

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

**Avaliação do impacte da expansão de redes de drenagem
de águas residuais numa ETAR**

Dissertação de Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica

Renato Miguel Gomes Baptista

Orientador: Prof. Ricardo Jorge e Silva Bento

Coorientador: Prof. Luís Filipe Sanches Fernandes



VILA REAL, 2017

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

**Avaliação do impacte da expansão de redes de drenagem
de águas residuais numa ETAR**

Dissertação de Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica

Renato Miguel Gomes Baptista

Orientador: Prof. Ricardo Jorge e Silva Bento

Coorientador: Prof. Luis Filipe Sanches Fernandes

Composição do Júri:

Doutor Joaquim João Moreira de Sousa, Professor Auxiliar com Agregação da
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Doutor José Tadeu Marques Aranha, Professor Associado com Agregação da
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Doutor Ricardo Jorge e Silva Bento, Professor Auxiliar da Universidade de
Trás-os-Montes e Alto Douro

VILA REAL, 2017

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em
Sistemas de Informação Geográfica

As ideias presentes neste documento são da minha inteira responsabilidade.

Agradecimentos

Queria começar por agradecer aos meus pais, António e Alcina, e também ao meu irmão Duarte, por me terem sempre apoiado incondicionalmente ao longo do meu percurso académico, começando no pré-escolar até a entrega e defesa deste trabalho e seguramente no futuro.

Agradeço também ao Eurico Loureiro e ao Luís Roby, pela oportunidade profissional na LRB Consultores. Não posso esquecer também os meus colegas de trabalho Zé Castro, Tozé e Marco pelo companheirismo e amizade ao longo deste período. Um abraço também para o Miguel Rodrigues, da Incentiverde pelo apoio e compreensão na parte final da elaboração deste trabalho.

Agradecimento também para a colaboração das Águas do Norte pela cedência de informação e colaboração.

Um grande abraço também para o colega de mestrado e grande amigo José Freitas, pela ajuda nas deslocações a Vila Real, com dormidas e alimentação, mas sobretudo pela amizade!

Aos colegas de mestrado, José, Helena e Marco, pelo apoio e bons momentos passados.

Também às várias pessoas que me ajudaram e motivaram ao longo da elaboração desta dissertação, que não estão mencionadas, mas que também agradeço.

Um beijinho especial também para o meu amor, Tânia, pela ajuda e motivação na feitura deste trabalho, mas sobretudo pelo amor, carinho e ternura que me dá!

Uma lembrança aos meus avós, tanto de sangue como de coração, Manuel, Augusta, José e Rita pela vida e ensinamentos que me deram! Também quero deixar o meu apreço pela força da vida que é a minha avó Ana!

Final agradecimento, aos professores Ricardo Bento e Luís Sanches, pela orientação e conselhos fundamentais para a conclusão com sucesso deste trabalho!

OBRIGADO!

Resumo

O fenómeno do povoamento disperso surgiu durante o século XX quando a melhoria das condições de vida levou á procura das famílias por habitações unifamiliares em zonas mais aprazíveis, nomeadamente em zonas rurais. Este fenómeno foi também impulsionado por outros fatores, como a redução dos custos de transporte e o reduzido custo dos terrenos em zonas periurbanas.

A dispersão urbana causa uma variedade de problemas como a fragmentação de áreas florestais e agrícolas, aumento de consumo energético, a desagregação de laços sociais e comunitários e a segregação espacial de classes sociais. O âmbito deste trabalho foca-se nos impactes da dispersão urbana no provimento de infraestruturas de utilidade pública, mais especificamente drenagem de águas residuais domésticas. Este fenómeno dificulta a construção de esgotos em condições de sustentabilidade e eficiência e aumenta o custo do provimento e manutenção do serviço de esgotos. Logo, este padrão de ocupação espacial é prejudicial ao desenvolvimento e manutenção destas infraestruturas.

Os instrumentos de planeamento territorial ao nível municipal, nomeadamente os PDM (Planos Diretores Municipais) não estudam, na maioria dos casos, os impactes das áreas de expansão urbana em infraestruturas de utilidade pública como esgotos, abastecimento de água, de eletricidade ou gás natural, e como tal não previnem a dispersão urbana e muitos dos seus impactes negativos. Este estudo, toma em consideração isto, para saber se num concelho disperso como Fafe, que é o caso de estudo nesta dissertação, a ETAR de Serzedo (Guimarães) que serve a maioria do território do município, tem capacidade para lidar com o alargamento do serviço a todas as áreas urbanizadas assim como lidar com um aumento da urbanização e possível dispersão urbana.

Este trabalho usa metodologia baseada em SIG (Sistemas de Informação Geográfica) cruza informação geográfica sobre a demografia, altimetria, planeamento e ocupação do território assim como dados acerca dos caudais da ETAR. Esta metodologia tem como objetivo, também, saber as áreas ocupadas e urbanizáveis, a população servida e não servida por esgotos e a população que potencialmente ocupará os territórios.

Nos cenários estudados, em que o primeiro é o atual, dois com expansão da rede para áreas servidas por sistemas autónomos e não servidas por nenhuma rede, respetivamente e uma última com serviço à urbanização de todas as áreas disponíveis no PDM. Os três

primeiros cabem na capacidade da ETAR, pois são de 7291 m³, 8209 m³ e 12867 m³. Já o último cenário estudado ultrapassa a capacidade da ETAR pois prevê um caudal de 39148 m³.

Com estes dados podemos concluir que a ETAR é suficiente para a ocupação atual do território, tendo, no entanto de se controlar as entradas indevidas no sistema e aumentar a rede de coletores a toda a bacia de drenagem de modo a aumentar a cobertura deste serviço. No entanto, em caso de aumento da urbanização para fins residenciais e outros para todas as áreas disponíveis no PDM, a ETAR não tem capacidade para responder ao aumento de fluxo.

Palavras-chave: Fafe, Rede de Drenagem de Águas Residuais Domésticas, Estação de Tratamento de Águas Residuais, Sistemas de Informação Geográfica, Análise Espacial

Abstract

The phenomenon of *urban sprawl* emerged during the XX century when the improvement of living conditions lead families to search for single family houses in more pleasant areas, namely in rural areas. This phenomenon was also boosted by other factors like the reduction of transportation costs and the low cost of properties in peri urban areas.

Urban sprawl causes a variety of problems like the fragmentation of agricultural and forest areas, increase in energy consumption, the desegregation of social and community bonds and the spatial segregation of social classes. The scope of this work focuses on the impacts of *urban sprawl* in the provision of public utilities, mores specifically the sewer infrastructure.

This pattern of spatial occupation makes more difficult the construction of sewers in conditions of sustainability and efficiency and increases the cost of provision and maintenance of the sewer services. So, this pattern of spatial occupation is harmful to the development and maintenance of these infrastructures.

Territorial planning instruments in Portugal at the municipal level, namely the PDM (Municipal Director Plan) doesn't study, in most cases, the impacts of urban expansion areas in public utility infrastructure like sewers, water supply electricity or natural gas, and so they don't prevent urban dispersion and many of its negative impacts.

This study, starts from these assumptions, to study if in a disperse municipality like Fafe, which is the case study, the ETAR of Serzedo (Guimarães) which serves most of the municipality, has the capacity to deal with the enlargement of the service to all urbanized areas in service and also deal with the spread of urbanization and possible urban areas.

This work uses a methodology based on GIS (Geographic Information Systems) crosses geographic information about demography, altimetry, planning and occupation of territory as well as the data about the caudal in the ETAR. This methodology has the goal, as well, to know the occupied and available areas, the served and non-served population by sewers and potential population that will occupy the available areas for urbanization.

This study, reaches several conclusions at the end related to the capacity of the Serzedo ETAR, which is studied in this dissertation. Of the period in analysis of almost a year, there are 34 days in which the percentage of pluvial waters in total influx surpasses the 20% foreseen in PEASAAR II, there being inclusively 3 days in which the influx surpassed the capacity of the ETAR which is 13772 m³. Only 22049 residents in 44831 inhabitants are served, of the drainage area in study in the municipality of Fafe. To these residents we have to add the

residents of the *freguesias* served by the ETAR in the municipalities of Felgueiras and Guimarães. Regarding economic activities areas, only 17,8 hectares of the 38 hectares occupied are served by sewers. Of the urban expansion areas, only 22840 of 63800 potential residents and 96,8 hectares of 159,4 potential hectares of economic activities areas would be served with the current network, configuring better potential service in non-residential areas.

With this data, one can conclude that the ETAR is sufficient for the current occupation of the territory, having nevertheless the need to control the illegal influxes into the system and increase the coverage of this service. In contrast, in case of urban expansion for residential and non-residential purposes to all areas available in the PDM, the ETAR doesn't have the capacity to treat the increased influx.

Keywords: Fafe, Wastewater Network, Wastewater Treatment Plant, Geographic Information Systems, Spatial Analysis

Índice

Resumo.....	V
Abstract.....	VII
Índice de Figuras	X
Índice de Equações.....	XII
Índice de Tabelas	XII
Lista de Siglas e Acrónimos.....	XIII
1 - Introdução	1
2 - Dispersão urbana e Infraestruturas de Utilidade Pública	5
2.1 - Dispersão Urbana.....	6
2.2 - A Ineficácia dos PDM de 1ª Geração no Combate à Dispersão Urbana.....	8
2.3 - Combate à Dispersão Urbana.....	10
2.4 - Influência da Dispersão Urbana na Disponibilização de Serviços de Utilidade Pública.....	11
3 – Sistemas de Informação Geográfica e Ciclo Urbano da Água	15
3.1 - Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Análise Espacial.....	16
3.2 - Ciclo Urbano da Água.....	18
3.3 - Redes de Drenagem de Águas Residuais Domésticas e Cadastro.....	20
4 - Metodologia	23
4.1 - Vectorização do Plano Diretor Municipal.....	24
4.2 - Bacias de Drenagem.....	25
4.3 - Delimitação de Áreas Ocupadas e Livres.....	26
4.4 - Determinação do Potencial de Expansão Urbana	28
4.5 - Determinação da População e Áreas de Atividades Económicas Servidas e Não Servidas	32
4.6 - Análise dos Caudais da ETAR.....	34
5 - Estudo de Caso.....	39
5.1 - Situação Atual do Sistema de Drenagem de Águas Residuais Domésticas e industriais no Concelho de Fafe.....	42
5.2 - Ocupação e Planeamento do Território.....	46

5.3 - Bacias de Drenagem.....	50
5.4 - Potencial de Expansão Urbana.....	52
5.5 - Cobertura de Drenagem de Águas Residuais Domésticas e Industriais no Concelho de Fafe	55
5.6 - Análise dos Caudais da ETAR.....	60
5.6.1 - Influência da Entrada de Águas Pluviais e Outras Afluências Indevidas.....	60
5.6.2 - Cenários de Expansão do Sistema de Drenagem de Águas Residuais Domésticas e Industriais	63
6 - Conclusões	67
Bibliografia	71
Anexos.....	2

Índice de Figuras

Figura 1: Povoamento disperso em Portugal (Ganfei, Valença).....	7
Figura 2: Custo de drenagem residual por habitante.....	12
Figura 3: Custo de drenagem residual por área de implantação.....	12
Figura 4: Representação esquemática do funcionamento de um SIG	16
Figura 5: Representação vetorial, raster e binária	17
Figura 6: Ciclo Urbano da Água.....	18
Figura 7: ETA de Queimadela, Concelho de Fafe	19
Figura 8: Esquema exemplificativo da infraestrutura de drenagem de águas residuais domésticas num edifício	21
Figura 9: Exemplo de cadastro da rede de drenagem de águas residuais domésticas em SIG	22
Figura 10: Metodologia de geoprocessamento para a junção de diversas folhas do PDM num só ficheiro.....	24
Figura 11: Metodologia de geoprocessamento para a definição das bacias de drenagem ...	26
Figura 12: Exemplo de agregação de polígonos para cálculo de áreas ocupadas	27
Figura 13: Metodologia de geoprocessamento para a determinação de áreas ocupadas e livres.....	28
Figura 14: Exemplos de vectorização da rede viária em áreas de baixa e alta densidade urbana	29

Figura 15: Metodologia de geoprocessamento para a determinação da população servida e não servida por drenagem de águas residuais domésticas	33
Figura 16: Exemplo esquemático da interseção entre a área de influência dos coletores e áreas ocupadas com edificado.....	33
Figura 17: Metodologia de geoprocessamento para a determinação do serviço de drenagem de águas residuais domésticas disponível em áreas livres	34
Figura 18: Enquadramento Geográfico de Fafe	40
Figura 19: População residente no concelho de Fafe por subsecção estatística	41
Figura 20: Ocupação da população empregada por setor de atividade.....	42
Figura 21: Percentagem da população servida por drenagem de águas residuais domésticas e ETAR em Portugal e Fafe em 2006	43
Figura 22: Rede de Colectores e Intercetores no Concelho de Fafe	45
Figura 23: Legenda das classes de solo rural do PDM de Fafe	47
Figura 24: Legenda das classes de solo urbano e urbanizável do PDM de Fafe	47
Figura 25: Planta de Ordenamento do Plano Diretor Municipal de Fafe	48
Figura 26: Áreas Construídas e Urbanizáveis no Concelho de Fafe	49
Figura 27: Hipsometria e direções de fluxo calculadas.....	50
Figura 28: Bacias Hidrográficas de Fafe.....	51
Figura 29: Zonas Amostra.....	53
Figura 30: População residente por serviço de esgotos disponível	56
Figura 31: Potencial população residente nas áreas de expansão urbana por serviço de esgotos disponível.....	57
Figura 32: Áreas de atividades económicas ocupadas por serviço de esgotos disponível....	57
Figura 33: Áreas de expansão de atividades económicas por serviço de esgotos disponível	58
Figura 34: Áreas construídas e urbanizáveis por serviço de esgotos disponível.....	59
Figura 35: Análise dos caudais da ETAR de Serzedo e precipitação.....	62
Figura 36: Cenários para o caudal afluente na ETAR de Serzedo (excluindo águas pluviais)	64

Índice de Equações

Equação 1: Fórmula para cálculo do potencial edificatório nas áreas destinadas a edifícios unifamiliares.....	31
Equação 2: Fórmula para cálculo do potencial edificatório nas áreas destinadas a atividades comerciais e industriais.....	31
Equação 3: Fórmula para cálculo do potencial edificatório nas áreas destinadas a edifícios multifamiliares.....	31
Equação 4: Cálculo dos Caudais Médios Doméstico e Industriais.....	35
Equação 5: Cálculo da proporção de Águas Pluviais.....	36

Índice de Tabelas

Tabela 1: Cedências Obrigatórias segundo a portaria 216-B/2008	30
Tabela 2: Distância mínima ao eixo de via em solo urbano e urbanizável	46
Tabela 3: Zonas amostra e percentagem de espaço ocupada pela rede viária.....	52
Tabela 4: Índices de utilização e ocupação, número máximo de pisos acima e abaixo da cota de soleira e altura máxima da fachada por classe de ocupação do solo do PDM de Fafe	54
Tabela 5: Cedências obrigatórias segundo o PDM de Fafe	54
Tabela 6: Potencial edificatório calculado	55
Tabela 7: Cenários para a utilização da ETAR de Serzedo	64

Lista de Siglas e Acrónimos

BGRI – Base Geográfica de Referenciação de Informação
CAOP – Carta Administrativa Oficial de Portugal
Censos – Recenseamento Geral da População
CMF – Câmara Municipal de Fafe
DL – Decreto-Lei
EEA – Agência Ambiental Europeia
ETA – Estação de Tratamento de Águas
ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais
INE – Instituto Nacional de Estatística
LBPPSOTU – Lei de Bases Gerais da Política Pública de Solos, Ordenamento do Território e Urbanismo
LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil
NUTS – Nomenclatura de Unidades Territoriais para fins Estatísticos
PDM – Plano Diretor Municipal
PEAASAR II – Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2007-2013
PENSAAR 2020 - Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais 2020
PNPOT – Plano Nacional de Política de Ordenamento do Território
RJIGT – Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial
RJUE – Regime Jurídico de Urbanização e Edificação
SIG – Sistemas de Informação Geográfica
SNIRH – Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
TIN – *Triangulated Irregular Network*

1 - Introdução

A dispersão urbana é um fenómeno recente na história do urbanismo português, europeu e ocidental. Surgiu em inícios do século XX a nível mundial, e em meados do mesmo século em Portugal (EEA, 2006). A melhoria das condições de vida e o aumento dos rendimentos da população, teve como consequência uma procura por melhores condições de habitação. Este fenómeno levou a um aumento e dispersão da área urbana, pois as famílias procuravam edifícios de residência unifamiliar (EEA, 2006).

Este fenómeno tem custos a diversos níveis, nomeadamente, a fragmentação de áreas agrícolas e florestais, aumento do consumo energético, desagregação de laços sociais e comunitários e segregação espacial de classes sociais (EEA, 2006). Impacta também o fornecimento de infraestruturas de drenagem de águas residuais domésticas. O provimento destes serviços em áreas de povoamento disperso é muito dispendioso e por vezes impossível ou inviável economicamente (Amado, 2002; Dias, 2010; Litman, 2015).

É importante que as políticas públicas e a legislação tentem combater a dispersão urbana, porque numa altura em que os recursos financeiros são escassos, o gasto de recursos adicionais na provisão de serviços públicos em áreas com povoamento disperso é difícil de justificar. No entanto, todas as pessoas têm direito a um ambiente saudável, e aí incluem-se os serviços de saneamento básico onde se pode considerar a drenagem de esgotos. Por isso, os poderes públicos têm de garantir um equilíbrio entre o direito das pessoas poderem construir as suas habitações e o direito a terem serviços públicos de qualidade e sustentáveis financeiramente.

A urbanização em Portugal tem sido caracterizada por um processo avulso e não planeado, que se vai desenvolvendo em cima da estrutura viária e de propriedade herdada (Carvalho, 2010). A urbanização desenvolve-se sem se proceder à infraestruturização prévia dessas áreas de serviços como eletricidade, abastecimento de água e saneamento. A construção dessas redes é reativa, ao invés de ser planeada. Este facto leva, a que existam áreas urbanizadas sem todas as infraestruturas necessárias ou a existência de pequenos sistemas autónomos, no caso da drenagem de águas residuais domésticas.

Este processo de urbanização avulsa e dispersa, foi impulsionado, ainda mais, pelo próprio planeamento territorial, pois os Planos Diretores Municipais (PDM) de primeira geração classificaram como áreas de expansão urbana grandes extensões do território sem que se tenham estudado os impactes financeiros, ambientais e infraestruturais dessas expansões urbanas, assim como o planeamento das infraestruturas públicas nessas áreas.

Desenvolve-se, assim, nesta dissertação, uma metodologia baseada em Sistemas de Informação Geográfica para o estudo dessa mesma questão e aplica-se a um estudo de caso. A metodologia desenvolvida procura cruzar dados demográficos, dados de planeamento e ocupação do território, neste caso o Plano Diretor Municipal e dados topográficos.

O objetivo deste estudo é, então, como já referido, desenvolver uma metodologia em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) que permita estudar a capacidade da Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) de Serzedo, para servir a sua bacia de drenagem, maioritariamente, no concelho de Fafe. No final, este trabalho avalia a capacidade da ETAR para tratar os esgotos no cenário atual, num cenário de integração das redes isoladas existentes, num cenário do alargamento do serviço de esgotos a toda a bacia de drenagem com o edificado e população existentes atualmente. Já num último cenário, em que a rede de esgotos é alargada para as áreas de expansão urbana e num cenário de ocupação total destas últimas, usando totalmente os índices de ocupação e utilização preconizados no PDM. Outro objetivo do estudo, é saber se os sistemas de drenagem de águas residuais domésticas em estudo, cumprem os objetivos definidos para a proporção máxima de águas pluviais e de infiltração definidos pelo PEAASAR II.

O documento está organizado em 6 capítulos, que pretendem introduzir os temas abordados neste trabalho, assim como explicar os passos necessários para a elaboração deste estudo e as conclusões finais. Os capítulos, têm o seguinte conteúdo:

- No presente primeiro capítulo, está explicada a justificação e interesse da realização deste trabalho, assim como os objetivos da mesma;

- No segundo capítulo, encontra-se uma pequena revisão bibliográfica acerca da dispersão urbana e da relação deste fenómeno com a infraestruturização de redes de serviço público, nomeadamente a drenagem de águas residuais domésticas;

- No terceiro capítulo, estão explicados alguns conceitos acerca das ferramentas usadas neste trabalho e também uma explicação sucinta do ciclo urbano da água e dos sistemas de drenagem de águas residuais domésticos;

- No quarto capítulo, encontra-se explicada a metodologia desenvolvida no trabalho;

- No quinto capítulo, mostra-se o território em estudo e a aplicação da metodologia explicada no quarto capítulo;

- No sexto e último capítulo, tecem-se algumas considerações finais acerca dos resultados do estudo.

2 - Dispersão urbana e Infraestruturas de Utilidade Pública

2.1 - Dispersão Urbana

A Dispersão urbana tem diversos nomes, que são usados, em expressão corrente como por exemplo, povoamento disperso, *urban sprawl* ou dispersão territorial (Carvalho, 2010). Este fenómeno tem caracterizado o urbanismo em Portugal, e em muitas partes do mundo nas últimas décadas. O termo “povoamentos dispersos” expressa “territórios alvo de expansões urbanas onde o uso extensivo do mesmo faz com que haja um abandono/ deficit de espaços públicos e deficiências de infraestruturacão fruto de processos alheios às políticas públicas, ou a elas paralelos mas não previstos” (Carvalho, 2010). A Agência Ambiental Europeia (EEA) define a dispersão urbana como padrão físico de expansão de áreas urbanas para áreas agrícolas, em baixa densidade e sob condições de mercado. (EEA, 2006)

A origem da Dispersão Urbana, pode ser traçada na primeira metade do século XX, com o fenómeno do *urban sprawl* nos Estados Unidos, potenciado com o advento do automóvel e a preferência das famílias por casa individualizadas com jardim (EEA, 2006). Na Europa, dá-se o mesmo fenómeno de povoamento disperso, quando, depois da 2ª Guerra Mundial, o crescimento económico e o aumento do rendimento *per capita* resultante, altera também as preferências das famílias no que toca ao transporte e à habitação.

O povoamento disperso na Europa, tem antecedentes históricos e económicos antigos, herdando a configuração do cadastro e caminhos existentes (Carvalho, 2010). Neste processo os caminhos e estrutura de propriedade (que vem muitas vezes da idade média) são mantidos (como exemplificado na figura 1). Estes factos têm como consequência, que muitas vezes, o processo de urbanização consiste na construção das edificações, ao longo dos caminhos existentes e, posteriormente, a construção das infraestruturas de serviço público, como abastecimento de água, esgotos ou abastecimento de eletricidade, assim como, muitas vezes, a requalificação do caminho para a circulação automóvel (Carvalho, 2010). Assim, em áreas com dispersão urbana, os serviços de utilidade pública têm sempre uma infraestruturacão reativa que muitas vezes não consegue servir a população da melhor maneira, pois carecem de planeamento e preparacão. Estes processos acontecem em Portugal, mais regularmente, no norte do país, ao invés do Sul (Alentejo e Algarve) onde as estruturas de propriedade são diferentes.



Figura 1: Povoamento disperso em Portugal (Ganfei, Valença) (Google Inc., 2017)

A Dispersão urbana em Portugal começa, também, nos anos 60 e 70 do século XX, quando se começam a registar migrações para pequenos polos urbanos (Dias, 2010). Essas migrações esvaziaram o interior do país e povoaram a faixa atlântica entre Braga e Setúbal, como dito pela EEA (EEA, 2006) que refere este fenómeno como “uma ameaça às Costas da Europa”, dando como exemplo que em 2000, 50% da área urbana de Portugal estava a 13km da costa.

Este foi o desenvolvimento inicial da dispersão urbana em Portugal, sendo que existiram outros fatores que levaram a uma maior expansão da dispersão urbana que foram: o desenvolvimento das redes de transporte, nomeadamente, a rodoviária, levando a uma construção ao longo das mesmas até a formação de novos aglomerados; a deslocação de atividades económicas para as periferias e a aplicação de fundos comunitários em áreas desfavorecidas (neste caso periféricas) que favoreceram a sua urbanização (Preto, 2012).

A competição existente entre as autarquias, para a captação de receitas (já que o IMI reverte para as mesmas), teve como consequência, que os Instrumentos de Gestão Territorial não regulassem o mercado no sentido de impedir a ocupação de terrenos (em geral mais baratos) nas periferias. Acresce a isto, a existência de políticas públicas que incentivavam a propriedade das habitações e uma perceção de poluição nas cidades por parte da opinião pública contribuíram ainda mais para impulsionar este processo (Preto, 2012).

Os custos da dispersão urbana são relevantes, uma vez que causam impactos ambientais, sociais e económicos. Podemos analisar estes custos tendo em consideração que o conceito de custo pode definir-se como um recurso físico, monetário, temporal, social ou psicológico, despendido na produção de determinado bem ou serviço, geralmente num referencial monetário (Salvação, 2013). No que toca a impactos ambientais, os mais relevantes serão a poluição e a ocupação de terrenos com aptidão agrícola, florestal ou de proteção ambiental. Daqui resulta ainda, o facto (mais preocupante), de muitas vezes a dispersão urbana não ocupar o terreno contíguo ao que já está ocupado, deixando “enclaves agrícolas” (EEA, 2006), num fenómeno chamado de *frog leap* ou salto de rã em Português.

As populações também têm custos com a dispersão urbana, já que necessitam de maiores deslocações para acederem aos seus empregos, escolas e outros serviços. Além disso, existe o facto de neste tipo de desenvolvimento urbano se perderem os laços de vizinhança que são importantes para a saúde mental e resiliência de uma comunidade. Igualmente o desenvolvimento de transportes públicos intraurbanos de qualidade é difícil pois este tipo de aglomerados urbanos não respeitam a regra dos três D: Densidade, Design e Diversidade (Cervero & Kockelman, 1997) para estruturas urbanas que promovem o transporte público. Isto porque têm em geral baixa densidade, uma utilização monofuncional (habitação) e as suas vias estão desenhadas primariamente para o automóvel particular. Estes fatores promovem a utilização do transporte individual, com efeitos na poluição, saúde e qualidade de vida das populações.

2.2 - A Ineficácia dos PDM de 1ª Geração no Combate à Dispersão Urbana

Um dos instrumentos para regular a dispersão urbana é o planeamento territorial. Ora, um dos primeiros exemplos de planeamento territorial em Portugal e também a nível do mundo ocidental na época moderna, são no século XVIII a cidade de Vila Real de Santo António, construída por iniciativa do Marquês de Pombal na foz do rio Guadiana, e a Baixa Pombalina de Lisboa, depois do terramoto de 1755. Depois disto, o planeamento territorial de uma forma mais sistemática, começou associado à revolução industrial em Portugal, ainda que esta fosse incipiente e tardia (Silva, 2014). Estes processos de planeamento consistiram basicamente, na abertura ou alargamento de vias principais e na construção de bairros operários, com vista à acessibilidade, higiene pública e criação de alojamento para os trabalhadores (Silva, 2014).

Estes desenvolvimentos culminaram, nos anos 30, com a necessidade de um planeamento urbano mais extensivo. Esta necessidade, esbarra, no entanto, com a falta de plantas topográficas atualizadas para grande parte do país. Inicia-se, então, o processo de

produção dessas plantas sob a supervisão da Comissão de Fiscalização de Levantamentos Aerofotogramétricos (Lobo, 2011). É criada também a Direção Geral dos Serviços de Urbanização, em 1944, com o objetivo de enquadrar a elaboração de planos urbanísticos em todo o país. O problema é que muitos municípios não tinham nem os meios técnicos nem financeiros para elaborarem esses planos, sendo este novo organismo a elaborar ou então a subsidiar muitos desses mesmos planos (Lobo, 2011).

Nos anos 60 e 70, explode o fenómeno das urbanizações e construções de iniciativa privada e à margem da lei, originando o fenómeno das Áreas Urbanas de Génese Ilegal ou AUGI, que tiveram como resultado o surgimento vastas áreas de povoamento disperso, principalmente na Área Metropolitana de Lisboa. Nesta altura é também publicado o Decreto-Lei (DL) 46673, de 1965, que possibilita a existência de urbanizações de iniciativa privada. Posteriormente, as bases do sistema de planeamento territorial, que temos atualmente, foram lançadas com a publicação do DL 208/82 que estabelece a figura dos PDM. No entanto, as autarquias ainda não tinham corpos técnicos, os requisitos de elaboração destes planos eram demasiado complexos e não havia vontade política de os elaborar, pois iriam retirar direitos de construção aos munícipes, que veriam na aplicação dos PDM, apenas uma forma de imposição do setor público, de gastos desnecessários e de cobrança de impostos e taxas. E, assim, continuou o fenómeno da dispersão urbana sem que houvesse uma regulação e planeamento. O setor público também se retirou do processo de planeamento urbano, apoiando-se na iniciativa privada.

No início dos anos 90, é reformulada esta figura com a publicação do DL 69/90. São publicados os PDM de todo o país. Estes planos surgiram tardiamente, pois a grande expansão urbana provocada pelo crescimento económico, subsequente à Revolução dos Cravos e também pela adesão de Portugal à então Comunidade Económica Europeia, já estava em curso.

O processo de planeamento territorial nas décadas de 80, 90 do século XX e anos 2000 do século XXI teria sempre de comportar o aumento de áreas urbanizadas, pois a população aumentou, urbanizou-se e melhorou as condições de vida. Tendo isto em conta, importa, por isso, reformular a estratégia de planeamento territorial em Portugal, corrigindo os erros do passado, ao requalificar as áreas urbanas de má qualidade urbanística e dispersas e evitando que os erros cometidos, nomeadamente ao nível da dispersão urbana, possam ser repetidos. Isto, porque foi o paradigma de planeamento territorial, em Portugal, dos anos 80, 90 e 2000 que não preveniu o fenómeno da dispersão urbana.

2.3 - Combate à Dispersão Urbana

A identificação do problema da dispersão urbana levou a uma recente revisão dos instrumentos legislativos que regulam o uso do solo, urbanismo e edificação, como a Lei 31/2014, também designada como Lei de Bases Gerais da Política Pública de Solos de Ordenamento do Território e Urbanismo e o DL 136/2014, que rege o Regime Jurídico de Urbanização e Edificação. O DL 80/2015, que regula o Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial, também foi uma revisão desse instrumento legislativo, que procurou de certa maneira responder ao problema da dispersão, procurando, timidamente, encorajar a reabilitação urbana, e acabar com a figura dos solos expectantes.

O Plano Nacional de Planeamento e Ordenamento do Território (PNPOT), de 2007 (MAOTDR, 2006), refere já no seu Objetivo Especifico 3, relacionado com o seu Objetivo Estratégico 3, que se deve “Promover um desenvolvimento urbano mais compacto e policêntrico no Continente, contrariar a construção dispersa, estruturar a urbanização difusa e incentivar o reforço de centralidades intraurbanas”. Isto vem em consequência da identificação, no início deste documento, do problema da “Expansão desordenada das áreas metropolitanas e de outras áreas urbanas, invadindo, e fragmentando, os espaços abertos, afetando a sua qualidade e potencial ecológico, paisagístico e produtivo, e dificultando e encarecendo o desenvolvimento das infraestruturas e a prestação dos serviços coletivos”. Assim, se conclui, que a dispersão urbana já está identificada como problema a ultrapassar no documento estruturador dos Instrumentos de Gestão Territorial do País, e os Planos Municipais, nomeadamente, os Planos Diretores Municipais têm como dever legal obedecer às orientações do PNPOT e, subsequentemente, obedecer à diretriz de combater a dispersão urbana referida, como dito no art. 27º n.2 do Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial (RJIGT), o DL 80/2015 (MAOTE, 2015), quando afirma que “Os programas e os planos intermunicipais, bem como os planos municipais devem assegurar a programação e a concretização das políticas com incidência territorial, que, como tal, estejam assumidas pelos programas territoriais de âmbito nacional e regional”.

A revisão da Lei de Bases Gerais da Política Pública de Solos, Ordenamento do Território e do Urbanismo (LBPPSOTU), a Lei 31/2014 (MAOTE, 2014) , procurou também resolver esses problemas, primeiro, quando no art.10º, define e delimita a existência de apenas dois tipos de solo, no que toca à capacidade de construção, o “solo rústico” e “solo urbano”. Procura-se, assim, evitar, como já referido, a existência de solos expectantes fora dos perímetros urbanos, já que define solo urbano como “o que está total ou parcialmente

urbanizado ou edificado e, como tal, afeto em plano territorial à urbanização ou à edificação”. Também no art. 62º da mesma lei, ao impor-se a “demonstração do seu interesse económico e da sustentabilidade financeira da respetiva operação, incluindo os encargos de conservação, justificadas pela entidade competente no âmbito da programação nacional, regional ou intermunicipal” se limita a constituição de novas áreas de expansão urbana à sua justificação económica e financeira.

Existe outro instrumento que combate a dispersão urbana, que é a regeneração urbana, que tem um pequeno incentivo quando se altera a definição de “obras de reconstrução” para um conceito mais alargado no art. 2º do Regime Jurídico de Urbanização e Edificação (RJUE), o DL 136/2014, de modo a facilitar a reconstrução de imóveis no centro dos aglomerados urbanos consolidados. Estas tentativas legislativas de promover a regeneração urbana e a consolidação de aglomerados urbanos são de registar, mas só o tempo ditará a sua efetividade, esperando que os atores do planeamento territorial não recorram a subterfúgios de modo a continuar as práticas de planeamento do território seguidas até agora neste domínio.

2.4 - Influência da Dispersão Urbana na Disponibilização de Serviços de Utilidade Pública

No que toca ao tema a desenvolver neste trabalho, são de muitíssima importância os impactos que o fenómeno da dispersão urbana causa, no provimento e desenvolvimento de sistemas de drenagem de águas residuais domésticas, nomeadamente quando se desenvolvem em regime de baixa densidade populacional que se verificam nos processos de dispersão urbana. Isto, porque a dispersão urbana provoca a construção de longas infraestruturas para baixos índices de atendimento e as economias de escala presentes nas aglomerações mais compactas não se verificam, uma vez que, em princípio, quanto maior for o atendimento menor são os custos individuais de utilização das redes (Litman, 2015). Isto é verificado também por Dias (2010) ao concluir no âmbito de um trabalho de investigação acerca da temática que “(...) verificou-se que os custos das infraestruturas por fogo diminuem com o aumento da densidade populacional, e, com este mesmo aumento os custos por hectare aumentam” e que se verifica um “(...) aumento exponencial do custo para densidades populacionais abaixo dos 300 habitantes por hectare”. Por isso, além dos maiores custos em fornecer serviços públicos em zonas com dispersão urbana, existe também a maior dificuldade em fornecer estes serviços com qualidade já que “a expansão de modo disperso dos aglomerados urbanos torna muito difícil assegurar em nível e condições de eficiência os serviços urbanos” (Amado, 2002).

A dispersão urbana, muitas vezes conjugada com a baixa densidade construtiva associada, acarreta custos acrescidos para fornecer serviços públicos como abastecimento de água ou drenagem de águas residuais domésticas. É do interesse das entidades gestoras de redes públicas de água e saneamento, e dos utentes e contribuintes que as sustentam financeiramente, reduzir os elevados custos de construção de infraestrutura, mas também calcular o custo da expansão de infraestruturas, de modo a servir muitos aglomerados populacionais dispersos não servidos. Como prova, podem ser vistas as conclusões tiradas por Dias (2010) no seu estudo, nos seguintes gráficos. Nestes gráficos, pode-se verificar que o custo da drenagem residual se reduz em áreas com maior densidade populacional, como plasmado no gráfico da figura 2. Verifica-se, também, que o custo se reduz quando a área de implantação se reduz, como se vê no gráfico da figura 3.

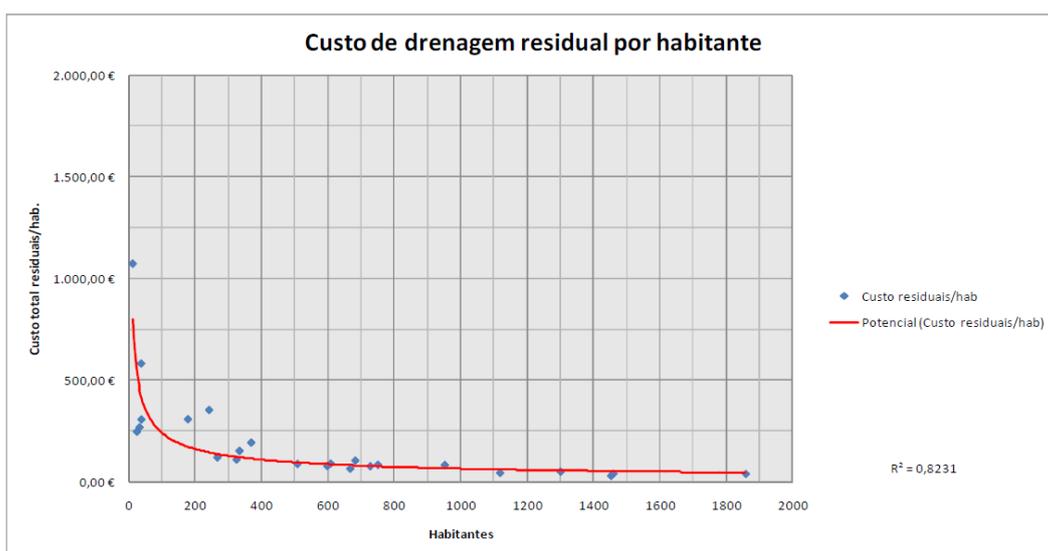


Figura 2: Custo de drenagem residual por habitante (Dias, 2010)

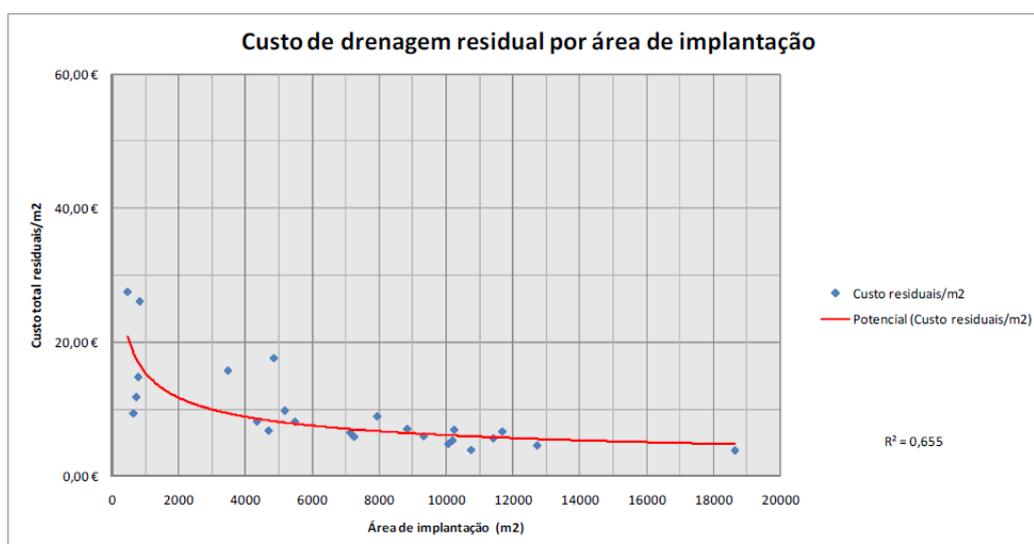


Figura 3: Custo de drenagem residual por área de implantação (Dias, 2010)

A infraestruturação de serviços de utilidade pública é mais simples e mais barata em sistemas de povoamento compacto. Assim, temos largas áreas do país que ainda não estão servidas por um serviço básico como o saneamento. Como exemplo é referido a notícia na página online da rádio *TSF*, a 19 de novembro de 2013 que “Quase dois milhões de portugueses vivem sem saneamento”(TSF, 2013). Esta notícia refere dados estatísticos da ERSAR e cita o presidente da mesma instituição que diz “a falta de ligação às redes públicas de água ou de esgotos é mais preocupante no Norte e nas zonas rurais”. Ora, estas são as áreas do país onde se verifica mais o fenómeno da dispersão urbana e demonstra a dificuldade das entidades gestoras destes sistemas que mesmo após anos de investimento em aumento dos níveis de serviço, ainda não conseguiram chegar a estas áreas.

A dispersão urbana causa, também, a existência de sistemas autónomos, que servem pequenas urbanizações, e que escoam para fossas coletivas e fossas sépticas e estruturas de armazenamento individuais que servem habitações e edifícios individuais. Estes sistemas não são eficientes pois, obrigam a uma limpeza, periodicamente, por veículos especialmente preparados. São também, prejudiciais para o meio ambiente e saúde pública, uma vez que propiciam a concentração de águas residuais domésticas e a contaminação de solos e lençóis freáticos. Estes sistemas autónomos, são, também, pouco económicos, pois obrigam a construção de infraestruturas de grande dimensão em todos os edifícios ou urbanizações, quando seria necessária uma pequena rede caso houvesse rede ligada à ETAR.

A relação entre a ocupação e planeamento do território e o provimento de drenagem de águas residuais domésticas e industriais é umbilical como se comprova. A dispersão urbana prejudica a disponibilização de esgotos. Nesta dissertação, estuda-se a relação entre estas duas realidades, usando SIG, por isso é importante introduzir alguns conceitos acerca de SIG e também acerca do Ciclo Urbano da Água (abastecimento de água e saneamento) que estão no capítulo seguinte.

3 – Sistemas de Informação Geográfica e Ciclo Urbano da Água

3.1 - Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Análise Espacial

Um sistema de informação geográfica pode ser definido como um sistema de hardware e software desenhado para a captura, armazenamento, análise, modelação e apresentação de dados geográficos de acordo com o Centro Nacional de Informação Geográfica e Análise dos Estados Unidos (Sánchez-Lozano, Teruel-Solano, Soto-Elvira, & Socorro García-Cascales, 2013).

Um SIG tem diversas componentes, sendo elas:

-Dados: que corresponde à informação geográfica e informação tabular e meta-dados associados que serão modelados e apresentados e que pode ser consultada em *layers* (como na figura 4);

-Recursos humanos: que identifica o pessoal especializado e não especializado que usa SIG com diversos fins;

-Hardware: que representa os equipamentos informáticos que suportam a operação do software e que podem ser *plotters*, scanners, mesas de digitalização, computadores pessoais, recetores GPS ou estações totais;

-Software: os programas usados para fazer a análise da informação e que produzem suportes apresentáveis ao público em geral. O software normalmente compreende uma interface, suporte à entrada e integração de dados, capacidade e ferramentas de processamento, bases de dados geográficas e capacidade de apresentação e visualização. Entre os mais conhecidos estão o ArcGIS, QuantumGIS, GVSIG e o Geomedia;

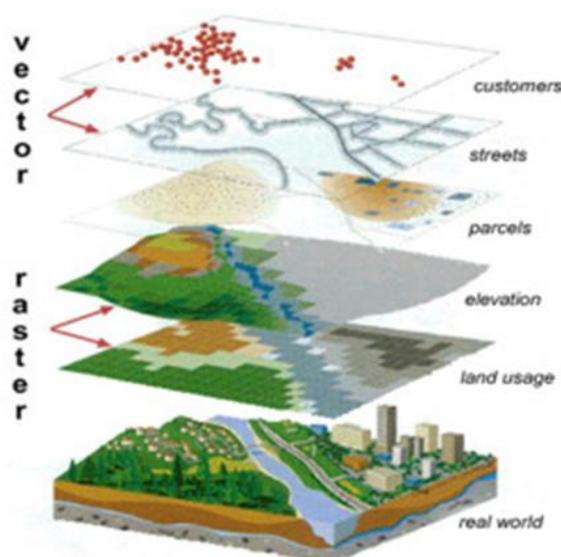


Figura 4: Representação esquemática do funcionamento de um SIG (ISCAD, 2010)

Os SIG e Análise Espacial são hoje em dia, termos usados, erroneamente, como sinónimos em muitos casos. No entanto, esse uso advém do facto de a uma grande parte análise espacial atualmente, ser feita com SIG. Assim, SIG, como já foi definido é um sistema para manipular dados espaciais e Análise Espacial são os procedimentos de manipulação de dados espaciais, de modo a obter informação.

Os primeiros usos da análise espacial foram na análise epidemiológica no século XIX. Isto, pois já em 1832, o geógrafo francês Charles Picquet representou os 48 distritos de Paris, com cores de gradiente para representar as mortes por cólera (Picquet, 1832). Posteriormente, em 1855, John Snow, usou o mesmo método, conseguindo detetar a fonte de uma epidemia de cólera (Snow, 1855).

É importante referir que os SIG lidam com dados que têm formatos de dois grandes tipos (exemplificados na figura 5):

-*Raster*: onde a informação é representada numa grelha composta por células (ou pixéis) e que é indicada para a representação de fenómenos contínuos já que permite a amostragem de gradientes;

-*Vetoriais*: em que os dados são representados por polígonos, linhas ou pontos. A representação é baseada em vetores. É melhor destinada para representar fenómenos discretos (como cadastro de infraestruturas) já que precisa melhor as coordenadas geográficas.

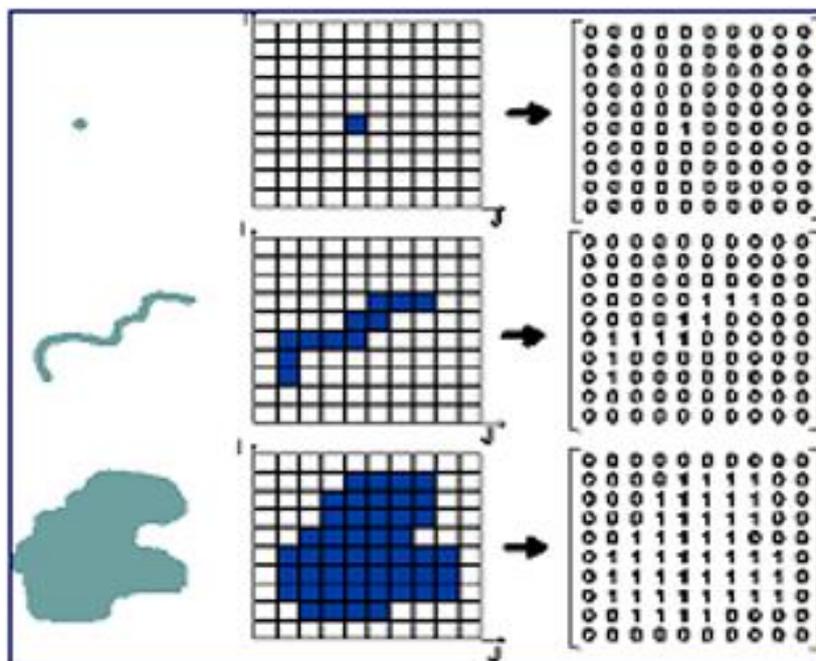


Figura 5: Representação vetorial, raster e binária (respetivamente) (DEVMEDIA, 2017)

Os principais usos de informação geográfica e sistemas de informação geográfica, (Matos, 2008) são:

-Informação cadastral e de infraestruturas: contendo representações exaustivas de características geográficas e informação associada. Este tipo de informação permite operações de monitorização e gestão;

-Planeamento e gestão de recursos: utilizando análise e modelação de informação geográfica para suportar decisões e gerir recursos;

-Modelação espacial e temporal: com o objetivo de estudar certos fenómenos com implicações geográficas;

-Visualização de informação geográfica: onde são privilegiadas as características de comunicação, de modo a comunicar informação geográfica para um público mais amplo e sem domínio e conhecimentos de cartografia e ciência de informação geográfica;

-Navegação: como suporte fundamental á navegação, em automóveis, aviões, etc.

É uma ferramenta importante para a análise de todos os fenómenos com incidência geográfica e espacial, já que estes sistemas são capazes de analisar informação em bruto e produzir informação importante para a tomada de decisões, a divulgação do conhecimento e monitorização ambiental e operacional.

3.2 - Ciclo Urbano da Água

O ciclo urbano da água (representado esquematicamente na figura 6) consiste no percurso que esta faz em sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais domésticas e industriais. Tem como funções o abastecimento de água às populações e o tratamento das águas residuais daí resultantes.



Figura 6: Ciclo Urbano da Água (Aguas de Portugal, 2017)

Este ciclo começa com a captação da água à superfície (em rios ou albufeiras) ou no subsolo. Este primeiro processo pode ainda incluir processos de bombagem. Posteriormente,

a água entra numa Estação de Tratamento de Água (ETA) como a retratada na figura 7 onde sofre processos tais como:

- Gradagem, onde é feita a remoção de impurezas de maior dimensão como ramos, folhas, areias e micro-organismos, de modo a ser tratada posteriormente;

- Coagulação, Floculação e a Decantação, onde é adicionado um reagente que provoca a formação de flocos que pelo seu peso se depositam no fundo. Esses flocos, são depois decantados;

- Filtração, em que a água é filtrada, de modo a remover de novo partículas, desta vez de menor dimensão;

- Desinfecção, quando a água recebe um último tratamento para eliminar organismos prejudiciais aos humanos, para que fique apta para consumo das populações;

- Tratamento de Lamas, onde são tratadas as lamas resultantes deste processo para depois serem depositadas em aterro.

A água fica, então, em bom estado para o consumo humano, e é distribuída, primeiro para reservatórios, usando sistemas de bombagem ou não. Depois, a partir dos reservatórios, a água é distribuída pelas habitações, fábricas, edifícios de comércio, edifícios de escritórios e para outros usos. O processo de abastecimento ao consumidor final, faz-se, normalmente, por um processo gravítico, sendo, por vezes, também necessário o uso de bombas de água.

O Processo seguinte é a rejeição das águas sobrantes e residuais, que, quando não existem sistemas de drenagem, escoam para fossas ou estruturas de armazenamento. Quando existem sistemas de esgotos, as águas rejeitadas e outros resíduos líquidos, são drenados por coletores que podem dar a intercetores, e que, finalmente, acabam numa ETAR.

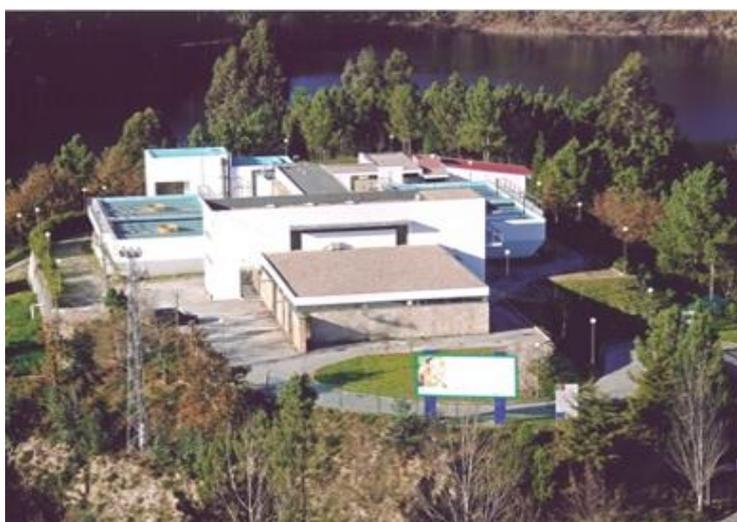


Figura 7: ETA de Queimadela, Concelho de Fafe (LNEC, 2017)

Numa ETAR, acontece o tratamento das águas residuais para serem devolvidas ao meio natural. Este procedimento pode envolver operações como:

- Tratamento preliminar, também conhecido como gradagem, onde se retiram os resíduos de maior dimensão como comida, papel higiénico e resíduos que não deveriam ser colocados nos esgotos;

- Tratamento primário, onde, se efetua a separação de sólidos suspensos e lamas destinados ao tratamento de lamas;

- Tratamento secundário, onde se efetua o tratamento biológico. Este processo limpa as águas à superfície, depositando-se os resíduos no fundo. Esses resíduos que se depositam, são, depois, destinados ao tratamento de lamas;

- Tratamento terciário, onde se desinfetam as águas e retiram os nutrientes. A água resultante deste processo pode ser utilizada em rega agrícola, de espaços verdes como para lavagem;

- Depois, as lamas resultantes do tratamento primário e secundário são aproveitadas para fertilizantes e produção de combustível.

Finalmente, as águas não usadas e já tratadas são devolvidas ao meio hídrico, onde entrarão no ciclo natural da água.

3.3 - Redes de Drenagem de Águas Residuais Domésticas e Cadastro

As redes de drenagem de águas residuais domésticas são, como já foi explicado, as estruturas que drenam as águas rejeitadas pelos utilizadores depois da sua utilização assim como outros fluxos não resultantes do abastecimento de água. Estas redes fazem parte do ciclo urbano da Água. Assim, as mesmas são constituídas por construções, quase exclusivamente, subterrâneas, que levam esses fluxos até uma ETAR, para serem tratadas e rejeitadas no meio ambiente; até uma fossa séptica, para serem armazenadas e posteriormente levadas para tratamento ou até uma estação elevatória para serem bombeadas para uma ETAR.

Estas redes começam dentro dos próprios edifícios com tubagens que drenam as águas residuais domésticas provenientes de sanitas, bidés, lavatórios, etc. Normalmente, o escoamento é feito por gravidade, pois assim poupa-se energia elétrica e o sistema fica menos propenso a avarias. No entanto, em casos excepcionais, utilizam-se sistemas de bombagem. O sistema predial (que está exemplificado na figura 8), drena para uma ou mais câmaras de ramal de ligação e, conseqüentemente, para o coletor público.

A rede em espaço público é composta, depois, essencialmente por troços de coletor e câmaras de visita, existindo também os ramais de ligação e câmaras de ramal. As normas de construção, manutenção e cadastro destas infraestruturas estão plasmadas no Decreto Regulamentar 23/95.

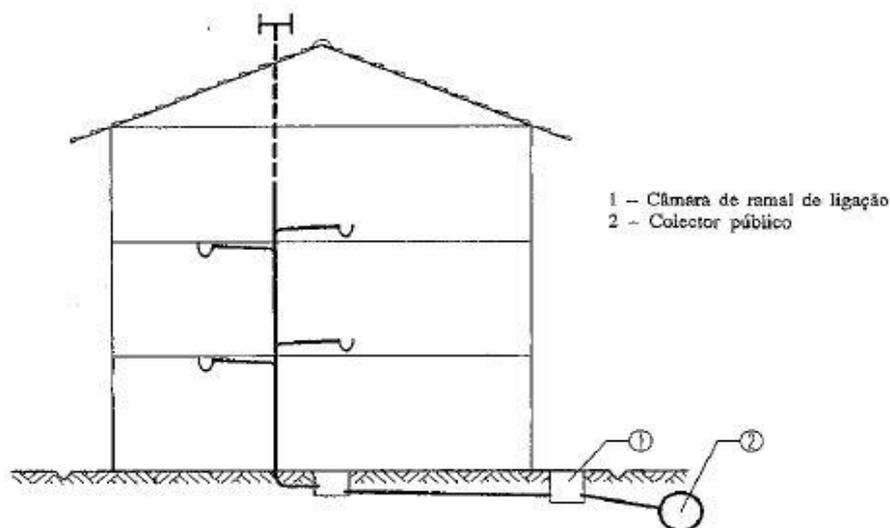


Fig. 117 – Drenagem gravítica

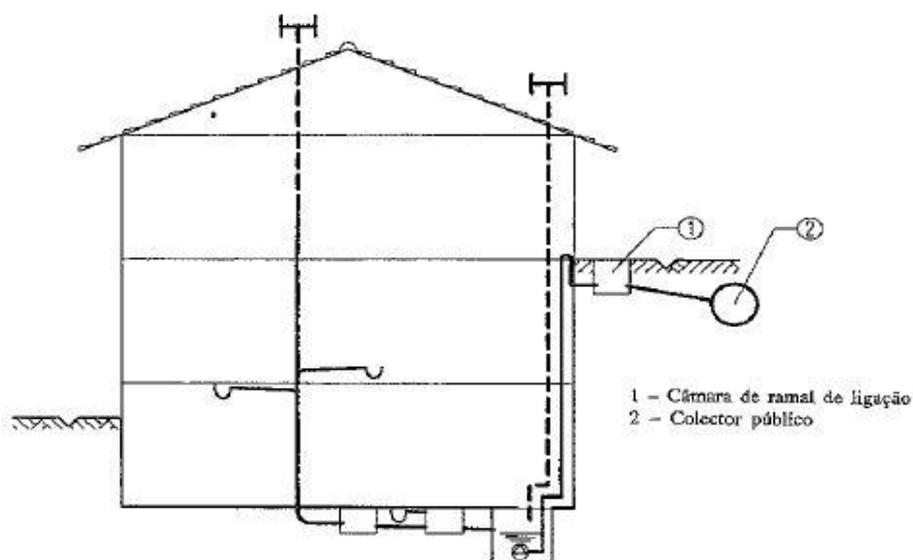


Fig. 118 – Drenagem com elevação

Figura 8: Esquema exemplificativo da infraestrutura de drenagem de águas residuais domésticas num edifício (Pedroso, 2000)

É importante que estas infraestruturas sejam cadastradas. O cadastro é, por natureza, um trabalho exaustivo, de georreferenciação, recolha de informação e características, além

da sistematização dessa informação. Este tipo de recolha, é importante para se ter noção da rede existente e das áreas ainda não servidas. A partir deste levantamento, é possível, também, calcular perfis topográficos de escoamento, assim como fazer análises de capacidade para saber se a rede pode responder a um incremento da população. Esta dissertação é também um exemplo do que é possível fazer com o cadastro destas infraestruturas e no uso dos Sistemas de Informação Geográfica para o planeamento, manutenção e uso de sistemas de drenagem de águas residuais domésticas. Na figura 9, pode-se ver, um exemplo de cadastro de rede de drenagem de águas residuais domésticas em SIG, onde se pode perceber a forma como o cadastro é estruturado assim como a disposição da rede de esgotos em espaço público.

Os conceitos explicados neste capítulo servem como uma introdução aos SIG e aos sistemas de drenagem de água residuais, de forma a que se compreenda melhor o que é explanado nos capítulos seguintes.



Figura 9: Exemplo de cadastro da rede de drenagem de águas residuais domésticas em SIG

4 - Metodologia

Neste capítulo, descreve-se a metodologia usada, de uma forma genérica, de modo a poder ser aplicada em outros casos de estudo. A maioria dos procedimentos foram realizados em SIG, nomeadamente no software “ArcGIS”, mas também usando o programa “Microsoft Excel”, na parte final da metodologia, para analisar os dados relativos aos caudais. As ferramentas referidas, estão nomeadas de acordo com a terminologia usada pelo programa referido, no entanto, os mesmos procedimentos existirão e terão nomes semelhantes noutros programas.

4.1 - Vectorização do Plano Diretor Municipal

A cartografia do Plano Diretor Municipal pode ser disponibilizada tanto em formato vetorial, como em formato *raster*. Caso esteja em formato *raster* é provável que esteja separado em diferentes folhas. Para juntar todas as folhas, num só ficheiro, deve-se recorrer, à metodologia que está na figura 10. O procedimento plasmado compreende a utilização de uma ferramenta de junção de ficheiros *raster*, seguido de um corte da planta pelo limite da área em estudo.



Figura 10: Metodologia de geoprocessamento para a junção de diversas folhas do PDM num só ficheiro

Para efetuar as análises necessárias, posteriormente, é necessário converter a cartografia para o formato vetorial, caso não esteja. Como a planta de ordenamento, representa em geral, vários temas, o uso de uma ferramenta automática para essa conversão torna-se impraticável. Por isso, é necessário vetorizar de uma maneira manual. A vectorização deve reconhecer as diferentes classes de ocupação do solo existentes no PDM. Para verificar se a vectorização está correta, nomeadamente no que toca à existência de sobreposições, a shapefile ou outro formato criado, deve ser verificado, através de uma ferramenta de verificação topológica.

A informação cartográfica em formato *raster* não compreende a existência de informação tabular associada. Assim sendo, deve ser usada a informação disponível na planta, para identificar manualmente cada uma delas. Deve ser consultado o regulamento do Plano Diretor Municipal, para atribuir a cada polígono, o seu índice de utilização, índice de ocupação, número de pisos permitidos acima e abaixo da cota de soleira e altura de fachada permitida, assim como outras informações importantes. É muito importante relacionar estes dados com cada polígono, de modo a poder calcular mais tarde a ocupação permitida pelo PDM, e saber conseqüentemente, o caudal de águas residuais domésticas, resultante da ocupação de áreas urbanizáveis.

4.2 - Bacias de Drenagem

Para se saber que áreas são abrangidas pelo estudo (sendo que interessam apenas as áreas abrangidas por redes de drenagem que drenem para a ETAR em estudo) foram delimitadas as bacias hidrográficas. A delimitação das bacias de drenagem pode ser feita utilizando os dados do projeto ASTER, que oferece uma informação altimétrica com pixéis de 30 metros.

Os ficheiros altimétricos podem ser disponibilizados em formato vetorial, como o *Triangulated Irregular Network* (TIN), e nesse caso deve ser convertido para um ficheiro em formato *raster*, usando a ferramenta adequada e tendo em conta os parâmetros mais adequados, tendo em conta o caso em estudo. Outro procedimento que deve ser efetuado para preparar os dados para o procedimento de delimitação de bacias de drenagem é o recorte da área em estudo do ficheiro.

O procedimento a seguir, depois de os dados estarem preparados, está explicado na figura 11. A primeira ferramenta “Fill” corrige erros que o *raster* possa ter e a ferramenta “Flow

Direction” computa os cursos de água que existirão na superfície analisada. Finalmente a Ferramenta “Basin” calcula as bacias de drenagem existentes.

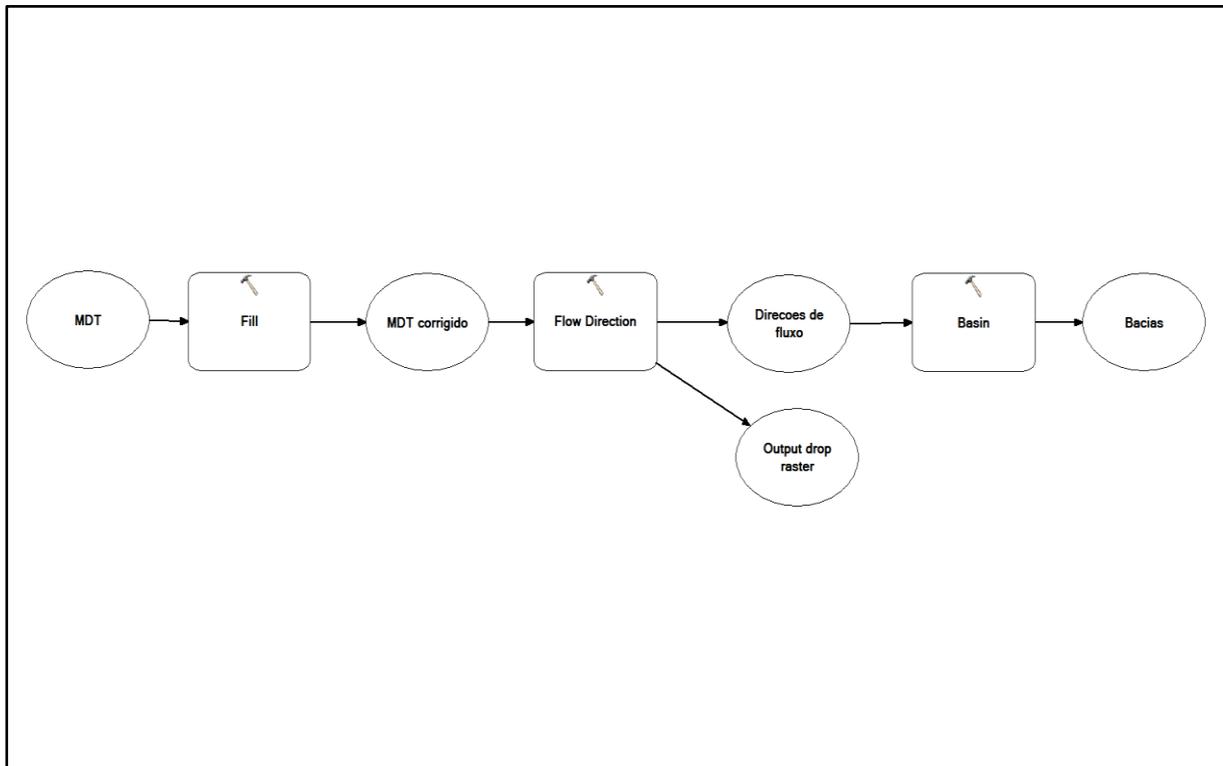


Figura 11: Metodologia de geoprocessamento para a definição das bacias de drenagem

Quando o *raster* resultante for representativo da topografia existente, deve-se converter o mesmo para o formato vetorial, de modo a poder ser utilizado nos passos seguintes. A partir do resultado deste processo devem ser eliminadas do estudo as áreas que não pertencem a bacias de drenagem que escoam para a instalação em estudo.

4.3 - Delimitação de Áreas Ocupadas e Livres

É necessário, posteriormente, calcular as áreas já construídas e ocupadas e as áreas ainda disponíveis de acordo com o PDM. Para isso devem ser utilizadas shapefiles representando o edificado e a rede viária da área em estudo. Para esta análise não devem ser consideradas as construções presentes fora das áreas de construção permitida pelo PDM, pois as mesmas são desprezíveis na maioria dos PDM, além de que por estarem fora dos aglomerados urbanos provavelmente não estarão ligadas a redes públicas de drenagem de águas residuais doméstica. De seguida, deve por isso utilizar-se uma ferramenta de seleção espacial usando o método de interseção, para encontrar os edifícios que se encontram nas áreas de construção permitida, e exportam-se os resultados para um novo ficheiro.

É importante, depois, considerar as áreas que estão ocupadas com a rede viária e para isso, deve ser utilizada uma shapefile que represente a rede viária e também a rede ferroviária, na área geográfica em estudo. Essas redes são, normalmente, representadas por linhas, logo é necessário especificar a área ocupada pelas mesmas vias. Para isso, deve ser utilizada a ferramenta “Buffer”, obedecendo às distâncias mínimas ao eixo da via especificadas no regulamento do PDM. Essas distâncias são normalmente diferentes, conforme a classe de ocupação e a classe hierárquica da rede viária em que se situam e essas diferenças devem ser respeitadas na elaboração deste procedimento. O mesmo procedimento deve ser efetuado com o ficheiro referente ao edificado que resulta do processo de seleção espacial anterior. Devem ser considerados como distancia de *buffer* os valores referidos no regulamento do PDM para espaçamento entre edificações, que podem ser diferentes entre classes de ocupação do solo e que também devem ser respeitadas na elaboração deste procedimento.

A área ocupada é, assim, conhecida, mas importa também saber a área que não é passível de ser ocupada por influência dos edifícios já construídos. Para esse fim, usa-se a ferramenta “Aggregate Polygons” usando os *buffers* gerados, anteriormente, com o edificado e com os parâmetros usados na metodologia desenvolvida por Silva (2014), nomeadamente uma distância de agregação de 30 metros, uma área mínima de 0 metros, um tamanho mínimo de vazio de 400 metros e preservando a forma ortogonal. Esta ferramenta agrega os polígonos existentes, encapsulando pequenas áreas existentes entre os mesmos. Na figura 12, podemos ver um exemplo da aplicação desta metodologia.

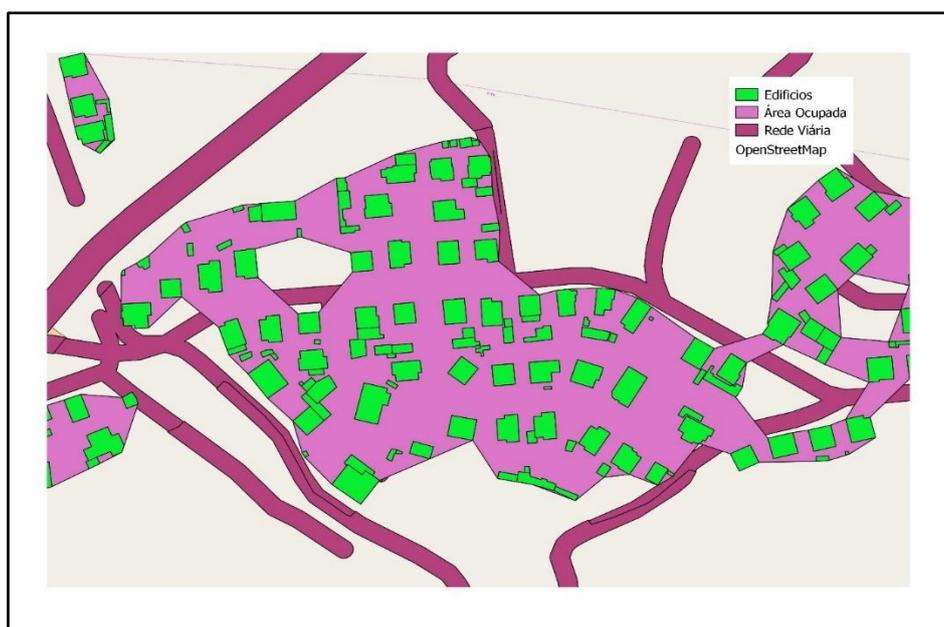


Figura 12: Exemplo de agregação de polígonos para cálculo de áreas ocupadas

É importante saber agora a área livre para construção. Para isso, deve-se usar um ficheiro contendo as áreas previstas pelo PDM para construção, para se retirar as áreas dadas como ocupadas anteriormente. Para isso deve-se utilizar a ferramenta “Erase” para apagar das áreas urbanas e urbanizáveis, as áreas já ocupadas. Depois, devem ser eliminados os polígonos resultantes com menos de 1000 m², que se encontrem em áreas de atividades económicas, pois uma medição experimental efetuada neste estudo, usando o Google Earth, de lotes industriais e comerciais no concelho trouxe como conclusão que não existem terrenos que cumpram essas funções menores que a área referida. São também eliminados os polígonos, noutras áreas, com menos de 200 m², pois não têm a dimensão necessária para a construção de um edifício, de acordo com Silva (2014). Na figura 13 está um esquema onde estão plasmados os procedimentos a tomar de modo a obter as áreas ocupadas e livres de construção na área em estudo.

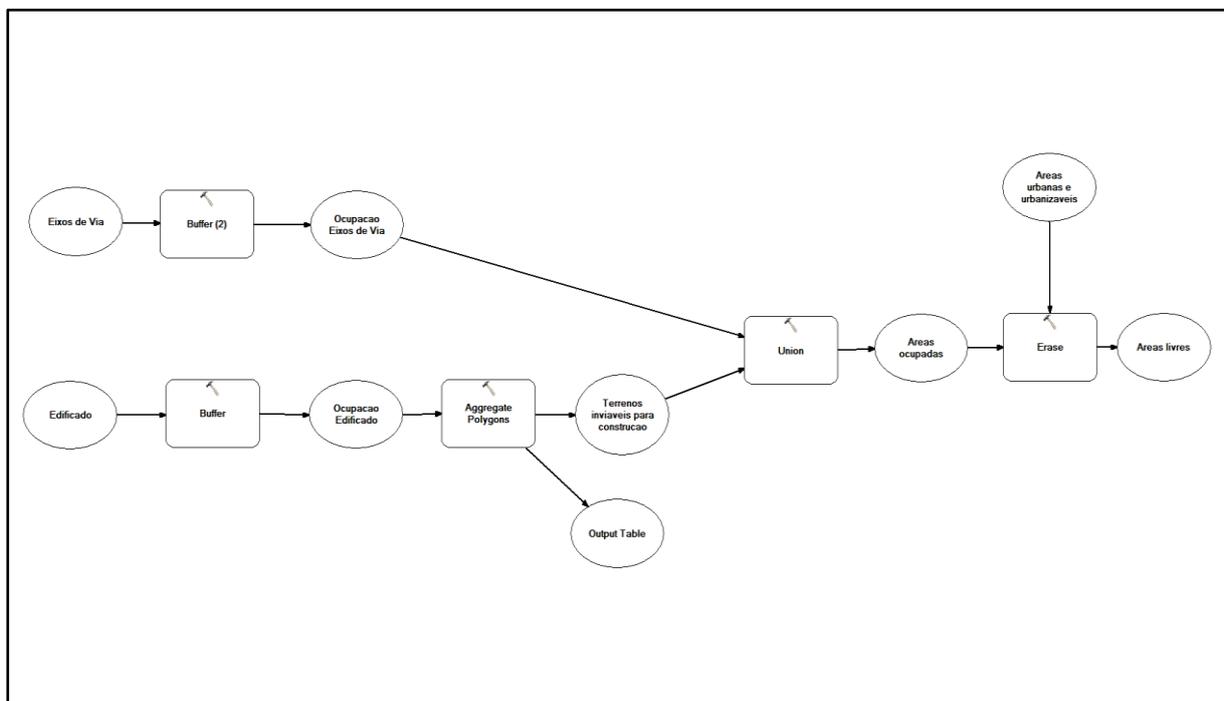


Figura 13: Metodologia de geoprocessamento para a determinação de áreas ocupadas e livres

4.4 - Determinação do Potencial de Expansão Urbana

É importante saber qual a população que pode ocupar o espaço disponível para construção segundo o PDM, assim como a área construída destinada a atividades económicas. Todos os cálculos, que levem ao resultado, devem ser efetuados em cada classe de ocupação do PDM e com base na área dos polígonos individuais (sem conexão topológica a outros polígonos da mesma classe). É adotada a assunção de que a área disponível para ocupação seria ocupada por edificações perfazendo a Área de Construção Bruta Máxima. As

áreas de Construção Bruta foram calculadas com base nos Índices de Utilização de cada classe.

É necessário saber, primeiro, que espaço ocupará a rede viária nas áreas disponíveis. Assume-se que a ocupação da rede viária seguirá o padrão já seguido anteriormente na mesma área. Para isso, são efetuadas amostras para saber a percentagem de espaço ocupada por estradas em áreas já ocupadas. Primeiro é utilizada a ferramenta “Create Fishnet” para criar uma grelha com quadrículas sobre toda a área de estudo. As quadrículas podem ser, por exemplo, de 500m x 500m e devem ser escolhidas algumas representativas das classes do PDM e da área em estudo. Depois, deve ser vetorizada a rede viária e espaço público dentro das quadrículas escolhidas. O tamanho das quadrículas pode ser alterado de acordo com o caso em estudo. Um exemplo dessa vectorização pode ser visto na figura 14.

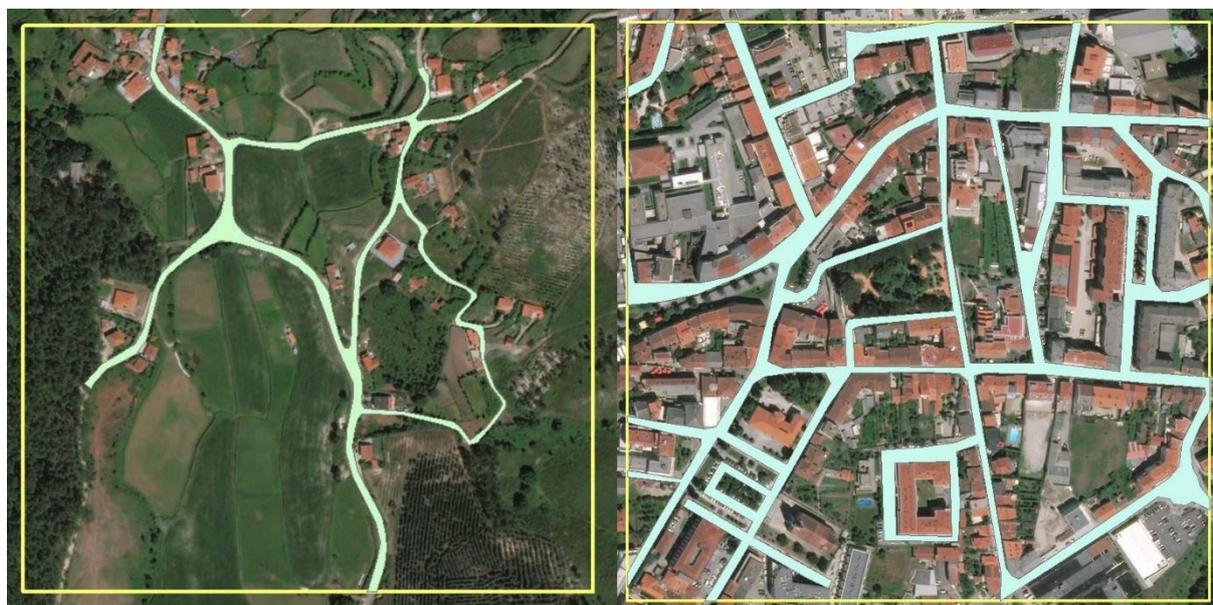


Figura 14: Exemplos de vectorização da rede viária em áreas de baixa e alta densidade urbana

A área ocupada por estradas nas várias quadrículas, são depois comparadas com a área total das mesmas, de modo a obter a percentagem ocupada. Essas percentagens são depois usadas para calcular as áreas a serem ocupadas pela rede viária em Áreas Disponíveis para Urbanização. Nas áreas sobrantes à rede viária deve ser calculado o potencial de expansão urbana usando, também, os dados referentes às cedências obrigatórias presentes no Quadro I da Portaria 216-B/2008 (presente na tabela 1) ou, preferencialmente, os valores referidos num quadro semelhante no regulamento do PDM.

Tipo de ocupação	Espaços verdes e de utilização coletiva	Equipamentos de utilização coletiva	Infraestruturas – Estacionamento (a)
Habitação em moradia unifamiliar	28 m ² / fogo	35 m ² /fogo	-1 lugar/fogo com a.c. <120 m ² -2 lugares/fogo com a.c. entre 120 m ² e 300 m ² -3 lugares/fogo com a.c. > 300 m ²
Habitação coletiva	28 m ² /120 m ² a.c. hab	35 m ² /120 m ² a.c.hab	Habitação com indicação de tipologia: -1 lugar/fogo T0 e T1; -1,5 lugares/fogo T2 e T3; -2 lugares/fogo T4, T5 e T6; -3 lugares/fogo >T6. O número de lugares resultante da aplicação dos critérios anteriores é acrescido de 20% para estacionamento público. Habitação sem indicação de tipologia: -1 lugar/fogo para a.m.f <90 m ² ; -1,5 lugares/fogo para a.m.f entre 90 m ² e 120 m ² ; -2 lugares/fogo para a.m.f entre 120 m ² e 300 m ² ; -3 lugares/fogo para a.m.f >300 m ² ; O número de lugares resultante da aplicação dos critérios anteriores é acrescido de 20% para estacionamento público.
Comércio	28 m ² /100 m ² a.c.com	25 m ² /100 m ² a.c.com	Comércio: -1 lugar/30 m ² a.c. com para establ. <1000 m ² a.c.; -1 lugar/25 m ² a.c. com para establ. 1000 m ² a.c. a 2500 m ² a.c.; -1 lugar/15 m ² a.c. com. para establ. >2500 m ² a.c e cumulativamente 1 lugar de pesado/200 m ² a.c. com
Serviços	28 m ² / 100 m ² a.c.serv	25 m ² /100 m ² a.c.serv	3 lugares/100 m ² a.c. serv para establ. < 500 m ² 5 lugares/100 m ² a.c.serv para establ. >500m ² O número total de lugares resultante da aplicação dos critérios anteriores é acrescido de 30% para estacionamento público
Indústria e/ou armazéns	23 m ² /100 m ² a.c.ind/armaz	10 m ² /100 m ² a.c.ind/armaz	1 lugar/ 75 m ² a.c.ind/armaz. Pesados: 1 lugar/500 m ² a.c ind./armaz. Com um mínimo de 1 lugar/lote (a localizar no interior do lote) O número total de lugares resultante da aplicação dos critérios anteriores é acrescido de 20% para estacionamento público

Tabela 1: Cedências Obrigatórias segundo a portaria 216-B/2008 (MAOTDR, 2008)

As seguintes fórmulas devem ser usadas, depois, conjuntamente com os dados das cedências obrigatórias, para calcular o potencial edificatório. As fórmulas e valores usados são baseados na metodologia elaborada por Silva (2014). As cedências obrigatórias usadas devem ser as correspondentes a cada ocupação do solo (habitação coletiva, comércio).

Quando se refere At, estamos a falar da Área Livre depois de retirada a área ocupada por estradas e as expressões ABC hab, ABC com/ser e ABC indústria referem-se, respetivamente, às Áreas Brutas de Construção para Habitação, Comércio e Serviços e Indústria e Armazenagem. Já a expressão ABC total, refere-se à Área Bruta de Construção Total.

A equação 1 calcula o potencial edificatório para habitações unifamiliares e deve ser usado em classes de ocupação do território condizentes com esse tipo de construção.

Considera-se, assim, que nestas áreas, as moradias tenham 120 m² de Área Bruta de Construção e os estabelecimentos comerciais ou escritórios 100 m².

$$At \leq \frac{ABC \text{ hab}}{120} \times \text{cedências obrigatórias} + \frac{ABC \text{ com}\backslash\text{ser}}{100} \times \text{cedências obrigatória} + \frac{ABC \text{ total}}{n^{\circ}\text{pisos}}$$

Equação 1: Fórmula para cálculo do potencial edificatório nas áreas destinadas a edifícios unifamiliares

A equação 2 é usada apenas, nas áreas destinadas a atividades económicas, industriais e comerciais, em que se assume que não existe habitação e que os armazéns ou instalações industriais têm no mínimo 1000 m².

$$At \leq \frac{ABC \text{ indústria}}{1000} \times \text{cedências obrigatórias} + \frac{ABC \text{ total}}{n^{\circ}\text{pisos}}$$

Equação 2: Fórmula para cálculo do potencial edificatório nas áreas destinadas a atividades comerciais e industriais

Já a equação 3, é necessária no cálculo, de todas as restantes áreas onde se preconiza a construção de edifícios multifamiliares. Assumem-se os mesmos valores para o comércio e serviços, mas neste caso, assumiu-se, que a área mínima ocupada pelos edifícios é de 200 m².

$$At \leq \frac{ABC \text{ hab}}{200} \times \text{cedências obrigatórias} + \frac{ABC \text{ com}\backslash\text{ser}}{100} \times \text{cedências obrigatória} + \frac{ABC \text{ total}}{n^{\circ}\text{pisos}}$$

Equação 3: Fórmula para cálculo do potencial edificatório nas áreas destinadas a edifícios multifamiliares

Ao usar estas fórmulas, procura-se saber o número de Moradias, Escritórios, Lojas, Instalações Industriais e Armazéns junto com as cedências obrigatórias. Nestas mesmas fórmulas, divide-se também a Área Bruta de Construção pelos pisos permitidos pelo PDM. Por fim, as fórmulas procuram garantir que a soma da Área Bruta de Construção divida pelos pisos permitidos, mais as cedências não ultrapassem a Área Livre, que, como já referido, não inclui o espaço ocupado pela rede viária, calculado anteriormente.

A área para atividades económicas potencial é, assim, conhecida e pode ser relacionada com a área já existente e os afluentes de origem industrial ou comercial. No entanto, para se saber a população que potencialmente ocupará a área livre para construção devem-se consultar estatísticas referentes à área em estudo sobre o número médio de pessoas por cada habitação, de modo a saber, baseado no número de fogos calculado

anteriormente, a população que ocupará a área livre e, assim, relacionar também com o valor dos afluentes à ETAR.

4.5 - Determinação da População e Áreas de Atividades Económicas Servidas e Não Servidas

As áreas livres e ocupadas estão assim determinadas. Deve, então, saber-se a população servida e não servida por sistemas de drenagem de águas residuais domésticas. Devem ser usados os dados estatísticos, ao nível da subsecção estatística, dos Censos 2011, usando a Base Geográfica de Referência da Informação (BGRI) do último Recenseamento da População e Habitação.

O primeiro procedimento é a preparação das bases de dados da BGRI, já que esta informação representa o país inteiro e os dados estatísticos não estão incluídos na shapefile da BGRI que representa todas as subsecções estatísticas. Logo, primeiro, devem ser exportadas, para uma shapefile, as áreas pertencentes à área em estudo e, depois, devem ser importados os dados estatísticos para a mesma. A informação deve ser, depois, ainda mais depurada, usando a seleção espacial para apurar as subsecções estatísticas que não intersejam com as áreas do PDM vetorizadas e que devem ser eliminadas.

Para calcular os *buffers*, deve-se assumir que os coletores ou interceptores servem todos os edifícios numa área de influência de 40 metros, como refere Silva (citando Miranda et al, 2011). Com a ferramenta “Identity”, conjugam-se as áreas ocupadas com a população residente (através das BGRI) e, com as ferramentas “Select Layer By Location”, procuram-se as áreas de influência das infraestruturas que intersectam as áreas ocupadas, que já têm associada a informação acerca da população residente. Para se saber como a população se divide pelos diversos polígonos, pertencentes a cada subsecção estatística, calculam-se as percentagens que cada polígono representa em cada subsecção e divide-se a população de acordo com essas percentagens. No final, quando se usam as ferramentas “Union” e “Erase”, obtêm-se os ficheiros finais, a partir dos quais se podem calcular a cobertura de serviço. A metodologia de geoprocessamento está esquematizada na figura 15.

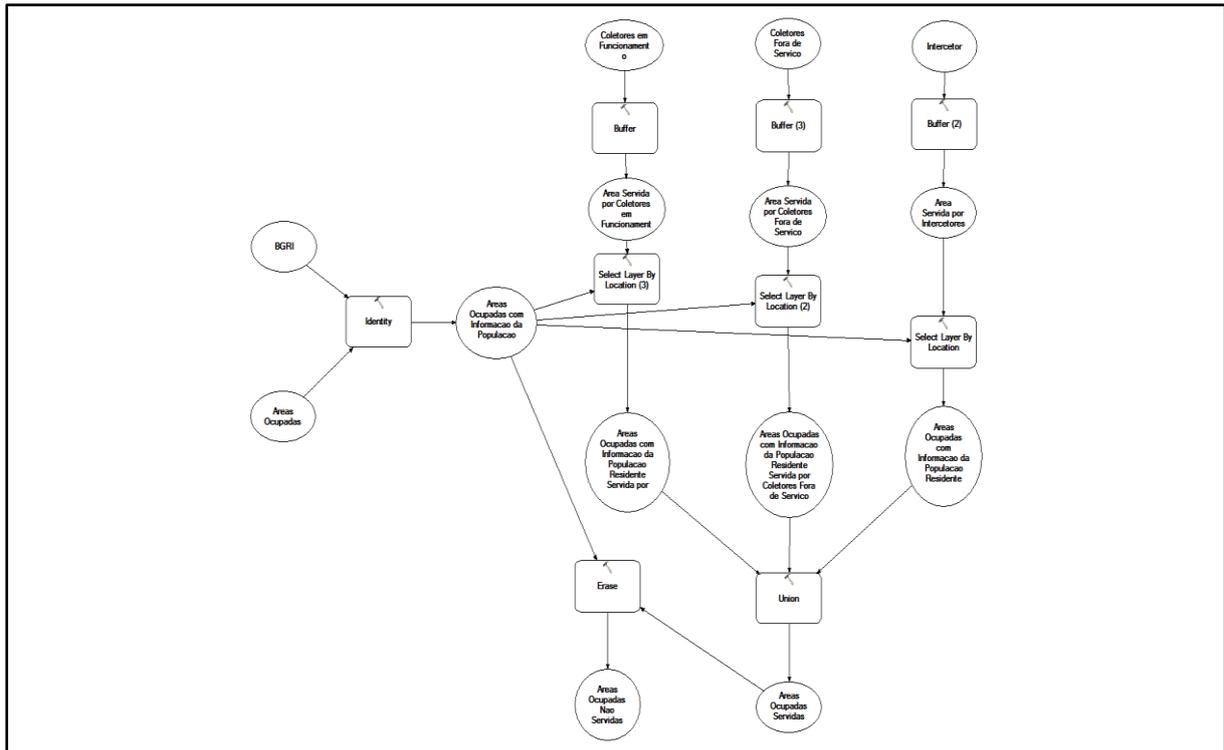


Figura 15: Metodologia de geoprocessamento para a determinação da população servida e não servida por drenagem de águas residuais domésticas

Estes procedimentos têm como resultado que todos os polígonos têm associada a população residente e a forma como são ou não servidos por drenagem de águas residuais domésticas (servidos por coletores, servidos por interceptores, servidos por coletores ainda sem serviço ou não servidos). É fácil, então, calcular a população servida e não servida por esgotos. Está disponível uma representação espacial desse procedimento na figura 16.

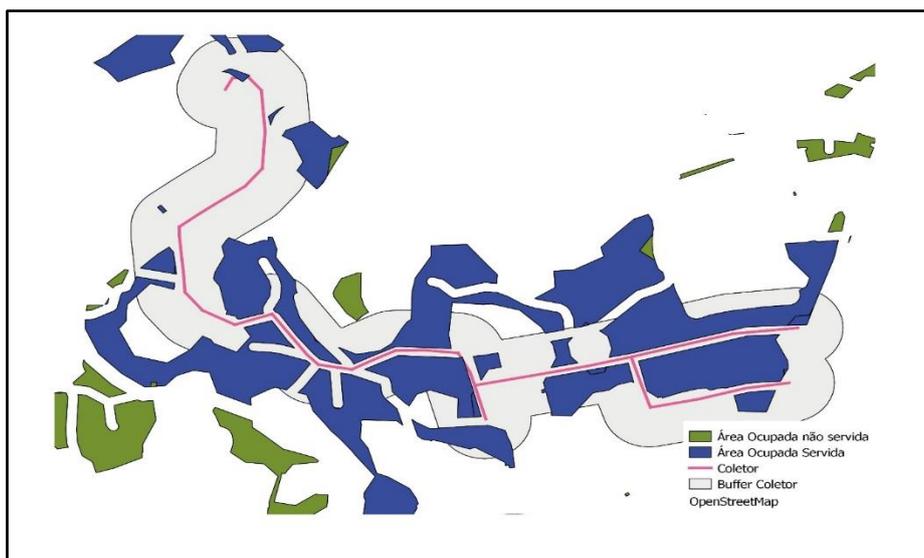


Figura 16: Exemplo esquemático da interseção entre a área de influência dos coletores e áreas ocupadas com edificado

O procedimento seguinte serve para determinar que áreas livres teriam serviço de esgotos caso fossem urbanizadas e que tipo de serviço. Este processo tem muitas semelhanças com o anterior. Estes dados servem para determinar a potencial população a ser servida pela ETAR, pois o resultado deste processo indica as áreas servidas e não servidas, discriminadas por classe de ocupação do solo, o que permite calcular o potencial edificatório e de ocupação dessas áreas. No processo de determinação do serviço nas áreas livres, não é necessário usar informação acerca da população residente. Para se saber a potencial população residente por serviço de drenagem de águas residuais, devem-se usar as fórmulas do capítulo anterior em conjunto com o resultado deste procedimento. Estes procedimentos encontram-se plasmados na figura 17.

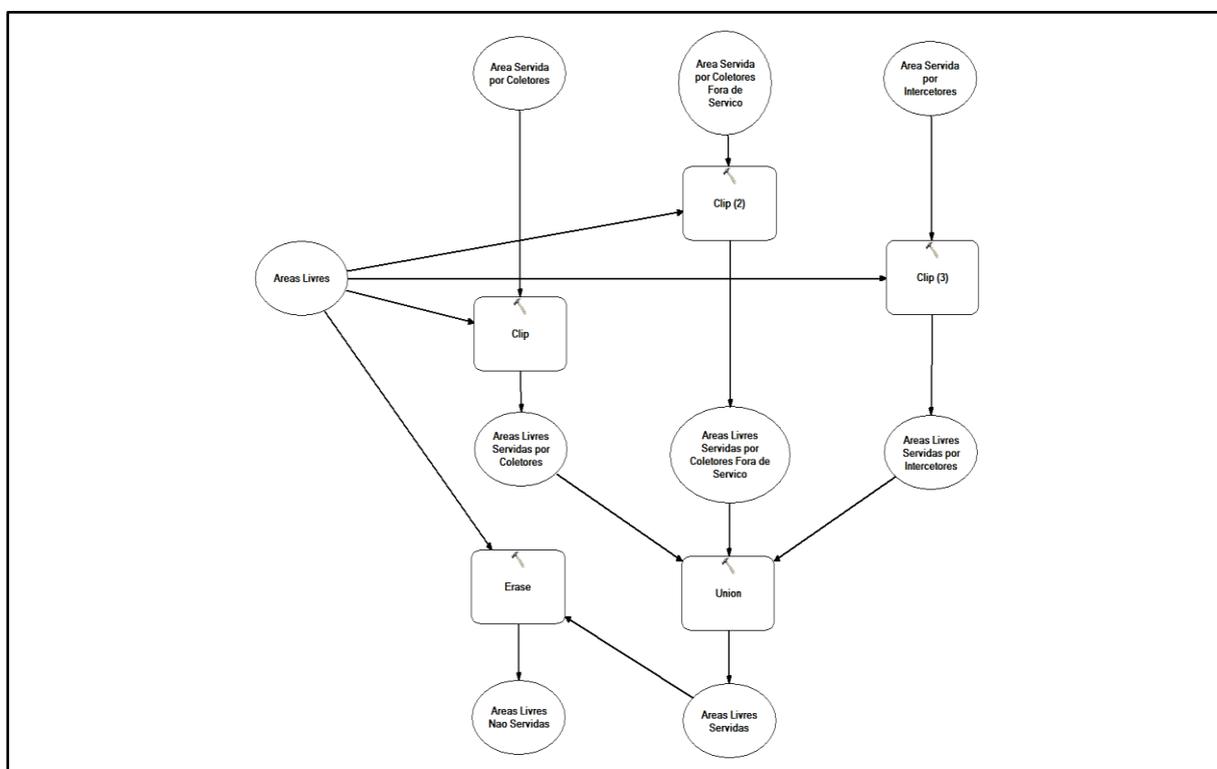


Figura 17: Metodologia de geoprocessamento para a determinação do serviço de drenagem de águas residuais domésticas disponível em áreas livres

As mesmas metodologias, excluindo, também, a utilização das BGRI, devem ser utilizadas para determinar as áreas de atividades económicas servidas e não servidas por drenagem de águas residuais industriais e domésticas.

4.6 - Análise dos Caudais da ETAR

No final do estudo, é importante saber se a ETAR tem capacidade para servir a população da área em estudo. Os dados referentes à ETAR podem não estar discriminados

por origem (industrial, doméstica, pluvial, etc) e, nesse caso, é necessário apurar esses dados, através de uma metodologia específica.

O primeiro passo da metodologia, desenvolvida neste trabalho, para estudar estes caudais para saber esses valores é determinar o volume de origem doméstica e, para isso, deve-se calcular a média de todos os domingos, em que a precipitação tenha sido igual ou inferior a 0,5 mm no dia anterior e no próprio dia. Deve-se assumir esta metodologia em áreas que pelas características do tecido social e industrial, este seja o dia em que os afluentes industriais são mínimos. Existirão muitos casos, no entanto, em que se devem considerar os sábados e os domingos, pois não existirão grandes diferenças entre esses dias. Os caudais referentes a julho e agosto devem ser retirados da análise, pois são meses atípicos. Podem ser retirados outros meses da análise, caso sejam atípicos também.

A determinação dos caudais de origem industrial é calculada a partir da média dos dias úteis e sábados, em que a precipitação do dia anterior e do próprio dia foi igual ou inferior a 0,5 mm. Como já dito anteriormente, o sábado pode ser considerado como dia útil ou como dia não laboral, dependendo da área em estudo. Ao valor obtido é subtraído o valor obtido anteriormente com o cálculo dos caudais domésticos. É usada esta metodologia, porque se assume que o caudal de origem doméstica é relativamente constante ao longo dos dias, adicionando-se a esse caudal o de origem industrial que se revela nos dias úteis. Assim, a diferença entre as médias dos domingos e dos restantes dias da semana revela o caudal industrial. São usadas médias, porque também existem variações ao longo do ano e era necessário ter em conta essas variações ao longo do ano nesta análise.

$$\begin{aligned} \text{Média Domingos} &= \text{Caudal Doméstico Médio} \\ \text{Média Dias Úteis} - \text{Média Domingos} &= \text{Caudal Industrial Médio} \end{aligned}$$

Equação 4: Calculo dos Caudais Médios Doméstico e Industriais

Os volumes correspondentes a origens domésticas, comerciais e industriais são sabidos. É assumido que o remanescente às somas das médias dos afluentes de origem doméstica e industrial, é de origem pluvial e/ou de outras entradas indevidas, isto, nos dias em que existe precipitação e o caudal afluente excede a soma dos caudais domésticos, industriais e comerciais. Além destes casos, existem casos em que pode existir um caudal excepcionalmente alto e que não pode ser imputado à precipitação. Nesses casos, terá acontecido um evento raro que terá despoletado esses caudais excepcionais, mas a sua origem não é estudada nesta metodologia. Além disso, esses eventos são raros e não têm uma grande influência, estando refletidos nos cálculos.

Caudal Diário = Caudal Doméstico e Industrial Médio + Águas Pluviais

Equação 5: Cálculo da proporção de Águas Pluviais

O passo seguinte, é efetuado depois de calculadas as origens dos caudais e pode-se imputar uma capitação média à população servida (no caso do caudal de origem doméstica) e à área ocupada pelo comércio e indústria (no caso do caudal de origem industrial). É preciso ter em atenção que a população que reside em alojamentos coletivos (residências, hotéis, lares de idosos, etc) não é estudada separadamente, estando, no entanto, incluída na população estudada.

As capitações calculadas, a população servida e, área ocupada por indústria e comércio servida e o potencial de ocupação do solo são sabidas, por isso, é importante traçar, como já referido, alguns cenários em relação à capacidade da ETAR servir a população atual e futura da área em estudo. Os cenários estudados podem ser:

- Manutenção do estado atual da rede;
- Conexão das redes isoladas existentes à ETAR;
- Alargar o serviço de esgoto a toda a população, indústria e comércio existente (na altura da redação desta dissertação) na bacia de drenagem da ETAR;
- Servir a população, indústria e comércio resultante da ocupação máxima dos terrenos disponíveis para construção segundo o PDM.

O estudo destes cenários usa os valores calculados anteriormente, referentes à população e áreas industriais servidas por coletores de esgotos, servidas por interceptores, servidas por sistemas isolados e não servidas. Imputando, assim, as capitações calculadas a esses valores, é possível prever o afluente médio na ETAR em cada um dos cenários e comparando com a capacidade de tratamento da mesma, concluir se a ETAR tem capacidade para aguentar a expansão do serviço e o aumento da população.

Os valores calculados também servem para se estudar, se o afluente da ETAR, cumpre com a meta do Objetivo 3.3.2 do Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2007-2013 (PEAASAR II) (ERSAR, 2015), que define que os sistemas de drenagem de águas residuais domésticas não podem ter mais de 20% de caudal afluente resultante de infiltrações ou de afluições indevidas (como a entrada de águas pluviais, por exemplo). Para estudar isso, são selecionados os dias com caudal superior ao da soma das médias de caudal doméstico e industrial, é calculada a percentagem correspondente ao diferencial entre essa soma e o total, no total de cada dia.

No final da aplicação desta metodologia, fica-se a saber se a ETAR tem capacidade para servir a sua bacia de drenagem atualmente e a médio/longo prazo e se cumpre o objetivo de proporção máxima de caudal afluente, proveniente de águas pluviais e entradas indevidas, previsto no PEAASAR II.

5 - Estudio de Caso

O estudo tem por base o concelho de Fafe, que engloba a cidade de Fafe que ocupa a área da freguesia homónima e a vila de Arões S. Romão que também corresponde à freguesia com o mesmo nome, além de 23 outras freguesias. Localiza-se na Unidade da Nomenclatura de Unidades Territoriais de Nível II (NUTS II) do Norte e NUTS III do Ave e no Distrito de Braga e tem fronteira com a Póvoa de Lanhoso, Guimarães, Vieira do Minho, Cabeceiras de Basto, Celorico de Basto e Felgueiras. Tem 50633 habitantes de acordo com o Censos 2011 (INE, 2011) e 219,08km² de área de acordo com a Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) de 2016 (DGT, 2016), e uma densidade populacional resultante de 231,12 pessoas por km².

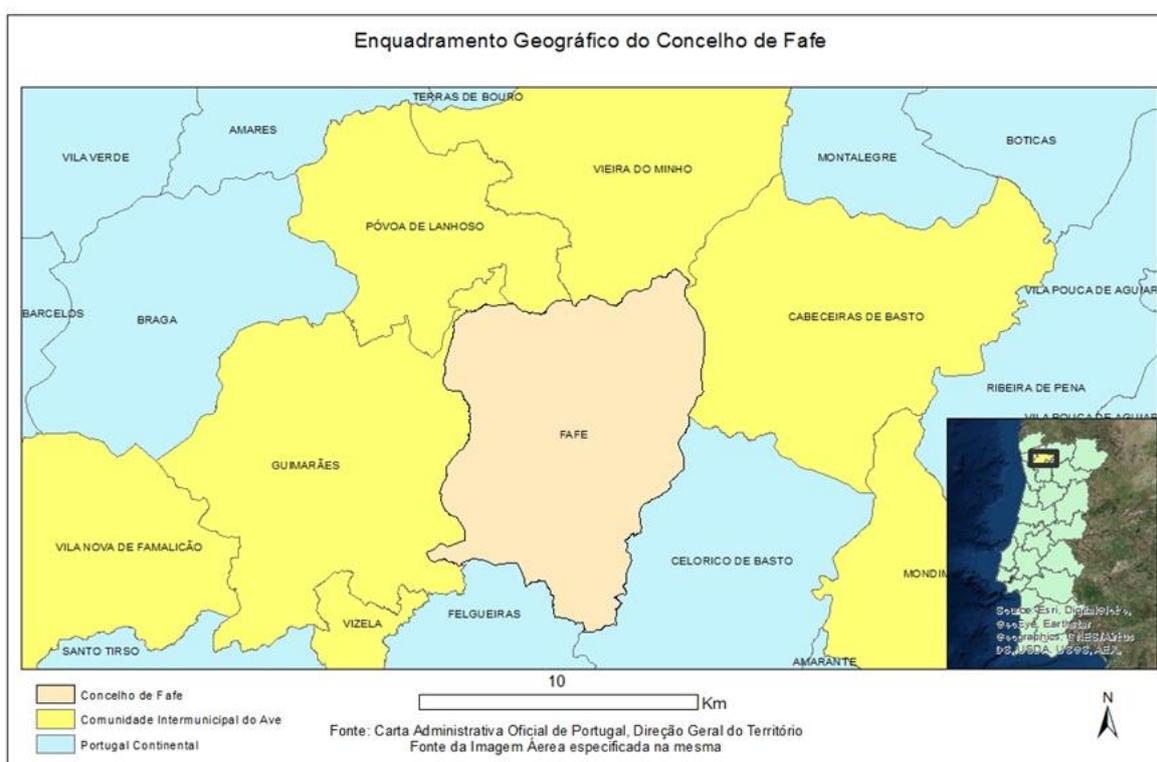


Figura 18: Enquadramento Geográfico de Fafe

A população concentra-se sobretudo no entorno da cidade de Fafe e ao longo das vias rodoviárias que ligam ao concelho de Guimarães como se pode verificar no mapa da figura 19. Existem depois pequenos núcleos populacionais secundários, correspondendo maioritariamente às sedes de freguesia, assim como a pequenas aldeias de montanha situadas no norte do concelho.

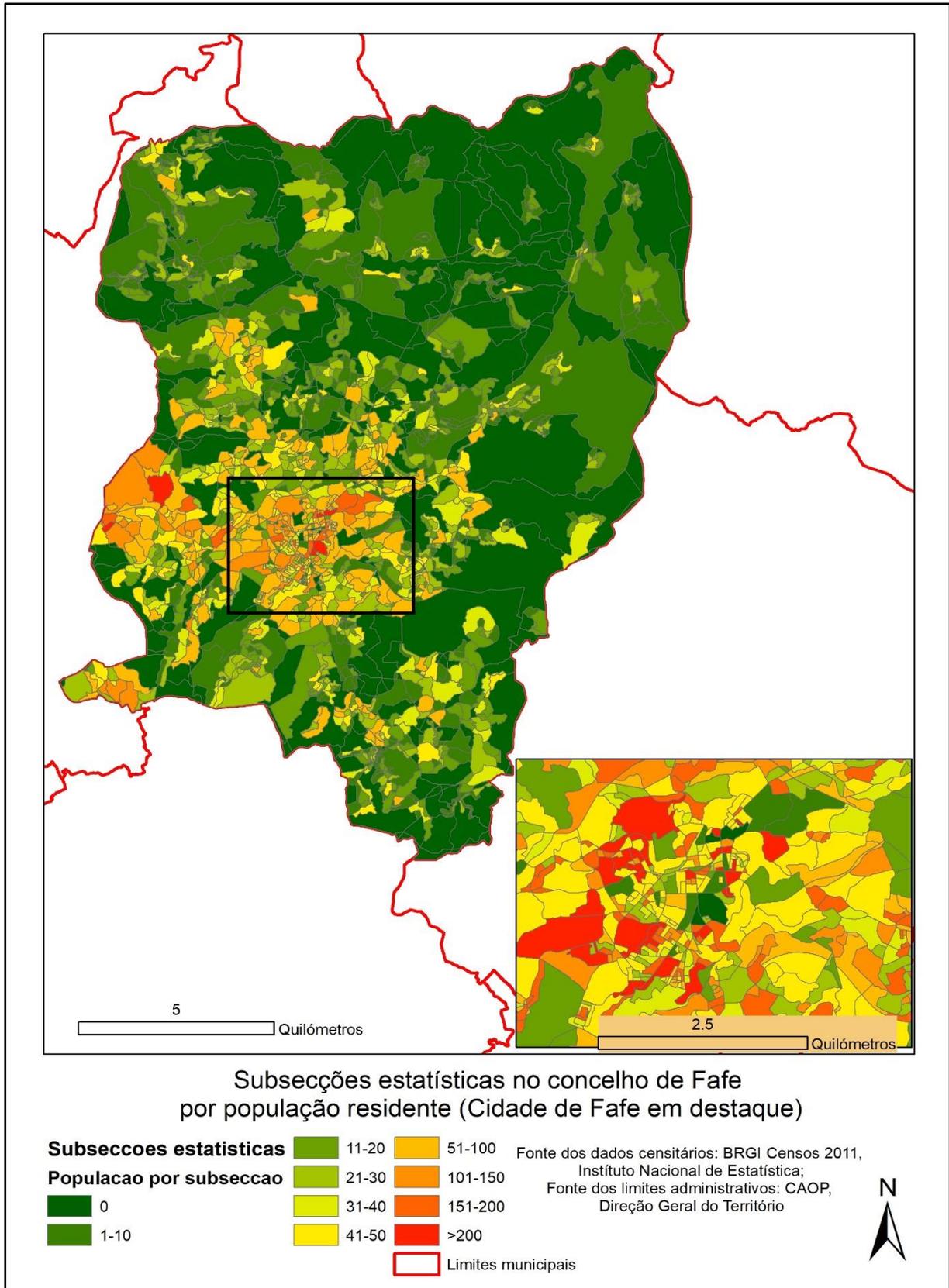


Figura 19: População residente no concelho de Fafe por subsecção estatística

É um concelho fortemente industrializado, como é característico do Vale do Ave. Isto tem implicações óbvias ao nível dos efluentes produzidos, nomeadamente os de origem industrial. A industrialização do concelho é comprovada pelo facto de a percentagem da população empregada no setor secundário ser muito superior em Fafe do que no conjunto do País, como plasmado no gráfico da figura 20. Estes factos (densidade populacional e estrutura produtiva) influenciam a distribuição das redes de drenagem e a composição e natureza dos efluentes.

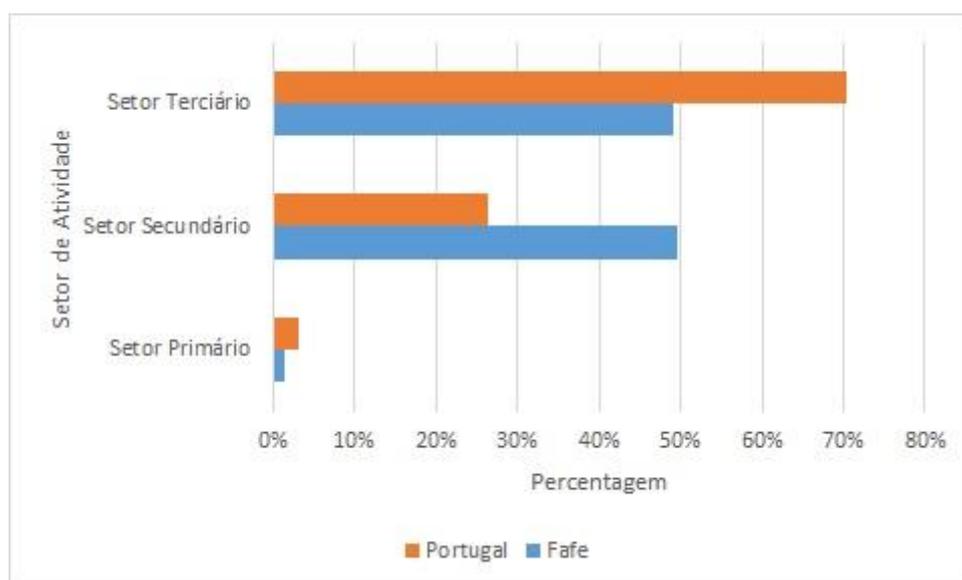


Figura 20: Ocupação da população empregada por setor de atividade (INE, 2011)

5.1 - Situação Atual do Sistema de Drenagem de Águas Residuais Domésticas e industriais no Concelho de Fafe

A cobertura de drenagem de águas residuais domésticas e ETAR são inferiores ao computo do país, de acordo com dados do INE de 2006, que podem ser vistos no gráfico da figura 21. Tendo em conta, que os dados presentes no gráfico, demonstram, que a cobertura é insuficiente em Portugal como um todo, onde a cobertura é de 76% no que toca a drenagem de águas residuais domésticas e 70% de cobertura de tratamento de águas residuais, é ainda mais insuficiente no concelho de Fafe, já que apenas 53% da população se encontra servida por esgotos e 40 % por ETAR. Embora estes dados já tenham 11 anos (à data da redação deste texto), demonstram, conjuntamente com a cobertura espacial da rede (disponível no mapa da figura 22) que a cobertura da rede de drenagem de águas residuais domésticas é claramente insuficiente no concelho de Fafe.

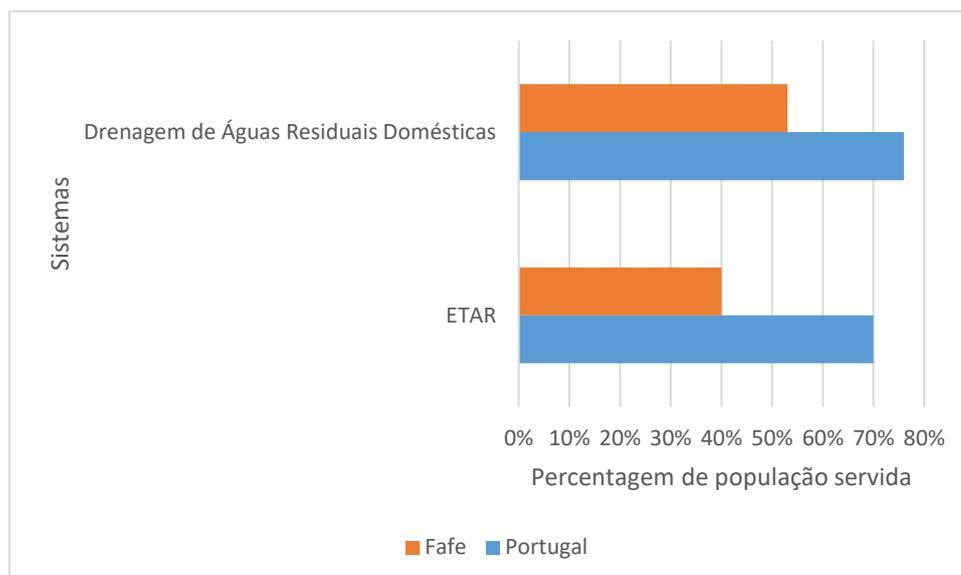


Figura 21: Percentagem da população servida por drenagem de águas residuais domésticas e ETAR em Portugal e Fafe em 2006 (PORDATA, 2013a, 2013b)

Tendo em conta este cenário, entrou em funcionamento um sistema de interceptores e a ETAR de Serzedo em 2009 (Notícias, 2009) para servir o concelho de Fafe e pequenas áreas do concelho de Guimarães e Felgueiras. O concelho fica, assim, com interceptores ao longo dos dois principais rios do concelho, faltando depois construir a rede em baixa nas áreas não servidas. Existem outros interceptores no concelho que não entrarão na análise deste documento, pois não estão ligados à ETAR de Serzedo.

O sistema de drenagem de águas residuais domésticas e industriais, que serve o concelho de Fafe tem atualmente, 70 km de interceptores, 109 km de coletores em serviço e 28 km de coletores ainda sem utilização (incluindo coletores e interceptores não conectados ou que drenam para outras ETAR) e uma Estação Elevatória na Vila de Arões. De acordo com a metodologia desenvolvida e explicada anteriormente neste documento e que abrange apenas as áreas que drenam para a ETAR de Serzedo, existem cerca de 23000 habitantes servidos atualmente pela ETAR de Serzedo. De qualquer maneira, de acordo com informações recolhidas à data do cadastro, os coletores e interceptores já construídos em áreas do concelho que escoarão para outras ETARS ainda não se encontram em funcionamento.

As áreas do concelho servidas por estes sistemas consistem, grosso modo, nas áreas mais urbanas do concelho, nomeadamente a área urbana da cidade de Fafe. Já as infraestruturas construídas que ainda não se encontram em funcionamento, encontram-se em áreas rurais e periurbanas, predominantemente ao longo de eixos principais e secundários da rede viária como estradas nacionais e municipais, assim como em algumas ruas adjacentes

a essas estradas. A distribuição geográfica da rede pode ser observada no mapa da página seguinte.

A ETAR de Serzedo, que vai ser objeto de estudo desta dissertação, tem capacidade de tratamento de 13772 m³ o que corresponde a uma população equivalente de 97196 habitantes. No entanto a ETAR não recebe somente efluentes domésticos, recebendo também efluentes industriais, sendo que o Vale do Ave e obviamente Fafe são fortemente industrializados como já referido anteriormente. Sendo assim, a ETAR de Serzedo, como as restantes da região têm capacidade de tratar águas residuais industriais. Ainda assim e apesar dos investimentos efetuados nos últimos anos, a cobertura destes serviços na área do concelho de Fafe é ainda claramente insuficiente.

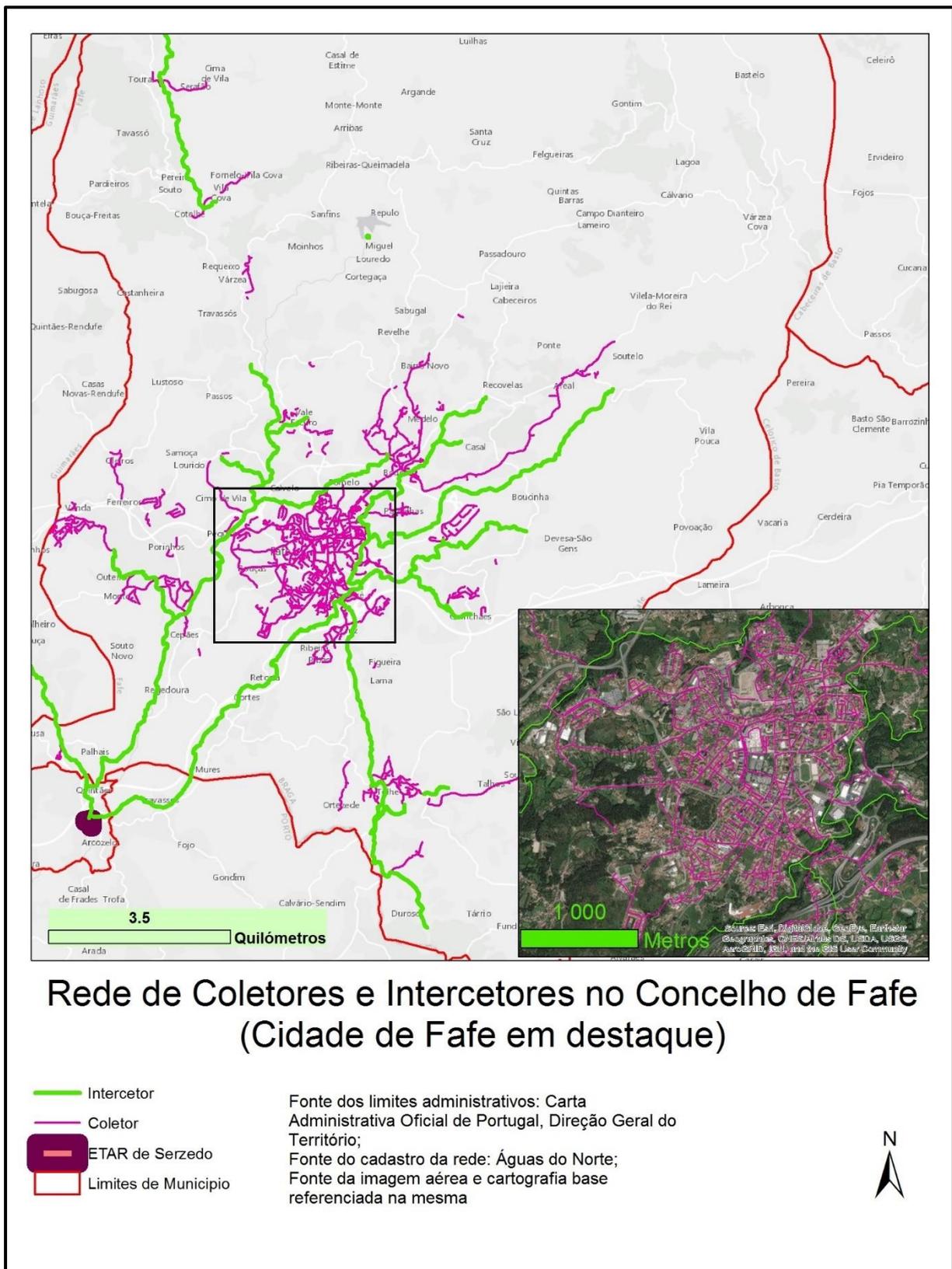


Figura 22: Rede de Coletores e Intercetores no Concelho de Fafe

5.2 - Ocupação e Planeamento do Território

No caso de Fafe, a última versão do Plano Diretor Municipal é muito recente, tendo sido aprovada em Assembleia Municipal no dia 26 de junho de 2015 e publicada em Diário da República no dia 7 de setembro de 2015.

Os valores utilizados como *buffer*, da metodologia para o edificado, foram de 10 metros para todos os edifícios, excetuando os localizados em áreas de atividades económicas, em que se usou uma distância de 6 metros. Estes valores são os indicados no regulamento do PDM de Fafe, para afastamento mínimo entre edifícios.

O espaço ocupado pela rede viária, que foi necessário saber para se calcular a área urbanizada, foi calculado usando os eixos de via, aplicando um *buffer*, posteriormente, com os valores indicados no PDM para a construção de vedações à margem da rede viária no solo urbano e urbanizável, indicados no art. 21º do regulamento do PDM de Fafe (indicados na tabela 1).

Classe de Rede Viária	Distância mínima ao eixo de via (metros)
Rede Viária Principal	7
Rede Viária Distribuidora	6
Rede Viária Local	4,5
Outras Vias	4

Tabela 2: Distância mínima ao eixo de via em solo urbano e urbanizável (CMF, 2015)

As áreas urbanizadas e urbanizáveis no PDM de Fafe ocupam cerca de 3329 hectares, num concelho que tem 21910 hectares ou 219,1 km² de área, representando 14,7% da área total do concelho. Nestas áreas não estão consideradas as áreas com destino agrícola ou florestal que podem ter alguma construção, dentro de algumas condições e pressupostos, mas que representarão, sempre, uma porção residual da urbanização do território.

As áreas urbanizadas já construídas e ocupadas, calculadas neste trabalho, constituem 772,3 hectares dos 2133,5 hectares estudados, que incluem apenas a bacia de drenagem da ETAR de Serzedo. Assim sendo, apenas 36,2% das áreas previstas para construção no PDM de Fafe já se encontram ocupadas. Pode-se concluir que o PDM de Fafe permite uma grande expansão da área urbana.

O Plano foi, assim, revisto, tendo em mente um aumento das áreas disponíveis para a indústria e uma restrição das áreas disponíveis para construção, tendo em vista a

consolidação de aglomerados e o fecho de malhas urbanas, de modo a diminuir também a dispersão urbana. As áreas percorridas por fogos nos últimos 10 anos, também deixaram de ter permissão para construir de modo a dissuadir incêndios causados por humanos, com vista a obter terrenos com capacidade construtiva. O plano foi dividido em classes de ocupação, como é usual, estando essas mesmas classes divididas em solo urbano e solo rural. As classes estão descritas nas figuras 23 e 24. A Planta de Ordenamento do Plano Diretor Municipal de Fafe está, também, disponível na figura 25, assim como a distribuição geográfica das áreas construídas e urbanizáveis, calculadas neste estudo na bacia de drenagem da ETAR de Serzedo, presente no mapa da figura 26. A restante legenda está disponível no anexo VIII.

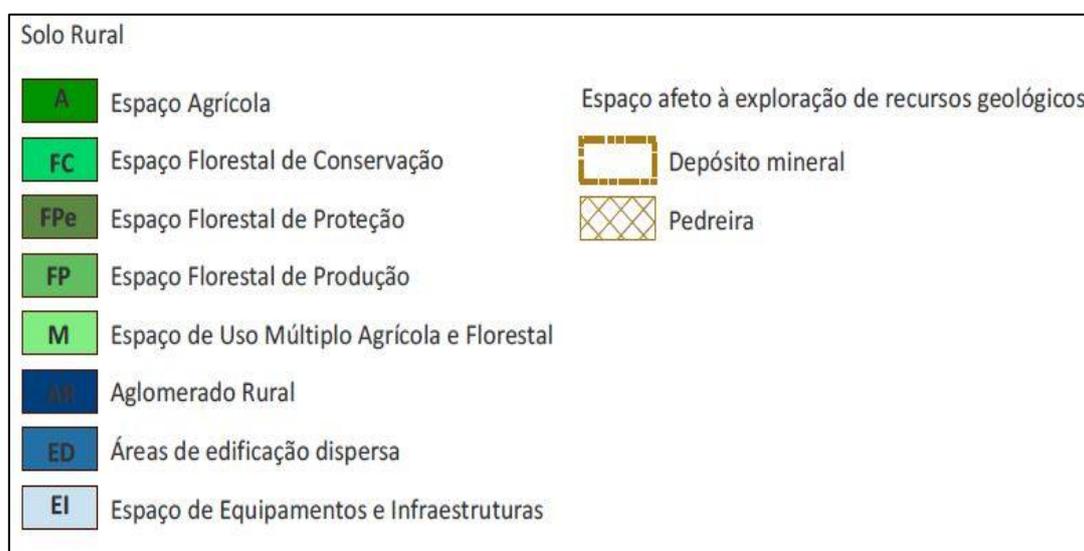


Figura 23: Legenda das classes de solo rural do PDM de Fafe (CMF, 2015)



Figura 24: Legenda das classes de solo urbano e urbanizável do PDM de Fafe (CMF, 2015)

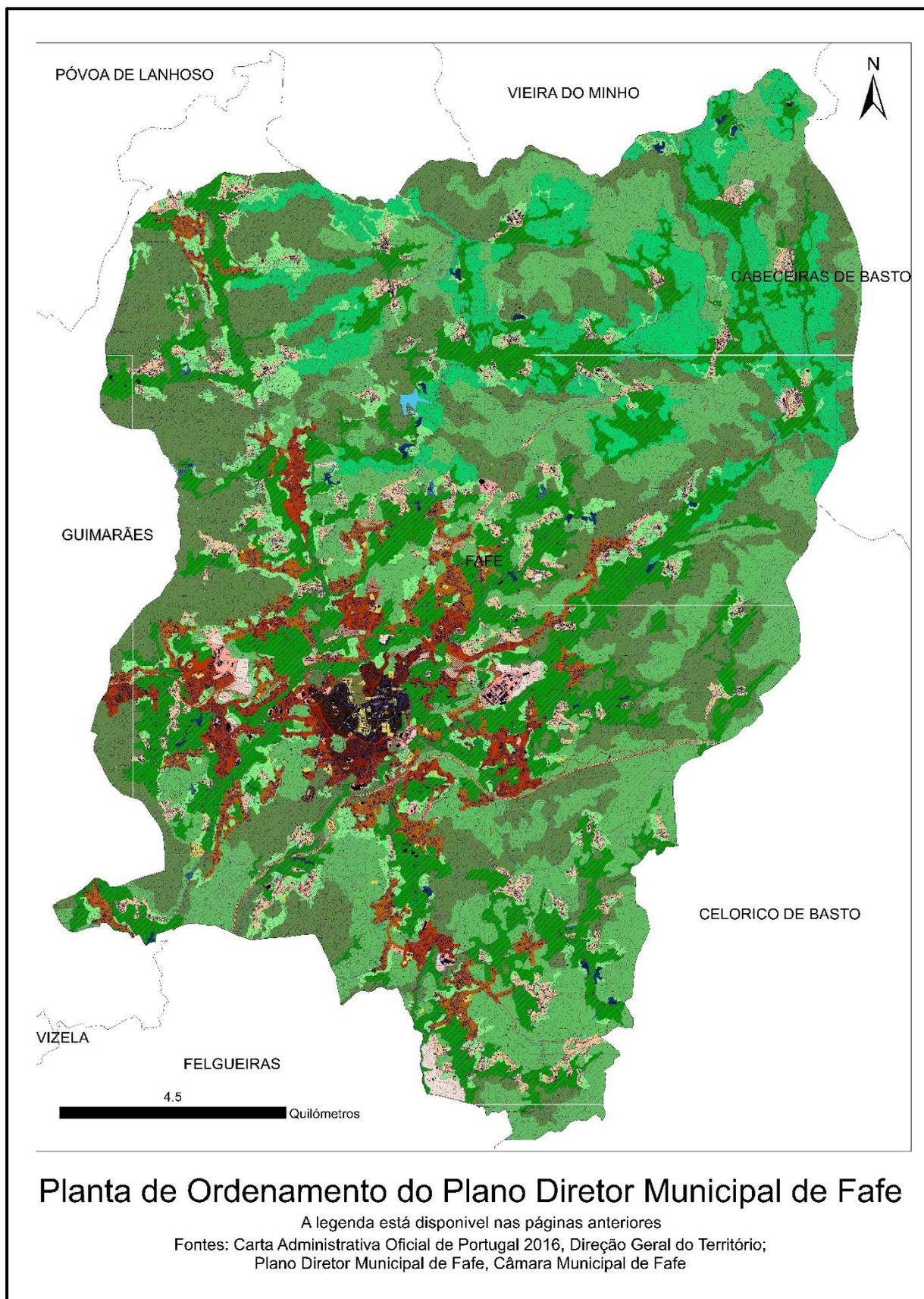
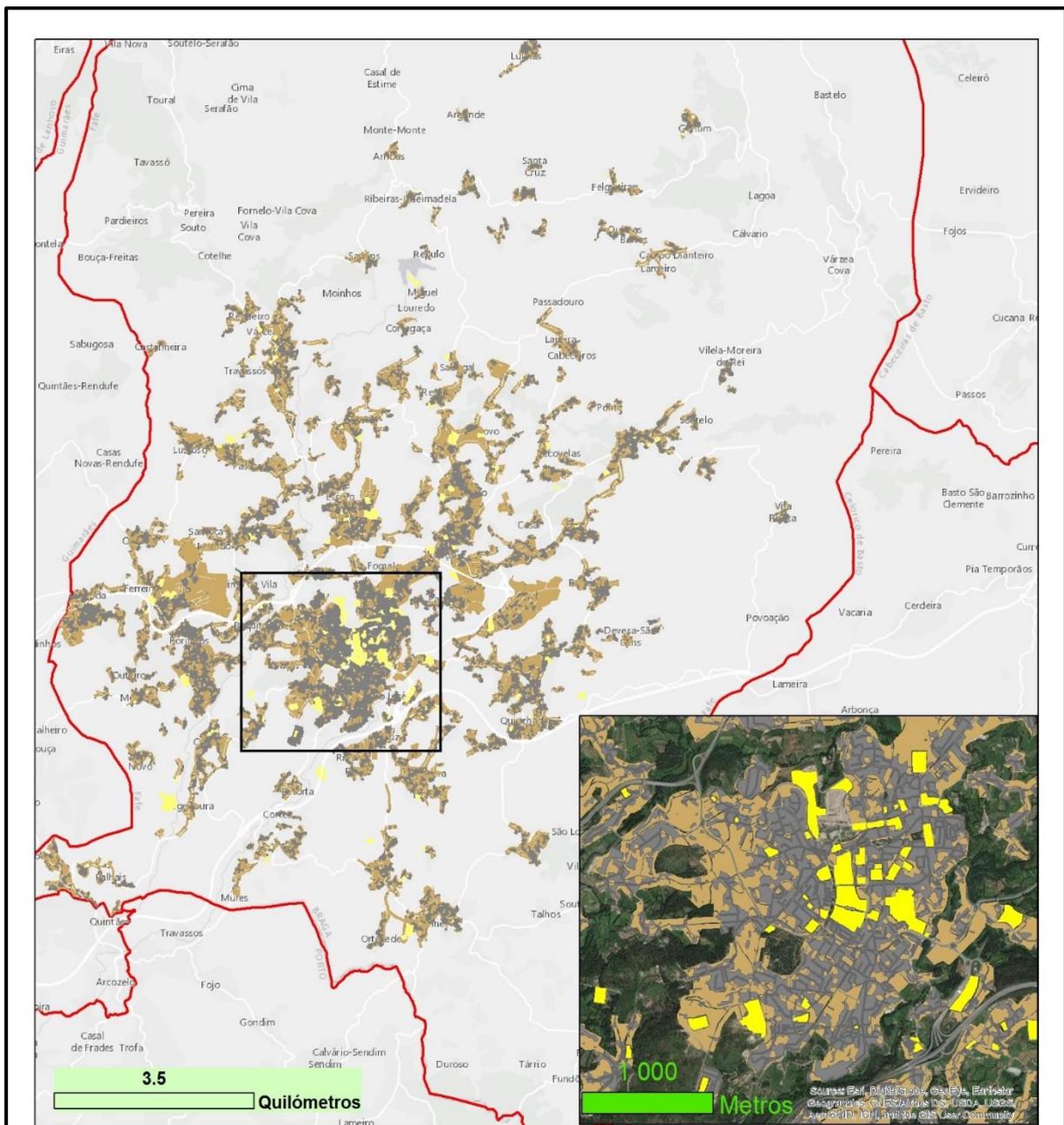


Figura 25: Planta de Ordenamento do Plano Diretor Municipal de Fafe (CMF, 2015)



**Áreas Urbanizáveis e Construídas no Concelho de Fafe
(Cidade de Fafe em destaque)**

- Área Urbanizável
- Área Construída
- Equipamentos
- Limites de Município

Fonte dos limites administrativos: Carta Administrativa Oficial de Portugal, Direção Geral do Território;
 Fonte da imagem aérea e cartografia base referenciada na mesma;
 Delimitação das áreas urbanizáveis e construídas usando a cartografia do PDM de Fafe.



Figura 26: Áreas Construídas e Urbanizáveis no Concelho de Fafe

5.3 - Bacias de Drenagem

O concelho de Fafe encontra-se quase totalmente na bacia hidrográfica do Rio Ave que desagua em Vila do Conde, sendo que todas as sub-bacias hidrográficas referidas em seguida pertencem à mesma. No entanto, nem toda as áreas do concelho localizam-se em áreas que drenem na ETAR de Serzedo. Sendo assim existem áreas do concelho que são servidas, ou terão de ser servidas, por outras ETAR. Em seguida podem-se visualizar as sub-bacias hidrográficas existentes no concelho. As sub-bacias hidrográficas que escoam naturalmente para a ETAR de Serzedo são as do Rio Ferro e do Rio Vizela, assim como algumas pequenas áreas que não estão integradas nas bacias referidas. Assim, analisando a rede e as bacias hidrográficas, podem-se determinar os coletores e interceptores em estudo nesta dissertação. Esta infraestrutura foi depois cruzada com a ocupação do território e o Plano Diretor Municipal de Fafe. Foram excluídas da análise deste estudo os coletores que se localizam nas sub-bacias hidrográficas do Rio Ave e do Rio do Bugio, assim como outras pequenas sub-bacias conectadas a estas. Importa, também, referir que foram tomadas como pertencentes às bacias de drenagem da ETAR, toda a área das freguesias de Jugueiros, no concelho de Felgueiras e Infantas e a União de Freguesias de Serzedo e Calvos, no Concelho de Guimarães. Na figura 27 é possível ver os resultados dos passos intermédios necessários para o calculo das bacias hidrográficas. Na figura 28 está a cartografia das bacias hidrográficas do concelho.

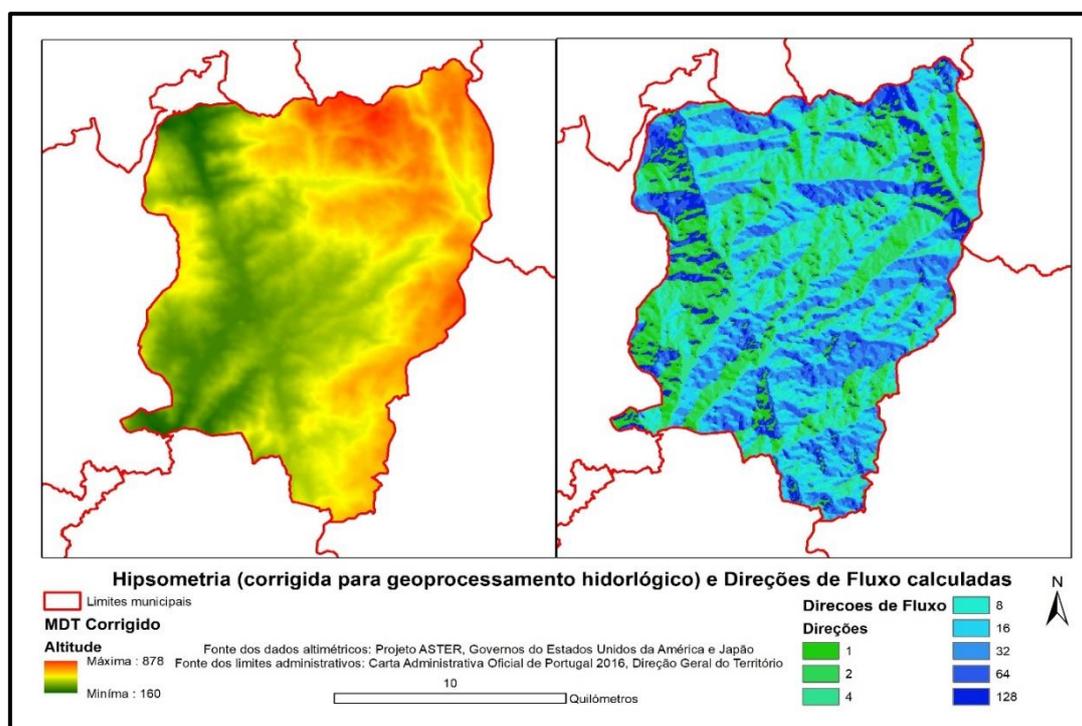
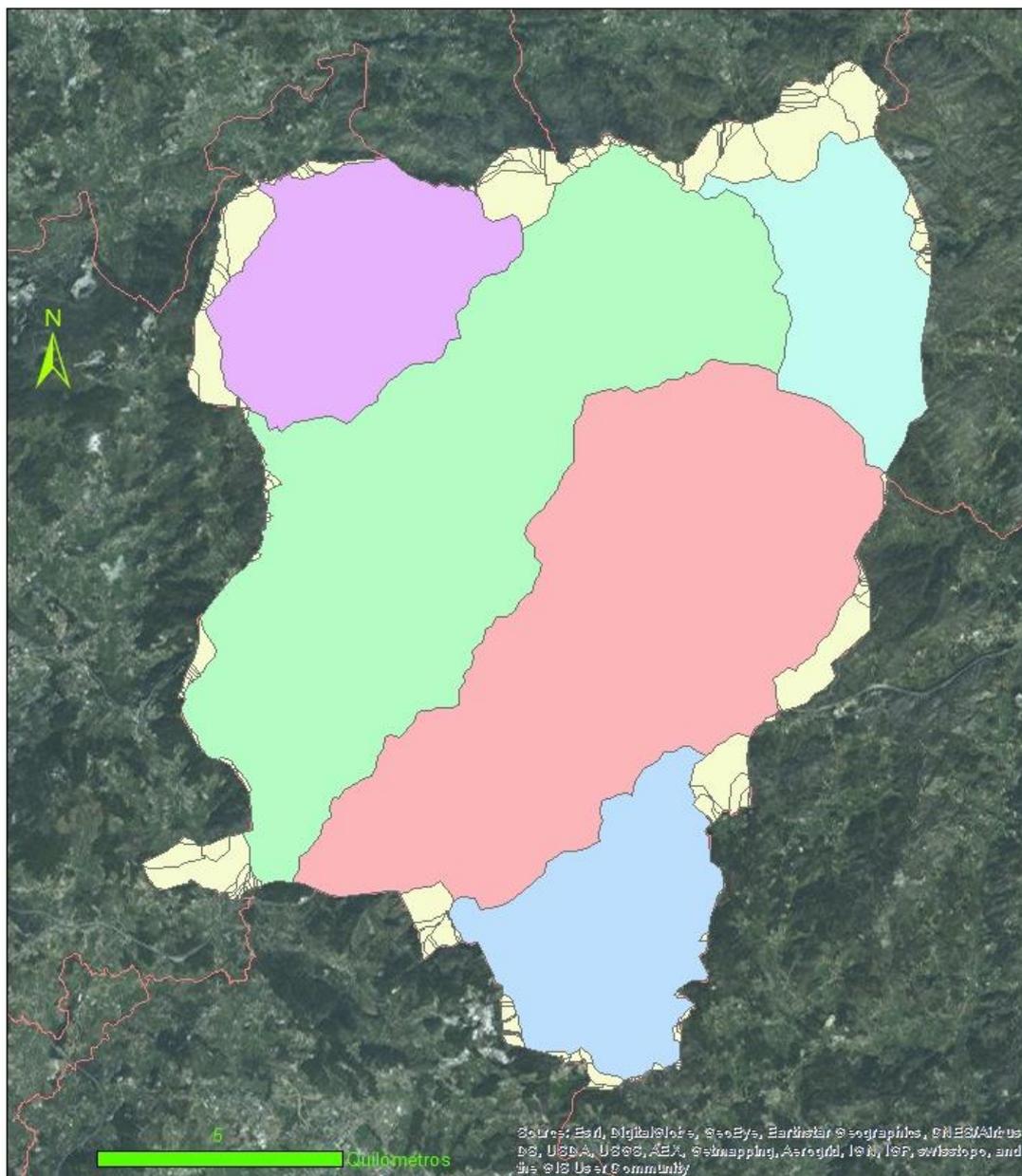


Figura 27: Hipsometria e direções de fluxo calculadas



Bacias Hidrográficas de Fafe

- | | |
|------------------------------|--------------|
| Concelhos (CAOP 2016) | Rio Ave |
| Bacias Hidrográficas | Rio Ferro |
| Rios | Rio Vizela |
| Bacias Hidrográficas Menores | Rio do Bugio |
| Ribeira da Abrunheira | |

Fonte dos limites administrativos: Carta Administrativa Oficial de Portugal 2016, Direção Geral do Território;
 Fonte da imagem aérea especificada na mesma;

Bacias Hidrográficas obtidas a partir de dados altimétricos do projeto conjunto ASTER entre os Estados Unidos da América e o Japão

Figura 28: Bacias Hidrográficas de Fafe

5.4 - Potencial de Expansão Urbana

O potencial de ocupação é calculado sabendo, primeiramente, a ocupação da rede viária em cada classe de ocupação, usando zonas amostra. Esse procedimento, já descrito na metodologia, foi efetuado para o caso em estudo, chegando se à conclusão que a rede viária ocupa mais espaço no concelho de Fafe, em áreas mais densamente urbanizadas (Espaço Central Principal e Complementar). As áreas residenciais e de baixa densidade (Espaços Residenciais de Nível I e II, Espaços de Baixa Densidade, Aglomerados Rurais e Espaços de Edificação Dispersa) têm menos área ocupada por estradas e caminhos. As Áreas de Atividades Económicas têm uma ocupação intermédia por rede viária, entre as áreas de alta e baixa densidade. Estes resultados foram depois atribuídos a cada classe de ocupação do solo. Para se obterem estes valores, foram vetorizadas as áreas dentro de cada polígono ocupadas por rede viária. As zonas amostra foram selecionadas de maneira a serem representativas de todas as realidades e classes de ocupação do solo previstas no PDM e presentes no concelho. Os resultados obtidos estão na tabela 2 e a localização das zonas amostra está na figura 29.

Zonas Amostra	Percentagem (%) de Espaço ocupada pela rede viária
Amostra 1: Espaço Central Principal	15,6
Amostra 2: Espaço Central Complementar	19,3
Amostra 3: Espaço de Atividades Económicas	10,2
Amostra 4: Espaço Residencial de Nível I e II	6,2
Amostra 5: Espaços Urbanos de Baixa Densidade, Aglomerado Rural e Espaços de Edificação Dispersa	4

Tabela 3: Zonas amostra e percentagem de espaço ocupada pela rede viária

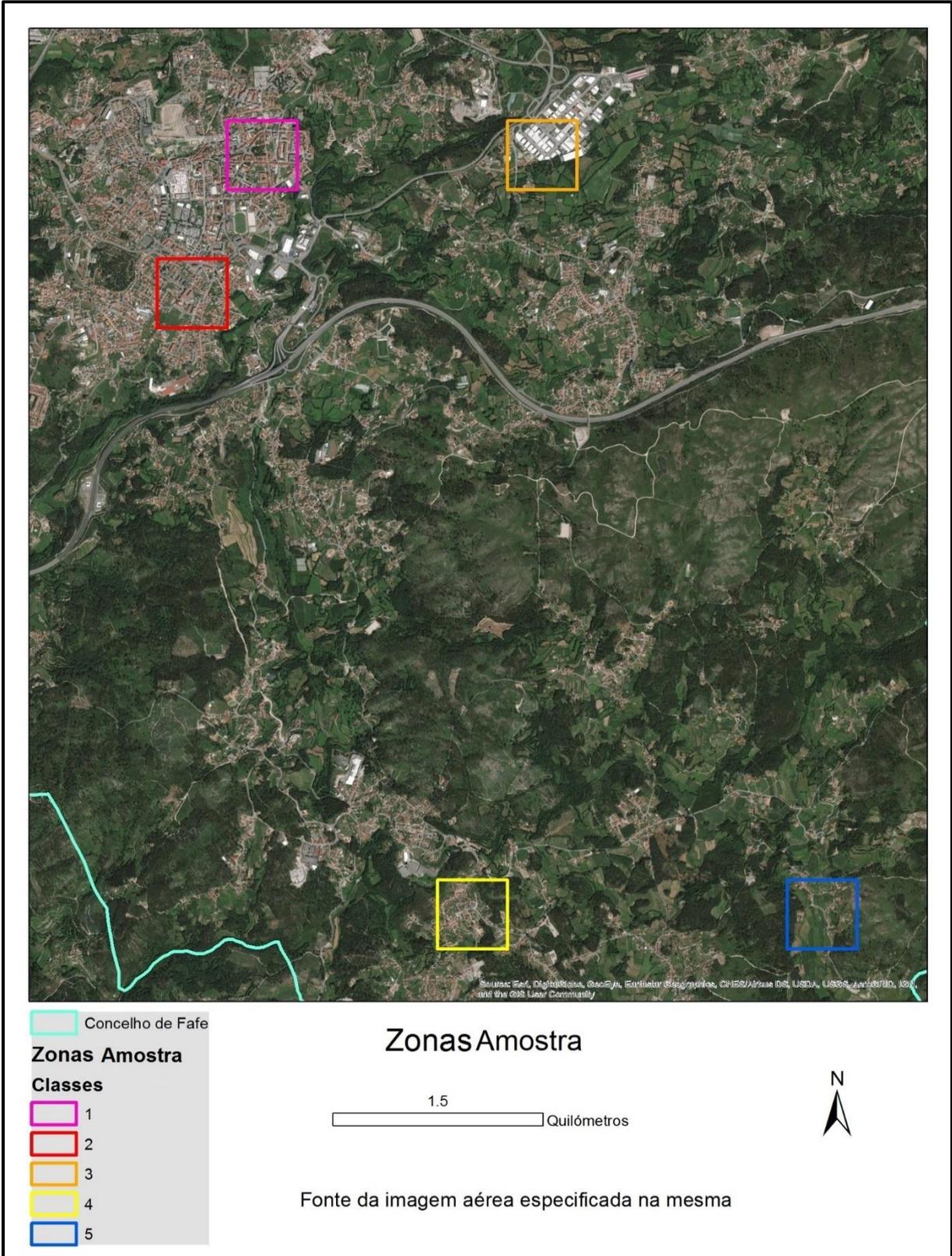


Figura 29: Zonas Amostra

O cálculo do potencial edificatório foi efetuado usando as fórmulas descritas na metodologia que conjugam as cedências obrigatórias, os índices de utilização e ocupação, e o número máximo de pisos admitido em cada classe de ocupação do solo. Os valores utilizados neste estudo de caso encontram-se expostos nas tabelas 3 e 4, sendo baseados no regulamento do PDM de Fafe.

Classe de Ocupação do Solo	Índice de Utilização	Índice de Ocupação (%)	Número Máximo de Pisos acima da cota de Soleira	Número Máximo de Pisos abaixo da cota de Soleira	Altura Máxima da fachada (metros)
Atividades Económicas	1,5	70	3	2	11
Aglomerados Rurais	0,6	Não especificado	2	1	9
Baixa Densidade	0,8	40	2	2	Não especificado
Edificado disperso	0,8	20	2	1	9
Espaço Central Principal	1,45	65	5	2	Não especificado
Espaço Central Complementar	1,2	65	5	2	Não especificado
Espaço Residencial de Nível I	1	65	3	2	Não especificado
Espaço Residencial de Nível II	0,9	65	2	2	Não especificado

Tabela 4: Índices de utilização e ocupação, número máximo de pisos acima e abaixo da cota de soleira e altura máxima da fachada por classe de ocupação do solo do PDM de Fafe (CMF, 2015)

Tipos de Ocupação	Espaços verdes e de utilização coletiva	Equipamentos de utilização coletiva
Habitação unifamiliar	20 m ² /fogo	25 m ² /fogo
Habitação coletiva	25 m ² /120 m ² /a.c.hab.	25 m ² /a.c.hab.
Comércio, serviços, restauração e bebidas e empreendimentos turísticos	20 m ² a.c. com./ser./rest. e beb.	20 m ² /a.c.com./ser./rest. e beb.
Indústria, armazenagem	10 m ² /a.c. Ind. e armaz	210 m ² / a.c.Ind. e armaz.

Tabela 5: Cedências obrigatórias segundo o PDM de Fafe (CMF, 2015)

As áreas de expansão urbana permitidas no PDM de Fafe aproximadamente 33500 novos fogos e 41500 novos espaços para atividades económicas como lojas e escritórios. Os espaços de Atividades Económicas disponíveis para construção perfazem um total de 160 hectares onde podem ser construídos 2145 espaços. Estes resultados foram usados usando a metodologia descrita no capítulo anterior. Os resultados detalhados estão na tabela 5.

Classe de Ocupação do Solo	Fogos	Espaços de Atividades Económicas (Lojas, Escritórios, Fábricas, Armazéns, etc)
Atividades Económicas	Não se aplica	2145
Aglomerados Rurais	377	463
Baixa Densidade	7215	8845
Edificado disperso	291	356
Espaço Central Principal	1752	1288
Espaço Central Complementar	1940	1427
Espaço Residencial de Nível I	9862	12089
Espaço Residencial de Nível II	12142	14883

Tabela 6: Potencial edificatório calculado

5.5 - Cobertura de Drenagem de Águas Residuais Domésticas e Industriais no Concelho de Fafe

Na área abrangida pelo estudo (com escoamento para a ETAR de Serzedo) residem, aproximadamente, 44000 habitantes. Têm de ser considerados, também, os 5351 habitantes que residem nas freguesias dos concelhos de Felgueiras e Guimarães que são servidas pela mesma ETAR. Essas freguesias são Jogueiros, em Felgueiras, e Infantas e a União de Freguesias de Calvos e Serzedo, em Guimarães. Nos resultados deste estudo, chegámos à conclusão de que um pouco mais de metade da população residente na bacia de drenagem da ETAR de Serzedo, correspondendo a mais de 26000 estão ou têm infraestrutura para serem servidos por drenagem de águas residuais domésticas. Existem, depois, cerca de 18000 habitantes que não se encontram servidos por nenhum tipo de serviço de drenagem de águas residuais domésticas, o que constituem uma grande parte da população sem acesso a este serviço essencial. Existem pequenas bolsas populacionais que se encontram na área de influência de coletores fora de serviço e interceptores, sendo que, nestes casos, os edifícios não se encontram ligados à rede na maioria dos casos. No gráfico da figura 30 estão apenas agregados os dados dos residentes no concelho de Fafe.

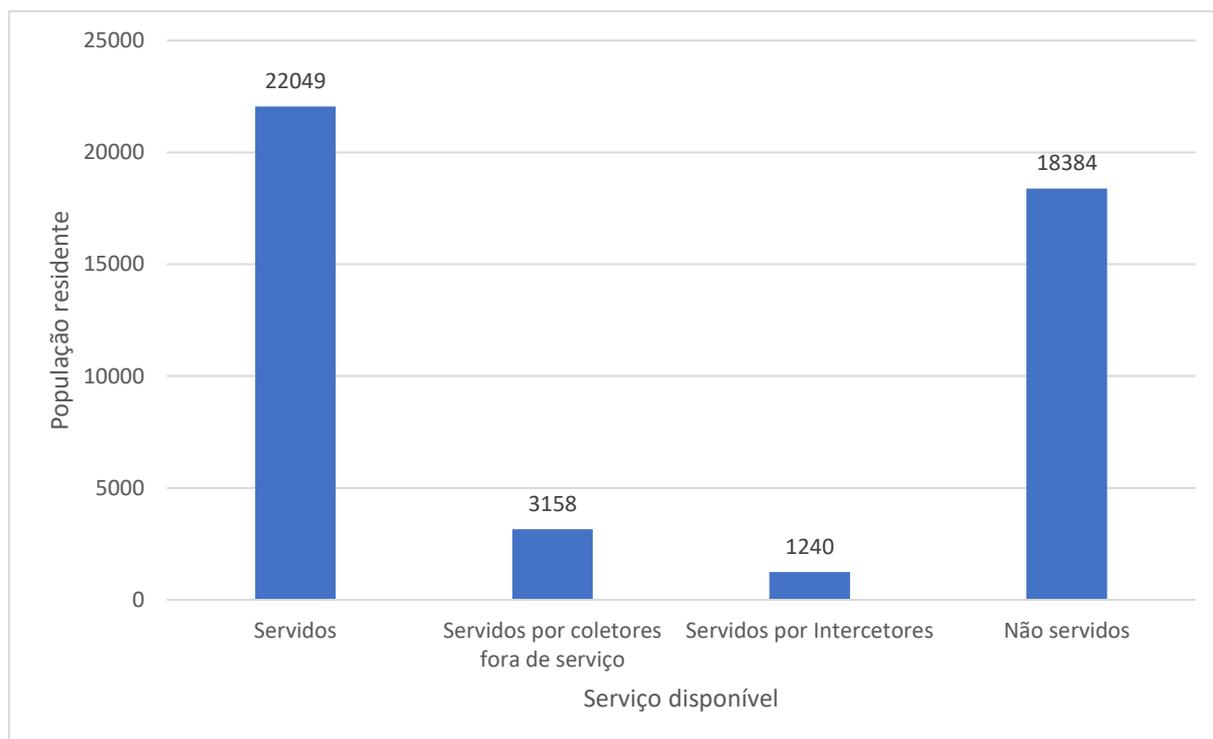


Figura 30: População residente por serviço de esgotos disponível

O estudo desenvolvido conclui, também, que o PDM permite a construção de mais de 33500 fogos nas áreas urbanizadas, o que acomoda 63800 habitantes, tendo em conta que as áreas de expansão urbana são ocupadas ao máximo e são ocupadas em média por 1,9 pessoas por fogo, pois essa é a média de habitantes por fogo na Região Norte, segundo as Estatísticas da Habitação e Construção do INE, de 2015 (INE, 2016). Dessa população potencial, 22840 seriam servidos por coletores, 6973 seriam servidos por coletores fora de serviço, 876 por intercetores e 33111 não seriam servidos por esgotos, mantendo-se a rede atual. O potencial de aumento da população permitido é grande e a maioria não seria servido por esgotos com a rede atual. Esses dados estão representados no gráfico da figura 31.

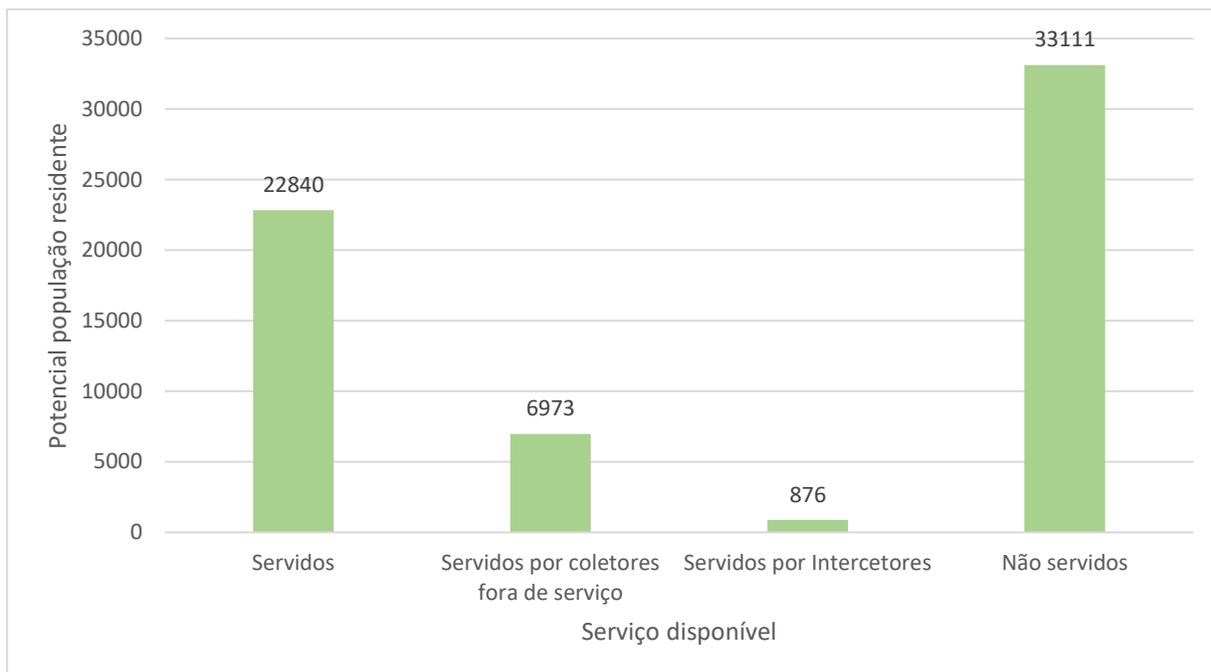


Figura 31: Potencial população residente nas áreas de expansão urbana por serviço de esgotos disponível

Existem 38 hectares de Edificações com fins comerciais e industriais e o PDM permite a 159,4 hectares de expansão urbana para este tipo de uso, como já referido. Estes dados, indicados no gráfico da figura 32, referem-se, às áreas que drenam para a ETAR de Serzedo, sendo que, nas áreas dos concelhos de Felgueiras e Guimarães consideradas, não existem áreas de Atividades Económicas.

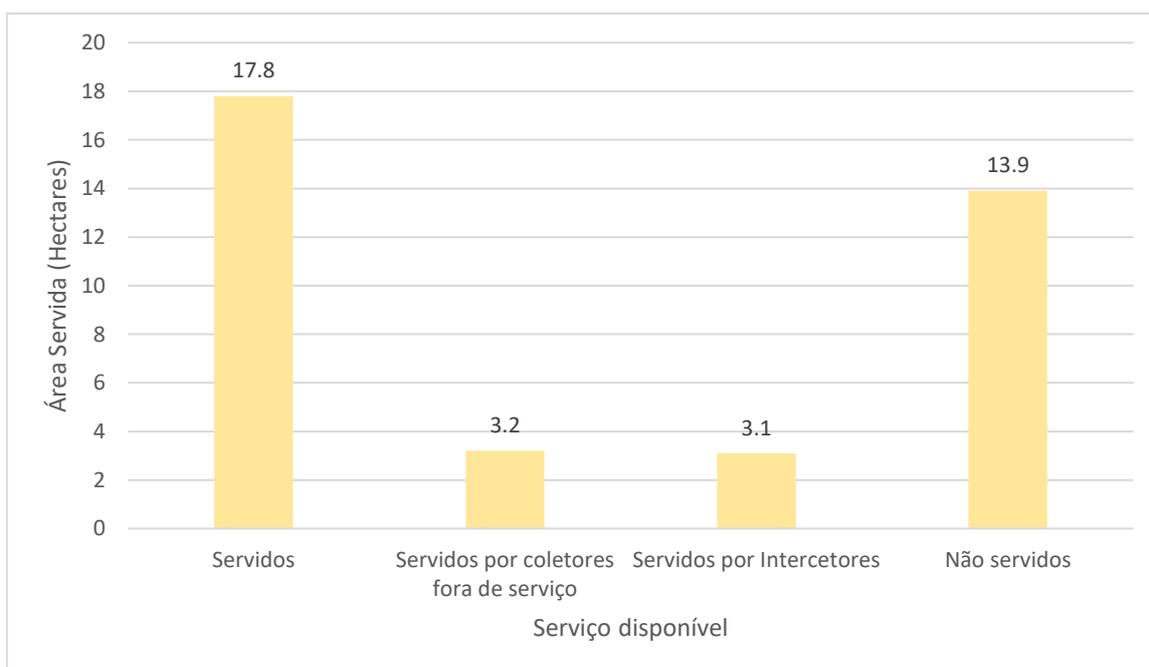


Figura 32: Áreas de atividades económicas ocupadas por serviço de esgotos disponível

Nas áreas de Atividades Económicas já ocupadas, 17,8 hectares já se encontram servidos, 3,2 estão servidos por coletores fora de serviço, 3,1 são servidos por Intercetores e uma grande área não se encontra servida, mais especificamente 13,9 hectares.

Nas áreas de expansão urbana destinadas a atividades económicas, a grande maioria seria servida, usando a rede atual, mais especificamente 96,2 hectares, como referido no gráfico da figura 33. As áreas de expansão não servidas seriam de 40 hectares, 2,2 hectares seriam servidos por coletores fora de serviço e 21 hectares servidos por Intercetores, mantendo-se a rede atual.

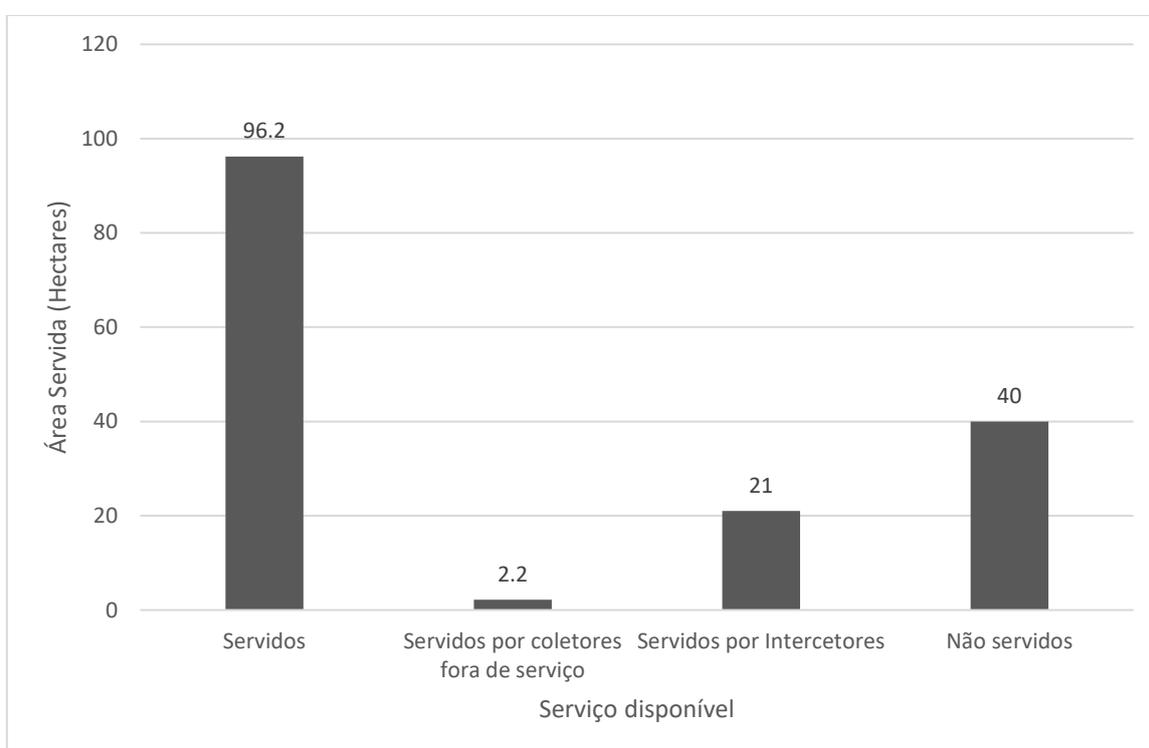


Figura 33: Áreas de expansão de atividades económicas por serviço de esgotos disponível

A distribuição geográfica da disponibilidade de drenagem de águas residuais domésticas e industriais pode ser observada no mapa da figura 34. Pode-se concluir pela análise da cartografia, que a cidade de Fafe, e áreas circundantes estão servidas, ao invés das áreas periféricas do concelho que não estão servidas, apesar de, em algumas dessas áreas, terem já a infraestrutura construída, as mesmas não estão conectadas a nenhum interceptor.

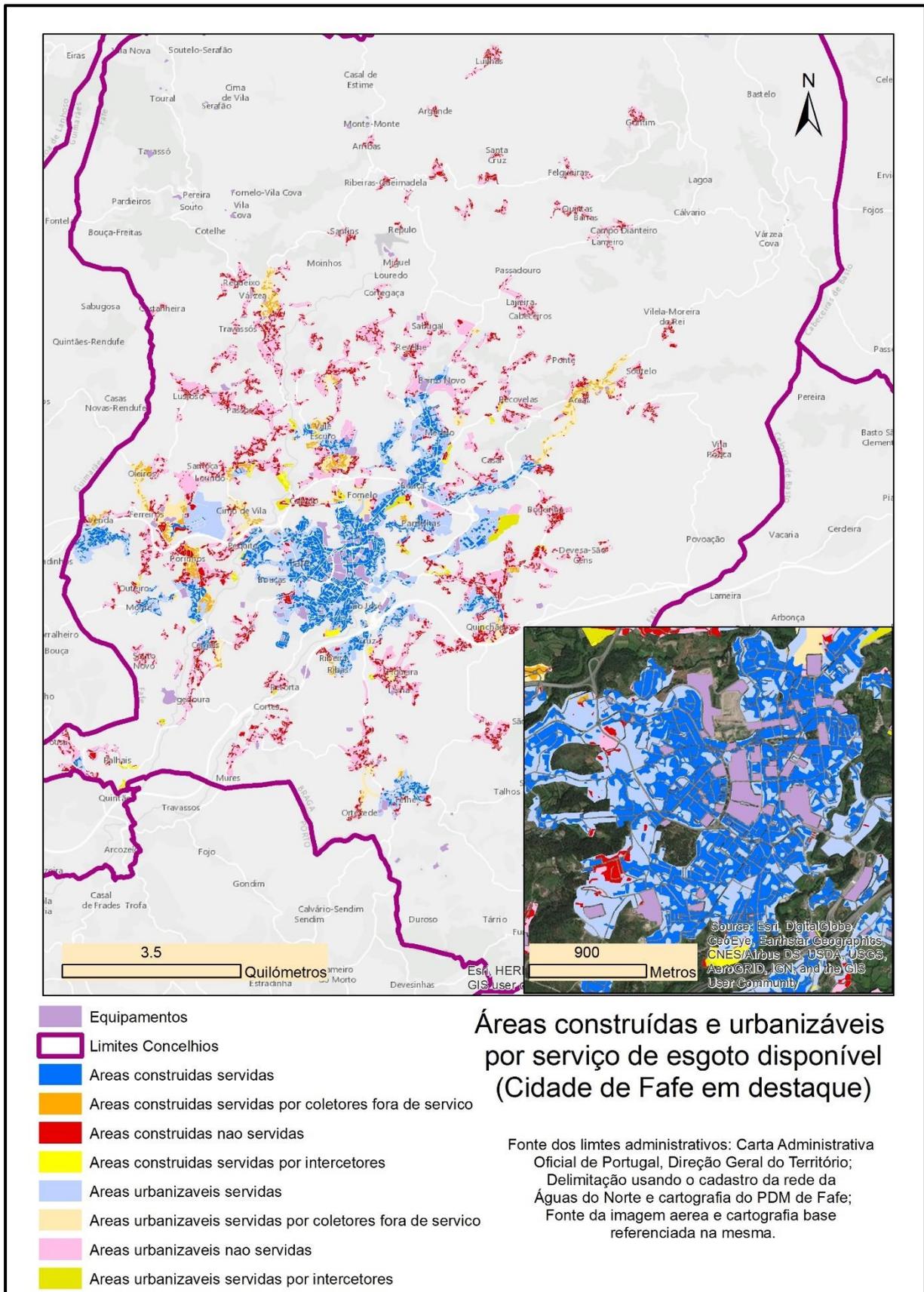


Figura 34: Áreas construídas e urbanizáveis por serviço de esgotos disponível

5.6 - Análise dos Caudais da ETAR

Os caudais afluentes da ETAR de Serzedo foram estudados e comparados com a população e indústria existentes atualmente e previstos futuramente. Tendo em conta estes dados foram estudados vários cenários, que comparam diferentes modos de comportamento dos gestores das redes de drenagem de águas residuais domésticas e de evolução da população no concelho de Fafe. Foi, também, estudada a influência das entradas indevidas nos caudais dos sistemas.

5.6.1 - Influência da Entrada de Águas Pluviais e Outras Afluências Indevidas

Assim, com os dados obtidos no decorrer deste estudo foi estudada, em primeiro lugar, a proporção de águas pluviais que entra nos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas. O Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais 2020 (PENSAAR 2020) assume que a proporção de afluências indevidas, correspondem a, aproximadamente, 40% do caudal total no ano de 2011. O mesmo documento deixa para depois a definição de metas no que toca a esta situação. No entanto, pode-se estudar este fenómeno utilizando a meta do anterior plano, o PEASAAR II (2007-2013) que é de 20% de proporção das afluências indevidas nos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas.

No gráfico da figura 35 podemos ver os dados referentes à pluviosidade medida pela Estação Meteorológica de Gontim (Fafe), pertencente ao Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) e ao caudal tratado na ETAR de Serzedo, referentes a 264 dias entre 2 de janeiro de 2015 e 6 de novembro de 2015 para os quais existem dados, dando assim uma perspetiva anual. Estão, também, plasmados no gráfico os dados calculados para a média de caudal Doméstico, caudal industrial e doméstico e máximo de caudal no cenário atual para cumprimento da meta referente à proporção de águas pluviais no caudal que é de 9106 metros cúbicos. Todos estes caudais foram calculados usando a metodologia desenvolvida. Este último caudal foi calculado tendo em conta a média de Caudal Industrial e Doméstico já inferida e adicionando-lhe o valor de caudal necessário para que esse adicional represente os 20% máximo de caudal (de águas pluviais) preconizados no PEASAAR II (2007-2013).

Analisando o gráfico, podem-se retirar várias conclusões, como a de que os aumentos de pluviosidade têm uma relação importante com os aumentos de caudal tratado na ETAR. Outra conclusão, que pode ser retirada, é de que existem ciclos temporais no que toca aos caudais tratados na ETAR, sendo perceptível, por exemplo, a existência de ciclos semanais assim como um menor caudal durante os meses estivais. É perceptível, também, que a média de caudal doméstico alinha com os caudais registados aos domingos e que a soma das médias dos caudais industriais e domésticos, alinha em média com o caudal tratado nos dias de semana, validando assim a metodologia adotada para a determinação desses mesmos caudais.

Analisando o mesmo gráfico, depois, pode-se estudar se o caudal tratado na ETAR de Serzedo cumpre a meta de 20% de águas pluviais estabelecida. Assim, chega-se à conclusão de **que em 34 dias, o caudal não cumpriu a meta, correspondendo a 13,8% dos dias do período analisado**. Nesses 34 dias, incluem-se 3 dias em que o caudal tratado ultrapassou, inclusivamente, a capacidade da ETAR. Esses dias correspondem, em geral, a dias em que aconteceram precipitações intensas e situações atmosféricas muito adversas. Os dados utilizados nesta análise e na construção do gráfico da figura 35 estão no anexo IV.

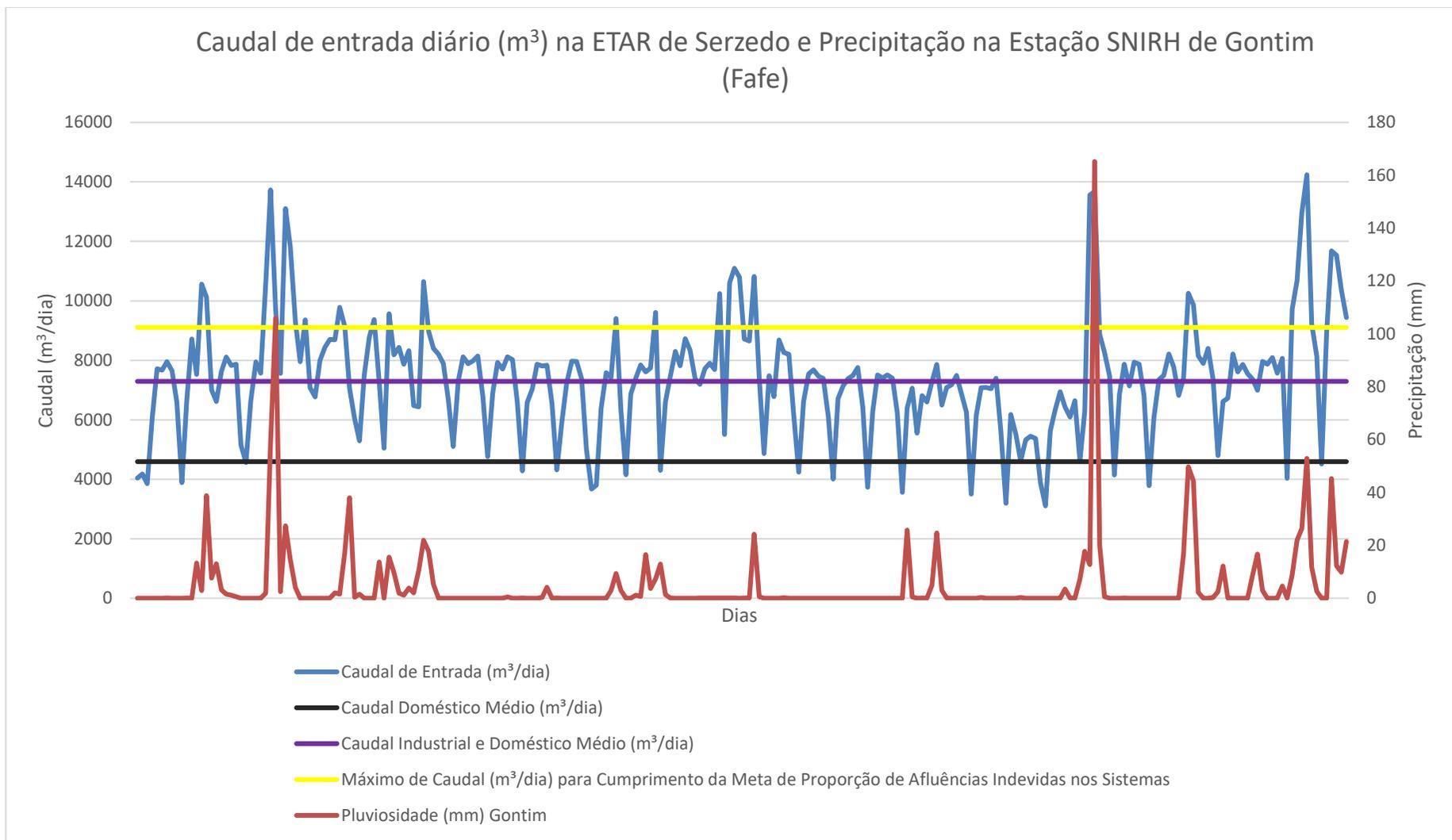


Figura 35: Análise dos caudais da ETAR de Serzedo e precipitação

No estado atual do sistema de esgotos que drena para a ETAR de Serzedo, a mesma cumpre os objetivos do PENSAAR 2020 para as entradas indevidas no sistema, na maioria dos dias. No entanto, em dias de grande pluviosidade, a ETAR deixa de cumprir os objetivos, o que leva a concluir que ainda há trabalho a fazer no que toca à deteção de infiltrações e entradas ilegais de águas nos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas, pois ainda existe um grande volume de chuva que entra nos esgotos.

5.6.2 - Cenários de Expansão do Sistema de Drenagem de Águas Residuais Domésticas e Industriais

Foram estudados, também com os dados obtidos ao longo deste estudo, vários cenários para a utilização da ETAR, já referidos, nomeadamente:

-Cenário 0: Onde se mantem a situação atual, com a rede em serviço atual e o mesmo volume de caudal recebido na ETAR;

-Cenário 1: Em que os coletores fora de serviço são ligados à rede já em serviço;

-Cenário 2: Em que a bacia de drenagem é totalmente servida, tomando como população residente na bacia de drenagem dada pelos Censos 2011;

-Cenário 3: Em que as áreas de expansão são ocupadas totalmente e em cenário de expansão máxima e totalmente servidas por drenagem de águas residuais domésticas e industriais.

Estes cenários foram estudados tendo em conta que a capacidade da ETAR de Serzedo é de 13772 m³/dia, algo que está espelhado no gráfico seguinte. Outro facto a notar é que os caudais calculados e usados neste estudo, segundo a metodologia usada, não incluem caudais resultantes de águas pluviais. Os valores calculados, estão presentes na tabela 6 e, como é possível verificar, foram usadas as capitações do cenário atual para prever os cenários restantes.

	Cenário 0	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Caudal Doméstico (m ³ /dia)	4592,24	5098,49	8046,18	18275,87
Capitação (Litros/Habitante/dia)	160,34	160,34	160,34	160,34
Caudal Industrial (m ³)	2699,02	3110,27	4821,3	20872,02
Capitação (Litros/m ² ocupado/dia)	12,92	12,92	12,92	12,92
Caudal Total (m ³ /dia)	7291,26	8208,76	12867,48	39147,89

Tabela 7: Cenários para a utilização da ETAR de Serzedo

Com uma análise aos dados, infere-se que apenas no cenário em que as áreas de expansão previstas no PDM são ocupadas e servidas, a ETAR, no estado atual, não tem capacidade para tratar o caudal recebido. É de notar, no entanto, que no cenário em que a bacia de drenagem é totalmente servida (e em que a população residente é a atual) o caudal previsto está muito próximo da capacidade de tratamento da ETAR, o que em caso de uma situação anómala ou em caso de chuvas fortes (já que as águas pluviais não entram nesta análise) faz com que o afluente que chega à ETAR seja demasiado elevado nas situações referidas. Nos restantes cenários, o caudal previsto é perfeitamente comportável pela ETAR. Foi aceite a capitação de 160,34 L/Habitante/Dia porque se encontra próximo do valor de 175 L/Habitante por dia assumido no PENSAAR 2020 (ERSAR, 2015). Estas conclusões podem ser vistas de uma forma visualmente mais clara no gráfico da figura 36. Os dados usados no cálculo dos diversos cenários encontram-se disponíveis nos anexos II e III.

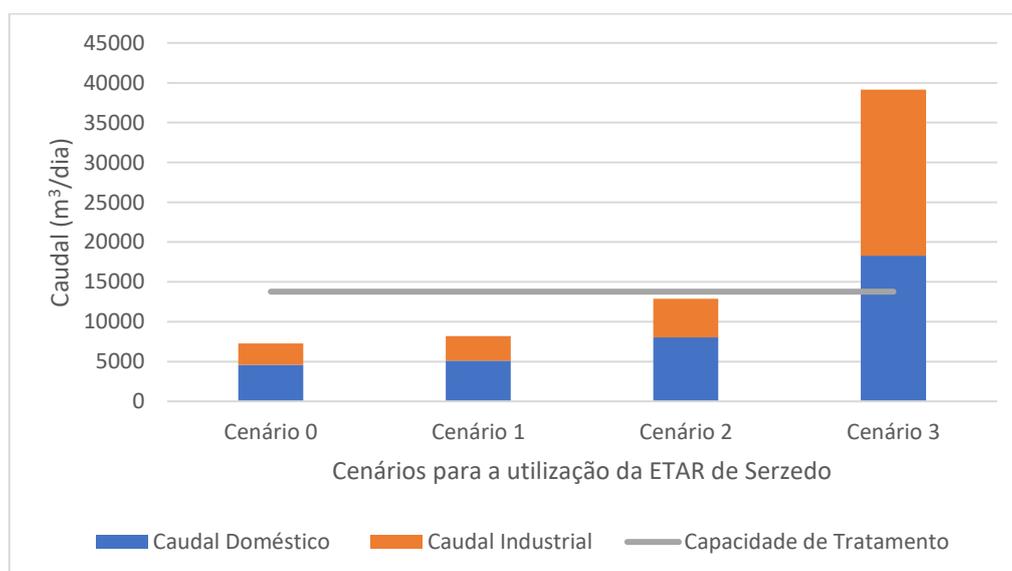


Figura 36: Cenários para o caudal afluente na ETAR de Serzedo (excluindo águas pluviais)

A análise dos dados revela que a ETAR de Serzedo está dimensionada para a população residente na bacia de drenagem, existindo, no entanto, algumas fragilidades a assinalar:

-Se houver um aumento da população ou das atividades industriais na bacia de drenagem, a ETAR não tem capacidade para tratar o caudal resultante;

-Se forem servidas a população e atividades industriais atuais presentes na bacia de drenagem, a ETAR fica com a capacidade quase esgotada, não existindo possibilidade de a ETAR fazer face a situações episódicas de caudais mais elevados que o normal ou para acomodar as infiltrações e entrada de águas pluviais no sistema, sendo que neste último caso, não tem sequer capacidade para tratar o aumento de caudal resultante da entrada dos 20% de águas pluviais (no total do caudal) previstos no PEAASAR II.

A ETAR é suficiente, tendo em conta que se pretende servir toda a população com esgotos, num cenário de não aumento da população e em que existe uma entrada mínima de caudais indevidos no sistema. **Portanto, a capacidade de tratamento da ETAR de Serzedo é suficiente atualmente, mas pode vir a provar-se insuficiente a médio/longo prazo.**

6 - Conclusões

Esta dissertação procurou relacionar a dispersão urbana com a infraestruturação das áreas urbanas, procurando saber se a ETAR de Serzedo, que foi dimensionada para servir grande parte do concelho, consegue suportar a extensão do serviço de esgotos a toda a população e em última análise a urbanização de toda a área disponível no PDM. Foram cruzadas, as subsecções estatísticas do concelho de Fafe, a cartografia do PDM, o edificado existente e a localização geográfica dos coletores e interceptores.

Assim, chegando a saber as áreas do concelho de Fafe abrangidas pela ETAR (assim como as áreas dos concelhos de Felgueiras e Guimarães abrangidas), este estudo permitiu concluir que **atualmente apenas 23289, em 44831 habitantes abrangidos em Fafe, encontram-se servidos por esgotos**. Sendo que apenas uma fração da população vive, também, em áreas servidas por infraestrutura isolada e/ou fora de serviço. O caso repete-se no que toca às áreas destinadas a atividades económicas, já que **apenas 36 ha dos 196 ha abrangidos, se encontram servidos**. Logo, **chega-se à conclusão de que apenas, cerca de metade da população estudada no concelho, se encontra servida, o que configura, uma percentagem baixa de atendimento deste serviço à população**.

Através deste estudo, também, se chegou à conclusão de que o PDM **permite uma área de expansão urbana que acomoda 63800 habitantes** a viver em 33579 alojamentos e **160 ha de área de expansão para atividades económicas**. Estes números foram obtidos, num cenário de construção em que os índices de construção são utilizados ao máximo. Assim também se chega à conclusão de que **o PDM de Fafe permite uma área de expansão urbana grande que poderá propiciar a continuação do fenómeno da dispersão urbana**, sendo que a este facto acresce que a maioria da população que residiria nessas áreas de expansão urbana não seria servida pela rede atual. Já no que toca, às áreas de expansão urbana para atividades económicas, a maioria seriam servidas pela rede atual.

A dispersão urbana é prejudicial a um bom planeamento das infraestruturas de utilidade pública, e que faz com que as mesmas sejam mais caras de construir, o que onera as entidades gestoras e por fim os próprios utilizadores. Logo, é do interesse de todos conter a dispersão urbana, de modo a termos um território mais bem organizado e serviços de utilidade pública mais baratos e eficientes. Assim, **a dispersão urbana deve ser controlada através dos instrumentos de gestão e planeamento territorial existentes**, devendo os mesmos serem elaborados para conterem os núcleos populacionais, prevenindo a construção no meio de manchas florestais ou agrícolas. A prevenção da dispersão urbana, além de

beneficiar o provimento e manutenção destes serviços também ajuda a um desenvolvimento mais harmonioso e sustentável do território.

Por outro lado, como já referido, **as entradas indevidas** nos sistemas de drenagem águas residuais domésticas, **são um dos maiores problemas** destas infraestruturas. Estas entradas tornam o sistema menos eficiente e mais caro, já que é tratado caudal efluente que não necessitaria de tratamento, o que obriga a um maior custo no tratamento das águas residuais e a uma ocupação de capacidade de tratamento que em muitos casos seria útil para outras utilizações. No caso em estudo, a ETAR utiliza apenas cerca de um terço da capacidade num dia normal e ainda assim, existem dias em que a capacidade da ETAR é esgotada com a entrada de águas pluviais registada. A relação entre a pluviosidade e a os picos de caudal é visível e além disso **existem 34 dias em que segundo a metodologia adotada, o caudal excede o máximo de 20% de proporção das águas residuais no caudal tratado total, que é a meta estabelecida no PEAASAR II.**

Para cumprir os objetivos estabelecidos e também conseguir poupanças e ganhos de eficiência nestes sistemas, **importa construir redes de águas pluviais em muitos locais, fiscalizar mais eficazmente novas construções, detetar as entradas indevidas existentes e sensibilizar a população para os custos da entrada de águas pluviais e outros fluxos indevidos nos esgotos.**

Esta dissertação tinha, no entanto, como objetivo final estudar se a ETAR de Serzedo tem capacidade para tratar os efluentes da população e atividade económica existentes assim como o afluente resultante do aumento da ocupação humana no território em estudo. A ETAR tem capacidade para tratamento de 13772 metros cúbicos e nos quatro cenários em estudo (manutenção da situação atual; ligação das redes isoladas existentes; alargamento do serviço toda a área urbanizada atual; urbanização das áreas disponíveis ao máximo e alargamento do serviço) nos dois primeiros, a ETAR tem capacidade para tratar o caudal resultante, prevendo-se caudais de 7291 e 8209 metros cúbicos, respetivamente, tendo, no entanto, que reduzir muito as entradas indevidas no sistema, de modo a responder a situações de pico de procura e ser independente das flutuações dos valores de precipitação. No cenário de alargamento do serviço a toda a área urbanizada existente atualmente, a ETAR fica com a sua capacidade no limite, não tendo capacidade para responder a picos de procura nem a entradas indevidas no sistema, já que se prevê um caudal de 12867 metros cúbicos. O último cenário em que existe a urbanização a todas as áreas disponíveis a um nível máximo, a ETAR não tem, de todo, capacidade para tratar o caudal resultante, sendo necessário um aumento

de capacidade ou a construção de novas ETAR para servir a área em estudo. Neste último cenário prevê-se 39148 metros cúbicos de caudal, o que é mais do dobro da capacidade da ETAR. É importante referir, no entanto, que se considerarmos apenas o caudal doméstico neste último cenário, a capacidade é também esgotada, pois prevê-se a produção de um caudal de 18276 metros cúbicos. Por isso a presença de uma forte atividade industrial na região, típica do Vale do Ave, também deve ser tida em conta, já que as ETAR industriais existentes têm sido eliminadas e os seus efluentes drenados para a ETAR de Serzedo.

A conclusão é que **a ETAR tem capacidade para tratar o caudal da população e atividades económicas existentes atualmente** na bacia de drenagem, desde que se reduzam drasticamente as entradas indevidas nos esgotos. Já **em caso de expansão urbana**, tanto residencial como industrial ou comercial, **a ETAR de Serzedo não tem capacidade de tratar os efluentes resultantes, pelo que será necessária uma expansão da mesma a médio/longo prazo.**

No que toca, ao planeamento de **ETAR** e de infraestruturas de drenagem de águas residuais domésticas, as mesmas **devem ser planeadas, para ter capacidade de atender à ocupação humana existente e também para a possibilidade de aumento da mesma.** É importante a existência de estudos que sustentem a capacidade necessária na construção destas instalações. **O planeamento da construção e manutenção das redes de esgotos e outras redes de utilidade pública deve ser feito conjuntamente com o planeamento do território.** O planeamento conjunto, que deve ser coordenado entre as diferentes entidades, evita que se urbanizem áreas onde será difícil construir redes de esgotos ou água, por exemplo, assim como pode concentrar essa urbanização em áreas já bem servidas por essas redes. Assim, os custos de construção e manutenção destas redes reduzem-se e o fenómeno da dispersão urbana, que causa tantos impactes ambientais, reduz-se.

Outra conclusão que pode ser retirada deste trabalho, é o da importância e utilidade da aplicação de Sistemas de Informação Geográfica na análise, estudo e gestão de sistemas de drenagem de águas residuais domésticas, assim, como em todo o ciclo urbano da água. Por extensão, o uso desta tecnologia é também útil para o cadastro e estudo de qualquer rede de serviços de utilidade pública, como a rede elétrica, a rede de abastecimento de gás ou redes de telecomunicações. Este estudo dá, apenas, um exemplo de aplicação destas tecnologias na melhoria da eficiência e gestão destes sistemas de utilidade pública.

Bibliografia

- Águas de Portugal (2017). O ciclo urbano da água. Retrieved April 14, 2017, from <http://www.adp.pt/pt/atividade/o-que-fazemos/o-ciclo-urbano-da-agua/?id=28>
- Amado, M. P (2002). *Processo do Planeamento Urbano Sustentável*. Universidade Nova de Lisboa.
- Carvalho, A. F. F. S (2010). *Bases para o Ordenamento do Povoamento Disperso*. Universidade de Aveiro.
- Cervero, R, & Kockelman, K (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3), 199–219. [http://doi.org/10.1016/S1361-9209\(97\)00009-6](http://doi.org/10.1016/S1361-9209(97)00009-6)
- CMF. Plano Diretor Municipal, Regulamento e Cartografia (2015). Câmara Municipal de Fafe.
- DEVMEDIA (2017). Artigo SQL Magazine 18 - Dados de natureza espacial e o Oracle Spatial. Retrieved April 14, 2017, from <http://www.devmedia.com.br/artigo-sql-magazine-18-dados-de-natureza-espacial-e-o-oracle-spatial/7762>
- DGT (2016). Carta Administrativa Oficial de Portugal 2016. Direção Geral do Território.
- Dias, F (2010). *Os Custos da Dispersão Urbana: Infra-Estruturas Públicas e Densidades Construtivas*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- EEA (2006). *Urban sprawl in Europe - The ignored challenge. EEA report* (Vol. 10). Brussels: European Environment Agency. <http://doi.org/10.1080/02697451003740312>
- ERSAR (2015). *PENSAAR 2020: Volume 1* (Vol. 53). Lisboa. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Google Inc (n.d.). Dispersão Urbana. Retrieved April 14, 2017, from <https://www.google.pt/maps/place/Fafe/@41.4701609,-8.1776778,3898m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0xd24e80bb8f9140b:0x400ebbde4902fd0!8m2!3d41.4512581!4d-8.1708837>
- INE (2011). XV Recenseamento Geral da População e X Recenseamento Geral da Habitação de Portugal. Instituto Nacional de Estatística.
- INE (2016). *Estatísticas da Construção e Habitação 2015*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística. <http://doi.org/0377-2225>
- ISCAD (2010). SIG - Sistema de Informação Geográfica | SIAP 2010-2011 TI 2011-2012. Retrieved April 14, 2017, from <http://iscad-siap2010.blogspot.pt/2010/10/sig-sistema-de-informacao-geografica.html>
- Litman, T (2015). Understanding Smart Growth Savings Evaluating Economic Savings and Benefits of Compact Development , and How They Are Misrepresented By Critics, (2014).
- LNEC (2017). Iniciativa Nacional de Avaliação de Desempenho de ETA e ETAR Urbanas PAST 21. Retrieved April 14, 2017, from <http://past21.lnec.pt/texto/apresentacao.html>
- Lobo (2011). Public Space , Urban Design and Public Art (Vol. 18).
- MAOTDR (2006). *Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território. Programa de Ação*.

- MAOTDR. Portaria n.º 216-B/2008 de 3 de Março (2008).
- MAOTE. Lei n.º 31/2014, de 30 de Maio, 104Diário da República 2988–3003 (2014).
- MAOTE. Decreto-Lei 80/2015, de 14 de Maio, 1Diário da República 2469–2512 (2015).
- Matos, J (2008). *Fundamentos de Informação Geográfica*. (LIDEL, Ed.) (6ª). Lisboa.
- Notícias, J. de (2009). Saneamento de três concelhos resolvido.
- Pedroso, V (2000). *Manual dos sistemas prediais de distribuição e drenagem de águas*. (L. N. de E. Civil, Ed.). Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- Picquet, C (1832). Rapport sur la marche et les effets du choléra-morbus dans Paris et les communes rurales du département de la Seine.
- PORDATA (2013a). População com ETAR (percentagem).
- PORDATA (2013b). População com sistemas de abastecimento de água sistemas de drenagem de águas-residuais e ETAR (percentagem).
- Preto, V. B. F (2012). *Bragança será hoje uma cidade mais dispersa?* Universidade do Porto.
- Salvação, J. (2013). *Relação entre a dispersão urbana e os custos de saneamento básico: análise paramétrica com base nos municípios de Portugal Continental*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Sánchez-Lozano, J. M, Teruel-Solano, J, Soto-Elvira, P. L, & Socorro García-Cascales, M (2013). Geographical Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods for the evaluation of solar farms locations: Case study in south-eastern Spain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 24, 544–556. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2013.03.019>
- Silva, H. M. de B. L. e (2014). *Análise do potencial edificatório nos aglomerados de Sabrosa, Vila Real, Vila Pouca de Aguiar e Pedras Salgadas num cenário de “infraestrutura - zero.”* Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Snow, J (1855). *On the mode of communication of cholera*. London.
- TSF (2013). Quase dois milhões de portugueses vivem sem saneamento. Retrieved April 14, 2017, from <http://www.tsf.pt/portugal/interior/quase-dois-milhoes-de-portugueses-vivem-sem-saneamento-3540281.html>

Anexos

Guimarães

Saneamento de três concelhos resolvido

CARLOS RUI ABREU
30 Setembro 2009 às 00:30

COMENTAR

TÓPICOS

País

Os autarcas de Guimarães e Fafe visitaram ontem, terça-feira, a ETAR de Serzedo para ficarem a conhecer melhor o funcionamento de uma infra-estrutura que custou oito milhões de euros, essencial para resolver problema de saneamento.

As portas da nova Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) de Serzedo, Guimarães, foram ontem abertas para a visita guiada a uma infra-estrutura que foi construída para solucionar os problemas existentes no saneamento de águas residuais no concelho de Fafe, e partes significativas dos concelhos de Guimarães e Felgueiras. A obra foi concluída em Março de 2008 e significa um investimento que ronda os oito milhões de euros, suportados pela empresa Águas do Ave, S.A. e pelos três municípios directamente beneficiados.

Durante a visita de ontem, os autarcas de Fafe e Guimarães puderam ficar a perceber melhor a orgânica de uma ETAR que está dimensionada para, no horizonte de 2033, servir uma população de 97 mil habitantes, tratando cerca de 13.772 metros cúbicos por dia de efluentes domésticos e industriais.

"É um equipamento que resolve os problemas de saneamento de cinco freguesias do noroeste do concelho e que se junta a outras, numa lógica de melhoria da qualidade de vida dos cidadãos", frisou António Magalhães. O presidente da Câmara de Guimarães aludiu para o facto de as zonas periféricas do concelho ficarem bem servidas de saneamento já que a esta ETAR de Serzedo se junta a de Santo Emilião e a ampliação da mais antiga, situada em Serzedelo.

"Dentro de um ano tudo ficará resolvido. No âmbito da Vimágua e da Águas do Ave a cobertura de saneamento chegará aos 90% do concelho", prometeu.

Além do investimento directo na ETAR de Serzedo, a Águas do Ave incluiu também a construção de mais de 68 quilómetros de interceptores. O concelho mais beneficiado com esta infra-estrutura de Serzedo é o de Fafe, já que os dois principais cursos de água do território, rios Vizela e Ferro, estão monitorizados com os interceptores.

"Isto vem resolver todo o problema do saneamento do concelho de Fafe, já que todos os efluentes estão ligados a esta ETAR", regozijou-se o autarca José Ribeiro. O edil fafense acredita que nos próximos cinco anos serão sanados os problemas que ainda possam subsistir já que a Águas do Ave vai investir cerca de 40 milhões de euros em saneamento. Para já, como consequência directa da entrada em funcionamento da ETAR de Serzedo foi desactivada a de Calvelos (Fafe), e serão ainda desactivadas brevemente três estações elevatórias no Rio Ferro e a ETAR industrial do Socorro (Fafe).

Data	Volume (m ³)	Pluviosidade (mm)	Dia da Semana
04/01/2015	3850	0	Domingo
11/01/2015	3889	0	Domingo
25/01/2015	4563	0	Domingo
08/02/2015	6773	0	Domingo
08/03/2015	5102	0	Domingo
15/03/2015	4758	0	Domingo
22/03/2015	4284	0,1	Domingo
29/03/2015	4312	0,1	Domingo
05/04/2015	3669	0	Domingo
12/04/2015	4148	0	Domingo
26/04/2015	7375	0	Domingo
03/05/2015	10608	0,1	Domingo
10/05/2015	4866	0	Domingo
17/05/2015	4240	0	Domingo
24/05/2015	4008	0	Domingo
31/05/2015	3734	0	Domingo
07/06/2015	3558	0	Domingo
21/06/2015	3502	0	Domingo
28/06/2015	3194	0	Domingo
06/09/2015	3104	0	Domingo
20/09/2015	4147	0	Domingo
27/09/2015	3781	0	Domingo
11/10/2015	4793	2,5	Domingo
25/10/2015	4035	0,1	Domingo
01/11/2015	4513	0	Domingo
Média	4592.24	Capitação resultante (litros/residente)	
		160,34	

Anexo II – Cálculo do caudal doméstico diário

Data	Volume (m ³)	Pluviosidade (mm)	Dia da Semana
02/01/2015	4042	0	6ª Feira
03/01/2015	4179	0	Sábado
05/01/2015	6076	0	2ª Feira
06/01/2015	7712	0	3ª Feira
07/01/2015	7668	0	4ª Feira
08/01/2015	7950	0,1	5ª Feira
09/01/2015	7643	0	6ª Feira
10/01/2015	6590	0	Sábado
12/01/2015	6636	0,1	2ª Feira
13/01/2015	8720	0	3ª Feira
20/01/2015	7632	3,2	3ª Feira
21/01/2015	8112	1,5	4ª Feira
22/01/2015	7822	1,1	5ª Feira
23/01/2015	7865	0,6	6ª Feira
24/01/2015	5154	0	Sábado
26/01/2015	6644	0	2ª Feira
27/01/2015	7943	0	3ª Feira
28/01/2015	7571	0	4ª Feira
29/01/2015	10592	1,9	5ª Feira
05/02/2015	7951	0	5ª Feira
06/02/2015	9359	0	6ª Feira
07/02/2015	7076	0	Sábado
09/02/2015	7997	0	2ª Feira
10/02/2015	8440	0	3ª Feira
11/02/2015	8703	0	4ª Feira
12/02/2015	8690	2	5ª Feira
13/02/2015	9778	1,5	6ª Feira
17/02/2015	5295	1,5	3ª Feira
18/02/2015	7507	0	4ª Feira
19/02/2015	8784	0	5ª Feira
20/02/2015	9373	0	6ª Feira
26/02/2015	7871	1,1	5ª Feira
27/02/2015	8319	3,8	6ª Feira
28/02/2015	6476	2	Sábado
06/03/2015	7897	0	6ª Feira
07/03/2015	6649	0	Sábado
09/03/2015	7307	0	2ª Feira
10/03/2015	8115	0	3ª Feira
11/03/2015	7888	0	4ª Feira
12/03/2015	7976	0	5ª Feira
13/03/2015	8144	0	6ª Feira
14/03/2015	6784	0	Sábado

Data	Volume (m ³)	Pluviosidade (mm)	Dia da Semana
16/03/2015	6905	0	2ª Feira
17/03/2015	7932	0	3ª Feira
18/03/2015	7708	0	4ª Feira
19/03/2015	8120	0,5	5ª Feira
20/03/2015	8022	0	6ª Feira
21/03/2015	6585	0	Sábado
23/03/2015	6577	0	2ª Feira
24/03/2015	7035	0	3ª Feira
25/03/2015	7864	0	4ª Feira
26/03/2015	7808	0,3	5ª Feira
27/03/2015	7833	4,1	6ª Feira
28/03/2015	6550	0	Sábado
30/03/2015	5924	0	2ª Feira
31/03/2015	7232	0	3ª Feira
01/04/2015	7967	0	4ª Feira
02/04/2015	7966	0	5ª Feira
03/04/2015	7375	0	6ª Feira
04/04/2015	5001	0	Sábado
06/04/2015	3802	0	2ª Feira
07/04/2015	6391	0	3ª Feira
08/04/2015	7581	0	4ª Feira
09/04/2015	7416	2,9	5ª Feira
13/04/2015	6853	0	2ª Feira
14/04/2015	7402	1,1	3ª Feira
15/04/2015	7843	0,7	4ª Feira
21/04/2015	7456	0,1	3ª Feira
22/04/2015	8299	0	4ª Feira
23/04/2015	7814	0	5ª Feira
24/04/2015	8727	0	6ª Feira
25/04/2015	8341	0	Sábado
27/04/2015	7190	0,1	2ª Feira
28/04/2015	7724	0,1	3ª Feira
29/04/2015	7905	0,1	4ª Feira
30/04/2015	7689	0,1	5ª Feira
01/05/2015	10246	0,1	6ª Feira
02/05/2015	5508	0,1	Sábado
04/05/2015	11093	0,1	2ª Feira
05/05/2015	10797	0	3ª Feira
06/05/2015	8719	0,1	4ª Feira
07/05/2015	8651	0,1	5ª Feira
11/05/2015	7479	0	2ª Feira
12/05/2015	6780	0	3ª Feira

Data	Volume (m ³)	Pluviosidade (mm)	Dia da semana
13/05/2015	8681	0	4ª Feira
14/05/2015	8262	0,2	5ª Feira
15/05/2015	8204	0	6ª Feira
16/05/2015	6175	0	Sábado
18/05/2015	6618	0	2ª Feira
19/05/2015	7542	0	3ª Feira
20/05/2015	7681	0	4ª Feira
21/05/2015	7463	0	5ª Feira
22/05/2015	7386	0	6ª Feira
23/05/2015	6088	0	Sábado
25/05/2015	6711	0	2ª Feira
26/05/2015	7141	0	3ª Feira
27/05/2015	7382	0	4ª Feira
28/05/2015	7486	0	5ª Feira
29/05/2015	7755	0	6ª Feira
30/05/2015	6419	0	Sábado
01/06/2015	6269	0	2ª Feira
02/06/2015	7506	0	3ª Feira
03/06/2015	7404	0	4ª Feira
04/06/2015	7503	0	5ª Feira
05/06/2015	7392	0	6ª Feira
06/06/2015	6250	0	Sábado
10/06/2015	5550	0	4ª Feira
11/06/2015	6809	0,1	5ª Feira
12/06/2015	6599	0	6ª Feira
13/06/2015	7274	4,9	Sábado
15/06/2015	6491	3	2ª Feira
16/06/2015	7085	0,1	3ª Feira
17/06/2015	7169	0	4ª Feira
18/06/2015	7493	0	5ª Feira
19/06/2015	6887	0	6ª Feira
20/06/2015	6258	0	Sábado
22/06/2015	6160	0	2ª Feira
23/06/2015	7078	0,3	3ª Feira
24/06/2015	7091	0	4ª Feira
25/06/2015	7047	0	5ª Feira
26/06/2015	7393	0	6ª Feira
27/06/2015	5608	0	Sábado
29/06/2015	6178	0	2ª Feira
30/06/2015	5520	0	3ª Feira
01/09/2015	4617	0,3	3ª Feira
02/09/2015	5328	0	4ª Feira

Data	Volume (m ³)	Pluviosidade (mm)	Dia da semana
03/09/2015	5445	0	5ª Feira
04/09/2015	5367	0	6ª Feira
05/09/2015	3896	0	Sábado
07/09/2015	5626	0	2ª Feira
08/09/2015	6354	0	3ª Feira
09/09/2015	6938	0	4ª Feira
10/09/2015	6435	3,5	5ª Feira
11/09/2015	6095	0,1	6ª Feira
12/09/2015	6640	0	Sábado
19/09/2015	7471	0	Sábado
21/09/2015	6851	0	2ª Feira
22/09/2015	7865	0,1	3ª Feira
23/09/2015	7142	0	4ª Feira
24/09/2015	7936	0	5ª Feira
25/09/2015	7865	0	6ª Feira
26/09/2015	6815	0	Sábado
28/09/2015	6067	0	2ª Feira
29/09/2015	7349	0	3ª Feira
30/09/2015	7486	0	4ª Feira
01/10/2015	8213	0	5ª Feira
02/10/2015	7779	0	6ª Feira
03/10/2015	6820	0	Sábado
08/10/2015	7895	0	5ª Feira
09/10/2015	8400	0	6ª Feira
10/10/2015	7344	0,3	Sábado
14/10/2015	8208	0	4ª Feira
15/10/2015	7606	0	5ª Feira
16/10/2015	7860	0	6ª Feira
17/10/2015	7553	0	Sábado
21/10/2015	7871	0	4ª Feira
22/10/2015	8095	0	5ª Feira
23/10/2015	7566	0	6ª Feira
24/10/2015	8063	4,6	Sábado
25/10/2015	4035	0,1	Domingo
02/11/2015	8950	0	2ª Feira

Média 7291.26

A diferença entre o caudal médio semanal e de domingo é 2699,02. Este valor é assumido como o caudal médio diário proveniente de atividades económicas.

Anexo III – Cálculo do caudal proveniente de atividades económicas diária

Data	Caudal tratado (m³)	Pluviosidade (mm)	Caudal médio doméstico (m³)	Caudal médio total (m³)	Caudal máximo admitido no cenário atual
02/01/2015	4042	0	4592	7291	9106
03/01/2015	4179	0	4592	7291	9106
04/01/2015	3850	0	4592	7291	9106
05/01/2015	6076	0	4592	7291	9106
06/01/2015	7712	0	4592	7291	9106
07/01/2015	7668	0	4592	7291	9106
08/01/2015	7950	0,1	4592	7291	9106
09/01/2015	7643	0	4592	7291	9106
10/01/2015	6590	0	4592	7291	9106
11/01/2015	3889	0	4592	7291	9106
12/01/2015	6636	0,1	4592	7291	9106
13/01/2015	8720	0	4592	7291	9106
14/01/2015	7528	13,3	4592	7291	9106
15/01/2015	10560	2,9	4592	7291	9106
16/01/2015	10123	38,8	4592	7291	9106
17/01/2015	7006	7,6	4592	7291	9106
18/01/2015	6615	13	4592	7291	9106
20/01/2015	7632	3,2	4592	7291	9106
21/01/2015	8112	1,5	4592	7291	9106
22/01/2015	7822	1,1	4592	7291	9106
23/01/2015	7865	0,6	4592	7291	9106
24/01/2015	5154	0	4592	7291	9106
25/01/2015	4563	0	4592	7291	9106
26/01/2015	6644	0	4592	7291	9106
27/01/2015	7943	0	4592	7291	9106
28/01/2015	7571	0	4592	7291	9106
29/01/2015	10592	1,9	4592	7291	9106
30/01/2015	13733	58,7	4592	7291	9106
31/01/2015	9710	106	4592	7291	9106
01/02/2015	7563	2,5	4592	7291	9106
02/02/2015	13104	27,4	4592	7291	9106
03/02/2015	11812	14,6	4592	7291	9106
04/02/2015	9313	4	4592	7291	9106
05/02/2015	7951	0	4592	7291	9106
06/02/2015	9359	0	4592	7291	9106
07/02/2015	7076	0	4592	7291	9106
08/02/2015	6773	0	4592	7291	9106
09/02/2015	7997	0	4592	7291	9106
10/02/2015	8440	0	4592	7291	9106

Data	Caudal tratado (m³)	Pluviosidade (mm)	Caudal médio doméstico (m³)	Caudal médio total (m³)	Caudal máximo admitido no cenário atual
11/02/2015	8703	0	4592	7291	9106
12/02/2015	8690	2	4592	7291	9106
13/02/2015	9778	1,5	4592	7291	9106
14/02/2015	9134	17,3	4592	7291	9106
15/02/2015	7050	38	4592	7291	9106
16/02/2015	6028	0,4	4592	7291	9106
17/02/2015	5295	1,5	4592	7291	9106
18/02/2015	7507	0	4592	7291	9106
19/02/2015	8784	0	4592	7291	9106
20/02/2015	9373	0	4592	7291	9106
21/02/2015	7257	13,7	4592	7291	9106
22/02/2015	5045	0	4592	7291	9106
23/02/2015	9564	15,5	4592	7291	9106
24/02/2015	8187	9,7	4592	7291	9106
25/02/2015	8432	1,9	4592	7291	9106
26/02/2015	7871	1,1	4592	7291	9106
27/02/2015	8319	3,8	4592	7291	9106
28/02/2015	6476	2	4592	7291	9106
01/03/2015	6431	10,5	4592	7291	9106
02/03/2015	10650	21,9	4592	7291	9106
03/03/2015	8978	17,7	4592	7291	9106
04/03/2015	8397	5,2	4592	7291	9106
05/03/2015	8201	0	4592	7291	9106
06/03/2015	7897	0	4592	7291	9106
07/03/2015	6649	0	4592	7291	9106
08/03/2015	5102	0	4592	7291	9106
09/03/2015	7307	0	4592	7291	9106
10/03/2015	8115	0	4592	7291	9106
11/03/2015	7888	0	4592	7291	9106
12/03/2015	7976	0	4592	7291	9106
13/03/2015	8144	0	4592	7291	9106
14/03/2015	6784	0	4592	7291	9106
15/03/2015	4758	0	4592	7291	9106
16/03/2015	6905	0	4592	7291	9106
17/03/2015	7932	0	4592	7291	9106
18/03/2015	7708	0	4592	7291	9106
19/03/2015	8120	0,5	4592	7291	9106
20/03/2015	8022	0	4592	7291	9106
21/03/2015	6585	0	4592	7291	9106
22/03/2015	4284	0,1	4592	7291	9106

Data	Caudal tratado (m ³)	Pluviosidade (mm)	Caudal médio doméstico (m ³)	Caudal médio total (m ³)	Caudal máximo admitido no cenário atual
23/03/2015	6577	0	4592	7291	9106
24/03/2015	7035	0	4592	7291	9106
25/03/2015	7864	0	4592	7291	9106
26/03/2015	7808	0,3	4592	7291	9106
27/03/2015	7833	4,1	4592	7291	9106
28/03/2015	6550	0	4592	7291	9106
29/03/2015	4312	0,1	4592	7291	9106
30/03/2015	5924	0	4592	7291	9106
31/03/2015	7232	0	4592	7291	9106
01/04/2015	7967	0	4592	7291	9106
02/04/2015	7966	0	4592	7291	9106
03/04/2015	7375	0	4592	7291	9106
04/04/2015	5001	0	4592	7291	9106
05/04/2015	3669	0	4592	7291	9106
06/04/2015	3802	0	4592	7291	9106
07/04/2015	6391	0	4592	7291	9106
08/04/2015	7581	0	4592	7291	9106
09/04/2015	7416	2,9	4592	7291	9106
10/04/2015	9401	9,3	4592	7291	9106
11/04/2015	6330	3	4592	7291	9106
12/04/2015	4148	0	4592	7291	9106
13/04/2015	6853	0	4592	7291	9106
14/04/2015	7402	1,1	4592	7291	9106
15/04/2015	7843	0,7	4592	7291	9106
16/04/2015	7611	16,5	4592	7291	9106
17/04/2015	7741	3,7	4592	7291	9106
18/04/2015	9611	7,3	4592	7291	9106
19/04/2015	4298	12,9	4592	7291	9106
20/04/2015	6604	1,3	4592	7291	9106
21/04/2015	7456	0,1	4592	7291	9106
22/04/2015	8299	0	4592	7291	9106
23/04/2015	7814	0	4592	7291	9106
24/04/2015	8727	0	4592	7291	9106
25/04/2015	8341	0	4592	7291	9106
26/04/2015	7375	0	4592	7291	9106
27/04/2015	7190	0,1	4592	7291	9106
28/04/2015	7724	0,1	4592	7291	9106
29/04/2015	7905	0,1	4592	7291	9106
30/04/2015	7689	0,1	4592	7291	9106
01/05/2015	10246	0,1	4592	7291	9106

Data	Caudal tratado (m ³)	Pluviosidade (mm)	Caudal médio doméstico (m ³)	Caudal médio total (m ³)	Caudal máximo admitido no cenário atual
02/05/2015	5508	0,1	4592	7291	9106
03/05/2015	10608	0,1	4592	7291	9106
04/05/2015	11093	0,1	4592	7291	9106
05/05/2015	10797	0	4592	7291	9106
06/05/2015	8719	0,1	4592	7291	9106
07/05/2015	8651	0,1	4592	7291	9106
08/05/2015	10822	24,2	4592	7291	9106
09/05/2015	7410	0,6	4592	7291	9106
10/05/2015	4866	0	4592	7291	9106
11/05/2015	7479	0	4592	7291	9106
12/05/2015	6780	0	4592	7291	9106
13/05/2015	8681	0	4592	7291	9106
14/05/2015	8262	0,2	4592	7291	9106
15/05/2015	8204	0	4592	7291	9106
16/05/2015	6175	0	4592	7291	9106
17/05/2015	4240	0	4592	7291	9106
18/05/2015	6618	0	4592	7291	9106
19/05/2015	7542	0	4592	7291	9106
20/05/2015	7681	0	4592	7291	9106
21/05/2015	7463	0	4592	7291	9106
22/05/2015	7386	0	4592	7291	9106
23/05/2015	6088	0	4592	7291	9106
24/05/2015	4008	0	4592	7291	9106
25/05/2015	6711	0	4592	7291	9106
26/05/2015	7141	0	4592	7291	9106
27/05/2015	7382	0	4592	7291	9106
28/05/2015	7486	0	4592	7291	9106
29/05/2015	7755	0	4592	7291	9106
30/05/2015	6419	0	4592	7291	9106
31/05/2015	3734	0	4592	7291	9106
01/06/2015	6269	0	4592	7291	9106
02/06/2015	7506	0	4592	7291	9106
03/06/2015	7404	0	4592	7291	9106
04/06/2015	7503	0	4592	7291	9106
05/06/2015	7392	0	4592	7291	9106
06/06/2015	6250	0	4592	7291	9106
07/06/2015	3558	0	4592	7291	9106
08/06/2015	6395	25,8	4592	7291	9106
09/06/2015	7060	0,5	4592	7291	9106
10/06/2015	5550	0	4592	7291	9106

Data	Caudal tratado (m ³)	Pluviosidade (mm)	Caudal médio doméstico (m ³)	Caudal médio total (m ³)	Caudal máximo admitido no cenário atual
11/06/2015	6809	0,1	4592	7291	9106
12/06/2015	6599	0	4592	7291	9106
13/06/2015	7274	4,9	4592	7291	9106
14/06/2015	7861	24,7	4592	7291	9106
15/06/2015	6491	3	4592	7291	9106
16/06/2015	7085	0,1	4592	7291	9106
17/06/2015	7169	0	4592	7291	9106
18/06/2015	7493	0	4592	7291	9106
19/06/2015	6887	0	4592	7291	9106
20/06/2015	6258	0	4592	7291	9106
21/06/2015	3502	0	4592	7291	9106
22/06/2015	6160	0	4592	7291	9106
23/06/2015	7078	0,3	4592	7291	9106
24/06/2015	7091	0	4592	7291	9106
25/06/2015	7047	0	4592	7291	9106
26/06/2015	7393	0	4592	7291	9106
27/06/2015	5608	0	4592	7291	9106
28/06/2015	3194	0	4592	7291	9106
29/06/2015	6178	0	4592	7291	9106
30/06/2015	5520	0	4592	7291	9106
01/09/2015	4617	0,3	4592	7291	9106
02/09/2015	5328	0	4592	7291	9106
03/09/2015	5445	0	4592	7291	9106
04/09/2015	5367	0	4592	7291	9106
05/09/2015	3896	0	4592	7291	9106
06/09/2015	3104	0	4592	7291	9106
07/09/2015	5626	0	4592	7291	9106
08/09/2015	6354	0	4592	7291	9106
09/09/2015	6938	0	4592	7291	9106
10/09/2015	6435	3,5	4592	7291	9106
11/09/2015	6095	0,1	4592	7291	9106
12/09/2015	6640	0	4592	7291	9106
13/09/2015	4614	7,2	4592	7291	9106
14/09/2015	6282	17,7	4592	7291	9106
15/09/2015	13556	12,7	4592	7291	9106
16/09/2015	13678	165,2	4592	7291	9106
17/09/2015	8868	19,9	4592	7291	9106
18/09/2015	8266	0,6	4592	7291	9106
19/09/2015	7471	0	4592	7291	9106
20/09/2015	4147	0	4592	7291	9106

Data	Caudal tratado (m³)	Pluviosidade (mm)	Caudal médio doméstico (m³)	Caudal médio total (m³)	Caudal máximo admitido no cenário atual
21/09/2015	6851	0	4592	7291	9106
22/09/2015	7865	0,1	4592	7291	9106
23/09/2015	7142	0	4592	7291	9106
24/09/2015	7936	0	4592	7291	9106
25/09/2015	7865	0	4592	7291	9106
26/09/2015	6815	0	4592	7291	9106
27/09/2015	3781	0	4592	7291	9106
28/09/2015	6067	0	4592	7291	9106
29/09/2015	7349	0	4592	7291	9106
30/09/2015	7486	0	4592	7291	9106
01/10/2015	8213	0	4592	7291	9106
02/10/2015	7779	0	4592	7291	9106
03/10/2015	6820	0	4592	7291	9106
04/10/2015	7388	16,7	4592	7291	9106
05/10/2015	10257	49,7	4592	7291	9106
06/10/2015	9871	44,4	4592	7291	9106
07/10/2015	8151	2,2	4592	7291	9106
08/10/2015	7895	0	4592	7291	9106
09/10/2015	8400	0	4592	7291	9106
10/10/2015	7344	0,3	4592	7291	9106
11/10/2015	4793	2,5	4592	7291	9106
12/10/2015	6617	12,1	4592	7291	9106
13/10/2015	6728	0,1	4592	7291	9106
14/10/2015	8208	0	4592	7291	9106
15/10/2015	7606	0	4592	7291	9106
16/10/2015	7860	0	4592	7291	9106
17/10/2015	7553	0	4592	7291	9106
18/10/2015	7358	8,9	4592	7291	9106
19/10/2015	6991	16,7	4592	7291	9106
20/10/2015	7963	2,9	4592	7291	9106
21/10/2015	7871	0	4592	7291	9106
22/10/2015	8095	0	4592	7291	9106
23/10/2015	7566	0	4592	7291	9106
24/10/2015	8063	4,6	4592	7291	9106
25/10/2015	4035	0,1	4592	7291	9106
26/10/2015	9717	8,9	4592	7291	9106
27/10/2015	10675	21,9	4592	7291	9106
28/10/2015	12954	26,3	4592	7291	9106
29/10/2015	14240	52,9	4592	7291	9106
30/10/2015	9220	11,7	4592	7291	9106

Data	Caudal tratado (m ³)	Pluviosidade (mm)	Caudal médio doméstico (m ³)	Caudal médio total (m ³)	Caudal máximo admitido no cenário atual
31/10/2015	8130	2,6	4592	7291	9106
01/11/2015	4513	0	4592	7291	9106
02/11/2015	8950	0	4592	7291	9106
03/11/2015	11680	45,3	4592	7291	9106
04/11/2015	11531	12,2	4592	7291	9106
05/11/2015	10364	9,8	4592	7291	9106
06/11/2015	9441	21,4	4592	7291	9106

Anexo IV – Comparação entre caudais tratados, pluviosidade, caudais domésticos médios calculados, caudais totais médios calculados (excluindo águas pluviais) e caudal máximo admitido no cenário atual – Base do gráfico da figura 30

Análise Caudais Domésticos				
	Caudal (m ³)	Capitação (Litros/Habitante)	População servida	Acréscimo de população em relação ao cenário atual
Caudal médio diário no cenário atual	4592,24	160,34	28640	
Caudal médio previsto caso sejam ligados os sistemas autónomos ou fora de serviço	5098,49	160,34	31798	3158
Caudal médio previsto caso seja servida toda a população na bacia de drenagem	8046,18	160,34	50182	21542
Caudal médio previsto caso o terreno disponível seja ocupado totalmente	18275,87	160,34	113982	85342

Anexo V – Análise dos diferentes cenários referentes aos caudais domésticos

Análise Caudais Industriais				
	Caudal (m ³)	Capitação (Litros/m ² Área Ocupada)	Área Industrial Ocupada	Acréscimo de Área Ocupada em relação ao cenário atual (m ²)
Caudal médio diário no cenário atual	2699,02	12,92	208887,85	
Caudal médio previsto caso sejam ligados os sistemas autónomos ou fora de serviço	3110,27	12,92	240715,01	31827,16
Caudal médio previsto caso sejam servidas todas as áreas económicas da bacia de drenagem	4821,30	12,92	373137,86	164250,01
Caudal médio previsto caso o terreno disponível seja ocupado totalmente	20872,0 2	12,92	1615361,6 6	1406473,81

Anexo VI – Análise dos diferentes cenários referentes aos caudais industriais

Análise Caudais Totais		
	Caudal previsto (m ³)	Capacidade de Tratamento da ETAR (m ³)
Caudal médio diário no cenário atual	7291,26	13772
Caudal médio previsto caso sejam ligados os sistemas autónomos ou fora de serviço	8208,76	13772
Caudal médio previsto caso sejam servidas toda a população e atividades económicas na bacia de drenagem	12867,48	13772
Caudal médio previsto caso o terreno disponível seja ocupado totalmente	39147,89	13772

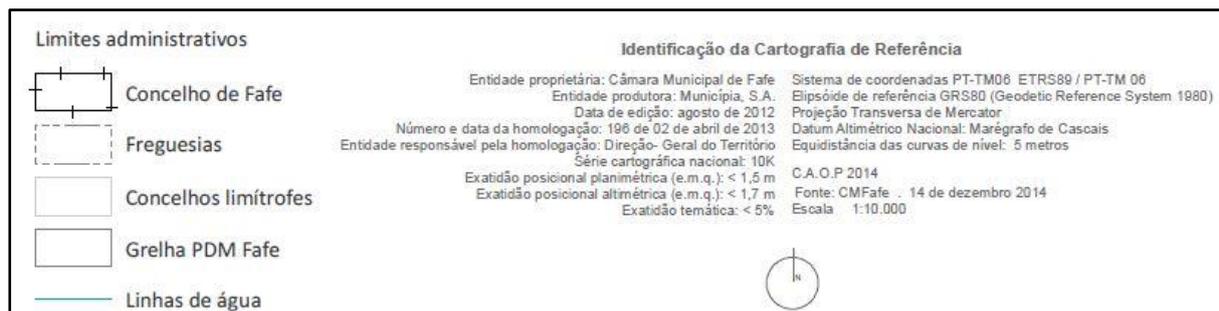
Anexo VII – Análise dos diferentes cenários referentes aos caudais totais

<p>Estrutura Ecológica Municipal</p> <p> Estrutura ecológica fundamental</p> <p> Estrutura ecológica complementar</p> <p>Elementos patrimoniais e património arqueológico</p> <p> Elementos patrimoniais</p> <p> Sítio arqueológico</p> <p> Zonas salvaguarda</p>	<p>Sistemas estruturantes</p> <p>Rede de infraestruturas de transporte</p> <p> Rede rodoviária principal</p> <p> Rede rodoviária distribuidora</p> <p> Rede rodoviária ocal</p> <p> Rede rodoviária prevista</p> <p> Ciclovia</p> <p> Heliporto</p>	<p>Sistema de abastecimento de água</p> <p> Captação de água</p> <p> Estação de tratamento de água</p> <p> Estação elevatória de água ou reservatório</p> <p> Conduta adutora</p> <p> Conduta adutora prevista</p>
--	---	--

<p>Sistema de drenagem águas residuais</p> <p> Estação de bombagem de águas residuais</p> <p> Estação de tratamento de águas residuais</p> <p> Estação elevatória de águas residuais</p> <p> Coletor de águas residuais</p> <p> Coletor de águas residuais previsto</p>	<p>Sistemas de abastecimento de energia elétrica e combustíveis</p> <p> Infraestrutura de transporte de energia elétrica</p> <p> Infraestrutura de produção de energia elétrica</p> <p> Infraestrutura de transformação energia elétrica</p> <p> Gasoduto ou oleoduto</p> <p>Sistemas de telecomunicações</p> <p> Sistema de telecomunicações</p>	<p>Equipamentos de utilização coletiva</p> <p> Equipamentos de utilização coletiva existentes</p> <p> Equipamentos de utilização coletiva previstos</p>
---	--	--

<p>Solo Rural</p> <p> Espaço Agrícola</p> <p> Espaço Florestal de Conservação</p> <p> Espaço Florestal de Proteção</p> <p> Espaço Florestal de Produção</p> <p> Espaço de Uso Múltiplo Agrícola e Florestal</p> <p> Aglomerado Rural</p> <p> Áreas de edificação dispersa</p> <p> Espaço de Equipamentos e Infraestruturas</p>	<p>Espaço afeto à exploração de recursos geológicos</p> <p> Depósito mineral</p> <p> Pedreira</p>
---	--

<p>Solo Urbano</p> <p>Solo Urbanizado</p> <p> Espaço Central Principal</p> <p> Espaço Central Complementar</p> <p> Espaço Residencial Nível 1</p> <p> Espaço Residencial Nível 2</p> <p> Espaço Urbano de Baixa Densidade</p> <p> Espaço de Actividades Económicas</p> <p> Espaço de Uso Especial - Equipamentos e Infraestruturas</p> <p> Espaço Verde</p>	<p>Solo Urbanizável</p> <p> Espaço Central Complementar</p> <p> Espaço Residencial Nível 1</p> <p> Espaço Residencial Nível 2</p> <p> Espaço Urbano de Baixa Densidade</p> <p> Espaço de Actividades Económicas</p> <p> Espaço de Uso Especial - Equipamentos e Infraestruturas</p> <p> Unidade Operativa Planeamento e Gestão (U.O.P.G)</p>
---	--



Anexo VIII – Legenda completa da planta de ordenamento do PDM de Fafe