

# GESTÃO INTEGRADA DE ACTIVOS

Sérgio Costa<sup>1</sup>; Vítor Brito<sup>2</sup>; Tiago Mendonça<sup>3</sup>; Mafalda Monteiro<sup>4</sup>

<sup>3</sup>Betar Consultores, Lda, Av. Elias Garcia n°53 2°Esq., 1000-148 Lisboa, Portugal

email: [tmendonca@betar.pt](mailto:tmendonca@betar.pt) <http://www.betar.pt>

<sup>1,2,4</sup>Betar Consultores, Lda, Av. Elias Garcia n°53 2°Esq., 1000-148 Lisboa, Portugal

---

## Sumário

*A gestão de obras de arte em Portugal teve um desenvolvimento notável durante a maior parte das últimas duas décadas, na sequência da tragédia de Entre-os-Rios, e que desencadeou uma abordagem moderna à gestão de obras de arte em Portugal. Actualmente, o país está ao nível das melhores práticas mundiais, apoiado pelo sistema BMS desenvolvido pela betar e adoptado pela maior parte dos intervenientes. Aplicando os princípios BMS a outros activos de uma estrada ou via-férrea que não são geridos por ferramentas específicas, neste documento propõe uma metodologia de implementação do GOA® em “novos tipos”. Discute-se, ainda, um modelo integrador desses conjuntos de activos numa estratégia de gestão coerente e eficaz.*

---

**Palavras-chave:** infra-estruturas de transporte; pontes; obras de arte; activos rodoviários; gestão de activos.

## 1 INTRODUÇÃO

Os donos de obra portugueses começaram por implementar sistemas de gestão de activos aplicados às obras de arte. Este ponto de partida está ligado ao colapso da ponte de Entre-os-Rios, uma tragédia que levou à morte de 59 pessoas. Começar pelas pontes foi também uma estratégia de fundamento racional, uma vez que constituem as estruturas mais importantes numa estrada ou via férrea, tanto devido à sua complexidade estrutural e susceptibilidade, como também devido ao investimento que lhes está associado.

Actualmente, com práticas nacionais bem estabelecidas de gestão de obras de arte e com o envelhecimento contínuo das infra-estruturas de transporte, tem havido uma necessidade crescente de alargar essas práticas das obras de arte para outros activos relevantes, nomeadamente pórticos de sinalização, muros de contenção, barreiras acústicas, taludes, drenagem ou colunas de iluminação, citando alguns.

Nos capítulos seguintes, oferece-se uma revisão histórica da adopção do GOA® em Portugal e propõe-se uma metodologia para implementação do sistema GOA® em novos tipos de activos, incluindo um modelo de integração de diferentes tipos de activos numa estratégia de gestão coerente e eficaz.

## 2 REVISÃO HISTÓRICA

Nas primeiras décadas das infra-estruturas de transporte em Portugal os aspectos da gestão de obras de arte consistiam meramente em tarefas de inspecção, conservação e reabilitação. Assegurada exclusivamente pelo sector público, a manutenção de pontes e, de forma mais abrangente, a gestão de infra-estruturas de transporte foi assegurada por organizações públicas de amplos recursos humanos, adoptando acções não sistemáticas e reactivas.

### 2.1 Caminhos de Ferro Portugueses (actualmente *Infraestruturas de Portugal*)

Os *Caminhos de Ferro Portugueses (CP)* iniciaram a gestão da sua infra-estrutura em primeiro lugar através da Brigada Regional de Pontes. Essas brigadas eram responsáveis pela inspecção periódica de pontes e pela manutenção corrente, incluindo lubrificação, pequenas reparações e limpeza de pontes. A supervisão deste trabalho

estava a cargo de uma brigada central, a Brigada de Revisão de Pontes, que realizava as inspecções principais nas pontes ferroviárias do país [1].

Nos anos noventa, a *CP* sofreu uma mudança de paradigma, que consistiu no início da subcontratação (começando com os trabalhos de pintura), a extinção de oficinas, a extinção das Brigadas Regionais de Pontes (o número de trabalhadores foi reduzido a um quarto) e a criação de quatro Brigadas para Manutenção de Pontes, incluindo um programa de registo e inventário de pontes. No final do século estas mudanças culminaram com a reorganização da companhia ferroviária portuguesa, surgindo a *Refer, EP*, responsável pela infra-estrutura e com uma abordagem modernizada da gestão de obras de arte, com maior número de colaboradores e melhor formação.

## **2.2 Junta Autónoma de Estradas (actualmente *Infraestruturas de Portugal*)**

A Junta Autónoma de Estradas criou a sua Divisão de Pontes em 1936, seguindo-se uma reorganização em 1948 que levou à criação da Direcção do Serviço de Pontes. Esses serviços foram posteriormente divididos na Divisão de Projectos, Divisão de Construção e Divisão de Conservação. A Divisão de Conservação era constituída por Brigadas de Conservação, com foco em pontes metálicas e intervenções de emergência em pontes não metálicas. A nível regional, a manutenção e outros pequenos trabalhos eram assegurados pelos Cantoneiros, responsáveis por um dado troço de estrada [2].

A década de oitenta marcou uma mudança de política na Junta Autónoma de Estradas, que levou à subcontratação de algumas actividades de manutenção acompanhadas por um aumento significativo na construção, financiada pelo UE. Com a canalização de recursos e financiamento para a construção de novas infra-estruturas, veio a extinção das Brigadas das Pontes e dos Cantoneiros, reduzindo as práticas de conservação a intervenções não planeadas e reactivas.

## **2.3 Outros Donos de Obra**

A *Brisa*, criada em 1972, assistiu a uma expansão consistente e relevante da sua rede desde meados dos anos oitenta e foi responsável pela implementação do primeiro sistema de gestão de obras de arte em Portugal, em 1994, recorrendo a um sistema de origem italiana. No ano seguinte, a *Brisa* iniciou as inspecções periódicas nas obras mais importantes.

Em 1997, a BETAR inicia o desenvolvimento do primeiro sistema de gestão de obras de arte português e, no ano seguinte, a Câmara Municipal de Lisboa adquire e implementa a primeira versão do Sistema GOA®, Sistema de Gestão de Obras de Arte.

Em 1998, a Junta Autónoma de Estradas lança um concurso público para aquisição e implementação de um sistema de gestão de obras de arte, que foi posteriormente cancelado. No mesmo ano a *Refer* adquire e implementa o GOA®.

## **2.4 Acidente da Ponte de Entre-os-Rios**

Em 2001, o colapso da Ponte Hintze Ribeiro foi responsável pela morte de 59 pessoas e tornou-se uma das maiores tragédias da história recente portuguesa (Fig. 1). No rescaldo do acidente várias falhas na estratégia de gestão da ponte lançaram dúvidas sobre a segurança das restantes pontes nacionais.



**Fig. 1. Ponte de Entre-os-Rios depois do colapso**

Como resposta, no mês seguinte é iniciado um vasto programa de inspecções de emergência para um total de 365 pontes, levando ao fecho de 4 pontes e à implementação de restrições de velocidade ou de carga em outras 50 estruturas. No mesmo ano, tanto a *Refer* como a *EP* promovem uma campanha nacional para inspecções subaquáticas em pontes seleccionadas.

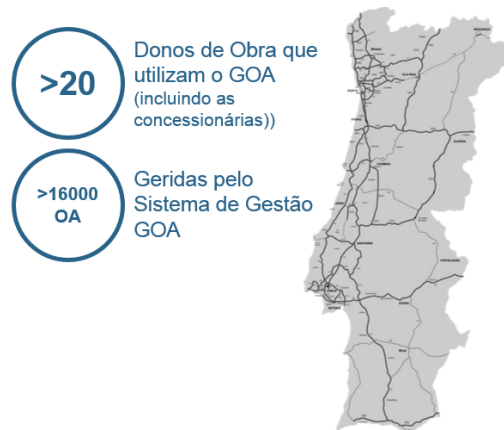
Esta tragédia determinou a necessidade, em nome dos donos de obra, de uma nova abordagem de gestão. O sector respondeu a essa procura abrindo novos campos de especialização, nomeadamente a inspecção de obras de arte. Em paralelo, os principais donos de obra iniciaram processos de revisão das práticas existentes. As Estradas de Portugal lançam, então, um concurso público que leva à aquisição e implementação do GOA®, concluído em 2004. No ano seguinte a *Refer* estabelece a obrigatoriedade de as inspecções principais serem conduzidas por engenheiros e, nesse mesmo ano, o *EP* inicia um programa de inspecções subaquáticas. Entre 2006 e 2010 a EP conclui o inventário e a inspecção principal de todas as suas obras de arte.

Em paralelo a estes desenvolvimentos na gestão, sublinha-se a transição de paradigma do sector, que anteriormente tinha sido marcado nas décadas de noventa e seguinte por um forte investimento na construção (que viu o número total de obras de arte mais do que duplicar) e acompanhado por uma maior diversidade de materiais e soluções estruturais, e que agora, com o abrandamento recente do volume de construção se concentra na evolução das práticas de manutenção e na gestão eficiente de recursos, estabelecendo o Sistema GOA® como um padrão nacional, usado pela quase totalidade dos donos de obras de arte em Portugal.

### **3 GOA® Sistema de Gestão de Obras de Arte**

O GOA® cresceu em Portugal ajudando a moldar e a desenvolver as práticas nacionais de gestão de obras de arte. Originalmente criado em 1997 e continuamente melhorado pela Betar desde então, foi desenvolvido com base nas melhores práticas europeias e foi facilmente adoptado a uma escala nacional.

Além da utilização por parte das *Infraestruturas de Portugal*, o sistema está implementado pela generalidade das Concessionárias nacionais, resultando na gestão de cada quilómetro de auto-estrada e estradas nacionais (incluindo alguns municípios) de acordo com o mesmo sistema (Fig. 2).



**Fig. 2. Implantação do GOA® em Portugal**

### 3.1 Descrição do sistema

As obras de arte fazem parte da infra-estrutura viária e a sua conservação é vital para garantir o desempenho global do sistema. Assim, é importante manter a segurança e a operação dessas obras, com vista à alta durabilidade e aos níveis óptimos de serviço, e tendo em consideração a facilidade de inspeção e de manutenção quando são projectadas e construídas as obras de arte.

Essas metas devem ser alcançadas dentro de uma filosofia que requer a capacidade de priorizar adequadamente as intervenções, enquanto se procura uma previsão fidedigna dos orçamentos futuros. A composição do investimento deve ter em vista a redução dos trabalhos de reparação através de uma manutenção preventiva, com uma perspectiva de ciclo de vida da gestão de obras de arte onde o custo total de manutenção corrente é menor do que os custos resultantes de reparações periódicas.

O sistema é implementado seguindo a estrutura na Figura 3. As actividades de recolha de dados, desde o inventário inicial de activos até às inspeções periódicas, permitem a caracterização completa de todos os activos que estão sob gestão e o conhecimento detalhado do seu estado.

#### 3.1.1 Inventário

A etapa de elaboração de inventário é o registo sistemático e organizado das características da obra de arte que pode afectar a sua manutenção ou conservação e constitui a base para todas as tarefas futuras na gestão de activos. O inventário precede qualquer outra tarefa de inspeção, manutenção ou reparação (Fig. 3). A base de dados irá guardar:

- (i) Todos os dados administrativos relativos à obra de arte;
- (ii) Informação técnica descrevendo a estrutura e o seu comportamento estrutural;
- (iii) Descrição detalhada dos materiais e quantidades afectas, chamados Dados de Constituição, estruturados em elementos discretos chamados Componentes.

#### 3.1.2 Inspeções

O sistema GOA® permite os seguintes tipos de inspeção (Fig. 3):

- (i) Rotina;
- (ii) Principal;
- (iii) Subaquática;
- (iv) Vistoria.

As inspecções de rotina e principais são as mais frequentes. As inspecções subaquáticas são realizadas quando é necessário mergulhar para inspecionar elementos submersos e as vistorias são semelhantes às inspecções principais, permitindo uma inspecção não planeada a alguns ou todos os componentes de uma ponte, seja devido a danos causados por um acidente, seja para avaliação de uma reparação ou intervenção ou outro motivo imprevisto.

As inspecções de rotina são usadas para avaliar o Estado de Manutenção de uma obra e, com base nisso, recomendam-se os trabalhos de manutenção necessários para garantir níveis de serviço e de segurança do tráfego. Este tipo de inspecção é realizado anualmente ou a cada dois anos. Os trabalhos de manutenção consistem tipicamente em tarefas de limpeza e pequenas reparações. O objectivo é manter e restaurar os componentes da obra, estruturais ou não, a fim de evitar a sua degradação acelerada. Exemplo dessas actividades são o aperto de porcas soltas ou trabalhos de selagem nas juntas de dilatação. O Estado de Manutenção global de uma ponte é classificado como Suficiente ou Insuficiente, dependendo do número de componentes da ponte que precisam de manutenção.

As inspecções principais são mais completas e com menor frequência, realizando-se uma observação mais detalhada e um registo das condições de exploração de uma obra de arte. Esse registo identifica as anomalias mais graves que prejudicam o desempenho dos vários componentes da obra, tanto em termos de durabilidade como de segurança, e fornece medidas de actuação (trabalhos de reparação, monitorização e outras) recomendadas pelo inspector. As inspecções principais ocorrem a cada 4 a 6 anos. O Estado de Conservação da ponte reflecte a sua condição geral e está entre 0 e 5 (excelente até crítico, respectivamente).

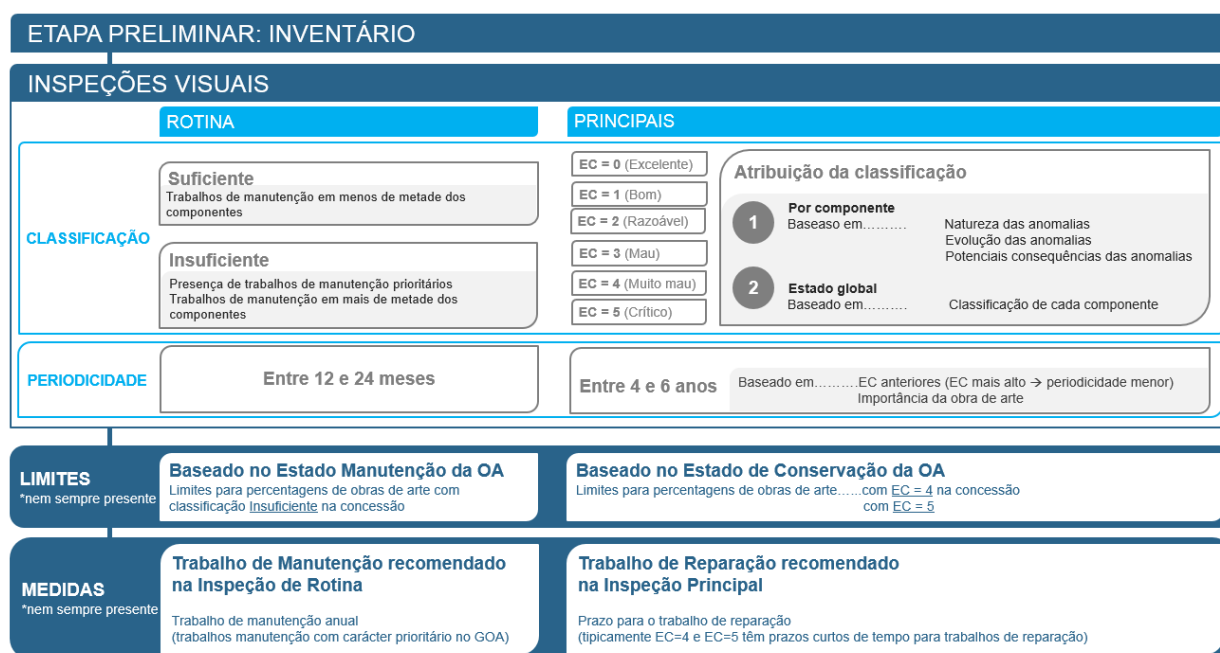


Fig. 3. Visão geral do sistema GOA

### 3.2 GOA® como base para Planos de Controlo de Qualidade de Obras de Arte em Portugal

Devido à sua difusão, o GOA® é normalmente utilizado como base para planos de controlo de qualidade de Obras de Arte que são contratualizados entre Concessionárias e Concedente. A implementação do GOA® pelas *Infraestruturas de Portugal (IP)*, originou a inclusão dos princípios e classificações do sistema no plano interno de controlo de qualidade da *IP* para as obras de arte. Esses mesmos princípios foram posteriormente usados pela

*IP* e introduzidos nos planos de controlo de qualidade integrantes dos contractos elaborados com concessionárias rodoviárias.

Em consequência, o uso do software GOA® e dos documentos de *reporting* que produz está generalizado e reveste-se num enorme benefício de padronização nacional. Os Planos de Controlo de Qualidade (PCQ) definem os componentes da obra de arte conforme estabelecido no GOA® e adoptam, também, as duas classificações quer de manutenção quer de conservação. Conforme ilustrado na metade inferior da Figura 3, os limites em PCQ são geralmente expressos como limites de incidência de Estados de Conservação elevados das Obras de Arte de uma determinada via ou concessão. Por vezes também são impostos limites à percentagem máxima de obras de arte com classificação Insuficiente (refente ao estado de manutenção). Alguns PCQ também estabelecem prazos para que os trabalhos de reparação ou manutenção sejam realizados, visando reduzir as classificações para valores aceitáveis.

#### **4 Generalização dos Princípios do GOA® a outros Activos**

Tendo em conta o sucesso e implementação do GOA® a nível nacional e, talvez mais importante, a ampla utilização dos seus conceitos e classificações como uma linguagem comum entre os intervenientes, a sua abordagem pode ser alargada a outras classes de activos em infra-estruturas de transportes que sejam geridos pelo mesmo Dono de Obra. Na verdade, para o gestor da via, há ganhos evidentes ao tratar todos os activos de acordo com a mesma metodologia de abordagem.

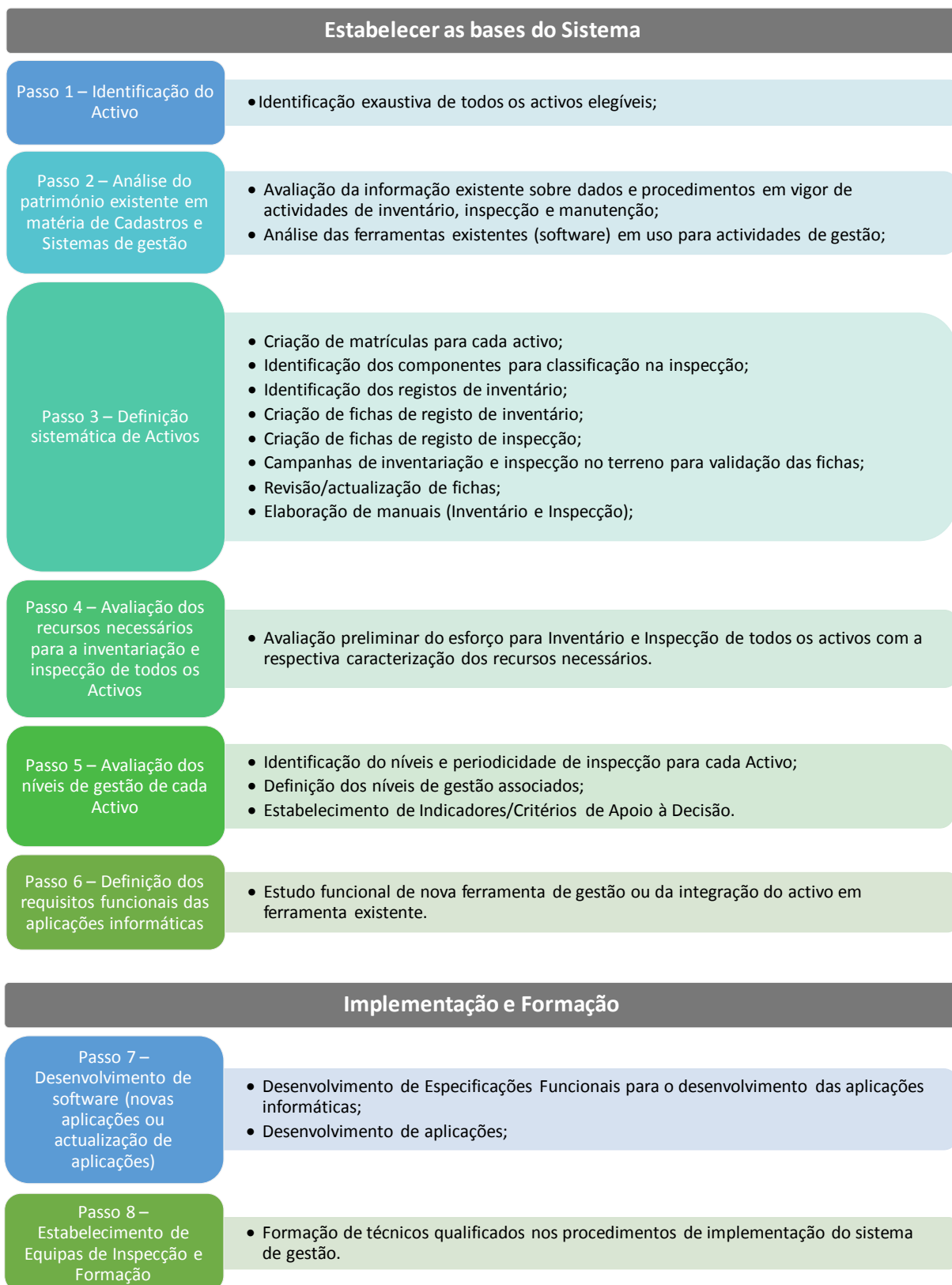
Em alguns casos, essa evolução já foi feita. O GOA® está actualmente a ser utilizado na gestão de pórticos de sinalização rodoviária apenas com ligeiras adaptações na sua abordagem, princípios e definições. O mesmo tem sido feito para estruturas de contenção, também com grande proximidade aos conceitos e classificações originais definidos para as obras de arte, embora com maiores alterações devido aos aspectos geotécnicos que caracterizam estes activos.

##### **4.1 Implementação do GOA® a novos Tipos de Activos**

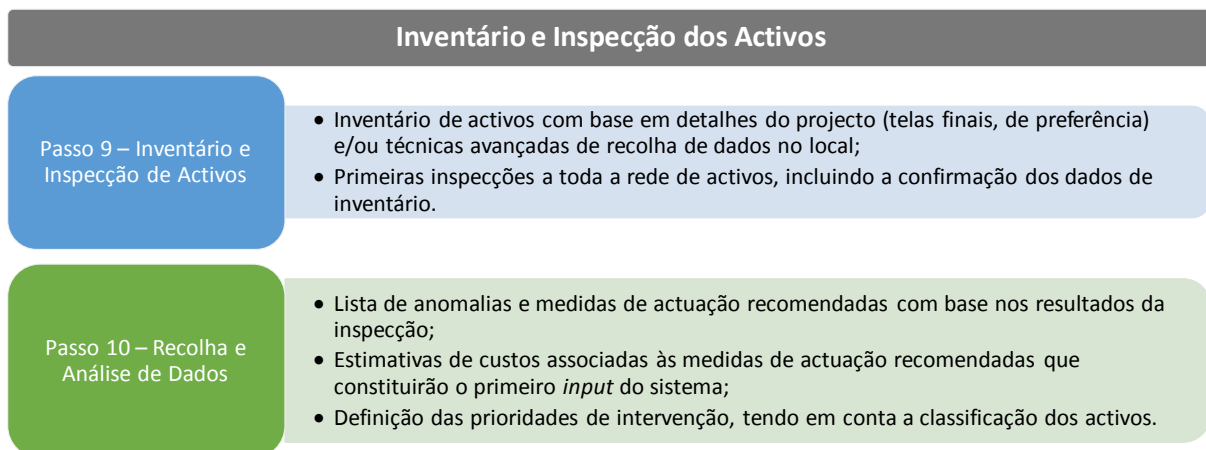
O processo que é proposto para implementar um sistema de gestão para um novo tipo de activo pode ser descrito em quatro etapas principais:

- (i) Estabelecer as Bases do Sistema;
- (ii) Implementação e Formação;
- (iii) Inventário dos Activos;
- (iv) Inspeção dos Activos;

Estas etapas são descritas no fluxograma seguinte (Fig. 4).



**Fig. 4. Fases de implementação do sistema.**



**Fig. 4. Fases de implementação do sistema (continuação).**

## 4.2 Desafios

A expansão do sistema de gestão de obras de arte para outros tipos de activos acarreta algumas dificuldades que surgem das diferenças entre os tipos de activos existentes numa infra-estrutura de transporte. Os principais aspectos que motivam a necessidade de adaptação do sistema são elencados nos pontos seguintes.

### 4.2.1 Frequência de Activos

Activos muito frequentes, geralmente por serem estruturalmente menos complexos, podem levar a inspecções menos detalhadas ou de baixa periodicidade. Em casos extremos, a avaliação do estado de conservação do parque de activos pode ser inferida com a realização de inspecções por amostragem, quando o risco associado ao activo é menos relevante.

### 4.2.2 Activos não-discretos

Sendo que na sua maioria os activos de uma infra-estrutura de transportes apresentam uma natureza discreta semelhante às obras de arte, para os activos contínuos pode parecer, à primeira vista, que será necessária uma abordagem distinta. Sendo necessário, por razões de conveniência das actividades de inventário e inspecção, e da própria modelação e referenciação do activo que este apresente algum tipo de segmentação, esta pode ser aplicada segundo critérios que contribuem para a eficácia do sistema. Por exemplo, os taludes podem ser segmentados segundo critérios relacionados com a sua natureza de escavação ou aterro, aliada a critérios geométricos, vindo a delimitar entidades com coesão de comportamento e características, facilitando a sua caracterização e avaliação do ponto de vista de estabilidade e manutenção. Abordagens semelhantes podem ser encontradas para outros activos de cariz contínuo, como o pavimento, ou intermédio entre discreto e contínuo, como é o caso das barreiras acústicas.

### 4.2.3 Sobreposição de Activos

Em alguns casos, a sobreposição significativa de activos deve ser abordada, como é o caso entre os taludes e a drenagem. Estes casos podem ser resolvidos através da incorporação segmentada de activos menos complexos (como a drenagem) em activos complexos (como os taludes ou o pavimento).

### 4.2.4 Função do Activo

Ao contrário das pontes, alguns activos podem ser caracterizados por aspectos funcionais que ganham relevância face às características estruturais que lhe são inerentes, como é o caso da sinalização vertical ou colunas de iluminação. Nestes casos, o sistema de gestão deve referenciar todas as características funcionais que sejam relevantes para as actividades de manutenção.



## 5 Um Modelo para Integração de Activos numa Estratégia de Gestão Comum

O alargamento de um sistema de gestão de activos a outros activos de uma infra-estrutura de transportes aumenta a necessidade de integrar processos, estratégias e processos para tomada de decisão. De facto, manter princípios de avaliação de risco e priorização de trabalhos requer uma estratégia para se poder comparar e classificar os diversos conjuntos de activos.

### 5.1 Descrição do modelo

A Figura 5 ilustra uma estratégia de integração dos diferentes activos num modelo de gestão coerente. O principal suporte do modelo é um sistema de gestão activo-a-activo, apoiado por ferramentas de software integradas ou independentes. A arquitectura dos sistemas de gestão de activos da BETAR apoia-se no inventário detalhado de activos como ponto de partida do sistema. As informações de estado são recolhidas por meio de inspeções periódicas dos activos, embora informações adicionais associadas a falhas e acidentes devam ser igualmente recolhidas.

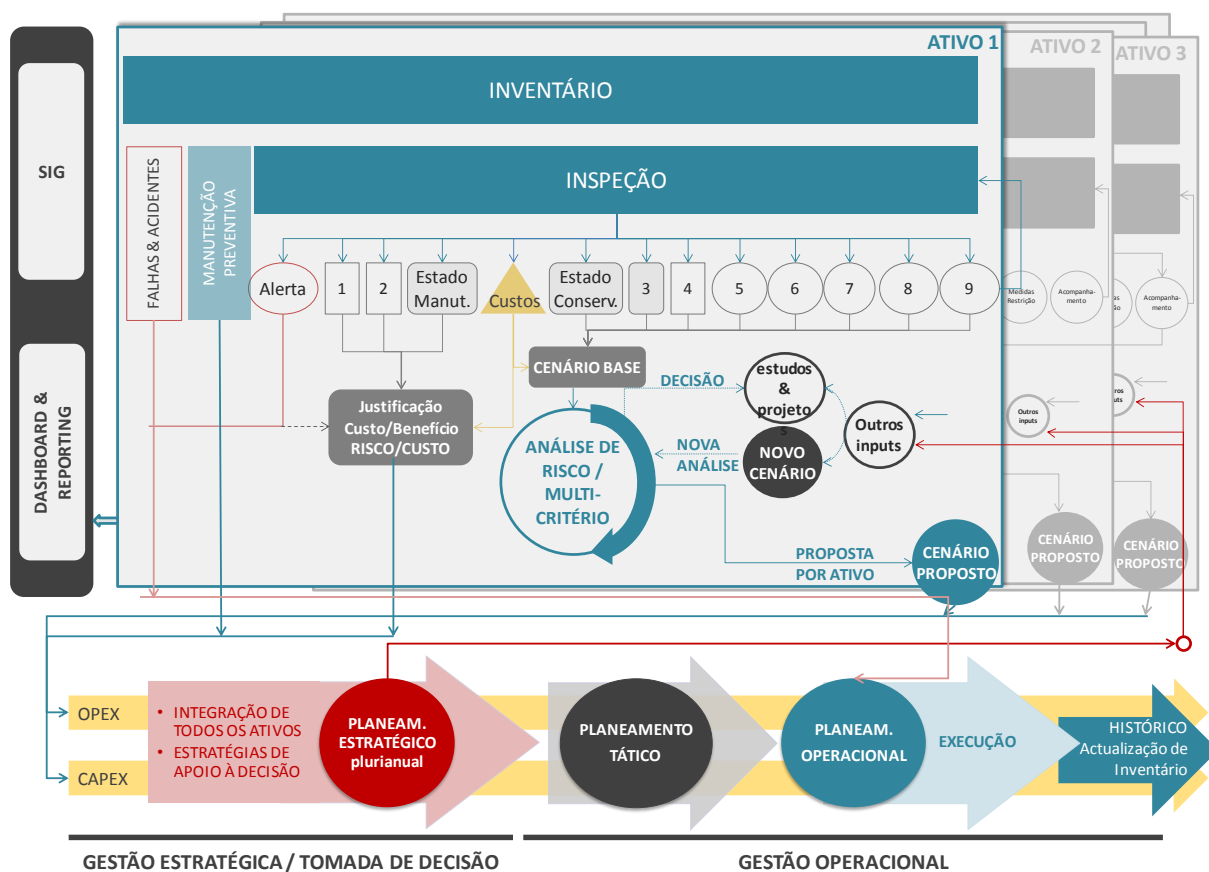


Fig. 5. Modelo de integração de activos

Os dois tipos de inspeção: a) Rotina e b) Principal fornecem medidas de manutenção e de reparação recomendadas pela inspeção que são processadas pelo sistema, conforme descrito no capítulo 3. As medidas de actuação de manutenção (recomendadas e classificadas) são acompanhadas de um custo que permite que seja feita uma análise

de custo-benefício. Os trabalhos de manutenção resultantes são associados às actividades de manutenção preventiva que constituem as despesas de operação.

As medidas de actuação relativas às reparações envolvem um conjunto mais amplo de dados, que inclui o estado de conservação, recomendações de reparação e o prazo aconselhado da sua realização, estratégias de monitorização, estudos técnicos específicos e medidas de acompanhamento. Tomados como um todo, esses dados compreendem um Plano Base de actividades recomendadas. Este plano base é acompanhado de custos e sujeito, nos casos de maior complexidade técnica, a análises económicas e estudos mais complexos que podem produzir novas propostas de intervenção, de cariz mais elaborado e abrangente quanto à realidade do activo.

Em paralelo, o estado de conservação aliado a parâmetros de classificação individual das anomalias compõem uma pontuação de risco associada a cada intervenção. Esta classificação é ponderada segundo critérios de sensibilidade e criticidade dos activos dentro da rede (que traduzem a importância e potenciais impactos na rede que possam resultar de falhas no nível de serviço do activo), resultando esta ponderação num “ranking” global de intervenções, que permite a comparação entre activos e constitui uma primeira estimativa para despesas de capital para a rede sob gestão e define, assim, o cenário proposto.

Toda a actividade planeada é então analisada em dois momentos de gestão, como indicado na zona inferior da Fig. 5. O primeiro diz respeito ao planeamento estratégico dentro de um período de tempo plurianual. É a etapa em que as propostas de intervenção que constituem a fase anterior são analisadas por forma a elaborar um primeiro planeamento das intervenções em que se procura a optimização dos custos de manutenção e de reparação minimizando o impacto no nível de serviço e risco, tendo como base o orçamento disponível. O segundo e último momento de gestão diz respeito à gestão operacional. Geralmente é composta por planeamento tático e, mais próximo da execução, por um plano operacional. Após a execução, a base de dados deve ser actualizada com as alterações introduzidas no sistema.

## 5.2 Informação e *feedback*

A espinha dorsal de um sistema de gestão é o fluxo e a apresentação da informação em todas as etapas de tomada de decisão. Um sistema integrado deve incluir um *dashboard* para apresentação actualizada dos dados relativos a todos os activos de gestão e todas as etapas do processo. Também é importante garantir ferramentas eficazes para partilhar informações em diferentes fases. O sistema deve permitir um mecanismo de *feedback* desde as etapas finais de planeamento às etapas iniciais. Durante a fase de planeamento devem ser procuradas optimizações de nível de serviço e de custo, como seja as sinergias provenientes da sobreposição de intervenções em diferentes activos. As optimizações de maior impacto podem conduzir a novos cenários de manutenção, fruto de novos prazos de intervenção.

Por fim, o modelo proposto deve acomodar com facilidade adaptações que resultem das características da rede e das características específicas dos diferentes Donos de Obra.

## 6 CONCLUSÕES

O sistema de gestão GOA® tornou-se um padrão para a gestão de obras de arte em Portugal e a sua ampla utilização criou uma plataforma comum que permite a interacção eficiente e produtiva a todos os intervenientes do sector.

Ao aplicar o GOA® a outros tipos de activos, é possível preservar os princípios fundamentais que definem o sistema implementado em Portugal.

A integração de todos os activos de uma infra-estrutura de transportes num único sistema de gestão favorece a análise, a gestão e o planeamento das actividades de forma integrada, com benefícios evidentes para o Gestor do activo.

## 7 REFERÊNCIAS

1. 1919-2010 *O Caminho-de-ferro em Portugal*. Lisboa: Refer; 2011.
2. Rodil, João. *75 Anos da Administração Rodoviária Portuguesa. Almada: Estradas de Portugal*, 2005