratégia de Proteção do Solo da União Europeia para 2030 (EC, 2021) recomenda que os Estados Membros deverão definir, até 2023, as suas próprias metas nacionais, regionais e locais com vista à redução da artificialização líquida do solo até 2030, bem como apresentar relatórios sobre os progressos realizados, a fim de dar um contributo mensurável para a meta de 2050.

O cumprimento do objetivo de “*No Net Land Take*” até 2050, implica que toda a nova urbanização deve ocorrer em territórios artificializados que estão abandonados ou subutilizados, ou que a artificialização bruta do solo seja compensada pela renaturalização de territórios artificializados, o que exige um enorme investimento na reciclagem de territórios artificializados (EEA, 2019b).

A reciclagem de territórios artificializados assegura que uma população urbana em crescimento consuma menos solo per capita. A densificação, uma das três componentes da reciclagem abordada neste estudo, visa a construção em solo que já integra o perímetro urbano, maximizando por isso a utilização das infraestruturas que nele já estejam implantadas. As vantagens ambientais da reciclagem “cinzenta” são claras: aliviar a pressão sobre as zonas rurais e os espaços verdes, reduzir os custos da poluição, uma utilização mais eficiente da energia e do consumo de recursos naturais, facilitar a diversificação económica e as exigências emergentes em matéria de habitação. Por outro lado, a reciclagem “verde” possibilita a criação de corredores ou infraestruturas verdes que constituem um meio de restabelecimento e manutenção das áreas não impermeabilizadas (EEA, 2019b).

Os resultados deste estudo indicam que para atingir o objetivo de “*No Net Land Take*” até 2050, Portugal terá que fazer rapidamente um maior investimento tanto na reciclagem como na renaturalização de territórios artificializados. Como referido no início da secção 3, foi só em 1998, mas com mais efetivas condições de operacionalização a partir de 2014, que a contenção da expansão urbana e da edificação dispersa, o aproveitamento das áreas urbanas intersticiais e o fomento da regeneração urbana se tornaram desígnios do ordenamento do território. Considerando que se encontram em curso 131 procedimentos de revisão de PDM em Portugal Continental (cf. pcgt.dgterritorio.gov.pt, consultado a 24/1/2022), conclui-se que 47% dos municípios ainda estão a dar corpo a tais desígnios no planeamento municipal e que a sua materialização só será notória na próxima década. É por isso expectável que a redução da artificialização líquida do território, ocasionada pelo crescimento da reciclagem dos territórios artificializados e da renaturalização, só venha a tornar-se evidente no médio-prazo.

Para uma eficaz redução da artificialização do solo em Portugal não bastam orientações, sendo imprescindível a fixação de metas a atingir quer a nível nacional, quer aos níveis regional e local. A artificialização do solo,

embora tenha consequências negativas pode também ter efeitos benéficos. As forças motrizes deste fenómeno variam muito dentro do território Continental, motivo pelo qual se recomenda uma avaliação regional das mesmas.

A definição de objetivos quantitativos de âmbito nacional para a redução da artificialização do solo ou para o incremento da reciclagem de áreas artificializadas já é uma realidade em alguns países europeus. De entre estes, destacam-se o Luxemburgo que limitou a artificialização bruta do solo a 1 ha/dia até 2020, a Alemanha que estabeleceu um máximo de 30 ha/dia até 2020 e a Áustria que definiu um limiar de 1 ha/dia até 2010 (Prokop *et al.*, 2011; Decoville & Schneider, 2016; Barbosa *et al.*, 2017). O governo francês estabeleceu a meta de baixar em 50% a taxa de consumo de áreas agrícolas para fins urbanos, entre 2010 e 2020. O Reino Unido definiu que a edificação para fins habitacionais deve ser satisfeita em 60% por reaproveitamento de zonas *Brownfield* (locais inseridos em territórios artificializados que estão abandonados ou subutilizados, tais como antigas instalações industriais ou comerciais, que podem ter problemas de contaminação). Na Dinamarca, com vista à promoção da atratividade das áreas urbanas centrais e ao controlo da expansão urbana, é proibido o desenvolvimento de centros comerciais superiores a 3000 m² fora das cidades (Prokop *et al.*, 2011; Decoville & Schneider, 2016).

A responsabilidade do estabelecimento de objetivos quantitativos para a redução da artificialização do solo, bem como da sua monitorização regular é da administração central. No entanto, tais objetivos devem ser traduzidos em metas regionais ou locais, dado que as decisões de planeamento são usualmente implementadas a nível regional ou municipal (Decoville & Schneider, 2016).

Segundo Prokop e colaboradores (2011), a prevenção da artificialização do solo bem como da consequente impermeabilização do mesmo, pode ser incentivada através de um conjunto de medidas:

- Definição de metas realistas para a artificialização do solo a nível nacional e regional em função do crescimento económico e da evolução da população perspectivados por área geográfica;
- Sensibilização dos diversos atores do planeamento regional e local para as ações que permitem evitar a impermeabilização desnecessária do solo;
- Integração do princípio "prevenir, limitar e compensar" no que diz respeito à perda de solo, em todas as políticas sectoriais de âmbito territorial;
- Implementação do princípio do desenvolvimento sustentável no planeamento regional e local, com instituição de mecanismos de compensação por perda do solo;
- Racionalização das políticas de financiamento, designadamente para estímulo do desenvolvimento intraurbano.

O presente estudo disponibiliza as evidências sobre a artificialização do solo, a renaturalização e a reciclagem de territórios artificializados, necessárias ao estabelecimento de objetivos e critérios de âmbito nacional, procurando simultaneamente contribuir para alargar o conhecimento destes processos aos níveis regional e local, uma vez que a transformação do território se concretiza a estes níveis de decisão.

5. Referências

- Barbosa A., Vallecillo S., Baranzelli C., Jacobs-Crisioni C., Silva F., Perpiña-Castillo C., Lavallo C., Maes J. (2017). Modelling built-up land take in Europe to 2020: an assessment of the Resource Efficiency Roadmap measure on land. *Journal of Environmental Planning and Management* 2017. Vol. 60, No. 8, 1439–1463. <http://dx.doi.org/10.1080/09640568.2016.1221801>
- Caetano M., Nunes V., Araújo A. (2008a). Concepção e desenvolvimento das especificações técnicas da nova Carta de Ocupação do Solo de Portugal Continental. Actas do X Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica (ESIG 2008), 14 - 16 Maio 2008, Oeiras, Portugal.
- Caetano M., Pereira M., Carrão H., Araújo A., Nunes A., Nunes V. (2008b). Cartografia temática de ocupação/uso do solo do Instituto Geográfico Português. *Mapping – Revista Internacional de Ciências de la Tierra*, 2008, 126: 78-87.
- Decoville A., Schneider M. (2016). Can the 2050 zero land take objective of the EU be reliably monitored? A comparative study. *J. Land Use Sci.* 2016, 11, 331–349.
- EC - European Commission (2021). EU Soil Strategy for 2030. Reaping the benefits of healthy soils for people, food, nature and climate. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, 17 November 2021, Brussels. Disponível em: https://ec.europa.eu/environment/publications/eu-soil-strategy-2030_pt
- EEA – European Environment Agency (2006). Land accounts for Europe 1990–2000 - Towards integrated land and ecosystem accounting. EEA Report, No. 11/2006.
- EEA – European Environment Agency (2016). Land recycling in Europe - Approaches to measuring extent and impacts. EEA Report, No. 31/2016.
- EEA – European Environment Agency (2018). Land recycling and densification. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/land-recycling-and-densification/assessment-1>
- EEA – European Environment Agency (2019a). Land take and net land take. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/land-take-statistics>
- EEA – European Environment Agency (2019b). Land take in Europe — Indicator assessment (CSI 014/LSI 001). Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/land-take-3/assessment>
- EEA – European Environment Agency (2020). Land cover accounts — an approach to geospatial environmental accounting. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/themes/landuse/land-accounting>
- EU - European Union (1999). European Spatial Development Perspective - Towards Balanced and Sustainable Development of the Territory of the European Union. Agreed at the Informal Council of Ministers responsible for Spatial Planning in Potsdam, 10-11 May 1999. Luxembourg, Official Publications of the European Communities.
- EU - European Union (2007). Territorial Agenda of the European Union. Towards a more Competitive and Sustainable Europe of Diverse Regions. Agreed on the occasion of the Informal Ministerial Meeting on Urban Development and Territorial Cohesion in Leipzig, 24-25 May 2007.
- EU - European Union (2011a). Roadmap to Resouce Efficient Europe (Roteiro para uma Europa Eficiente na Utilização de Recursos). Setembro, 2011. Disponível em: [https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com\(2011\)0571_/com_com\(2011\)0571_pt.pdf](https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com(2011)0571_/com_com(2011)0571_pt.pdf)

EU - European Union (2011b). Territorial Agenda of the European Union 2020. Towards an Inclusive, Smart and Sustainable Europe of Diverse Regions. Agreed at the Informal Ministerial Meeting of Ministers responsible for Spatial Planning and Territorial Development in Gödöllő, Hungary, 19th May 2011.

EU - European Union (2020). Territorial Agenda – a future for all places. Informal meeting of Ministers responsible for Spatial Planning and Territorial Development and/or Territorial Cohesion 1 December 2020, Germany. Disponível em: <https://www.territorialagenda.eu/home.html>

Ivits E., Milego R., Mancosu E., Gregor M., Petersen J., Büttner G., Löhnertz M., Maucha G., Petrik O., Bastrup-Birk A., Tafi J., Hazeu G. (2020) – European Environment Agency (EEA) & European Topic Centre on Urban, Land and Soil Systems (ETC-ULS). Land and ecosystem accounts for Europe Towards geospatial environmental accounting. ETC/ULS Report | 02/2020. Disponível em: <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-uls/products/etc-uls-report-02-2020-land-and-ecosystem-accounts-for-europe-towards-geospatial-environmental-accounting-1>

Nicolau R., Basos N., Marcelino F., Caetano M., Pereira J.M.C. (2020). Harmonization of categorical maps by alignment processes and thematic consistency analysis. AIMS Geosciences, 2020, 6(4): 473-490. doi: 10.3934/geosci.2020026.

Prokop G., Jobstmann H., Schönbauer A. (2011). Report on best practices for limiting soil sealing and mitigating its effects. European Commission, DG Environment, Technical Report - 2011 – 050, 226 pp.

UN - United Nations (2016). New urban agenda – Habitat III. Adopted in October 2016 and endorsed by the UN in December 2016. Disponível em: <https://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Portuguese.pdf>

Anexo I - Classes de ocupação/uso do solo das nomenclaturas CLC e LEAC e respetivos códigos

CLC - nível 1	CLC - nível 2	CLC - nível 3	LEAC
1 Territórios artificializados	11 Tecido urbano	111 Tecido urbano contínuo	1 Territórios artificializados
		112 Tecido urbano descontínuo	
	12 Indústria, comércio e transportes	121 Indústria, comércio e equipamentos gerais	
		122 Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	
		123 Áreas portuárias	
		124 Aeroportos e aeródromos	
	13 Áreas de extração de inertes, áreas de deposição de resíduos e estaleiros de construção	131 Áreas de extração de inertes	
		132 Áreas de deposição de resíduos	
		133 Áreas em construção	
	14 Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos, culturais e de lazer, e zonas históricas	141 Espaços verdes urbanos	
142 Equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas			
2 Áreas agrícolas e agroflorestais	21 Culturas temporárias	211 Culturas temporárias de sequeiro	2A Terras aráveis e culturas permanentes
		212 Culturas temporárias de regadio	
		213 Arrozais	
	22 Culturas permanentes	221 Vinhas	
		222 Pomares	
		223 Olivais	
	23 Pastagens permanentes	231 Pastagens permanentes	2B Pastagens e mosaicos culturais
	24 Áreas agrícolas heterogéneas	241 Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes	2A Terras aráveis e culturas permanentes
		242 Sistemas culturais e parcelares complexos	2B Pastagens e mosaicos culturais
		243 Agricultura com espaços naturais e seminaturais	
244 Sistemas agroflorestais (SAF)			
3 Florestas e meios naturais e seminaturais	31 Florestas	311 Florestas de folhosas	3A Florestas e arbustos florestais de transição
		312 Florestas de resinosas	
		313 Florestas mistas	
	32 Florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea	321 Vegetação herbácea natural	3B Prados naturais, matos e vegetação esclerofila
		322 Matos	
		323 Vegetação esclerofila	
		324 Florestas abertas, cortes e novas plantações	3A Florestas e arbustos florestais de transição
	33 Zonas descobertas e com pouca vegetação	331 Praias, dunas e areais	3C Espaços descobertos ou com pouca vegetação
		332 Rocha nua	
		333 Vegetação esparsa	
334 Áreas ardidas			

CLC - nível 1	CLC - nível 2	CLC - nível 3	LEAC
3 Florestas e meios naturais e seminaturais	33 Zonas descobertas e com pouca vegetação	335 Neves e glaciares	3C Espaços descobertos ou com pouca vegetação
4 Zonas húmidas	41 Zonas húmidas interiores	411 Paus	4 Zonas húmidas
		412 Turfeiras	
	42 Zonas húmidas litorais	421 Sapais	
		422 Salinas e aquicultura litoral	
		423 Zonas entremarés	
5 Corpos de água	51 Águas interiores	511 Cursos de água	5 Massas de água superficiais
		512 Planos de água	
	52 Águas marinhas e costeiras	521 Lagoas costeiras	
		522 Desembocaduras fluviais	
		523 Oceano	

Anexo III - Transições entre classes CLC (nível 3) e fluxos (LCFs nível 2) associados, contabilizadas nos cálculos da artificialização bruta do solo, renaturalização e reciclagem de territórios artificializados

De acordo com a Figura III.1, os fluxos ou LCFs envolvidos no computo da artificialização bruta do solo (a verde) incluem a totalidade dos LCF21; LCF22; LCF31; LCF32; LCF33; LCF34; LCF35; LCF36; LCF37 e apenas a parte dos LCF38 e LCF13 que correspondem respectivamente à conversão de territórios não artificializados em equipamentos desportivos e de lazer e em áreas urbanas verdes.

Origem	Destino (Classes CLC nível 3 com equivalência na COS)										
	111	112	121	122	123	124	131	132	133	141	142
111	-	LCF12	LCF13	LCF38							
112	LCF11	-	LCF11	LCF11	LCF11	LCF11	LCF12	LCF12	LCF11	LCF13	LCF38
121	LCF12	LCF12	-	LCF12	LCF12	LCF12	LCF12	LCF12	LCF12	LCF13	LCF38
122	LCF12	LCF12	LCF12	-	LCF12	LCF12	LCF12	LCF12	LCF12	LCF13	LCF38
123	LCF12	LCF12	LCF12	LCF12	-	LCF12	LCF12	LCF12	LCF12	LCF13	LCF38
124	LCF12	LCF12	LCF12	LCF12	LCF12	-	LCF12	LCF12	LCF12	LCF13	LCF38
131	LCF12	LCF12	LCF12	LCF12	LCF12	LCF12	-	LCF12	LCF12	LCF13	LCF38
132	LCF12	LCF12	LCF12	LCF12	LCF12	LCF12	LCF12	-	LCF12	LCF13	LCF38
133	LCF12	LCF12	LCF12	LCF12	LCF12	LCF12	LCF12	LCF12	-	LCF13	LCF38
141	LCF11	LCF11	LCF11	LCF11	LCF11	LCF11	LCF11	LCF11	LCF11	-	LCF38
142	LCF11	LCF11	LCF11	LCF11	LCF11	LCF11	LCF11	LCF11	LCF11	LCF13	-
211	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
212	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
213	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
221	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
222	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
223	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
231	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
241	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
242	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
243	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
244	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
311	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
312	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
313	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
321	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
322	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
323	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
324	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
331	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
332	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
333	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
334	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF99	LCF38
411	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
421	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
422	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF99	LCF38
423	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF99	LCF38
511	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
512	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
521	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
522	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38
523	LCF21	LCF22	LCF31	LCF32	LCF33	LCF34	LCF35	LCF36	LCF37	LCF13	LCF38

Figura III.1 – Transições entre classes de coberto, e LCFs associados, contabilizadas nos cálculos da artificialização bruta do solo (a verde) e da reciclagem (em sentido lato) de territórios artificializados (a cinza)

As transições entre classes de coberto do solo (nomenclatura CLC - nível 3) contabilizadas no cálculo da artificialização do solo são identificadas na Tabela III.1, com indicação dos LCFs correspondentes.

Tabela III.1 – Transições entre classes de coberto contabilizadas no cálculo da artificialização do solo e LCFs correspondentes. Fonte: Adaptado de EEA (2019b)

Origem (classe CLC nível 3)	Destino (classe CLC nível 3)	Processos/determinantes da alteração do coberto do solo – LCFs nível 2	Processos/determinantes da alteração do coberto do solo – LCFs nível 1	
2XY	111	LCF21 Expansão residencial urbana densa /compacta: Conversão de áreas não artificializadas em tecido edificado contínuo	LCF2 Expansão residencial - Conversão de áreas não artificializadas em tecido edificado contínuo ou descontínuo	
3XY ⁽¹⁾				
4XY				
5XY				
2XY	112	LCF22 Expansão residencial urbana difusa: Conversão de áreas não artificializadas em tecido edificado descontínuo		
3XY ⁽¹⁾				
4XY				
5XY				
2XY	121	LCF31 Conversão de áreas não artificializadas em áreas industriais e comerciais		LCF3 Expansão de instalações económicas e infraestruturas
3XY ⁽¹⁾				
4XY				
5XY				
2XY	122	LCF32 Conversão de áreas não artificializadas em redes de transportes		
3XY ⁽¹⁾				
4XY				
5XY				
2XY	123	LCF33 Conversão de áreas não artificializadas em áreas portuárias		
3XY ⁽¹⁾				
4XY				
5XY				
2XY	124	LCF34 Conversão de áreas não artificializadas em aeroportos		
3XY ⁽¹⁾				
4XY				
5XY				
2XY	131	LCF35 Conversão de áreas não artificializadas em áreas de extração de inertes		
3XY ⁽¹⁾				
4XY				
5XY				
2XY	132	LCF36 Conversão de áreas não artificializadas em áreas de deposição de resíduos (aterros sanitários, lixeiras e sucatas)		
3XY ⁽¹⁾				
4XY				
5XY				
2XY	133	LCF37 Conversão de áreas não artificializadas em estaleiros de construção		
3XY ⁽¹⁾				
4XY				
5XY				
2XY	142	LCF38 ⁽²⁾ Conversão de áreas artificializadas e não artificializadas em equipamentos desportivos e de lazer		
3XY ⁽¹⁾				
4XY				
5XY				
2XY	141	LCF13 ⁽³⁾ Conversão de áreas artificializadas e não artificializadas em áreas verdes urbanas (parques e jardins)	LCF1 Gestão do solo urbano	
3XY ⁽⁴⁾				
4XY ⁽⁵⁾				
5XY				

Notas: X e Y representam qualquer inteiro entre 1 e 5, que combinados correspondam a um código CLC válido; ⁽¹⁾ exceto 335; ⁽²⁾ exceto parte do LCF38 relativa a transições 1XY -> 142; ⁽³⁾ exceto parte do LCF13 relativa a transições 1XY -> 141; ⁽⁴⁾ exceto 334 e 335; ⁽⁵⁾ exceto 422 e 423.

As alterações entre territórios artificializados constantes da Figura III.1, expressas pelos fluxos LCF11 e LCF12, representam, respetivamente, a densificação e a reciclagem “cinzenta”. A reciclagem “verde”, i.e., a criação de espaços verdes urbanos a partir de áreas artificializadas, é expressa por parte do fluxo LCF13. No cálculo da reciclagem de territórios artificializados em sentido lato, totalizam-se estes três grupos de transformações, com exclusão das conversões de áreas em construção para qualquer classe (células a cinza na Figura III.1).

As transições entre classes de coberto do solo (nomenclatura CLC - nível 3) contabilizadas no cálculo da renaturalização do solo são identificadas na Tabela III.2, com indicação dos LCFs correspondentes.

Tabela III.2 – Transições entre classes de coberto contabilizadas no cálculo da renaturalização do solo e LCFs correspondentes

Origem (classe CLC nível 3)	Destino (classe CLC nível 3)	Processos/determinantes da alteração do coberto do solo – LCFs nível 2	Processos/determinantes da alteração do coberto do solo – LCFs nível 1
1XY ⁽¹⁾	2XY	LCF54 Conversão de áreas artificializadas em áreas agrícolas	LCF5 Conversão de outros cobertos do solo para agricultura
	321		
1XY ⁽¹⁾	31X	LCF63 Criação de florestas e bosques a partir de áreas seminaturais, húmidas, aquáticas ou artificiais	LCF6 Crescimento das florestas e de outras áreas seminaturais
	324		
1XY ⁽¹⁾	322	LCF91 Criação e rotação de áreas seminaturais: Alterações no coberto vegetal natural e seminatural devido a fatores naturais	LCF9 Alterações do coberto do solo devido a múltiplas causas naturais
	323		
	33X ⁽²⁾		
1XY	423	LCF93 Processos costeiros: erosão ou acreção costeira	
	52X		
1XY	51X	LCF81 Criação de corpos de água: Extensão da superfície de água resultante da criação de barragens e albufeiras	LCF8 Criação e gestão de corpos de água e zonas húmidas

Notas: X e Y representam qualquer inteiro entre 1 e 5, que combinados correspondam a um código CLC válido; ⁽¹⁾ exceto 141; ⁽²⁾ exceto 334 e 335.