



Município de Resende

1. INTRODUÇÃO

O Município de Resende pretende resolver as situações que possam vir a constituir incumprimento da *Diretiva de Águas Residuais Urbanas (D.A.R.U.)* no seu território, pelo que a presente operação pretende incrementar a cobertura em termos de rede de saneamento de águas residuais.

Este projeto incide no sistema público de drenagem de águas residuais respeitante à Freguesia de Freigil, nomeadamente na conclusão do sistema de drenagem de águas residuais domésticas daquele local.

Trata-se de um aglomerado populacional com uma população de cerca de 431 habitantes (*Censos 2011*), características rurais, e que se encontra em precárias condições do ponto de vista sanitário, pois não possui sistema público de drenagem e tratamento de águas residuais domésticas.

Com vista à *redução da poluição urbana nas massas de água*, nomeadamente no Rio Cabrum (*PT03DOU0394*), que possui uma massa de água que se encontra no *estado razoável*, pretende-se a construção de uma ETAR que terá a descarga do efluente, com localização de coordenadas geográficas de latitude *41°04'28.67''N* e longitude *8°01'05.67''O*, considera-se portanto que é urgente proceder à conclusão deste sistema de saneamento, visto que proporcionará um acréscimo na qualidade do estado das massas de água desta região, assim como benefícios de ordem económica, atenuando-se ainda as incomodidades que este género de trabalhos provoca inevitavelmente na população residente.

Com vista à redução da poluição urbana nas massas de água, nomeadamente no Rio Cabrum (*PT03DOU0394*), prevê-se a ampliação do sistema de drenagem de águas residuais domésticas e a execução do respetivo tratamento.

No que, genericamente se designa de aglomerado de Freigil, existem executados alguns coletores gravíticos, mas não existem estações elevatórias nem ETAR's, o que implica que embora alguns tenham acessibilidade física ao sistema, não o possam utilizar. O investimento municipal ao nível dos colectores executados não apresenta qualquer rentabilidade, dado que, não tendo ocorrido a conclusão



Município de Resende

do mesmo, nomeadamente a ausência do tratamento, impossibilita a sua utilização e obriga que todas as habitações possuam fossas sépticas domiciliárias. A execução do projeto pretende aumentar a acessibilidade física ao sistema de drenagem de águas residuais em cerca de 12 alojamentos.

Em suma, prevê-se a ampliação do sistema de drenagem de águas residuais constituído por 1320 metros de condutas gravíticas, 12 ramais domiciliários, 450 metros de condutas elevatórias, 2 estações elevatórias e 1 Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), com descarga do seu efluente numa massa de água que se encontra no estado “razoável”, e cujas coordenadas geográficas do ponto de descarga são $41^{\circ}04'28.67''N$ (latitude) e $8^{\circ}01'05.67''O$ (longitude).

O sistema de drenagem proporcionará uma melhoria muito significativa das condições de vida das populações locais e da qualidade dos meios hídricos, promovendo benefícios socioeconómicos e ambientais na qualidade dos meios recetores, na requalificação do meio ecológico e nas atividades que dele dependem.

Ainda que o projeto não se encontre previsto no *PGRH3 (Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Douro)*, contribui inequivocamente para o objetivo estratégico de atingir o Bom Estado da massa de água reduzindo os impactes através de uma gestão adequada das pressões.

Com base nos princípios orientadores dos programas operacionais “*Portugal 2020*”, nomeadamente o “*P.O.S.E.U.R*”, pretende o Município de Resende executar o projeto “*Conclusão do sistema de drenagem de águas residuais domésticas de Freigil*”, tendo em vista candidatura da obra a financiamento de fundos comunitários.



Município de Resende

2. CONCEÇÃO GERAL DA OBRA

2.1- Rede e tratamento de águas residuais

Tendo em conta as condicionantes topográficas existentes, foi definida uma área de influência, propondo-se a construção de uma E.T.A.R. (Estação de Tratamento de Águas Residuais) do tipo compacta, face ao valor reduzido das populações subsidiárias.

A área de influência abrange de forma aproximada a região de Fregil, cuja drenagem de efluentes se efetua a jusante da E.T.A.R. prevista neste projeto.

Importa salientar que já existe rede de saneamento de águas residuais domésticas nesta zona, pelo que se propõe nesta fase a conclusão do sistema de saneamento das águas residuais para este pequeno aglomerado.

Este sistema de saneamento será executado em tubagem de polipropileno corrugado no diâmetro de duzentos milímetros (200 mm), SN 6, numa extensão total de aproximadamente 1320 metros, com conduta elevatória em tubagem de PVC (110mm), PN10, numa extensão total de aproximadamente 450 metros.

Atendendo às características de circulação em cada uma das vias onde serão instalados os coletores, nomeadamente acesso automóvel ou pedonal e ainda as condicionantes relativas à execução das obras face à dimensão reduzida de algumas dessas vias, serão propostas profundidades diferenciadas para a sua instalação.

2.1.1- Caracterização da E.T.A.R. (Estação de Tratamento de Águas Residuais)

A estação de tratamento de águas residuais do tipo *ECO450H* é compacta de lamas ativadas, de baixa carga ou arejamento prolongado.



Município de Resende

Trata-se de uma E.T.A.R com comprimento igual 14.26 metros e diâmetro igual a 2,75 metros, para servir até cerca de 450 habitantes.

A E.T.A.R. é constituída por um depósito pré-fabricado em chapa de aço ao carbono ST 37,2 , com espessura de 6 milímetros.

Quanto à protecção anticorrosiva e pintura terá as seguintes características:

- Grenalhagem ao grau SA 2 ½ segunda a norma ISO 8501-1:1988 e SIS 055900/1967;
- Pintura com Proxitar®- N da Syka e está conforme com a norma EN 1504-2.

Relativamente ao processo de tratamento passa-se a descrever o mesmo:

O tratamento de efluentes do tipo doméstico na ETAR compacta é efetuado pela via biológica, pelo processo de lamas ativadas pela variante de arejamento prolongado.

O sistema permite taxas de remoção de CBO5 até 90% dando cumprimento ao previsto pelos DL 236/98 e 152/97 e possibilita a ligação ao meio receptor natural (linha de água ou infiltração no solo).

O processo de lamas ativadas assenta no princípio de que o arejamento de um esgoto orgânico permite o desenvolvimento rápido de micro-organismos aeróbios, muito especialmente bactérias, ao mesmo tempo que é reduzida a carga orgânica poluente.

Em condições ideais de funcionamento, os micro-organismos aglomeram-se em flocos que se depositam logo que cesse o arejamento. O processo traduz-se, por conseguinte, numa transferência de poluição do meio líquido para uma fase sólida que é necessário tratar posteriormente.

A massa líquida é mantida em agitação de modo a impedir o aparecimento de zonas anaeróbias na parte mais profunda do reator biológico e a reciclagem de parte das lamas formadas tem por objetivo manter uma concentração suficiente de micro-organismos no reator biológico.



Município de Resende

O processo de arejamento prolongado, também designado por sistema de baixa carga ou auto-oxidação, desenvolve-se para valores baixos da relação A/M.

Há uma quantidade mínima de lama em excesso a eliminar, aliás lama estabilizada visto que a deficiência de alimento leva os microorganismos a entrarem na fase de respiração endógena.

Com um sistema de arejamento prolongado consegue-se um efluente final de muito boa qualidade, mesmo com grandes oscilações na carga orgânica aplicada.

Relativamente ao processo convencional de lamas ativadas, são de salientar as seguintes diferenças:

- a) - Maior tempo de passagem no reator;
- b) - Menor valor para o fator de carga mássico A/M, que assume valores entre 0,01 e 0,25 kg CBO5/kg MVSx dia;
- c) Concentração mais elevada de sólidos biológicos (MVS) no reator: entre 3500 e 5000 mg/l;
- d) Maior consumo de oxigénio (de 1,5 a 2,0kgO2/ kgCBO5 eliminado, enquanto que no processo convencional se registam valores entre 0,5 e 1,0 kgO2 / kgCBO5 eliminado).

As águas residuais são previamente submetidas a uma gradagem com a finalidade de eliminar uma parte dos materiais grosseiros.

A gradagem, composta por uma grelha metálica em inox será efectuada na caixa de visita a montante da ETAR.

A limpeza desta grelha é manual e os resíduos provenientes da limpeza deverão ser ensacados e integrados no sistema de recolha de resíduos.

A desarenação do efluente é obtida em caixa construída imediatamente a jusante da gradagem. Esta caixa tem uma construção rebaixada permitindo a deposição e acumulação de areias, sendo a remoção das referidas areias efectuada com periodicidade mensal ou outra função de variações sazonais (Verão).



Município de Resende

A jusante do reator existe um decantador secundário, também chamado clarificador, que assegura a separação entre as lamas e o efluente depurado.

As lamas excedentárias resultantes das operações de tratamento de águas residuais domésticas encontram-se na forma líquida ou semilíquida contendo uma percentagem em sólidos de 0,25 a 12%, dependendo do processo de tratamento usado.

A remoção de lamas da ETAR terá periodicidade a ajustar em função da carga orgânica admitida à ETAR e de ensaios volumétricos com cone graduado, conforme Manual de Exploração.

A remoção de lamas deverá ser feita por trator cisterna da Entidade responsável pela exploração do equipamento que as conduzirá a devido processamento.

A ETAR compacta é especialmente indicada para pequenos aglomerados populacionais, loteamentos urbanos, parques de campismo e outras onde não seja tecnicamente viável a ligação a um coletor de saneamento municipal.

Trata-se de uma tecnologia fiável e robusta conforme se comprova pelas inúmeras referências em utilização há vários anos. A Instalação do equipamento requer uma obra de construção civil reduzida, de fácil execução.

A Exploração dos equipamentos é simples sendo efetuada uma formação ao nível dos operadores que se traduz numa estabilidade da operação sem registo de avarias.



Município de Resende

3 - ELEMENTOS BASE

3.1 Horizonte de estudo

Adotaram-se os valores dos períodos de projeção das obras correntemente consideradas, ou seja, 40 anos para as tubagens e construção civil e 20 anos para o equipamento eletromecânico.

Nestas condições e considerando a entrada das obras plenamente em serviço no ano de 2017, as previsões dos consumos serão feitas para os anos de 2017, 2037 e 2057.

3.2- Evolução demográfica

3.2.1. Introdução

A previsão da evolução populacional é um elemento essencial dos estudos de saneamento básico. Para obviar a falta de um plano de desenvolvimento regional, que permita avaliar com mais fiabilidade a evolução da população, fez-se uma análise cuidada dos elementos estatísticos fornecidos pelo I.N.E. de 2011, tendo-se verificado naquela região do concelho uma população de cerca de 415 habitantes.

3.2.2. População estimada

Não se dispondo de uma lei de crescimento ajustável ao caso em estudo considerou-se, para efeitos de projeção, uma taxa de crescimento médio anual de 0.2%, valor correntemente adotado para aglomerados rurais idênticos, tendo por base os censos do ano de 2011.

O método a utilizar para calcular a evolução demográfica para os lugares em estudo é o método de regressão exponencial, que segue a lei:

$P_f = P_i * (1 + t)^n$, em que os símbolos têm o significado:

P_f ----- população futura

P_i ----- população em 2011

t ----- taxa de crescimento médio anual.

n ----- n°. de anos do período considerado



Município de Resende

Assim tendo em consideração que a população referente aos *Censos de 2011* naquele local é de cerca 415 habitantes, prevê-se que no ano de 2057 possa atingir o valor de 450 habitantes.



Município de Resende

4 – REDE DE DRENAGEM E TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

4.1 - Dimensionamento hidráulico-sanitário

O RGSPDADAR (*Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais*), preconiza que se cumpram as seguintes condições:

“Em redes separativas domésticas e em redes unitárias deverá controlar-se a formação de gás sulfídrico, de modo a evitar a corrosão dos materiais constituintes do sistema de drenagem e a existência de condições ambientais desagradáveis, ou mesmo inconvenientes para a segurança do pessoal de exploração.”

“Para tal deverão adotar-se as medidas adequadas, quer ao nível de conceção geral do sistema (através da minimização dos tempos de escoamento nos coletores), quer ao nível de dimensionamento, de acordo com o prescrito no **artigo 144º** que refere:

“No projeto do sistema de drenagem de águas residuais domésticas ou em sistemas unitários, e como medida de controlo de septicidade, deverão adotar-se as seguintes medidas:

- a) Imposição de um valor mínimo de velocidade nos coletores para os caudais de cálculo;
- b) Utilização de quedas nos troços de montante onde as águas residuais já têm condições sépticas;
- c) Minimização da turbulência nos troços de jusante em que as águas residuais já têm condições de septicidade;
- d) Garantia de ventilação ao longo dos coletores através de limitação de altura da lâmina líquida, de acordo com o Artigo 133;
- e) Garantia de ventilação através dos ramais de ventilação e tubos de queda prediais.”

Por sua vez, o **artigo 133º** – dimensionamento hidráulico sanitário, refere o seguinte:

- b) A velocidade de escoamento para o caudal de ponta não deve ser inferior a 0.6 m/s para coletores domésticos e a 0.9m/s para coletores unitários e separativos pluviais.

Em situações para as quais estes limites são, na prática, inviáveis, tais como em coletores de cabeceira, recomenda-se o estabelecimento de declives que assegurem os valores de velocidade atrás referidos para o caudal de secção cheia.



Município de Resende

É de referir que é nos coletores de cabeceira que são mais sensíveis os efeitos das descargas produzidas pelos aparelhos sanitários que contribuem efetivamente para a autolimpeza.

c) A altura da lâmina líquida para as velocidades máximas de 3m/s nos coletores domésticos e 5m/s nos coletores unitários e separativos pluviais, deve ser igual á altura total, nos coletores pluviais separativos e nos coletores unitários.

Em coletores domésticos não deve exceder-se 0,5 metros da altura total, para diâmetros iguais ou inferiores a 500 milímetros, e 0,7 metros para diâmetros superiores aquele valor.

O dimensionamento da rede, cujo estudo se apresenta, foi feito por forma a cumprir com os requisitos atrás citados, para o caudal de ponta no início da exploração da rede, considerando no mínimo igual a 1l/s.

Adota-se o diâmetro único regulamentar de 200 mm em PP SN6 corrugado com junta elástica.

4.2.2 - Verificação das condições de autolimpeza

No escoamento em superfície livre a tensão média de arrastamento é definida pela expressão:

$\Gamma = \gamma \times R \times i$, sendo:

Γ = tensão média de arrastamento (Kg/m²)

γ = peso específico do líquido (Kg/m³)

R = raio hidráulico (m)

i = inclinação

A tensão necessária mínima, para iniciar o movimento de uma partícula depositada chama-se tensão crítica de arrastamento da mesma partícula.

No caso de águas residuais, a escolha da tensão crítica de arrastamento é condicionada pelas areias eventualmente presentes no efluente, com maior peso específico, e não pelas partículas orgânicas, mesmo suscetíveis de se aglomerarem.



Município de Resende

Na prática, entendeu-se que o escoamento diário de um caudal de ponta satisfazendo as condições de autolimpeza será suficiente para arrastar os depósitos acumulados ao longo do dia.

Assim, deverá verificar-se, para o caudal de ponta previsto no início da exploração da rede, considerando de 1 l/s no mínimo, se a tensão média de arrastamento no coletor é maior ou igual a 2 N/m^2 (valor mínimo preconizado para este tipo de efluente).

No nosso caso concreto, verifica-se que sobretudo nas cabeceiras dos coletores, para se garantir a autolimpeza teríamos que adotar inclinações elevadas para todos os troços, que aumentariam de tal forma o volume de movimento de terras, tornando-se antieconómico.

Assim, as inclinações foram fixadas em função dos declives disponíveis, recorrendo-se a dispositivos que, através de descargas periódicas, provoquem nos casos necessários o arrastamento dos depósitos, quando as condições de autolimpeza não são verificadas.

4.2.3 - Disposições construtivas

Na execução desta empreitada dever-se-ão ter em atenção as boas normas para a execução deste tipo de empreitadas nomeadamente R.G.S.P.PD.A.D.A.R. e NP's em vigor.

Assim a vala não deverá ser aberta com largura superior ao previsto no respetivo desenho salvo justificação especial.

O assentamento do coletor deverá ser feito sobre almofada de terra cirandada ou areia, sempre que o fundo da vala seja rochoso ou que as profundidades sejam inferiores a 1,40 metros. Em qualquer caso o fundo da vala deverá ser sempre devidamente regularizado antes do assentamento das tubagens.

Todos os aterros deverão ser devidamente compactados por camadas de 0,20 metros com terra regada, se necessário.

A reposição dos pavimentos apenas deverá ser feita depois de garantida a boa compactação da base.



Município de Resende

Sempre que necessário as valas devem ser drenadas e entivadas de molde a garantir um assentamento bom das tubagens e a segurança do pessoal que trabalha dentro da vala.

Estes trabalhos serão sempre considerados como processo construtivo, portanto, a cargo do empreiteiro.

4.2.4 - Câmaras de visita

As câmaras de visita permitem a inspeção e limpeza dos coletores, a remoção de obstruções e a verificação das características do escoamento e da qualidade das águas residuais.

Usualmente são utilizados câmaras de visita de corpo circular e cobertura troncocónica assimétrica.

Se a profundidade da câmara for igual ou inferior a 2,50 metros, devem empregar-se câmaras com 1,00 metro de diâmetro; se a profundidade da câmara for superior a 2,50 metros o diâmetro interior deverá ter 1,25 metros.

A relação entre a largura e a profundidade das câmaras deve sempre ter em consideração a operacionalidade e a segurança do pessoal da exploração.

A soleira é uma laje de betão destinada a servir também de fundação das paredes, sendo a espessura da laje tal que, na zona mais profunda das caleiras, o seu valor não seja inferior a 0,10 metros.

As suas superfícies devem ter inclinações no sentido das caleiras de, pelo menos, 2%.

Sempre que o desnível entre o coletor de chegada e o coletor de saída das câmaras seja superior a 0,50 metros, utilizar-se-ão quedas guiadas exteriormente conforme peça desenhada.

As câmaras de visita serão executadas em anéis pré-fabricados de betão simples, terminando com uma gola cilíndrica onde assentará o aro e a tampa de ferro fundido, segundo modelo aprovado e utilizado pelo Município de Resende. As tampas situadas nas ruas, em geral mais pesadas e resistentes do que as utilizadas nos passeios, deverão apresentar resistências em conformidade com as solicitações de tráfego a que ficarão sujeitas e serão executadas nos termos indicados nas peças escritas e desenhadas.



Município de Resende

O interior das câmaras de visita deve ser rebocado, numa espessura não superior a 2 centímetros com argamassa de cimento ao traço de 1:3; no caso do corpo ser constituído por anéis pré-fabricados, pode dispensar-se o reboco se a superfície se apresentar lisa e sem defeitos. Os cantos e arestas interiores deverão apresentar-se arredondados.

As câmaras serão dotadas de degraus em varão de ferro fundido (normalizados pela NP 883), que permitirão o acesso para eventuais operações de manutenção e limpeza.



Município de Resende

5 – TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

Tendo em consideração a topografia do terreno, na zona em estudo, a rede de drenagem conduz as águas residuais ao sistema de tratamento constituído por estação compacta de lamas ativadas, de baixa carga ou arejamento prolongado, com decantador secundário incorporado com recirculação de lamas.

O tratamento a aplicar às águas residuais em causa e previsto na E.T.A.R. (Estação de Tratamento de Águas Residuais), tem uma eficiência que torna o efluente tratado compatível com as normas referidas na Legislação em vigor para descarga em solo ou meio hídrico:

- * Decreto Lei 74/90 de 7 de Março
- * Decreto Lei 152/97 de 19 de Junho
- * Decreto Lei 236/98 de 1 de Agosto.

O tipo de efluente a considerar é doméstico, sendo:

- * Capitação: 150 l/hab.dia;
- * Fator de afluência: 0.8;
- * Caudal de infiltração: 12m³/(dia.km)
- * População no horizonte de projeto ano 2037: 250 hab./equiv.
- * Meio de descarga: solo através de poços absorventes.

5.1 – Princípios do Tratamento

O tratamento de águas residuais de origem doméstica, é efetuado pelo processo de lamas ativadas, em regime de baixa carga ou arejamento prolongado.

O processo de lamas ativadas é um tratamento aeróbio de águas residuais.

Este processo caracteriza-se por:

- * Arejamento promovido por via artificial, através de sistema de introdução forçada de oxigénio na água residual;



Município de Resende

* Contacto entre a matéria orgânica da água residual e os microrganismos responsáveis pelos processos de oxidação da matéria orgânica, estabelecido a nível dos flocos biológicos em suspensão da água residual.

Os flocos biológicos, também denominados por lamas ativadas, são massas biologicamente ativas resultantes de processos da floculação de partículas coloidais orgânicas e inorgânicas e de células vivas, principalmente bactérias e alguns protozoários.

O resultado da ação destes microrganismos traduz-se na transformação da matéria orgânica em materiais mineralizados e decantáveis.

A água, após tratamento, separa-se das lamas por simples decantação num segundo órgão chamado decantador ou clarificador, incorporado no mesmo reator.

A água tratada é evacuada por descarregadores de superfície e as lamas decantadas são recirculadas por bombagem para o tanque de arejamento, para se manter uma população bacteriana constante e viável.

As lamas em excesso (de quantidades reduzidas em sistemas de baixa carga) deverão ser descarregadas periodicamente e depositadas em aterro sanitário ou reutilizadas para agricultura depois de desidratadas.

5.2 – Cargas Poluentes de Dimensionamento

Para o cálculo adequado do tratamento biológico, é necessário dispor de uma caracterização do efluente do processo. Tiveram-se em conta os parâmetros médios característicos da água residual do tipo urbano ou doméstico.



Município de Resende

Parâmetro	Valor médio
CBO ₅ (mg/l)	400
SST (mg/l)	600
CQO (mg/l)	700

5.3 – Resultados a obter

O efluente de saída deverá cumprir os valores máximos admissíveis, fixados pela Diretiva do Conselho das Comunidades Europeias de 21 de Maio de 1991 sobre o tratamento de águas residuais urbanas (91/271/CEE), reportado para no nosso Decreto-lei 236/98 de 1 de Agosto.

Parâmetro	V.M.A.
CBO ₅ [mg/l]	≤ 40
Sólidos em suspensão	≤ 60
CQO [mg/l]	≤ 150
pH	6,5 – 9,5

Eficiências mínimas necessárias de tratamento:

Eficiências Mínimas (%)	
CBO ₅	86.6
SST	86.6
CQO	75.0

5.4 - Elementos de Cálculo

Volume do reator aeróbio [m ³]:	15,70
Produção específica de biomassa observada [kg SSV/kg CBO ₅]:	0,22
Produção de biomassa [kg SSV/d]:	1,30
Caudal de lamas a descarregar [m ³ /d]:	0,31
Tempo de Retenção Hidráulico [d]:	0,78
Necessidades de Oxigénio [kg/d]:	6,70



Município de Resende

6 - ESTIMATIVA DE CUSTO