



MANUAL DE GESTÃO E MONITORIZAÇÃO DE ATIVOS

para sistemas de abastecimento de água



GESTÃO E MONITORIZAÇÃO DE ATIVOS

para sistemas de abastecimento de água

*A via para serviços de abastecimento de água de qualidade,
acessíveis e orientados para o negócio
em zonas rurais e periurbanas*

Autores: Ilja van Kinderen
Bart-Jan Kouwenhoven
Judith de Bruijne

Versão 3.0 2023



Practica foundation

Geulweg 16 – 3356LB Papendrecht – The Netherlands

Tel: +31786150125

info@practica.org

www.practica.org

PREFÁCIO

O presente Manual foi desenvolvido no âmbito do programa “WASH SDG”, pela PRACTICA Foundation, como membro da WASH Alliance International (WAI), parceira do Consórcio WASH SDG, financiado pelo governo holandês, e do seu programa. O Manual foi desenvolvido para profissionais hídricos que trabalham com comunidades e operadores de sistemas de água rurais ou periurbanos no sul do planeta.

Agradecimentos especiais ao parceiro da WAI, *Centro de Desenvolvimento Urbano Integrado (CIUD)*, que desempenhou um papel vital no reforço das capacidades e no teste da abordagem de gestão de ativos com vários comités de utilizadores de água no Nepal. Através desta prática, foram capazes de desenvolver modelos melhorados para o planeamento da gestão de ativos com instruções claras. Foram inseridos como anexos do presente Manual. Agradecimentos também ao parceiro da WAI, *AidEnvironment/RAIN*, que desenvolveu modelos para a monitorização da gestão de ativos, que também foram anexados a este Manual.

Ao lado da melhorada (3.^a) versão deste Manual e dos modelos em papel para a gestão de ativos, o programa WASH SDG (Fase 2), resultou no desenvolvimento de um programa simples de gestão de ativos para sistemas de água de pequena ou média dimensão no sul do planeta. Trata-se de ferramentas digitais de código aberto e de utilização gratuita para desenvolver e monitorizar planos de gestão de ativos dos sistemas hídricos. Por meio de um painel de configuração baseado na *web*, entra-se num plano de manutenção e, com a ajuda de uma aplicação móvel, é possível monitorizar os dados no local. Todos os dados recolhidos – tanto esperados quanto reais – são automaticamente apresentados num painel de controlo digital. O pacote do programa também inclui um ambiente de E-learning com três módulos para diferentes grupos-alvo. O ambiente de E-learning contém informações semelhantes às deste Manual, mas tem, adicionalmente, imagens de apoio, vídeos animados, estudos de caso, trabalhos práticos, questionários e um jogo. Isto com o objetivo de gerar possibilidades de aprendizagem aplicadas a nível comunitário (Módulo 1), de apoiar o pessoal de campo dos governos regionais e das ONG (Módulo 2) e de apoiar os profissionais do setor da água (Módulo 3).

Os inícios de sessão gratuitos para estas aplicações e os Manuais do Utilizador associados podem ser solicitados ao programador, SmartTech Solutions: info@smarttech.com.np

ÍNDICE

Prefácio	1
Introdução	4
1 Noções básicas da gestão de ativos.....	5
1.1 <i>Definição de gestão de ativos</i>	5
1.2 <i>Vantagens da gestão de ativos</i>	5
1.3 <i>Quando aplicar a gestão de ativos</i>	6
1.4 <i>Guia de leitura</i>	6
2 Avaliação conjunta e determinação do nível de serviço.....	8
2.1 <i>Abordagem participativa e avaliação conjunta</i>	8
2.2 <i>Determinação do nível de serviço</i>	8
3 Planeamento da manutenção baseada nos custos e riscos	10
3.1 <i>Importância da manutenção</i>	10
3.2 <i>Tipos de manutenção</i>	11
3.3 <i>Desenvolver um plano de manutenção baseado em custos e riscos</i>	12
.....	13
Passo 1: Inventário de ativos.....	13
Passo 2: Avaliação dos riscos.....	14
Passo 3: Mitigação de riscos e funções	19
Passo 4: Estimativa de custos	23
3.4 <i>Como reduzir a manutenção necessária?</i>	24
4 Rendimentos e otimização	28
4.1 <i>Como calcular o rendimento anual e resultado</i>	28
4.2 <i>Otimização</i>	31
5 Monitorização e avaliação	35
5.1 <i>Indicadores de monitorização</i>	35
Monitorização financeira	35
Monitorização técnica.....	37
Monitorização da satisfação do cliente	38
5.2 <i>Otimização através dos dados de monitorização</i>	38
ANEXO 1: MODELOS DE PLANOS DE MANUTENÇÃO	40
Modelo de uma Folha de Cálculo de Entrada de <i>Stock</i> /Inventário de Ativos	41
Modelo de uma Ficha de Avaliação de Riscos.....	46
Modelo de uma Ficha do Plano de Manutenção Baseado nos Riscos (mitigação dos riscos).....	48
ANEXO 2: MODELO DE ESTIMATIVA DE CUSTOS	50
ANEXO 3: MODELOS DE MONITORIZAÇÃO.....	52
Modelo de monitorização financeira	52
Modelo de monitorização técnica	56
Modelo para a monitorização da satisfação do cliente	58
ANEXO 4: FATOR DE CORREÇÃO DA TAXA DE INFLAÇÃO.....	59

INTRODUÇÃO

Com a criação do ODS 6 em 2015, o aumento necessário do acesso à água potável recebe uma atenção considerável no setor WASH. No entanto, apesar dos muitos projetos de infraestruturas hídricas que tiveram lugar em África durante a última década, em 5 anos, cerca de 25 a 30% do equipamento já não está operacional (*Fonte: "What's working where and for how long, 2016, RWSN"*). Um cenário semelhante pode ser observado noutras partes do Sul global. Isto tem principalmente a ver com o facto de a manutenção dos sistemas hídricos ser negligenciada.

Os investimentos estão apenas a ser realizados no sentido de se criar acesso a água potável, mas a recuperação dos custos recorrentes é muitas vezes esquecida ou é assumido que a operação e manutenção podem ser feitas com base numa gestão voluntária da comunidade. Os sistemas de água rurais – especialmente os sistemas de água canalizada de pequena ou média dimensão – são frequentemente complexos e exigem orçamentos substanciais para uma gestão adequada. Ignorar a recuperação dos custos resulta, assim, na quebra precoce dos sistemas de água e, com isso, os níveis de serviço diminuem.

A gestão de ativos é uma abordagem para vencer a perspetiva ingénuo de que a mera construção de sistemas hídricos é suficiente. É um método para otimizar de forma sistemática a utilização de vários componentes (ou ativos) de sistemas (de água) ao longo de todo o seu ciclo de vida. Tem por objetivo proporcionar o melhor equilíbrio entre os custos envolvidos e o nível de serviço prestado aos seus utilizadores.

A Practica Foundation está convencida de que a gestão de ativos é um dos elementos críticos para garantir sistemas hídricos sustentáveis a nível técnico e financeiro. Complementa outras políticas importantes e atividades comumente promovidas no abastecimento de água rural nos dias de hoje, como a participação inclusiva, a conceção resiliente às alterações climáticas, o planeamento da segurança da água e a promoção da higiene.

Geralmente, a gestão de ativos é utilizada para:

- registar os ativos e desenvolver um plano de manutenção para os mesmos – de forma a garantir a sustentabilidade técnica;
- desenvolver um prognóstico financeiro – e analisar a sustentabilidade financeira dos pagamentos vs. custos;
- otimizar o planeamento dos ativos, encontrando o equilíbrio ideal entre a sustentabilidade financeira e técnica em relação ao nível de serviço;
- monitorizar os ativos e avaliar a sua gestão de forma a evitar avarias e longos períodos de paragem da forma mais eficaz e eficiente.

O objetivo deste Manual é fornecer uma compreensão geral dos princípios da Gestão de Ativos e de como se pode aplicá-los a sistemas (canalizados) de abastecimento de água de pequena ou média dimensão. É importante reconhecer que a Gestão de Ativos é um instrumento. Não é a solução em si. A elaboração de um plano de gestão de ativos tem pouco valor agregado se não for posto em prática. Muitas vezes, vem com uma mudança no comportamento estrutural. Este a é amplamente aceite como a parte mais desafiante. A atenção continuada ao mesmo, o acompanhamento, a monitorização, o apoio e a orientação são fundamentais para uma implementação bem-sucedida.

1 NOÇÕES BÁSICAS DA GESTÃO DE ATIVOS

1.1 DEFINIÇÃO DE GESTÃO DE ATIVOS

Um **ativo** é um recurso (ou, por palavras simples, uma “coisa”) que se espera que proporcione benefícios futuros a uma pessoa ou empresa. Um sistema de abastecimento de água é um recurso valioso para as pessoas e, portanto, um ativo. Presta um serviço aos clientes – sob a forma de abastecimento de água – e gera receitas com a venda de água.

Os ativos – como os sistemas de abastecimento de água – exigem **manutenção e gestão** para não avariarem. Basta pensar numa bomba que para de funcionar ou em painéis solares que não são mantidos limpos ou que são vandalizados. Se tal acontecer, o sistema não fornecerá água, o que resultará em pessoas sem água potável e perda de renda. Para evitar que isso aconteça, será necessário um plano para manter o ativo e estabelecer uma estrutura de gestão que garanta que alguém realize oportunamente as inspeções, reparos e substituições necessárias.

A qualidade do serviço prestado é chamada de “**nível de serviço**”. Os níveis de serviço podem ser ajustados de acordo com as necessidades ou exigências dos utilizadores da água, do Governo e/ou dos prestadores de serviços. Por exemplo, através da expansão do sistema com ligações domésticas suplementares ou da adição de características, tais como Sistemas de Cloração. Isto terá uma influência no número de clientes que se pode alcançar (quantidade) e/ou na satisfação do cliente (qualidade). E, portanto, no montante de receitas que é gerado.

A gestão de ativos é, assim, a ação de atingir e manter o nível de serviço desejado durante um determinado período.

1.2 VANTAGENS DA GESTÃO DE ATIVOS

A gestão de ativos em sistemas de abastecimento de água (rurais) apresenta três vantagens principais:

1. Em primeiro lugar, serve como uma ferramenta para **melhorar a sustentabilidade financeira e técnica e, portanto, a vida útil de um sistema de água**. Permite que os comités de utilizadores da água (WUC) e/ou empresários do setor hídrico compreendam onde estão localizados os seus ativos e como funcionam. Proporciona um quadro para a sua manutenção e substituição atempada e eficaz. Ao identificar os ativos mais críticos e ao estabelecer um plano para a sua manutenção e substituição, um WUC ou um operador de água pode garantir que os seus ativos estão a ser utilizados de forma eficiente e eficaz, o que pode ajudar a prolongar a sua vida útil.
2. Em segundo lugar, **melhora a tomada de decisões e a gestão financeira**. Se os dados forem recolhidos sistematicamente durante um período mais longo, proporcionam aos decisores uma visão exata do estado financeiro e operacional das suas infraestruturas. Assim, promove decisões mais informadas sobre futuras intervenções, de forma a melhorar a funcionalidade dos sistemas de água: o que é necessário e qual é a melhor abordagem? Desta forma, são realizadas decisões mais informadas sobre a atribuição de recursos e orçamentação para despesas futuras. Isso pode ajudar os WUC ou operadores a gerir melhor os seus recursos financeiros e a fazer projeções financeiras sólidas.

3. Em terceiro lugar, cria **confiança e transparência**, se partilhada abertamente. Os intervenientes sabem qual é o plano e onde o dinheiro está a ser gasto. Desta forma, é mais provável que os utilizadores estejam dispostos a pagar pela água.

Outras vantagens frequentemente mencionadas são:

- Mais **métodos sistemáticos de recolha e armazenamento de dados** nos sistemas hídricos, através de inventários de ativos e avaliação de riscos.
- O nível de serviço e os seus custos e receitas associados são **fixos e formalizados** com os utilizadores da água. Por conseguinte, não há margem para mal-entendidos.
- Uma **melhoria da resposta de emergência**, uma vez que um plano de gestão de ativos ajuda a identificar e avaliar previamente os riscos potenciais. Ao identificar esses riscos, é possível minimizá-los ou mitigá-los e proteger o sistema.
- Os dados também podem ser utilizados para **atrair financiamento externo**. Os financiadores estão mais preparados para investir em casos baseados na evidência, que apresentam pouco risco, em vez de uma abordagem irregular em que não existe uma estratégia sustentável e de longo prazo.
- A manutenção, ou a gestão de ativos em geral, é frequentemente vista como um custo. Um bom plano de gestão de ativos, no entanto, evita longos períodos de inatividade desnecessários (ou seja, um sistema que não fornece água devido a uma falha) e, portanto, garante **rendimento otimizado e continuado** do sistema de água. Resulta mais em lucros do que em custos.

1.3 QUANDO APLICAR A GESTÃO DE ATIVOS

É importante elaborar um plano de gestão de ativos antes de instalar um sistema ou aplicá-lo para otimizar ou reabilitar a infraestrutura existente. Fornece ao operador, com suficiente pormenor e com base na ambição e em acordos estabelecidos com os utilizadores, os custos esperados de manutenção e exploração do sistema.

Estes custos terão de ser recuperados. As receitas para cobrir estes custos são provenientes das receitas da água. Se as receitas não conseguem cobrir os custos esperados, também é preciso encontrar otimizações – por exemplo, diminuindo a ambição (nível de serviço) ou aumentando o preço da água. Portanto, desenvolver um plano de gestão de ativos e negociar o preço da água é um processo muito importante que precisa ser feito antecipadamente, antes de instalar ou reabilitar o sistema. Iniciar uma negociação quando o sistema já estiver em uso irá confrontá-lo com expectativas de preço e nível de serviço já estabelecidas – tanto dos utilizadores quanto das instituições reguladoras. Define o seu sistema para o fracasso.

1.4 GUIA DE LEITURA

O presente Manual é constituído pelos capítulos seguintes, com o objetivo de definir um plano de gestão de ativos numa abordagem gradual:

1. **Avaliação conjunta e determinação do nível de serviço:** o capítulo explica como iniciar um processo de planeamento da Gestão de Ativos, envolvendo os intervenientes adequados e determinando o nível de serviço a prestar aos utilizadores do serviço de abastecimento de água.
2. **Planeamento da manutenção baseada nos custos e riscos:** com base no nível de serviço e numa perspetiva sobre o que é manutenção, pode-se definir o plano de manutenção. Um plano de manutenção resume todas as ações necessárias e os respetivos custos para manter o serviço que se pretende prestar.

3. **Rendimento e otimização:** as receitas geradas pela venda de água são necessárias para pagar as despesas. É feita uma estimativa do rendimento. Com base no modelo financeiro, pode-se explorar se a otimização financeira e técnica é possível.
4. **Monitorização e avaliação:** na realidade, as coisas funcionam frequentemente de forma diferente do planeado e, por isso, os planos precisam de ajustes. A monitorização e a avaliação são, assim, necessárias para garantir uma operação contínua e/ou ajustada.

2 AVALIAÇÃO CONJUNTA E DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE SERVIÇO

O primeiro passo de um plano de gestão de ativos consiste em envolver vários intervenientes e realizar uma avaliação conjunta. Com estas informações, pode-se iniciar o processo de definição de um nível de serviço comumente acordado.

2.1 ABORDAGEM PARTICIPATIVA E AVALIAÇÃO CONJUNTA

Tal como acontece com todos os processos de planeamento, é vital que os intervenientes se reúnam para discutir como desenvolver um plano e quem assumirá a liderança. Os intervenientes no planeamento da Gestão de Ativos podem ser os proprietários/gestores do sistema de abastecimento de água, os operadores/empresários do sistema, os comités de utilizadores, as administrações locais, os técnicos de manutenção, os planificadores financeiros, os mobilizadores sociais dos departamentos governamentais distritais/provinciais/nacionais interessados, ou as ONG de apoio e/ou os prestadores de assistência técnica. A **abordagem inclusiva e participativa** é vital para tornar o planeamento e a monitorização da Gestão de Ativos um sucesso. Isto implica uma participação significativa de todos os tipos de pessoas, incluindo mulheres, crianças, grupos socialmente excluídos e pessoas portadoras de deficiência. Assim, garante-se que todos têm direitos iguais na tomada de decisões e nos serviços, mesmo aqueles que vivem remotamente ou socialmente excluídos, já que a água é um direito humano fundamental.

A partir destes principais intervenientes, poderá ser formada uma equipa que desenvolverá um **análise da situação** do sistema de água e que se compromete a **visita conjunta ao local**. A análise deve incluir a localização e o histórico do sistema de abastecimento de água, a qualidade e quantidade da água que está a ser distribuída, a sua capacidade real, a quantidade de procura, o histórico de manutenção e outras informações relevantes existentes sobre os ativos do sistema de abastecimento de água.

A par de uma análise técnica do sistema, é importante mapear **aspectos sociais e financeiros** tal como o atual saldo financeiro de custos e rendimentos, a disponibilidade e capacidade de pagar entre a comunidade e os planos/recursos governamentais.

2.2 DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE SERVIÇO

Como parte deste primeiro passo, é importante definir o nível de manutenção (preliminar) previsto. Ou seja, a qualidade do serviço prestado. Isto significa que, enquanto operador do sistema, define a meta do funcionamento do sistema de água. Começa com a definição do nível de serviço que deseja fornecer. Deve ser feito para o ativo como um todo.

Definir a ambição tem um impacto direto no plano de manutenção que vai desenvolver nas próximas etapas do seu processo de planeamento de gestão de ativos. Se se pretende prestar um serviço muito elevado, pode significar a necessidade de mais pessoal ou a manutenção de mais peças suplentes em *stock*. A redução da ambição tem o efeito oposto.

Ao definir estes objetivos, é importante lembrar os potenciais clientes e falar diretamente com eles. Alguns grupos podem querer pagar mais se concordarem com um nível de serviço elevado. Alguns podem estar satisfeitos com um nível de serviço mais básico. Deve consultar primeiro os clientes para criar um ponto de partida e alguns acordos iniciais sobre qual deve ser o nível de serviço – veremos nas etapas posteriores do processo de planeamento da gestão de ativos que o nível de serviço pode mudar durante a otimização.

As regulamentações governamentais também precisam ser levadas em consideração.

Os principais parâmetros a determinar para definir um nível de serviço são:

- **Fiabilidade:** Com que frequência permitimos que o sistema se avarie e com que rapidez o podemos reparar?
- **Disponibilidade:** Durante que horas do dia deve ser fornecida água?
- **Qualidade da água:** Qual é a qualidade da água fornecida?
- **Quantidade de água:** Que quantidade de água deve ser fornecida por dia?
- **Acessibilidade e segurança:** Como podemos garantir que todos tenham acesso à água?

A definição deste objetivo deve ser o mais concreta e exata possível. Para um sistema de água, pode ser o seguinte:

Definição de serviço geral

Realizar um abastecimento de água seguro, acessível e fiável.

Parâmetro do nível de serviço	Objetivo ou especificação de desempenho
Nível de fiabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema de água deve estar operacional 95% do tempo, durante o horário de funcionamento. • Se partes críticas do sistema avariarem (o que significa que o sistema não fornece água), serão reparadas dentro de um dia. • Se partes não críticas do sistema avariarem (o que significa que uma parte avariou, mas o sistema consegue fornecer água), serão reparadas no prazo de três dias.
Nível de disponibilidade	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema de água deve estar operacional entre as 7:00 e as 19:00, de segunda-feira a sábado. • O sistema de água deve estar operacional entre as 10:00 e as 18:00 de domingo.
Qualidade da água	<ul style="list-style-type: none"> • A qualidade da água deve estar dentro dos regulamentos governamentais. • A água deve ser sempre clorada com um resíduo de cloro livre de pelo menos 2,0 mg/L.
Quantidade de água	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema deve fornecer pelo menos 4 m³ todos os dias.
Acessibilidade, viabilidade económica e segurança	<ul style="list-style-type: none"> • O tempo de espera deve ser inferior a 10 minutos. • O ponto da torneira de água deve ter uma rampa, para que possa ser facilmente acedido por pessoas portadoras de deficiência física. • As lajes devem estar em boas condições para garantir que crianças, idosos e outros grupos vulneráveis possam aceder ao ponto de água sem o perigo de sofrerem danos físicos. • As pessoas sem rendimentos na comunidade devem ter acesso ao subsídio governamental para acesso à água.

3 PLANEAMENTO DA MANUTENÇÃO BASEADA NOS CUSTOS E RISCOS

Este capítulo começará com a importância da manutenção e de várias estratégias de manutenção, antes de demonstrar como desenvolver um plano de manutenção baseado em custos e riscos.

3.1 IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO

Manter um ativo significa garantir a sua capacidade de cumprir as suas funções e tarefas, garantir que o nível de serviço exigido é atingido. A manutenção é utilizada para aumentar a fiabilidade dos equipamentos e, assim, reduzir os riscos para o prestador de serviços. É todo o processo de inspeção do sistema, previsão de avaria das peças ou de um efeito indesejado no nível de serviço e, assim, de substituição e reparação de diferentes peças.

No caso dos sistemas de abastecimento de água, significa que se garante que a água potável é continuamente fornecida aos clientes. Os clientes sentem-se satisfeitos com um bom serviço e, portanto, estão dispostos a pagar pelo serviço. O dinheiro gerado garante a manutenção do sistema, tornando-o assim fiável. O que, mais uma vez, tem um efeito positivo na satisfação do cliente. A falta de manutenção de um sistema de água terá o efeito oposto. Tal pode ser demonstrado pela **espiral descendente da Gestão de Ativos**.



Poderá iniciar-se uma espiral descendente se a comunidade aceitar um nível elevado de serviço, mas não o pagar a tempo. Neste caso, o operador não consegue efetuar a manutenção sem um orçamento, o que aumenta o risco de avaria. Muitas vezes, começa com pequenos passos. Por exemplo, se o operador não tiver rendimento, é menos provável que mantenha o ponto de água limpo e pode até começar a ignorar pequenas reparações. A comunidade vê o local a sujar-se e a água a fluir menos suavemente. Assim, as pessoas começam a queixar-se e já não estão dispostas a pagar o preço total pela água. Como o operador está a receber ainda menos, decide ignorar as inspeções e a manutenção preventiva. Eventualmente, ocorre uma falha grave e o sistema de água não consegue funcionar corretamente. O nível de serviço cai completamente, efetuando apenas fornecimentos ocasionais. Durante esse período, a comunidade pode não estar interessada em pagar ao operador e, dentro de algumas semanas ou meses, o sistema não estará totalmente funcional.

A manutenção dos sistemas de água canalizada é uma ação frequentemente negligenciada ou ignorada. Muitas vezes, presume-se injustamente que os operadores sabem cuidar dos seus ativos ou que a gestão voluntária da comunidade servirá. Trata-se de uma perspectiva ingênua.

A manutenção de um sistema de água requer uma atenção sistemática, mas não é muito difícil. Compreende uma combinação sólida de competências técnicas, planeamento, definição de níveis de ambição, gestão financeira e competências empresariais.

3.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Diferentes peças necessitarão de diferentes tipos de manutenção. Além disso, existem três abordagens diferentes à manutenção. A questão é como decidir que tipo de manutenção se deve utilizar para vários componentes do sistema de abastecimento de água.

Em primeiro lugar, as **causas da falha** podem variar consideravelmente. E são diferentes para cada componente do sistema. Pode-se pensar em temperatura (por exemplo, sobreaquecimento), fixações (por exemplo, parafusos soltos), poeira/humidade/água, visitas indesejadas de animais (ratos, insetos), vandalismo ou roubo, efeitos naturais (como raios ou terremotos), falta de inspeção regular, instalação incorreta, sujidade nos painéis solares, etc. Isto também influencia a estratégia de manutenção.

Existem diferentes métodos para manter os ativos e evitar uma redução do nível de serviço. Podem ser usados as seguintes abordagens à manutenção:

- **Manutenção reativa:** um termo mais técnico é "Manutenção Dependente De Falhas". Reage-se quando algo avaria ou falha. É basicamente a forma mais simples de manutenção, mas tem um impacto no nível de serviço e na fiabilidade do sistema. Mais frequentemente do que favorável, a abordagem de manutenção aos sistemas de água é uma "manutenção dependente de falhas". Muitos sistemas poderiam beneficiar da adoção das duas seguintes estratégias.
- **Manutenção preventiva:** geralmente conhecida como "Manutenção Dependente da Utilização". Esta manutenção é feita quando determinado parâmetro especificado (um parâmetro é algo que se pode medir) atinge um determinado valor/nível. Estes parâmetros podem ser vida útil, quantidade ou volume de água vendida, frequência de utilização de uma peça, etc. Por exemplo, quando são vendidos 5 000 000 litros de água, o contador de água é substituído para evitar que se avarie e perca as vendas. Ou a torre de água é pintada a cada 3 anos para evitar que enferruje e parta.
- **Manutenção baseada em inspeções:** também é conhecida como "Manutenção dependente do Estado". Utilizam-se inspeções para determinar o estado dos ativos e, com base no resultado das inspeções, a manutenção é feita. Por exemplo: visita-se o local a cada 2 semanas e, com base na inspeção, decide-se limpar os painéis solares e fazer pequenos reparos na laje de concreto.
- Para tomar a decisão sobre qual das três estratégias se utilizará, é necessário determinar a probabilidade de a peça avariar e o que acontecerá se ela avariar. Se parar completamente ou em grande medida as vendas de água, chama-se "**crítica**". Se tiver um efeito menor sobre as vendas de água, denomina-se "**não crítica**".
- Deve-se ter em mente que esse risco de avaria mudará com o tempo. No caso de uma bomba de água, pode-se dizer que o perfil de risco de uma bomba é alto no início da instalação, então, durante um período, esse risco diminui para um nível aceitável. E aumenta quando a bomba atinge a sua vida útil prevista.

Com a mudança dos perfis de risco ao longo do tempo e como regra geral, pode-se afirmar que:

- A **manutenção reativa** só deve ser aplicada em peças do sistema que não sejam críticas para o nível de serviço previsto. Essas peças representam um **baixo risco**. Por exemplo, pode ser uma racha numa laje de concreto. Quando uma laje começa a rachar, o abastecimento de água em si não está diretamente em risco. A manutenção reativa pode ser utilizada neste caso para evitar uma maior deterioração.
- A **manutenção preventiva** é utilizada quando o **risco de avaria** de uma **peça crítica** do sistema **aumenta ao longo do tempo**. Por exemplo, quando se sabe que a probabilidade de uma bomba avariar aumenta significativamente após 7 anos, pode-se decidir fazer manutenção preventiva ou mesmo substituição da bomba quando a bomba se aproxima dessa idade.
- Se a taxa de avaria de um elemento for constante – tem um **perfil de risco constante** que não aumenta com o tempo –, pode-se aplicar a **manutenção baseada em inspeções**. Se a peça for considerada crítica, pode-se inspecioná-la regularmente. Se não for crítica, pode-se aumentar os intervalos entre as inspeções.

Esta regra não se aplica a todas as situações e o pensamento lógico deve ser usado em todos os momentos. Por exemplo, os raios são difíceis de prever e podem causar danos significativos ao sistema. Assim, sugere uma manutenção preventiva ou baseada em inspeções. No entanto, a forma mais lógica de manutenção seria a manutenção reativa. Neste exemplo, os riscos de não funcionalidade a longo prazo podem ser reduzidos através da disponibilização de protetores de sobretensão sobressalentes (a peça que se quebra quando um raio atinge) quando tal acontece. Além disso, algumas peças podem ser mantidas através de uma combinação de estratégias. Por exemplo, pode querer manter muito bem as peças caras durante a sua vida útil, repintando-as, limpando-as ou lubrificando-as (manutenção preventiva), e apenas substituí-las quando estiverem verdadeiramente avariadas (manutenção reativa), de modo a ter de comprar essas peças o menos vezes possível.

3.3 DESENVOLVER UM PLANO DE MANUTENÇÃO BASEADO EM CUSTOS E RISCOS

Um **plano de manutenção** é um plano que regista e resume todos os componentes (*hardware* e *software*) que necessitam de manutenção. O plano determina que tipo de manutenção é necessária com base no seu nível de risco, incluindo a frequência dos testes ou inspeções, quanto custará e quem o fará. Estas ações dependerão do nível de serviço que se pretende prestar.

A gestão de ativos é a ação de alcançar e manter o nível de serviço desejado durante um período. Por conseguinte, um plano de manutenção faz parte de um plano de gestão de ativos.

Existem diferentes abordagens para elaborar um plano de manutenção. Neste Manual, será utilizada a seguinte abordagem:

- 1) **Inventário de ativos:** definir todos os ativos existentes;
- 2) **Avaliação dos riscos:** definir todos os elementos do sistema e o seu perfil de risco;
- 3) **Mitigação dos riscos:** definir formas de prevenir a avaria ou como se pode reparar/substituir/melhorar a peça e definir quem fará o quê e quando;
- 4) **Estimativa de custos:** definir o custo destas medidas.

A manutenção nunca para e novas informações são geradas com a experiência. Portanto, um plano de manutenção precisa de revisão contínua e pode ser atualizado de acordo com novas informações e experiências. Por outras palavras: **o plano de manutenção também necessita de manutenção.**

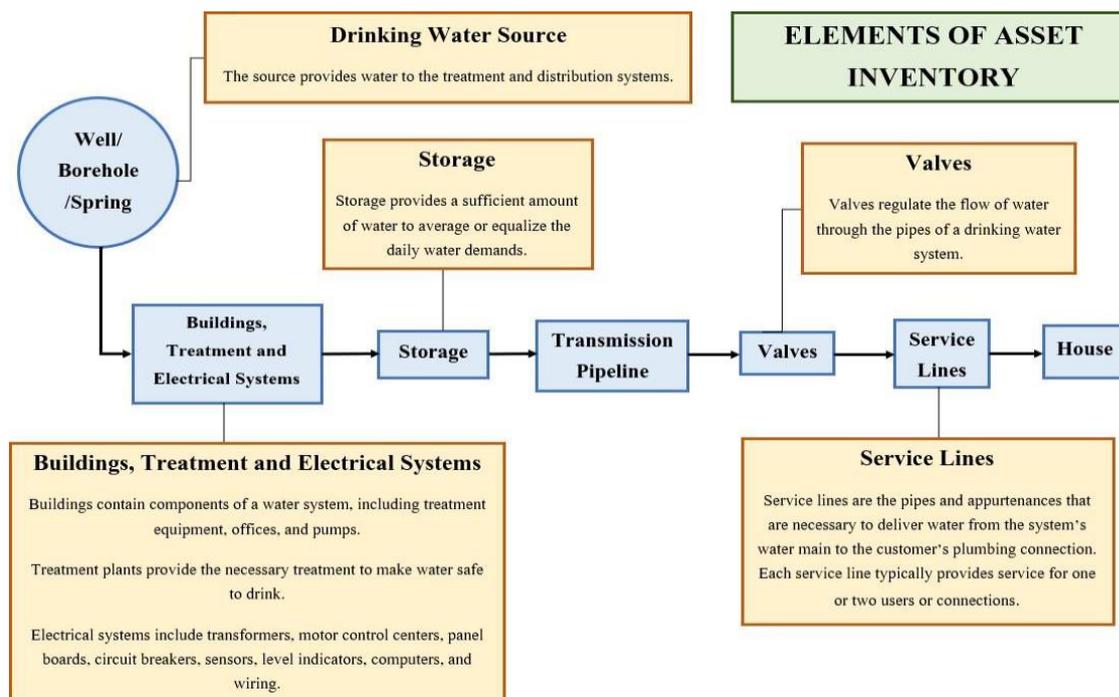
Nota: Nos anexos deste Manual são fornecidos modelos em branco para elaborar um plano de manutenção – incluindo gráficos. Permitem criar um plano sem usar um computador. Se um computador com Excel estiver disponível, é aconselhável fazer o plano com a ajuda do mesmo. Acelera o processo e permite adaptações.

A WASH Alliance International desenvolveu também ferramentas digitais de código aberto e de utilização gratuita para desenvolver e monitorizar planos de gestão de ativos. Por meio de um painel de configuração baseado na web, entra-se num plano de manutenção e, com a ajuda de uma aplicação móvel, é possível monitorizar os dados no local. Todos os dados recolhidos – tanto esperados quanto reais – são automaticamente apresentados num painel de controlo digital. O início de sessão gratuito nesta aplicação e os Manuais do Utilizador associados podem ser solicitados ao desenvolvedor, SmartTech Solutions: info@smarttech.com.np

Passo 1: Inventário de ativos

O primeiro passo para elaborar um plano de manutenção é listar todos os elementos do sistema. Isto é o que se chama num **inventário de ativos**: uma lista de todos os ativos, como tubos, bombas, torres, acoplamentos, painéis solares. Manter o registo dos ativos ajuda a conhecer a sua condição atual, o seu histórico de manutenção e a sua vida útil estimada.

Geralmente, um inventário de ativos é dividido em categorias/elementos principais e subelementos. Como um primeiro passo, pode-se fazer uma visão geral esquemática dos **elementos principais**, consultando o exemplo abaixo nas caixas azuis. As caixas amarelas fornecem uma explicação.



Elementos de um inventário de ativos (EPA, 2004)

O próximo passo seria colocar os principais elementos/categorias num formato tabular e listar, para cada categoria, um número de subelementos. Por exemplo, um poço normalmente terá uma entrada como subelemento.

Para cada subelemento, é recomendável registar uma série de pormenores numa chamada "Folha de cálculo da entrada de *stock*". Um inventário de ativos normalmente indica, pelo menos, a localização do ativo, a data de instalação, a sua condição atual e o número total desse ativo específico (por exemplo, 4 válvulas). Outras informações que se recomendam acrescentar sobre o ativo são: número de série, dimensão, coordenadas GPS da localização, tempo de vida útil previsto, material de composição, informações do fornecedor/fabricante, tipo de modelo, detalhes do histórico de manutenção e desenhos de conceção.

Na página 15 é apresentado um exemplo de como poderia ser essa "Folha de cálculo da entrada de *stock*". Um modelo e uma explicação sobre como preencher um inventário de ativos podem ser encontrados Anexo 1: Planos de Manutenção.

Nota: é importante perceber que não há nenhum problema em começar o inventário de ativos com apenas alguns detalhes. Poderá trabalhar com um sistema de água antigo, do qual foram armazenadas informações limitadas. Não deve tornar-se o principal objetivo o de desenvolver um plano e investir todo o tempo e energia na recolha de dados. Deve ser algo simples!

Passo 2: Avaliação dos riscos

Depois de ter um inventário de ativos em vigor, tenta-se listar as possíveis avarias de cada componente. Como explicado, pode haver diferentes razões pelas quais os ativos avariarem. Podem ser causas naturais (sobreaquecimento, invasões de roedores, tempestades) ou

causas humanas (ignorância, vandalismo, roubo). Um ativo também pode avariar de diferentes maneiras.

Mais importante do que a causa, é a possibilidade de que isso aconteça e, se acontecer, qual será o impacto. Por isso, é importante avaliar separadamente o risco de cada avaria. A seguinte fórmula representa o que significa risco:

Risco = Probabilidade ou acaso que algo aconteça X **Efeito ou impacto** quando isso acontecer.

O método de descobrir a criticidade para cada componente falhar é chamado de **avaliação dos riscos**. O quadro da página seguinte mostra como é possível avaliar o risco de avaria dos componentes.

O lado esquerdo da tabela mostra uma coluna com 4 efeitos. Se uma peça se avariar e quase não tiver qualquer efeito sobre o nível de serviço, será atribuída uma pontuação de 1 (não crítica). Se uma avaria resultar numa perda total da funcionalidade do sistema, obtém uma pontuação de 4 (crítica). As pontuações 2 e 3 estão no meio.

Na linha abaixo do quadro, a probabilidade é avaliada. É dada uma pontuação de "1" se o risco de avaria dessa peça for muito baixo ou mínimo. Se a parte for muito provável de avaria, é dada uma pontuação de 4. As pontuações 2 e 3 estão no meio.

Matriz de risco	Funcionalidade-chave: abastecimento de água fiável, seguro e inclusivo				
Efeito	Perda total de funcionalidade	4	8	12	16
	Redução da funcionalidade do sistema	3	6	9	12
	Redução da funcionalidade da peça	2	4	6	8
	Quase nenhum efeito	1	2	3	4
	Mínima	Baixa	Média	Alta	
	Probabilidade				

Se multiplicar estas duas pontuações (a pontuação do efeito X a pontuação da probabilidade), obtém uma pontuação de risco. Quanto maior a pontuação, maior o risco. Quanto maior o risco, mais atenção terá de receber. No entanto, isso não significa que os ativos de baixo risco não devam receber qualquer atenção, uma vez que ignorá-los causará falhas e a insatisfação dos utilizadores do sistema de abastecimento de água.

Por exemplo:

- Se uma bomba avaria, o efeito será a avaria de todo o sistema de abastecimento de água. Isto significa que obtém 4 pontos na escala de efeitos. A probabilidade de uma bomba eventualmente quebrar é alta. Isso significa que também pontua 4 pontos na escala de probabilidade. O perfil de risco de uma bomba pode agora ser calculado multiplicando as duas pontuações. O perfil de risco da bomba é, por

isso, elevado ($4 \times 4 = 16$). Isto significa que teremos de garantir que a bomba está sempre a funcionar.

- Se um poço de água estiver entupido devido a sujidade, o efeito no sistema é limitado. Só o poço de água não funciona como esperado. Ainda assim, a água pode ser vendida. Por isso, só tem efeito sobre a própria peça. Pode-se dar uma pontuação de 2 no efeito. A probabilidade de um poço de água entupir depende da situação. Neste exemplo, é atribuída uma classificação de 3 (Média). O perfil de risco de um poço de água pode agora ser calculado ($2 \times 3 = 6$). Este risco é consideravelmente inferior ao perfil de risco de uma bomba. Significa que temos de cuidar dela, mas podemos ter uma abordagem diferente.

O quadro da página seguinte apresenta um exemplo dessa panorâmica. O quadro acima enumera apenas uma parte de um sistema – um plano de manutenção deve conter todos os (sub)elementos. Uma vez que um ativo pode enfrentar vários tipos de falhas com diferentes níveis de risco, é importante enumerá-los separadamente na sua avaliação de risco.

Um modelo vazio de uma avaliação de risco pode ser encontrado no Anexo 1: Planos de Manutenção.

Nas secções seguintes deste Manual, continuaremos com esta lista de componentes. Não está completo, porque estão em falta tubos, válvulas, tecnologia de pré-pagamento, etc. Por isso, faltam partes do plano de manutenção (por exemplo, adição de cloro). O número de itens foi limitado para mantê-lo legível. No entanto, os princípios permanecem exatamente os mesmos.

EXEMPLO DE INVENTÁRIO DE ATIVOS

Folha de cálculo da entrada de stock Data de conclusão/atualização da folha de cálculo: 10/11/2018												
ID n.º	Ativo	Quantidade	Tamanho	Localização		Ano de instalação/compra	Vida útil esperada	Material de composição	Informação do fabricante	Modelo	N.º de série	Histórico de manutenção
				Longitude	Latitude							
1	Admissão	1	3 (m ³)	85.050267	27.758658	2072	40 anos	Betão armado	CARE Nepal	-	-	-
2	Bomba	1	20 HP	85.050033	27.758653	2073	15 anos	Aço	KSV Company	PP10	0023354	Reabilitação (2076)

EXEMPLO DE AVALIAÇÃO DE RISCO

N.º	Elemento/Subelemento	Descrição da possível falha	Efeito				Probabilidade				Risco
			Perda total de funcionalidade	Redução da funcionalidade do sistema	Redução da funcionalidade da peça	Quase nenhum efeito	Alta	Média	Baixa	Mínima	
	1 Torre de água		4	3	2	1					
a	Estrutura metálica	Rutura estrutural devido a ferrugem									8
b	Estrutura metálica	Rutura estrutural devido a parafusos soltos									8
c	Alicerces	Rachas, não suporta a torre, inclina c/ vento									8
d	Lajes	Desmoronamento, acesso reduzido, fugas									6
e	Poço de água	Entupido, fugas									6
f	Tanque	Fugas devido à idade (degradação UV)									6
	2. Painéis solares										
a	Painéis	Redução da produção devido a sujidade									8
b	Painéis	Quebra por causa de vandalismo									12
c	Cabos	Quebra por causa de vandalismo									4
	3. Bomba e acessórios										
a	Bomba	Avaria devido à idade/utilização									16
b	Cabos	Quebra por causa de vandalismo									4
c	Protetor de sobretensão	Disfuncional por causa de trovão									12
d	Disjuntor FV	Avaria devido à idade									4
e	Controlador e conversores	Avaria devido à idade ou alta temperatura									12
f	Sensor de pressão	Avaria – pressão já não é registada									6

Passo 3: Mitigação de riscos e funções

O próximo passo é definir as **ações de mitigação dos riscos**. Medidas de mitigação dos riscos são medidas tomadas para prevenir ou reduzir a gravidade do risco. Devem ser definidas de forma clara e com base no perfil de risco. Uma boa maneira de determinar se as ações de mitigação estão bem definidas é usar a sigla SMART para verificar:

SMART significa:

- *Specific (Específico)* visar uma área específica de melhoria.
- *Measurable (Mensurável)* quantificar ou, pelo menos, sugerir um indicador de progresso.
- *Assignable (Atribuível)* especificar quem será o responsável.
- *Realistic (Realista)* indicar os resultados que podem ser alcançados, tendo em conta os recursos disponíveis (fazer uma estimativa de custos).
- *Time-related (Temporal)* especificar quando os resultados podem ser alcançados.

Assim, define-se qual a ação necessária com base numa análise SMART.

Certifique-se de que lê os manuais e as condições de garantia dos diferentes componentes adquiridos. Geralmente, fornecem uma visão geral da manutenção necessária para manter os componentes em boas condições e para garantir que não se perca a garantia do produto.

A partir do exemplo acima, pode-se ver que cada ação é descrita separadamente e baseia-se na avaliação de riscos. Por exemplo, uma avaria estrutural da torre devido à ferrugem é considerada um risco considerável. Para evitá-lo, planeamos repintar a torre a cada 4 anos. Isto assegurará que cumprimos o nosso nível de serviço.

Uma avaria de uma bomba (3a) apresenta o maior risco. No entanto, é muito difícil saber quando a bomba vai avariar, concretamente. Pode ser no ano 6 ou no ano 10. Além disso, sabemos que algumas bombas são difíceis de obter. Por isso, temos de planejar com antecedência para podermos reagir assim que chegar o sinal de que a bomba avariou. A fim de reagir o mais depressa possível, temos uma bomba suplente em *stock* no ano 6. Isto permite-nos atingir o nível de serviço que afirma que temos de assegurar que, quando uma peça crítica avaria, conseguimos substituí-la num dia. A fim de prolongar a vida útil da bomba, também planeamos untar as suas peças regularmente e inspecioná-las para repintar peças enferrujadas e apertar parafusos soltos para que não tenhamos de substituir a bomba com frequência, uma vez que são caras e difíceis de encontrar. Desta forma, a bomba é mantida através de uma combinação de manutenção preventiva e reativa.

O passo seguinte é definir quem faz o quê e como. Isso pode ser feito dependendo do tipo de manutenção. Neste caso, define-se a pessoa responsável principal.

Um exemplo pode ser encontrado na tabela abaixo.

Tipo de manutenção	Gestor	Técnico	Descrição da ação e da pessoa responsável
Reativa			Um número de telefone do gestor é pintado em cada ponto de água. Se houver uma queixa ou avaria, esta é comunicada através deste número de telefone. O gestor entra em contacto com o técnico. As reparações gerais das peças não críticas devem ser efetuadas no prazo de 3 dias. No caso de peças críticas, devem ser feitas num dia.
Inspeção			O técnico é responsável por uma inspeção a cada 2 semanas. Isso acontece às segundas-feiras. Se observar avarias, informa o gestor durante uma chamada efetuada após cada ronda de inspeção. O gestor decide a ação e o prazo necessários, em função da avaria comunicada.
Preventiva			Com base no plano de manutenção, o gestor orienta o técnico na realização da manutenção preventiva. O técnico fornece informações e feedback se considerar que, com base na sua inspeção, é necessária uma manutenção preventiva antes do previsto.

Neste plano, é importante garantir uma comunicação adequada, prazos e formas de as queixas chegarem ao gestor. Fornecer um número de telefone nos pontos de água que os clientes podem utilizar para contactar o gestor pode ser uma solução boa e simples. A definição exata das responsabilidades dependerá das preferências e das condições locais.

A frequência da manutenção e o tempo necessário para responder devem basear-se no primeiro quadro elaborado: o nível de serviço. Um nível de serviço mais elevado pode aumentar a manutenção (por exemplo, pintar a cada 2 anos) e reduzir o tempo de resposta permitido para as reparações.

Um modelo vazio de uma folha de cálculo de mitigação de riscos pode ser encontrado no Anexo 1: Planos de Manutenção.

EXEMPLO DE FOLHA DE CÁLCULO DE MANUTENÇÃO BASEADA NOS RISCOS (OU NA MITIGAÇÃO DOS RISCOS)

N.º	Elemento/Subelemento	Descrição da possível falha	Mitigação		
			Reativa	Inspeção	Preventiva
	1 Torre de água				
a	Estrutura metálica	Rutura estrutural devido a ferrugem			
b	Estrutura metálica	Rutura estrutural devido a parafusos soltos			
c	Alicerces	Rachas, não suporta a torre, inclina c/ vento			
d	Lajes	Desmoronamento, acesso reduzido, fugas			
e	Poço de água	Entupido, fugas			
f	Tanque	Fugas devido à idade (degradação UV)			
	2. Painéis solares				
a	Painéis	Redução da produção devido a sujidade			
b	Painéis	Quebra por causa de vandalismo			
c	Cabos	Quebra por causa de vandalismo			
	3. Bomba e acessórios				
a	Bomba	Avaria devido à idade/utilização			
b	Cabos	Quebra por causa de vandalismo			
c	Protetor de sobretensão	Disfuncional por causa de trovão			
d	Disjuntor FV	Avaria devido à idade			
e	Controlador e conversores	Avaria devido à idade ou alta temperatura			
f	Sensor de pressão	Avaria – pressão já não é registada			

EXEMPLO DE FOLHA DE CÁLCULO DE MANUTENÇÃO BASEADA NOS CUSTOS

Sistema de água		Custo previsto do equipamento			Distribuição dos custos por ano														
N.º	Elemento/Subelemento	Descrição	Custo (€)	Intervalo (previsto) (A)	Ano														
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Torre de água																		
a	Estrutura metálica	Pintar estrutura	150	4	0	0	0	150	0	0	0	150	0	0	0	150	0	0	0
b	Estrutura metálica	Apertar paraf.	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
c	Alicerces	Reparar	25	3	0	0	25	0	0	25	0	0	25	0	0	25	0	0	25
d	Lajes	Reparar	25	1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
e	Poço de água	Limpar	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
f	Tanque	Substituir	250	9	0	0	0	0	0	0	0	0	250	0	0	0	0	0	0
2	Painéis solares																		
a	Painéis	Limpar semanal.	25	1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
b	Painéis	Substituir	150	5	0	0	0	0	150	0	0	0	0	150	0	0	0	0	150
c	Cabos	Reparar	35	6	0	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	35	0	0	0
3	Bomba e acessórios																		
a	Bomba	Substituir	2000	6	0	0	0	0	0	2000	0	0	0	0	0	2000	0	0	0
b	Cabos	Reparar	50	8	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0
c	Protetor de sobretensão	Substituir	100	5	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
d	Disjuntor FV	Substituir	150	8	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	0	0	0	0	0
e	Controlador/conversores	Substituir	300	8	0	0	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0
f	Sensor de pressão	Substituir	150	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	0	0	0
	Equipamento (soma)			60	60	85	210	310	2120	60	710	335	460	60	2270	60	60	335	
	Custo do gestor			15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
	Custo do técnico			5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
	Geral (transp., tel....)			7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	
	SOMA todos os custos			88	88	113	238	338	2148	88	738	363	488	88	2298	88	88	363	
	Correção inflação (3%)			1	1,03	1,06	1,09	1,13	1,16	1,19	1,23	1,27	1,30	1,34	1,38	1,43	1,47	1,51	
	Custo real			88	90	119	260	380	2490	104	907	459	636	118	3180	125	128	548	

Passo 4: Estimativa de custos

Depois de termos executado os passos 1 a 3, sabemos agora o que tem de ser feito e quem faz o quê. Com base nestas informações, podemos estimar os custos de manutenção em curso. Cada item especificado pode ser estimado separadamente. O quadro da página anterior mostra o princípio. Por cada item, é especificado o custo exato e o intervalo de cada ação de mitigação. Assim, por exemplo: pintar a torre a cada 4 anos. Os custos de pintura são de 150 euros. Por isso, será necessária uma reserva de 150 euros nos anos 4, 8, 12, etc.

Para o manter prático, aconselhamos limitar a repartição dos custos a um máximo de 15 anos. É possível estimá-lo por um período mais longo, mas a atualização e a elaboração de um novo plano de manutenção devem ser feitas dentro desse prazo. Idealmente, o plano de manutenção é revisto todos os anos.

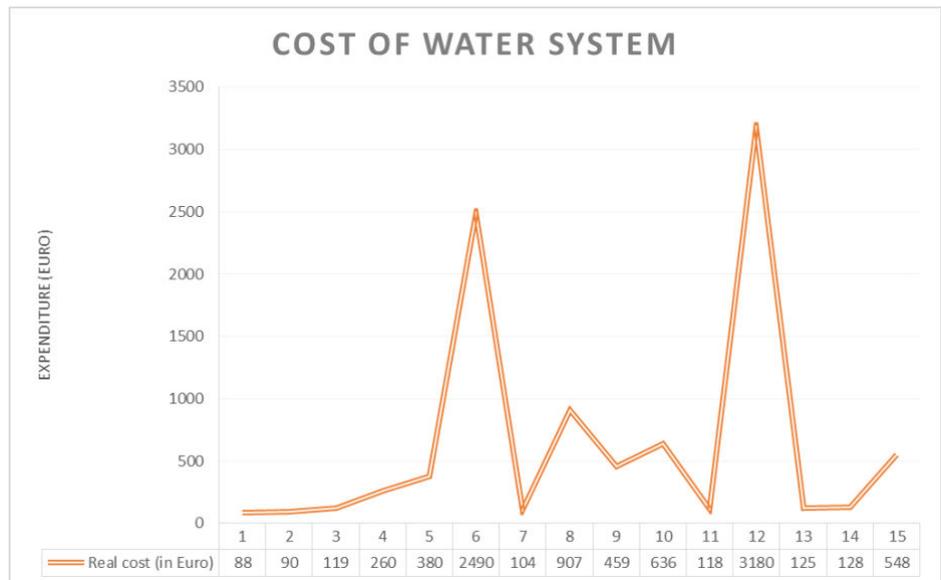
Na linha inferior é especificada a soma de todos os custos de manutenção de base por ano, sendo a soma de todos os custos individuais por elemento nesse ano.

Além disso, será necessário determinar outros custos esperados, especialmente **custos operacionais**. Estes são os custos normais de funcionamento do seu sistema de água. Pode ser o custo salarial do gestor, do responsável e do técnico, a renda do escritório, os custos indiretos, os possíveis impostos ou mesmo o custo do capital (reembolso e juros). No nosso exemplo, assumimos que só temos de pagar as 3 primeiras rubricas de custo.

O Anexo 2 contém um modelo vazio para fazer uma estimativa dos custos. Neste modelo, a estimativa de custo por ativo e o seu intervalo de manutenção integrados num quadro.

Depois de adicionar todos os componentes de custo, terá uma ideia dos custos anuais. No entanto, como resultado da inflação, o custo do equipamento e, por vezes, da mão-de-obra aumenta todos os anos. Para se ter uma ideia de que fundos são necessários em reserva em cada ano, será necessário corrigir os valores calculados com um fator de correção da inflação. Este fator é multiplicado pelo custo estimado (a soma de todos os custos), o que resulta no custo real. No nosso exemplo, utilizamos uma taxa de inflação anual de 3%. Isto significa que o custo aumentará 3% ao ano. É fornecido um quadro no Anexo 4: Fator de correção da taxa de inflação, caso se pretenda aplicar outras taxas de inflação.

Uma vez realizada uma estimativa dos custos de manutenção, é possível ter uma ideia clara da diferença dos custos por ano. É o que mostra o gráfico seguinte:



Como se pode verificar, os custos do sistema podem variar consideravelmente por ano. Esta é uma característica particular dos sistemas de água canalizada. Neste caso, o sistema pode funcionar sem problemas nos primeiros 5 anos. No entanto, no ano 6 é de esperar uma despesa significativa. Deve-se, principalmente, à substituição de uma bomba. Muitas vezes, esta é a razão pela qual os sistemas falham depois de tantos anos: este custo é, muitas vezes, uma surpresa. No entanto, prever este custo permite que o operador esteja preparado financeiramente.

Note-se que os custos projetados podem ser cobertos pela receita gerada pelas vendas de água, mas, por vezes, os governos (locais) têm fundos para reparações e substituições maiores. Pode valer a pena investigar bem este ponto antes de construir o ponto de água e integrá-lo na estimativa de custos.

Outra estratégia poderia ser reduzir os custos de manutenção. Como isso pode ser feito é descrito na próxima seção.

3.4 COMO REDUZIR A MANUTENÇÃO NECESSÁRIA?

Os parágrafos acima mencionam o que significa "manutenção" e os tipos de manutenção. No entanto, a prevenção dos custos de manutenção também é essencial. Influenciará os custos das operações e, por conseguinte, a sustentabilidade financeira do sistema.

A quantidade de manutenção necessária para que um sistema de água funcione como previsto pode ser reduzida. O melhor momento para o fazer é durante a fase de conceção e construção do sistema. Este é o momento em que todos os componentes que necessitam de manutenção são definidos e selecionados.

São exemplos de formas de reduzir os custos de manutenção, tendo-os em consideração durante as fases de conceção e construção:

- **A qualidade dos materiais e componentes:** Otimizar a seleção de componentes e materiais tendo em conta todo o custo do ciclo de vida. Optar por uma bomba barata pode parecer uma boa opção durante a construção. Se, no entanto, isso resultar em avarias regulares e em tempos de paragem elevados, seria melhor investir numa bomba mais cara.

Os produtos de alta qualidade geralmente vêm com (melhores) garantias. É importante compreender que as garantias dos fornecedores são condicionais – o que significa que é necessário utilizar o produto da forma pretendida. A qualidade compensa, mas é preciso obedecer a todos os requisitos da garantia! O estudo dos folhetos de garantia pode ser uma boa orientação na seleção do equipamento e durante o desenvolvimento de um plano de manutenção.

- **Adequação do desenho, dos materiais e dos componentes:** Assegurar que as características e especificações do projeto, dos materiais e dos componentes se ajustem às condições de trabalho.
 - **Componentes:** Os componentes são concebidos para determinadas condições de trabalho. Certifique-se de que as condições de trabalho são semelhantes às especificações destes componentes. Por exemplo, as bombas têm uma tolerância à temperatura da água. Algumas bombas só funcionam a baixas temperaturas de água; outras, apenas em altas temperaturas de água. Certifique-se de que a temperatura da água corresponde às especificações da bomba. Os tubos têm uma classificação de pressão. O sistema terá muito menos falhas se os tubos escolhidos corresponderem à amplitude de pressão necessária do sistema de abastecimento de água.
 - **Design:** Assegurar que o projeto no seu conjunto se adapta às condições de campo. Alterações simples à conceção podem afetar consideravelmente a manutenção necessária. Por exemplo: filtrar as saídas do tanque como medida preventiva, quando houver muitos insetos e insetos. Evite que a água/humidade e o pó se aproximem dos componentes eletrónicos. Certifique-se de que é possível alcançar todos os componentes facilmente. Isso reduzirá o tempo necessário para fazer a manutenção dessas peças.
 - **Materiais:** selecionar os materiais certos. Por exemplo, perto do oceano, o metal de uma torre enferruja rapidamente. Para evitá-lo, pode-se optar por uma estrutura de concreto.
- **Disponibilidade de materiais:** a escolha de materiais disponíveis a nível local permitirá ao operador substituir ou reparar componentes muito mais depressa do que quando é necessário transportar esses componentes por longas distâncias. A **manutenção de stock** ou de componentes críticos torna-se essencial quando o equipamento não está disponível no mercado local.
- **Design redundante:** quando se prevê um nível de serviço muito elevado com um tempo de paragem mínimo, pode-se conceber o sistema de modo que os componentes críticos sejam colocados no projeto duas vezes. É referido como “*design* redundante”. Pode-se pensar no exemplo em que 2 bombas são colocadas numa entrada de água. Quando uma bomba avaria, a outra bomba pode assumir o controlo. A manutenção ou a substituição podem ser feitas enquanto o sistema está a funcionar.
- **Verificação da construção e instalação.** A construção e instalação corretas e adequadas do sistema de água reduzirão a necessidade de manutenção. Os exemplos são infinitos – soldas corretas na estrutura da torre, mistura correta de cimento/areia/cascalho para a fundação, ligações elétricas adequadas, bom trabalho de montagem, instalação da bomba na profundidade certa, etc.

Durante a aprovação do sistema (isto é, quando o construtor do sistema entrega o sistema ao empresário), será necessário verificar todas as peças e elementos e como eles são construídos para garantir que tenha a qualidade que deseja fornecer e o nível de serviço previsto. A verificação no momento da entrega, para iniciar a operação (e comprovar que foi construída de acordo com os requisitos e especificações) é chamada de "**verificação**".

- **Validação:** um sistema pode ser bem construído e instalado, mas não funcionar corretamente. Neste caso, a concepção funcional do sistema tem de ser alterada para garantir que um problema não se repita nas novas liberações de um sistema de água canalizada. O processo de monitorização em relação a um objetivo ou propósito definido é chamado de "**validação**".

Como parte da prática de manutenção adequada, é importante manter um registo de todas as medidas tomadas para manter um ativo. Pode ajudar no processo de validação. E a partir da análise de registos pode-se aprender a fazer melhores previsões para o futuro. Isso ajudará a selecionar componentes, materiais ou novos *designs*.

Um registo de problemas e de manutenção assegura que as informações são preservadas. O **registo de problemas** deve ser preenchido quando ocorrer um problema ou falha no local. Descreve o problema encontrado, a causa provável do problema e as possíveis ações que podem ser empreendidas para o resolver. Se possível, os custos de reparação ou substituição são estimados.

Uma vez disponíveis os recursos para efetuar a reparação ou substituição necessárias e a manutenção efetiva, o **registo de manutenção** pode ser preenchido. O diário de manutenção descreverá a ação efetiva empreendida e os custos envolvidos. Os custos reais despendidos devem ser bem poupados na panorâmica financeira do sistema de água. Tal contribuirá para melhorar as previsões futuras dos custos de manutenção.

As tabelas a seguir mostram exemplos de um registo de problemas e manutenção:

Registo de problemas	
Data	
Componente afetado <small>(usar bons descritores, como número de série ou outro código exclusivo)</small>	
Problema detetado e seu problema	
Causa do problema	
Ação de manutenção proposta	
Tempo necessário previsto	
Custo estimado da ação	
Enviado por	
Verificado por	
Fotos do problema	

Registo de manutenção	
Data	
Componente afetado <small>(usar bons descritores, como número de série ou outro código exclusivo)</small>	
Problema detetado e seu problema	
Causa do problema	
Ação empreendida	
Duração da ação	
Custo da ação	
Resultado	
Verificado por	
Fotos do resultado	

4 RENDIMENTOS E OTIMIZAÇÃO

Com o plano de manutenção definido, sabe-se os custos esperados. Duas questões permanecem:

- (I) Será que o sistema vai gerar vendas de água suficientes para pagar as despesas e
- (II) Será que podemos otimizar o sistema?

Neste manual, os cálculos foram mantidos o mais simples possível para torná-los fáceis de entender. Os cálculos podem ser utilizados como primeira boa indicação. As partes em falta deste exemplo de cálculo são, por exemplo, juros e reembolso de possíveis empréstimos ou fundos colocados em contas bancárias contra juros corridos. A adição destas características pode resultar num cálculo mais preciso, mas também acrescenta uma complexidade considerável. Atualmente, os sistemas rurais de água canalizada são muitas vezes uma doação – os juros e os regimes de reembolso não são, por conseguinte, frequentemente incluídos num caso de negócio.

4.1 COMO CALCULAR O RENDIMENTO ANUAL E RESULTADO

Para fazer a manutenção, será necessário dinheiro e, portanto, renda. A principal receita de um sistema de água é gerada pelas vendas de água. Geralmente, os clientes pagam por litro (ou recipiente) ou uma taxa fixa por ligação. Do ponto de vista do fornecedor (e também por razões ambientais), é aconselhável vender ao litro. Isto limitará o consumo, reduzirá o derramamento de água e repartirá igualmente o custo por todos os clientes.

Se os clientes pagam por litro, pode-se determinar o rendimento pela seguinte fórmula:

- **Rendimento por ano** = (número estimado de clientes pagantes) x (consumo médio por dia por cliente em litro por dia) x (365) x (preço do litro)

Esteja ciente de que o consumo de água flutua ao longo do ano. Durante a estação seca, o consumo atinge geralmente o seu pico. Durante a estação chuvosa, o consumo será menor. Por isso, é importante utilizar a média anual ou fazer uma boa suposição para o padrão de consumo de cada mês do ano e inseri-lo no modelo financeiro.

Se os clientes pagam uma taxa fixa pelo acesso à água ou a uma ligação, o rendimento pode ser calculado utilizando a seguinte fórmula:

- **Rendimento por ano** = (número estimado de ligações pagas) x (mensalidade) x (12)

É possível que existam clientes que não pagam. Portanto, em ambas as equações, é usado o número estimado de clientes/ligações (EPC) *pagantes*. Como operador do sistema água, é importante limitar a quantidade de água não lucrativa. **Água não lucrativa** é água que é produzida, mas não paga. É perdida ao longo do caminho devido a fugas ou roubo de água por parte dos consumidores. A tecnologia de pré-pagamento para os pontos de água e/ou a desconexão das ligações domésticas é uma forma de lidar com os clientes que não pagam.

No exemplo seguinte, presume-se que os utilizadores pagam por litro. Com um preço de água de 0,002 euros/litro, 100 clientes pagantes e um consumo médio diário de 8 litros por pessoa por dia, calculamos os seguintes rendimentos:

$Rendimento = (0,002 \text{ euros/litro}) \times (8 \text{ litros por pessoa por dia}) \times (365 \text{ dias}) \times (100 \text{ clientes}) = 584 \text{ euros/ano.}$

Supõe-se um aumento do preço da água em 2% por ano para compensar a inflação. Esta correção da inflação é necessária para recuperar os custos crescentes ao longo dos anos, também devido à inflação.

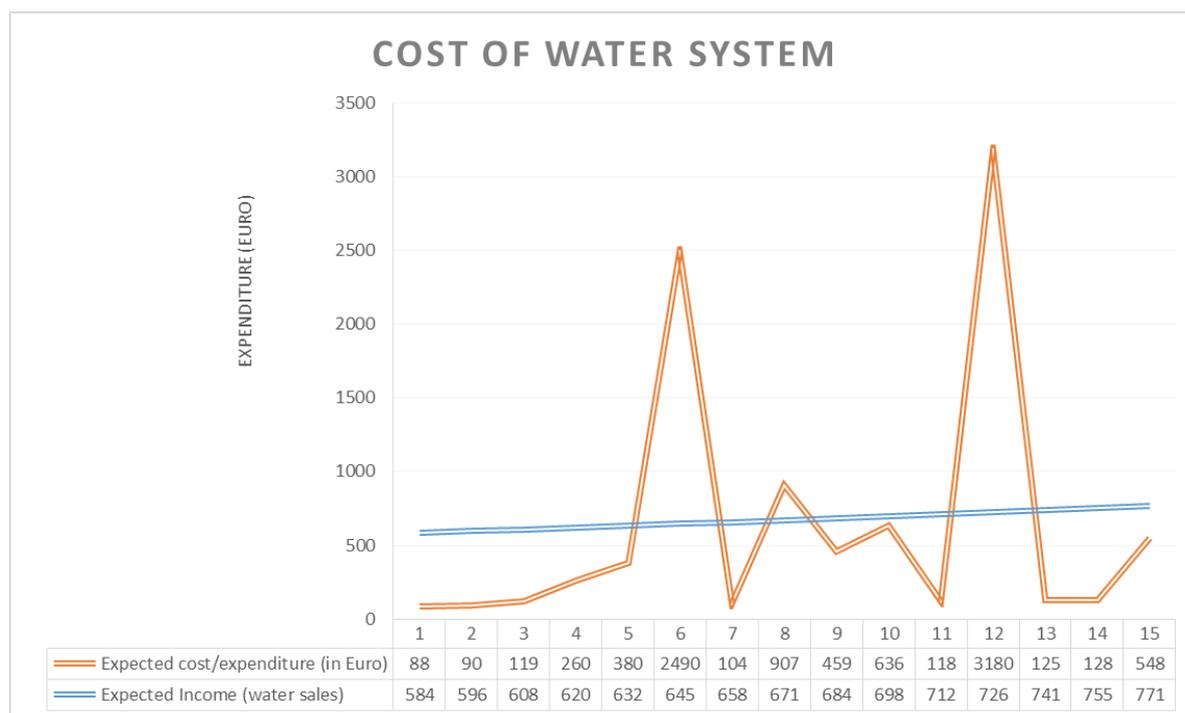
A tabela a seguir mostra o resultado:

Ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Custos/despesas previstos	88	90	119	260	380	2490	104	907	459	636	118	3180	125	128	548
Receitas previstas (venda de água)	584	596	608	620	632	645	658	671	684	698	712	726	741	755	771
Resultado anual	497	506	488	360	252	-1845	553	-236	225	62	594	-2454	616	627	222
Resultado acumulado (previsto)	497	1002	1490	1851	2103	258	811	575	800	862	1456	-998	-382	245	467

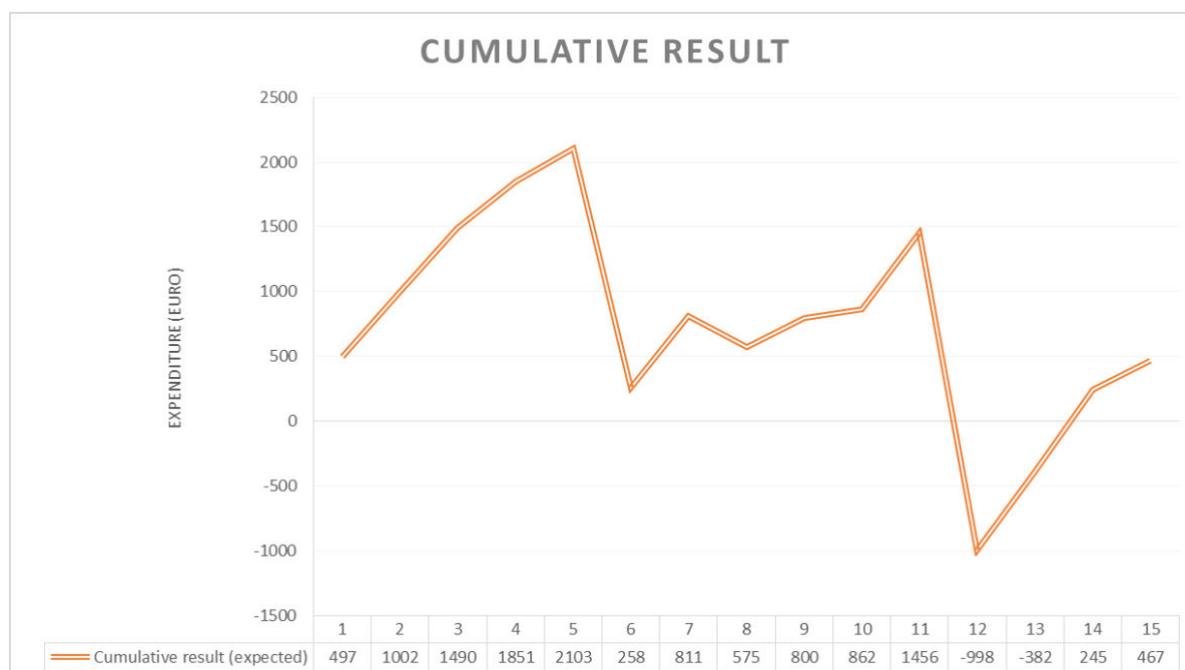
A tabela mostra as quatro linhas seguintes:

- **Despesas previstas:** é o custo calculado no nosso exemplo.
- **Receitas esperadas:** começa com os 584 calculados e aumenta anualmente em 2%.
- **Resultado anual:** é o rendimento menos o custo. Isso significa que é basicamente o que se pode poupar naquele ano. Assim, no primeiro ano, é $(rendimento - custo) = 584 - 88 = 496$. Note-se que o quadro mostra 497. Resulta do arredondamento dos números.
- **Resultado cumulativo:** é a soma de todas as poupanças. Assim, no primeiro ano, poupámos 496 euros. No segundo ano, poupámos 506 euros. O resultado acumulado é, portanto, $496 + 506 = 1002$ euros.

Os custos e as despesas previstas podem ser consultados no gráfico seguinte:



Este gráfico mostra uma tendência geral observada para os sistemas de água. Nos primeiros anos, as receitas são consideravelmente superiores às despesas. No entanto, após alguns anos, o empresário enfrentará despesas elevadas devido à substituição de custos. A questão é: poupou o suficiente para poder cobrir estes custos? Isso fica claro ao ler o resultado cumulativo, conforme mostrado no gráfico a seguir.



Os modelos em branco destes gráficos podem ser encontrados no Anexo 3, sendo que também servirão para fins de monitorização (ver capítulo seguinte).

O gráfico mostra que se poupam cerca de 2000 euros quando chega o grande pico de custos no ano 5. Fornece o suficiente para cobrir os custos. No entanto, no ano 12, o

sistema terá de pedir dinheiro emprestado para pagar as despesas. Pode-se ver isso porque a linha fica abaixo de zero. Mesmo que, após 2 anos, o resultado seja positivo novamente, poderia significar o fim do serviço de abastecimento de água, uma vez que o fluxo de caixa negativo não era esperado.

Sendo a etapa seguinte a otimização, é, portanto, fundamental explorar se o sistema pode ter um desempenho melhor do que este modelo prevê atualmente.

4.2 OTIMIZAÇÃO

Uma vez conhecidas as receitas e despesas de um sistema, pode-se explorar medidas que melhorem o funcionamento do sistema.

Isso pode ser feito pela revisão de todos os passos que se deram até este ponto. Começa com a definição do nível de serviço e questiona se uma adaptação do nível de serviço, da conceção ou da abordagem de manutenção pode resultar num rendimento líquido mais elevado.

Nessa busca, é importante entender que a definição de metas de nível de manutenção tem um impacto direto nos custos e nas receitas. Quanto mais ambiciosos forem os objetivos, mais caro o serviço pode tornar-se. Esta relação é, em muitos casos, chamada de “não linear”. Significa que a relação entre custo e desempenho não é uma linha reta, mas sim curva. O gráfico a seguir mostra esse efeito.



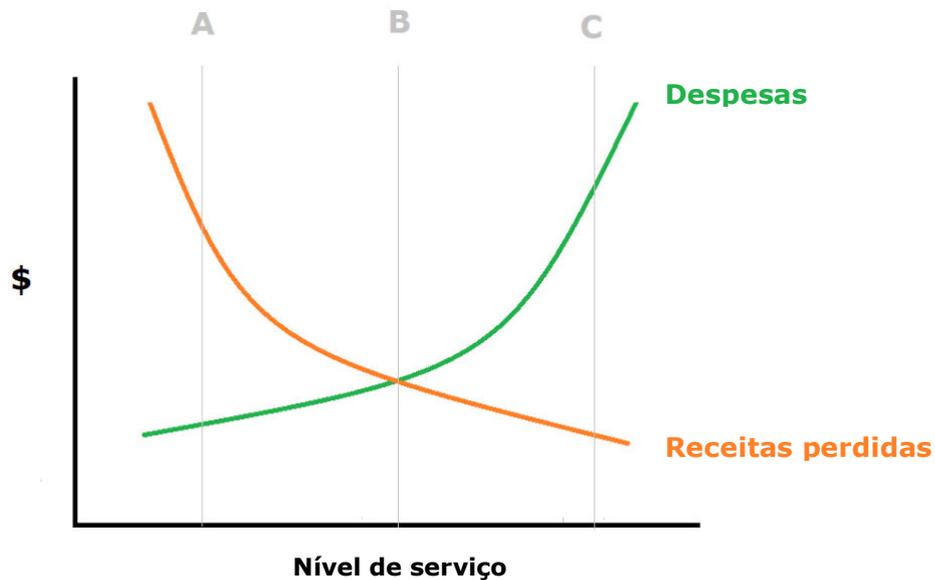
Se observar a linha verde curva no gráfico acima, pode reparar que, se:

- Se pretender aumentar o desempenho em 50% do ponto A para o ponto B, os custos poderão duplicar.
- Se quiser aumentar o desempenho em 100% do ponto A para o C, os custos podem ser 5 vezes maiores.

Um exemplo concreto seria o **tempo de paragem** de um sistema de água, o que significa que o sistema de água já não fornece água (ou de forma muito limitada). Garantir que um sistema esteja operacional durante 90% do tempo custaria, por exemplo, 100 EUR/mês. Um aumento para 95% resultaria em custos de 200 EUR/mês. No entanto, um sistema com uma taxa operacional de 99,9% aumentaria o custo para 500 EUR/mês.

Por isso, nem sempre é a melhor opção prestar o melhor serviço possível. A definição do nível de serviço do ponto de vista empresarial deve ser feita do ponto de vista dos custos.

Dado o exemplo acima, o empresário terá de questionar se os 400 USD/mês adicionados criarão um montante igual ou superior em receitas. O gráfico seguinte mostra este princípio.



Se observarmos o gráfico acima, podemos ver que:

- A situação A proporciona um nível de serviço muito baixo (por exemplo, tempos de paragem consideráveis) em resultado de despesas de manutenção limitadas. É subótimo; gastando mais para aumentar o nível de serviço, pode-se aumentar as receitas. Os custos neste caso são inferiores aos rendimentos adicionais.
- A situação C é uma situação em que o nível de serviço é muito elevado, mas isso tem um custo. A redução das despesas implicaria uma diminuição das receitas. No entanto, a redução das despesas seria superior à redução das receitas
- A situação B é uma situação ideal do ponto de vista custo/benefício.

Os clientes devem ser colocados no centro desta etapa de otimização. Consulte os clientes com propostas concretas. Por exemplo: está disposto a pagar X montante extra se receber 20% mais água? Ou está disposto a pagar X montante extra se receber água clorada em vez de água não tratada? Tornar os clientes parte desta decisão garante uma aceitação mais bem sucedida: eles têm a oportunidade de especificar claramente as suas necessidades dentro dos seus orçamentos. Assim, garante-se que o serviço prestado se adapta às suas necessidades.

Uma forma estruturada de encontrar otimizações pode ser feita através da realização de uma "**análise de sensibilidade**". Pode-se alterar certos valores/entradas (como preço da água ou número de clientes) e fornecer informações sobre o efeito que tem sobre o prognóstico financeiro. Pode-se ver que a alteração de alguns parâmetros tem um efeito muito maior sobre o resultado do que outros. Ao otimizar financeiramente o sistema, é mais eficaz analisar os parâmetros que mais influenciam o desempenho financeiro.

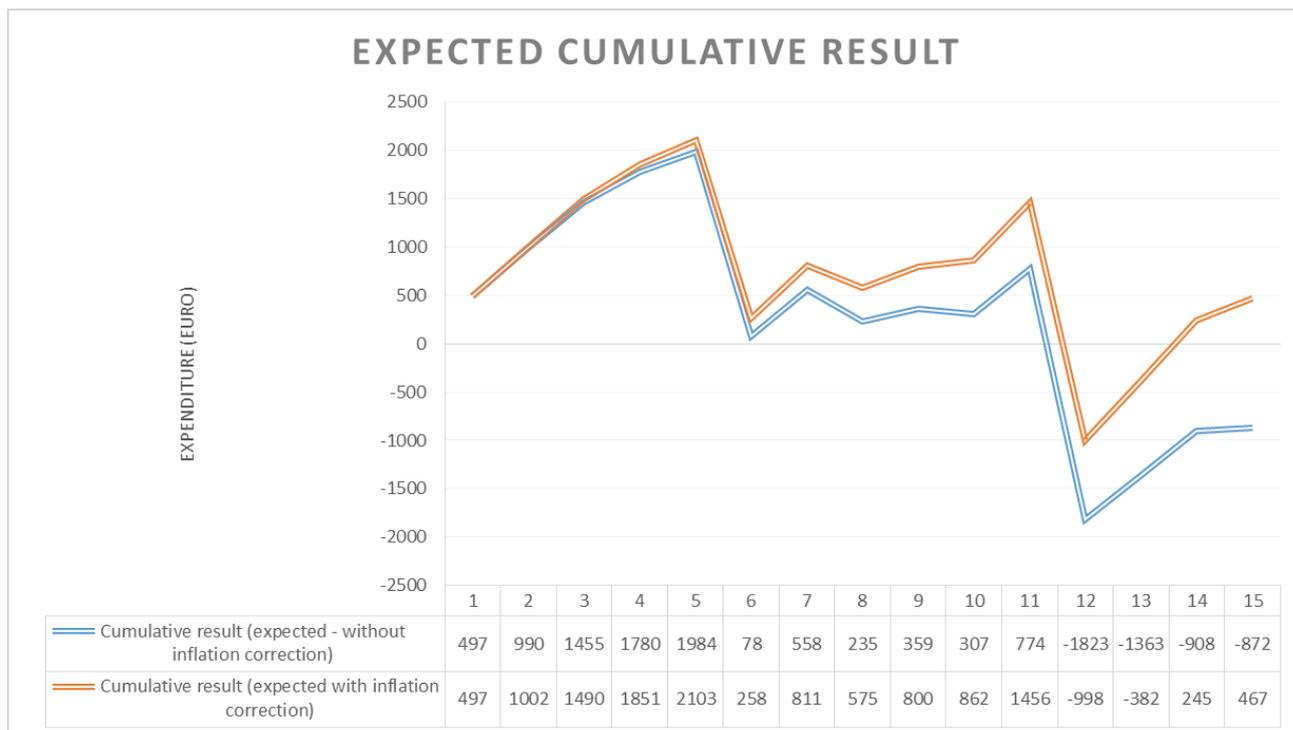
Deve-se estar ciente de que a alteração de um parâmetro geralmente afeta o plano como um todo. Por exemplo: a adição de famílias suplementares não só tem um efeito sobre o rendimento (por geração de rendimento extra), mas também sobre o plano de manutenção, uma vez que podem ser esperados custos adicionais.

Os parâmetros dominantes comuns que influenciam o negócio são:

- **Número de utilizadores a pagar:** aumentar a quantidade de clientes é muitas vezes uma medida que gera mais receitas do que o seu custo. Aumentar a quantidade de ligações domésticas, colocar quiosques de água em locais estratégicos ou reduzir o não pagamento através da utilização de tecnologias de pré-pagamento são alternativas que poderiam ser exploradas.
- **Preço da água e aumento do preço da água:** não é surpreendente – o preço da água determina altamente a sustentabilidade financeira. Começar, desde o início da exploração, com o preço certo da água é fundamental. Mas igualmente importantes são os aumentos de preços para combater a inflação.
- **Custos de combustível/eletricidade:** se um sistema canalizado é alimentado por uma bomba que funciona com combustíveis fósseis ou eletricidade, existe uma relação direta entre a quantidade de água fornecida e o custo do combustível/eletricidade. Uma redução da quantidade de água – especialmente se se trabalha com taxas de ligação fixas – tem um impacto significativo nos custos, ao passo que a redução dos rendimentos pode ser limitada.
- **Custo de substituição de elementos críticos dispendiosos:** sabe-se que determinadas bombas são uma parte crítica que tende a ser a causa de períodos de paragem a longo prazo. Explore se bombas mais baratas (muitas vezes menos confiáveis) devem ser favorecidas acima das bombas caras (mais confiáveis). Ou se houver medidas simples para proteger a bomba que garantam uma vida útil mais longa. A proteção contra o funcionamento a seco para submersíveis é um exemplo. Além disso, a proteção simples de equipamento caro (por exemplo, soldar os parafusos dos painéis solares fixos – para evitar roubo) são opções baratas que evitam problemas dispendiosos.

O processo de otimização é um **processo iterativo**. Isso significa que consiste em muitas etapas que precisam de ser repetidas várias vezes para obter a resposta certa. Veremos que cada sistema tem as suas próprias características – dependendo do número de clientes, da configuração técnica, da fixação local dos preços da mão-de-obra e do equipamento, dos preços dos combustíveis, etc.

É importante fazer esta análise e determinar quais os parâmetros críticos no caso de negócio que necessitam de atenção constante para garantir uma prestação de serviços duradoura. O gráfico a seguir mostra, por exemplo, o que acontece se não corrigirmos o preço da água em 2% para compensar a inflação.



Podemos ver imediatamente o resultado: o sistema será financeiramente insustentável a longo prazo.

Controlar o que é importante para garantir a sustentabilidade financeira também fornece informações sobre parâmetros críticos a seguir durante a fase operacional.

5 MONITORIZAÇÃO E AVALIAÇÃO

Um plano de gestão de ativos é um plano apenas com uma projeção. A realidade será diferente. E um plano que não resulta em nenhuma ação tem muito pouco valor.

Por conseguinte, durante o funcionamento do sistema de abastecimento água, é importante pôr em prática o plano e monitorizar e avaliar o desempenho. A monitorização significa que:

- De uma **perspetiva financeira**, observa-se e acompanha-se o custo e o rendimento. Ao comparar o custo e o rendimento esperados com o custo e o rendimento reais, pode-se avaliar se são necessárias alterações nas operações comerciais.
- De uma **perspetiva técnica**, observa-se se o plano de manutenção assegura a continuidade técnica.
- De uma **perspetiva do cliente**, observa-se se o nível de serviço pretendido é atingido e se os clientes estão satisfeitos com a situação.

5.1 Indicadores de monitorização

A monitorização é sempre feita com base em **indicadores pré-definidos**: são quantidades/variáveis que podem ser medidas por unidades ou parâmetros qualitativos que podem ser descritos. Se medirmos um **parâmetro**, é chamado de "indicador". Um exemplo de uma quantidade/variável é o teor de ferro, e a sua unidade de medida é o µg/l (micrograma/litro). Um exemplo de parâmetro qualitativo é a limpeza do tanque de armazenamento.

No Acordo de Nível de Serviço (ver secção 2.2), os principais parâmetros de serviço são anotados e qual deve ser o nível mínimo/máximo/médio de cada parâmetro.

Alguns indicadores podem ser mais bem medidos/monitorizados todas as semanas, outros apenas precisam de ser medidos duas vezes por ano. Isso é chamado de **frequência**.

Alguns indicadores podem ser medidos/monitorizados de forma independente, por exemplo, a limpeza do reservatório de água. Para outros indicadores, é preciso alguma ajuda, por exemplo, o teor de ferro: pode-se colher uma amostra da água e, em seguida, a medição real precisa ser feita em laboratório por um especialista.

Para tornar a monitorização útil, ela deve ser realizada regularmente durante um longo período. Isso pode ser feito num caderno ou numa folha de cálculo num computador. Para ter uma boa ideia do funcionamento do sistema de água, é necessário verificar tanto com o Comité/Gestor/Técnico quanto com os clientes/utilizadores da água. Na secção seguinte, são apresentados exemplos de indicadores para ambos os grupos. Alguns indicadores podem ser verificados com ambos os grupos, outros indicadores precisam/podem ser verificados com os gestores ou com os clientes. A condição dos ativos não é um parâmetro-chave, mas os indicadores sobre a condição dos ativos continuam a ser incluídos, uma vez que influenciam os outros indicadores/parâmetros-chave.

Monitorização financeira

Os seguintes dados sobre despesas e receitas devem ser recolhidos pelo operador do sistema de água para garantir uma boa gestão financeira. É vital que o rendimento anual recupere os custos efetuados, para que as operações comerciais possam ser garantidas.

A recolha de dados relativos a despesas e receitas deve ser feita, pelo menos, mensalmente.

A página seguinte contém um exemplo de um formato que poderia ser utilizado para recolher, de forma simples, dados sobre os custos operacionais e de manutenção e os rendimentos das vendas de água.

Despesas						
Ano	1					
Sistema	Tower Papendrecht North, local 3					
Data da despesa (DD/MM/AA)	Descrição	Duração	Tipo de manutenção (reativa/preventiva/inspeção)	Tipo de custo (reparação/substituição/outro)	Custo	Comentários
03-03-2020	Teste de qualidade da água	1 dia	Preventiva	Outro	15	Regulamento governamental
06-09-2020	Painel solar roubado	2 dias	Reativa	Substituição	10	Custo inesperado
15-09-2020	Fuga no cabo principal	1 dia	Reativa	Reparação	20	Furado por agricultor, acidentalmente
03-10-2020	Verificar parafusos	½ dia	Inspeção	Reparação	4	Todos os parafusos estão OK
15-11-2020	Reparação de laje	1 dia	Inspeção	Reparação	22	Menos do que o esperado
31-12-2020	Limpeza dos painéis	semanal, 1 hora	Preventiva	Reparação	5	
31-12-2020	Salário do gestor	N/A		Geral	15	
31-12-2020	Salário do técnico	N/A		Geral	5	
				Custo total (SOMA)	96	

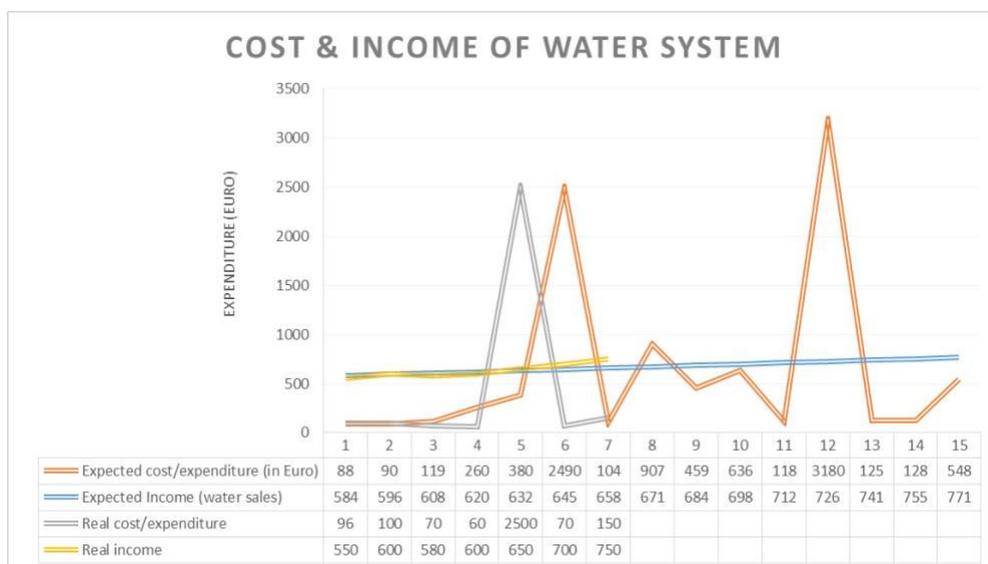
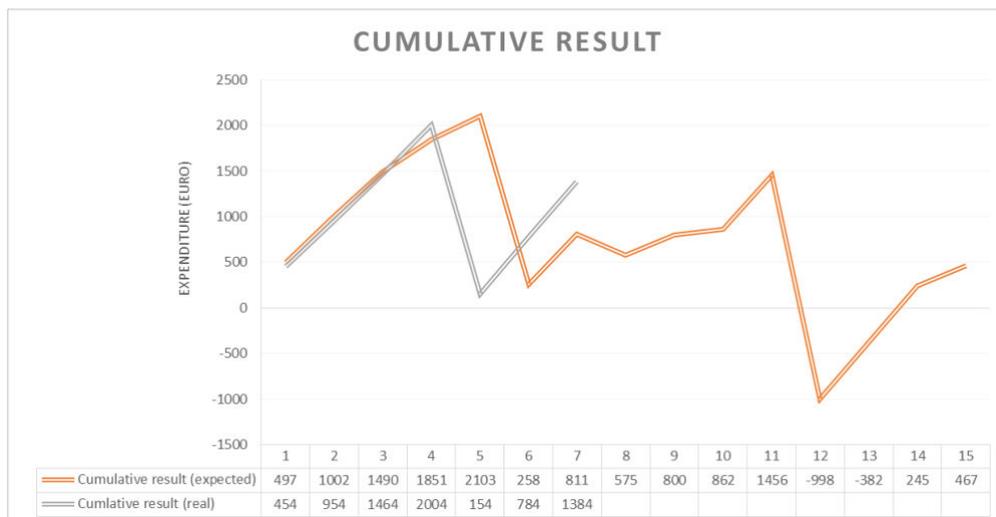
1

Receitas				
Ano	1			
Sistema	Tower Papendrecht North, local 3			
Mês	Litros de água vendidos	Preço da água	Receitas	Comentários
1	31 500	0,002	63	Época seca
2	30 000	0,002	60	
3	22 500	0,002	45	
4	20 000	0,002	40	
5	17 500	0,002	35	Época de chuvas
6	15 000	0,002	30	
7	17 500	0,002	35	
8	18 500	0,002	37	
9	22 500	0,002	45	
10	24 500	0,002	49	
11	27 000	0,002	54	
12	28 500	0,002	57	
			Receitas totais (SOM)	550

No nosso exemplo, recolhemos dados durante 7 anos – os dados são preenchidos nos modelos e os resultados são utilizados para fazer a seguinte tabela:

Ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Custos/despesas reais	96	100	70	60	2500	70	150								
Receitas reais	550	600	580	600	650	700	750								
Resultado anual	454	500	510	540	-1850	630	600								
Resultado acumulado (real)	454	954	1464	2004	154	784	1384								

Com estes dados, podemos comparar as receitas/despesas previstas com as receitas/despesas reais. No nosso caso, isso dar-nos-ias os seguintes gráficos:



Neste caso, podemos ver que o nosso sistema está a ir bem – tivemos um pico de despesas mais cedo do que o esperado, mas devido a custos mais baixos e rendimentos mais elevados do que o esperado, o nosso resultado total é positivo. É ainda melhor do que o previsto.

Os modelos de controlo das receitas e despesas são apresentados no Anexo 3.

Monitorização técnica

Os seguintes indicadores devem ser verificados pelo gestor ou operador do sistema de abastecimento de água para garantir a continuação técnica:

- Qualidade da água;
- Acessibilidade;
- Fiabilidade;
- Disponibilidade;
- Condição dos principais ativos.

Os modelos sobre os parâmetros e indicadores que podem ser utilizados para cada categoria são apresentados no Anexo 3.

Monitorização da satisfação do cliente

Os seguintes indicadores devem ser verificados com os clientes/utilizadores de água através de inquéritos de satisfação dos clientes ou discussões em grupo:

- Suficiência do abastecimento de água;
- Qualidade da água;
- Acessibilidade;
- Viabilidade económica;
- Fiabilidade;
- Disponibilidade;
- Proteção/segurança.

Os modelos sobre os parâmetros e indicadores que podem ser utilizados para cada categoria são apresentados no Anexo n.º 3.

5.2 OTIMIZAÇÃO ATRAVÉS DOS DADOS DE MONITORIZAÇÃO

A monitorização contínua de todo o sistema permite uma adaptação rápida da estratégia escolhida, se necessário. Estas alterações devem ter a melhoria como objetivo. A otimização de um sistema de abastecimento de água nunca é, portanto, uma ação única, mas um processo contínuo que necessita de atenção constante.

Este tipo de informação é importante quando se pensa em expandir o sistema, construir um novo sistema noutra local ou comparar diferentes conceitos e modelos de gestão para ver o que melhor se adapta. Por isso, a gestão de ativos deve ser considerada não apenas como um instrumento para um sistema, mas como uma forma de otimizar estratégias, gestão e políticas em todo o setor.

As informações recolhidas durante a monitorização podem, assim, ser utilizadas para otimizar a gestão de ativos. É melhor planear quem envolver e quais métodos usar para garantir um processo de otimização adequado. Devem considerar-se os intervenientes, as várias perspetivas de monitorização e diferentes métodos de recolha de dados (como inquéritos e discussões em grupo focadas num tema).

Todos os níveis de manutenção e outros indicadores de monitorização devem ser considerados na formulação destas questões. Deve ser adotada uma forma de investigação pronta a utilizar, para explorar o PORQUÊ e o COMO dos resultados dos dados de monitorização.

Exemplos de perguntas:

- Será que a baixa fiabilidade do sistema de abastecimento de água pode ser explicada pela incompetência do cuidador ou pela má qualidade das peças suplentes?
- Será que a má qualidade da água das amostras colhidas este ano pode ser explicada pelo facto de as pessoas estarem a poluir os poços com resíduos com maior frequência ou pelo facto de ter sido utilizado outro método para medir a qualidade da água em comparação com o ano passado?
- Será que o maior consumo de água pode ser explicado pelo maior número de pessoas que se deslocam para a aldeia ou pelo facto de as aldeias existentes estarem a tomar banhos e duchas de forma mais frequente?
- Será que as despesas mais elevadas podem ser explicadas por falhas de sistemas mais inesperadas ou pelo aumento dos preços de mercado das peças suplentes?

Não se deve pensar apenas nas causas externas pelas quais algo não está a funcionar ou está a ter um resultado diferente do esperado. Talvez o método de monitorização ou os dados tenham sido analisados de forma inadequada ou interpretados de forma errada? Por isso, este exercício também poderia resultar na formulação de novos indicadores e de novos métodos de monitorização e avaliação.

ANEXO 1: MODELOS DE PLANOS DE MANUTENÇÃO

Utilização da folha de cálculo de entrada de *stock*

Passo 1: Introduzir a data

Circular se está a preencher ou atualizar a Folha e escrever a data.

Passo 2: Identificar e listar o ativo

Escrever, em cada um dos ativos do sistema, um número de identificação único para identificá-los. Forneça um número de identificação exclusivo, como 1, 2, 3 e assim por diante, para os principais ativos e use números de identificação secundários, como 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2.1, 2.2, 2.3, e assim por diante para identificar subcomponentes dos principais ativos.

Passo 3: Indicar a quantidade/o número dos ativos

Preencha a quantidade total de ativos do seu sistema.

Passo 4: Indicar o tamanho do ativo

Preencha o tamanho dos ativos do seu sistema, dependendo da sua natureza e propriedades – por exemplo, diâmetro, comprimento, área, volume, vazão, potência, etc. – juntamente com as respetivas unidades de medição.

Passo 5: Indicar a localização do ativo

Indique a longitude e latitude para determinar a localização dos ativos do seu sistema. A longitude e a latitude podem facilmente ser identificadas com a ajuda de um smartphone.

Passo 6: Preencher o ano de instalação/compra

Escreva o ano de instalação ou compra de cada um dos ativos do seu sistema.

Passo 7: Descrever a condição do ativo

Determine a condição de cada ativo. Para simplificar, a condição do ativo foi dividida em sete categorias: excelente (como novo), bom, moderado, excessivamente usado (ativos MEICA), pobre, disfuncional e desconhecido. A categorização da condição serve para obter a vida útil ajustada para cada um dos ativos do sistema. Basta selecionar uma opção entre as sete condições na lista suspensa, conforme fornecido no livro do Excel.

N.º	Categoria	Condição
1.	Excelente (como novo)	Ativos que se encontram em estado novo ou que não se verificam deteriorações mesmo depois de terem sido utilizados
2.	Bom	Ativos relativamente novos, mas com ligeira deterioração após utilização
3.	Moderado	Ativos que foram utilizados há algum tempo e que passaram por uma deterioração moderada, mas que não próximos da rutura
4.	Utilização excessiva (ativos MEICA)	Geralmente, bombas e outros componentes mecânicos/elétricos que funcionam de forma contínua
5.	Pobre	Ativos próximos da rutura no momento do preenchimento
6.	Disfuncional	Ativos que pararam de funcionar antes do preenchimento do AMP ser realizado
7.	Desconhecido	Ativos cujas condições não podem ser analisadas; por exemplo: linhas de tubos subterrâneos, válvulas e portões subterrâneos

Passo 8: Escrever a vida útil esperada

Utilize a recomendação do fabricante ou o quadro apresentado a seguir para introduzir a vida útil prevista de cada ativo.

Vida útil estimada dos componentes do sistema de água

Componentes	Vida útil esperada
Poços e nascentes	25–35 anos
Estruturas de admissão	35–45 anos
Galerias e túneis	30–40 anos
Equipamento de bombagem	10–15 anos
Equipamento de tratamento	5–10 anos
Tanques de armazenamento	30–60 anos
Estruturas de transmissão/Tubos de distribuição	35–40 anos
Válvulas	35–40 anos
Medidores	10–15 anos
Equipamento/Software informático	5 anos
Transformadores/Comutadores/Cablagem	20 anos

Sistemas elétricos	7–10 anos
Edifícios	30–60 anos
Linhas de manutenção	30–50 anos
Equipamento de laboratório/monitorização	5–7 Anos
Ferramentas e equipamento de oficina	10–15 anos
Mobiliário/Material de escritório	10 anos
Equipamento de transporte	10–15 anos

Nota: os intervalos estimados pressupõem que os ativos são devidamente mantidos.

Passo 9: Introduzir os materiais de composição do ativo

Preencha o material de composição dos ativos do seu sistema, como betão armado, betão simples, plástico, GI, HDPE, alumínio, etc.

Passo 10: Introduzir as informações do fabricante

Indique as informações básicas do fabricante ou vendedor dos seus bens.

Passo 11: Introduzir o modelo, incluindo o número de série

Forneça as informações básicas do modelo, incluindo o número de série de todos os ativos adquiridos.

Passo 12: Descrever o histórico de manutenção

Descreva resumidamente o histórico de manutenção de cada ativo. Inclua as ações de manutenção de rotina, bem como todas as reparações e reabilitações. Liste com que frequência foram efetuados reparos e reabilitações.

Passo 2: Fornecer o tamanho do ativo

Preencha o tamanho dos ativos do seu sistema, conforme preenchido na Folha de Cálculo de Entrada de *Stock*.

Passo 3: Enumerar possíveis falhas dos ativos

Liste possíveis falhas que podem afetar a funcionalidade dos ativos do seu sistema. Para cada falha, é necessário calcular um valor de risco para determinar o nível de gravidade do risco associado a essa falha. O quadro seguinte apresenta um exemplo dessa panorâmica.

Passo 4: Fornecer a pontuação de efeito e probabilidade

Atribua pontuações (1 a 4) tanto para a probabilidade da falha como para a consequência da falha (efeito), sendo 4 o nível de probabilidade mais elevado e o nível de consequência mais elevado, respectivamente.

A Ficha apresenta quatro colunas com quatro efeitos diferentes. Se uma peça se avariar e quase não tiver qualquer efeito sobre o nível de serviço, será atribuída uma pontuação de 1 (não crítica). Se resultar numa perda total da funcionalidade do sistema, obtém uma pontuação de 4 (crítica). As pontuações 2 e 3 estão no meio. Da mesma forma, a Ficha também mostra colunas com quatro probabilidades. Uma pontuação de 1 é dada se for muito improvável que avarie (mínimo). Se for muito provável que a peça avarie, é dada uma pontuação de 4. As pontuações 2 e 3 estão no meio.

Passo 5: Calcular o risco

Para calcular o risco associado à falha do ativo, a pontuação para a probabilidade de falha é multiplicada pela pontuação para a consequência da falha do ativo (efeito). Quanto maior a pontuação, maior o risco. Desta forma, é calculada a pontuação de risco. Quanto maior o risco, mais atenção terá de receber. O risco é calculado automaticamente no documento do Excel com base nas pontuações de "Efeito" e "Probabilidade" fornecidas no Passo 4.

Utilização da Ficha do Plano de Manutenção Baseado nos Riscos

Passo 1: Garantir que a lista de ativos, juntamente com o número de identificação exclusivo, seu tamanho, descrição de possíveis falhas e pontuação de risco, sejam visíveis

Uma vez que a lista dos seus ativos, juntamente com o número de identificação único, a dimensão, a descrição de possíveis falhas e a pontuação de risco são automaticamente associadas à Ficha de Avaliação dos Riscos, certifique-se de que todas as informações relevantes também estão visíveis nesta Ficha.

Passo 2: Escolher o tipo de mitigação de riscos

Selecione o tipo de mitigação dos riscos, entre “reativo” e “preventivo”, em função da natureza dos riscos. O conceito de ambos os tipos é brevemente explicado acima.

Passo 3: Determinar a ação de mitigação de riscos e o intervalo previsto

Determino o plano de ação de mitigação dos riscos para eventuais falhas/riscos identificados. Com base em planos de ação de mitigação, determine o intervalo esperado para a realização dos trabalhos de manutenção.

Passo 4: Determinar a pessoa responsável

Determine quem executará as ações de mitigação dos riscos nos intervalos definidos. Dependendo do tipo de ação, pode ser uma pessoa da gestão, um técnico, um cuidador ou um operador.

Water system		Description possible failure	Cost estimate of hardware			Yearly cost breakdown														
Nr	Element/sub element		Description Risk Mitigation action	Cost	(Expected) Interval (yr)	Year														
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1																				
a																				
b																				
c																				
d																				
e																				
f																				
g																				
h																				
i																				
2																				
a																				
b																				
c																				
d																				
e																				
f																				
g																				
h																				
i																				
3																				
a																				
b																				
c																				
d																				
e																				
f																				
g																				
h																				
i																				
4																				
a																				
b																				
c																				
d																				
e																				
f																				
g																				
h																				
i																				
5																				
a																				
b																				
c																				
d																				
e																				
f																				
g																				
h																				
i																				
6																				
a																				
b																				
c																				
d																				
e																				
f																				
g																				
h																				
i																				
Hardware (sum of above)																				
Cost of manager																				
Cost of technician																				
Overhead (transport, pen, telephone)																				
SUM of all cost																				
Inflation correction factor																				
Expected cost/expenditure																				
Year					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Expected cost/expenditure																				
Expected income (water sales)																				
Yearly result																				
Cumulative result (expected)																				

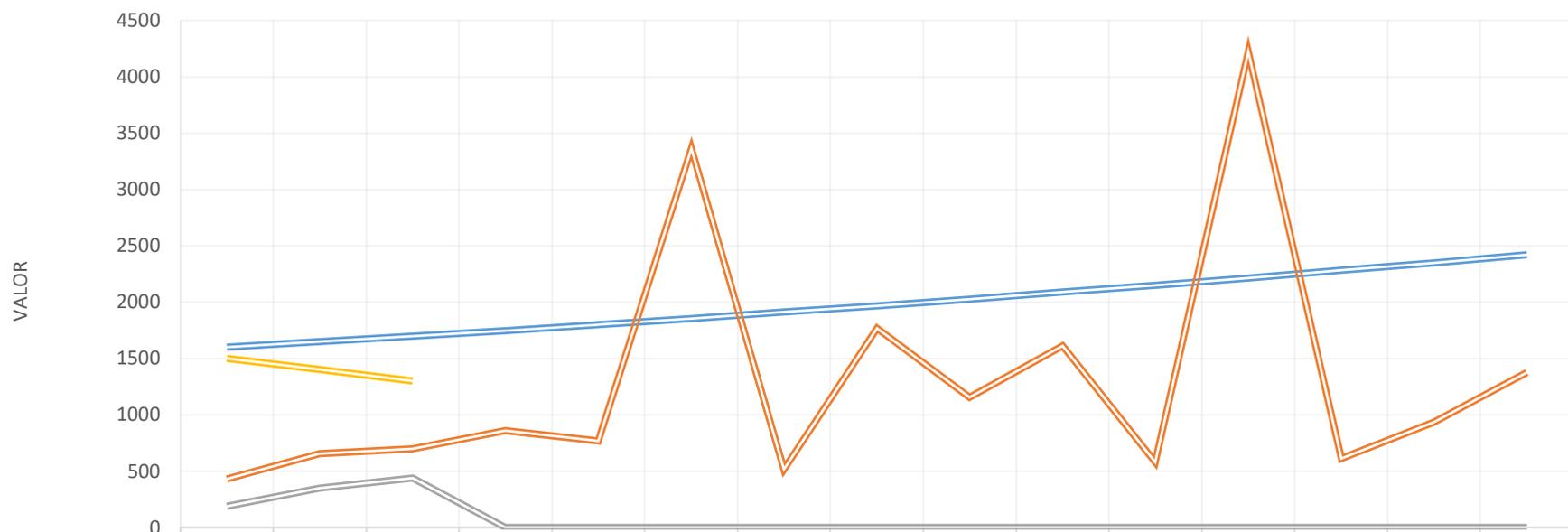
ANEXO 3: MODELOS DE MONITORIZAÇÃO

Modelo de monitorização financeira

Rendimento						
Ano						
Sistema						
Mês	A. Litros de água vendidos	B. Preço da água	C. Receitas das vendas de água	D. Outras fontes de rendimento*	E. Total mensal	Comentários
1			A*B = C		C+D	
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
Total anual					SOM (1:12)	

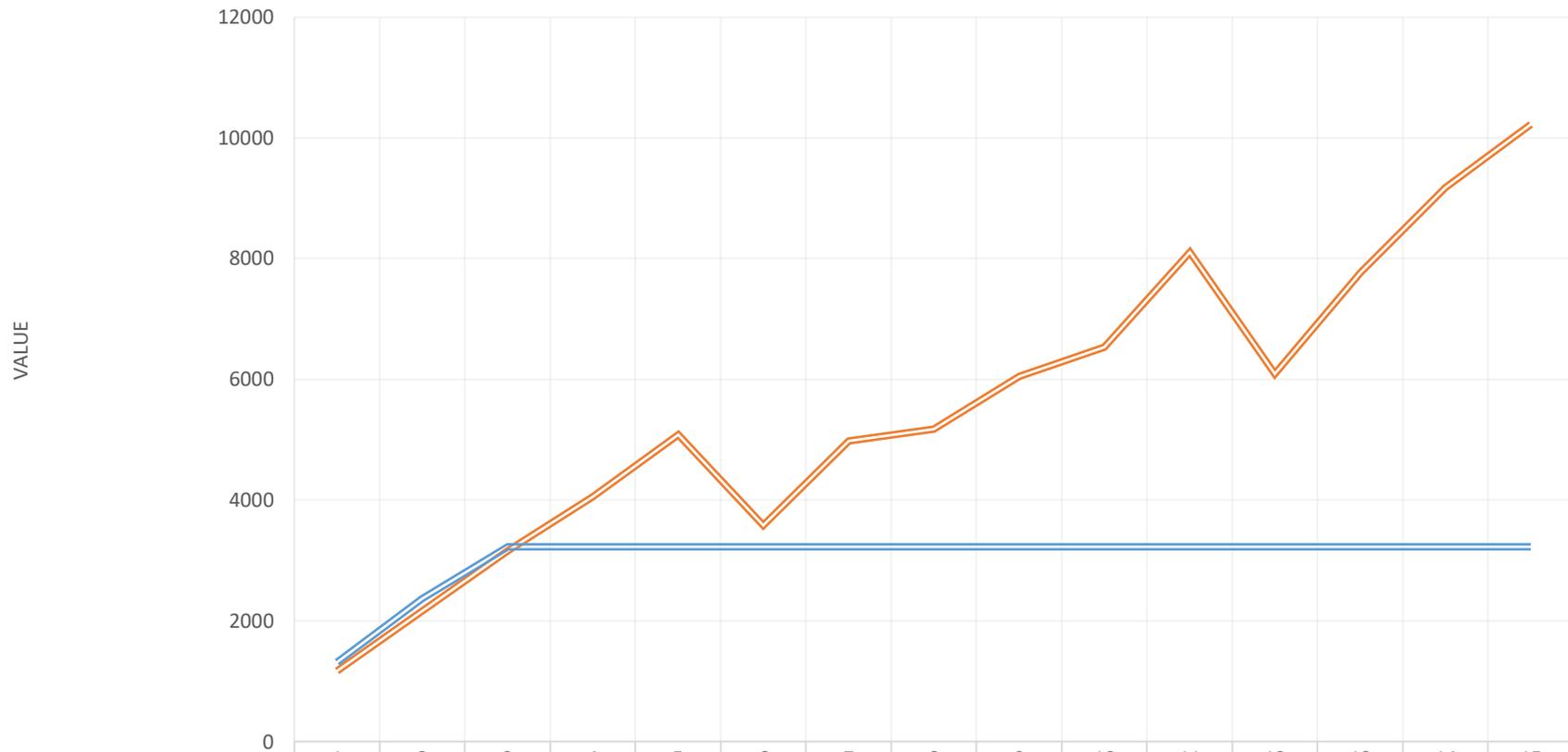
* por exemplo, subsídios governamentais, donativos, taxas gerais

CUSTOS/RECEITAS



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Receitas previstas	1600	1648	1697	1748	1801	1855	1910	1968	2027	2088	2150	2215	2281	2350	2420
Custos previstos	430	654	700	858	765	3362	513	1765	1153	1611	578	4222	613	933	1376
Receitas reais	1500	1400	1300												
Custos reais	185	350	438	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FLUXO DE CAIXA ACUMULADO



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Fluxo de caixa acumulado previsto	1170	2164	3161	4052	5087	3580	4977	5180	6054	6530	8103	6096	7764	9181	10225
Fluxo de caixa acumulado real	1315	2365	3227	3227	3227	3227	3227	3227	3227	3227	3227	3227	3227	3227	3227

Modelo de monitorização técnica

*Nota: Para **frequência** e **responsável**, são dados exemplos; estes podem ser adaptados ao seu próprio sistema de abastecimento de água. Para **qualidade da água** indicadores, os padrões (valores máximos) da Organização Mundial de Saúde são dados como referência. Recomenda-se, no entanto, seguir as normas nacionais, como o Ministério da Saúde. Para **acessibilidade e condição dos ativos**, são fornecidas a limpeza e condição; a limpeza refere-se à ausência (ou presença aceitável) de sujidade; condição refere-se à funcionalidade do ativo: quando funciona bem, a condição é boa. Tanto a limpeza como a condição contribuem para a vida útil esperada.*

Indicador	Unidade	Normas (OMS)	Frequência	Responsável
QUANTIDADE DE ÁGUA				
Volume de água	M ³ ou litro		Diário	Responsável pela WSUC
Pressão da água no sistema	Mbar		Diário	Responsável pela WSUC
Número de horas/dias com abastecimento de água corrente	Horas/dia ou Dias/mês		Diário	Responsável pela WSUC
Horário exato do abastecimento de água durante o dia	Horário/dia		Diário	Responsável pela WSUC
QUALIDADE DA ÁGUA				
Temperatura	Graus Celsius ou Fahrenheit		A cada 2 meses	Responsável pela WSUC
pH (acidez)	Log H	6,5–8,5 (não suscetível de causar problemas de saúde nos níveis encontrados na água potável)	A cada 2 meses	Responsável pela WSUC
Arsénio	µg/l	10 µg/l	A cada 2 meses	Responsável pela WSUC
Ferro	µg/l	(Não suscetível de causar problemas de saúde nos níveis encontrados na água potável)	A cada 2 meses	Responsável pela WSUC
Cloro	µg/l	5000 µg/l	A cada 2 meses	Responsável pela WSUC
Fluoreto	µg/l	1500 µg/l	A cada 2 meses	Responsável pela WSUC
E. Coli	Número colónias/cm ²	Não pode ser detetado em nenhuma amostra de 100 ml	A cada 2 meses	Responsável pela WSUC
ACESSIBILIDADE				

Limpeza do caminho de acesso e do ponto de água	Descritivo		A cada 2 meses	Especialista social da WSUC
Condição do caminho de acesso	Descritivo		A cada 2 meses	Especialista social da WSUC
Acessibilidade em períodos de inundação	Número de dias/ano		A cada 2 meses	Especialista social da WSUC
FIABILIDADE				
Número de interrupções no serviço por ano	Número por ano		A cada 3 meses	Responsável pela WSUC
Perdas do sistema de água/água não lucrativa	Fugas por km de tubagem /m ³ por ano (diferença entre a água vendida e o volume de água)		A cada 3 meses	Responsável pela WSUC
DISPONIBILIDADE				
Tempo de paragem durante a interrupção (tempo de restauração do serviço)	Horas/interrupção		A cada 3 meses	Responsável pela WSUC
CONDIÇÃO DOS ATIVOS				
Limpeza do tanque de armazenamento	Descritivo		A cada 3 meses	Responsável pela WSUC
Condição do tanque de armazenagem	Descritivo		A cada 3 meses	Responsável pela WSUC
Limpeza da bomba	Descritivo		A cada 3 meses	Responsável pela WSUC
Condição da bomba	Descritivo		A cada 3 meses	Responsável pela WSUC
Limpeza da estação de bombagem	Descritivo		A cada 3 meses	Responsável pela WSUC
Estado da estação de bombagem	Descritivo		A cada 3 meses	Responsável pela WSUC
Limpeza das condutas (incl. juntas, válvulas)	Descritivo		A cada 3 meses	Responsável pela WSUC
Condição das condutas (incl. juntas, válvulas)	Descritivo		A cada 3 meses	Responsável pela WSUC
Limpeza da estação de tratamento	Descritivo		A cada 3 meses	Responsável pela WSUC
Condição da estação de tratamento	Descritivo		A cada 3 meses	Responsável pela WSUC

Modelo para a monitorização da satisfação do cliente

Nota: para a frequência e responsável, são dados exemplos; estes podem/devem ser adaptados ao seu próprio sistema de abastecimento de água.

Indicador	Unidade	Frequência	Responsável
QUANTIDADE DE ÁGUA			
Suficiência	Descritivo	Mensal	Especialista social da WSUC
QUALIDADE DA ÁGUA			
Sabor	Descritivo	A cada 3 meses	Especialista social da WSUC
Cheiro	Descritivo	A cada 3 meses	Especialista social da WSUC
Cor	Descritivo	A cada 3 meses	Especialista social da WSUC
Dias de doença dos utilizadores da água (devido à má qualidade da água)	Número de dias		Especialista social da WSUC
ACESSIBILIDADE			
Facilidade de acesso ao sistema de abastecimento de água por pessoas portadoras de deficiência e idosas ou mulheres grávidas	Descritivo	A cada 6 meses	Especialista social da WSUC
Acessibilidade em períodos de inundação	Número de dias/ano	A cada 3 meses	Especialista social da WSUC
VIABILIDADE ECONÓMICA			
Preço	Moeda por recipiente (20 l)?	A cada 6 meses	Especialista social da WSUC
Acessibilidade para os utilizadores mais pobres	Descritivo	A cada 6 meses	Especialista social da WSUC
% dos rendimentos gastos com água		A cada 6 meses	Especialista social da WSUC
FIABILIDADE			
Número de interrupções no serviço por ano	Número por ano	A cada 6 meses	Especialista social da WSUC
DISPONIBILIDADE			
Adequação do horário de acesso à água	Descritivo	A cada 6 meses	Especialista social da WSUC
PROTEÇÃO/SEGURANÇA			
Sensação de segurança ao buscar água	Descritivo	A cada 6 meses	Especialista social da WSUC
Incidentes de segurança ao buscar água	Número/ano	A cada 6 meses	Especialista social da WSUC

ANEXO 4: FATOR DE CORREÇÃO DA TAXA DE INFLAÇÃO

Inflation Correction factor															
Year															
Inflation rate	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1%	1	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,12	1,13	1,14	1,15
2%	1	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,13	1,15	1,17	1,20	1,22	1,24	1,27	1,29	1,32
3%	1	1,03	1,06	1,09	1,13	1,16	1,19	1,23	1,27	1,30	1,34	1,38	1,43	1,47	1,51
4%	1	1,04	1,08	1,12	1,17	1,22	1,27	1,32	1,37	1,42	1,48	1,54	1,60	1,67	1,73
5%	1	1,05	1,10	1,16	1,22	1,28	1,34	1,41	1,48	1,55	1,63	1,71	1,80	1,89	1,98
6%	1	1,06	1,12	1,19	1,26	1,34	1,42	1,50	1,59	1,69	1,79	1,90	2,01	2,13	2,26
7%	1	1,07	1,14	1,23	1,31	1,40	1,50	1,61	1,72	1,84	1,97	2,10	2,25	2,41	2,58
8%	1	1,08	1,17	1,26	1,36	1,47	1,59	1,71	1,85	2,00	2,16	2,33	2,52	2,72	2,94
9%	1	1,09	1,19	1,30	1,41	1,54	1,68	1,83	1,99	2,17	2,37	2,58	2,81	3,07	3,34
10%	1	1,10	1,21	1,33	1,46	1,61	1,77	1,95	2,14	2,36	2,59	2,85	3,14	3,45	3,80
11%	1	1,11	1,23	1,37	1,52	1,69	1,87	2,08	2,30	2,56	2,84	3,15	3,50	3,88	4,31
12%	1	1,12	1,25	1,40	1,57	1,76	1,97	2,21	2,48	2,77	3,11	3,48	3,90	4,36	4,89
13%	1	1,13	1,28	1,44	1,63	1,84	2,08	2,35	2,66	3,00	3,39	3,84	4,33	4,90	5,53
14%	1	1,14	1,30	1,48	1,69	1,93	2,19	2,50	2,85	3,25	3,71	4,23	4,82	5,49	6,26
15%	1	1,15	1,32	1,52	1,75	2,01	2,31	2,66	3,06	3,52	4,05	4,65	5,35	6,15	7,08

Legenda:

Inflation Correction Factor = Fator de Correção da Inflação

Inflation rate = Taxa de inflação

Year = Ano