

2º CICLO

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

O uso do software InfraSIG para a gestão da rede de abastecimento de água de Chaves: funcionalidades e potencialidade da sua aplicação no Ordenamento do Território

Marta Alexandra Costa Moreiras

M

2020



Marta Alexandra Costa Moreiras

O uso do software InfraSIG para a gestão da rede de abastecimento de água de Chaves: funcionalidades e potencialidade da sua aplicação no Ordenamento do Território

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território, orientada pelo(a) Professor(a) Doutor(a) José Augusto Alves Teixeira.

Faculdade de Letras da Universidade do Porto

Setembro de 2020

*Aos meus pais, à minha irmã e ao meu namorado
por todo o apoio, força, paciência e dedicação.*

Sumário

Declaração de honra.....	3
Agradecimentos.....	4
Resumo	5
Abstract	6
Índice de Figuras.....	7
Índice de Tabelas	10
Introdução	11
1. O abastecimento de água e os respetivos acessórios	13
1.1.Entidades Gestoras e Reguladoras da água em Portugal.....	16
1.2.Acessórios e órgãos da rede.....	17
2. InfraSIG	27
3. Metodologias	35
4. Caso de estudo.....	43
4.1.Cadastro da Rede de Abastecimento de água do Concelho de Chaves.....	47
5. Articulação do Abastecimento de água com o <i>InfraSIG</i> e a sua importância para as Câmaras Municipais, nomeadamente para a Câmara Municipal de Chaves.....	57
Considerações Finais	68
Referências Bibliográficas.....	70

Declaração de honra

Declaro que a presente dissertação é de minha autoria e não foi utilizado previamente noutro curso ou unidade curricular, desta ou de outra instituição. As referências a outros autores (afirmações, ideias, pensamentos) respeitam escrupulosamente as regras da atribuição, e encontram-se devidamente indicadas no texto e nas referências bibliográficas, de acordo com as normas de referência. Tenho consciência de que a prática de plágio e auto-plágio constitui um ilícito académico.

Vila Nova de Gaia, 29 de setembro de 2020

Marta Alexandra Costa Moreiras

Agradecimentos

A elaboração desta dissertação só foi possível porque tive muitos apoios e incentivos para conseguir concretizar todos os objetivos a que me propus.

Agradeço ao meu Orientador de Estágio da Faculdade de Letras, Professor Doutor José Teixeira, por todo o apoio, orientação, incentivo a melhorar e por ter acreditado em mim para concluir este desafio.

Ao professor Doutor Alberto Gomes, por me colocar neste desafio, para eu aprofundar os meus conhecimentos, podendo evoluir profissionalmente e ter acreditado em mim para concluir este desafio.

À minha colega, Mestre Inês Marafuz, por toda a paciência que teve comigo, por todo o apoio e incentivo que me deu para cumprir os meus objetivos.

À minha colega, Mestre Rita Barros e à minha colega, Clara Lima por me ajudarem quando duvidei que ia conseguir e por todo o apoio que me deram.

Ao meu namorado, Manuel Simões, por ser o meu suporte, por me apoiar e nunca me deixar desistir, por aturar o meu mau feitio sempre que algo me corria mal e mesmo assim dava-me sempre força e apoio para continuar.

Aos meus pais, que apesar de estarem longe sempre me apoiaram ao longo da minha vida académica, nunca duvidaram das minhas capacidades e deram-me sempre força para continuar.

À minha irmã, por aturar o meu mau feitio quando algo não corria bem e pelas suas palavras de conforto e apoio para continuar.

Resumo

O presente trabalho, no âmbito do Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território, é a continuação e resulta de um estágio curricular realizado na Empresa Hidurbe Serviços. Este estágio teve como objetivo colocar em prática os conhecimentos adquiridos ao longo dos dois anos de mestrado bem como adquirir experiência profissional na área.

Neste estágio fui inserida no projeto de levantamento cadastral da rede de abastecimento de água do Concelho de Chaves.

O cadastro de abastecimento de água tem várias finalidades, e permite saber a extensão total da rede do concelho ou de uma freguesia, analisar as ruturas da rede, perceber o estado das tubagens, entre outros. O levantamento do cadastro é realizado através de GPS e posteriormente editado em gabinete, de modo a que a rede de abastecimento seja o mais parecido possível à realidade. Para a edição dos dados é utilizado o software ArcGis Pro e é através da componente *editor* que se faz a sua edição, tendo como exemplos: arredondar a rede, desenhar a perpendicular de um tê, cortar a rede numa válvula, entre outros.

Após a sua edição estar concluída, a informação é colocada numa base de dados do *InfraSIG*, sendo que o *InfraSIG* é uma ferramenta de edição e gestão do cadastro de infraestruturas, que serve para a introdução, edição e manutenção da informação de uma forma fácil e rápida, bem como permite consultar e analisar a informação em ambiente web e utiliza as novas tecnologias.

Por fim cria-se uma rede geométrica no *ArcCatalog*, para que a entidade gestora possa editar e atualizar todas as alterações da rede ao longo do tempo.

Palavras-chave: Abastecimento de água; Cadastro; *InfraSIG*.

Abstract

The present work, within the scope of the Master in Geographic Information Systems and Spatial Planning, results from a curricular internship carried out at Empresa Hidurbe Serviços. This internship aimed to put into practice the knowledge acquired over the two years of the master's degree as well as to acquire professional experience in the area.

At this stage I was inserted in the cadastral survey project of the water supply network in the Municipality of Chaves.

The water supply register has several purposes, which allows us to know the total extension of the municipality or parish network, to analyze the ruptures of the network, to understand the state of the pipes, among others. The registration survey is carried out via GPS and subsequently edited in an office, so that the supply network is as similar as possible to reality. To edit the data, the ArcGis Pro software is used and it is through the editor component that it is edited, with the following examples: rounding the net, drawing the perpendicular to a tee, cutting the net on a valve, among others.

After its edition is completed, the information is placed in an InfraSIG database, and InfraSIG is a tool for editing and managing the infrastructure record, which serves to introduce, edit and maintain information in an easy and quickly, as well as consult and analyze information in a web environment and uses new technologies.

Finally, a geometric network is created in ArcCatalog, so that the management entity can edit and update all network changes over time.

Key-words: Water supply; Register; *InfraSIG*.

Índice de Figuras

FIGURA 1:REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, DESDE A CAPTAÇÃO ATÉ A DISTRIBUIÇÃO	14
FIGURA 2: ENTIDADES GESTORAS DE ÁGUA EM PORTUGAL. ADAPTADO DE ERSAR 2020	16
FIGURA 4: IDENTIFICAÇÃO DOS TIPOS DE ACESSÓRIOS.....	17
FIGURA 3:LOGOTIPO DA ERSAR.....	17
FIGURA 5: ACESSÓRIOS A)TE E B)JUNTA CEGA.....	18
FIGURA 6: OUTRAS ORIGENS DA ÁGUA A)MINA E B) NASCENTE, NA FREGUESIA DE ÁGUAS FRIAS, EM 31/01/2018.....	18
FIGURA 7:RESERVATÓRIO, NA FREGUESIA DE VILAS BOAS, EM 05/12/2017	19
FIGURA 8:ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA A) INTERIOR E B) EXTERIOR, NA FREGUESIA DE MOREIRAS, EM 15/12/2017.....	19
FIGURA 9: CAIXA DE MANOBRAS, NA FREGUESIA DE PLANALTO DE MONFORTE, EM 03/01/2019.....	20
FIGURA 10: EDIFÍCIO DE UM RESERVATÓRIO, NA FREGUESIA DE PLANALTO DE MONFORTE, EM 11/01/2019.....	20
FIGURA 11: CÉLULA DE UM RESERVATÓRIO, NA FREGUESIA DE MOREIRAS, EM 12/04/2019.....	21
FIGURA 12: A) FONTANÁRIO; B) BEBEDOURO E FONTANÁRIO.....	21
FIGURA 13: CÂMARA PERDA DE CARGA, NA FREGUESIA DE VILA VERDE DA RAIA, EM 30/04/2019....	22
FIGURA 14: DESCARGA DE FUNDO, NO CONCELHO DE CHAVES, EM 11/01/2019	22
FIGURA 15: FURO, NA FREGUESIA DE TRONCO, EM 25/04/2018	23
FIGURA 16: A) MARCO DE INCÊNDIO; B) BOCA DE INCÊNDIO, NAS FREGUESIAS DE TRONCO E REDONDELO, EM 29/01/2018.....	23
FIGURA 17: VÁLVULA DE DESCARGA, NA FREGUESIA DE PLANALTO DE MONFORTE, EM 11/01/2019 .	24
FIGURA 18: VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO, FONTE: HAICELAND.....	24
FIGURA 19: A) VÁLVULA DE SECCIONAMENTO DO TIPO CUNHA; B) VÁLVULA DE SECCIONAMENTO DO TIPO ESFERA, NAS FREGUESIAS DE VILAS BOAS, EM 05/12/2017	25
FIGURA 20: VENTOSAS, NA FREGUESIA DE PLANALTO DE MONFORTE, EM 03/01/2019.....	26
FIGURA 21:MEDIDOR DE CAUDAL, NA FREGUESIA DE PLANALTO DE MONFORTE, EM 11/01/2019	26
FIGURA 22:CADASTRO.....	29
FIGURA 23: ESTIMATIVA DE CUSTOS	30
FIGURA 24: GESTÃO OPERACIONAL	30

FIGURA 25: INDICADORES	31
FIGURA 26: ORDENAMENTO	31
FIGURA 27: QUALIDADE	32
FIGURA 28: ZONA DE GESTÃO	32
FIGURA 29: CRIAÇÃO DA REDE GEOMÉTRICA	32
FIGURA 30: EDIÇÃO GEOGRÁFICA, FONTE: ESRI	33
FIGURA 31: EDIÇÃO DE CADASTRO.....	34
FIGURA 32: BASE DE DADOS	35
FIGURA 33: GEORADAR	36
FIGURA 34: REALIZAÇÃO DE LEVANTAMENTO DE CAMPO COM O GPS STONEX.....	37
FIGURA 35: EXEMPLO DE NOTAS PARA CORRETO PREENCHIMENTO DAS TABELAS DE ATRIBUTOS.....	37
FIGURA 36: LIVRO DE EXCEL EM CSV COM AS COORDENADAS DOS ACESSÓRIOS.....	38
FIGURA 37: TRANSFORMAÇÃO DOS ACESSÓRIOS EM SHAPEFILE COM AS RESPECTIVAS COORDENADAS	39
FIGURA 38: ARRANJO DO ELEMENTO DA REDE: TE	39
FIGURA 39: ARREDONDAMENTO DA REDE E APERFEIÇOAMENTO DO DESENHO DO RESERVATÓRIO	40
FIGURA 40: DESENHO DO RESERVATÓRIO DE ÁGUAS FRIAS	40
FIGURA 41: DESENHO DO RAMAL DO HIDRANTE NA PERPENDICULAR (90°)	41
FIGURA 42: DESENHO DO RAMAL DO PONTO DE CONSUMO QUE SE ENCONTRA AFASTADO DA REDE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	41
FIGURA 43: ERRO 16 – NÃO ESTA CONECTADA A NENHUM RECURSO.....	42
FIGURA 44: ENQUADRAMENTO DO CONCELHO DE CHAVES	43
FIGURA 45: ROTAS E PERCURSOS. FONTE: CÂMARA MUNICIPAL DE CHAVES.....	44
FIGURA 46: PONTE ROMANA DE TRAJANO, CHAVES. FONTE: CHAVES - HISTÓRIA, CULTURA E PATRIMÓNIO	45
FIGURA 47: REDE DE MUSEUS MUNICIPAIS. FONTE: CÂMARA MUNICIPAL DE CHAVES	45
FIGURA 48: PARQUES E JARDINS, A) JARDIM BOTÂNICO E ZOOLOGICO DA QUINTA DO REBENTÃO, B) JARDIM PÚBLICO E C) PARQUE DE VIDAGO. FONTE: CÂMARA MUNICIPAL DE CHAVES	46
FIGURA 49: ARTESANATO. FONTE: CÂMARA MUNICIPAL DE CHAVES.....	47
FIGURA 50: GASTRONOMIA FLAVIENSE. FONTE: CÂMARA MUNICIPAL DE CHAVES	47
FIGURA 51: REDE DE ÁGUA DO CONCELHO DE CHAVES E A DENSIDADE POPULACIONAL.....	48

FIGURA 52: TIPO DE HIDRANTES DO CONCELHO DE CHAVES.....	50
FIGURA 53: DIÂMETRO NOMINAL DOS HIDRANTES NO CONCELHO DE CHAVES	51
FIGURA 54: BEBEDOUROS, FONTANÁRIOS E CHAFARIZES NO CONCELHO DE CHAVES.....	52
FIGURA 55: OUTRAS ORIGENS DE ÁGUA NO CONCELHO DE CHAVES	53
FIGURA 56: PONTOS DE CONSUMO NO CONCELHO DE CHAVES E DENSIDADE POPULACIONAL	54
FIGURA 57: VÁLVULAS DE SECCIONAMENTO NO CONCELHO DE CHAVES	55
FIGURA 58: ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA FREGUESIA DE SANTA MARIA MAIOR	56
FIGURA 59: ZOOM IN DE UMA RUA NA FREGUESIA DE SANTA MARIA MAIOR.....	57
FIGURA 60: FERRAMENTA APPEND	58
FIGURA 61: MENSAGENS DE ERRO.....	59
FIGURA 62: PAINEL DO INFRASIG	59
FIGURA 63: CRIAÇÃO DA REDE GEOMÉTRICA	60
FIGURA 64: ATRIBUIÇÃO DO NOME A REDE GEOMÉTRICA.....	61
FIGURA 65: FEATURE CLASSES A SEREM INCLUÍDAS NA REDE GEOMÉTRICA	62
FIGURA 66: ATRIBUIÇÃO DE REGRAS AOS ELEMENTOS DA REDE DE ABASTECIMENTO.....	63
FIGURA 67: FINALIZAÇÃO PARA A CRIAÇÃO DA REDE GEOMÉTRICA	64
FIGURA 68: MENSAGEM COM OS ERROS DETETADOS AO LONGO DA CRIAÇÃO DA REDE GEOMÉTRICA....	65
FIGURA 69: SIGNIFICADO DE CADA ERRO DA CRIAÇÃO DA REDE GEOMÉTRICA	66

Índice de Tabelas

TABELA 1: MODELO DE DADOS	28
TABELA 2: COMPONENTES DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO CONCELHO DE CHAVES	49

Introdução

O trabalho aqui apresentado resulta de um estágio curricular na Empresa Hidurbe Serviços, S.A., no primeiro semestre do ano 2019/2020, subjacente ao tema desta dissertação: “O uso do *software InfraSIG* para a gestão da rede de abastecimento de água de Chaves: funcionalidades e potencialidade da sua aplicação no Ordenamento do Território”.

Assim, pretende-se demonstrar como é realizado o cadastro da rede de abastecimento de água do Concelho de Chaves, como é efetuado o tratamento dos dados em gabinete, bem como perceber o que é o *software InfraSIG* e para que serve em relação a esta temática.

A Hidurbe Serviços, S.A. é uma empresa multisserviços que tem mais de 40 anos de experiência, integrada no Grupo Plainwater, SGPS, SA e a nível internacional insere-se no Grupo Sacyr, sendo detida pela multinacional ibérica e internacional Sacyr Servicios. Esta abrange um grande e variado leque de serviços, atuando em domínios tais como: Valorização de resíduos, Serviços Urbanos, Água, Espaços Verdes, Infraestruturas, Mobilidade Urbana, Energia, Engenharia e SIG.

Para iniciar o trabalho foi necessário aprender o que significava cada conceito da rede de abastecimento de água, como por exemplo: o que é um acessório, quais os órgãos que compõem a rede, como são feitas as ligações, entre outros.

Seguidamente, foi necessário explorar as funcionalidades e potencialidades do *ArcGis Pro*, que apresenta vantagens relativamente às versões anteriores (*ArcMap*) sobretudo ao nível da redução de tempo para processar determinadas operações, bem como novas funcionalidades.

A próxima etapa a desenvolver foi a análise e exploração da base de dados que nos foi fornecida pela ESRI. Porém, alguns campos tiveram de ser adaptados ao nosso trabalho, pois esta não está ajustada a áreas mais rurais, sendo ainda necessário acrescentar e atualizar campos.

Após a atualização da base de dados, o próximo passo foi aprender a manusear os dados de forma a fazer a sua edição e tratamento. Para tal foi necessário perceber como se arredondava a rede de abastecimento de água (pois esta não pode conter ângulos vivos e tem de ser o mais semelhante possível com a realidade); fazer a ligação dos acessórios que compõem a rede, bem como a ligação dos ramais à conduta; perceber que nos locais onde existam válvulas de seccionamento é necessário cortar a rede; aprender a desenhar os reservatórios, edifícios, caixas de manobras e Estação de Tratamento de Água e por fim, atribuir cada fotografia de cada órgão da rede ao mesmo.

A última tarefa a desenvolver foi a colocação da informação numa base de dados única para trabalhar no *InfraSIG*. Após isto a base de dados foi colocada no *ArcCatalog* de modo a poder criar a rede geométrica e é a partir desta que a Câmara Municipal pode manusear os dados.

Para finalizar, depois de já ter compreendido bem o que é o *InfraSIG* e para que serve, o último passo constitui em perceber porque é que a Câmara Municipal pretende obter esta informação acerca da rede de abastecimento de água do seu Concelho.

A minha dissertação divide-se em cinco capítulos passando a explicar de forma breve cada um deles: O capítulo um é composto por um breve resumo sobre o abastecimento de água, as entidades gestoras e reguladoras que operam em Portugal e pelos acessórios e órgãos que compõem a rede; o capítulo dois explico consiste na explicação do *InfraSIG* e para que serve; No capítulo três esta representada a sequência metodológica do trabalho, o material utilizado para a recolha dos dados, bem como um resumo do processo que se desenvolve ao longo de cada projeto; o capítulo quatro é sobre o caso de estudo, que é o Concelho de Chaves, bem como o seu enquadramento e os resultados do Cadastro da rede de Abastecimento de água; o capítulo cinco e último, é a explicação da articulação do cadastro de abastecimento de água com o *InfraSIG* e qual é a sua importância para as Câmaras Municipais, sendo que é também composto também por um resumo dos passos que são necessários para colocar a informação do cadastro na base de dados do *InfraSIG*.

1. O abastecimento de água e os respetivos acessórios

“Um Sistema de Abastecimento de Água caracteriza-se pela captação de água da natureza e posterior tratamento da mesma para que possa ser fornecida à população em quantidade compatível com as suas necessidades” (Vilas-Boas. P, 2008).

Segundo Painho e Vale (1998) para que o planeamento e a gestão de recursos hídricos estejam em sintonia é necessário assentar em novas tecnologias de informação, de modo a que sejam definidas novas políticas e estratégias de gestão eficiente.

As captações de abastecimento de água podem ser subterrâneas ou superficiais: a água subterrânea é captada em “aquíferos, isto é, formações geológicas com suficiente permeabilidade e capacidade de armazenamento. A captação desta água pode ser efetuada a diferentes profundidades ou até á superfície” (Vilas-Boas. P, 2008).

A água superficial é captada em “rios, lagos ou nas albufeiras de aproveitamentos hidráulicos. (...) deve realizar-se o mais a montante possível, tendo em vista a proteção contra a poluição produzida por efluentes urbanos ou industriais” (Vilas-Boas. P, 2008).

O sistema de Abastecimento de água passa por várias fases tais como: Origem/captação, passando pelo Tratamento seguindo-se o seu Transporte através das tubagens até ao local de Armazenamento e por fim a Distribuição para a população (Figura 1).

A síntese seguinte baseia-se essencialmente nos trabalhos de Vilas-Boas, P., 2008, Silva, G., 2010, Oliveira, J., 2016, Santos, A., 2016 bem como, nos conhecimentos adquiridos ao longo do estágio na Hidurbe Serviços.

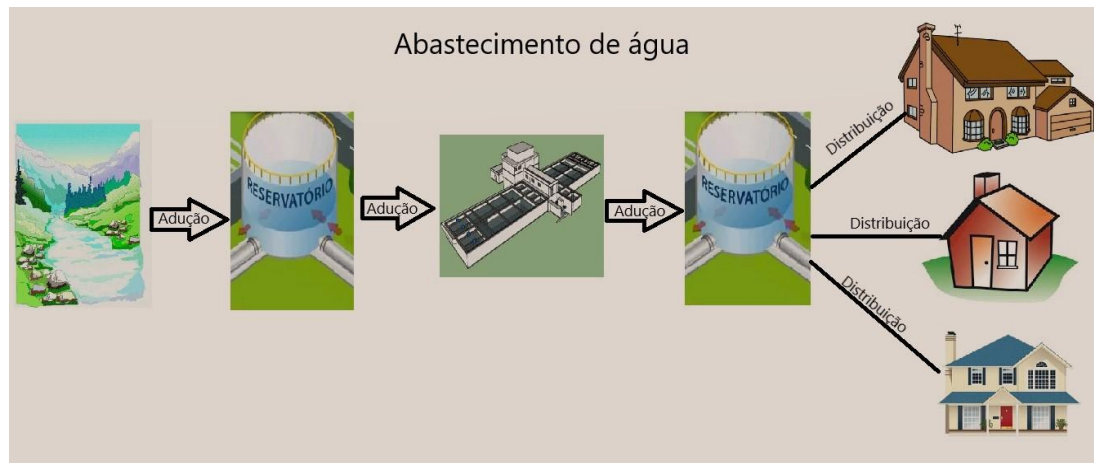


Figura 1: Rede de Abastecimento de Água, desde a Captação até a Distribuição

Origem/ Captação: a água é recolhida de cursos de água, albufeiras e em determinados casos do mar, sendo estas água superficiais ou de reservas subterrâneas que se denominam como água subterrânea existindo ainda as águas pluviais que são recolhidas de telhados e de superfícies preparadas para o efeito. A captação da água difere segundo as condições locais, hidrológicas, topológicas e hidrogeológicas.

Tratamento: é realizado através de processos físicos, químicos ou biológicos, pois a matéria contida na água pode ser inofensiva ou benéfica, mas também pode ser prejudicial para a saúde humana. Este é diferente entre a água superficial e a água subterrânea. Nas águas subterrâneas o processo do tratamento da água pode ser feito através de uma correção química e da desinfecção da mesma enquanto que nas águas superficiais o processo pode ser mais complexo pois o tratamento passa por várias etapas tais como: a coagulação, clarificação, filtração, correção química e por fim a desinfecção. O tratamento é efetuado nas Estações de Tratamento de Água (ETA).

Armazenamento: o armazenamento é feito normalmente nos reservatórios a montante da rede de distribuição, mas pode ser feito em qualquer sítio da rede sendo que este é pouco usual. Os reservatórios podem ser de distribuição ou de regularização, podem encontrar-se enterrados, semienterrados, apoiados ou elevados e devem ter duas ou mais células. Estes podem ser de origem ou de extremidade sendo que a diferença entre eles é que o reservatório de origem apenas recebe os

caudais para a distribuição a partir do mesmo já o reservatório de extremidade recebe os caudais da rede e cede a outros ou ao próprio.

Transporte: é efetuado através de tubagens subterrâneas, sendo que até chegar a população passar por três fases.



O transporte pode realizar-se em regime de superfície livre ou sob pressão e existem dois tipos de escoamento que são:

- Adutoras gravíticas;
- Adutoras elevatórias.

A rede é maioritariamente denominada como adutora gravítica a exceção de quando existe uma estação elevatória ou furo assim nesse troço passa a ser denominada como adutora elevatória, estas só aparecem em locais onde existem condições topográficas desfavoráveis.

Distribuição: existem dois sistemas principais para realizar a distribuição da água:

- o sistema em alta ou conduta adutora - que realiza o transporte desde a captação até ao reservatório;
- o sistema em baixa ou conduta distribuidora que realiza a distribuição desde o reservatório até às habitações da população.

Existem ainda a conduta Adutora/distribuidora que é menos utilizada pois só existem quando a água vai de um reservatório até a outro reservatório e durante o seu percurso existem habitações.

Há também dois tipos de redes que são: as redes ramificadas e as redes emalhadadas. As redes ramificadas só fazem um percurso, entre o reservatório e qualquer ponto da rede de água e as redes emalhadadas encontram-se fechadas entre si constituindo circuitos fechados.

1.1. Entidades Gestoras e Reguladoras da água em Portugal

Em Portugal existem quatro tipos de entidades gestoras dos serviços da água, sobretudo municipais, as quais tem uma intervenção direta ou indireta na sua gestão (figura 2).

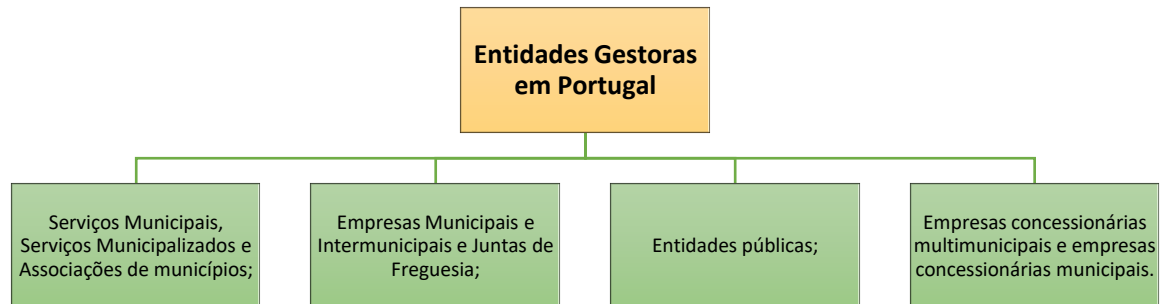


Figura 2: Entidades Gestoras de água em Portugal. Adaptado de ERSAR 2020

A entidade reguladora que gere os serviços da água em Portugal é a Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos (ERSAR – figura 3). Esta regula e supervisiona a “qualidade da água, o saneamento de águas residuais urbanas e a gestão dos resíduos sólidos urbanos. Foi criada a 30 de agosto de 1997, inicialmente designada como Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR) e assumiu essa responsabilidade em Portugal. Em 2009, através do Decreto-Lei 277/2009 foi criada a atual Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos (ERSAR) reforçando assim os seus poderes e alargando as ambições de regulação dos serviços de água e resíduos. Em 2014 tornou-se uma entidade administrativa independente com reforço da sua autonomia e poderes de autoridade sancionatórios e regulamentares” (Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos,2020).

Esta entidade tem como missão:

- “Regulação dos setores dos serviços de abastecimento público, de saneamento de águas residuais urbanas e de gestão de resíduos urbanos” (Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos,2020);
- “Coordenação e fiscalização da água para consumo humano” (Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos,2020).



Figura 3:Logotipo da ERSAR

1.2. Acessórios e órgãos da rede

Existem vários acessórios na rede (figura 4) para realizar diferentes tipos de operações na mesma tais como:

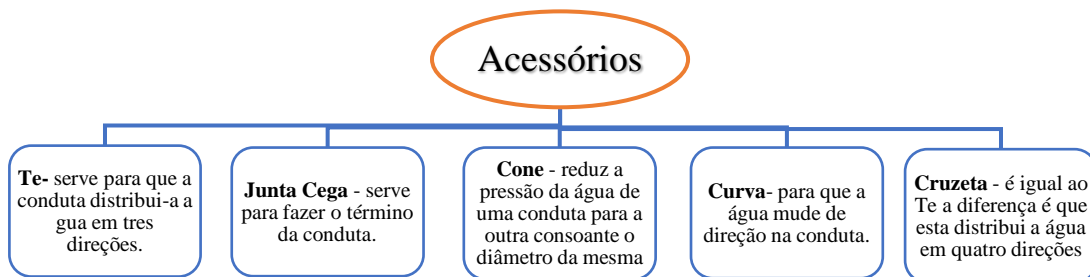


Figura 4: Identificação dos tipos de acessórios

Todas as fotografias apresentadas neste capítulo resultam dos trabalhos de campo efetuados no Concelho de Chaves, a exceção da fotografia da Válvula Redutora de pressão pois neste concelho não existem este tipo de válvulas.

A figura 5a representa um Te que serve para que a água siga o seu fluxo e a figura 5b representa uma Junta Cega que indica o término da conduta da água.



Figura 5: Acessórios a)Te e b)Junta Cega

Existem também vários órgãos da rede, com diferentes funcionalidades, que são os seguintes:

- ✓ Outras Origens da água: são todas as captações, minas (figura 6a), nascentes (figura 6b), entre outros, onde se inicia a rede de distribuição de água pois é neste local que a água emerge e é captada.



Figura 6: Outras Origens da água a)Mina e b) Nascente, na freguesia de Águas Frias, em
31/01/2018

- ✓ Reservatório: serve para armazenar a água que vem de nascentes, furos, entre outros, e encontra-se a montante da rede de água. Podem ter como função a de distribuição ou de regularização e podem encontrar-se

enterrados, semienterrados, apoiados ou elevados (figura 7).



Figura 7:Reservatório, na freguesia de Vilas Boas, em 05/12/2017

- ✓ Estação de Tratamento de água (ETA): serve para realizar o tratamento da água que vem de nascentes, furos, entre outros. O tratamento é diferente dependendo se a água é superficial ou subterrânea (figura 8).



Figura 8:Estação de Tratamento de água a) Interior e b) exterior, na freguesia de Moreiras, em 15/12/2017

- ✓ Caixas de Manobra: estas podem ter várias funções tais como:
 - Seccionamento: Quando contém no seu interior uma Válvula de Seccionamento;
 - Medição: Quando contém no seu interior um

medidor de caudal.

- Descarga: Quando contém no seu interior uma descarga de fundo ou válvula de descarga.

Mas também podem ter nascentes ou captações e a sua função é apenas considerada como caixas de manobra (figura 9).



Figura 9: Caixa de Manobras, na freguesia de Planalto de Monforte, em 03/01/2019

- ✓ Edifícios: estes podem ser de dois tipos diferentes tais como: Câmara de Manobras / Instalação de tratamento se estiver dentro da área vedada do reservatório e no seu interior se encontrar o tratamento (figura 10).



Figura 10: Edifício de um reservatório, na freguesia de Planalto de Monforte, em 11/01/2019

- ✓ Células: encontram-se no reservatório, sendo as que armazenam a água que vem de um nascente, mina, furo entre outros, para depois distribuir pela população. Cada reservatório pode ter uma ou mais células (figura 11).



Figura 11: Célula de um reservatório, na freguesia de Moreiras, em 12/04/2019

- ✓ Bebedouros, fontanários e chafarizes: os fontanários são locais onde a população pode ir buscar água potável para consumo próprio (figura 12a) e os bebedouros são sítios para dar de beber aos animais (figura 12b).



Figura 12: a) Fontanário; b) Bebedouro e Fontanário

- ✓ Câmaras Perdas de Carga: é uma caixa que se encontra ao longo da rede quando a água vem com muita força, de modo, a que esta perca carga para não chegar com tanta força as habitações da população e não lhe danificar a tubagem (figura 13).



Figura 13: Câmara Perda de Carga, na freguesia de Vila Verde da Raia, em 30/04/2019

- ✓ Descarga de fundo: realiza a limpeza ou o esvaziamento da conduta, sendo colocada nos canais ou tubos da conduta, fazendo assim a ligação da conduta a rede hidrográfica (figura 14).



Figura 14: Descarga de Fundo, no concelho de Chaves, em 11/01/2019

- ✓ Furos: captação de água subterrânea de uma nascente que possa estar nas mediações de uma habitação, ou que possa estar num local da aldeia e consiga abastecer a mesma (figura 15).



Figura 15: Furo, na freguesia de Tronco, em 25/04/2018

- ✓ Hidrantes: são os marcos de incêndio (figura 16a) e as bocas-de-incêndio (figura 16b), que servem para o combate aos incêndios e podem instalar-se na Guia/passeio, na fachada e no pavimento. Podem ter válvulas de fecho e estão ligados a rede de abastecimento de água;



Figura 16: a) Marco de Incêndio; b) Boca de Incêndio, nas freguesias de Tronco e Redondelo, em 29/01/2018

- ✓ Válvulas de Descarga: servem para esvaziar uma determinada parte da conduta quando é necessário proceder a limpezas, desinfecções ou arranjo da mesma, encontram-se sempre perto de um reservatório, de modo, a realizar a bombagem para a rede (figura 17).



Figura 17: Válvula de Descarga, na freguesia de Planalto de Monforte, em 11/01/2019

- ✓ Válvulas redutoras de pressão: é instalada quando há um desnível de 7/8 metros, de modo a reduzir a pressão da água a jusante (figura 18).



Figura 18: Válvula redutora de pressão, Fonte: haiceland

- ✓ Válvulas de Seccionamento: servem para fechar a conduta no local onde houver uma rutura, de modo a não fechar o sistema da rede todo e só apenas no local da rutura, para realizar limpezas periódicas da rede (figura 19 a e b).



Figura 19: a) Válvula de Seccionamento do tipo Cunha; b) Válvula de Seccionamento do tipo Esfera, nas freguesias de Vilas Boas, em 05/12/2017

- ✓ Ventosas: permite libertar pequenos volumes de ar que se acumulam dentro da conduta e servem também para libertar grandes volumes de ar quando há a reparação de uma rutura na conduta (figura 20).



Figura 20: Ventosas, na freguesia de Planalto de Monforte, em 03/01/2019

- ✓ Medidor de Caudal: servem para medir ou controlar a água que se encontra numa determinada conduta, sendo também designados por caudalímetros (figura 21).



Figura 21: Medidor de Caudal, na freguesia de Planalto de Monforte, em 11/01/2019

2. InfraSIG

A síntese seguinte baseia-se essencialmente em Manuais fornecidos pela ESRI Portugal, bem como de uma formação sobre o InfraSIG dada pelos mesmos e também através de conhecimentos adquiridos ao longo do estágio na Hidurbe Serviços.

O *InfraSIG* foi desenvolvido pela *ESRI* Portugal, é uma ferramenta que serve para a edição e gestão do cadastro de infraestruturas, possibilita a introdução, edição e manutenção da informação de forma mais rápida e fácil, consegue-se consultar e analisar a informação em ambientes web e utiliza as novas tecnologias, para que seja possível em campo, a validação, correção e colocação de novos dados.

Este permite ainda que através da plataforma *ArcGis* seja possível a integração com outros sistemas tais como: gestão e faturação de clientes e manutenção.

Adapta-se a vários negócios que atuem no sector das infraestruturas disponibilizando-lhe um conjunto de ferramentas direcionadas para os mesmos.

As componentes da solução *InfraSIG* são as seguintes:

- Modelo de dados - Estrutura de dados concebida especificamente para alojar a informação cadastral das redes geométricas;
- Extensão *InfraSIG Desktop* – é uma extensão adicionada ao *ArcMap* com um conjunto de barras de ferramentas, na qual são disponibilizadas um vasto número de ferramentas de produtividade, para a edição, gestão e análise da informação cadastral.

O *InfraSIG* na edição do cadastro divide-se em 5 conteúdos sendo estes os seguintes:

1. **Modelo de dados:** é a partir deste que se forma a estrutura da informação do cadastro de uma entidade gestora adaptando-se a mesma. Permite que o utilizador explore o modelo de dados através da identificação das propriedades e entidades de modo a caracterizar o cadastro da entidade gestora, como por exemplo se quisermos saber quais são os Hidrantes que possuem um diâmetro nominal de 50 teremos de seguir o exemplo da tabela 1:

Tabela 1: Modelo de Dados

Grupo	Entidade	Propriedade
Distribuição	Hidrantes	DN 50

2. **Edição do cadastro** permite que o utilizador faça a edição do cadastro de forma mais rápida e fácil, uma vez que, o cadastro se encontra em constante mudança, seja por haver um aumento da rede, de uma intervenção ou reabilitação da mesma, assim estará sempre atualizada quando for necessário consulta-la.
3. **Impressão de plantas** em formato de papel a escala real das plantas do cadastro de um determinado local de forma a ser mais fácil identificar o problema naquela área quando se tem de ir para o terreno.
4. **Anexação digital de ficheiros** tais como a fotografia de um acessório que compõem a rede ou um vídeo de uma intervenção que foi feita naquele local da rede, de modo a que, quando seja necessário consulta-lo perceber o que já ali foi realizado, permite ainda editar um ficheiro num local e atualizá-lo e até apagá-lo.
5. **Explorar o cadastro** seja para haver uma intervenção num local, para a modernização ou extensão da rede ou até para uma resposta mais rápida ao consumidor final por exemplo a falta de pressão da água.

Módulos *InfraSIG*

O *InfraSIG* é composto por 7 módulos que estão integrados na Base de dados do mesmo, sendo estes os seguintes:

- ✓ Cadastro + Dimensões – é composto pelo cadastro de Abastecimento de água, águas residuais e águas pluviais (figura 22) e serve de suporte para:
 - Análise de roturas;

- Indicadores ERSAR;
- Gestão Operacional;
- Modelação Hidráulica;
- Estimativa de custos;
- Perfis longitudinais.

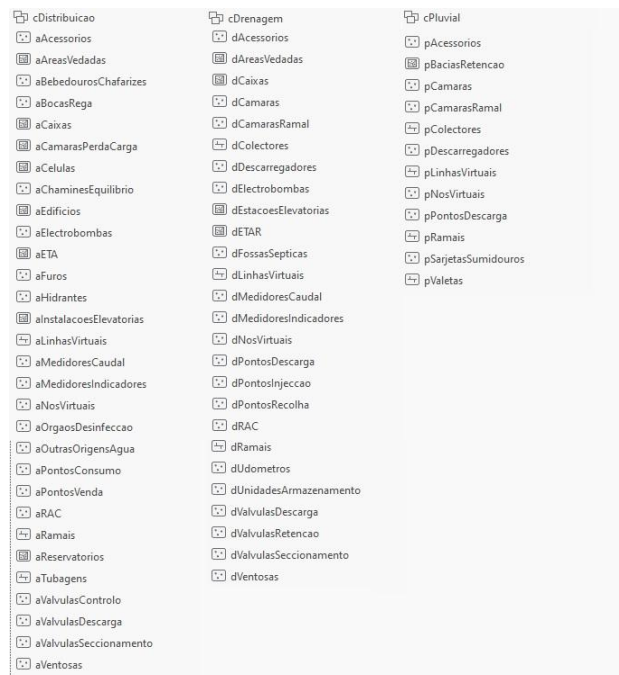


Figura 22:Cadastro

- ✓ Estimativa de Custos- serve para calcular os gastos se for necessário uma reabilitação, expansão ou substituição da rede, bem como se for necessário abrir uma vala ou perfurar um túnel (figura 23).

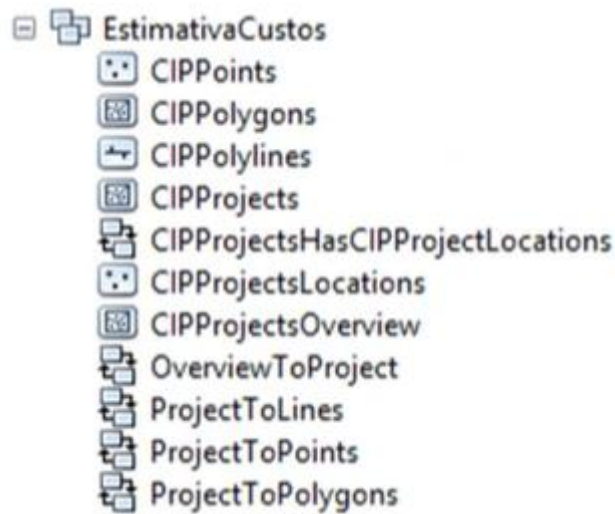


Figura 23: Estimativa de custos

- ✓ Gestão Operacional- serve para localizar ocorrências, ordens de trabalho e análises espaciais tais como (figura 24):
 - Estado de Ocorrências e Ordens de trabalho;
 - Identificação por tipo de ordem de trabalho;
 - Identificação de cortes de água;
 - Indicadores ERSAR;
 - Áreas mais afetadas.

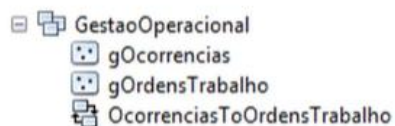


Figura 24: Gestão Operacional

- ✓ Indicador- permite-nos verificar quais são os modelos de geoprocessamento, as tubagens com reclamações de qualidade da água, o tempo de vida das condutas, o sumário de simulação de roturas, a análise do estado do cadastro e as zonas críticas (figura 25).

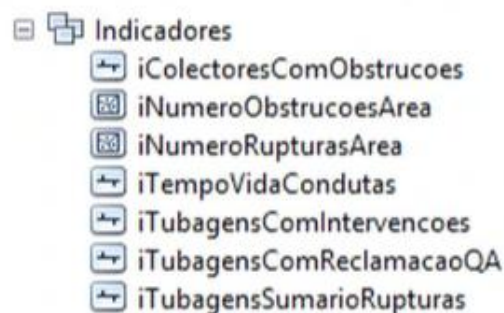


Figura 25: Indicadores

✓ Ordenamento – mostra-nos os dados de enquadramento da área em análise tais como:

- Arruamentos;
- Números de polícia;
- Edificado;
- BGRI;
- Pontos de referência;

E serve de suporte para as regras do Assistente de atributos (figura 26).

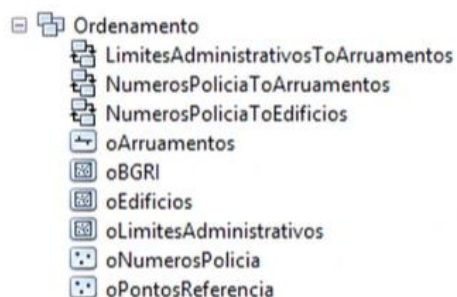


Figura 26: Ordenamento

✓ Qualidade – regista os locais de recolha de amostras, disponibiliza os resultados das análises, comparar resultados com anos anteriores, guarda como anexo os relatórios, identifica locais com resultados insatisfatórios e estrutura de dados customizável (figura 27).

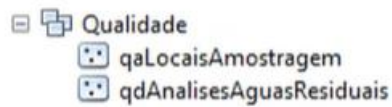


Figura 27: Qualidade

- ✓ Zona de gestão – mostra-nos a estrutura da entidade gestora, identifica as áreas de gestão e serve de suporte para a análise de cadastro (figura 28).

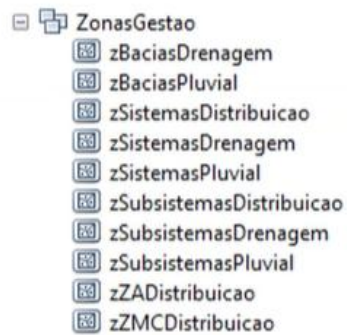


Figura 28: Zona de Gestão

Para a criação da rede geométrica apresento a figura 29 que nos mostra os passos que temos de seguir até a mesma estar concluída.

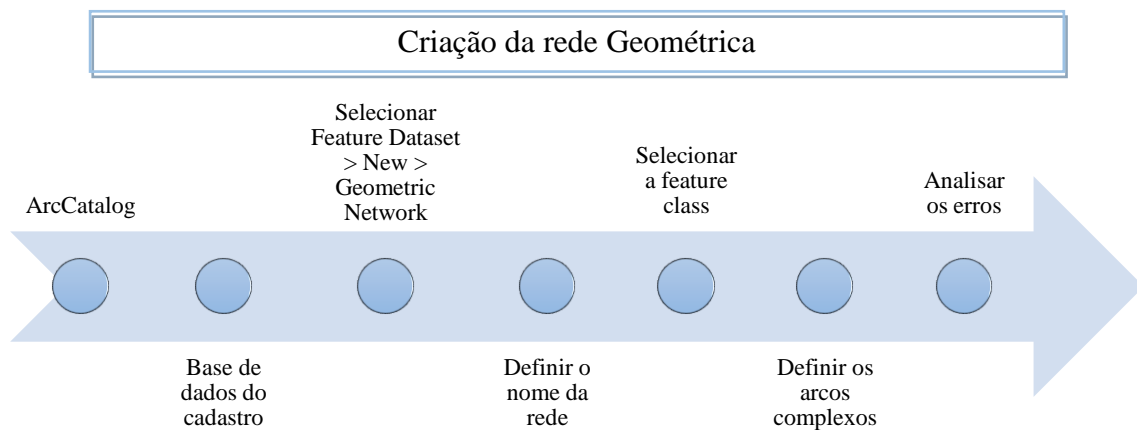


Figura 29: Criação da Rede Geométrica

Na figura 30 observa-se as ferramentas que existem para realizar a edição geográfica dos dados.



Figura 30: Edição Geográfica, Fonte: ESRI

Normalização da Rede

A normalização da rede do *InfraSIG* já possui as regras do cadastro, assim para verificarmos que as regras foram todas colocadas ao longo da edição devemos normalizar a mesma pois caso tenha falhado alguma ela vai colocá-la.

A normalização

- ✓ Implementa as regras de quebra, os nós virtuais, as linhas virtuais e os pontos de referência;
- ✓ Permite implementar as regras para as entidades selecionadas ou por toda a rede.

Ferramentas do *InfraSIG*

✓ Barra de edição do cadastro

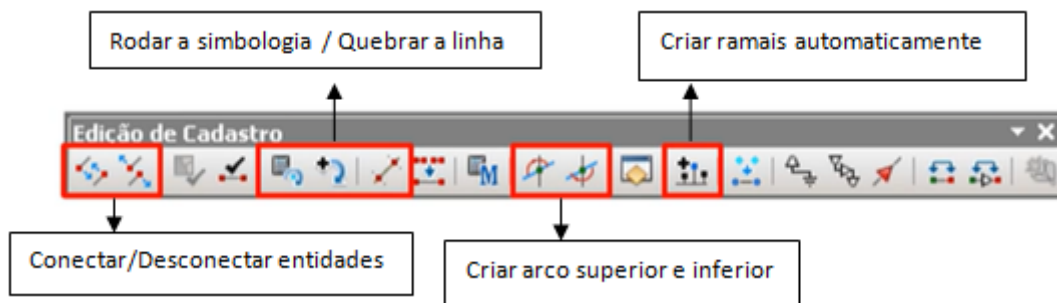


Figura 31: Edição de Cadastro

✓ Ferramentas de construção

- Criar um ponto no fim da linha;
- Adicionar um ponto e uma linha;
- Adicionar linhas a partir de outras linhas;
- Adicionar um ponto e quebrar a linha.

✓ Carregamento de dados

- Importação / Exportação;
- Simple Data Loader
- Object Loader / Network Incremental Loader
- Copiar / Colar;
- Geoprocessamento
 - *Merge*;
 - *Append*.

✓ Processo manuais

- Digitalização de plantas de cadastro;
- Cadastro de rede.

3. Metodologias

A sequência metodológica utilizada neste trabalho seguiu, em traços gerais, os passos gerais de um projeto SIG:

- Gestão da base de dados e sua adaptação ao Concelho de Chaves;
- Recolha de dados;
- Edição e tratamento dos dados;
- Exportação dos dados para a Base de dados do *InfraSIG*;
- Criação da Rede Geométrica;
- Entrega ao cliente.

A base de dados foi desenvolvida pela ESRI, mas como não está adaptada a certas áreas foi necessário acrescentar e atualizar campos pela Hidurbe Serviços, pois a base de dados está mais apta para a cidade e o Concelho de Chaves apresenta algumas freguesias de características rurais (figura 32).

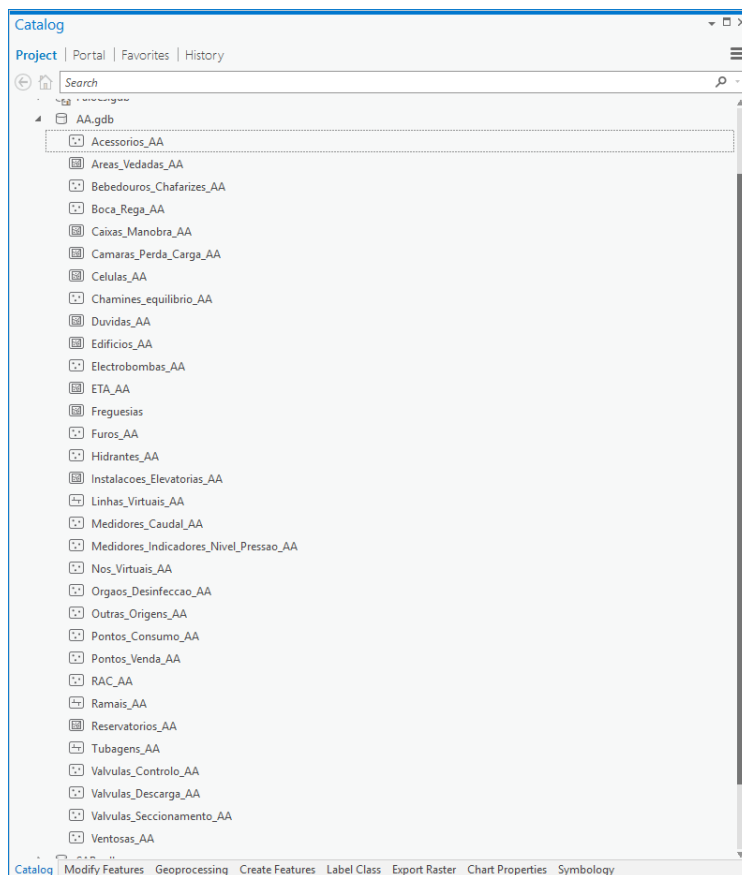


Figura 32: Base de dados

A recolha dos dados foi efetuada pelos técnicos do terreno, sendo constituído por 4 equipas, tendo sido sempre acompanhados por um técnico do Município que conhece a rede de abastecimento de água, por forma a orientá-los. O material utilizado para a recolha foi:

- Material para sinalização, *spray* e o detetor de metais;
- Distanciómetro;
- Tablet;
- Fita métrica;
- Georadar (ou GPR - *Ground Penetrating Radar*) é um método baseado na propagação de radiação eletromagnética de elevada frequência. É uma técnica que tem sido utilizada nos últimos 30 anos em várias áreas científicas, desde a prospeção geológica à construção civil e ao cadastro de estruturas (Lourenço, 2007) (figura 33).



Figura 33: Georadar

- GPS Stonex e GPS Spectra - as características dos dois gps's são idênticas, o que os distingue além da marca é, o GPS spectra é melhor para realizar levantamentos de paragens de autocarros, sinalização

rodoviária, árvores, entre outros, enquanto o GPS Stonex é mais especializado para topógrafos (figura 34).



Figura 34: Realização de levantamento de campo com o Gps Stonex

Antes de iniciar a análise e tratamento dos dados foi necessário recolher informações sobre a temática em estudo, para permitir uma melhor compreensão e execução. Deste modo, foi possível perceber o que significava cada acessório e órgão da rede, bem como os edifícios que compõem a mesma. Além disso, foram fornecidos documentos para melhor orientação no tratamento dos dados e no preenchimento das tabelas que compõem a base de dados (figura 35).



Figura 35: Exemplo de notas para correto preenchimento das tabelas de atributos

O próximo passo consistiu em aprender a trabalhar com o *ArcGis Pro*, o qual não é muito diferente dos *ArcGis Desktop*, porém, salienta-se o facto de a edição estar sempre ligada e poder gravar-se automaticamente de tempos a tempos, dependendo do tempo que pretendamos.

A edição do projeto foi efetuado no *ArcGis Pro* mas quando se criou a rede geométrica o trabalho foi realizado no *ArcGis Desktop* pois o *ArcGis Pro* ainda não possui o comando do *InfraSIG*.

Após a chegada dos dados ao gabinete estes são tratados consoante a freguesia que se vai trabalhar. Para tal, abre-se um livro de excel para cada órgão da rede e guarda-se no formato CSV com as respetivas coordenadas (figura 36). Seguidamente abre-se um novo projeto no *ArcGis Pro* e grava-se com o nome da freguesia que vamos editar, atribuindo-lhe de seguida as coordenadas ETRS_1989_Portugal_06_TM.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
	X	Y	Z	ID	DateAvant	Ciclo_Vida	EstConserv	Observac	TipoCotaZ	TipAcessor	DiamNomin	Material	PressaoNom	TipMontage	Atravencam	Cota	Imagem	Imagem 1	HRMS	VRMS
2	62052,32091	232499,9082	634,9493	0	28/07/2018	Null	Null	Soleira	Curva	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,01	0,02
3	62052,2821	232499,8125	634,95555	0	28/07/2018	Null	Null	Soleira	Curva	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,01	0,02
4	62052,31392	232500,1068	634,92655	0	28/07/2018	Null	Null	Soleira	Curva	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,02	0,03
5	62052,15691	232499,243	635,0718	0	28/07/2018	Null	Null	Soleira	Curva	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,01	0,02
6	64998,3935	232897,5048	799,4773	0	28/07/2018	Null	Null	Null	Te	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,01	0,01
7	67001,29904	235642,6045	803,93305	0	04/09/2018	Null	Null	Null	Curva	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,04	0,05
8	66994,36102	235641,5428	803,65255	0	04/09/2018	Null	Null	Null	Curva	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,03	0,04
9	66995,45779	235642,157	803,57105	0	04/09/2018	Null	Null	Null	Curva	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,03	0,04
10	67001,24179	235642,4958	803,46355	0	04/09/2018	Null	Null	Null	Curva	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,05	0,06
11	67046,14013	235766,8415	801,20255	0	04/09/2018	Null	Null	Null	Junta Cega	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,03	0,04
12	66948,6921	235720,0878	789,6638	0	04/09/2018	Null	Null	Null	Te	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,03	0,05
13	66924,01699	235717,2185	787,19055	0	04/09/2018	Null	Null	Null	Te	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,04	0,05
14	66900,55132	235670,1657	787,66555	0	04/09/2018	Null	Null	Null	Junta Cega	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,04	0,07
15	66836,1867	235759,7273	781,8723	0	04/09/2018	Null	Null	Null	Te	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,03	0,05
16	66834,66745	235761,1645	781,7898	0	04/09/2018	Null	Null	Null	Te	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,04	0,06
17	66930,69185	235901,624	777,9688	0	04/09/2018	Null	Null	Null	Junta Cega	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,03	0,05
18	66681,44006	235636,6251	767,20605	0	04/09/2018	Null	Null	Null	Junta Cega	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,03	0,06
19	66615,61504	235580,7447	754,8788	0	04/09/2018	Null	Null	Null	Te	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,01	0,02
20	66734,48325	235437,9196	765,98255	0	04/09/2018	Null	Null	Null	Junta Cega	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,03	0,05
21	66303,57043	235288,4899	732,90905	0	04/09/2018	Null	Null	Null	Junta Cega	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,03	0,05
22	66177,30818	235014,4581	713,83155	0	04/09/2018	Null	Null	Null	Junta Cega	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,01	0,02
23	66439,35891	235423,0397	744,3598	0	04/09/2018	Null	Null	Null	Te	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,01	0,02
24	66441,16986	235424,382	744,61055	0	04/09/2018	Null	Null	Null	Te	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,01	0,01
25	66098,40257	235601,1446	718,9443	0	04/09/2018	Null	Null	Null	Junta Cega	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,03	0,04
26	66267,90976	235449,1535	737,0723	0	05/09/2018	Null	Null	Null	Te	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,01	0,01
27	66141,22699	235355,7697	730,60405	0	05/09/2018	Null	Null	Null	Junta Cega	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,01	0,01
28	66717,24646	235691,7423	772,51605	0	05/09/2018	Null	Null	Null	Te	Null	Null	Null	0 NC	0	0				0,01	0,02

Figura 36: Livro de Excel em CSV com as coordenadas dos acessórios

Depois, são adicionadas as folhas de excel de cada órgão da rede para podermos transformá-las em shapefiles com as respetivas coordenadas, para isso é utilizado o comando Display X e Y, guarda-se na pasta da edição e atribui-se as coordenadas anteriormente mencionadas (figura 37).

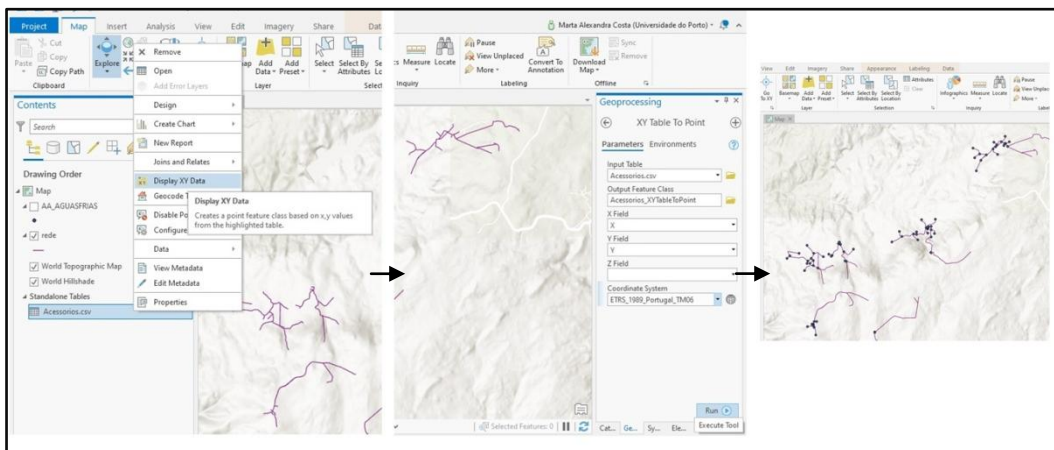


Figura 37: Transformação dos acessórios em shapefile com as respectivas coordenadas

De seguida, adiciona-se ao projeto a base de dados original da água e exporta-se para lá cada shapefile através da ferramenta *Append* (a exportação através desta ferramenta é efetuada através da identificação de cada coluna da shapefile na base de dados), começasse a tratar cada tabela de atributos dos órgãos e acessórios que compõem o sistema de abastecimento de água daquela freguesia, preenchendo os campos que estejam em branco e atribuindo cada fotografia a cada órgão, colocando-as na sua pasta respetiva.

Após isto, começa a editar-se o desenho da rede através da vectorização, iniciando-se pelo arranjo dos Te's, pois têm de fazer um ângulo de 90° (Perpendicular) (figura 38).

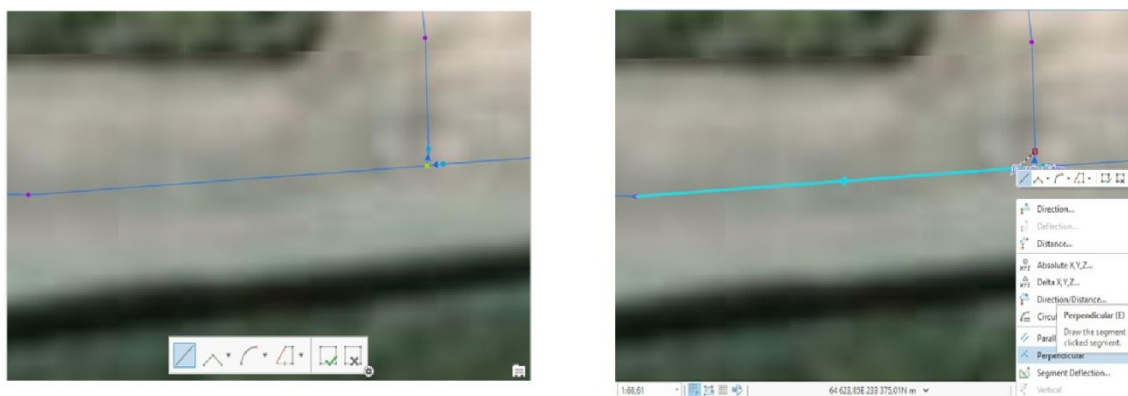


Figura 38: Arranjo do elemento da rede: te

Posteriormente, arredonda-se a rede para que não fiquem bicos, de modo a que se assemelhe à realidade (figura 39), quebra-se a rede nos acessórios, nos medidores de caudal, nas válvulas de descarga, nas válvulas redutoras de pressão e nas válvulas de seccionamento.

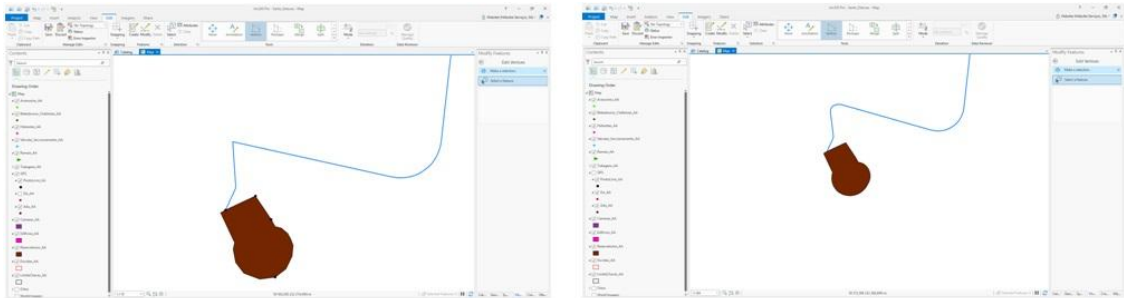


Figura 39: Arredondamento da rede e aperfeiçoamento do desenho do reservatório

Para finalizar, são desenhadas as áreas vedadas, as caixas, as câmaras perdas de carga, as células, os edifícios, as estações de tratamento de água, as instalações elevatórias e os reservatórios, que vêm marcados numa shapefile de pontos, denominado como pontos livres (figura 40).



Figura 40: Desenho do reservatório de Águas Frias

Para completar o projeto são desenhados os ramos que ligam os bebedouros e chafarizes, as bocas de rega, os hidrantes, as válvulas de ramal e as ventosas à rede de abastecimento de água. Estes são desenhados desde o ponto dos órgãos mencionados até à conduta com um ângulo de 90°, atribuindo-se posteriormente os diâmetros de

cada órgão ao ramal. Por exemplo, se for uma boca-de-incêndio, o diâmetro é de 50, se for uma boca de rega o diâmetro é de 25 (figura 41).

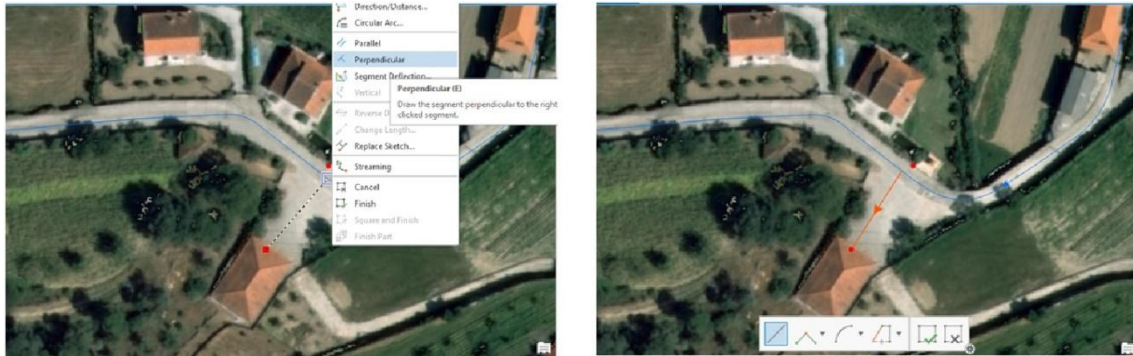


Figura 41: Desenho do ramal do hidrante na perpendicular (90°)

Os ramais dos pontos de consumo que estão mais afastados da rede são os últimos a ser desenhados (figura 42) e os que ligam diretamente à rede são desenhados no *InfraSIG* de forma automática.



Figura 42: Desenho do ramal do Ponto de Consumo que se encontra afastado da rede abastecimento de água

Após a edição dos dados, estes são exportadas para uma nova base de dados, que é a base de dados do *InfraSIG*, através da ferramenta *Append* e posteriormente são desenhados de forma automática através do comando do *InfraSIG* os ramais dos pontos de consumo que ligam diretamente a rede, pois este já tem incorporado em si as regras do cadastro, neste caso os ramais devem ser ligados à rede na perpendicular.

Depois normaliza-se a rede para perceber se as regras estão bem aplicadas e caso falhe alguma ele apresenta-nos uma mensagem de erro onde nos indica qual é o erro e onde se localiza para que o possamos corrigir. De seguida é criada a rede geométrica através do *ArcCatalog* e após a sua criação aparece a mensagem a dizer quantos erros existem no projeto.

Por fim abre-se a tabela de erros no *ArcGis* para podermos perceber quais são os erros e corrigi-los. Na tabela aparece o número do órgão da rede p.ex: 313, o ID do mesmo p.ex: 42578 e o número do erro p.ex: 12, para percebemos qual é o erro, é fornecido pelo *InfraSIG* uma tabela com os mesmos e para a sua resolução fazemos um *zoom* no erro e corrigimo-lo (figura 43).

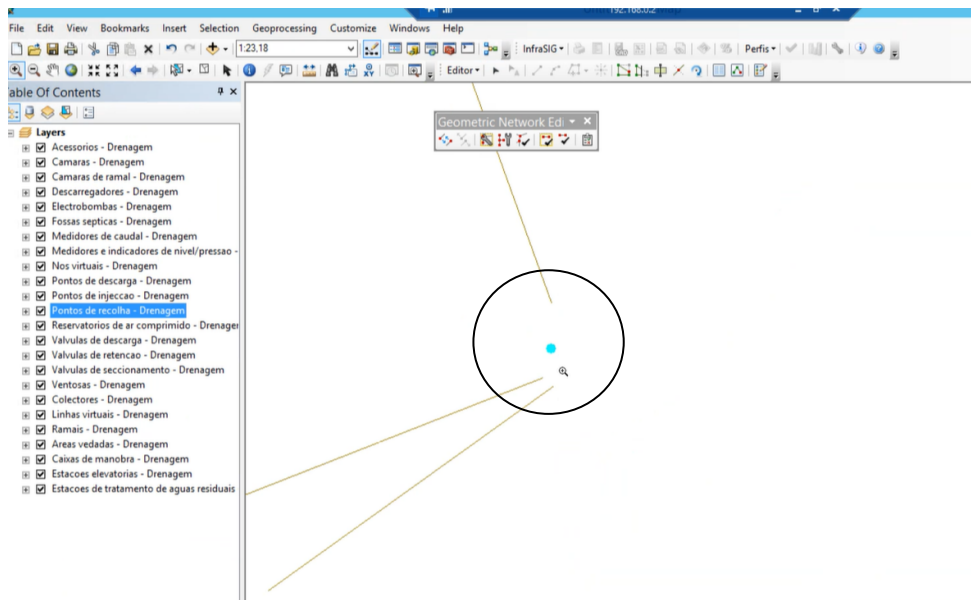


Figura 43: Erro 16 – Não esta conectada a nenhum recurso.

O município de Chaves é habitado desde a pré-história até a atualidade, sendo que por aqui passaram várias culturas e civilizações tais como a romana, visigótica e muçulmana, sendo que, a que mais se destacou e cresceu foi a romana, de quem Aqua Flavie foi a sua representante. Foi a 12 de Março de 1929 que foi elevada à categoria de cidade (Câmara Municipal de Chaves, 2020).

Para conhecer o concelho de Chaves existem diversos locais para visitar tais como: rotas e os percursos existentes, o património, os museus, as termas & SPA, as festas e romarias, os parques e jardins, o artesanato e a gastronomia.

O património natural de Chaves conta com as rotas e os percursos existentes (figura 45) que são: o Caminho Português Interior de Santiago, Trilhos, Rota Termas e de Água e Rota N2, de modo a, conhecer o património material e imaterial, a flora e a fauna, a cultura local, a riqueza etnográfica, a gastronomia, as festas e costumes do município de Chaves.

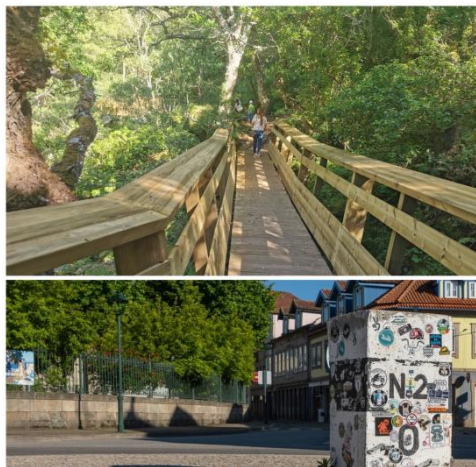


Figura 45: Rotas e Percursos. Fonte: Câmara Municipal de Chaves

O património cultural com maior destaque no Concelho de Chaves é: o Castelo de Chaves, o Castelo e Torre de Santo Estevão, o Castelo Monfort de Rio Livre, o Forte de São Neutrel, o Forte e Convento de São Francisco, a Igreja de São João Batista, a Ponte Romana de Trajano (figura 46) e a Torre de menagem do Castelo de Chaves.



Figura 46: Ponte Romana de Trajano, Chaves. Fonte: Chaves - História, Cultura e Património

Para conhecer melhor a história flaviense nada melhor do que visitar os seus museus sendo estes os seguintes: a Rede de Museus Municipais (figura 47), o Museu de Arte Contemporânea Nadir Afonso e a Casa Museu João Vieira.



Figura 47: Rede de Museus municipais. Fonte: Câmara Municipal de Chaves

Para quem quer relaxar a cidade de Chaves dispõem ainda das Termas de Chaves e do Balneário Pedagógico de Vidago. As Termas de Chaves têm tradição milenar na cura de afecções músculo-esqueléticas, do aparelho digestivo e respiratórias e aproveitar estas propriedades medicinais para a prevenção e a cura de afecções contemporâneas e o Balneário Pedagógico de Vidago é o local ideal para relaxar, onde existem vários tratamentos e programas, adaptados às necessidades dos utilizadores (Câmara Municipal de Chaves, 2020).

Em termos de festas e romarias, temos a Festa dos Povos, a Festividade de N^a Senhora das Graças e as Festas da Cidade que atraem imensos visitantes à cidade de Chaves.

A cidade de Chaves tem um vasto conjunto de áreas verdes que a designam como cidade jardim, estes espaços são junto ao rio Tâmega o que permitem desfrutar de tempo de qualidade com toda a família. Estes parques e jardins são: Jardim público, Jardim Botânico e Zoológico da Quinta do Rebentão e o Parque de Vidago (Câmara Municipal de Chaves, 2020) (figura 48).



Figura 48: Parques e Jardins, a) Jardim Botânico e Zoológico da Quinta do Rebentão, b) Jardim público e c) Parque de Vidago. Fonte: Câmara Municipal de Chaves

O artesanato era muito importante para as gentes flavienses que o produziam pelas próprias mãos e era daqui que advinham os seus rendimentos. Era na freguesia de Vilar de Nantes que produziam os utensílios em barro, tais como: Panelas de barro, cafeteiras, vasos, púcaros e talhas, bem como cestos e na freguesia de Soutelo eram produzidas as mantas (Câmara Municipal de Chaves, 2020) (figura 49).



Figura 49: Artesanato. Fonte: Câmara Municipal de Chaves

A gastronomia Flaviense é única, inigualável e variável destacando assim o famoso presunto de Chaves, o Pastel de Chaves, o Folar de Chaves, a Alheira, a Linguiça, o Chouriço de cabaça, o Salpicão e a Bucheira (Câmara Municipal de Chaves, 2020) (figura 50).



Figura 50: Gastronomia Flaviense. Fonte: Câmara Municipal de Chaves

4.1. Cadastro da Rede de Abastecimento de água do Concelho de Chaves

A rede de abastecimento de água do Concelho de Chaves tem uma extensão de 777,614 Km. Através da figura 51 podemos observar que a rede de água se concentra

mais nas freguesias de Santa Maria Maior, na União das freguesias de Santa Cruz/Trindade e Sanjurge e na União das freguesias da Madalena e Samaiões, isto porque é nestas freguesias que se localiza o Centro de Chaves mas também é onde há uma maior densidade populacional (apesar de haver outras freguesias com uma densidade populacional média). A tubagem que predomina no Concelho de Chaves é a que tem como função a Distribuição, e a tubagem que menos predomina é a aquela que tem como função a Adução/Distribuição.

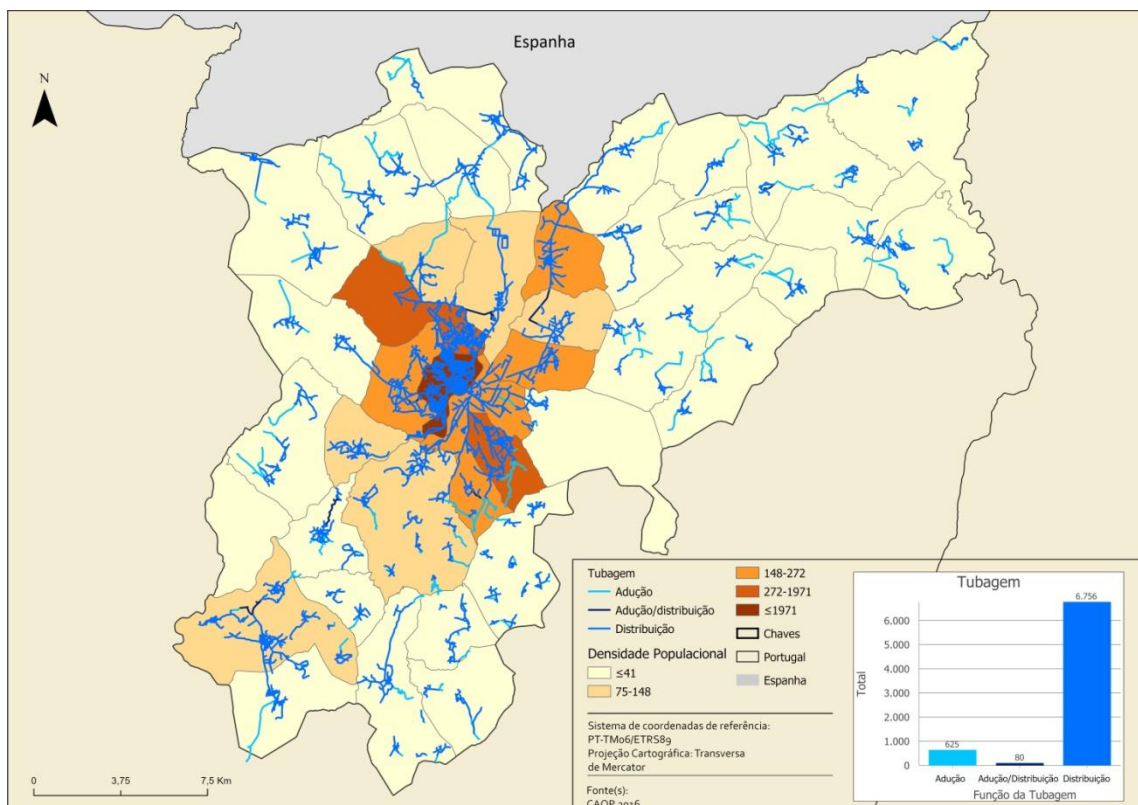


Figura 51: Rede de água do Concelho de Chaves e a Densidade Populacional

Na tabela 2 podemos ver as quantidades das componentes que compõem a rede de abastecimento de água do Concelho de Chaves.

Tabela 2: Componentes da Rede de Abastecimento de água do Concelho de Chaves

Componentes da Rede de Abastecimento de água	Quantidade
Acessórios	4397
Áreas Vedadas	13
Bebedouros, Fontanários e Chafarizes	461
Bocas de rega	183
Caixas de Manobras	795
Camara Perda de Carga	25
Células	170
Edifícios	113
Eletrobombas	35
Estações de tratamento de água	75
Furos	57
Hidrantes	1482
Instalações Elevatórias	26
Medidores de Caudal	31
Outras Origens da água	238
Pontos de Consumo	27033
Ramais	40693
Reservatórios	164
Reservatórios de Ar Comprimido	1
Tubagens	7461
Válvulas de Controlo	11
Válvulas de Descarga	66
Válvulas de Seccionamento	5128
Ventosas	95

No Concelho de Chaves existem 1482 Hidrantes. Com a análise da figura 52 podemos verificar que os Hidrantes se concentram mais nas freguesias de Santa Maria Maior, na União das freguesias de Santa Cruz/Trindade e Sanjurge e na União das freguesias de

Vidago, Arcossó, Selhariz e Vilarinho das Paranheiras, já o tipo de hidrante que mais prevalece é a Boca-de-incêndio. Na figura 53 podemos observar que o diâmetro nominal que mais predomina é o de 50, isto porque na figura 52 constatamos que são as bocas-de-incêndio que mais predominam e estas têm este diâmetro nominal.

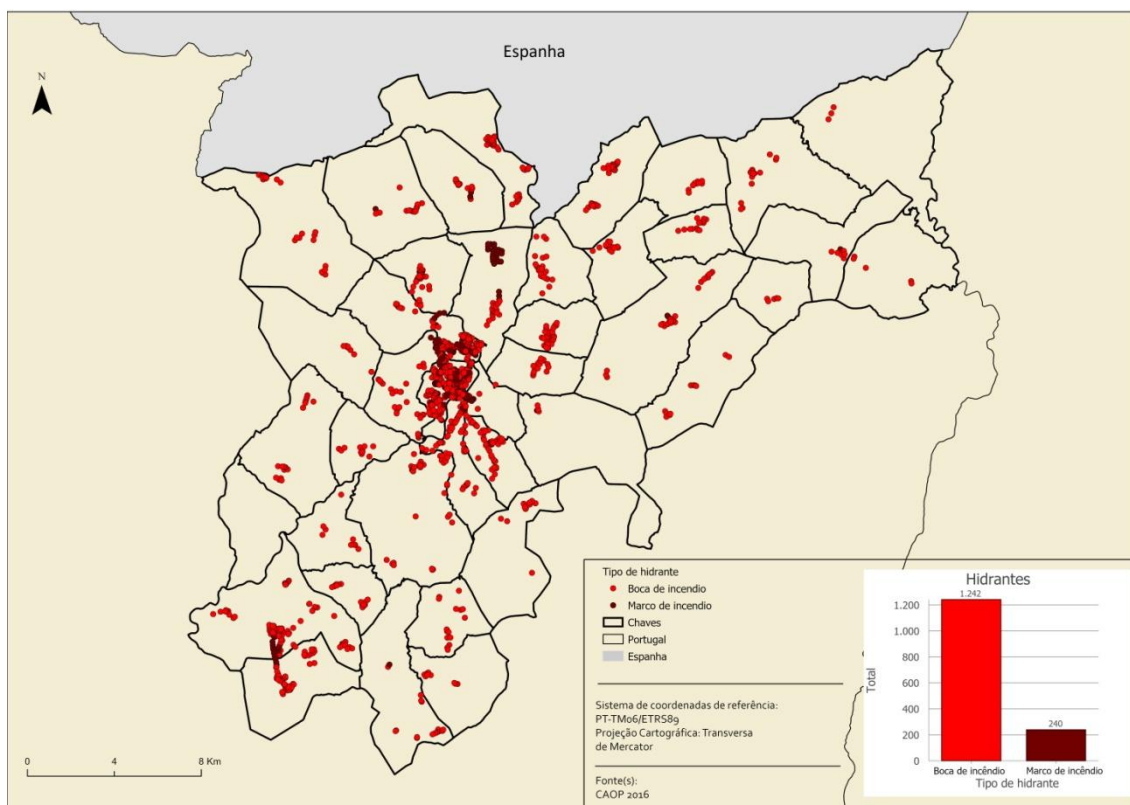


Figura 52: Tipo de Hidrantes do Concelho de Chaves

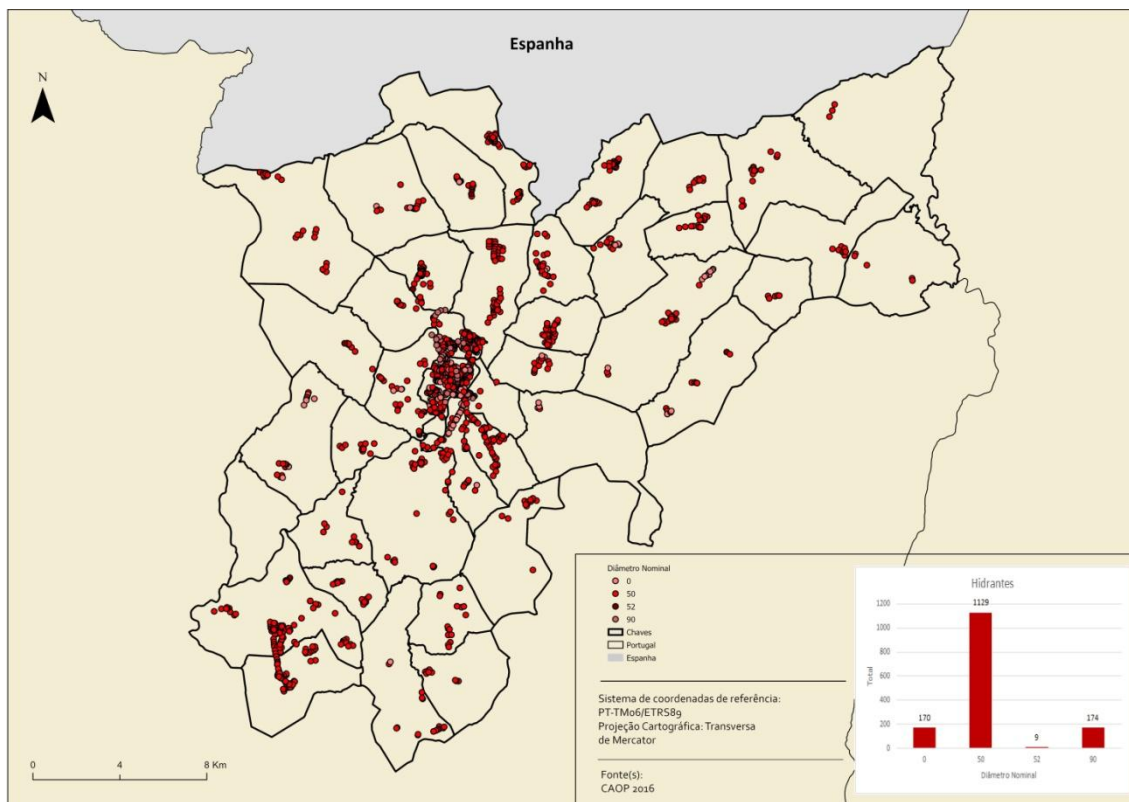


Figura 53: Diâmetro Nominal dos Hidrantes no Concelho de Chaves

O Concelho de Chaves não possui muitos Bebedouros, Fontanários e Chafarizes, tendo apenas 461 ao longo de todo o Concelho. Quanto ao tipo são os Fontanários que predominam e o Tanque é o que menos predomina (figura 54).

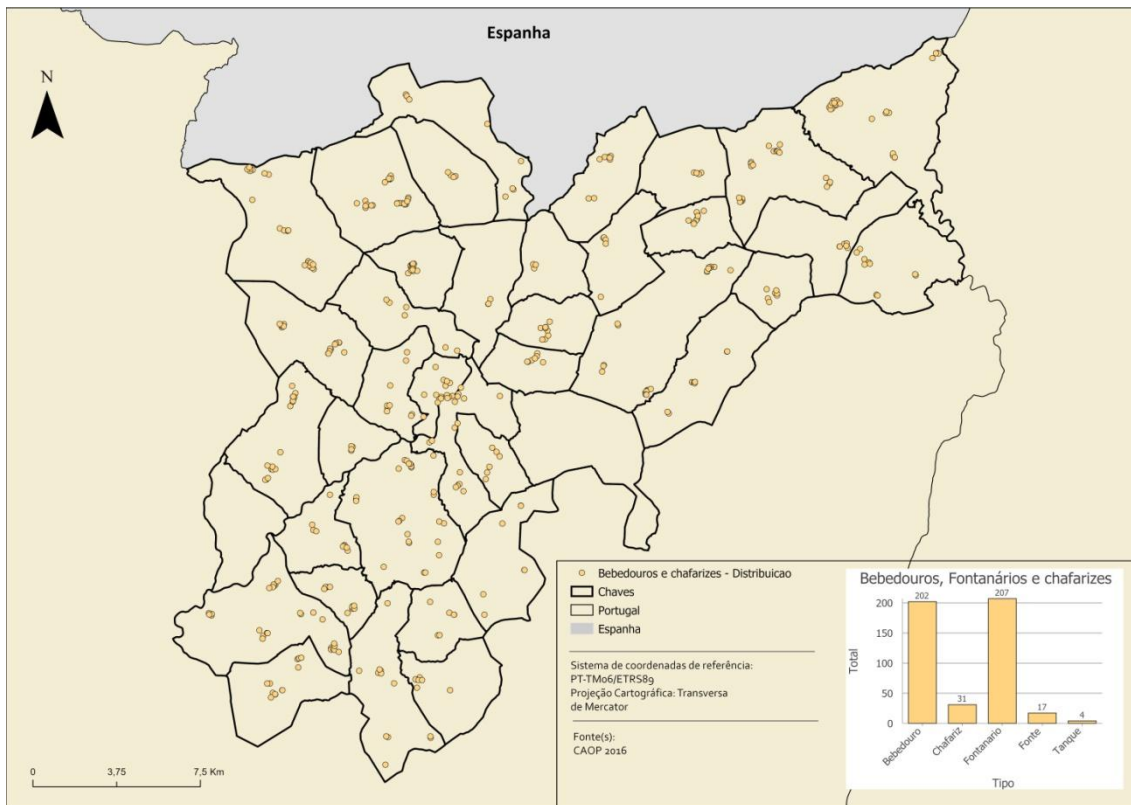


Figura 54: Bebedouros, Fontanários e Chafarizes no Concelho de Chaves

As Outras Origens da água só existem nas freguesias que há adução pois são locais onde existem nascentes que depois vão para as Estações de Tratamento de Água para fazer o tratamento da mesma e posteriormente ser distribuída para a população. O tipo das outras origens da água que mais predomina em Chaves são as Nascentes, sendo que existem variados tipos de outras origens (figura 55).

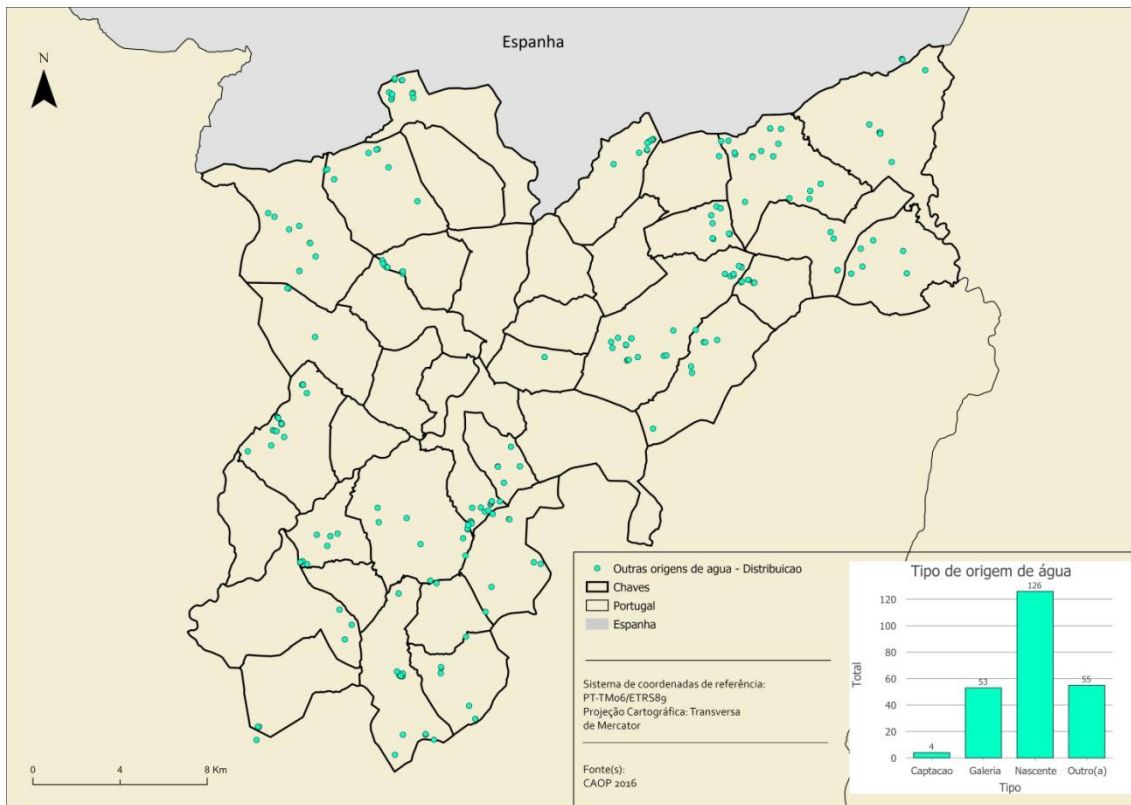


Figura 55: Outras Origens de água no Concelho de Chaves

Na figura 56 estão representados os Pontos de Consumo do Concelho de Chaves e pode-se afirmar que onde se concentram mais é nas freguesias de Santa Maria Maior, na União das freguesias de Santa Cruz/Trindade e Sanjurge e na União das freguesias da Madalena e Samaiões, já na freguesia de Cimo de Vila de Castanheira não existem pontos de consumo por isso pode-se constatar que nesta freguesia ainda não se paga água.

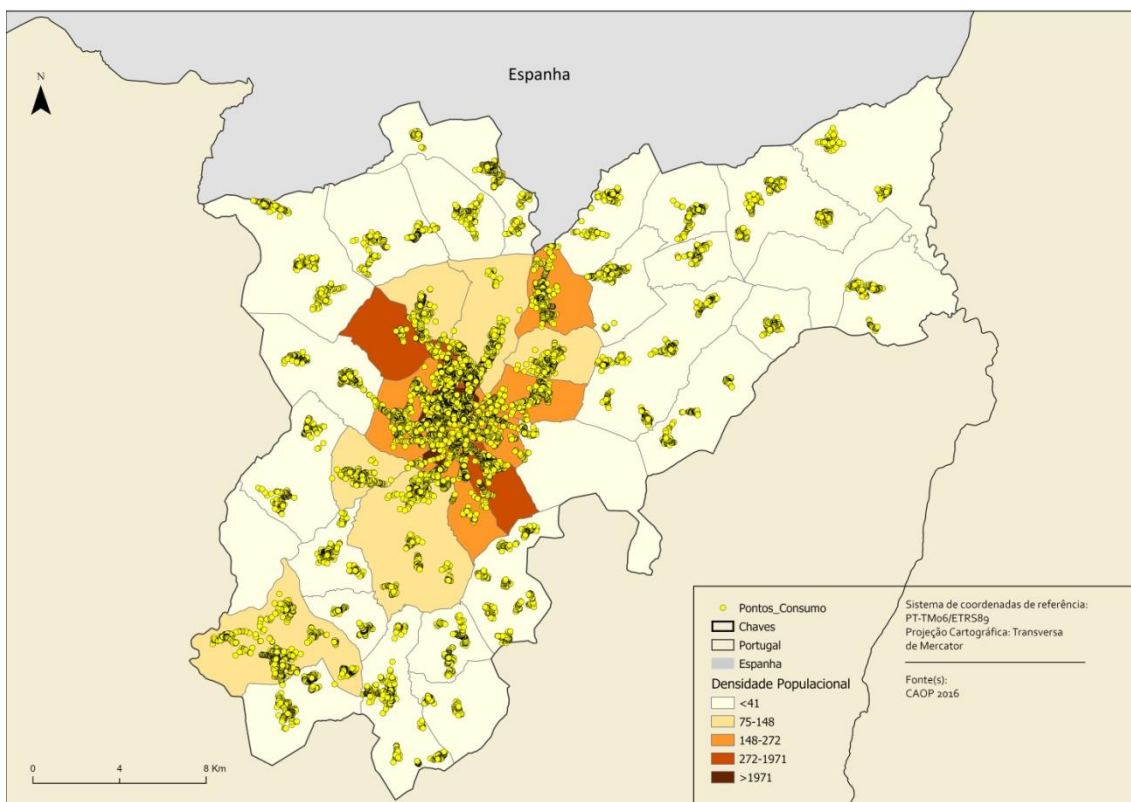


Figura 56: Pontos de Consumo no Concelho de Chaves e Densidade Populacional

No Concelho de Chaves onde existem mais Válvulas de Seccionamento é nas freguesias de Santa Maria Maior, na União das freguesias de Santa Cruz/Trindade e Sanjurge e na União das freguesias da Madalena e Samaiões, sendo que na Freguesia de Mairos não existem Válvulas de Seccionamento e o tipo de válvula que mais prevalece ao longo do Concelho é o de Cunha (figura 57).

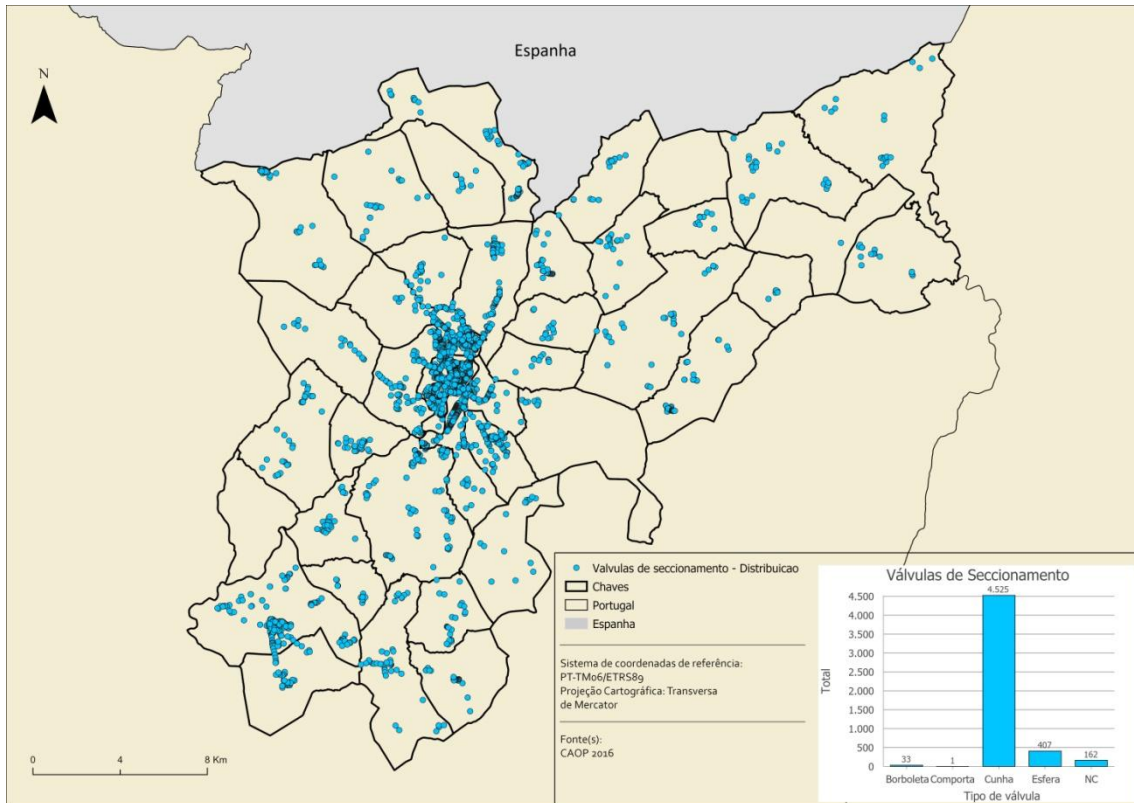


Figura 57: Válvulas de Seccionamento no Concelho de Chaves

A freguesia de Santa Maria Maior é uma das freguesias que faz parte do Centro de Chaves, ao analisar a rede de abastecimento por freguesia verifiquei que é esta freguesia que tem uma maior extensão de rede de abastecimento de água, no que toca a acessórios e órgãos. A freguesia de Santa Maria Maior é composta por 758 Acessórios, 16 Bebedouros e Chafarizes, 130 Bocas de rega, 392 Hidrantes, 162 Medidores de Caudal, 10 080 Pontos de consumo, 3 Válvulas de Descarga, 2 188 Válvulas de Seccionamento e 5 Ventosas, tem uma extensão de 66,021 km de rede e 40,522 km de ramais, como podemos ver na figura 58.

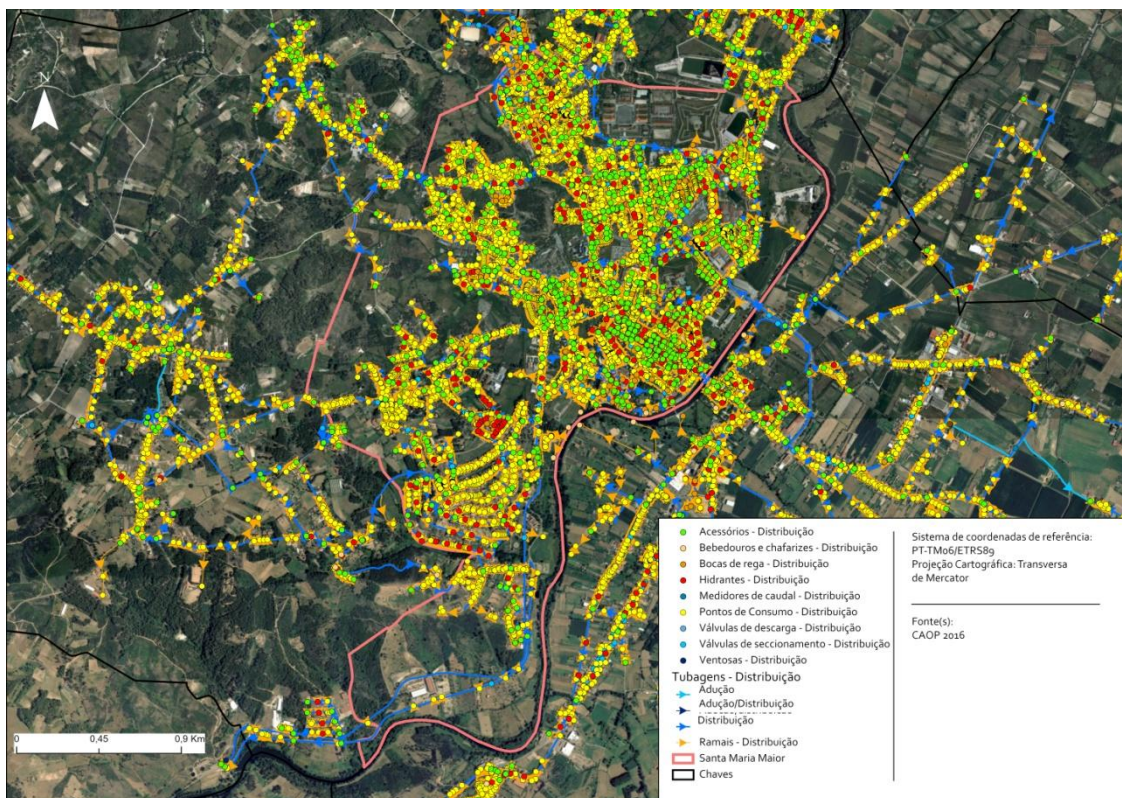


Figura 58: Abastecimento de água da freguesia de Santa Maria Maior

Na figura 59 podemos observar que na freguesia de Santa Maria Maior por cada rua existe uma grande quantidade de órgãos que compõem a rede de abastecimento de água, tudo isto supostamente se deve ao facto de ser nesta freguesia do Concelho de Chaves onde há um maior número a nível populacional.

fuga de água ou falta de pressão num determinado local. Podem ainda verificar as ordens de trabalhos ou seja, onde se encontram a trabalhar ou quando prevê ir para um determinado local, identificar os locais de corte de água em caso de fuga, em vez de haver um corte total da rede, dá para haver apenas um corte parcial para isso é necessário que se tenham as válvulas de seccionamento e assim conseguimos obter qual o local onde estas devem ser fechadas para se puder intervir. Dá para perceber quais são as áreas mais afetadas pois se forem assinaladas todas as ocorrências conseguimos verificar onde existem mais áreas afetadas num dado local tal como as reclamações da qualidade da água, identificar o tempo de vida das condutas, através do material das mesmas, analisar o estado do cadastro, analisar as zonas críticas da rede, registar os locais de recolha de amostra e posteriormente comparar os resultados com anos anteriores e guardar como anexo os relatórios e por fim identificar os locais com resultados insatisfatórios, entre outros.

Para se perceber como foi feita a exportação dos dados do cadastro de abastecimento de água de Chaves para a Base de dados do InfraSig e posteriormente criada a rede geométrica passo a citar os passos.

Após a edição e tratamento dos dados do cadastro no *ArcGIS Pro* foram importados os dados para uma base de dados do *InfraSIG*, através da ferramenta *Append*, para posteriormente ser criada a rede geométrica (figura 60).

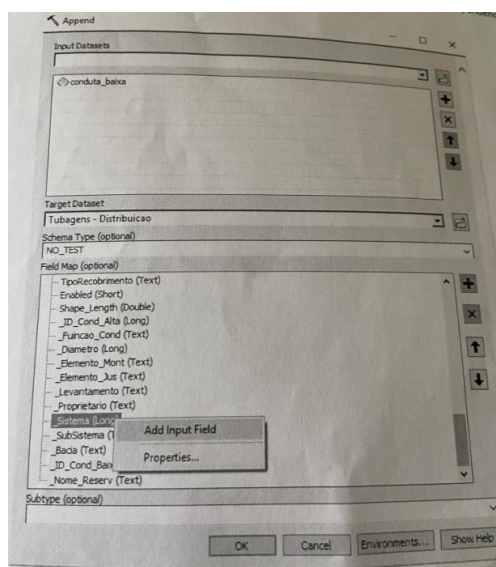


Figura 60: Ferramenta Append

Depois de migradas todas as camadas para a base de dados liga-se a edição e abre-se o painel do *InfraSIG* para normalizar a rede do cadastro, sendo que é possível aparecer mensagens de erro durante esse processo, por exemplo (figura 61 e figura 62):

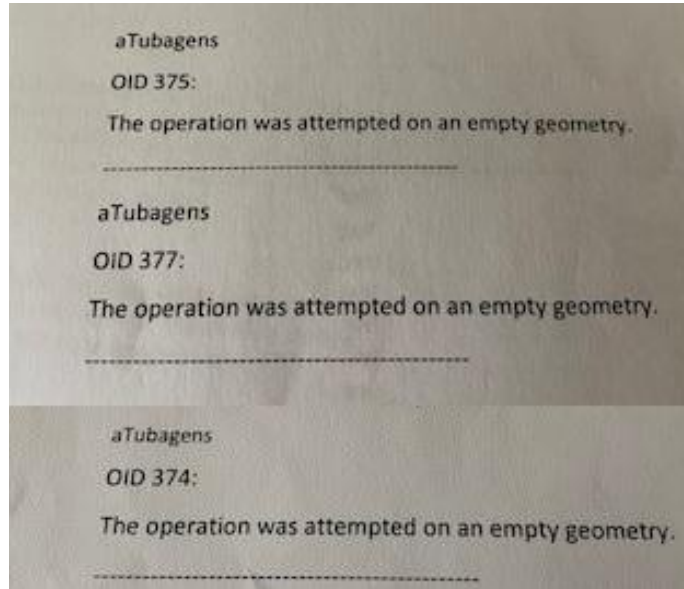


Figura 61: Mensagens de erro

Após a resolução dos problemas apresentados volta a fazer-se a normalização que será concluída com sucesso e assim já pudemos criar a rede geométrica.

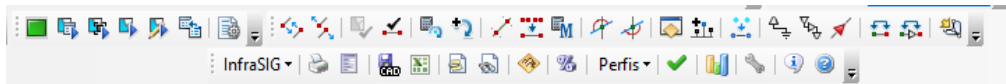


Figura 62: Painel do InfraSIG

Para a criação da rede geométrica (figura 63) é necessário adicionar a base de dados ao *ArcCatalog*, depois carrega-se nela com o direito do rato e selecciona-se *New* e depois *Geometric Network*.

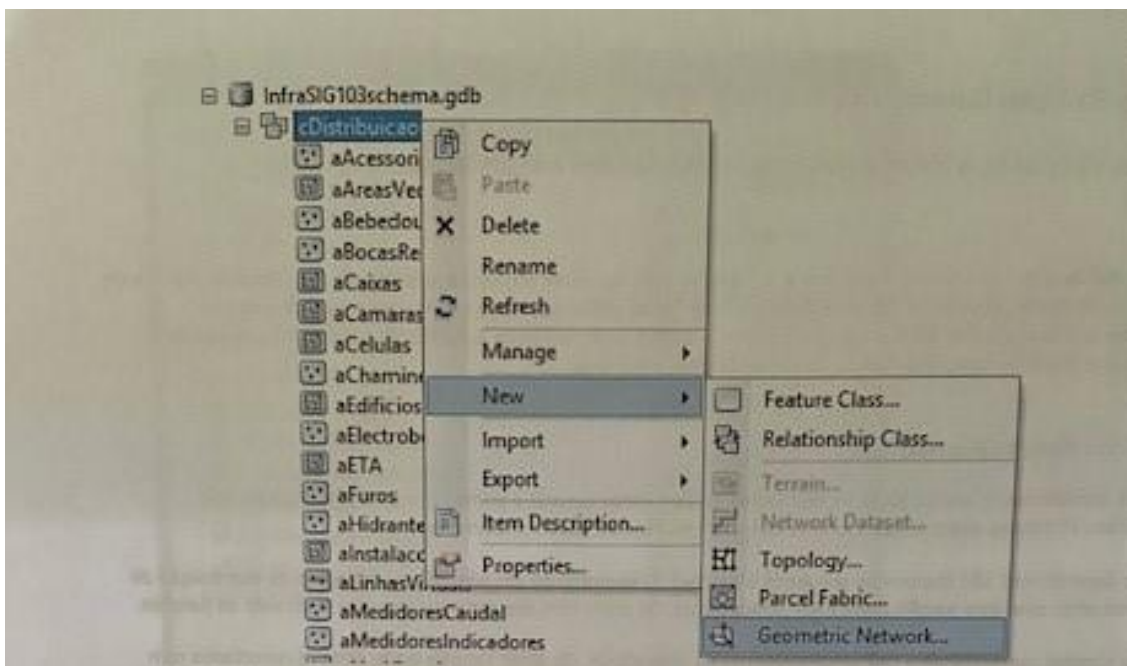


Figura 63: Criação da rede geométrica

De seguida abre-se este painel e atribui-se-lhe o nome ou se não quisermos deixamos estar o que aparece por defeito, deixamos desativadas a *snap features within specific tolerance* e carrega-se em *next* (figura 64).

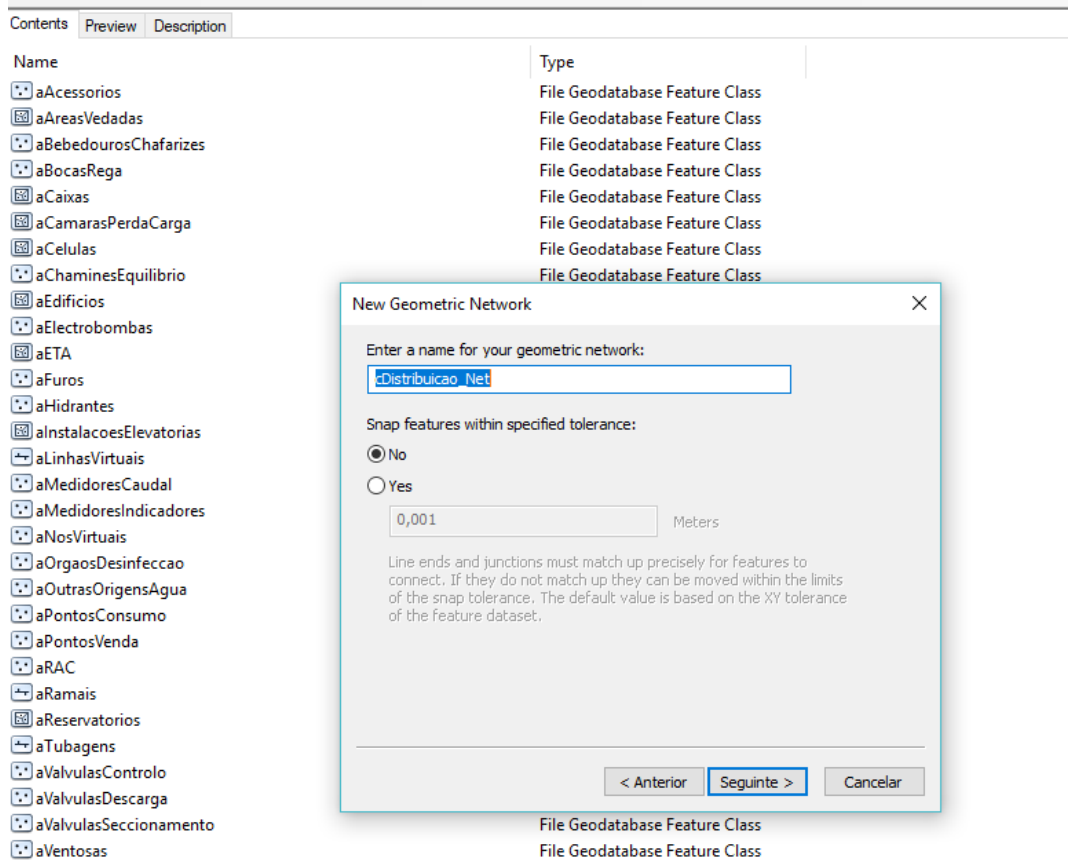


Figura 64: Atribuição do nome a rede geométrica

Aqui são apresentadas as *feature classes* que fazem parte da rede geométrica e clicamos em *Select all* e carregamos *Next* (figura 65).

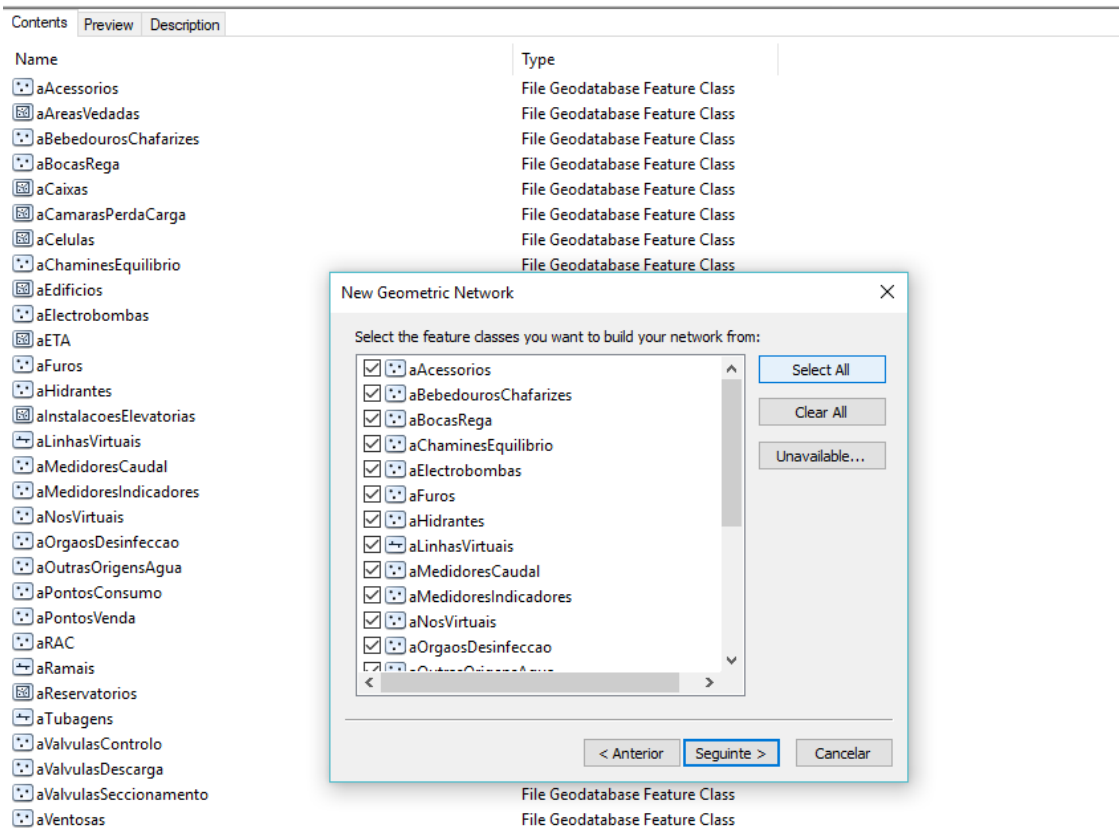


Figura 65: Feature Classes a serem incluídas na rede geométrica

No passo seguinte é apresentado o *snapping* dos elementos de acordo com a coordenada z como todos os elementos possuem a coordenada z avançamos clicando em *Next*.

No antepenúltimo passo são atribuídas as regras que os elementos da rede têm de seguir, as *feature classes* de tubagens/coletores e ramais devem ser definidas com a regra *complex edge* as restantes *features classes* mantêm a regra *simple junction* depois de atribuídas as regras *carrega-se em next* (figura 66).

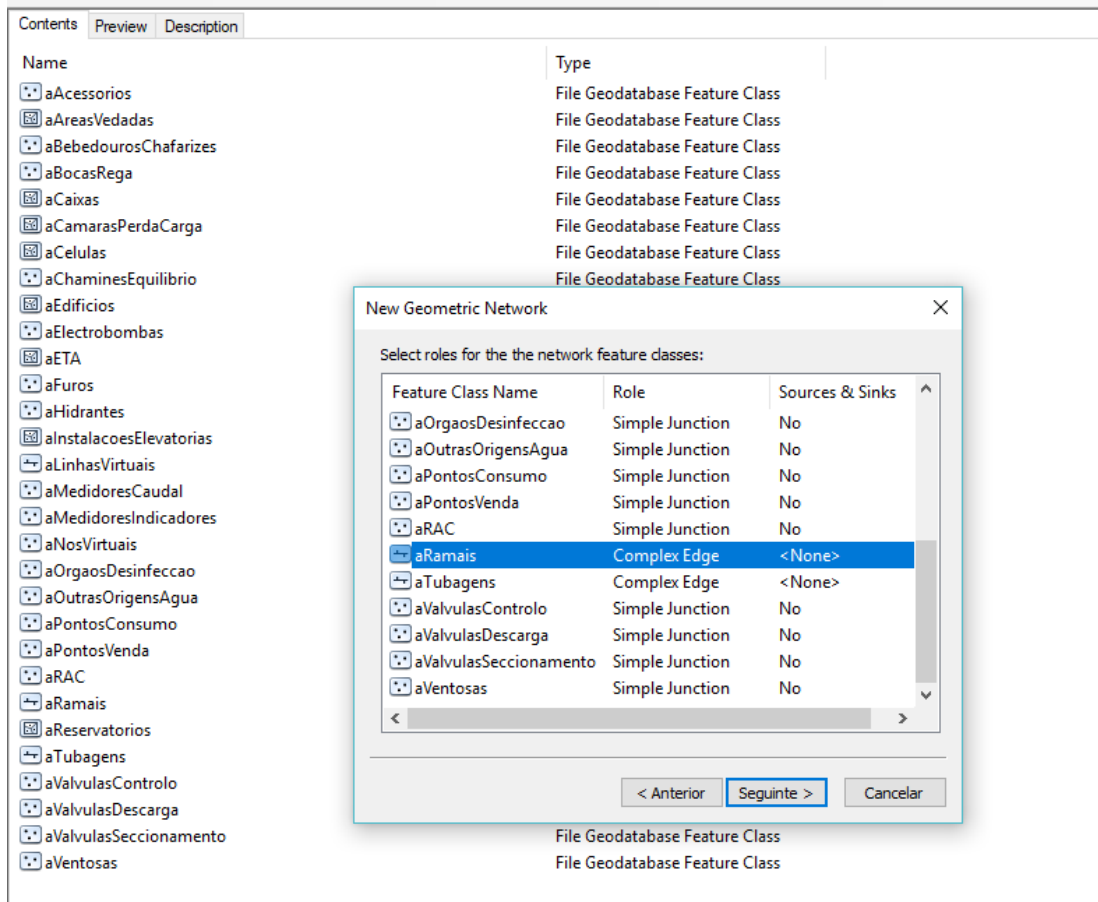


Figura 66: Atribuição de regras aos elementos da rede de abastecimento

Por fim, clica-se em *Next* pois não definimos nenhuns pesos e no último passo aparece uma janela de sumário se estiver tudo bem carregamos *finish* caso tenhamos de alterar alguma opção carregamos em *back* (figura 67).

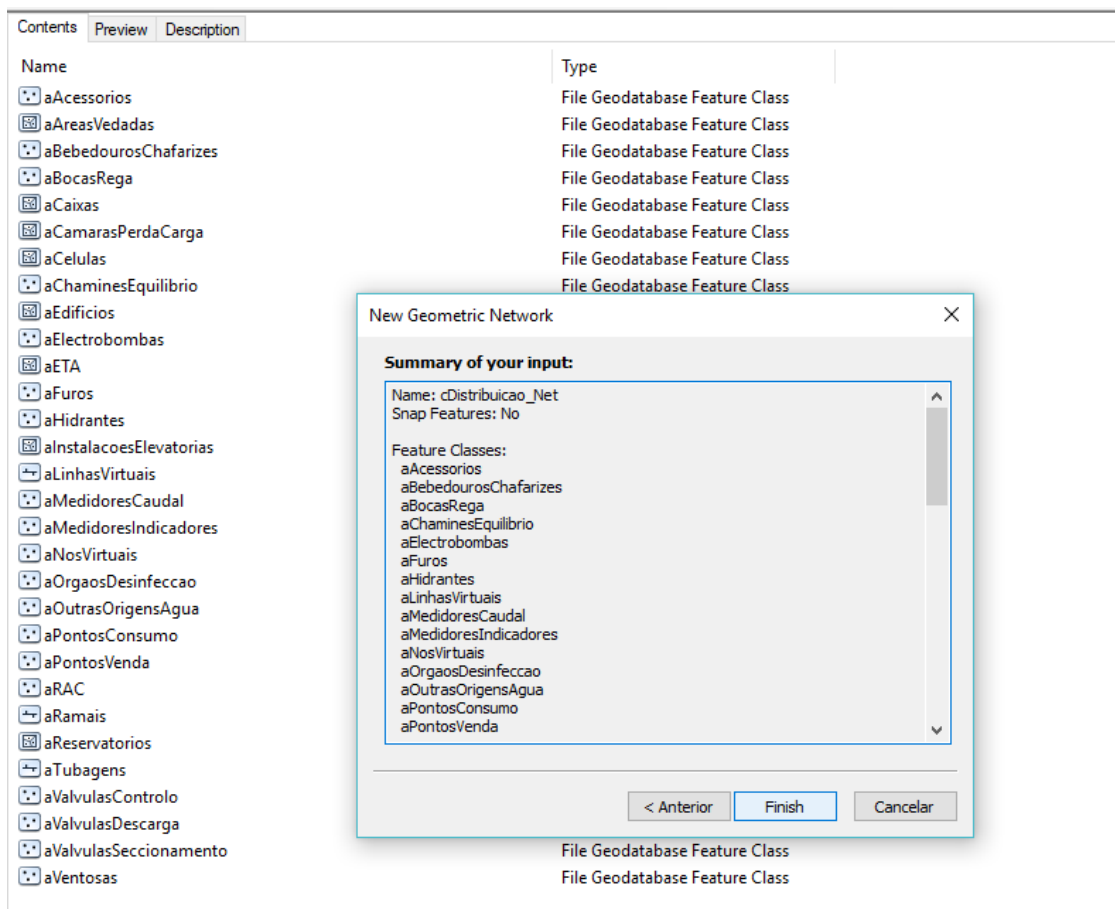


Figura 67: Finalização para a criação da rede geométrica

Depois de criarmos a rede geométrica se houver erros aparecera-nos uma mensagem de erros a dizer quantos são, assim abrimos o *ArcMap* e adicionamos lá a tabela de atributos dos erros (figura 68).

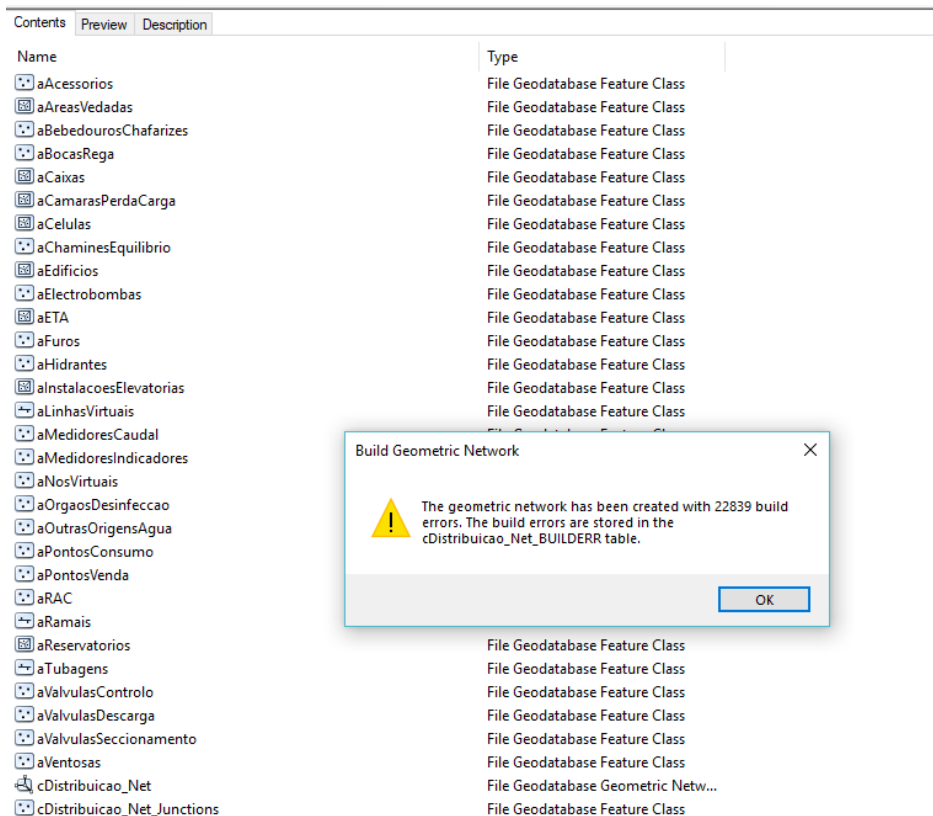


Figura 68: Mensagem com os erros detetados ao longo da criação da rede geométrica

Para percebermos quais são os erros existentes, existe uma tabela fornecida pelo sistema que nos permite procurar o significado daquele número para posteriormente corrigirmos o erro (figura 69).

Network build errors table

ArcMap 10.3 | Other versions ▾

License: While geometric networks can be both created and edited in ArcGIS for Desktop Advanced and Standard, they are read-only in Basic.

Error Code	Error description
10	The feature has an empty geometry.
11	The feature's geometry has multiple parts.
12	The feature's begin and end vertex are the same.
13	The feature has a geometry with zero length.
14	The edge feature is associated with the same from-to junction feature.
15	The junction is coincident with an edge-feature vertex having a different z-value.
16	The junction is not connected to any other edge feature.
17	Edge features prevented from collapsing on themselves because their length is near the snapping tolerance.

Figura 69: Significado de cada erro da criação da rede geométrica

Após a correção dos erros repetimos o processo e se não der nenhum erro então já temos toda a informação no *InfraSIG*.

O adastro é de extrema importância para as Camaras Municipais, pelo facto de este possuir informações acerca da Rede de Abastecimento de água, caso seja necessário intervir, seja para a renovação, manutenção, construção e ou reabilitação dos seus órgãos. A falta de informação pode levar a consequências muito graves quando se toma a decisão de intervir na rede, podendo comprometer a qualidade e o custo do serviço.

Para isso é realizada a recolha de dados no terreno, a edição e tratamento em gabinete onde esses dados serão colocados numa base de dados para ser entregue ao cliente e onde o mesmo a pode visualizar e alterar. Este método apresentou ser prático que foi adotado por algumas entidades os Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

O cadastro serve para minimizar e reduzir custos quando existem anomalias

alterações, reparações, entre outros, em algum local na rede, para o conhecimento da rede, seja em extensão ou em órgão que existiam em algum local específico, o estado de conservação da rede, a gestão de clientes pois ainda existem regiões onde a água não se paga pois o Município não tem controlo da mesma ou quando existe uma falha saiba quais os clientes afetados e os possa alertar para tal.

Considerações Finais

O cadastro da rede da água é muito importante para as entidades gestoras, logo é fundamental o seu conhecimento. Caso seja necessário intervir na mesma, seja para a sua renovação, manutenção, construção ou reabilitação, é necessário conhecer detalhadamente a localização de cada elemento da rede, uma vez que a falta de informação pode levar a consequências muito graves quando se toma a decisão de intervir, podendo comprometer a qualidade e o custo do serviço.

O cadastro serve para minimizar e reduzir custos quando existem anomalias, alterações e reparações, num dado local da rede, mas também para saber pelo que é composta a rede, qual a sua extensão, o seu estado de conservação, a gestão dos clientes, entre outros.

Após a análise dos resultados, verificou-se que no Município de Chaves ainda existem algumas anomalias na sua rede, desde habitações longínquas onde é necessário realizar uma grande puxada de ramal desde a habitação até à rede de abastecimento de água que apenas se encontra na estrada/rua principal. Há freguesias deste município onde existe mais do que um ponto de consumo e mesmo assim ainda não foi feita uma puxada de rede para aquele local tendo que ser realizadas várias puxadas de ramal até chegar a rede de abastecimento de água; não existem pontos de consumo e os habitantes utilizam a água de forma gratuita; há défice de órgãos ao longo da sua rede, entre outros.

Já o InfraSIG é uma mais-valia para o cadastro da rede pois é através dele que a entidade gestora consegue realizar várias tarefas tais como: consultar, editar e explorar o cadastro da rede de abastecimento; analisar as roturas ao longo da rede de abastecimento; obter os indicadores pedidos pelo ERSAR no final de cada ano; obter os custos caso seja necessário reabilitar, expandir ou substituir a rede; localizar as ocorrências de modo a que a resposta ao cliente seja mais rápida; registar os locais de recolha de amostra; analisar as zonas críticas da rede; identificar os locais de corte de água em caso de fuga; quais são as áreas mais afetadas da rede; identificar a vida útil das condutas; entre outros. Assim, a entidade gestora consegue minimizar custos pois

não precisa de voltar a realizar o levantamento da rede ou seja, a própria consegue fazê-lo à medida que o vai alterando, conseguindo sempre saber tudo o que aconteceu no abastecimento de água daquele município.

Referências Bibliográficas

Oliveira, J. (2016). Levantamento cadastral de uma rede de abastecimento de água (Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto).

Redes de Distribuição de água. Disponível em:

https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/845043405436036/Aula%2013_14_Water%20distribution%202.pdf, acessido em 24 de novembro de 2019;

Santos, A. (2016). Cadastro de abastecimento de água em Portugal: caso de estudo no concelho de Oliveira de Azeméis. (Dissertação de mestrado). Universidade do Porto, Porto.

Silva, G. (2010). Redes de Abastecimento de Água e Drenagem de Águas Residuais no Concelho de Sintra (Dissertação de mestrado), Instituto Superior de Engenharia de Lisboa). Disponível em: <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/444>, acessido em 24 de novembro de 2019.

Técnicas de regadio e formação. (2014). Disponível em:

<http://cursos.tecnicasderegadio.info/glossary/descarga-de-fundo/>, acessido em 29 de novembro de 2019.

Vilas-Boas, P. (2008). Modelação de uma rede de distribuição de água (Dissertação de mestrado, Universidade do Porto). Disponível em:

<https://repositorioaberto.up.pt/bitstream/10216/58016/1/000129459.pdf>, acessido em 24 de novembro de 2019.

Websites:

Câmara Municipal de Chaves. (2020). Artesanato. Disponível em:

<https://www.chaves.pt/pages/228>, acessido em 22 de Julho de 2020.

Câmara Municipal de Chaves. (2020). Festas e Romarias. Disponível em:

<https://www.chaves.pt/pages/850>, acessido em 22 de Julho de 2020.

Câmara Municipal de Chaves. (2020). Gastronomia Disponível em:

<https://www.chaves.pt/pages/226>, acessado em 22 de Julho de 2020.

Câmara Municipal de Chaves. (2020). Geografia do Concelho. Disponível em:

<https://www.chaves.pt/pages/142>, acessado em 22 de Julho de 2020.

Câmara Municipal de Chaves. (2020). Museus. Disponível em:

<https://www.chaves.pt/pages/827>, acessado em 22 de Julho de 2020.

Câmara Municipal de Chaves. (2020). Parques e Jardins. Disponível em:

<https://www.chaves.pt/pages/829>, acessado em 22 de Julho de 2020.

Câmara Municipal de Chaves. (2020). Património. Disponível em:

<https://www.chaves.pt/pages/144>, acessado em 22 de Julho de 2020.

Câmara Municipal de Chaves. (2020). Rotas e Percursos. Disponível em:

<https://www.chaves.pt/pages/810>, acessado em 22 de Julho de 2020.

Câmara Municipal de Chaves. (2020). Termas & SPA. Disponível em:

<https://www.chaves.pt/pages/831>, acessado em 22 de Julho de 2020.

Chaves – História, Cultura e Património. (2020). Disponível em:

https://monumental.chaves.pt/frontoffice/pages/120?poi_id=15, acessado em 22 de Julho de 2020.

ERSAR. Evolução histórica. (2019). Disponível em: <http://www.ersar.pt/pt/a-ersar/evolucao-historica>, acessado em 12 de Janeiro de 2019.

ERSAR. Missão, Atribuição e Poderes. (2019). Disponível em:

<http://www.ersar.pt/pt/a-ersar/missao-atribuicoes-e-poderes>, acessado em 12 de Janeiro de 2019.

ESRI Portugal. (2019). Disponível em: <https://demo-infra-sig-icscosta.hub.arcgis.com/>, acessado em 12 de Janeiro de 2019.

ESRI Portugal. InfraSIG (2019). Disponível em: <http://esri.moonlight.pt/InfraSIG-360o>, acessado em 12 de Janeiro de 2019.

ERSAR, Entidades Gestoras. (2019). Disponível em:

<http://www.ersar.pt/pt/setor/entidades-gestoras>, acessado em 12 de Janeiro de 2019.

Hidurbe Serviços. (2020). Disponível em: <https://www.hidurbe.pt/>, acessado em 02 de Janeiro de 2020.