

DEFINIÇÃO DE UM PLANO OTIMIZADO PARA A SUBSTITUIÇÃO DE CONTADORES: REDUÇÃO DE PERDAS E MAXIMIZAÇÃO DO RETORNO

Joana CASTRO¹; Nuno de SANTA MARIA²; Ana CARVALHO³

RESUMO

A gestão eficiente do parque de contadores nos sistemas de abastecimento de água é essencial para a redução de perdas aparentes e a maximização do retorno económico das entidades gestoras. As perdas aparentes, resultantes de erros de medição e consumos não autorizados, comprometem a faturação e a eficiência operacional.

Para enfrentar este desafio, a AQUAPOR desenvolveu internamente uma ferramenta de suporte à decisão que visa a definição de um plano otimizado de substituição de contadores, com base numa análise custo-benefício, priorizando os contadores com maior potencial de recuperação de receita. Um dos principais critérios adotados é o de vida útil dos contadores, que está diretamente relacionado com a determinação da frequência ótima de renovação tendo por base a avaliação do retorno de investimento.

A metodologia adotada possibilita a caracterização detalhada do parque de contadores, a identificação de vários tipos de anomalias relevantes, a quantificação do volume de água perdido por submedição, a avaliação do investimento e quantificação do respetivo período de retorno, bem como a priorização dos contadores a substituir.

Esta abordagem, já implementada em várias concessões do grupo AQUAPOR, tem demonstrado eficácia na melhoria da fiabilidade da medição, na redução de perdas e na sustentabilidade dos sistemas. A utilização de ferramentas computadorizadas reforça a tomada de decisão baseada em dados, promovendo uma gestão mais inteligente e eficiente dos ativos.

Palavras-Chave: redução de perdas aparentes, substituição de contadores, plano otimizado, análise custo-benefício.

1 - Eng. Civil, Gestora de Projeto no Departamento de Operações, Aquapor, joanacastro@aquaporservicos.pt

2 - Eng. Civil, Gestor de Contrato, Luságua, nunoribeiro@lusagua.pt

3 - Eng. Civil, Responsável de Apoio a Operações e Consultoria, Aquapor, anacarvalho@aquaporservicos.pt

1. INTRODUÇÃO

A gestão eficiente dos sistemas de abastecimento de água é fundamental para assegurar a sustentabilidade ambiental, económica e operacional dos sistemas e das entidades gestoras. Um dos principais desafios enfrentados neste setor é o elevado nível de perdas de água, que continuam a apresentar valores preocupantes a nível nacional, frequentemente acima dos intervalos de referência estabelecidos pela ERSAR. Estas perdas, sejam reais ou aparentes, representam não só um desperdício de recursos, mas também um impacto direto nos custos operacionais e na qualidade do serviço prestado ao utilizador final.

As perdas aparentes, em particular, resultam sobretudo de erros de medição associados ao parque de contadores e de consumos não autorizados. A degradação do desempenho dos contadores ao longo do tempo, a seleção inadequada da sua tipologia ou tecnologia, bem como falhas na instalação ou parametrização, contribuem para a submedição dos volumes efetivamente consumidos.

Atendendo a esta problemática, foi desenvolvida pela AQUAPOR uma ferramenta de cálculo e apoio à decisão, que permite caracterizar detalhadamente o parque de contadores, identificar anomalias relevantes e quantificar o erro global de medição. Esta ferramenta possibilita a definição de um plano otimizado de substituição de contadores, sustentado em critérios técnicos e financeiros, com especial enfoque na vida útil dos equipamentos e na avaliação do retorno do investimento.

Entre os principais objetivos da ferramenta destacam-se:

- Redução e gestão de perdas de água (perdas aparentes) com impacto positivo no volume faturado e ganhos de receita com o menor investimento possível;
- Definição de um plano de substituição otimizado e adaptado à entidade gestora (investimento, retorno, volume e ganhos de receita);
- Identificação de eventuais anomalias nos contadores;
- Otimização do processamento e análise de dados;
- Melhoria do cálculo do balanço hídrico, nomeadamente da parcela de perdas de água aparentes por erros de medição;
- Aumento do conhecimento do parque de contadores.

A presente comunicação descreve a abordagem adotada para a implementação desta metodologia, aplicada em diversas concessões do grupo AQUAPOR, com o objetivo de reduzir o volume de perdas aparentes e maximizar o benefício económico da substituição dos contadores.

2. METODOLOGIA

A definição de um plano otimizado para a substituição de contadores nos sistemas de abastecimento de água é sustentada por uma abordagem metodológica centrada na análise técnica e económica do parque de contadores. Para tal, foi desenvolvida internamente pelo grupo AQUAPOR uma ferramenta de suporte à decisão que permite, através da caracterização detalhada do parque de contadores e consumos dos respetivos clientes, quantificar o erro global de medição do parque e, conseqüentemente, aferir a componente de perdas aparentes por erros de medição, orientando a priorização das substituições com base em critérios de custo-benefício.

Para uma posterior análise, técnica e económica, do parque de contadores, é indispensável ter como base um conjunto abrangente de dados, dos quais se destacam os seguintes inputs:

- Caracterização dos contadores (calibre, marca, data de instalação, etc.);
- Caracterização dos clientes (classe de consumo, etc.);
- Volumes faturados por cliente;
- Tarifário em vigor (serviço de água e, se aplicável, de saneamento de águas residuais e resíduos urbanos);
- Custos associados à substituição dos contadores;
- Erro inicial e taxa de degradação do contador;
- Idade recomendada, tendo em conta a periodicidade de verificação do contador, segundo a legislação em vigor.

Segundo a Recomendação n.º 5 /2023 da ERSAR, os requisitos mínimos a atender na implementação de um plano de substituição de contadores são os que decorrem da necessidade de garantir o cumprimento da legislação em vigor – Portaria nº 321/2019, de 19 de setembro, que estabelece um intervalo para verificação periódica dos contadores de água (Figura 1).

Instrumentos de medição	Prazo (anos) (*)
Contadores de água (caudal permanente em m³/h):	
≤ 4	12
De 6,3 a 16	8
De 25 a 63	6
De 100 a 160	4
Contadores de gás (classe de exatidão):	
Classe 1,5	12
Classe 1	6
Instrumentos de conversão de volume	6
Contadores de energia elétrica ativa	12

(*) Prazo a contar do ano da declaração de conformidade.

Figura 1 - Periodicidade de verificação periódica dos contadores de água, segundo a legislação em vigor – Quadro nº 1 (a que se refere o n.º 1 do artigo 7.º) constante do anexo à Portaria nº 321/2019, de 19 de setembro

Contudo, de acordo com a mesma recomendação, ainda que seja assegurado o cumprimento da legislação vigente acima mencionada, tal não impede necessariamente a ocorrência de perdas por submedição antes do fim do prazo previsto para a verificação periódica. É, por isso, importante avaliar o benefício económico de adotar um plano de substituição com um horizonte temporal distinto do legalmente previsto.

Posto isto, a abordagem a adotar para a definição de um plano otimizado de substituição de contadores deve ter por base uma análise custo-benefício, ou seja, a avaliação económica do investimento a realizar e quantificação do período de retorno face à recuperação expectável de receitas por via da medição precisa dos consumos.

Neste contexto, importa analisar as perdas originadas por erros de medição dos contadores. Cada contador possui um erro inicial, ou seja, uma margem de imprecisão admissível no momento da sua colocação em serviço, conforme definido pelas normas metrológicas. No entanto, ao longo do tempo, esse erro tende a agravar-se devido à taxa de degradação do equipamento, influenciada por fatores como o tipo de tecnologia, condições de operação, qualidade da água e frequência de utilização. Esta degradação progressiva compromete a precisão da medição dos volumes consumidos, originando

submedição e, conseqüentemente, perdas aparentes que afetam negativamente a faturação e a eficiência do sistema, conforme já referido.

Para determinar a taxa de degradação dos contadores, que representa a evolução do erro de medição ao longo do tempo, é recomendada a realização de ensaios em laboratório, com amostras representativas do parque de contadores (contadores retirados da rede), divididos por grupos de diferentes idades de instalação e perfis de consumo, que permitirão obter um panorama global dos erros dos contadores, quando relacionados com a idade e com a taxa de degradação. Se tal não for possível, a taxa de degradação poderá também ser determinada com base em modelos estatísticos ou empíricos, baseados em dados históricos de ensaios de contadores, ou em curvas de envelhecimento fornecidas por fabricantes ou obtidas por entidades gestoras com base na sua própria experiência.

Para uma análise custo-benefício eficaz da substituição dos contadores, é fundamental a devida contabilização de todos os custos inerentes a essa substituição, entre os quais: aquisição de novos contadores, eventual reparação de contadores que forem recuperáveis, mão-de-obra com as operações de substituição, eventual substituição de acessórios ou outros materiais e custos administrativos associados à gestão do processo.

Paralelamente à análise dos custos, é igualmente importante aferir o potencial de recuperação de receita associado à substituição dos contadores. Neste âmbito, importa referir que as perdas decorrentes de erros de medição têm um impacto ampliado na receita a recuperar, uma vez que os serviços de saneamento de águas residuais e de gestão de resíduos urbanos são, na maioria dos casos, faturados com base no volume de água consumido. Assim, qualquer submedição afeta não apenas a faturação da água, mas também a dos serviços indexados a esse consumo.

Assim sendo, deverá ser tido em conta o tarifário em vigor de todos os serviços dependentes da medição do consumo de água, conforme aplicável a cada entidade gestora, estando as perdas económicas diretamente ligadas ao tarifário praticado por cada umas delas, de acordo com a estrutura tarifária e valores das tarifas.

Com base nas considerações apresentadas acima e nos dados base necessários para a análise do parque de contadores, a ferramenta desenvolvida procede ao processamento e análise dos dados, resultando na geração dos seguintes *outputs* principais:

- Listagem de todos os contadores ativos;
- Caracterização detalhada do parque de contadores;
- Análise de volume e receita faturados;
- Quantificação do erro global de medição e do volume não faturado por submedição (volume de perdas aparentes a integrar no balanço hídrico global);
- Identificação e categorização de anomalias relevantes dos contadores;
- Determinação da frequência ótima de renovação dos contadores tendo por base o conceito de vida útil (conceito diretamente relacionado com a determinação da frequência ótima de renovação tendo por base a avaliação do retorno de investimento);
- Estimativa do volume e receita recuperável;
- Avaliação do investimento e quantificação do respetivo período de retorno;
- Planeamento priorizado de contadores a substituir (com base nos critérios selecionados);
- Proposta de um Plano otimizado para a substituição de contadores.

Os *outputs* gerados são apresentados de forma estruturada através de diferentes *dashboards* interativos, versáteis e orientados a diferentes tipos de análise, que organizam os resultados em gráficos, tabelas e mapas de priorização, facilitando a interpretação e a tomada de decisão. Esta

estrutura modular e visual reforça a usabilidade da ferramenta e garante uma leitura clara e intuitiva dos resultados, promovendo decisões mais informadas e eficazes.

A seguir descrevem-se as principais análises disponíveis, organizadas nos diferentes *dashboards*:

- **Caracterização** – caracterização estatística do parque de contadores (por número e volume faturado):
 - Características físicas do parque de contadores (nº de contadores, marca e calibre);
 - Informação de volumes faturados (total, por gama de idades, calibre, tipo de cliente, etc.);
 - Idade média do parque de contadores.

- **Anomalias** – quantificação e categorização de anomalias dos contadores:
 - Contadores com consumo 0;
 - Contadores com consumo médio mensal baixo;
 - Contadores sub ou sobredimensionados;
 - Contadores com idade superior à idade recomendada (idade legal para verificação);
 - Contadores com idade superior à vida útil – frequência ótima de renovação tendo por base a avaliação do retorno de investimento (Figura 2).

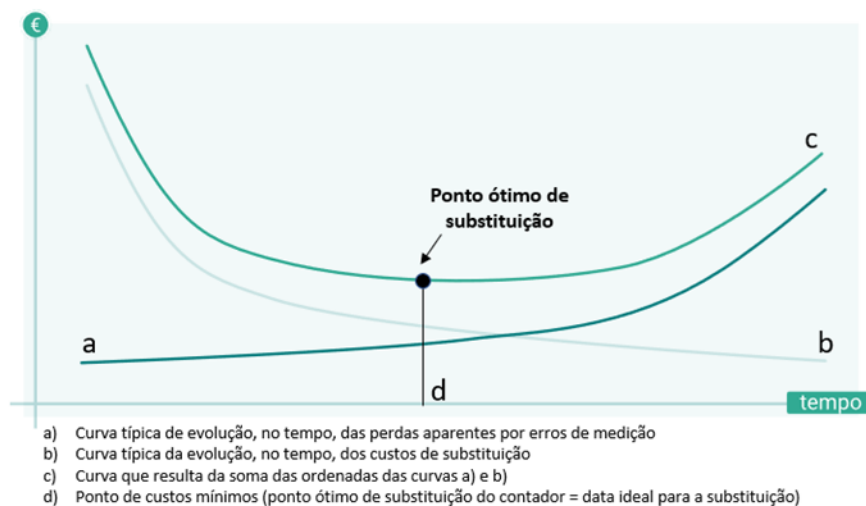


Figura 2 - Substituição de contadores baseada no conceito de vida útil

- **Análise Geral** – síntese de toda a análise efetuada ao nível do parque de contadores com a quantificação dos volumes e receitas atuais e submedidas e a avaliação económica do investimento a realizar, com quantificação do período de retorno face à recuperação expectável de receitas por via da gestão otimizada do parque de contadores:
 - Volume e receita faturados;
 - Volume e receita não faturados devido a submedição dos contadores;
 - Volume e receita anual recuperável em caso de substituição (por idade superior à vida útil, ou idade superior à recomendada);
 - Erro de medição global do parque;
 - Investimento global e *payback* para substituição.

- **Prioridade de Substituição** – análise das prioridades de substituição por tipo de anomalia.

A par dos *dashboards* de visualização e análise acima descritos, está disponível uma funcionalidade dedicada à efetiva definição do **Plano de Substituição**, que permite estabelecer um plano otimizado de substituição de contadores, adaptado às necessidades da entidade gestora, com base na parametrização de um ou mais dos seguintes elementos:

- Critério(s) de substituição pretendidos (individual ou combinados);
- Indicação do número de contadores a substituir;
- Indicação do investimento anual disponível.

Com base nestes parâmetros, a ferramenta gera automaticamente um plano adaptado, com os contadores prioritários substituir face aos critérios pré-definidos, apresentando os seguintes resultados globais:

- Número total de contadores a substituir;
- Investimento total;
- Retorno do investimento (payback);
- Estimativa do volume e da receita recuperável.

De referir que os contadores prioritários são definidos com base no menor período de retorno do investimento resultante da sua substituição (*payback*).

Por fim, para a implementação do plano, está disponível uma listagem detalhada dos contadores previstos substituir, contendo toda a informação relativa a cada contador.

3. EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Para ilustrar a aplicabilidade da ferramenta desenvolvida, apresenta-se de seguida um caso prático de implementação numa concessão do grupo AQUAPOR. Este exemplo demonstra como, a partir da caracterização detalhada do parque de contadores e da definição dos critérios de substituição, foi possível gerar um plano otimizado, orientado para a redução de perdas aparentes, o aumento da fiabilidade da medição e a maximização do retorno económico. A metodologia foi aplicada com base em dados reais, permitindo validar a eficácia da ferramenta e evidenciar os benefícios operacionais e financeiros da sua utilização.

Para análise do parque e definição do plano de substituição, foram disponibilizados todos os dados base necessários, designadamente dados de caracterização dos contadores, volumes faturados por cliente, tarifário em vigor (serviço de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais) e custos de substituição dos contadores.

De seguida apresentam-se os *dashboards* desenvolvidos para apoiar na gestão e análise do parque de contadores, descritos no capítulo anterior, que incluem a apresentação de resultados concretos de um exemplo real de uma entidade gestora, bem como a definição do respetivo plano de substituição.

A Figura 3 ilustra o *dashboard* de **Caracterização** estatística do parque de contadores, que contempla o número total de equipamentos instalados e a respetiva distribuição por marca, calibre e classe de consumo. Esta análise é complementada com os volumes faturados, segmentados por gama de idades dos contadores, classe de consumo e calibre, possibilitando uma visão abrangente do desempenho

atual do parque. Adicionalmente, é ainda apresentada a idade média dos contadores, um indicador relevante no suporte de decisões de manutenção e substituição.

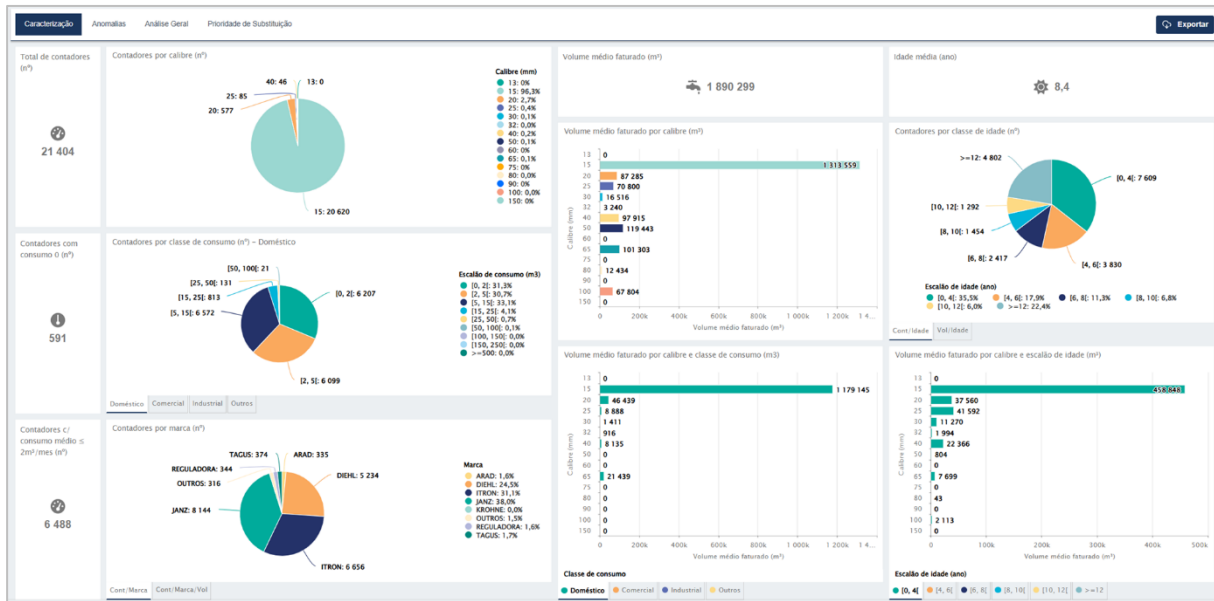


Figura 3 - Dashboard: Caracterização

Da análise do *dashboard* apresentado acima, destacam-se os seguintes pontos principais:

- Parque de contadores composto por mais de 20 mil contadores;
- Calibre predominante é DN15 (96%) e marcas predominantes são JANZ, ITRON e DIEHL;
- Distribuição dos consumos pelas diferentes classes de consumo:
 - Doméstico – maioria dos consumos situa-se entre 0 e 15 m³;
 - Comercial – quase metade dos consumos se encontram no escalão mais baixo [0, 2[;
 - Industrial – observam-se consumos muito variáveis;
 - Outros – observam-se consumos variáveis, mas na maioria são consumos baixos.
- Volume médio faturado anual é cerca de 1.9 milhões de m³, maioritariamente medido em contadores DN15;
- Distribuição do volume faturado pelas diferentes classes de consumo e calibre:
 - Doméstico – volume concentra-se maioritariamente em contadores DN15;
 - Comercial e Outros – volume distribuído por uma grande variedade de calibres;
 - Industrial – volume concentra-se maioritariamente em contadores DN100;
- Idade média do parque de contadores é 8,4 anos, em que 35% dos contadores tem menos de 4 anos e 22% mais de 12 anos.

Após concluída a caracterização detalhada do parque de contadores, torna-se possível a identificação de vários tipos de anomalias relacionadas com os mesmos. Na Figura 4, apresenta-se a quantificação

e categorização de **Anomalias** dos contadores, onde é visível toda a informação inerente à quantidade de contadores por tipo de anomalia.



Figura 4 - Dashboard: Anomalias

Na sequência da análise do parque, foram identificados cerca de 11 mil contadores com uma ou mais anomalias dos mais de 20 mil analisados, entre os quais:

- Quase 600 contadores com consumo 0, ou seja, contadores que, entre outras situações, poderão estar avariados/parados;
- Mais de 6 mil contadores com consumo médio mensal igual ou inferior a 2 m³;
- Mais de 3 mil contadores com idade superior à vida útil, dos quais grande parte é de calibre DN15;
- Cerca de 3 mil contadores com idade superior à recomendada, dos quais grande parte é de calibre DN15;
- 80 contadores sobredimensionados, com destaque no calibre DN25;
- 72 contadores subdimensionados, com destaque no calibre DN15.

Face aos contadores com anomalia identificados, torna-se fundamental a priorização dos mesmos para substituição, designadamente os contadores com idade superior à vida útil e/ou recomendada e com dimensionamento inadequado. Os contadores com consumo 0 ou baixos consumos requerem uma análise mais detalhada para avaliação da necessidade de substituição ou eventual existência de outras situações irregulares, como a existência de ligações ilícitas.

Com base na caracterização detalhada do parque e na identificação de anomalias, é apresentada, na Figura 5, a **Análise Geral** efetuada ao nível do parque de contadores com a quantificação dos volumes e receitas atuais e submedidas e a avaliação económica do investimento a realizar, com quantificação do período de retorno face à recuperação expectável de receitas por via da gestão otimizada do parque de contadores.

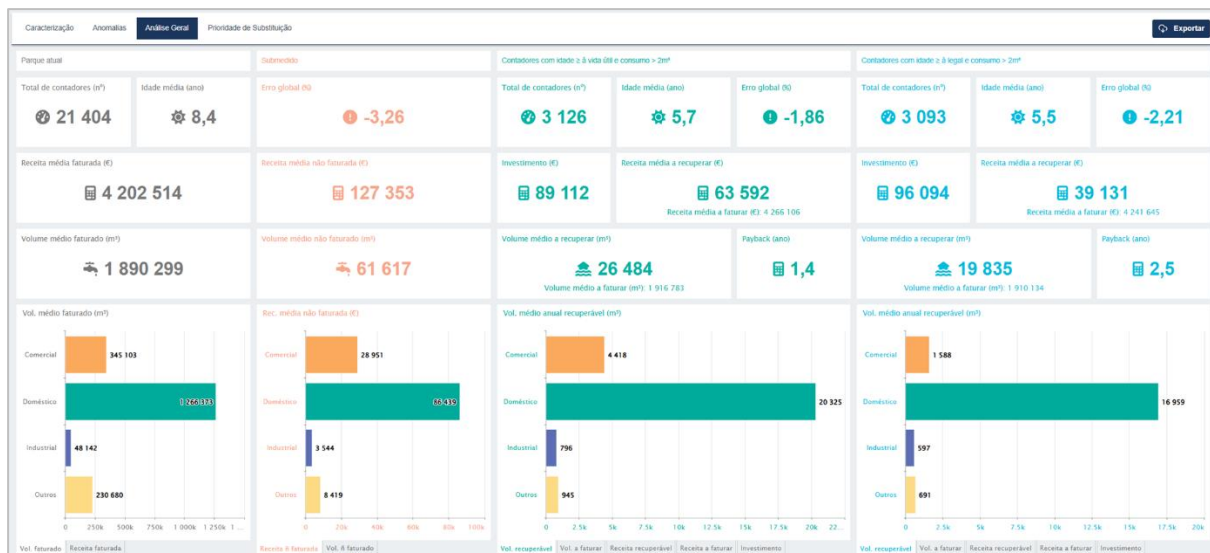


Figura 5 - Dashboard: Análise Geral

Conforme se observa, o parque atual é constituído por mais de 20 mil contadores, com uma idade média de 8,4 anos, em que o volume médio anual faturado é cerca de 1,9 milhões m³, correspondente a uma receita de 4,2 milhões euros, que inclui a faturação do serviço de abastecimento de água, bem como do serviço de saneamento de águas residuais, indexado ao consumo de água. Tanto o volume como a receita faturada concentram-se maioritariamente no tipo de consumo doméstico, sendo de destacar um aumento do peso da receita nos clientes da classe comercial.

O erro global do parque estima-se em -3.26%, o que resulta numa receita e volume médios não faturados de 127 mil euros e 62 mil m³, respetivamente, estando estes concentrados maioritariamente no consumo doméstico, seguindo-se o consumo comercial.

Na análise dos contadores com idade superior à vida útil (e consumo > 2 m³), verifica-se a necessidade de um investimento de 89 mil euros para a substituição dos mais de 3 mil contadores nessa condição, cuja receita média a recuperar seria 64 mil euros (26 mil m³), correspondendo a um *payback* de 1,4 anos.

A mesma análise para os contadores com idade superior à idade recomendada (e consumo > 2 m³) indica um investimento necessário de cerca de 96 mil euros, com um *payback* de 2,5 anos, tendo em conta que a receita média a recuperar seria de 39 mil euros (20 mil m³).

Face ao exposto, torna-se evidente que a maximização do retorno económico na substituição de contadores não deve considerar apenas a idade dos equipamentos, mas também fatores como o consumo, o tipo de tarifário e o custo associado à substituição. Por exemplo, um contador instalado num cliente industrial, com consumos elevados e tarifário superior, poderá proporcionar um retorno económico bastante mais rápido do que um contador de um cliente doméstico com baixos consumos e tarifa reduzida, ainda que este último tenha uma idade bastante superior.

Não obstante, continua a aplicar-se a exigência da lei em vigor de verificação dos contadores com uma idade superior ao limite definido.

Na Figura 6, apresenta-se uma análise global da **Prioridade de Substituição**, disponível em forma de gráficos, para cada tipo de anomalia, quanto ao número de contadores, receita e volume médio recuperados e investimento necessário.

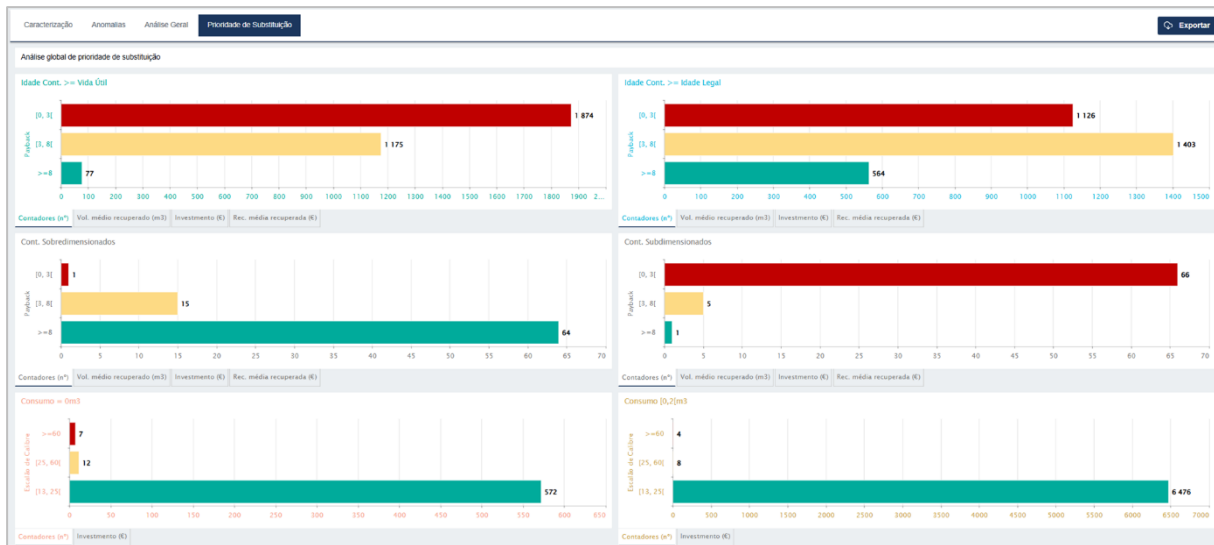


Figura 6 - Dashboard: Prioridade de Substituição

Finalmente, a par dos *dashboards* de visualização e análise acima apresentados, torna-se possível concretizar o **Plano de Substituição**, ou seja, definir um plano otimizado de substituição de contadores adaptado às necessidades da entidade gestora, tendo em conta diferentes critérios de substituição, número de contadores a substituir e/ou disponibilidade orçamental.

Assim, considerando que o investimento disponível para a substituição de contadores é de 40 mil euros e que o critério de substituição pretendido é o de vida útil, a ferramenta gera automaticamente um plano adaptado com base nestas premissas, cujos principais números se apresentam na Figura 7.

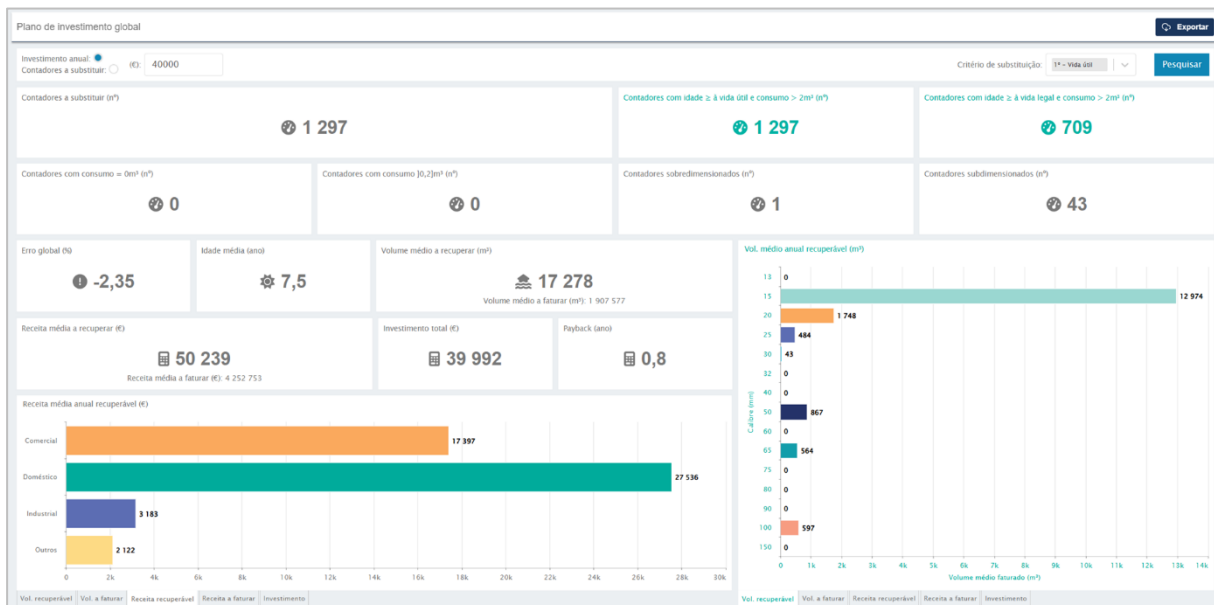


Figura 7 - Plano de Substituição

O plano definido prevê a substituição de quase 1 300 contadores com idade superior à vida útil, cujo investimento necessário é de 40 mil euros, conforme pré-definido, estimando-se uma receita média a recuperar de 50 mil euros (resultante do serviço de abastecimento de água e saneamento de águas residuais), correspondente a um volume de consumo de água de 17 mil m³, sendo expectável um

retorno do investimento em menos de 1 ano (*payback* = 0,8 anos). O volume e receita a recuperar resulta maioritariamente de clientes domésticos, contudo, principalmente em termos de receita, a classe de consumo Comercial tem também um peso bastante significativo. Tal deve-se ao facto de o tarifário aplicado a consumidores do tipo doméstico ser inferior aos restantes.

Dos contadores a substituir, verifica-se que cerca de 700 têm idade superior à recomendada e que 44 estão incorretamente dimensionados, pelo que é necessário reavaliar o calibre desses contadores.

De referir que os contadores prioritários são definidos com base no menor período de retorno do investimento resultante da sua substituição (*payback*).

Por fim, para a implementação do plano, é possível fazer a exportação de uma listagem detalhada dos contadores a substituir previstos no mesmo, que contém toda a informação existente de cada contador.

Em suma, a aplicação desta ferramenta possibilitou a otimização do processamento e análise de dados, permitindo à entidade gestora definir um plano otimizado de substituição de contadores de forma simples e rigorosa, indo ao encontro da redução de perdas aparentes e maximização do retorno económico.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão eficiente do parque de contadores constitui uma alavanca estratégica para a melhoria do desempenho dos sistemas de abastecimento de água, com impacto direto na redução das perdas aparentes e na maximização do retorno económico para as entidades gestoras.

A abordagem apresentada na presente comunicação demonstra que a definição de um plano otimizado de substituição de contadores, suportado por critérios técnicos e financeiros, permite uma atuação mais informada, eficaz e sustentável.

A ferramenta desenvolvida pela AQUAPOR revelou-se fundamental neste processo, ao permitir a otimização do processamento e análise de dados. A adoção de soluções computadorizadas e baseadas em dados reforça, assim, a capacidade de tomada de decisão das entidades gestoras, promovendo uma gestão mais inteligente e eficiente dos ativos.

BIBLIOGRAFIA

ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos – *Recomendação ERSAR n.º 5/2023 – Gestão de Perdas Aparentes em Sistemas de Abastecimento de Água*. Lisboa (Portugal), ERSAR, 2023.

PORTUGAL – *Portaria n.º 321/2019 de 19 de setembro – Regulamento do Controlo Metrológico Legal dos Instrumentos de Medição*. Lisboa (Portugal), Diário da República, 2019.