

**Análise e estimativa de custos no ciclo de vida de
túneis rodoviários**

Maria Cortes Rezende

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Civil

Orientadores:

Professor Doutor Nuno Gonçalo Cordeiro Marques de Almeida

Professor Doutor Carlos Paulo Oliveira da Silva Cruz

Júri

Presidente: Professor Doutor João Pedro Ramôa Ribeiro Correia

Orientador: Professor Doutor Carlos Paulo Oliveira da Silva Cruz

Vogal: Engenheira Ana Filipa das Neves Rodrigues Marques Couto Salvado

Outubro 2016

Agradecimentos

O desenvolvimento desta dissertação de mestrado representa o culminar de um ciclo essencial na minha vida. Como tal, os agradecimentos não se destinam exclusivamente ao trabalho apresentado, como também a todos os anos de curso.

Em primeiro lugar agradeço aos meus orientadores, Professor Nuno Almeida e Professor Carlos Cruz, por todo o encaminhamento e apoio ao longo dos meses de elaboração da tese, mesmo com a distância a tornar mais difícil a comunicação entre ambas as partes.

É imperativo agradecer ao Engenheiro Jorge Pereira e à Engenheira Andrea Gouveia, em representação da Vialitoral, pois sem a sua constante ajuda, disponibilidade e colaboração, a realização e desenvolvimento da dissertação não seria possível. Grata estou também ao Engenheiro António Ferreira, pertencente à Direcção de Estradas da Madeira, pela sua preciosa ajuda.

Obrigada à minha Família, pelo apoio e incentivo ao longo de todos os anos decorridos. Obrigada Margarida, avós, tios e primos.

Ao Martim, que foi a base que ajudou ao longo de todo o curso e, ainda com mais afincos, nesta recta final, o meu muito obrigada. Obrigada por todo o companheirismo.

Mãe e Pai, para vocês não há palavras. São incansáveis, um super-apoio e sem a vossa presença nada seria possível. São tudo. Obrigada pela nossa Família.

Resumo

A gestão de activos físicos (GAF) tem vindo a ganhar ênfase ao longo dos tempos. Este tipo de gestão permite que haja um maior domínio e controlo deste tipo de activos, assim como das suas condicionantes, por parte de quem os administra e gere.

A presente dissertação incide na área da GAF, em particular na análise do custo de ciclo de vida (ACCV) aplicada ao caso específico dos túneis rodoviários, desenvolvida em ambiente empresarial.

O trabalho desenvolvido visa contribuir para a maior aplicabilidade da metodologia de ACCV, face à quantidade e qualidade dos dados e informação habitualmente disponíveis nas organizações responsáveis pela gestão de portefólios de activos físicos.

A análise efectuada permite concluir que existem lacunas na captação de dados da Vialitoral. Assim, são estimados dois cenários de modo a colmatar as referidas lacunas. O primeiro cenário distribui de igual modo os custos pelo número de túneis e o segundo cenário distribui os custos com base em dois critérios: custos que estão dependentes do número de túneis e custos que são proporcionais ao comprimento dos túneis.

Através dos mesmos cenários, e com recurso à evolução das rubricas estudadas, comprova-se que quanto maior for a densidade de dados associada a cada obra de arte, maior a ciclicidade denotada aquando da aplicação da ACCV.

A dissertação leva a concluir que, mesmo procedendo-se a estimativas, nem sempre as mesmas reflectem a realidade da empresa e do historial económico.

Palavras-chave: gestão de activos, custo de ciclo de vida, análise do custo de ciclo de vida, túneis rodoviários.

Abstract

Physical assets management (PAM) has been gaining emphasis over time. This type of management allows a bigger domain and control of this type of assets, as well as their constraints, by whom manages it.

A present dissertation focuses on the PAM area, particularly on the life cycle's cost analysis (LCCA) applied to the specific case of road tunnels, developed in a business environment.

The developed work aims to contribute to the bigger applicability of the LCCA's methodology, compared to the amount and quality of the available information and data on the responsible organizations for the management of physical assets' portfolios.

The realized analysis allows to conclude that there are some gaps on the catchment of data of Vialitoral.

Thus, two scenarios to bridge the referred gaps are estimated. The first one distributes equally the expenses for the amount of tunnels and the second one distributes the expenses based on two criteria: expenses that which are dependent on the tunnels' number e expenses that are proportional to the tunnels' extension.

Through the same scenarios, and using the evolution of the studied items, it is proved that the bigger the density of the associated data to each work of art, the bigger the cyclicalidad denoted when LCCA's application.

The dissertation of the same scenarios concludes that, even proceeding to estimates, not always reflect the reality of the enterprise and economical history. In other words, it is suggested that others expenses profiles be created - through the future records of Vialitoral.

Keywords: asset management, life cycle cost, life cycle cost analysis, road tunnels.

Conteúdo

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract	vii
Lista de Tabelas	xi
Lista de Figuras.....	xiii
1 Introdução	1
1.1 Justificação da dissertação.....	1
1.2 Âmbito e objectivo da dissertação	1
1.3 Metodologia e organização da dissertação.....	2
2 Revisão de conhecimentos	5
2.1 Gestão de activos físicos – GAF	5
2.2 Custo do ciclo de vida	6
2.3 Análise de custo do ciclo de vida – ACCV	10
2.4 ACCV em túneis rodoviários.....	13
2.4.1 Contextualização	13
2.4.2 Fases do ciclo de vida dos túneis.....	16
2.4.3 Parâmetros/dados.....	17
3 Metodologia de análise do custo de ciclo de vida para túneis rodoviários	23
3.1 Sistematização da ACCV	23
3.2 Passos da metodologia	25
3.3 Perspectivas de utilização da metodologia	39
4 Recolha e análise dos custos do ciclo de vida de túneis	41
4.1 Caracterização do caso de estudo	41
4.1.1 Concessão Vialitoral	41
4.1.2 Portefólio de túneis da concessão.....	44
4.2 Identificação, compilação e análise de dados	45
4.2.1 Identificação	45
4.2.2 Compilação e análise – Vialitoral (ano fiscal)	47
4.2.3 Compilação e análise – túneis (ano construção).....	53
4.2 Discussão da aplicação do passo 8 da metodologia.....	55
5 Estimativa dos custos do ciclo de vida (CCV)	59
5.1 Método de estimação dos CCV	59

5.2	Simulação da compilação e perfil temporal dos custos	59
5.3	Análise da estimativa	65
6	Conclusão	67
6.1	Conclusões.....	67
6.2	Desenvolvimentos futuros.....	68
	Bibliografia.....	69
	Anexos	71
	Anexo A.1 – Tabelas-resumo face à captação de custos	73
	Anexo A.2 - Captação de custos	75
	Anexo A.3 - Captação de custos, com igual atribuição de custos – simulado (1ª estimativa)	77
	Anexo A.4 - Captação de custos, com dois critérios de separação de custos – simulado (2ª estimativa).....	79

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Terminologias abordadas nas principais publicações sobre CCV.....	8
Tabela 2 – Custos englobados nas fases do ciclo de vida.	8
Tabela 3 – Tabela-resumo dos <i>softwares</i> disponíveis no mercado. (Lefebvre, s.d.)	13
Tabela 4 – Subdivisão de custos no ciclo de vida dos túneis, segundo Vogt (2012).	17
Tabela 5 – Equipamentos operacionais aplicáveis a túneis rodoviários.....	18
Tabela 6 – Plano de acções de acordo com a evolução das patologias existentes no túnel.....	19
Tabela 7 – Tabela-resumo com as abordagens dos diferentes autores à ACCV, assim como a metodologia adoptada ao longo da dissertação.	24
Tabela 8 – Categorias de custos (Rodrigues, 2014).	26
Tabela 9 – Possibilidade de constrangimentos associados ao projecto, adaptado de Rodrigues (2014).	29
Tabela 10 – Características chave do activo a serem identificadas.	29
Tabela 11 – Proposta de modelo de captação de custos, adaptado de Rocha (2015), relativa à categoria A5 - construção.	32
Tabela 12 – Proposta de modelo de captação de custos, para as fases de utilização e manutenção.	32
Tabela 13 – Proposta de modelo de captação de custos, para a fase de reparação, substituição e remodelação.	33
Tabela 14 – Proposta de modelo de captação de custos, adaptado de Rocha (2015), relativa ao final de vida do activo.....	33
Tabela 15 – Propriedades dos túneis antigos na ilha da Madeira.	42
Tabela 16 – Caracterização do portefólio de túneis estudados.	44
Tabela 17 – Resumo da informação acerca dos túneis e das rubricas captadas.	46
Tabela 18 – Valor anual de cada rubrica da fase de utilização (B1), 2002-2010.	49
Tabela 19 – Valor anual de cada rubrica da fase de utilização (B1), 2011-2015 e percentagens.	49
Tabela 20 – Valor anual de cada rubrica da fase de utilização (B2), 2002-2010.	50
Tabela 21 – Valor anual de cada rubrica da fase de utilização (B2), 2011-2015 e percentagens.	50
Tabela 22 – Valor anual de cada rubrica da fase de utilização (B3), 2002-2010.	51
Tabela 23 – Valor anual de cada rubrica da fase de utilização (B3), 2011-2015 e percentagens.	51
Tabela 24 – Valor anual de cada rubrica da fase de utilização (B4), 2002-2010.	52
Tabela 25 – Valor anual de cada rubrica da fase de utilização (B4), 2011-2015 e percentagens.	52
Tabela 26 – Distribuição de custos, por túnel, relativos à categoria B1.	54
Tabela 27 – Captação de custos por túnel, rubricas B1 e B2.....	56
Tabela 28 – Despesas associadas à fase de utilização no ano de 2014.	58

Tabela 29 – Despesas associadas à fase de utilização no ano de 2015.	58
Tabela 30 – Categorização da distribuição de custos.	59
Tabela 31 – Captação de custos por distribuir, categoria 2, rubricas B1 e B2.	61
Tabela 32 – Distribuição de custos, por túnel, relativos à categoria B1 – simulação.....	63
Tabela 33 – Resumo da informação acerca dos túneis e das rubricas captadas, com atribuição de custos.	73

Lista de Figuras

Figura 1 – Esquema ilustrativo da organização e metodologia da dissertação.....	3
Figura 2 – Exemplo de elementos-chave num sistema de GAF, adaptado de IAM (2012).	5
Figura 3 – Diferentes fases do ciclo de vida (ISO 15686-5).	7
Figura 4 – Potencial de influência no CCV.	8
Figura 5 – Processo iterativo na tomada de decisão, adaptado de CILECCTA, (2013).	9
Figura 6 – Percentagens CCV ao longo de 30 anos, adaptado de Reidy (2005).....	10
Figura 7 – Etapas presentes na elaboração da ACCV.	10
Figura 8 – Sistematização do método <i>cut and cover</i> , adaptado de Rail System (2015).	15
Figura 9 – Constrangimentos internos e externos ao planeamento de túneis rodoviários, adaptado de Vogt (2012).	15
Figura 10 – Processo de análise do custo de ciclo de vida de um túnel, adaptado de Angeles (2011).	16
Figura 11 – Processos de custo de ciclo de vida, segundo Thewes et al. (s.d.).	17
Figura 12 – Processo modular da ACCV de túneis, adaptado de Thewes et al. (s.d.).	18
Figura 13 – Tipo de anomalias recorrentes em túneis rodoviários, adaptado de Ji & Seo (2011).	19
Figura 14 – Alteração no custo total quando a escala entre intervenções é alterada, adaptado de Almeldt (2012).	20
Figura 15 – Análise de sensibilidade: o consumo de energia para a iluminação do túnel, adaptado de (Thewes et al. (s.d.).	22
Figura 16 – Divisão em fases preconizada na EN 16627 (adaptado de EN 16627, Rodrigues (2015)).	31
Figura 17 – Exemplo de gráfico-aranha, com variação do custo de mão-de-obra. (Morais & Marques, 2012).	36
Figura 18 – Alteração no custo total com a oscilação da taxa de actualização, adaptado de Almeldt (2012).	37
Figura 19 – Abrangência da área de intervenção da Vialitoral (Concessões Rodoviárias da Madeira S.A. , 2012).	41
Figura 20 – Distribuição túneis antigos da ilha da Madeira (de Brito et al., 2014).	42
Figura 21 – Rede viária fundamental (de Brito et al., 2014).	43
Figura 22 – Evolução do número de túneis entre 1990 e 2012 (de Brito et al., 2014).	43
Figura 23 – Custos dos túneis, por metro de construção.	45
Figura 24 – Valores totais dos subcapítulos da fase de utilização.	48
Figura 25 – Evolução anual dos custos totais e de cada rubrica na fase B1 (utilização).	49
Figura 26 – Evolução anual dos custos totais e de cada rubrica na fase B2 (manutenção).	50
Figura 27 – Evolução anual dos custos totais e de cada rubrica na fase B3 (reparação).	51
Figura 28 – Evolução anual dos custos totais e de cada rubrica na fase B4 (substituição).	52
Figura 29 – Captação de custos da categoria B3.	53

Figura 30 – Captação de custos da categoria B3, com igual atribuição de custos – simulado (1ª estimativa).....	60
Figura 31 – Captação de custos da categoria B3, com dois critérios de separação de custos – simulação (2ª estimativa).....	64
Figura 32 – Balanceamento entre os custos directamente imputáveis a cada túnel e custos que não têm custos associados, face a cada rubrica.....	65
Figura 33 – Captação de custos da categoria B1.....	75
Figura 34 – Captação de custos da categoria B2.....	75
Figura 35 – Captação de custos da categoria B4.....	76
Figura 36 – Captação de custos da categoria B1, com igual atribuição de custos – simulado (1ª estimativa).....	77
Figura 37 – Captação de custos da categoria B2, com igual atribuição de custos – simulado (1ª estimativa).....	77
Figura 38 – Captação de custos da categoria B4, com igual atribuição de custos – simulado (1ª estimativa).....	78
Figura 39 – Captação de custos da categoria B1, com dois critérios de separação de custos – simulado (2ª estimativa).....	79
Figura 40 – Captação de custos da categoria B2, com dois critérios de separação de custos – simulado (2ª estimativa).....	79
Figura 41 – Captação de custos da categoria B4, com dois critérios de separação de custos – simulado (2ª estimativa).....	80

1 Introdução

1.1 Justificação da dissertação

Após várias décadas de investimento no sector da construção, as atenções do País recaem agora nas necessidades das próximas décadas, nomeadamente na gestão das edificações e das infraestruturas de engenharia já construídas que estão a atingir ou poderão até já ter atingido o fim do seu ciclo de vida.

A análise do custo de ciclo de vida (ACCV) vem apoiar esta gestão de activos físicos construídos, promovendo decisões informadas nas fases de construção dos empreendimentos, não exclusivamente baseadas nos custos iniciais. Esta abordagem afigura-se mais completa e abrangente.

A metodologia ACCV dá grande relevância aos períodos de manutenção/inspecção, tanto periódicos como regulares, e ao impacto que a contabilização pormenorizada das despesas associadas têm no desempenho económico global dos empreendimentos de construção.

Julga-se, portanto, útil abordar o tema da ACCV, enquadrando-o no conceito emergente da gestão de activos físicos (GAF) e de realizar uma aplicação prática em contexto real.

1.2 Âmbito e objectivo da dissertação

A presente dissertação enquadra-se na área da gestão de activos físicos, nomeadamente no que respeita à metodologia de análise do custo do ciclo de vida.

Esta análise deve ser desenvolvida para todos os tipos de activos físicos, sendo que se seleccionou túneis rodoviários. Esta gama de infraestruturas apresenta um particular interesse quando se verifica escassez de área útil de construção à superfície em meio urbano. Pretende-se testar e viabilizar a aplicação do método da análise do custo do ciclo de vida ao portefólio da empresa concessionária, a qual dispõe de quase três dezenas de túneis rodoviários a seu cargo.

Destaque para o facto de se estar perante uma análise do custo do ciclo de vida (ACCV) e não uma análise total do custo do ciclo de vida (ACTCV). As mesmas diferenciam-se pela contabilização do balanço receitas/custos, sendo que tal não acontece na primeira referência feita. Nesta dissertação serão tidos como base os custos do ciclo de vida inerentes ao portefólio de túneis da Vialitoral¹ (concessionária), os quais não reflectem qualquer tipo de lucro.

O objectivo da dissertação passa pelo testar da adequabilidade do modelo ao caso de estudo. Tem-se como intuito final a obtenção do registo da regularidade das intervenções, com o objectivo de projectar tais dados, de modo a elucidar a concessionária quanto aos possíveis custos dos anos consequentes.

Tendo como base o historial de custos cedido pela Vialitoral, tenta-se alocar os mesmos nas rubricas sugeridas pela metodologia. Depois de alocados, pretende-se que sejam criados perfis

¹ Concessões Rodoviárias da Madeira, S.A. (<http://www.vialitoral.com>)

individuais por túnel, de modo a permitir que se analise economicamente as necessidades de cada obra de arte.

1.3 Metodologia e organização da dissertação

A metodologia e organização da presente dissertação está esquematizada na Figura 1.

O presente capítulo 1 introduz a justificação, o âmbito e objectivo e expõe a metodologia e organização da dissertação.

No capítulo 2 (revisão de conhecimentos) apresenta-se a pesquisa bibliográfica inicial onde se afere e regista o desenvolvimento do tema da gestão de activos físicos e, associado a tal, a metodologia de análise do custo de ciclo de vida. Neste mesmo capítulo discute-se também como a ACCV tem vindo a ser útil para as empresas do sector da construção e para as realizações deste sector, designadamente para o caso do empreendimento estudado: túneis rodoviários. Tais compilações culminam na redacção do capítulo 2.

O capítulo 3 expõe uma abordagem metodológica ao conceito da análise do custo de ciclo de vida, assim como o enquadramento relativo a como diversos autores aplicaram esta metodologia. O passo 8 da metodologia, descrito no subcapítulo 3.2, suporta o desenvolvimento do capítulo seguinte da dissertação.

No capítulo 4 pormenoriza-se a metodologia descrita no capítulo anterior para as obras de arte em análise – túneis rodoviários. Esta pormenorização associa-se ao tipo de rubricas que devem ser captadas ao ser analisado um túnel e tem como sustento a análise da base de dados disponibilizada pela Vialitoral. O desenvolvimento deste capítulo visa promover uma via sistematizada e intuitiva de análise do custo do ciclo de vida face a túneis rodoviários.

Para aplicar a ACCV ao caso de estudo, os dados facultados são primeiramente discriminados nas diversas rubricas e o passo seguinte procura alocar os custos anteriormente detectados a cada túnel, individualmente. Deste modo, tem-se o subcapítulo 4.2 – identificação, compilação e análise de dados. Esta análise é efectuada, inicialmente, para todo o portefólio de túneis existente e, numa segunda abordagem, para os túneis individualmente – 4.2.3.

No capítulo 5 apresentam-se dois cenários estimados, os quais surgem como consequência das adversidades constatadas ao tentar-se aplicar o passo 8 da metodologia de ACCV. As simulações permitem assim que sejam efectuadas análises e retiradas conclusões quanto aos perfis obtidos através das mesmas. Note-se que as estimativas criadas pretendem mostrar a situação real da Vialitoral.

O capítulo 6 apresenta as conclusões finais que se podem retirar com o desenvolvimento da dissertação em questão, assim como sugestões de desenvolvimentos futuros.

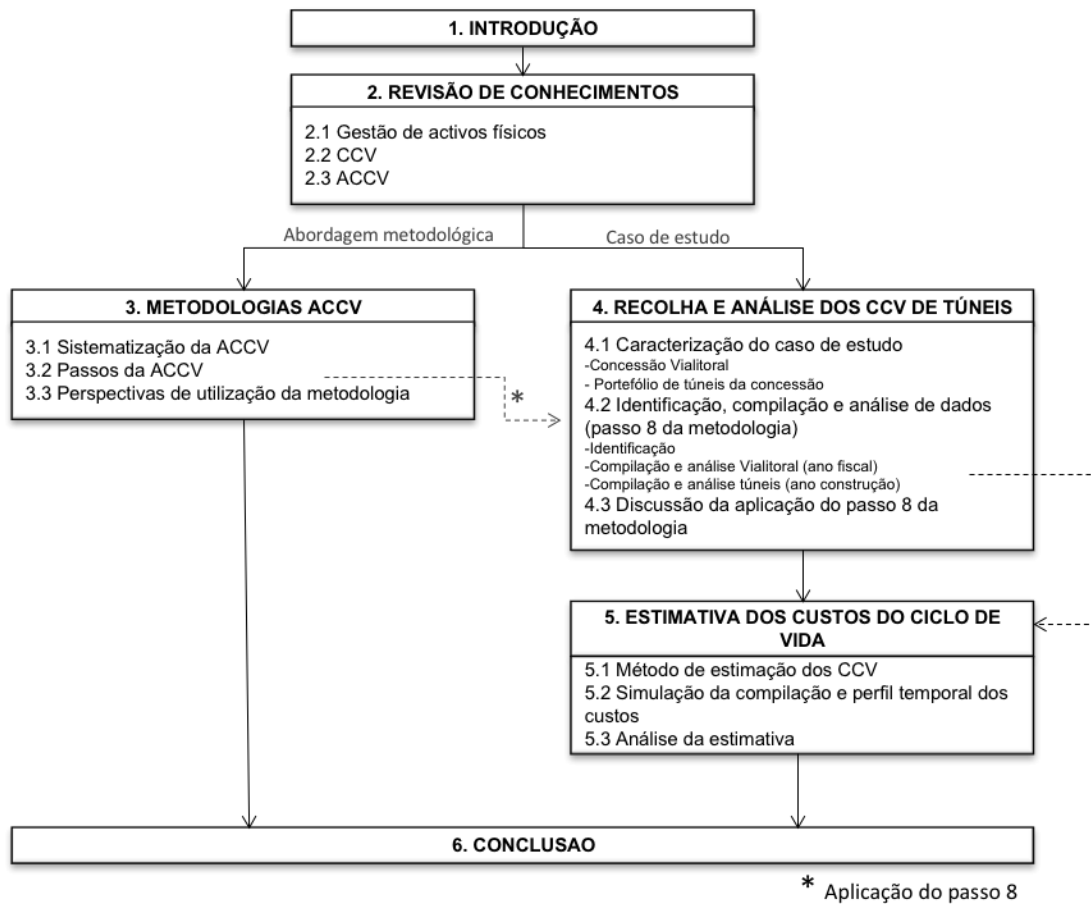


Figura 1 – Esquema ilustrativo da organização e metodologia da dissertação.

2 Revisão de conhecimentos

2.1 Gestão de activos físicos – GAF

Segundo IAM (2012), a gestão de activos físicos (GAF) apresenta-se como uma visão estratégica e política, abordando sempre o conceito de melhoria contínua e dinâmica. Os tópicos de essencial importância sobre este conceito foram estabelecidos pelas diversas entidades participantes na execução da PAS 55 (2008). Entre eles estão, por exemplo, o planeamento dos trabalhos, a gestão dos materiais, entre outros. O conceito encontra-se esquematizado na Figura 2.

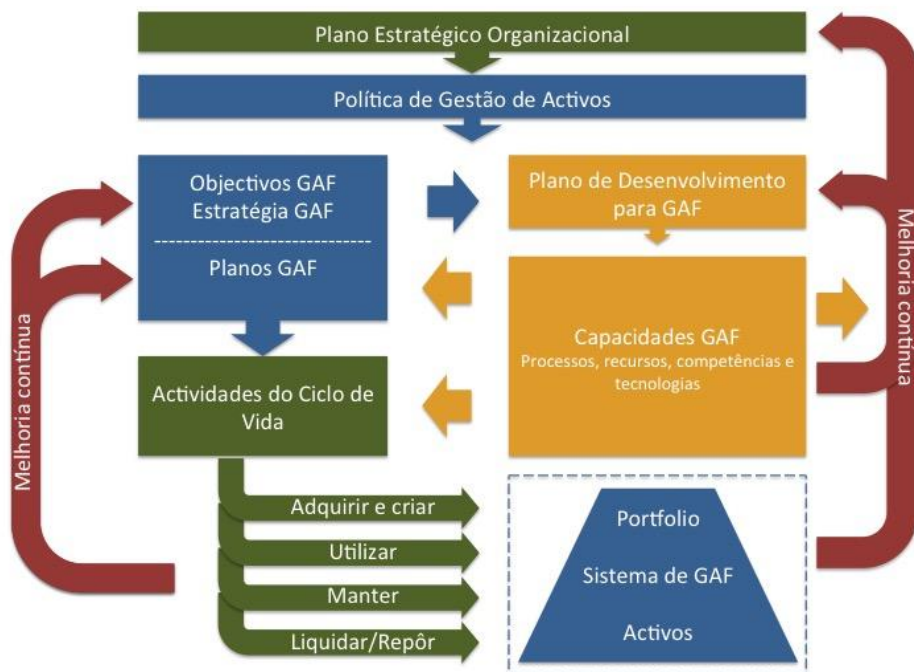


Figura 2 – Exemplo de elementos-chave num sistema de GAF, adaptado de IAM (2012).

Nos tempos que correm, o custo mais reduzido de investimento é, habitualmente, aquele que suscita maior interesse no curto prazo. No entanto, já se encontram publicados diversos estudos, opiniões e simulações que levam a concluir que é fulcral o alargamento do horizonte, tendo em conta que os custos inerentes aos activos físicos não se restringem única e exclusivamente ao seu valor de investimento inicial. Os custos de operação, manutenção e renovação/demolição assumem grande preponderância no montante global associado a cada construção, pelo que os parâmetros que lhes dão origem dever-se-ão detalhar, com vista a obter a melhor análise económico-financeira possível. Tem-se que 80% a 90% dos custos de operação, manutenção e renovação/demolição são determinados na fase de projecto (Schneiderova Heralova, 2014).

Tendo por base a especificação PAS 55 e publicada pelo *British Standards Institution* em 2004, foi publicado em 2014 família de normas ISO 55000 sobre “Gestão de Activos” (*Asset Management*). Estas normas destacam a relevância do conceito do Custo do Ciclo de Vida (CCV).

A família ISO 55000 inclui as seguintes normas:

- ISO 55000 – Definição de activo físico e conceitos inerentes à GAF;
- ISO 55001 – Requisitos a cumprir pelo sistema de GAF;
- ISO 55002 – Definição de política de GAF (interpretação e implementação ISO 55001).

Este conceito é inseparável das tomadas de decisões associadas ao investimento financeiro no sector da construção e consubstancia uma nova ideologia.

Um activo físico é tido como um bem com valor económico e comercial. Assim, cada empresa/organização detentora de um conjunto de activos físicos tem como objectivo incrementar o seu potencial valor, visando sempre o cumprimento dos requisitos a si associados. Consequentemente, emerge a necessidade de gerir estes activos físicos para melhor alcançar os objectivos definidos pela organização dos respectivos activos físicos, através da optimização dos custos, risco, desempenho e sustentabilidade (IAM, 2012).

2.2 Custo do ciclo de vida

O custo do ciclo de vida (CCV) foi estudado nos anos 60, no Reino Unido, aquando da colocação da questão se a tomada de decisão relativa a activos físicos deveria basear-se somente no custo de aquisição (Rodrigues, 2014). Desde então, com o passar dos anos tem-se vindo a definir o CCV como um método para estimar o custo total de uma propriedade/activo físico, sendo que tal permite a criação de uma base sólida à tomada de decisão sobre a construção dos respectivos activos, particularmente útil numa fase inicial de projecto. O CCV permite seleccionar a solução que será mais rentável a longo prazo, evitando assim uma tomada de decisão apenas com base no custo de aquisição. Importante será de ressaltar que, caso a avaliação dos custos se tenha baseado na aplicação do CCV, tal deverá ser incorporado nos documentos do concurso aos quais está intrinsecamente associado.

De acordo com a norma ISO 15686-5, o CCV passa pelo registo de todos os factores económicos associados a um activo físico durante toda a sua vida útil, desde a fase de projecto até à demolição, devendo passar por uma análise sistemática no decorrer de todo o intervalo de tempo associado ao funcionamento do activo. Por outro lado, pode ser do interesse de quem requer o estudo referido englobar um período de análise mais restrito, ou seja, uma etapa específica de um activo físico já construído. Quando tal acontece, os custos a analisar deverão ter sempre em linha de conta o nível de desempenho, a confiança e a segurança no decorrer do período de análise seleccionado, tal como refere Davis Langdon (2007).

De acordo com Royal Institute of Chartered Surveyors (1983), os objectivos associados ao CCV passam por:

- permitir opções de investimento, de modo a que estas possam ser avaliadas de forma mais eficaz;
- considerar o impacto de todos os custos, em vez de apenas os custos iniciais de capital;
- ajudar na gestão eficaz dos edifícios e projectos concluídos;
- facilitar a escolha entre alternativas concorrentes.

As abordagens ao conceito de CCV são diversas. Harvey sugeriu umas das primeiras e, possivelmente, a mais simplificada metodologia de cálculo do CCV, percorrendo apenas quatro iterações (Woodward, 1997):

- 1º - Definição dos custos elementares relevantes;
- 2º - Definição da estrutura de custos a ser utilizada;
- 3º - Estabelecimento das relações entre a estimativa de custos;
- 4º - Estabelecer o método de formulação do CCV.

Outro conceito relevante é o Custo Total do Ciclo de Vida (CTCV), que acrescenta à definição de CCV a contabilização das receitas e dos custos/receitas, quer no âmbito social como no ambiental, ao longo do decorrer de todo o seu ciclo de vida. Deste modo, o CCV é parte integrante do CTCV, tal como representado na Figura 3.

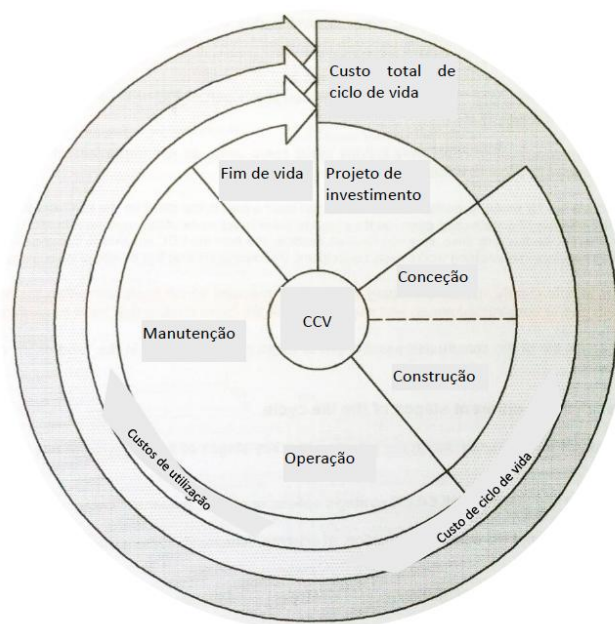


Figura 3 – Diferentes fases do ciclo de vida (ISO 15686-5).

Apesar de se saber que a vida técnica de um activo físico ultrapassa habitualmente o seu período de vida útil pré-estabelecido, várias fontes conduzem à ideia de que se deve limitar o período de análise do CCV para que se consiga a obtenção de resultados mais fiáveis. De acordo com Flanagan & Norman (1988) e Ashworth (1996), o referido período não deverá exceder os 25 a 30 anos, sendo que se deverá considerar uma nuance respeitante a investidores privados, pois nestes casos a análise reflectirá resultados mais coerentes num período de dez a doze anos.

A bibliografia existente sobre o CCV adopta diferentes terminologias e nomenclaturas para as fases do ciclo de vida, assim como distintas repartições dentro das próprias fases.

Na Tabela 1 encontram-se sumarizadas as diferentes terminologias adoptadas na bibliografia analisada.

Tabela 1 – Terminologias abordadas nas principais publicações sobre CCV.

IEC 60300-3-3	Langdon (2007a)	ISO 15686-5	Directiva 2014/UE de 26 de Fevereiro de 2014
1. Estudo de conceito e definição; Projecto e desenvolvimento; Fabrico; Instalação 2. Operação e manutenção 3. Fim de vida	1. Planeamento de investimento e pré-construção 2. Projecto e construção 3. Operação e manutenção 4. Fim de vida	1. Construção 2. Operação 3. Manutenção 4. Fim de vida	1. Aquisição 2. Operação 3. Manutenção 4. Fim de vida

A Tabela 2 detalha os custos que podem ser associados a cada fase considerada ao longo do ciclo de vida do activo.

Tabela 2 – Custos englobados nas fases do ciclo de vida.

Construção	Operação	Manutenção	Fim de vida
Honorários profissionais; Construção do activo; Adaptação inicial ou renovação do activo; Impostos; Trabalhos temporários.	Aluguer/arrendamento; Impostos; Serviços; Seguros; Despesas cíclicas regulamentares.	Gestão da manutenção; Renovação estética; Limpeza; Reparação e/ou substituição dos componentes de menor dimensão; Substituição dos principais sistemas ou componentes; Adaptação ou renovação dos activos em uso; Impostos; Manutenção do terreno.	Inspecções de eliminação; Impostos; Eliminação e demolição; Reintegração dos requisitos contratuais.

Pode verificar-se na Figura 4 que a possibilidade de afectar o CCV vai diminuindo com o decorrer da vida útil do ativo, passando dos 100% na fase de projecto (etapa inicial da primeira fase) para os 20% na fase de construção (recta final da primeira fase associada à norma ISO 15686-5) (Schneiderova Heralova, 2014).

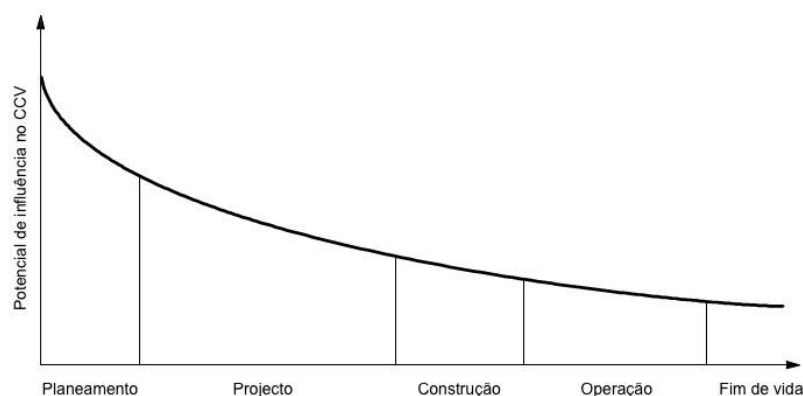


Figura 4 – Potencial de influência no CCV.

O processo de avaliação do CCV é abordado de maneira diferente pelos diversos autores que contribuíram para o seu desenvolvimento. Por exemplo, H. K. Jun (2007) considera que a fase de fim de vida útil não deverá constar na contabilização. Considera-se, contudo, que é de interesse a inclusão de tais despesas aquando da análise da globalidade do activo físico na fase de projecto.

A modelação do custo do ciclo de vida abordada pela norma IEC 60300-3-3 sugere uma abordagem mais detalhada e com uma estruturação baseada no desenvolvimento de uma matriz. A mesma aborda (i) uma estrutura de repartição de custos, (ii) uma estrutura de repartição do produto/empreendimento, (iii) as diversas categorias de custos, (iv) os elementos e (v) as estimativas das respectivas importâncias. Segundo Almeida (2013), a execução da referida matriz leva a que cada elemento da mesma represente o custo associado a uma determinada categoria, num determinado elemento estrutural e numa determinada fase de análise. Ou seja, com isto consegue-se uma fácil e imediata identificação dos diversos âmbitos em que a entrada da matriz em análise se encontra inserida o que, conseqüentemente, facilita análise e pesquisa de toda a gama de conteúdos inerente ao respectivo activo físico.

Este tipo de análise visa alargar os horizontes temporais e financeiros por parte de quem está directamente focado na construção, evitando que o projectista/dono de obra apenas foque as atenções no custo de investimento inicial, mas que comecem a ser tomadas decisões mais conscientes no que concerne ao total de custos a despendar com o decorrer de todos os anos de vida útil, promovendo designadamente soluções ambientalmente mais sustentáveis.

No Japão, o custo de demolição de cada activo é automaticamente incluído no custo de investimento, visando assim aumentar a percepção dos impactos associados ao investimento e levando eventualmente a uma crescente aposta na pré-fabricação por parte da entidade responsável pelas decisões na fase de projecto.

Na Figura 5 pode-se ver os passos a percorrer aquando da aplicação do conceito de CCV.

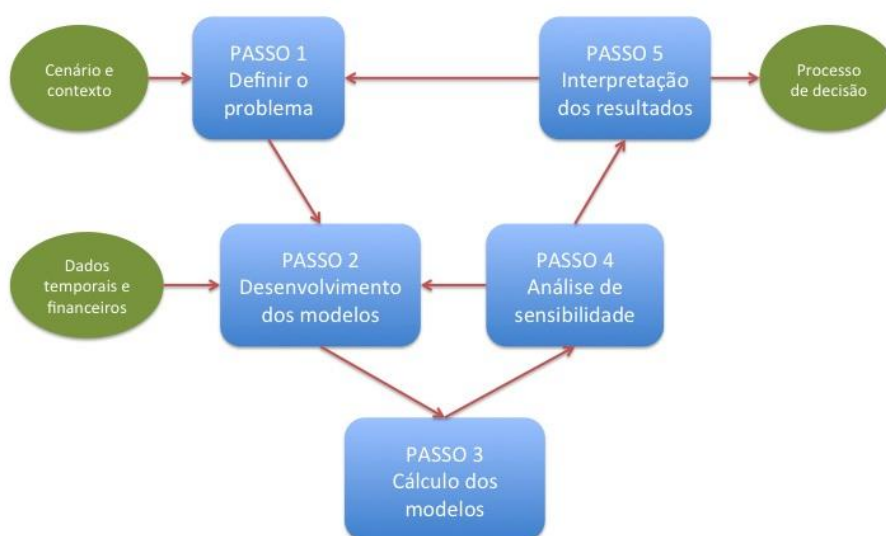


Figura 5 – Processo iterativo na tomada de decisão, adaptado de CILECCTA, (2013).

2.3 Análise de custo do ciclo de vida – ACCV

A ACCV é um processo para avaliar a performance económica de um activo físico durante toda a sua vida útil, fazendo com que seja necessário equilibrar a preponderância ou não dos custos do investimento inicial, em face das diversas aplicações de capital que irão ter lugar com o decorrer do período em que a construção cumpre os requisitos especificados.

A Figura 6 representa a percentagem de custos associada a cada sector de investimento ao longo de trinta anos de um edifício. Através da sua análise, conclui-se que os custos representativos da manutenção e restantes serviços pouco diferem do total associado ao custo inicial de investimento do projecto (58%) (Reidy, et al., 2005).

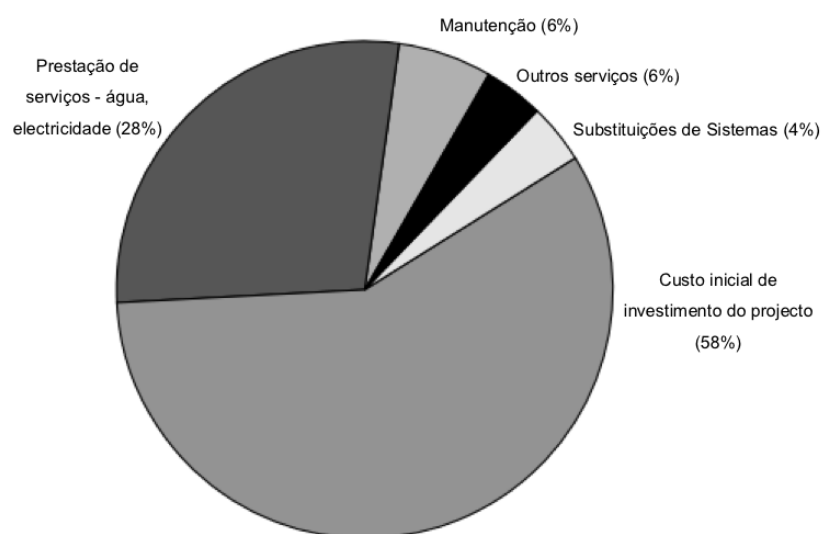


Figura 6 – Percentagens CCV ao longo de 30 anos, adaptado de Reidy (2005).

A análise pode-se subdividir em cinco passos (Figura 7).

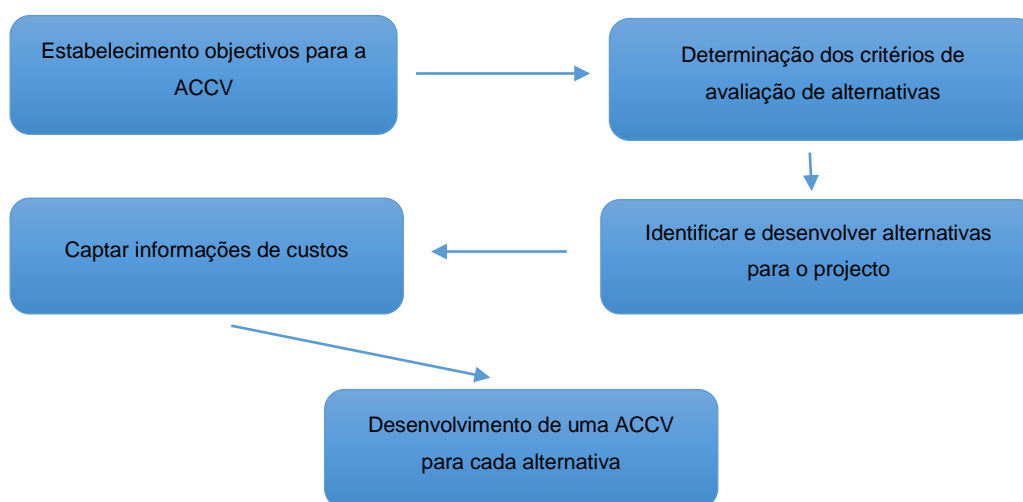


Figura 7 – Etapas presentes na elaboração da ACCV.

A análise do custo de ciclo de vida exige preparação, análise e organização de uma base de dados o mais rica possível. Diversas normas (IEC 60300-3-3, Langdon (2007a) e ISO 15686-5) traçam o caminho a percorrer, com vista a tornar o processo de ACCV como algo sistemático, iterativo e com inerência a determinados patamares a transitar.

Uma das peculiaridades associada à metodologia exposta passa pela necessidade de serem tidos em conta alguns pré-requisitos sem que qualquer cálculo inicial se tenha despoletado. Deste modo, aquando de uma primeira abordagem com o requerente da ACCV, questiona-se o período de análise desejado e o grau de detalhe pretendido, tal como qual o tipo de organização e estrutura a incluir na ACCV para que haja concordância e coerência no momento de apresentação dos resultados. Deve-se ainda requerer acerca da ambição ou não de ser realizada uma análise de sensibilidade, tal como qual o método que o cliente pretende que se tenha em conta para a avaliação económica a realizar, assim como todas as taxas associadas, projectando assim o grau de incerteza possível.

De acordo com a norma ISO 15686-5, o período de análise não deverá extrapolar os cem anos devido à subjectividade que daí pode advir. No entanto, é aconselhado que o período de análise englobe toda a vida útil do activo físico, porém poderá ser do interesse do requerente que o estudo se restrinja a um intervalo de tempo no qual tenha especial interesse em que esta análise seja realizada, tal como um empréstimo ou até mesmo algum contrato de manutenção que justifique a realização de um estudo mais pormenorizado. No entanto as opiniões não são totalmente unânimes no que toca ao período de análise. Com base na bibliografia consultada (Schneiderova Heralova, 2014), caso se esteja a falar de investidores privados, o período de análise não deverá exceder os 10-12 anos, já nas construções públicas tal não deverá representar mais do que 25-30 anos.

A norma ISO 15686-5 clarifica a profundidade de abordagem e os custos a assumir para a ACCV e também para que fique assente o desejo de pormenorização ao longo das etapas da análise do projecto em causa. Langdon (2007b) enfatiza que o nível de detalhe se prende com o estado de desenvolvimento em que o activo físico se encontra. Ou seja, caso o activo já se encontre totalmente construído poder-se-á obter de um grau de pormenorização mais elevado em comparação com o mesmo em fase de projecto.

O guia Langdon (2007b) em muito contribui para a aplicação da ACCV. Foi a partir de 2007 que a primeira metodologia transversal foi patrocinada pela Comissão Europeia, sendo que a mesma é referente a activos físicos construídos.

Tal como previamente explicitado, a ACCV não incide unicamente na fase de projecto de um activo físico. A mesma apresenta possíveis aplicações ao longo de toda a fase de desenvolvimento do projecto, como por exemplo uma análise preliminar de investimentos em decisões estratégicas – qual o investimento mais vantajoso -, ou até mesmo proceder a um nível mais detalhado de análise, sendo que o mesmo actua como base à tomada de decisões inerentes à fase respeitante ao projecto, isto é, tendo geradas diversas ACCV, procede-se à selecção daquela que cumpre os requisitos funcionais e que é tida como economicamente mais viável ao longo do seu período de vida útil. Pode ainda ser efectuada uma análise distinta,

sendo que a mesma terá como factores diferenciadores o facto de se estar perante uma aplicação ou sector público ou privado (pontos de vista de: entidade pública, concorrente ou parceiro privado), ou até ainda caso a selecção da alternativa final tenha sido baseada em factores comparativos entre duas ou mais alternativas – análise relativa -, ou caso a ACCV seja um meio para apoiar finalidades como o planeamento, orçamentação e contratação de investimentos em activos construídos.

O processo da ACCV suscita a necessidade de revisão e melhoria contínua. Assim, os resultados iniciais deverão periodicamente ser controlados e revistos de acordo com o âmbito e objectivos estabelecidos; devem ser consultados e confirmados os dados que serviram de base ao estudo em causa (e aquilo que foi pressuposto) e também deverá ser confirmado o modelo aplicado e se tal espelha os resultados pretendidos através da ACCV.

Resultados expressivos e com uma reduzida percentagem de erro – dando assim maior credibilidade às conclusões obtidas por parte da ACCV –, dependem da quantidade e qualidade dos custos associados à vida útil do activo. Por vezes são utilizados *softwares* comerciais de apoio à introdução e análise dos dados, de modo a permitir melhor sistematizar a análise. Este procedimento deve contudo ser realizado com prudência, pois nem todas as soluções comerciais esclarecem os pressupostos da organização e dos cálculos automáticos efectuados.

No mercado actual, é grande o leque de opções às quais se pode recorrer para a introdução informática de dados inerentes ao estudo a que se vai proceder. Assim, na Tabela 3 encontram-se sumarizados alguns dos *softwares* disponíveis no mercado, tal como a incidência que cada um tem associada, pois apesar de terem sido criados com o mesmo fim, cada um terá uma aposta mais especializada numa determinada obtenção de resultados.

Para ser realizada a análise financeira e de sensibilidade, tomam-se a taxa interna de rendimento (TIR) e o valor actual líquido (VAL). No entanto, os activos físicos em estudo não se enquadram na análise associada ao VAL, uma vez que tal implica a soma dos *cash-flows* actualizados, isto é, tendo como base uma análise custo/benefício. Assim, será então analisado o CAL (custo actual líquido), o qual está directamente associado ao VAL, porém sem a contabilização da parcela da receita gerada com o activo físico.

Por fim, resta acrescentar que a norma ISO 15686-5 sugere que a exposição da análise efectuada inclua parâmetros tais como:

- Âmbito;
- Restrições;
- Hipóteses assumidas;
- Riscos;
- Relevância da análise de sensibilidade efectuada.

Tabela 3 – Tabela-resumo dos *softwares* disponíveis no mercado. (Lefebvre, s.d.)

Software	Incidência
<u>UBA's Excel tool</u>	Permite a avaliação até cinco modalidades diferentes de licitação e factores em todas as principais categorias de custo, tais como os custos de aquisição, operação e fim de vida. A ferramenta foi desenvolvida pelo Öko-Institut para a Agência Federal do Ambiente (UBA), como parte do Nationale Umsetzung neuen UE- Beschaffungs - Richtlinien (implementação nacional da nova directiva relativa aos contratos da União Europeia).
<u>Berliner Energieagentur costing tools</u>	<i>Software</i> com incidência na iluminação, veículos automóveis, electrodomésticos, “electricidade verde” e tem como característica o facto de permitir uma rápida análise do custo do ciclo de vida.
<u>ICLEI / Öko-Institut life cycle costing tool</u>	Consente a análise simultânea dos custos do ciclo de vida e das emissões de dióxido de carbono para diversos tipos de produtos. A análise tem em conta as emissões em fase de utilização, bem como aquelas que são atribuíveis à execução do produto, transporte e eliminação.
<u>ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.) life cycle costing tool</u>	Este <i>software</i> encontra-se estruturado em função das fases de instalação, operação e desactivação/fim de vida e evidencia os custos do ciclo de vida e da eficiência energética. Assim, esta ferramenta de cálculo é mais apropriada para o planeamento de projetos de grande escala, tais como estações de tratamento de águas residuais.
<u>Cileccta</u>	Trata-se de um projeto de larga escala co-financiado pela Comissão Europeia no âmbito do 7.º Programa - Quadro de Cooperação. O CCV é um método de cálculo que tem em conta as questões acima mencionadas. O mesmo pode ser feito para as emissões prejudiciais para o ambiente, utilizando o método da ACCV. O <i>software</i> Cileccta combina os dois métodos, dando assim origem a uma nova abordagem: Custo do ciclo de vida e análise (CCV + A).

2.4 ACCV em túneis rodoviários

2.4.1 Contextualização

Desde a antiguidade que o homem diferencia as diversas durezas e/ou fragilidades dos terrenos tendo em vista a criação de elementos que permitissem modificar esse mesmo terreno, nomeadamente para a realização de escavações em túneis.

Historicamente os túneis prendem-se com objectivos religiosos, pois permitem a obtenção de um local secreto e seguro. Estas escavações passaram a permitir actividades como a exploração do mineiro, ouro, cobre e sal, exploração de nascentes e vias para abastecimento de água e também que se procedessem a ataques militares – por exemplo, na idade medieval executavam túneis sob os fossos defensivos, provocando o seu desmoronamento, levando a posteriores assaltos.

Com o passar dos anos, os povos foram aperfeiçoando as suas técnicas de escavação de túneis. O grande impulso europeu verificou-se em França e no Reino Unido (século XVII) e, mais tarde, por meio dos caminhos de ferro que foram emergindo na Europa e na América do Norte, por volta do século XIX. Este tipo de construções geotécnicas encontrar-se-ão sempre associadas a duas datas fulcrais: 1679, aquando da estreia da utilização de pólvora, e o ano de 1867, associado à descoberta da dinamite. No entanto, a utilização de explosivos apresentava

alguns inconvenientes de segurança e condições de trabalho, o que acabou por desembocar, em 1866, na primeira perfuração através de ar comprimido. Esta última técnica revertia também a favor do prazo, visto que tal processo possibilitou o triplo do rendimento, tal como todo o ar introduzido reflectia benefícios para a ventilação e arejamento local (da Cruz Moreira, 2006).

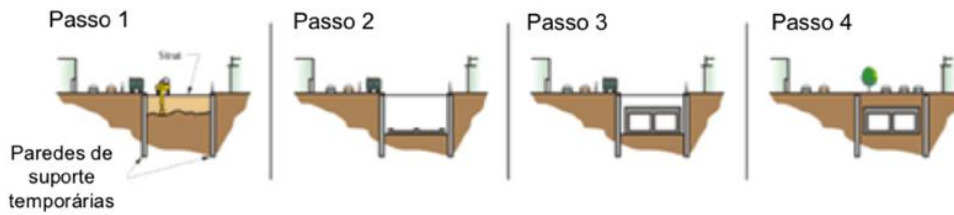
Com os desenvolvimentos inerentes aos tempos actuais, já escassos poderão ser os impedimentos associados à execução de um túnel, ainda que possam haver factores que levem a necessidades especiais, tais como as condições geológicas e geotécnicas, a secção transversal exigida ao túnel, a espessura do recobrimento, o tipo de equipamento disponível, a experiência dos construtores e da mão-de-obra, entre outros. No entanto, tem-se no incremento do geoespaço a solução para a dilatação citadina vivida nas grandes metrópoles. *O espaço subterrâneo não é mais um espaço opcional, mas antes um espaço necessário para as cidades* (Hunaumura, 2001).

De acordo com Monteiro (2014), a crescente actuação a que se foi assistindo no ramo rodoviário nacional, a partir dos anos oitenta – século XX –, teve como base o impulso transmitido pelo restante espaço europeu, aquando da entrada de Portugal na Comunidade Económica Europeia. Isto é, tal marcou a historicidade das apostas nas redes de infraestruturas rodoviárias, pois a partir da data referenciada, o país pôde beneficiar de verbas exclusivamente destinadas ao mercado em análise, surgindo assim o Plano Rodoviário Nacional. Este plano levou a que o traçado rodoviário englobasse cada vez mais desafios por parte de quem construisse e, conseqüentemente, começou a surgir a necessidade de atravessar traçados aos quais estariam associadas diversas condicionantes, sendo os mesmos solucionados através da execução de túneis.

Sabe-se também que, na actualidade, existem 35 túneis em serviço na Rede Rodoviária Nacional (12 758 km) – maioritariamente troços unidireccionais –, sendo que dezasseis dos mesmos se integram na Rede Rodoviária Transeuropeia. Em termos construtivos, aproximadamente 46% das obras de arte foram executadas a céu aberto (*cut and cover*), em que o processo construtivo pode ser observado, esquematicamente, na Figura 8.

Por sua vez, cerca de 40% da Rede Rodoviária Nacional está associada à execução de obras subterrâneas, a qual se inicia na escavação seguida da colocação imediata de suporte e sendo finalizada aquando da instalação de revestimento definitivo. Os restantes foram concretizados através do método invertido, o qual só executa a escavação após a execução prévia de estacas e da laje de tecto.

Método 1 – Construção Convencional *Bottom-Up*



Método 2 – Construção *Top-Down*

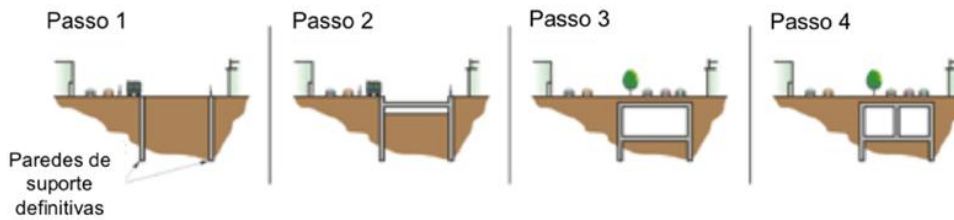


Figura 8 – Sistematização do método *cut and cover*, adaptado de Rail System (2015).

Tem-se como essencial que qualquer profissional que lide com este tipo de análise consiga contextualizar as particularidades técnicas e funcionais do tipo de activo físico que está em causa, assim como todas as suas condicionantes internas e externas, ilustradas e resumidas na Figura 9.

A análise do custo de ciclo de vida de túneis rodoviários, como complemento à gestão de activos, ganha uma atribuição de parâmetro-chave a desenvolver e apostar. Para tal, é necessário estipular um procedimento base, de modo a orientar aqueles que desejam implementar esta análise neste tipo de obras de engenharia. Uma sugestão de procedimento passa pelas etapas estabelecidas na Figura 10.

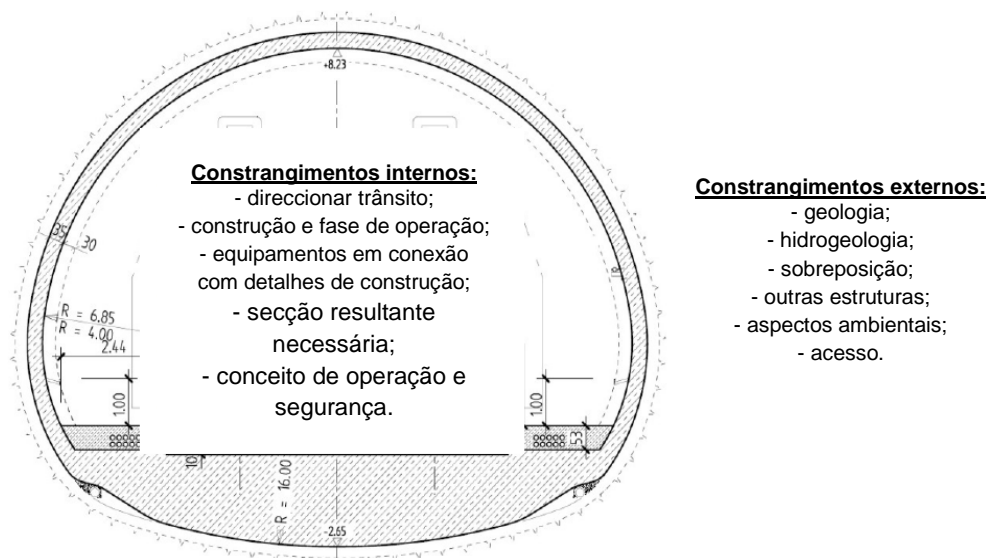


Figura 9 – Constrangimentos internos e externos ao planeamento de túneis rodoviários, adaptado de Vogt (2012).

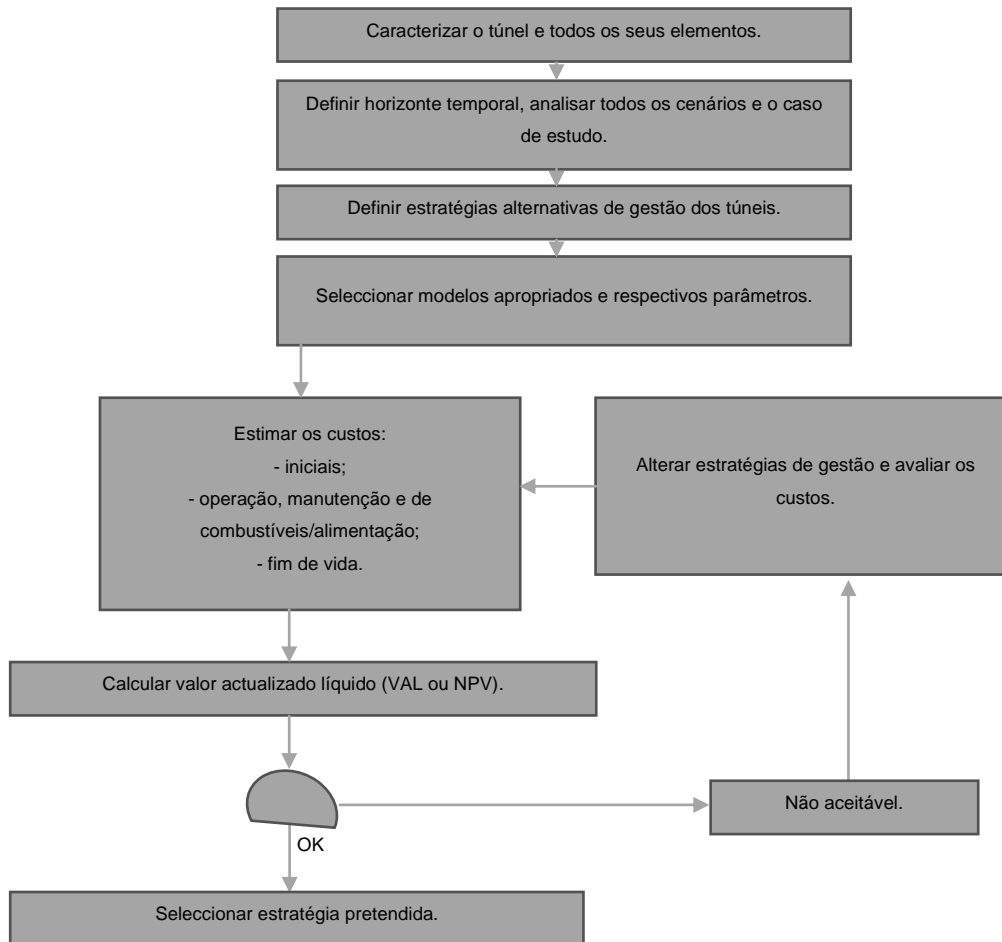


Figura 10 – Processo de análise do custo de ciclo de vida de um túnel, adaptado de Angeles (2011).

2.4.2 Fases do ciclo de vida dos túneis

Na secção 2.2 menciona-se a importância da definição e estabelecimento das fases do ciclo de vida que deverão ser consideradas. Segundo a bibliografia aí analisada, a divisão em fases não é totalmente unânime.

De acordo com Vogt (2012), no caso dos túneis rodoviários, a divisão deverá basear-se em cinco etapas:

- A. Custos iniciais (aquisição e construção);
- B. Custos de alimentação/combustível (energia, água e tudo o que possa estar baseado em taxas de consumo);
- C. Custos de operação, manutenção e reparação;
- D. Custos de substituição;
- E. Custos residuais (revenda ou custo fim de vida).

Este autor admite ainda como plausível a inclusão do item B nos custos de operação, manutenção e reparação – (item C).

Por comparação, Thewes et al. (s.d.) fazem a distinção em apenas três fases: (i) construção, (ii) operação e (iii) reciclagem. Nesta última fase incluem-se possíveis conversões, final do ciclo de vida ou até mesmo remodelações/reabilitações no túnel. As remodelações a que esta obra de arte poderá estar sujeita são indicativas de um novo ciclo de vida, conforme se pode observar na Figura 11.

Concordante com este seccionamento está também Almeldt (2012). Este autor sugere apenas a alteração da nomenclatura da última fase, optando deste modo por considerar (iii) custos de desactivação.

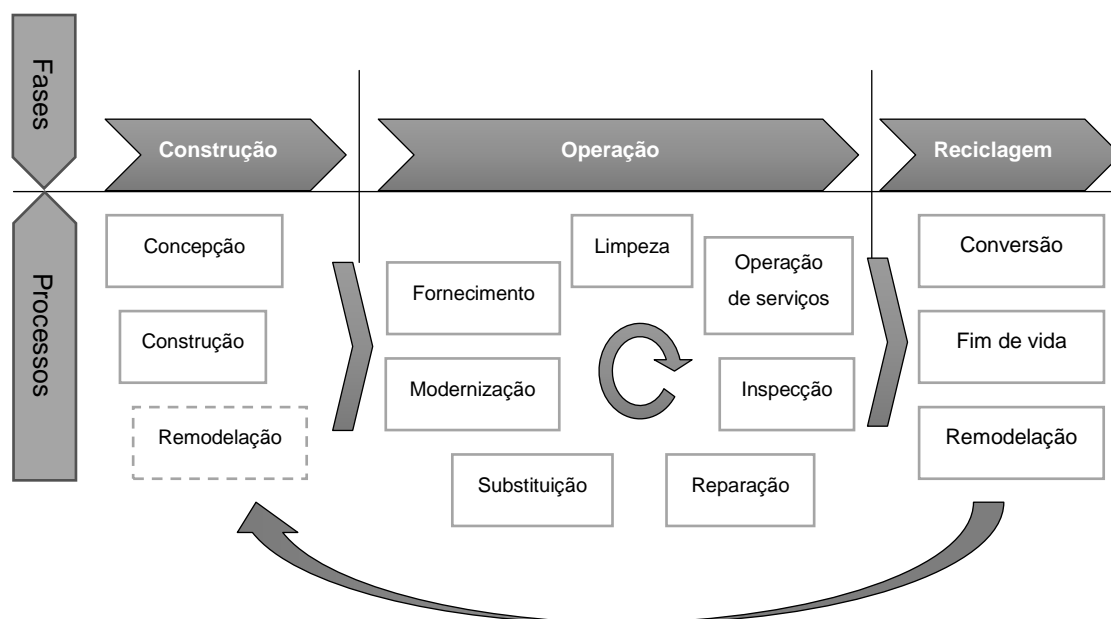


Figura 11 – Processos de custo de ciclo de vida, segundo Thewes et al. (s.d.).

Apesar de Vogt (2012) assumir uma divisão prévia em cinco fases, no quinto capítulo da sua dissertação – quando aplica a sua teoria ao maior túnel terrestre do mundo (*Lötschberg Basis*) – adopta subdividir os custos apenas em três grupos (Tabela 4).

Tabela 4 – Subdivisão de custos no ciclo de vida dos túneis, segundo Vogt (2012).

A. Custos de construção	C1. Custos operacionais	C2. Custos de manutenção
Investimento inicial.	Energia; Gestão de segurança; Utilitários; Logística do trabalho de manutenção.	Estrutura; Instalações de segurança; Telecomunicações; Fornecimento e consumo de água; Tubagem existente; Equipamento de segurança.

2.4.3 Parâmetros/dados

De modo a prosseguir com a análise do custo de ciclo de vida, é necessário que todos os parâmetros e dados a introduzir no algoritmo da análise referida estejam bem estruturados e que nenhum caia em esquecimento. Como tal, deverá ser efectuada uma listagem de todos os componentes directa e indirectamente associados a cada obra de arte. Os mesmos são transversais à globalidade dos túneis, pelo que é possível verificar uma sistematização de tal análise.

O trabalho desenvolvido por Thewes et al. (s.d.) sugere duas abordagens. Inicialmente, surge o modelo de processo modular, o qual visa seccionar os custos, obter transparência e total discriminação dos mesmos e os módulos em análise são reproduzidos segundo partes do túnel

(exemplo: construção, instalação e fim do ciclo de vida). A Figura 12 ajuda a hierarquizar os custos associados à construção dos túneis. Aqui tem-se que os custos directos de construção são mais elevados do que as instalações técnicas (como por exemplo a iluminação e a ventilação), o que se tem com o papel inverso na fase de operação/manutenção.

Neste método modular faz-se uma estimativa do custo do ciclo de vida por módulos, de modo a depois conseguir que tal seja extrapolado para o custo total da construção.

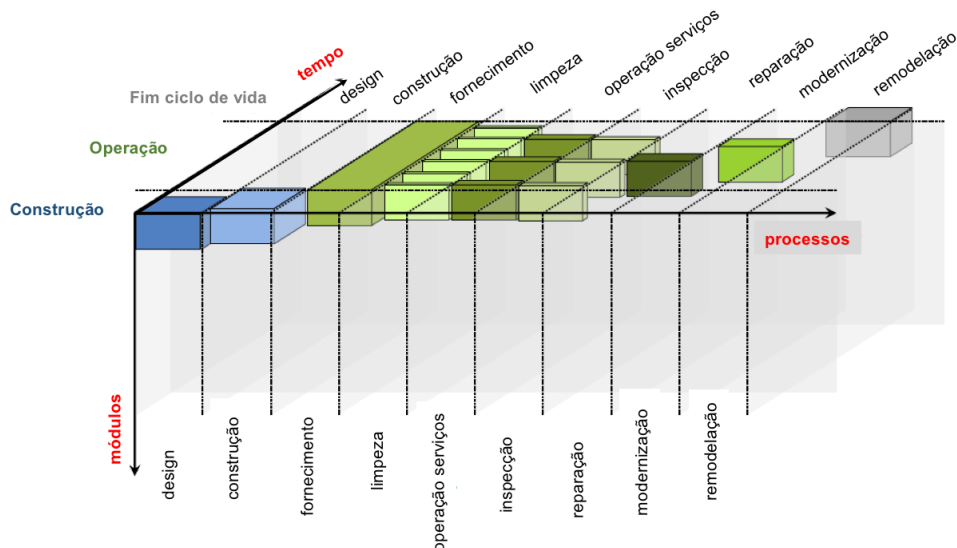


Figura 12 – Processo modular da ACCV de túneis, adaptado de Thewes et al. (s.d.).

Além da referida compilação, à mesma deve estar sempre associada a vida útil e todos os ciclos de manutenção necessários para cada uma das peças e dos componentes. No que toca aos equipamentos operacionais, Vogt (2012) esquematiza-os conforme se pode analisar na Tabela 5.

Tabela 5 – Equipamentos operacionais aplicáveis a túneis rodoviários.

Componentes estruturais	Componentes operacionais	Influências externas
Aço; Estruturas especiais executadas com outros materiais; Construção da via (estrada); Tanques de armazenamento.	Fontes de alimentação; Controlo operacional; Tecnologia de segurança e de comunicação; Vigilância.	Geologia; Hidrogeologia; Eventos imprevisíveis como acidentes, desastres naturais ou vandalismo; Modificação ou ajuste de leis questões ambientais.

As falhas que possam existir nos túneis não devem ser directamente associadas ao sistema de revestimento em vigor, mas deve sim ser analisado todo o ambiente envolvente, de modo a que se possa estabelecer uma relação de causa-efeito com base em estudos realizados. A Figura 13 ilustra uma sistematização encontrada por Ji & Seo (2011), onde pode ser feita a leitura face às mais recorrentes irregularidades e à sua recorrência. As percentagens lidas não devem ser tomadas em conta como um valor final e definitivo, mas visam auxiliar os profissionais face àquelas que, por hipótese, poderão vir a ser as maiores problemáticas.

Consequentemente, deve-se também redobrar atenções – aquando da fase de projecto – para o dimensionamento dos itens anteriormente referenciados, visando prevenir futuras anomalias.

Os resultados associados à leitura das falhas devem, posteriormente, ser escalonados por tipo, quantidade e data de origem.

Quando as patologias começam a ser recorrentes, Ji & Seo (2011) sugere que sejam criados índices capazes de classificar as situações que estão presentes nos relatórios de manutenção, com o intuito de sistematizar futuras intervenções face às mesmas ocorrências - Tabela 6. Este tipo de estudos permite ao grupo de trabalho responsável pela manutenção e operação associar o estado de degradação ao investimento necessário, consoante a classificação atribuída. Paralelamente o orçamento em causa acaba também por ser determinado pela prioridade de intervenção, assim como todas as incertezas e riscos.

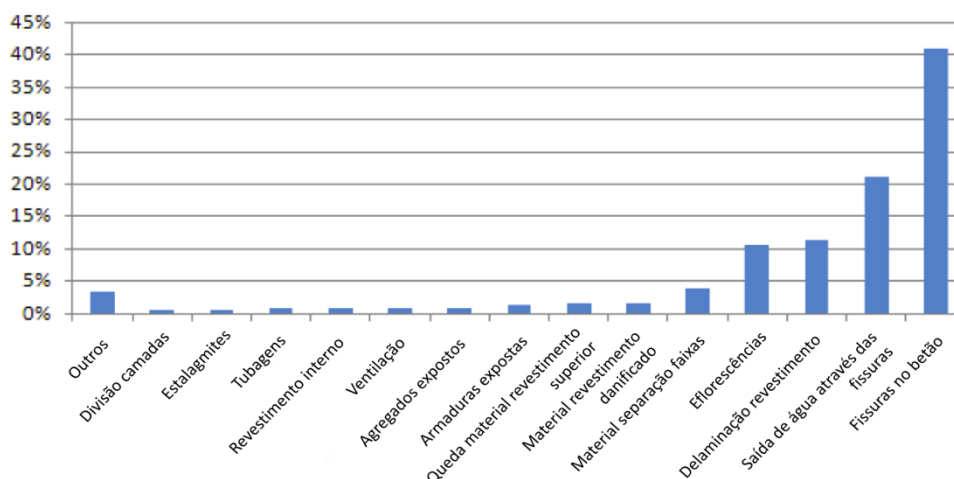


Figura 13 – Tipo de anomalias recorrentes em túneis rodoviários, adaptado de Ji & Seo (2011).

Tabela 6 – Plano de ações de acordo com a evolução das patologias existentes no túnel.

Índice	Gama índice patologias	Ação	Quantidade
a	1.0 – 0.85	Não intervir	-
b	0.85 – 0.70	Não intervir	-
c	0.70 – 0.65	Reparar	Cálculo realizado através da área onde se encontram necessidades de intervenção.
d	0.65 – 0.25	Reabilitação	
e	0.25 – 0.0	-	

As patologias encontram-se maioritariamente associadas à frequência de manutenção. A listagem de componentes protagoniza uma das ações dianteiras no que toca à análise do custo do ciclo de vida. Porém, a inteiração acerca da rotina por si exigida pode alterar a análise dos custos da fase de utilização. Isto é, pode existir um item que assuma um reduzido custo de instalação, sendo que o seu impacto é alto ao longo de toda a vida útil do túnel devido às diversas intervenções exigidas. E o contrário também se verifica, referente a componentes que apenas o custo inicial assume valores elevados, não exigindo consecutivos custos de manutenção.

Através do estudo efectuado por Almeldt (2012) - onde foram considerados 120 anos como vida útil do túnel – é possível observar o efeito do escalonamento da manutenção exigida. Caso seja necessário intervir a cada dois anos, serão necessárias sessenta intervenções. No entanto, as manutenções desenvolvidas a cada vinte anos decrescem para um décimo da situação anteriormente mencionada: seis. Comparativamente, caso a cada quarenta anos se intervenha, serão apenas providenciadas três acções inerentes ao respectivo componente. Face às duas últimas situações, a alteração percentual do custo total de manutenção oscila unicamente quatro pontos percentuais.

A Figura 14 espelha a abordagem efectuada, onde as intervenções que se incluem no intervalo até dez anos entre repetições são aquelas que maior influência incutem na análise total de custos. Assim, a frequência da manutenção é um parâmetro que revela grande sensibilidade.

A análise exposta pretende destacar a sensibilidade dos vários parâmetros, dependências e influências numa ACCV de túneis.

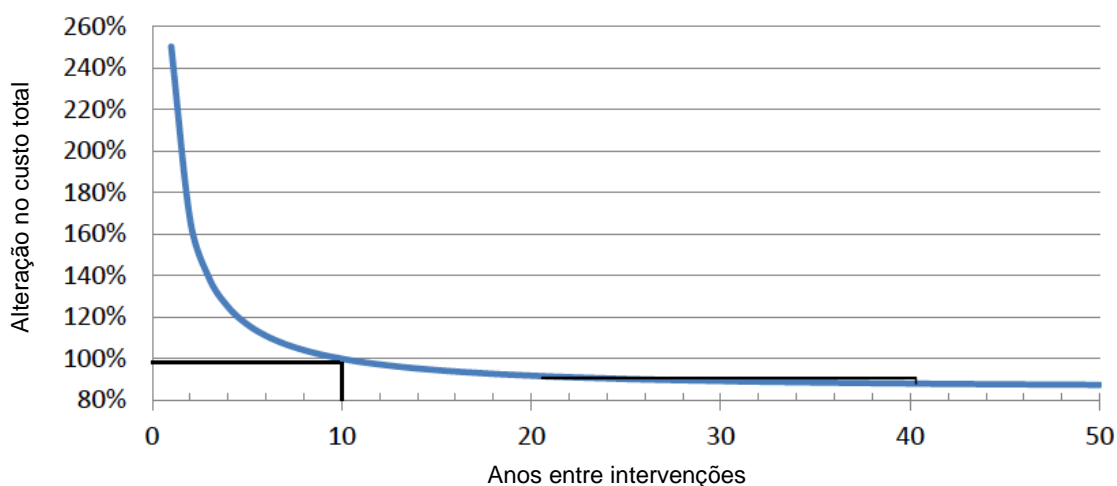


Figura 14 – Alteração no custo total quando a escala entre intervenções é alterada, adaptado de Almeldt (2012).

Na análise de túneis rodoviários, a iluminação pode representar até cerca de 25% do valor despendido nos mesmos, de acordo com Moretti et al. (2015). Atendendo à sua dimensão, este é um parâmetro que exige estudo e ponderação face a si próprio e às suas condicionantes. Moretti et al. (2015) realizaram um estudo com base no tipo de pavimento, na iluminação do túnel e na interligação dos mesmos. Foram comparados três tipos de pavimento – dois de betão e um asfáltico – e como cada um influencia os custos associados à iluminação, sendo que relativamente à mesma tem vindo a crescer a aposta em LED², com base nos elevados níveis de conforto óptico, redução do consumo de energia e redução das emissões de dióxido de carbono.

Primeiramente é interessante analisar as diferentes zonas de iluminação existentes ao longo do túnel, consoante as necessidades. A primeira é denominada zona de acesso, em que o seu comprimento corresponde à distância de travagem dos veículos, ou seja, zona ainda exterior

² LED - *light emitting diode*.

ao túnel. Seguidamente tem-se a zona limiar, sendo esta realmente a primeira secção do túnel e onde é essencial conseguir que o valor da luminância³ sentida permaneça igual à da zona exterior. Estas preocupações estão todas associadas à sensibilidade ocular do condutor e aos choques de iluminação a que poderá estar sujeito, caso o factor iluminação não seja bem estudado. A zona de transição é o primeiro trecho do túnel em que os valores de luminância diminuem, com o intuito de acompanhar o olho humano. Aqui, os valores decrescem até cerca de 40% face àqueles que se encontravam na zona limiar. Na zona interior do túnel a luminosidade é constante e a mesma é definida através do estudo do fluxo de tráfego e da velocidade do mesmo. Por segurança, na zona de saída o nível de luminância é aumentado, ainda que se trate da zona menos crítica, pois os obstáculos vêem-se como sendo escuros sobre fundo claro.

Cada tipo de pavimento tem a si associado brilho e reflectividade. Quando a questão se prende com a sua escolha, tal deverá ter em conta a interacção com os veículos e o contexto em que a obra de arte é realizada, englobando:

- Velocidade definida;
- Orientação do túnel;
- Latitude;
- Localização geográfica;
- Terreno;
- Tipo de abordagem.

Através do estudo económico realizado por Moretti et al. (2015) – com base em normas italianas –, conclui-se que apesar dos pavimentos mais rígidos representarem um investimento inicial mais elevado, os mesmos são mais esbranquiçados e, conseqüentemente, representam uma poupança de 29% de energia despendida, face ao pavimento asfáltico.

Outros autores que enveredam o seu estudo para o mesmo ramo são Thewes et al. (s.d.), os quais comparam a influência do tipo de pavimento, reflectividade das paredes do túnel e a velocidade do tráfego com o consumo de energia. Esta análise de sensibilidade pode ser observada na Figura 15.

Deste modo, é possível concluir que todas as decisões tomadas na fase de projecto de um túnel se encontram interligadas com as conseqüentes medidas e custos operacionais e de manutenção. Isto é, apesar das condições de geologia e as águas subterrâneas não interferirem com a fase de operação, as mesmas são alvo de uma abordagem cuidada por parte do projectista.

No entanto, os custos de construção não dependem da velocidade do tráfego, mas a mesma é um dos parâmetros fulcrais na análise de sensibilidade associada aos custos de iluminação. Tal acontece devido à adaptação ocular necessária para o condutor. Visto que existem zonas com diferentes necessidades de iluminação (níveis de luminância), a sua segmentação – comprimento – está dependente da velocidade definida em projecto. Isto é, a maior ou menor

³ Relação entre a intensidade luminosa de uma superfície e a sua área aparente.

velocidade com que o condutor se deverá adaptar à iluminação existente dentro do túnel, de modo a que o mesmo não esteja sujeito a choques de iluminação.

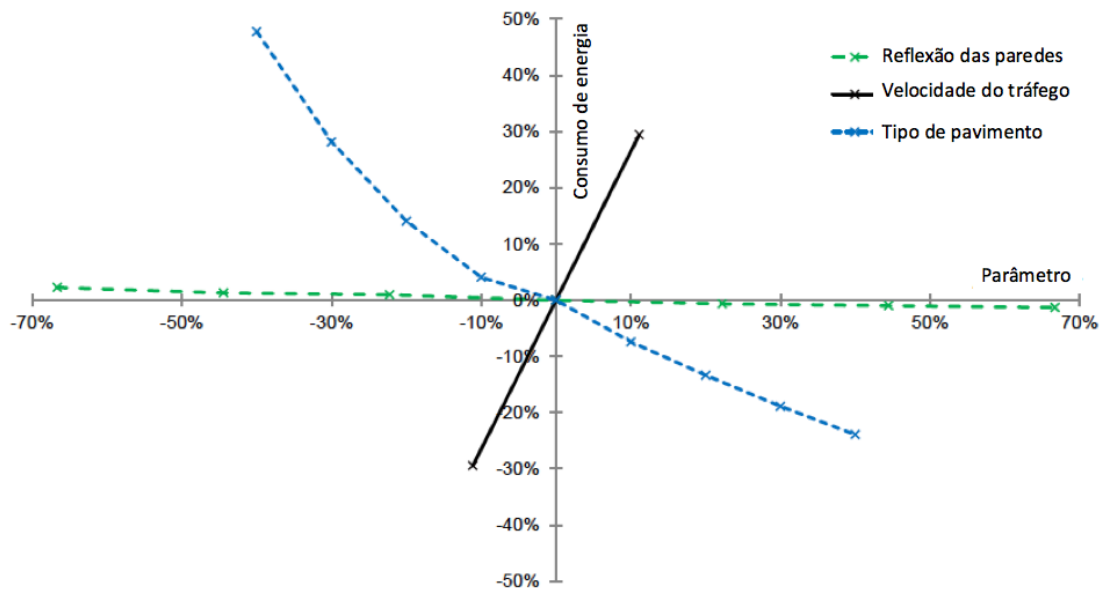


Figura 15 – Análise de sensibilidade: o consumo de energia para a iluminação do túnel, adaptado de (Thewes et al. (s.d.)).

3 Metodologia de análise do custo de ciclo de vida para túneis rodoviários

3.1 Sistematização da ACCV

O desenvolvimento da ACCV depende da quantidade e qualidade dos dados disponíveis (poderá ser um tópico decisivo), da limitação de tempo e do grau de precisão exigido. Outro factor relevante é a identificação da fase de análise em que a obra de arte se encontra: fase de projecto ou activo físico já construído. Caso o activo ainda se encontre em fase de projecto, é possível realizar uma análise de sensibilidade face aos métodos de construção com exequível implementação, onde se podem testar diferentes soluções construtivas e estratégias de manutenção a adoptar. Estando o activo já construído, resta então focar a atenção sobre o estudo e optimização de custos de operação e manutenção, sendo que uma das exigências necessárias neste tópico é a existência de uma sólida base de dados históricos.

A revisão de conhecimentos levada a cabo apresenta as principais fontes que apoiam a sistematização da ACCV em túneis: (i) Langdon (2007a); (ii) ISO 15686-5; (iii) Angeles (2011); (iv) Thewes et al. (s.d.) e (v) Vogt (2012). A metodologia aplicada ao longo da presente dissertação resume-se através da Tabela 7, a qual compila as abordagens que os autores acima referidos adoptaram. Refere-se que, apesar de nem todos os autores terem a si associados cada um dos 13 passos, tal não implica que não os percorram aquando da ACCV. Significa apenas que, ao ser efectuada a revisão de conhecimentos, esses passos não se encontravam directamente expostos, pois nem todos os autores assumem uma metodologia com a sistematização de Langdon (2007a) e ISO 15686-5.

As duas primeiras colunas da Tabela 7 são referentes aos passos a percorrer e às respectivas designações adoptadas ao longo da dissertação. A abordagem definida encontra-se detalhada em 3.2, onde é possível ler-se as necessidades associadas a cada passo, assim como a sua definição. Da terceira à sétima coluna apresentam-se os passos referidos pelas diversas fontes abordadas. Na última coluna são descritos os requisitos que cada passo exige.

A metodologia de ACCV desenvolver-se-á ao longo de treze passos – e não quinze como propõe Langdon (2007a) – pois exclui-se a análise do risco, ainda que a mesma seja abordada num dos passos, como complemento à análise efectuada. Os primeiros três passos referem-se ao enquadramento do caso de estudo na análise; os passos 4, 5, 9 e 10 abordam a secção económica e financeira, sendo que do passo 6 ao 8 é pedida a pormenorização do caso de estudo. Nos últimos três passos é efectuada a análise, apresentação e discussão dos resultados obtidos.

Tabela 7 – Tabela-resumo com as abordagens dos diferentes autores à ACCV, assim como a metodologia adoptada ao longo da dissertação.

Passos	Designação adoptada	Langdon (2007a)	ISO 15686-5	Angeles (2011)	Vogt (2012)	Thewes et al. (s.d.)	Requisitos
1	Propósito e objectivos da análise	1	4.1 4.4.1	-	Objectivos da análise.	-	Identificação do propósito da análise.
2	Âmbito da análise	2.2 2.3 2.4 2.5 2.6	4.4.2 4.2.1 5.2 5.3 5.4 9.1	Caracterizar os túneis e todos os seus elementos.	-	-	Escala de aplicação; Actividades e fases do ciclo de vida; Custos a incluir/excluir e restrições a parâmetros-chave; Requisitos do cliente face à apresentação dos resultados.
3	ACCV e a sustentabilidade	3.2 3.4 3.5	6.5	-	-	-	Avaliação de sustentabilidade; Medidas de avaliação da sustentabilidade; Relação entre ACCV e a apreciação de ciclo de vida, como a sua utilização em paralelo.
4	Período de análise e técnicas de avaliação económico-financeiras	4.2 4.3 4.5 4.6 4.7	5.3 7.1 7.2 7.3 7.4 Anexo B	Seleccionar modelos apropriados e respectivos parâmetros; Definir o horizonte temporal.	Elaboração de plano financeiro completo, através do cálculo do VAL.	-	Período de análise; Técnicas de avaliação financeira.
5	Necessidade de análise de risco e de sensibilidade	5.2 5.3 5.4 5.5 5.6 5.7.1	8.1 8.2 8.3 8.4 Anexo C	Definir estratégias alternativas de gestão dos túneis.	-	-	Análise de risco; Análise de sensibilidade.
6	Requisito específicos do activo/projecto	6.2 6.3 6.5 6.6 6.7 6.8 6.9	-	-	-	-	Definição da funcionalidade do activo; Identificação dos parâmetros chaves e restrições; Confirmação do âmbito seleccionado.
7	Opções a incluir na ACCV	7.2 7.3	4.4.3	-	-	-	Opções possíveis para a ACCV; Escolha de opções relevantes para a análise.
8	Identificação, compilação e perfil temporal dos custos	8.2 8.3 8.4 8.5 8.6 8.7	4.2.2 4.4.2 4.5 4.6 5.4.2 5.4.3	Estimar custos: iniciais; operação, manutenção, combustível/alimentação, fim de vida; Modelo de analogia, paramétrico, custos de engenharia e contabilidade de custos.	-	Identificação dos custos através do processo modular.	Identificação dos custos relevantes e associação de períodos temporais; Construção da estrutura hierárquica de custos; Base de dados para a estimativa de custos.
9	Verificação de parâmetros financeiros e período de análise	9.2 9.3 9.4 9.5	-	-	-	-	Verificação do período de análise; Verificação de parâmetros financeiros e técnica de análise económica;
10	Execução da análise económica	11.2 11.3 11.4	4.6	Calcular o valor actualizado líquido (VAL).	Execução plano financeiro.	-	Informação da estrutura hierárquica de custos, periodicidades e custos; Registo de resultados;
11	Execução da análise de sensibilidade	13	-	Alterar estratégias de gestão e avaliar os custos; Análise de sensibilidade.	-	Execução de análise de sensibilidade.	Realização da análise de sensibilidade;
12	Interpretação e pré-apresentação dos resultados finais	14.1 14.2 14.3 14.4	-	Seleccionar estratégia pretendida.	-	-	Revisão de resultados; Apresentação inicial de resultados.
13	Apresentação dos resultados finais	15.2 15.3 15.4 15.5	9.1 9.3	-	-	-	Formato final; Evidências para auditoria; Actualização da análise.

3.2 Passos da metodologia

Nas páginas que se seguem é descrita a metodologia e terminologia adoptadas ao longo da dissertação. Apesar de se concluir que existem diversas abordagens, a presente dissertação baseia-se fundamentalmente em Langdon (2007a) e ISO 15686-5.

Enfoca-se para o facto de que a metodologia que se vai adoptar e discriminar em 3.2 não assume carácter único e definitivo pois, devido a todas as pormenorizações exigidas pelas diversas normas, sabe-se que, dependendo do caso de estudo e dos dados de que se dispõe, existirão sempre diversas nuances com as quais se tem que lidar. Assim, a metodologia permite uma análise base, a qual posteriormente se poderá moldar face à situação que se pretende explorar. Esta também difere aquando da abordagem por parte de um autor distinto. Como tal, seguidamente são ilustradas as perspectivas assumidas pelos vários redactores. A metodologia que se segue apresenta os já referidos 13 passos.

▪ Passo 1: propósito e objectivos da análise

O primeiro passo da análise é conduzido maioritariamente pelo utilizador do activo. Aqui, terá que ser o mesmo a identificar o intuito com que foi solicitada a análise do custo de ciclo de vida (CCV), tal como o nível de detalhe exigido e quais os custos que pretende ou não que sejam incluídos na análise que se iniciará. Após tais questões, é necessário que fiquem claros todos os objectivos a atingir com a análise, assim como quais os resultados que poderão ser obtidos no final do processo.

Neste passo a análise desdobra-se, passando a existir a análise relativa e a análise absoluta. A primeira recai sobre activos físicos já construídos, sendo que a segunda tem como intuito servir de base a decisões de activos por construir.

Nesta análise deve-se responder às seguintes questões:

- Qual/quais a(s) fase(s) do ciclo de vida que se pretende avaliar;
- Qual a avaliação específica requerida pelo cliente;
- Qual a fase do activo no momento da análise;
- Que decisões estratégicas estão incluídas na ACCV;
- A que elementos fundamentais do activo se aplica a análise pelo CCV;
- Dos elementos previamente seleccionados, o CCV pretende ajudar a decidir que materiais, componentes e sistemas utilizar.

Vogt (2012) define como objectivo da análise do custo de ciclo de vida o controlo das emissões de dióxido de carbono, tal como a viabilidade técnica de inovações - por exemplo a instalação de combate a incêndios com névoa de água, a aplicação de sistemas de energia geotérmica e a implementação de luzes LED ao longo do túnel.

▪ Passo 2: Âmbito da análise

No segundo passo da análise pede-se que os fundamentos base fiquem totalmente esclarecidos. Aqui, o cliente deverá explicitar qual o âmbito em que o estudo se irá inserir, assim como todos os detalhes.

Em traços gerais, a ISO 15686-5 pede que os custos sejam associados a um período restrito de tempo e que se exponha previamente um plano de manutenção associado ao activo físico. Por outro lado, Langdon (2007a) sugere que o âmbito seja traçado através de quatro definições distintas: (i) escala de aplicação, (ii) identificação das actividades, (iii) limites da análise e (iv) definição do formato do relatório.

Deste modo, o passo 2 deverá responder às seguintes questões:

- Estamos perante uma única ou várias intervenções? A intervenção abrange um elemento específico do activo? - (i)
- Em que fases se pretende fazer a análise referida? Fases consecutivas? Quais as actividades incluídas e em que cenário de operação? - (ii)
- Quais os limites face: aos custos a incluir/excluir, vida útil e período de análise? - (iii)
- Como se pretende a apresentação final dos resultados? Existe já algum modelo pré-definido pelo cliente? - (iv)

Como exemplo, é possível observar na norma ISO 15686-5 um detalhamento face às categorias de custos que poderão ser seleccionadas para responder às questões requeridas. Tal pode ser observado na Tabela 8.

Por fim, resta esclarecer que existem três níveis de análise possíveis: detalhado, sistémico e estratégico. Aqui, solicita-se ao cliente o maior detalhe que o mesmo possa transmitir, de modo a que todas as suas intenções e estratégias de negócio possam estar reflectidas na análise. Visa-se, assim, que o âmbito da análise possa espelhar uma parte mais pormenorizada acerca do meio em que o activo se encontra inserido.

Tabela 8 – Categorias de custos (Rodrigues, 2014).

Categorias de custos			
Fases a considerar	Custos	S/N	Exemplos
Concepção /Construção	Honorários profissionais		Engenharia, geotecnia, arquitetura....
	Trabalhos temporários		Limpeza do local, transporte etc....
	Construção do ativo		Infraestrutura, instalações, adaptações...
	Adaptação ou reabilitação do ativo		Infraestrutura, instalações, adaptações...
	Taxas		Taxas sob bens e serviços da construção (Ex: IVA)
	Outros		Contingências de projeto
Operação	Alugueres		-
	Seguros		Para o dono do edifício ou ocupantes
	Custos cíclicos regulares		Inspeções, proteção contra fogo...
	Utilidades		Combustível para aquecimento, arrefecimento energia, água etc.
	Taxas		Impostos, taxas locais, taxas ambientais... Para no futuro o ativo estar de acordo com mudanças legislativas/reguladoras
	Outros		-
Manutenção	Gestão da manutenção		Inspeções cíclicas, projeto de trabalhos necessários, contratos de serviços de gestão
	Adaptação ou remodelação do ativo em utilização		Infraestrutura, instalações, adaptações...
	Reparações ou substituições de pequenos componentes/pequenas áreas		Definidos por valor, tamanho da área ou conforme os termos dos contratos relacionáveis
	Substituição de grandes sistemas ou componentes		Incluindo projeto associado e gestão da substituição
	Limpeza		Incluindo limpeza regular ou limpeza periódica específica
	Manutenção dos solos		Dentro de um local previamente definido
	Redecoração		Incluindo decoração regular, periódica ou específica
	Taxas		Taxas sob manutenção de bens e serviços
	Outros		-
Fim da vida útil	Inspeções para alienação		Inspeções para determinação das condições em que o ativo se encontra no final da vida útil
	Alienação e demolição		Desativação, alineação dos materiais e limpeza do local
	Restabelecimento das condições conforme requisitos contratuais		Conforme os critérios de condições estabelecidos para o final do período de arrendamento/concessão
	Taxas		Taxas sob bens e serviços
	Outros		-

Conforme figura 3 da ISO 15686-5

▪ **Passo 3: ACCV e a sustentabilidade**

Cada vez mais frequentes são as abordagens relativas à sustentabilidade dos projectos. No entanto, este tópico só deverá ser considerado caso implique custos directos relativos ao activo, como por exemplo a necessidade de pagamento de taxas, quer associadas a emissões não legisladas, quer face à utilização de materiais não renováveis.

Face a este tópico, as publicações Langdon (2007a) e ISO 15686-5 diferenciam-se pelo facto da primeira abordar não só as vertentes social e ambiental, como também a vertente económica. A abordagem social prende-se, por exemplo, com a geração de postos de emprego - o que geralmente não se encontra expresso na ACCV, a não ser que tal seja solicitado pelo cliente no passo 2. A sustentabilidade pode ser estudada através de simulações de impacto ambiental e, conseqüentemente, análises multicritério onde são estabelecidos objectivos ambientais e seleccionados/avaliados meios para atingir o fim pré-estabelecido. No entanto, tal como anteriormente mencionado, caso todas estas questões não expressem custos directamente imputáveis, as mesmas não deverão ser consideradas.

▪ **Passo 4: Período de análise e técnicas de avaliação económico-financeiras**

As opções seleccionadas no passo 2 terão aqui a sua repercussão novamente evidenciada. Langdon (2007a) solicita que se defina a vida útil do activo, a duração do projecto em análise e os eventuais períodos de empréstimo a que o activo poderá estar sujeito. Complementarmente, este autor destaca a influência que poderá ter o estudo associado a longos períodos de análise e o maior risco e incerteza a que os mesmos estão associados.

Os parâmetros que estão a ser requeridos ao cliente têm como intuito a aplicação de uma técnica de avaliação financeira. Assim, a publicação acima mencionada destaca as seguintes técnicas:

- Valor actual líquido (VAL – Equação 1);
- Período de retorno;
- Poupança líquida ou benefício líquido;
- Rácio de poupanças no investimento;
- Taxa interna de retorno ajustada;
- Custo anual;
- Custo anual equivalente.

$$VAL = \sum_{i=0}^n \frac{cash\ flow_i}{(1+t)^i} \quad (1)$$

onde:

cash flow_i - fluxo financeiro no ano *i*;

t – taxa de actualização.

É possível constatar a concordância dos autores face à aplicação do VAL como técnica de avaliação financeira. Comprova-se também a influência que tem a alteração da taxa de actualização a aplicar na Equação 1, sendo que Langdon (2007a) afirma que poderá ser dispensável a aplicação de tal parâmetro caso se tratem de análises puramente anuais.

A ISO 15686-5 fixa o período de análise face ao estipulado pelo cliente e recomenda que o mesmo seja coincidente com a duração do total do ciclo de vida sendo que, no entanto, tal possa ser inferior ou até mesmo extrapolado, pois a análise poderá recair sobre estudos que englobem o fim de vida do activo físico. Esta norma estabelece como limite de período de análise cem anos, com base nas justificações acima efectuadas.

A dissertação desenvolve-se com a aplicação do método do valor actual líquido, porém com uma adaptação: visto que as receitas não serão contabilizadas, surgirá então o custo actual líquido (CAL), onde não é executado o balanço entre as receitas e os custos.

Também Angeles (2011) propõe que se utilize o método do VAL (Equação 1) ou NPV⁴ e que se realize seguidamente a análise de sensibilidade aos dados recolhidos e obtidos. Solicita-se que o técnico que efectuar a análise venha a conseguir responder às questões: (i) qual o item que tem um custo anual com maior efeito nos custos globais e (ii) qual o efeito da variação das taxas de actualização.

▪ **Passo 5: Necessidade de análise de risco e de sensibilidade**

A análise de resultados através do método do VAL pode levar a especulações que não ditam a realidade que depois vem a acontecer. No entanto, através da realização de análises de sensibilidade é possível simular parte do risco que poderá estar associado. Para tal, Langdon (2007a) sugere que se identifiquem os riscos, avaliem a sua importância e impacto e que se tomem decisões face aos resultados obtidos, quer passem pela aceitação, mitigação, transferência ou até evitar o risco. De relevar que este passo não inclui a realização da análise de risco e sensibilidade, mas sim o registo se tal é necessário para uma completa análise.

O risco encontra-se associado a parâmetros de incerteza futura, como por exemplo o custo da água e da electricidade.

O cliente deverá seleccionar os parâmetros aos quais associa maior incerteza, tais como taxa de actualização, período de análise, tempo de ciclos de manutenção, reparação, substituição ou até dados sobre custos baseados em previsões, e estudar as diversas alternativas viáveis. A importância deste tipo de análises foi demonstrada em 2.4.3.1, associada ao caso dos túneis rodoviários, face à influência que o pavimento e a velocidade dos veículos têm no consumo energético, a partir do qual se pode extrapolar a análise de sensibilidade em termos económicos.

De acordo com a ISO 15686-5 é importante que distinga incerteza de risco. Assim, incerteza é a abordagem não quantitativa da possibilidade de ocorrência e, por sua vez, o risco está associado à probabilidade de ocorrência de um evento (Rocha, 2015).

⁴ NPV - Net present value.

- **Passo 6: Requisitos específicos do activo/projecto**

O passo em questão recai na pretensão colocada pelo cliente face ao desenvolvimento da ACCV. De acordo com as publicações regentes, é no passo 6 que se identificam os constrangimentos do projecto (Tabela 9) e todas as características físicas e funcionais (Tabela 10) do activo físico em estudo.

No caso de túneis, visto tratar-se maioritariamente de engenharia subterrânea, deverá detalhar-se as condicionantes e características, pois as mesmas podem ser pontos de partida relevantes para a identificação de causas para as potenciais anomalias.

Tabela 9 – Possibilidade de constrangimentos associados ao projecto, adaptado de Rodrigues (2014).

	Exemplos
Implantação	Topografia, geologia
Ambientais	Ruído, emissões poluentes
Jurídicos	Legislação local, contratos elaborados
Financeiros	Limites de orçamento, fluxos de caixa
Tempo	Prazos importantes a cumprir

Tabela 10 – Características chave do activo a serem identificadas.

Desempenho do activo	Engenharia ambiental	Processo construtivo do activo	Requisitos associados
Durabilidade dos materiais; Soluções de facilidade de manutenção.	Minimização do consumo energético.	Projecto para reabilitação e/ou demolição do activo.	Ex: minimizar o consumo energético numa determinada percentagem.

Visto a ACCV poder ser aplicada a distintos activos, nesta fase será necessário pormenorizar face ao âmbito em estudo onde, de gamas diferentes de activos, surgirão diferentes abordagens associadas à funcionalidade e utilização. A funcionalidade será assim definida com base na utilização, relação do activo com o espaço envolvente, bem como os seus acessos.

- **Passo 7: Opções a incluir na ACCV**

O passo 7 inclui diversas etapas até aqui percorridas (passos 1, 2 e 6). O cliente terá que identificar quais as opções que realmente pretende, ou seja, quais os parâmetros que quererá ver oscilar, levando a simulações proporcionadas por análises de sensibilidade. Note-se que cada opção a incluir implica uma nova ACCV.

De acordo com Rocha (2015) as opções a tomar reúnem-se em dois grupos:

- Planeamento/avaliação de investimentos (associado às diferentes utilizações do activo - possível reabilitação);
- Fase mais avançada do projecto (maiores detalhes face ao activo ou às suas partes, tais como os esquemas de pintura).

As opções a incluir recaem sobre a escolha do cliente. No entanto, caso tal não se venha a efectivar, cabe à equipa de projecto seleccionar quais os itens com maior interesse para o estudo. Pode-se também proceder à alteração dos valores aos quais estão associadas suposições sobre o tempo de ciclo de vida.

Rodrigues (2014) sugere a elaboração de um modelo que viabilize a avaliação das opções em análise, atribuindo pesos ponderados a cada critério. Seguidamente, em cada ACCV existiria uma pontuação associada aos critérios constituintes, o que levaria à selecção da opção que apresentasse uma pontuação mais elevada. Modelo este semelhante ao que poderá vigorar em concursos públicos, aquando da selecção das empresas a concurso e das respectivas propostas.

- **Passo 8: Identificação, compilação e perfil temporal dos custos**

A divisão dos custos será realizada de acordo com a modularização preconizada pela norma EN16627, sempre em complemento com as directivas dadas pela ISO 15686-5. Com a análise da Figura 16 detecta-se uma variância face à norma ISO 15686-5, onde a fase de utilização congrega a fase de operação e de manutenção. A delimitação a amarelo realça as categorias que serão analisadas neste documento. De notar ainda que, com base nas opções e decisões tomadas pelo cliente, se podem incluir e/ou excluir alíneas constituintes da ACCV.

Atente-se na definição e fixação das incidências temporais dos custos. Deverá ser estipulado pelo utilizador se se trata de um custo cíclico ou esporádico pois, consoante tal filtragem, os custos ganham maior ou menor impacto na análise.

A divisão dos custos leva a uma análise do activo físico. O preenchimento incompleto das alíneas que totalizam cada subgrupo (exemplo: A5, B1, B2) revela alguma inviabilidade face aos dados que são fornecidos por parte do cliente – como por exemplo, o não registo dos custos de construção, ou até mesmo possíveis lacunas associadas à distribuição de custos inerente a cada rubrica e obra de arte.

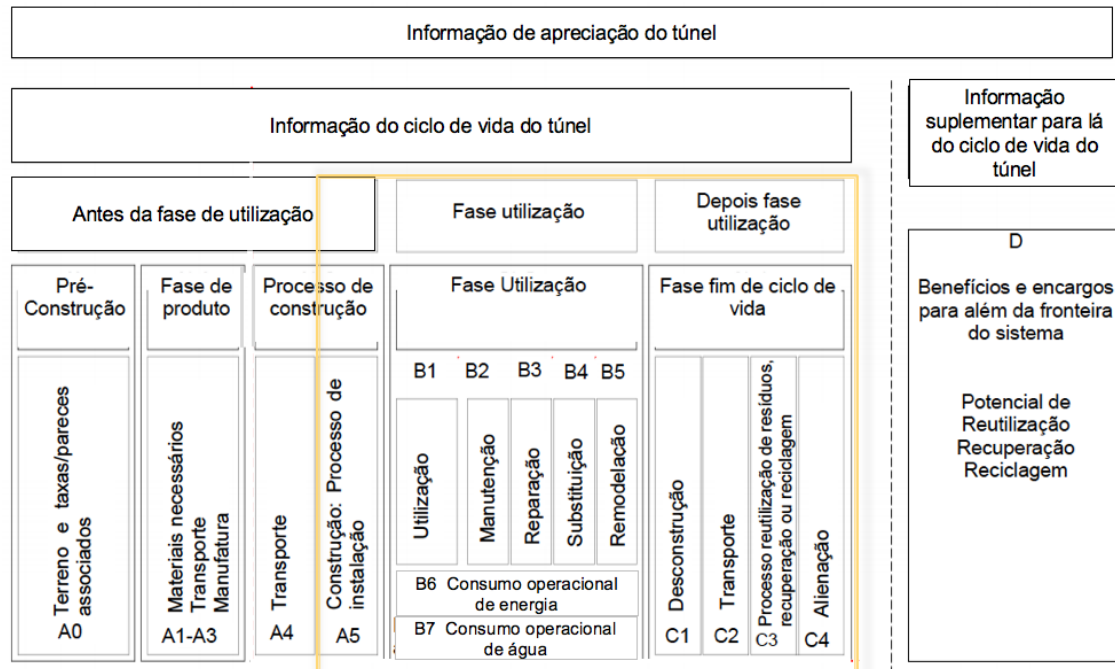


Figura 16 – Divisão em fases preconizada na EN 16627 (adaptado de EN 16627, Rodrigues (2015)).

As tabelas seguintes apresentam uma proposta de captação do custo do ciclo de vida para túneis. O utilizador deverá dar resposta aos campos apresentados, de modo a que viabilize a sistematização do processo. Deste modo, pretende-se compilar – com recursos modulares – o máximo de custos referentes aos documentos normativos.

O nível de detalhe inculido aumenta com o desenrolar da ACCV. Inicialmente as extrapolações baseiam-se em dados históricos e nos valores de referência praticados no mercado (*benchmarking*), sendo que numa fase mais avançada de projecto se deve exigir custos detalhados acerca do activo físico, neste caso, custos associados aos componentes constituintes dos túneis.

As Tabela 11 e Tabela 14 apresentam a proposta de custos associada às fases de construção e fase de fim de ciclo de vida. No entanto, as Tabela 12 e Tabela 13 encontram-se directamente associadas à fase de utilização, a qual inclui despesas inerentes à utilização do túnel, à sua manutenção, às reparações a executar, a todas as substituições que se vão repercutindo e também às possíveis remodelações. Nas categorias B1, B2 e B3 detecta-se sempre a existência da subcategoria “Outros”, a qual pretende representar todos os custos restantes associados relativos à categoria em análise, mas que porém não se enquadram em nenhuma das subcategorias listadas.

Tabela 11 – Proposta de modelo de captação de custos, adaptado de Rocha (2015), relativa à categoria A5 - construção.

Designação	Descrição	ISO 15686-5		EN 16627
		Actividade	Custo	Actividade/custo
A5.1	Honorários de arquitectura/projecto/especialidades	Projecto de engenharia e especialidades	Honorários de projectos de estruturas e especialidades	Honorários de trabalho no projecto
A5.2	Aquisição de terrenos, expropriações, custos compensatórios	Fora do âmbito do CCV	-	-
A5.3	Instalação, construção e comissionamento	Preparação do local	Limpeza do terreno	Trabalhos temporários de preparação do terreno e instalação
		Planeamento e licenciamento	Encargos de licenciamento municipal; processo de contratação pública	Impostos e outros custos relacionados com a permissão de construção
		Construção e trabalhos no terreno	Escavação, execução de escavações, superestrutura, acabamentos	-
		-	-	Gestão e transporte de resíduos da construção
		Utilização de recursos e pessoal do escritório	Gestão do processo de concurso público	Honorários de gestão de recursos e direcção
A5.4	Custos de acompanhamento da obra (fiscalização)	-	-	Honorários de fiscalização

Tabela 12 – Proposta de modelo de captação de custos, para as fases de utilização e manutenção.

Designação	Descrição	Custos
B1.1 B1.2 B1.3 B1.4 B1.5 B1.6 B1.7 B1.8	UPS ⁵ /baterias/ventiladores Lâmpadas Grelhas, chapas de alumínio, fechos, rebites Material eléctrico Vicotecs ⁶ Prevenção/segurança Relógios, disjuntores, interruptores Outros	Custos imputáveis à aquisição e/ou fornecimento de material associado a cada descrição.
B2.1 B2.2 B2.3 B2.4 B2.5 B2.6 B2.7 B2.8	Limpeza Pintura Lavagem Inspeção Manutenção Revisão Vistoria Outros	Os custos associados a todas as subcategorias pertencentes a B2 pretendem captar todos os custos despendidos com o activo para que seja efectuada a sua manutenção, em todos os níveis.

⁵ *Uninterruptible power supply* – sistema de alimentação autónoma.

⁶ *Visibility and CO measuring systems*

Tabela 13 – Proposta de modelo de captação de custos, para a fase de reparação, substituição e remodelação.

Designação	Descrição	Custos
B3.1 B3.2 B3.3 B3.4 B3.5 B3.6 B3.7 B3.8	Reparações eléctricas/avarias Reparação UPS/RCU ⁷ Reparação <i>vicotecs</i> Correcções construção Reparação fissuras Reparação iluminação Rede de incêndios Outros	A categoria B3 engloba os custos das reparações efectuadas em cada túnel. Assim, em cada rubrica é pedido ao cliente que introduza os valores associados a tal, distribuídos de B3.1 a B3.8.
B4.1 B4.2 B4.3 B4.4 B4.5 B4.6	Iluminação <i>Vicotecs</i> /UPS Ventilação Carretéis/incêndio Quadros eléctricos Outros	Substituição de equipamentos.
B5	Remodelação	Custos associados a remodelações, como por exemplo adaptações para a colocação de duplo nível de iluminação.

Tabela 14 – Proposta de modelo de captação de custos, adaptado de Rocha (2015), relativa ao final de vida do activo.

Designação	Descrição	ISO 15686-5		EN 16627
		Actividade	Custo	Actividade/custo
C1.1	Inspecções de condição final	Inspecções de alienação	Inspecções de condição final	-
C1.2	Desmantelamento e demolição/desactivação	Alienação e demolição	Desmontagem, alienação de materiais e limpeza do local	Operações e desmontagem, desmantelamento e/ou demolição
C2	Transporte de resíduos de fim de vida			Transporte de materiais para local de armazenamento
C3	Gestão de resíduos de fim de vida			Processo de gestão de resíduos
C4	Custos de solução final para os resíduos de fim de vida	-	-	Custos de tratamento e solução final de resíduos (tratamento, inceneração ou aterro)

A recolha de informação económica pode ser obtida através de abordagens diferentes daquela que vem sendo descrita no passo 8. Tal não leva à descredibilização da mesma, mas dá sim origem a abordagens paralelas.

Angeles (2011) descreve que a recolha de informação económica pode ser feita seguindo quatro modelos:

- Modelo de analogia

Neste modelo o objectivo é efectuar comparações com projectos similares já desenvolvidos. Aqui, procuram-se as parencas e adaptam-se os custos e as características semelhantes entre as duas construções, como possível modo de extrapolação para o valor final pretendido. Esta extrapolação é tida como uma dificuldade relativamente ao custo da mão-de-obra, pois o

⁷ Unidade de redução e controlo de pressão.

mesmo não pode ser abordado directamente. Isto porque terá que se recorrer a dados históricos para que se tente obter um valor ajustado à realidade vivida. Conclui-se que este modelo necessita de uma vasta base de dados históricos, o que poderá dificultar a implementação do mesmo.

- Modelo paramétrico

Esta abordagem introduz algum avanço face ao modelo acima descrito. Estimam-se também custos totais ou parciais, sendo que para tal se procura fazer dois tipos de relações: custo/projecto e processo/parâmetros. A complexidade da instalação, a familiaridade entre projectos, o rendimento e o escalonamento entre manutenções fazem parte dos parâmetros em causa.

- Modelo de custos de engenharia

Este modelo apenas poderá ser aplicado quando se detêm valores precisos acerca dos custos envolvidos. A partir dos mesmos são efectuadas estimativas directas – relativas a custos individuais –, permitindo que seja efectuada uma análise componente a componente. Esta abordagem é útil quando se pretende estimar o custo inicial da construção.

- Modelo de contabilidade de custos

O último modelo abordado por Angeles (2011) é visto como um sistema de informação. Isto porque os custos de projecto podem ser obtidos através de um sistema metódico, onde se verifica uma abordagem única da utilização dos dados. Este método baseia-se nas unidades produzidas e nas horas despendidas para executar as mesmas, ou seja, baseia-se no rendimento. Importa, no entanto, referir que com base em análises passadas, uma diminuição dos custos gerais reflecte-se na diminuição da qualidade dos projectos. Ou seja, aquando desta análise é necessário ter em conta que a qualidade resultante pode diminuir se se pretender diminuir o número de horas de trabalho da maquinaria e de mão-de-obra.

Comparando os dois primeiros modelos, tem-se que o primeiro apenas necessita de um projecto semelhante para a obtenção de resultados, sendo que o modelo paramétrico tem em conta diversos factores. O modelo de analogia baseia-se em relações lineares, sendo que o último utiliza um ou mais modelos com recurso a relações não lineares. Isto é, não se podem aferir linearmente resultados, como se verifica no primeiro modelo. No entanto, ambos os métodos são limitados por não lidarem directamente com custos indirectos (por exemplo: mão-de-obra).

Perante o estudo dos quatro modelos sugere-se a combinação dos últimos dois modelos: custos de engenharia e contabilidade de custos.

▪ **Passo 9: Verificação de parâmetros financeiros e período de análise**

O passo 9 verifica se o processo de reconhecimento de dados a aplicar já se encontra totalmente definido. No entanto, Langdon (2007a) mostra que é também o momento de confirmar as decisões tomadas nos passos 6 e 8, assim como o período de análise fixado no passo 4.

Todavia, é necessário que se verifiquem, introduzam ou descrevam os valores da taxa de actualização, taxa de inflação e contabilização de questões fiscais. Face às actualizações de custos, deve-se também definir neste passo se se pretende que se executem actualizações de custos presentes ou não se actualizem custos futuros.

A taxa de actualização dita a taxa de produtividade do sector. Esta aborda valores até aos 4% ou, caso não se esteja perante uma condição estipulada pelo cliente, o valor da taxa de actualização poderá recair sobre a elaboração de uma análise de sensibilidade.

Neste passo o utilizador deverá confirmar se os valores dos parâmetros financeiros previamente seleccionados se adequam, se a fixação das taxas se trata realmente de um dado importante para o propósito estipulado para a ACCV e se o período de análise se enquadra para o caso em estudo.

▪ **Passo 10: Execução da análise económica**

O presente passo segue dois modos de leitura e execução, conforme se esteja a aplicar a abordagem de Langdon (2007a) ou da norma ISO 15686-5. Na primeira sugere-se o recurso a *softwares* profissionais de folhas de cálculo (como por exemplo o Microsoft Excel), onde na mesma deverá constar:

- Local para introdução das características e parâmetros essenciais do projecto (mencionados nos pontos anteriores);
- Local para digitação de dados relativos a custos (categorias, períodos de análise);
- Cálculo para aplicação do método baseado na actualização dos custos;
- Separadores onde constem os custos associados a cada ano;
- Resultados finais de cada análise.

Assim, depois da introdução de todas as rubricas, do seu valor de custos associado e da definição do perfil para cada custo, é possível então obter o valor final calculado para o custo do ciclo de vida, neste caso através da fórmula do CAL (custo actualizado líquido).

Por outro lado, a norma ISO 15686-5 sugere que o resultado final seja obtido através da parametrização dos diversos factores, de modo a que, com a simples alteração de um *input*, todos os custos associados ao mesmo se alterem automaticamente, gerando assim possibilidade várias alternativas associadas ao mesmo cenário.

Vogt (2012) afirma que os métodos de orçamentação devem ter a capacidade de mapear a necessidade da ACCV através de diferentes perspectivas. Este autor faz alusão à análise tendo por base um plano financeiro completo e também à abordagem com recurso ao VAL. O

primeiro necessita de informação tão cedo quanto possível e mostra ser um método mais complexo, onde é possível a observação detalhada de todos os fluxos financeiros.

Surge assim, como complemento, a análise com recurso ao cálculo do valor actualizado líquido. Neste, todos os pagamentos são atribuídos a datas específicas e a sua aplicação é feita onde haja necessidade de geração de receitas para pagamento de empréstimos. Nesta análise tem-se como inconveniente o facto de a análise ser anual, ainda que se possa efectuar ajustes para que se consiga pormenorizar para eventos trimestrais ou semestrais.

▪ Passo 11: Execução da análise de sensibilidade

A elaboração da análise de sensibilidade é sugerida por Langdon (2007a) e Angeles (2011). Angeles (2011) destaca a necessidade de se recorrer à análise de sensibilidade para melhor perceber as oscilações de cada parâmetro introduzido, tal como quais as rubricas que maior influência têm. Esta análise tem em conta não só o seu investimento inicial como toda a sua repetição ao longo do ciclo em estudo.

A análise de sensibilidade requer que todos os parâmetros e decisões abordadas no passo 5 sejam contabilizadas, assim como se deve proceder à elaboração de um “gráfico-aranha” (Figura 17) – 13.2 de Langdon (2007) – com o objectivo de mostrar como a variação dos parâmetros poderá percutir efeitos para o custo geral do activo.

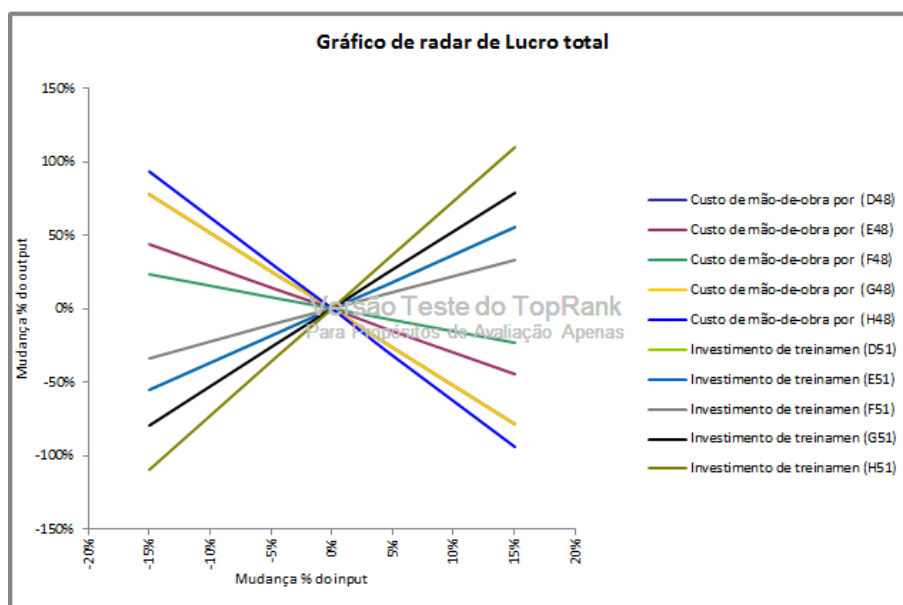


Figura 17 – Exemplo de gráfico-aranha, com variação do custo de mão-de-obra. (Morais & Marques, 2012).

Um dos exemplos explorados por Angeles (2011) passa por fazer variar em 10% (acima e abaixo do valor obtido inicialmente) os custos de manutenção estrutural para o túnel *Lötschberg Basis*, na Suíça. Tal análise de sensibilidade permitiu observar a preponderância ou não do custo em causa e como o mesmo afecta os custos totais da obra de arte.

Seguidamente o autor fez balancear as taxas de actualização, pois as mesmas têm um efeito preponderante neste tipo de análise. Com isto, conclui-se que o VAL diminui com o aumento da taxa, tal como se retirou que a sensibilidade do VAL diminui com o aumento da taxa de actualização. A influência de tal parâmetro pode ser observada na Figura 18.

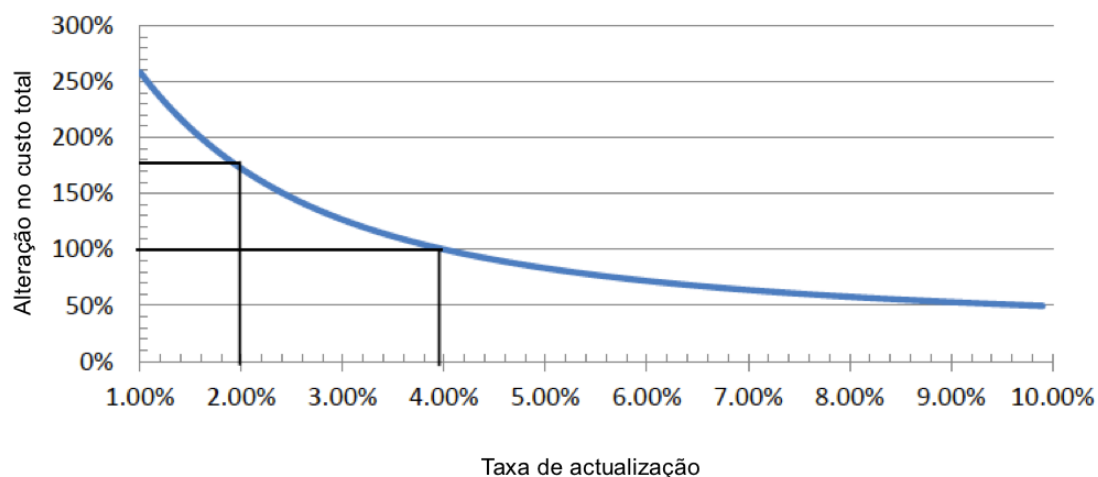


Figura 18 – Alteração no custo total com a oscilação da taxa de actualização, adaptado de Almedt (2012).

Thewes et al. (s.d.) sugere a aplicação de optimizações económicas através da análise de sensibilidade, para se testar diferentes alternativas de projecto e de equipamentos. É apontado o princípio da substituição para se desenvolver a análise de sensibilidade, onde são abordadas quatro combinações:

- 1ª combinação - custos iniciais substituídos por outros custos iniciais (simular alternativa com custos iniciais mais reduzidos);
- 2ª combinação - custos iniciais substituídos por custos de acompanhamento de obra/manutenção/operação (exemplo: utilização de aço com durabilidade mais reduzida face a componentes de aço inoxidável. Consequência: custos de instalação reduzidos mas aumento dos custos da fase de manutenção);
- 3ª combinação - custos de acompanhamento de obra/manutenção/operação substituídos por custos iniciais (tal como mencionado em 2.4.3, os custos de manutenção/operação da iluminação podem ser reduzidos se houver a preocupação de seleccionar um pavimento em que o seu revestimento seja brilhante);
- 4ª combinação - custos de acompanhamento de obra/manutenção/operação substituídos por outros custos de acompanhamento de obra/manutenção/operação.

▪ **Passo 12: Interpretação e pré-apresentação dos resultados finais**

Nesta fase os resultados terão que ser revistos e interpretados, como refere Langdon (2007a). Para tal é necessário que o cliente tenha ciente as incertezas e limitações do método em causa e que tenha em consideração que se trata de um processo iterativo. A partir desse pressuposto, assume-se que poderão, a qualquer altura, ser efectuadas análises complementares e/ou corrigidas conjecturas previamente assumidas. Langdon (2007a) alerta ainda para os riscos e incertezas da análise do custo do ciclo de vida sendo que se sugere que seja efectuada uma revisão da metodologia adoptada, assim como uma verificação das hipóteses assumidas.

De referir ainda que os resultados finais poderão ser, primeiramente, apresentados ao cliente em forma de tabelas e gráficos, sendo que a inclusão de um relatório mais detalhado não terá obrigatoriamente que ser abordada nesta fase. A apresentação dos resultados deverá incluir a descrição do peso das diferentes categorias de custos, assim como a apresentação dos resultados em percentagem do capital de aquisição do activo, aplicando a mesma aos diversos elementos constituintes do mesmo. A análise associada ao confronto dos resultados com a base de dados históricos de activos físicos semelhantes poderá ajudar a despistar algum equívoco que possa estar incutido nos dados disponibilizados.

▪ **Passo 13: Apresentação dos resultados finais**

O relatório a elaborar tem como objectivo ser decifrável por todos, de modo a que a sua leitura seja simples e clara, remontando para os resultados pretendidos.

O relatório deverá conter (requisito 9.1 ISO 15686-5):

- Sumário executivo;
- Propósito e âmbito;
- Objectivos da ACCV;
- Activos ou partes de activos em análise;
- Hipóteses assumidas;
- Restrições e riscos identificados;
- Alternativas consideradas;
- Discussão e interpretação de resultados;
- Apresentação gráfica de resultados;
- Plano de manutenção e substituição (se requerido);
- Apresentação de conclusões.

O modelo do custo do ciclo de vida é útil não só para a obtenção do custo final, mas também como um processo que poderá ser retomado sempre que necessário ao longo do ciclo de vida do activo. O mesmo permite também ao cliente ir adaptando a realidade dos custos ao modelo simulado, para que os resultados finais se possam aproximar ainda mais da realidade.

3.3 Perspectivas de utilização da metodologia

De forma a aplicar o método da análise do custo do ciclo de vida ao conjunto de túneis concessionado pela Vialitoral, teve-se como base a listagem de despesas tidas desde o início da concessão até o ano de 2015, relativamente à manutenção das obras de arte.

Ainda que se deva ter como ponto de partida da ACCV o passo 1 - relativo ao propósito e objectivos da análise -, de modo a assegurar que se poderia realizar uma completa aplicação da metodologia, procedeu-se à identificação, compilação e perfil temporal dos dados disponibilizados pela Vialitoral. Deste modo, caso todos os dados se verificassem correctamente distribuídos e perfeitamente atribuíveis a cada obra de arte, dar-se-ia então início à aplicação da referida metodologia.

Assim sendo, iniciar-se-á a abordagem ao caso de estudo pelo passo 8 da ACCV.

4 Recolha e análise dos custos do ciclo de vida de túneis

4.1 Caracterização do caso de estudo

4.1.1 Concessão Vialitoral

Desde o dia 28 de Janeiro de 2000 que a concessão de serviço público em regime exclusivo da Via Rápida 1 (VR1) foi atribuída à Vialitoral, através do contrato de concessão entre a referida empresa e a Região Autónoma da Madeira (R.A.M.). Assim, passou a ser a mesma a responsável pela exploração e manutenção do itinerário que pode ser observado na Figura 19, por um prazo de 25 anos.

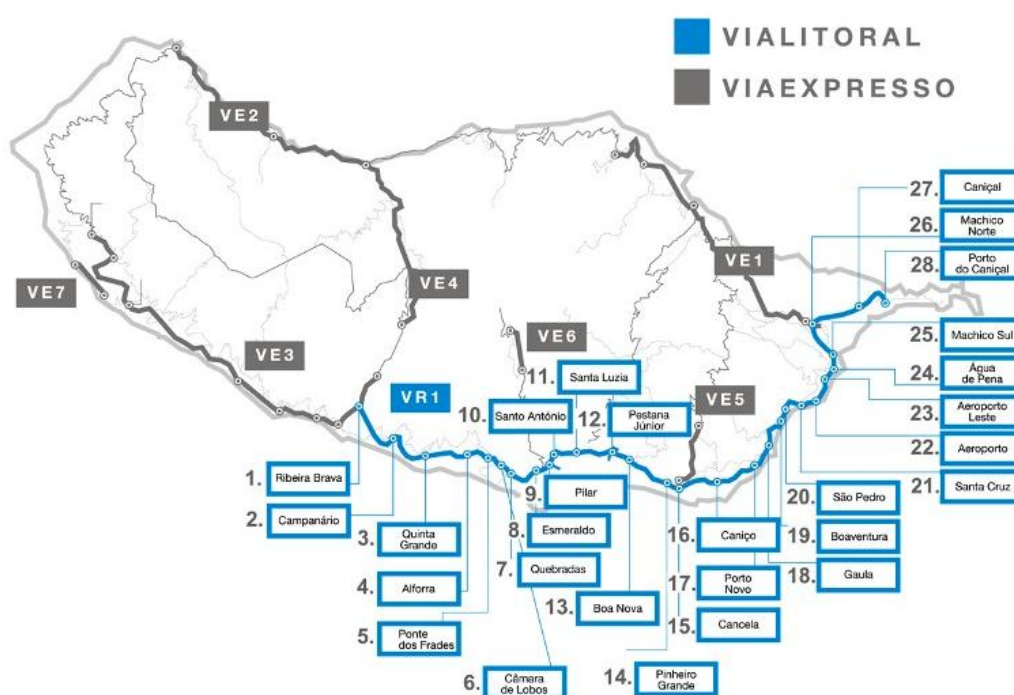


Figura 19 – Abrangência da área de intervenção da Vialitoral (Concessões Rodoviárias da Madeira S.A. , 2012).

Em conformidade com o que foi descrito em 2.4.1, em Portugal a ilha da Madeira é tida como um interessante caso de estudo, face à orografia acentuada do seu terreno e às necessidades/desafios rodoviários que daí advêm. Os primeiros túneis foram desenvolvidos pelos anos quarenta, através de métodos menos expeditos até cerca de 1980 (com algumas excepções para os anos noventa) – intituladas como túneis antigos da ilha da Madeira, segundo (de Brito et al., 2014), sendo que as suas propriedades se podem observar na Tabela 15. Sabe-se ainda que os mesmos representam uma extensão de cerca de 4,8 km, o que totaliza 28 túneis. A distribuição destas obras de arte pela ilha encontra-se ilustrada na Figura 20.

Tabela 15 – Propriedades dos túneis antigos na ilha da Madeira.

Localização	Ilha da Madeira
Utilização	Rodoviária
Dono de Obra	Governo Regional da Madeira
Desenvolvimento	15 m a 170 m
Vão de escavação	4,2 m a 9 m
Secção corrente de escavação	25 m ² a 50 m ²
Largura útil entre hasteais	4 m a 8,5 m
Altura útil máxima	3,8 m a 6 m
Recobrimento	7 m a 300 m
Método construtivo	Até 1970: 1ª fase – galeria piloto com cerca de 5 m ² e 2ª fase – alargamento até à secção final Após 1970: método de escavação sequencial (NATM)
Ano de entrada em serviço	1952 - 1990

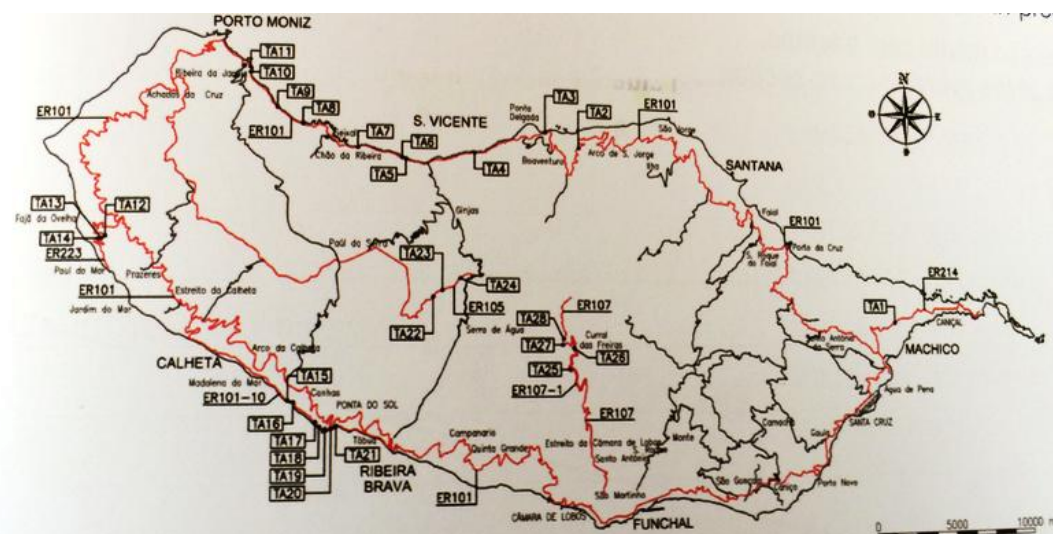


Figura 20 – Distribuição túneis antigos da ilha da Madeira (de Brito et al., 2014).

Desde o fim dos anos oitenta até ao ano de 2004, a ilha esteve sujeita a um grande volume de investimento face às restantes necessidades rodoviárias. Neste período, foi-se erguendo uma das grandes obras neste ramo, onde foram ligadas as localidades Ribeira Brava – Funchal – Caniçal (via rápida VR1) – vide Figura 21.



Figura 21 – Rede viária fundamental (de Brito et al., 2014).

Esta fase marcante para o arquipélago trouxe melhorias significativas no acesso do Funchal a pontos mais distantes da ilha, reduzindo de forma considerável o tempo consumido entre percursos. O volume de construção pode ser ilustrado nos seguintes pontos:

- 48 túneis concluídos em 2004;
- 39 túneis executados desde 2004 (27 dos quais tiveram a sua finalização entre 2010 e 2012);
- 36% da VR1 desenvolve-se em túnel;
- construção média de 10 túneis/ano (1994-2012);
- 76 túneis com comprimento superior a 500 m (11 deles com comprimento superior a 2km e outros 2 com comprimento superior a 3 km).

A Figura 22 ilustra a evolução do número de túneis entre 1990 e 2012.

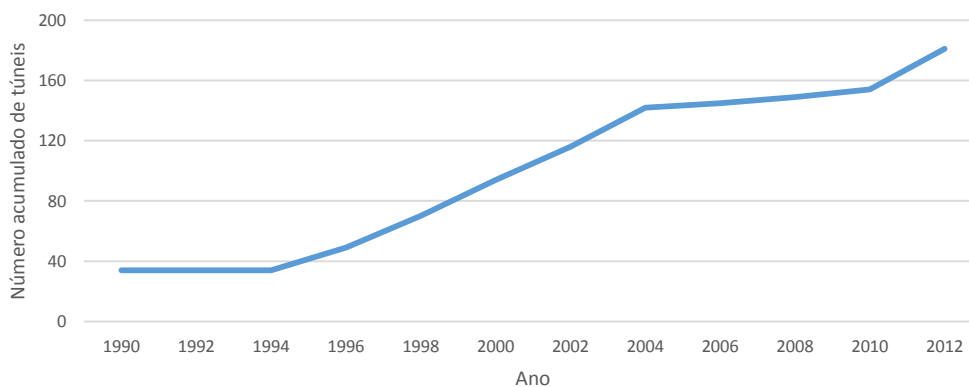


Figura 22 – Evolução do número de túneis entre 1990 e 2012 (de Brito et al., 2014).

Em termos construtivos, comparativamente aos túneis mais antigos, aqueles que dispuseram de meios mais recentes de execução privilegiaram de uma secção transversal mínima de 9 m e 9,6 m, túneis uni e bidireccionais, respectivamente, e alturas variáveis, com o mínimo estipulado nos 5 m. No que toca à morfologia do tecto, nas obras de arte iniciais verifica-se a mesma com uma elipse alongada e truncada na parte inferior, sendo que a evolução levou à adopção de secções curvas e algumas especiais.

4.1.2 Portefólio de túneis da concessão

A Tabela 16 mostra o portefólio de túneis pertencentes à Vialitoral. Importa ressaltar que não foi feita distinção entre o sentido ascendente e descendente de cada túnel aquando da contabilização do comprimento de cada túnel, tendo sido feita uma média dos referidos valores. A recolha de dados efectuada para que fosse possível o desenvolvimento da presente dissertação contou, por parte da manutenção e exploração, com o auxílio da Vialitoral e, associado aos custos de construção, da Direcção Regional de Estradas da Madeira (tutelada pela Secretaria Regional dos Assuntos Parlamentares e Europeus).

Tabela 16 – Caracterização do portefólio de túneis estudados.

Túnel	Sentido Crescente (m)	Sentido Decrescente (m)	Ano de Construção
Ribeira Brava	1805	1800	1997
Amoreira	142	130	2000
Campanário	336	310	1996
Vera Cruz	345	354	1996
Quinta Grande	942	932	1996
Cabo Girão	1200	1200	1996
Caldeira	304	210	1996
Alforra	418	368	1996
Preces	280	280	1996
Quinta do Leme	200	161	1996
João Abel de Freitas	581	568	2000
Marmeleiros	738	705	2000
Quinta da Palmeira	264	243	2000
Pestana Júnior	143	-	1996
João Gomes	140	138	1996
Jardim Botânico	208	210	1996
Pinheiro Grande	382	378	1997
Cancela	353	354	1997
Abegoaria Oeste	315	315	2000
Abegoaria Este	360	300	2000
Mãe de Deus	230	230	2000
Gaula (Norte)	-	160	2000
Santa Cruz Oeste	150	150	2000
Santa Cruz Este	110	110	2000
Santa Catarina	240	240	2000
Queimada	730	745	2004
Piquinho	460	437	2004
Fazenda	180	162	2004
Duplo Caniçal	2160	2140	2004
Portais	740	700	2004
Palmeira	900	940	2004

4.2 Identificação, compilação e análise de dados

4.2.1 Identificação

A categoria inicial a que se devem associar custos é a A – fase antes da utilização, como já foi referenciado na Figura 16. No entanto, apenas se obtiveram os custos de construção (finais) – A5 – de doze túneis, os quais se encontram expostos - (€/metro de construção) - na Figura 23. As oscilações observadas prendem-se com questões construtivas, tais como tipo de escavação e sustimento provisório, necessidade de armar ou não o betão, necessidade de aplicação de tela de isolamento e possível carecimento de execução de laje invertida, entre outros.

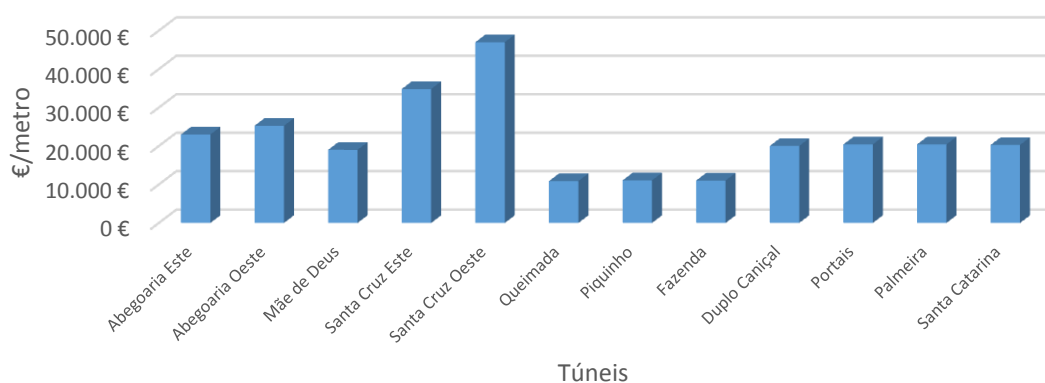


Figura 23 – Custos dos túneis, por metro de construção.

Para que se proceda a uma análise do custo de ciclo de vida por obra de arte, é necessário que se disponha de acesso a uma base de dados completa, de modo a que se possa associar a cada túnel parcelas respeitantes a cada rubrica. O mesmo não foi possível, pois apenas se encontram discriminados os custos expostos na Tabela 17 (assinalados através do símbolo “✓”). Na referida tabela lêem-se os nomes dos túneis, assim como a extensão dos mesmos - quer a nível crescente, quer decrescente. Encontra-se também o ano de construção de cada obra de arte, bem como as rubricas de A5 a B5.

Assim, a base de dados existente permitiu associar a túneis individuais apenas 48% de todos os custos captados, ou seja, cerca de 52% das despesas não estão alocadas a nenhuma obra de arte específica, na totalidade das categorias. Tal leva a que as mesmas despesas sejam remetidas para a totalidade do portefólio. As percentagens mencionadas são referentes aos custos relativos à exploração e manutenção da VR1, isto é, referentes à fase de utilização – fase B. Assim, não se contabilizam os custos de pessoal e de estrutura da empresa.

A concretização da Tabela 17, em termos monetários, pode ser consultada no Anexo A.1.

Tabela 17 – Resumo da informação acerca dos túneis e das rubricas captadas.

Túnel	Sentido Crescente (m)	Sentido Decrescente (m)	Ano de Construção	Construção	Utilização								Manutenção								Reparação								Substituição						Remodelação				
				A5	B1.1	B1.2	B1.3	B1.4	B1.5	B1.6	B1.7	B1.8	B2.1	B2.2	B2.3	B2.4	B2.5	B2.6	B2.7	B2.8	B3.1	B3.2	B3.3	B3.4	B3.5	B3.6	B3.7	B3.8	B4.1	B4.2	B4.3	B4.4	B4.5	B4.6	B5				
Ribeira Brava	1805	1800	1997	-	✓	-	✓	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Amoreira	142	130	2000	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Campanário	336	310	1996	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Vera Cruz	345	354	1996	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Quinta Grande	942	932	1996	-	✓	-	✓	-	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Cabo Girão	1200	1200	1996	-	✓	-	✓	✓	✓	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Caldeira	304	210	1996	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	
Alforra	418	368	1996	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	✓	
Preces	280	280	1996	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Quinta do Leme	200	161	1996	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	
João Abel de Freitas	581	568	2000	-	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Marmeleiros	738	705	2000	-	-	-	✓	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Pestana Júnior	143	-	1996	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Quinta da Palmeira	264	243	2000	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	
João Gomes	140	138	1996	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	
Jardim Botânico	208	210	1996	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Pinheiro Grande	382	378	1997	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Cancela	353	354	1997	-	✓	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓
Abegoaria Oeste	315	315	2000	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Abegoaria Este	360	300	2000	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Mãe de Deus	230	230	2000	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Gaula (Norte)	-	160	2000	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	
Santa Cruz Oeste	150	150	2000	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓
Santa Cruz Este	110	110	2000	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Santa Catarina	240	240	2000	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Queimada	730	745	2004	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	-	✓	-	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Piquinho	460	437	2004	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Fazenda	180	162	2004	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	
Duplo Caniçal	2160	2140	2004	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓
Portais	740	700	2004	✓	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Palmeira	900	940	2004	✓	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total				-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

4.2.2 Compilação e análise – Vialitoral (ano fiscal)

Com o intuito de levar ao enquadramento global dos serviços prestados pela concessionária até ao ano transacto, seccionaram-se os custos com base no que foi descrito em 3.2 (passo 8), permitindo assim ter maior percepção face à incidência das rubricas. De notar que, nesta fase inicial, a análise se prende às despesas na generalidade, não sendo feito nenhum seccionamento por túnel.

A categoria B1 – utilização é analisada na Figura 25. Existem variâncias nas diversas rubricas, encaminhando para a necessidade de criação de uma rubrica adicional, devido ao facto da maioria dos custos dos anos 2006, 2007, 2009 e 2010 se encontrarem na categoria B1.8 – outros. Porém, os referidos custos estão associados a necessidades esporádicas de grandes investimentos financeiros, ou seja, não se enquadram nos custos regulares apresentados pela Vialitoral.

Até ao ano de 2004 constata-se alguma incidência na rubrica da prevenção/segurança, baseada no investimento que foi feito na ligação do sistema de incêndios. Nesse mesmo ano também se observa a necessidade de aquisição de *vicotecs*, o que remonta para a preocupação da empresa responsável pela concessão na qualidade do ar circundante dentro dos túneis.

Aquando da análise do ano de 2007 identifica-se a aposta na rubrica B1.8 – outros, pois trata-se do ano em que se adquiriu e se instalou uma nova conduta distribuidora de aço galvanizado, o que preconizou cerca de 90% dos gastos associados ao referido ano.

Em 2011 apostou-se na aquisição de arrancadores suaves para ventiladores, o que levou a custos acrescidos na alínea B1.1. Assim, destaca-se também a obtenção de um servo motor para a galeria pedonal do túnel João Abel de Freitas no ano de 2013, que acabou por reflectir cerca de 84% do gasto anual.

Atente-se na rubrica com maior ênfase no último ano de análise – B1.7 – relógios/interruptores/disjuntores –, a qual se prende com a preocupação da Vialitoral relativa aos desperdícios e excessos associados aos gastos operacionais de energia. Como tal, foram instalados interruptores e disjuntores para redução do fluxo de iluminação. Todas as percentagens apresentadas encontram-se discriminadas nas Tabela 18 e Tabela 19.

As Figura 26 e Figura 27 foram obtidas com os mesmos princípios dos acima mencionados, sendo que representam as categorias B2 – manutenção e B3 – reparação, respectivamente. A análise dos gráficos apresentados deve ser feita com base nas tabelas a si associadas, onde também se encontram as percentagens globais inerentes a cada uma das categorias. Através das Tabela 20 e Tabela 21 lêem-se os valores que dão origem à Figura 27.

As Tabela 22 e Tabela 23 permitem analisar as rubricas com maior expressão na fase de reparação. Assim, com 24,63% têm-se os custos associados à reparação de *vicotecs*, onde os mesmos se mostram também maioritários nos anos de 2009, 2013 e 2014.

Referência ainda para as despesas inerentes à reparação de fissuras no ano de 2003. Neste ano a Vialitoral assumiu uma empreitada piloto na área em questão, vendo a sua intervenção prolongada para o ano de 2004. No ano de 2008 ainda se verificam repercussões da

intervenção levada a cabo na reparação de fissuras, onde se destacam a finalização de trabalhos e o acompanhamento nocturno e diurno dos mesmos.

Na rubrica associada à substituição (B4) – Figura 28 –, constata-se um valor destacado no ano de 2004, associado a B4.2. O mesmo é consequente de substituições de dez conjuntos de *vicotecs*. Esta subrubrica, ao longo dos anos, é aquela que maior percentagem assume, face à rubrica da substituição – cerca de 42%. Atente-se na regular substituição de luminárias ao longo dos túneis da concessão. Tal remete para preocupações ambientais e destaca a possibilidade de estudos associados a soluções alternativas para o combate à frequente substituição de tais elementos. As Tabela 24 e Tabela 25 completam todas as informações anteriormente indicadas.

Na análise da rubrica B5 – remodelação, assumiu-se que não seria viável – nem levaria à retirada de outras conclusões – a divisão da mesma em subrubricas, pelo que se considerou este conjunto como um todo. O seu valor, assim como análise comparativa face a B1, B2 e B3 e B4, encontra-se na Figura 24.

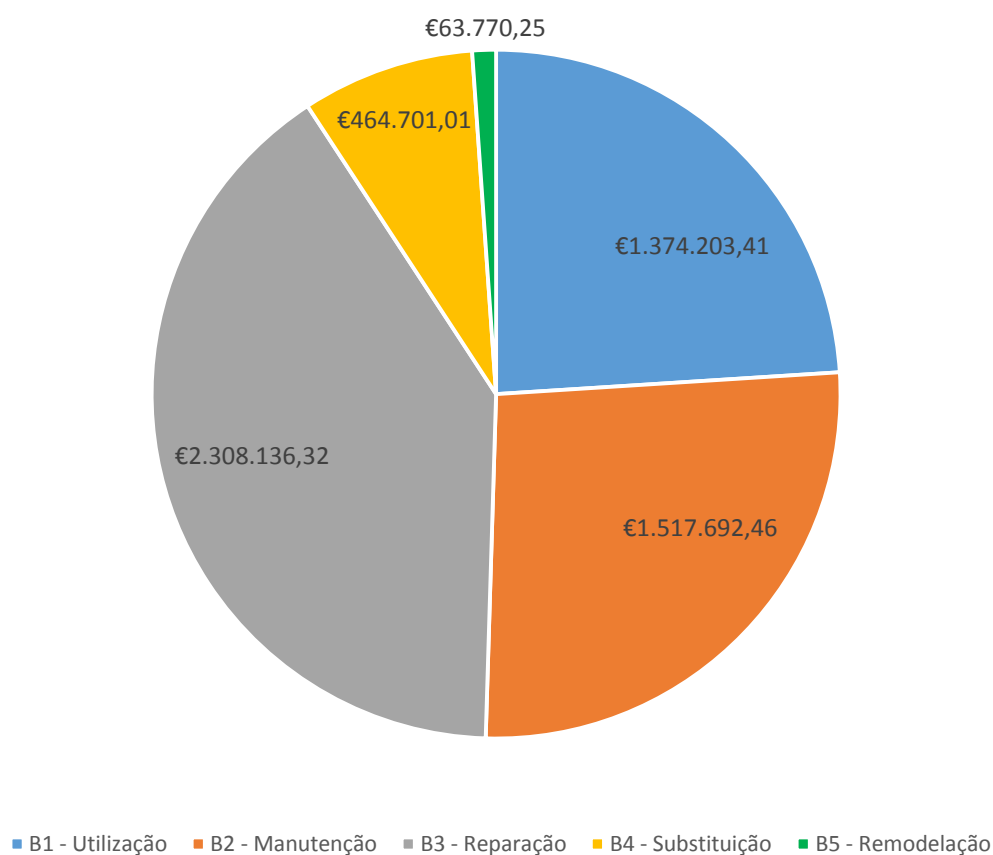


Figura 24 – Valores totais dos subcapítulos da fase de utilização.

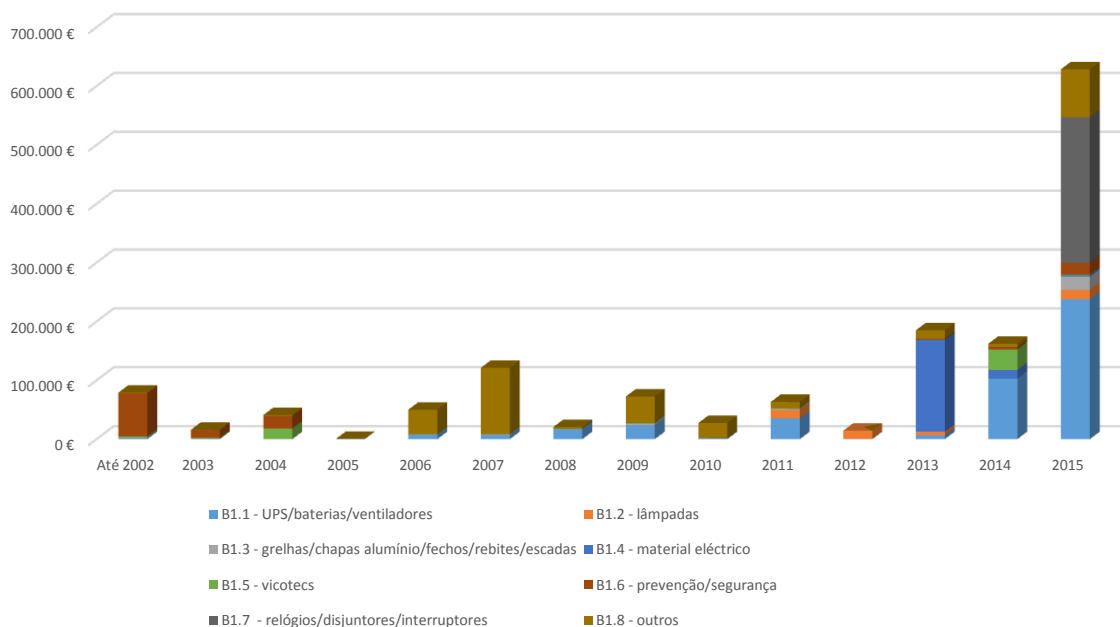


Figura 25 – Evolução anual dos custos totais e de cada rubrica na fase B1 (utilização).

Tabela 18 – Valor anual de cada rubrica da fase de utilização (B1), 2002-2010.

	Até 2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
B1.1 - UPS/baterias/ventiladores	1 302,40 €	701,20 €	- €	370,53 €	7 976,47 €	6 971,94 €	16 500,00 €	22 256,73 €	1 197,80 €
B1.2 - Lâmpadas	- €	- €	- €	- €	108,41 €	288,29 €	- €	196,50 €	- €
B1.3 - Grelhas/chapas alumínio/fechos/rebites/escadas	847,18 €	39,58 €	- €	- €	165,00 €	920,00 €	325,00 €	2 252,74 €	- €
B1.4 - Material eléctrico	312,68 €	126,07 €	36,39 €	- €	- €	- €	542,72 €	93,86 €	- €
B1.5 - Vicotecs	2 065,00 €	1 337,30 €	18 075,00 €	- €	- €	- €	201,00 €	974,50 €	350,88 €
B1.6 - Prevenção/segurança	73 312,00 €	13 627,63 €	21 298,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
B1.7 - Relógios/disjuntores/interruptores	- €	- €	- €	- €	53,22 €	- €	- €	- €	643,60 €
B1.8 - Outros	1 126,67 €	56,25 €	1 672,40 €	- €	41 853,78 €	113 069,40 €	3 109,39 €	44 994,75 €	25 288,72 €

Tabela 19 – Valor anual de cada rubrica da fase de utilização (B1), 2011-2015 e percentagens.

	2011	2012	2013	2014	2015	TOTAL	%
B1.1 - UPS/baterias/ventiladores	35 483,94 €	655,00 €	6 831,06 €	102 650,82 €	237 768,18 €	442 768,18 €	29,85
B1.2 - Lâmpadas	14 034,07 €	13 833,00 €	5 855,00 €	154,10 €	16 118,40 €	50 587,77 €	3,41
B1.3 - Grelhas/chapas alumínio/fechos/rebites/escadas	1 953,95 €	- €	- €	89,50 €	22 265,22 €	28 858,17 €	1,95
B1.4 - Material eléctrico	216,42 €	- €	156 047,34 €	14 817,58 €	2 686,41 €	174 879,47 €	11,80
B1.5 - Vicotecs	618,00 €	- €	- €	34 775,25 €	520,25 €	58 917,18 €	3,98
B1.6 - Prevenção/segurança	- €	- €	1 702,50 €	4 169,05 €	20 034,03 €	134 143,21 €	9,05
B1.7 - Relógios/disjuntores/interruptores	- €	- €	177,63 €	- €	247 514,46 €	248 388,91 €	16,76
B1.8 - Outros	11 028,47 €	- €	14 429,86 €	5 564,29 €	81 601,76 €	343 795,74 €	23,20
						TOTAL	
						1 481 980,90 €	

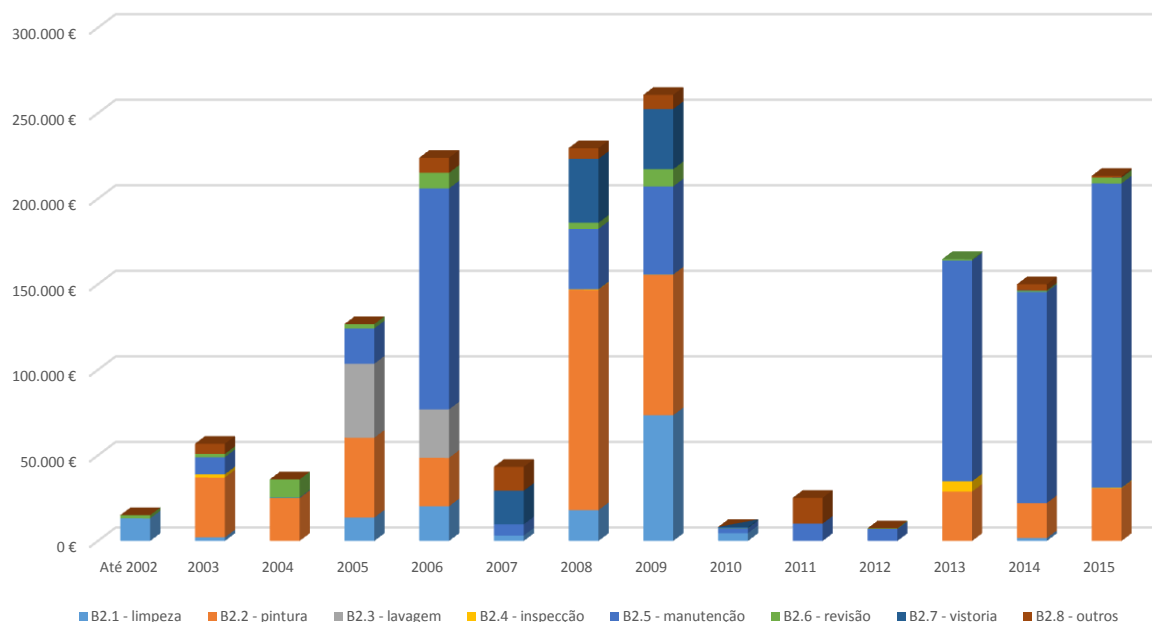


Figura 26 – Evolução anual dos custos totais e de cada rubrica na fase B2 (manutenção).

Tabela 20 – Valor anual de cada rubrica da fase de utilização (B2), 2002-2010.

	Até 2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
B2.1 - Limpeza	13 180,01 €	2 100,00 €	- €	13 689,39 €	20 250,74 €	3 192,59 €	17 996,69 €	73 442,73 €	4 591,43 €
B2.2 - Pintura	- €	34 950,33 €	25 026,33 €	46 667,20 €	28 325,39 €	- €	128 746,26 €	82 099,13 €	- €
B2.3 - Lavagem	- €	- €	- €	43 242,48 €	28 325,39 €	- €	- €	- €	- €
B2.4 - Inspeção	- €	1 894,00 €	- €	- €	- €	- €	300,00 €	129,60 €	- €
B2.5 - Manutenção	- €	9 993,75 €	316,73 €	20 595,37 €	129 156,45 €	6 519,90 €	35 348,63 €	51 567,94 €	2 783,80 €
B2.6 - Revisão	1 889,00 €	1 894,00 €	10 644,76 €	2 560,00 €	9 128,00 €	- €	3 582,00 €	10 022,52 €	72,50 €
B2.7 - Vistoria	- €	- €	- €	- €	- €	19 642,75 €	37 337,45 €	35 174,25 €	691,45 €
B2.8 - Outros	- €	6 000,00 €	- €	9,75 €	8 785,26 €	13 971,06 €	6 282,00 €	8 316,74 €	- €

Tabela 21 – Valor anual de cada rubrica da fase de utilização (B2), 2011-2015 e percentagens.

	2011	2012	2013	2014	2015	TOTAL	%
B2.1 - Limpeza	- €	- €	- €	1 672,56 €	- €	150 116,14 €	9,62
B2.2 - Pintura	- €	- €	28 830,50 €	20 477,20 €	30 734,09 €	425 856,43 €	27,28
B2.3 - Lavagem	- €	- €	- €	- €	- €	71 567,87 €	4,58
B2.4 - Inspeção	- €	- €	6 010,20 €	- €	300,09 €	8 633,89 €	0,55
B2.5 - Manutenção	10 107,49 €	7 015,97 €	129 160,14 €	123 445,97 €	177 927,90 €	703 940,04 €	45,09
B2.6 - Revisão	- €	334,30 €	725,00 €	693,75 €	3 376,00 €	44 921,83 €	2,88
B2.7 - Vistoria	- €	- €	- €	172,20 €	90,96 €	93 109,06 €	5,96
B2.8 - Outros	15 128,02 €	- €	- €	3 545,47 €	935,05 €	62 973,35 €	4,03
						TOTAL	
						1 561 118,60 €	

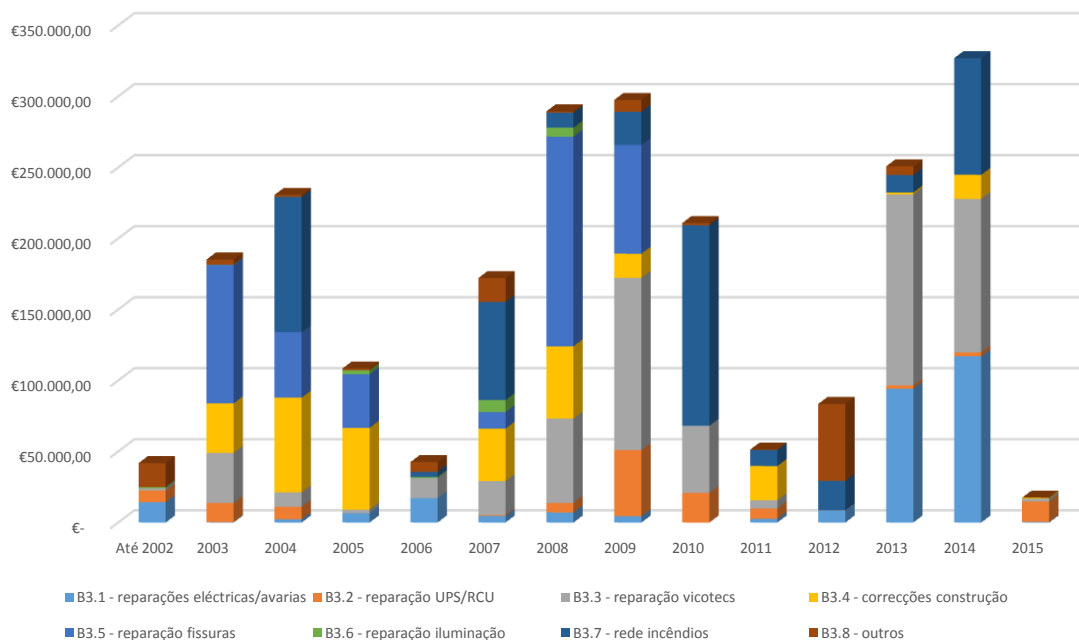


Figura 27 – Evolução anual dos custos totais e de cada rubrica na fase B3 (reparação).

Tabela 22 – Valor anual de cada rubrica da fase de utilização (B3), 2002-2010.

	Até 2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
B3.1 - Reparções eléctricas/avarias	14 284,29 €	293,29 €	2 260,02 €	6 543,73 €	17 200,19 €	4 630,37 €	7 113,32 €	4 470,56 €	- €
B3.2 - Reparação UPS/RCU	8 338,77 €	13 495,00 €	8 896,60 €	- €	- €	727,65 €	6 741,09 €	46 580,83 €	20 885,16 €
B3.3 - Reparação vicotecs	1 437,00 €	35 267,25 €	10 115,56 €	2 560,00 €	14 044,76 €	23 867,20 €	59 334,00 €	121 263,25 €	47 201,41 €
B3.4 - Correções construção	- €	34 830,00 €	66 649,07 €	57 542,83 €	- €	36 895,37 €	50 884,26 €	16 950,34 €	- €
B3.5 - Reparação fissuras	- €	97 439,00 €	46 012,43 €	37 788,20 €	- €	11 700,00 €	147 626,54 €	76 628,83 €	- €
B3.6 - Reparação iluminação	945,85 €	270,00 €	- €	2 849,37 €	799,13 €	8 371,23 €	6 322,99 €	- €	- €
B3.7 - Rede incêndios	- €	- €	95 300,39 €	- €	3 606,86 €	69 130,52 €	10 487,58 €	23 294,75 €	141 158,43 €
B3.8 - Outros	16 816,62 €	3 598,00 €	1 421,30 €	1 169,05 €	6 868,77 €	16 813,76 €	952,00 €	8 386,84 €	1 626,61 €

Tabela 23 – Valor anual de cada rubrica da fase de utilização (B3), 2011-2015 e percentagens.

	2011	2012	2013	2014	2015	TOTAL	%
B3.1 - Reparções eléctricas/avarias	2 568,55 €	8 203,14 €	94 218,43 €	117 061,69 €	492,61 €	279 340,18 €	12,16
B3.2 - Reparação UPS/RCU	7 325,08 €	- €	2 378,58 €	2 694,61 €	14 326,05 €	132 389,42 €	5,76
B3.3 - Reparação vicotecs	5 839,71 €	369,01 €	134 335,70 €	108 100,24 €	1 988,98 €	565 724,07 €	24,63
B3.4 - Correções construção	24 056,14 €	- €	1 410,00 €	16 942,70 €	642,05 €	306 802,76 €	13,36
B3.5 - Reparação fissuras	- €	- €	- €	- €	- €	417 195,00 €	17,65
B3.6 - Reparação iluminação	- €	- €	- €	- €	- €	19 558,57 €	0,85
B3.7 - Rede incêndios	11 236,69 €	20 731,55 €	12 280,00 €	82 113,24 €	- €	469 340,01 €	20,43
B3.8 - Outros	344,18 €	54 145,69 €	6 136,00 €	- €	- €	118 278,82 €	5,15
						TOTAL	
						2 296 928,82 €	

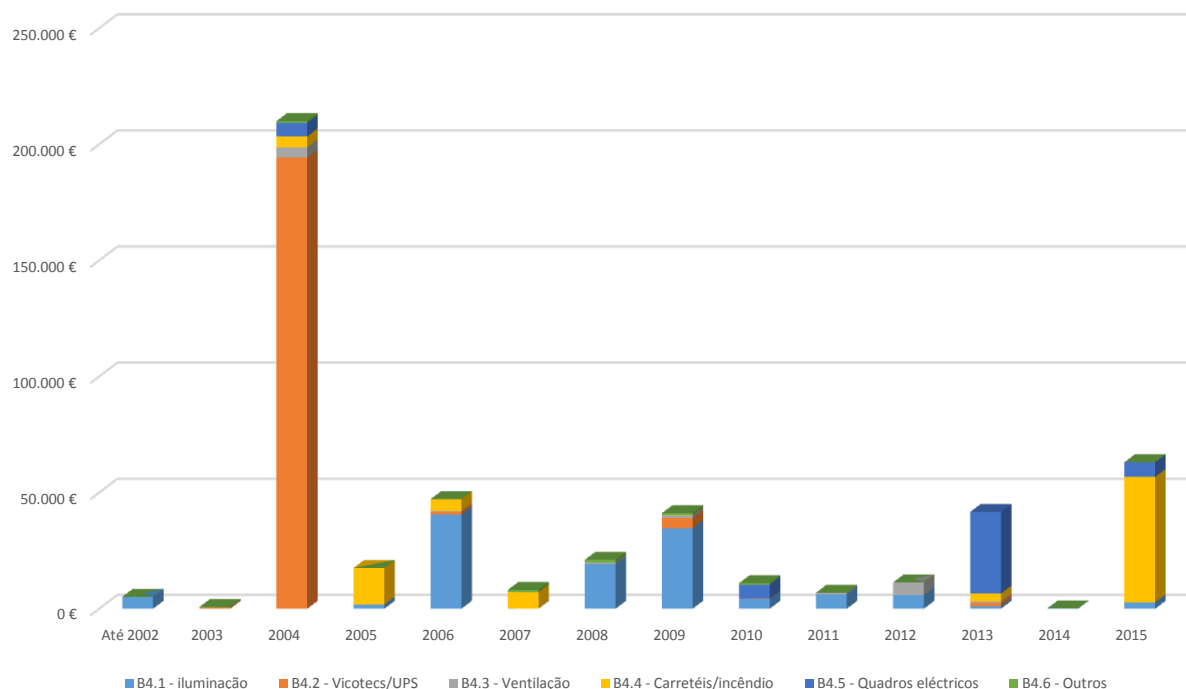


Figura 28 – Evolução anual dos custos totais e de cada rubrica na fase B4 (substituição).

Tabela 24 – Valor anual de cada rubrica da fase de utilização (B4), 2002-2010.

	Até 2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
B4.1 - Iluminação	5 152,85 €	- €	- €	1 825,61 €	40 501,48 €	87,70 €	19 231,40 €	34 651,54 €
B4.2 - Vicotecs/UPS	- €	592,00 €	194 267,00 €	- €	1 167,00 €	- €	- €	4 400,00 €
B4.3 - Ventilação	- €	- €	4 380,00 €	- €	385,00 €	- €	643,28 €	1 232,55 €
B4.4 - Carretéis/incêndio	- €	- €	4 758,08 €	15 733,46 €	5 146,28 €	7 043,85 €	- €	64,10 €
B4.5 - Quadros eléctricos	- €	- €	5 774,95 €	- €	- €	- €	- €	- €
B4.6 - Outros	- €	121,09 €	807,00 €	- €	- €	928,77 €	1 163,10 €	793,38 €

Tabela 25 – Valor anual de cada rubrica da fase de utilização (B4), 2011-2015 e percentagens.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	TOTAL	%
B4.1 - Iluminação	4 235,36 €	6 150,14 €	5 835,00 €	1 090,00 €	161,00 €	2 763,00 €	121 685,07 €	25,09
B4.2 - Vicotecs/UPS	111,70 €	- €	- €	1 397,13 €	- €	- €	201 934,83 €	41,64
B4.3 - Ventilação	- €	743,31 €	5 487,08 €	637,48 €	- €	- €	13 508,70 €	2,79
B4.4 - Carretéis/incêndio	- €	- €	- €	3 421,88 €	- €	54 054,06 €	90 221,71 €	18,60
B4.5 - Quadros eléctricos	5 957,17 €	- €	- €	35 127,00 €	- €	6 263,01 €	53 122,13 €	10,95
B4.6 - Outros	665,98 €	- €	- €	- €	- €	- €	4 479,31 €	0,92
							TOTAL	
							484 951,75 €	

4.2.3 Compilação e análise – túneis (ano construção)

Estudou-se detalhadamente alguns túneis para perceber a situação actual face à condição e manutenção associadas ao perfil temporal dos custos. Foi efectuada uma selecção e reuniram-se dados de onze túneis, aos quais foi atribuída uma denominação de A a L. A selecção referida teve como único critério a identificação dos túneis que possuíam mais dados a si associados. Assim, procedeu-se à filtragem dos custos associados a cada um dos túneis.

A Tabela 26 pormenoriza uma das rubricas estudadas, onde é possível concluir que diversos são os dados incompletos ao longo dos anos – inclusive relativamente à categoria B1 – utilização -, sendo que tal dificulta a leitura da regularidade dos trabalhos e das necessidades requeridas por cada obra de arte.

Visto que todas as rubricas se encontram incompletas, seleccionou-se uma pertencente à fase de utilização – fase B – e procurou-se analisar os dados disponíveis.

A Figura 29 comprova que, no que toca ao túnel A face à reparação (B3), existem valores máximos com espaçamentos de cerca de dez anos e em que, durante esse intervalo de tempo, os valores assumem proporções mais reduzidas. Tal evidência, caso reproduzida nos restantes túneis, poderia levar a concluir que cada obra de arte, nos extremos de intervalos de dez anos, assumiria valores mais acentuados do que nos restantes anos. Porém, tal regularidade não consegue ser observada nos restantes elementos do conjunto, levando assim a verificar que a individualização actual dos custos existentes não é suficiente para que se possa proceder a uma conclusão da regularidade dos custos associados às reparações.

De modo a completar a análise para as restantes categorias, no Anexo A.2 encontram-se as restantes figuras alusivas a tal, onde se podem analisar os gráficos alusivos à categoria B1, B2 e B4.

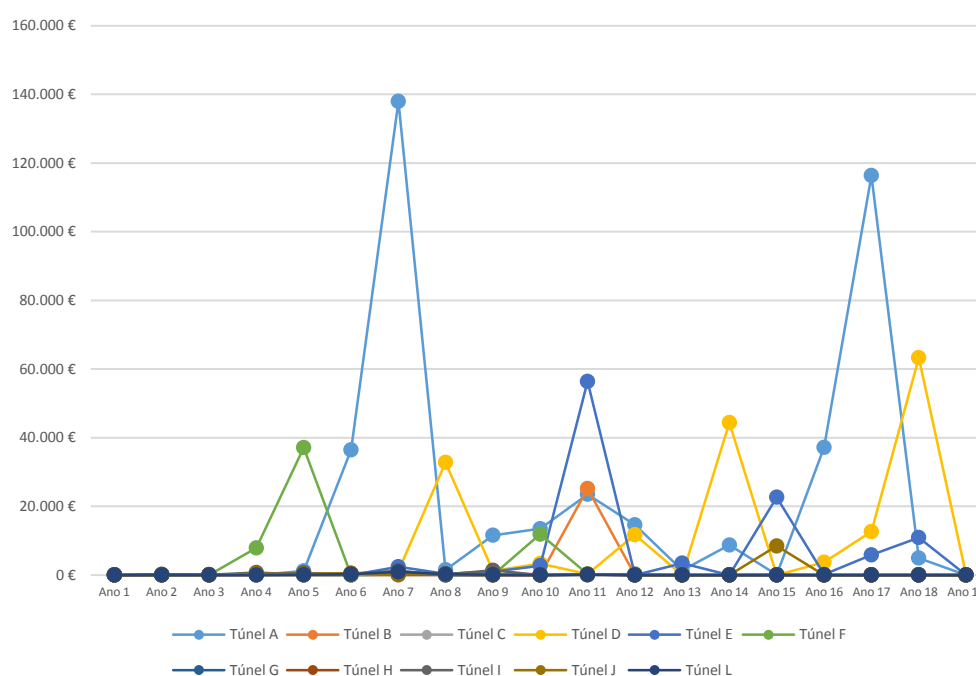


Figura 29 – Captação de custos da categoria B3.

Tabela 26 – Distribuição de custos, por túnel, relativos à categoria B1.

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19
Túnel A	- €	- €	- €	- €	114,23 €	77,36 €	197,00 €	- €	28,79 €	454,08 €	111,36 €	38 912,48 €	14 628,35 €	5 015,95 €	- €	5 161,06 €	- €	1 477,83 €	- €
Túnel B	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	142,44 €
Túnel C	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	206,82 €
Túnel D	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	3 074,50 €	835,21 €	- €	101,52 €	- €	- €	1 533,47 €	424,65 €	804,66 €
Túnel E	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	79,04 €	- €	- €	54 548,62 €	4 187,32 €	1 554,07 €	130,02 €	373,82 €	- €	2 311,52 €	514,15 €	529,20 €
Túnel F	- €	- €	- €	- €	- €	232,95 €	3 071,20 €	- €	- €	8 792,50 €	12 505,06 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Túnel G	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	250,00 €	84,85 €	- €	- €	- €	- €	8 667,81 €	1 320,00 €	- €	- €	- €	- €
Túnel H	- €	- €	- €	- €	- €	9,72 €	- €	- €	62,23 €	- €	- €	- €	- €	6 356,39 €	968,00 €	- €	- €	- €	- €
Túnel I	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	24,12 €	- €	- €	- €	- €	18 202,40 €	2 772,00 €	- €	- €	- €	- €
Túnel J	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	24,12 €	- €	- €	- €	- €	19 069,64 €	2 904,00 €	- €	- €	- €	- €
Túnel L	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	183,20 €	- €	- €	13 290,64 €	2 024,00 €	- €	- €	- €	- €

4.2 Discussão da aplicação do passo 8 da metodologia

Na Tabela 27 encontram-se discriminados os custos aos quais se conseguiu proceder a uma associação inequívoca a cada obra de arte. No entanto, com base nos valores anteriormente apresentados, logo se conclui que há ainda 52% dos custos para serem distribuídos ao longo das rubricas propostas.

A escassez de custos actuais associada a diversas rubricas despoleta uma acrescida dificuldade no que concerne a alguns pontos críticos da ACCV. Tal dificuldade inicia-se na categoria A: construção. Pela análise da Figura 23 confirma-se que, por mais que se detenha os custos de construção (ano 0) de alguns túneis, tal não permite extrapolar – por exemplo, através de um factor de proporcionalidade face ao comprimento do túnel – para as restantes obras de arte, pois os custos por metro de construção diferem consideravelmente. As oscilações prendem-se com as condicionantes por que as empresas de construção têm que passar para proceder à construção de tais obras de arte – na globalidade associadas à geotecnia do local -, ou até se se trata de um túnel construído ou não “a céu aberto”, onde posteriormente poderá ser repostos o relevo inicial do terreno.

Através das tabelas onde se encontram assinaladas as rubricas das quais se dispõe informação, constata-se que existem algumas lacunas na captação de tais valores, o que não permite uma leitura representativa da vida de cada túnel. Esta ideia é ainda sustentada por não se conseguir analisar o espólio da Vialitoral como um todo. Isto pelo facto de ser necessário discriminar os custos de cada túnel pelos seus anos de vida (ano 0, ano 1, ano 2, etc.) e não pelo ano fiscal (2012, 2013, 2014, etc.). Tal apreciação encontra-se pormenorizada no subcapítulo seguinte.

Complementarmente às análises até aqui efectuadas, é também possível realizar uma comparação entre as várias divisões na categoria destinada à fase de utilização (fase B). Através das Tabela 28 e Tabela 29 pode constatar-se que o consumo operacional de energia (aqui representados apenas os gastos de electricidade) é uma despesa com desproporção de custos face às restantes rubricas da fase de utilização. A categoria B6 representa um peso de 63% e 49% nos anos de 2014 e 2015, respectivamente.

Atente-se na categoria B4 – substituição, onde apenas em dois anos (do espectro estudado) não foram contabilizadas despesas no que concerne à substituição de qualquer peça associada à iluminação presente nos túneis, como se pode verificar na Figura 28. Isto leva a crer que as rubricas que influenciam directamente o consumo operacional de energia (B6) – como reparação das luminárias, substituição de lâmpadas – devem ser alvo de estudos, de modo a incutir poupanças ao longo dos anos.

Tabela 27 – Captação de custos por túnel, rubricas B1 e B2.

Rubrica/Ano	Até 2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
B1														
B1.1	651,20 €	- €	- €	- €	9,72 €	4 305,00 €	16 500,00 €	17 444,43 €	739,79 €	37,19 €	- €	3 801,06 €	95 494,93 €	5 698,00 €
B1.2	- €	- €	- €	- €	- €	142,87 €	- €	19,51 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
B1.3	816,20 €	- €	- €	- €	165,00 €	920,00 €	325,00 €	1 412,74 €	- €	1 953,95 €	- €	- €	89,50 €	22 265,22 €
B1.4	156,34 €	77,36 €	36,39 €	- €	- €	- €	542,72 €	- €	- €	- €	- €	156 047,34 €	14 789,60 €	2 686,41 €
B1.5	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	849,30 €	391,44 €
B1.6	73 312,00 €	13 627,63 €	21 193,28 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	4 169,05 €	20 034,03 €
B1.7	- €	- €	- €	- €	53,22 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	177,63 €	- €	- €
B1.8	118,21 €	- €	1 000,90 €	- €	88,79 €	107 837,80 €	2 083,55 €	36 447,92 €	739,79 €	8 606,98 €	- €	8 088,74 €	4 623,45 €	1 185,04 €
Total B1	75 053,95 €	13 704,99 €	22 230,57 €	- €	316,73 €	113 205,67 €	19 451,27 €	55 324,60 €	1 479,58 €	10 598,12 €	- €	168 114,77 €	120 015,83 €	52 260,14 €
B2														
B2.1	- €	- €	- €	5 172,18 €	20 250,74 €	3 192,59 €	17 996,69 €	38 862,22 €	4 591,43 €	- €	- €	- €	- €	- €
B2.2	- €	34 950,33 €	25 026,33 €	43 242,48 €	28 325,39 €	- €	- €	38,32 €	- €	- €	- €	28 830,50 €	8 776,20 €	24 615,85 €
B2.3	- €	- €	- €	43 242,48 €	28 325,39 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
B2.4	- €	1 894,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	6 010,20 €	- €	- €
B2.5	- €	9 091,75 €	41,73 €	19 815,87 €	114 949,53 €	- €	- €	11,42 €	- €	570,00 €	- €	73 102,65 €	3 025,37 €	4,96 €
B2.6	985,00 €	1 894,00 €	1 423,00 €	2 560,00 €	2 800,00 €	- €	- €	7 090,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
B2.7	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	516,00 €	- €	- €	- €	- €	- €
B2.8	- €	- €	- €	9,75 €	8 785,26 €	2 271,06 €	5 500,00 €	1 946,34 €	- €	15 128,02 €	- €	- €	3 545,47 €	- €
Total B2	985,00 €	47 830,08 €	26 491,06 €	114 042,76 €	203 436,30 €	5 463,65 €	23 496,69 €	47 948,29 €	5 107,43 €	15 698,02 €	- €	107 943,35 €	15 347,04 €	24 620,81 €

Tabela 27 – Captação de custos por túnel, rubricas B3, B4 e B5.

Rubrica/Ano	Até 2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
B3														
B3.1	1 045,26 €	293,29 €	2 260,02 €	927,20 €	4 560,40 €	4 630,37 €	3 839,24 €	4 021,79 €	- €	2 568,55 €	8 203,14 €	41 246,94 €	117 061,69 €	492,61 €
B3.2	1 163,09 €	13 495,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	11 090,97 €	- €	6 223,84 €	- €	2 362,63 €	586,39 €	4 689,63 €
B3.3	985,00 €	2 643,75 €	893,80 €	2 560,00 €	14 044,76 €	- €	14 580,00 €	71 267,00 €	45 729,01 €	388,77 €	201,86 €	7 368,46 €	9 000,48 €	- €
B3.4	- €	34 830,00 €	42 422,17 €	- €	- €	36 895,37 €	50 884,26 €	16 950,34 €	- €	23 481,54 €	- €	- €	- €	- €
B3.5	- €	- €	- €	24 613,48 €	- €	11 700,00 €	98 800,04 €	74 041,33 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
B3.6	- €	270,00 €	- €	2 849,37 €	799,13 €	3 943,55 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
B3.7	- €	- €	95 300,39 €	- €	3 606,86 €	68 905,00 €	8 022,04 €	23 294,75 €	141 158,43 €	11 236,69 €	20 660,75 €	12 280,00 €	82 113,24 €	- €
B3.8	3 516,62 €	2 354,00 €	1 363,35 €	827,80 €	6 868,77 €	838,76 €	952,00 €	- €	1 626,61 €	94,18 €	- €	- €	- €	- €
Total B3	6 709,97 €	53 886,04 €	142 239,73 €	31 777,85 €	29 879,92 €	103 513,05 €	177 077,58 €	200 666,18 €	188 514,05 €	43 993,57 €	29 065,75 €	63 258,03 €	208 761,80 €	5 182,24 €
B4														
B4.1	- €	- €	- €	- €	40 501,48 €	- €	19 231,40 €	34 580,52 €	- €	6 150,14 €	5 835,00 €	1 090,00 €	- €	- €
B4.2	- €	- €	- €	- €	1 167,00 €	- €	- €	908,00 €	- €	- €	- €	132,13 €	- €	- €
B4.3	- €	- €	4 380,00 €	- €	385,00 €	- €	643,28 €	1 232,55 €	- €	682,49 €	5 487,08 €	477,32 €	- €	- €
B4.4	- €	- €	- €	8 283,98 €	5 146,28 €	- €	- €	64,10 €	- €	- €	- €	3 421,88 €	- €	19 490,76 €
B4.5	- €	- €	5 774,95 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	35 127,00 €	- €	6 263,01 €
B4.6	- €	121,09 €	- €	- €	- €	- €	1 163,10 €	793,38 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Total B4	- €	121,09 €	10 154,95 €	8 283,98 €	47 199,76 €	- €	21 037,78 €	37 578,54 €	- €	6 832,63 €	11 322,08 €	40 248,33 €	- €	25 753,77 €
B5														
Total B5	18 149,50 €	- €	- €	1 140,00 €	- €	23 674,00 €	5 500,00 €	1 764,74 €	- €	- €	35,40 €	- €	10 682,69 €	1 727,16 €

Tabela 28 – Despesas associadas à fase de utilização no ano de 2014.

B1 - Utilização	B2 - Manutenção	B3 - Reparação	B4 - Substituição	B5 - Remodelação	B6 - Consumo Operacional de Energia
162 220,59 €	150 007,15 €	326 912,48 €	161,00 €	10 682,69 €	1 108 416,00 €

Tabela 29 – Despesas associadas à fase de utilização no ano de 2015.

B1 - Utilização	B2 - Manutenção	B3 - Reparação	B4 - Substituição	B5 - Remodelação	B6 - Consumo Operacional de Energia
628 508,71 €	213 364,09 €	17 449,69 €	63 080,07 €	8 934,57 €	885 661,00 €

A concessionária Vialitoral encontra-se alerta no que toca a alternativas associadas ao consumo energético. Como tal, efectuou um estudo com o objectivo de substituir as fontes de luz existentes por novas fontes de última geração, com elevado rendimento *lumen/watt*, bem como dos componentes associados por uns que permitam poupança energética e que tenham benefícios ambientais.

5 Estimativa dos custos do ciclo de vida (CCV)

5.1 Método de estimação dos CCV

Através da análise desenvolvida no capítulo 4, conclui-se que os dados disponibilizados são insuficientes para uma completa ACCV. Como tal, procedeu-se à distribuição dos custos que são tidos como gerais, na listagem fornecida pela Vialitoral.

As despesas totais dividem-se em duas categorias, as quais se encontram descritas na Tabela 30.

Neste capítulo de estimativa, distribuiu-se a categoria 2 de custos pelos túneis existentes. Foram, assim, efectuadas duas iterações. A primeira correspondeu a atribuir uma igual parcela a cada túnel, através da divisão dos custos de categoria 2 pelo número total de túneis.

Na segunda estimativa, para providenciar uma análise mais aproximada da realidade, subdividiu-se a categoria 2 na subcategorias 2.1 e 2.2, tal como se constata na Tabela 30. Esta divisão levou à atribuição de uma parcela distinta a cada túnel.

Atente-se na Tabela 31. Esta é o complemento da Tabela 27. Enquanto a primeira representa os custos de categoria 2, na Tabela 27 estão registados os custos associados à categoria 1. Tal como previamente exposto, a percentagem dos custos expostos à Tabela 31 preconiza cerca de 52% da totalidade das captações.

Tabela 30 – Categorização da distribuição de custos.

Categorias	Subcategorias		Descrição
Categoria 1	-	-	Custos que são directamente imputáveis a um túnel ou um conjunto de túneis.
Categoria 2	Subcategoria 2.1	Parcelas directamente proporcionais ao número de túneis.	Custos que geram dúvidas quanto a que obra(s) de arte está(ão) associada(s) às mesmas.
	Subcategoria 2.2	Parcelas directamente proporcionais ao comprimento dos túneis.	

5.2 Simulação da compilação e perfil temporal dos custos

Foram então efectuadas as duas análises com o intuito de se conseguir simular um estudo do custo do ciclo de vida.

Inicialmente distribuíram-se os custos pelo número de túneis e os mesmos foram adicionadas aos custos já anteriormente atribuídos a cada túnel.

Porém, tal distribuição não se assemelha à realidade, pois sabe-se que a globalidade das despesas não é directamente proporcional ao número de obras de arte dispostas. Através da comparação da Figura 29 com a Figura 30 – esta gerada após a primeira estimativa – denota-se um aumento dos custos ao longo dos anos. Muitos deles exibem iguais despesas – derivadas da divisão efectuada –, o que não permite assim tirar qualquer tipo de conclusão acerca da periodicidade da rubrica em análise.

O restante paralelismo (relativo à primeira iteração) entre categorias pode ser feito através da comparação com as figuras presentes do Anexo A.3, relativamente às categorias B1, B2 e B4.

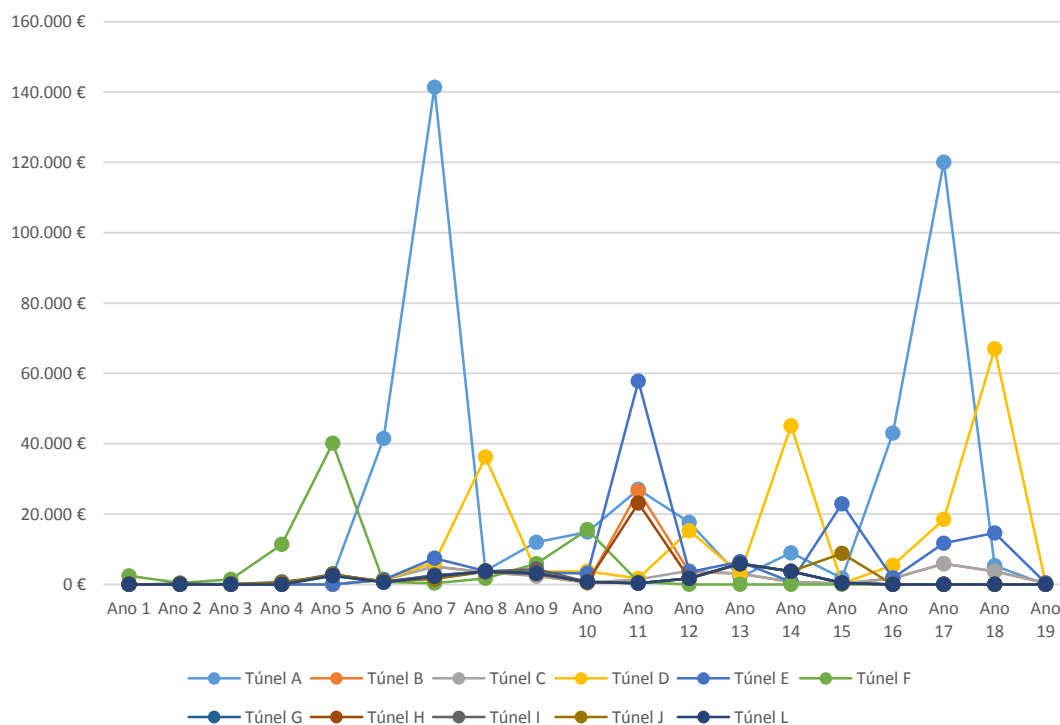


Figura 30 – Captação de custos da categoria B3, com igual atribuição de custos – simulado (1ª estimativa).

Na segunda iteração foi aplicada a seguinte lógica: filtragem das parcelas em custos de subcategoria 2.1 e custos de subcategoria 2.2, simultaneamente, e posterior conjugação das mesmas com as parcelas de categoria 1 - custos que são directamente imputáveis a um túnel ou um conjunto de túneis

A Tabela 32 surge após o desenvolvimento da segunda estimativa. Aqui encontram-se detalhados os custos da rubrica B1 (utilização), os quais representam a junção dos custos de categoria 1, subcategoria 2.1 e 2.2. Na referida tabela encontram-se dois tipos de parcelas:

- Parcelas compostas por custos directamente atribuídos ao túnel e custos simulados
- Parcelas compostas por custos totalmente simulados



Na Tabela 32 existe uma maioritária mancha azul, ou seja, a globalidade das rubricas teve que ser totalmente simulada. No entanto, enfatiza-se também o facto de não se registarem parcelas, nos túneis de A a L, em que o seu valor seja um custo totalmente atribuído ao túnel em questão. Atente-se na comparação da Tabela 32 (custos categoria 2) com a Tabela 26 (custos categoria 1).

Tabela 31 – Captação de custos por distribuir, categoria 2, rubricas B1 e B2.

Rubrica/Ano	Até 2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
B1														
B1.1	651,20 €	701,20 €	- €	370,53 €	7 966,75 €	2 666,94 €	- €	6 556,68 €	1 937,59 €	35 446,75 €	655,00 €	3 030,00 €	7 155,89 €	232 070,18 €
B1.2	- €	- €	- €	- €	108,41 €	145,42 €	- €	176,99 €	- €	14 034,07 €	13 833,00 €	5 855,00 €	154,10 €	16 118,40 €
B1.3	30,98 €	39,58 €	- €	- €	- €	- €	- €	840,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
B1.4	156,34 €	48,71 €	- €	- €	- €	- €	- €	93,86 €	- €	216,42 €	- €	- €	27,98 €	- €
B1.5	2 065,00 €	1 337,30 €	18 075,00 €	- €	- €	- €	201,00 €	974,50 €	350,88 €	618,00 €	- €	- €	33 925,95 €	128,81 €
B1.6	- €	- €	104,72 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	1 702,50 €	- €	- €
B1.7	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	643,60 €	- €	- €	- €	- €	247 514,46 €
B1.8	1 008,46 €	56,25 €	671,50 €	- €	41 764,99 €	5 231,60 €	1 025,84 €	8 546,83 €	24 548,93 €	2 421,49 €	- €	6 341,12 €	940,84 €	80 416,72 €
Total B1	3 911,98 €	2 183,04 €	18 851,22 €	370,53 €	49 840,15 €	8 043,96 €	1 226,84 €	17 188,86 €	27 481,00 €	52 736,73 €	14 488,00 €	16 928,62 €	42 204,76 €	576 248,57 €
B2														
B2.1	13 180,01 €	2 100,00 €	- €	8 517,21 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	1 672,56 €	- €
B2.2	- €	- €	- €	3 424,72 €	- €	- €	128 746,26 €	82 060,81 €	- €	- €	- €	- €	11 701,00 €	6 118,24 €
B2.3	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
B2.4	- €	- €	- €	- €	- €	- €	300,00 €	129,60 €	- €	- €	- €	- €	- €	300,09 €
B2.5	- €	902,00 €	275,00 €	779,50 €	14 206,92 €	6 519,90 €	35 348,63 €	51 556,52 €	2 783,80 €	9 537,49 €	7 015,97 €	56 057,49 €	120 420,60 €	177 922,94 €
B2.6	904,00 €	- €	9 221,76 €	- €	3 528,00 €	- €	3 582,00 €	2 932,52 €	72,50 €	- €	334,30 €	725,00 €	693,75 €	3 376,00 €
B2.7	- €	- €	- €	- €	- €	19 642,75 €	37 337,45 €	35 174,25 €	175,45 €	- €	- €	- €	172,20 €	90,96 €
B2.8	- €	6 000,00 €	- €	- €	- €	11 700,00 €	782,00 €	6 370,40 €	- €	- €	- €	- €	- €	935,05 €
Total B2	14 084,01 €	9 002,00 €	9 496,76 €	12 721,43 €	17 734,92 €	37 862,65 €	206 096,34 €	178 224,10 €	3 031,75 €	9 537,49 €	7 350,27 €	56 782,49 €	134 660,11 €	188 743,28 €

Tabela 31 – Captação de custos por distribuir, categoria 2, rubricas B3, B4 e B5.

Rubrica/Ano	Até 2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
B3														
B3.1	13 239,03 €	- €	- €	5 616,53 €	12 639,79 €	- €	3 274,08 €	448,77 €	- €	- €	- €	52 971,49 €	- €	- €
B3.2	7 175,68 €	- €	8 896,60 €	- €	- €	727,65 €	6 741,09 €	35 489,86 €	20 885,16 €	1 101,24 €	- €	15,95 €	2 108,22 €	9 636,42 €
B3.3	452,00 €	32 623,50 €	9 221,76 €	- €	- €	23 867,20 €	44 754,00 €	49 996,25 €	1 472,40 €	5 450,94 €	167,15 €	126 967,24 €	99 099,76 €	1 988,98 €
B3.4	- €	- €	24 226,90 €	57 542,83 €	- €	- €	- €	- €	- €	574,60 €	- €	1 410,00 €	16 942,70 €	642,05 €
B3.5	- €	97 439,00 €	46 012,43 €	13 174,72 €	- €	11 700,00 €	48 826,50 €	2 587,50 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
B3.6	945,85 €	- €	- €	- €	- €	4 427,68 €	6 322,99 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
B3.7	- €	- €	- €	- €	- €	225,52 €	2 465,54 €	- €	- €	- €	70,80 €	- €	- €	- €
B3.8	13 300,00 €	1 244,00 €	57,95 €	341,25 €	- €	15 975,00 €	- €	8 386,84 €	- €	250,00 €	54 145,69 €	6 136,00 €	- €	- €
Total B3	35 112,56 €	131 306,50 €	88 415,64 €	76 675,33 €	12 639,79 €	56 923,05 €	112 384,20 €	96 909,22 €	22 357,56 €	7 376,78 €	54 383,64 €	187 500,68 €	118 150,68 €	12 267,45 €
B4														
B4.1	5 152,85 €	- €	- €	1 825,61 €	- €	87,70 €	- €	71,02 €	4 235,36 €	- €	- €	- €	161,00 €	2 763,00 €
B4.2	- €	592,00 €	194 267,00 €	- €	- €	- €	- €	3 492,00 €	111,70 €	- €	- €	1 265,00 €	- €	- €
B4.3	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	60,82 €	- €	160,16 €	- €	- €
B4.4	- €	- €	4 758,08 €	7 449,48 €	- €	7 043,85 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	34 563,30 €
B4.5	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	5 957,17 €	- €	- €	- €	- €	- €
B4.6	- €	- €	807,00 €	- €	- €	928,77 €	- €	- €	665,98 €	- €	- €	- €	- €	- €
Total B4	5 152,85 €	592,00 €	199 832,08 €	9 275,09 €	- €	8 060,32 €	- €	3 563,02 €	10 970,21 €	60,82 €	- €	1 425,16 €	161,00 €	37 326,30 €
B5														
Total B5	- €	2 170,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	3 419,35 €	- €	- €	7 207,41 €

Tabela 32 – Distribuição de custos, por túnel, relativos à categoria B1 – simulação.

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19
Túnel A	- €	- €	- €	- €	258,95 €	313,83 €	915,51 €	11,25 €	5 775,06 €	988,54 €	1 338,20 €	40 906,39 €	15 870,25 €	11 006,64 €	1 630,90 €	6 587,37 €	4 286,92 €	48 727,45 €	- €
Túnel B	- €	- €	- €	- €	- €	144,72 €	42,40 €	718,51 €	11,25 €	1 039,05 €	257,81 €	1 226,84 €	357,53 €	278,92 €	1 097,53 €	309,24 €	418,38 €	952,93 €	14 544,58 €
Túnel C	- €	- €	- €	- €	- €	144,72 €	46,07 €	718,51 €	11,25 €	1 128,05 €	263,04 €	1 226,84 €	388,47 €	297,13 €	1 190,04 €	334,23 €	347,44 €	1 015,97 €	15 230,03 €
Túnel D	- €	- €	- €	- €	- €	144,72 €	123,13 €	718,51 €	11,25 €	2 997,10 €	3 447,39 €	2 062,05 €	1 038,21 €	781,03 €	3 132,92 €	859,00 €	2 371,12 €	2 764,41 €	28 870,25 €
Túnel E	- €	- €	- €	- €	- €	144,72 €	157,58 €	797,55 €	11,25 €	3 832,73 €	54 970,62 €	5 414,16 €	2 882,77 €	980,49 €	4 375,38 €	1 093,63 €	3 328,09 €	3 445,76 €	34 425,90 €
Túnel F	11,25 €	6 883,52 €	601,30 €	1 226,84 €	2 389,25 €	1 707,57 €	10 244,07 €	1 950,21 €	1 669,82 €	13 884,90 €	67 690,52 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Túnel G	- €	144,72 €	19,77 €	718,51 €	11,25 €	490,20 €	225,56 €	1 476,84 €	251,58 €	166,63 €	527,00 €	155,14 €	300,86 €	9 232,01 €	11 892,23 €	- €	- €	- €	- €
Túnel H	- €	144,72 €	14,45 €	718,51 €	11,25 €	369,88 €	217,91 €	1 226,84 €	183,76 €	140,03 €	391,82 €	118,62 €	273,01 €	6 828,49 €	10 632,79 €	- €	- €	- €	- €
Túnel I	- €	144,72 €	41,38 €	718,51 €	11,25 €	1 014,33 €	256,36 €	1 226,84 €	373,05 €	273,86 €	1 071,83 €	302,29 €	413,09 €	19 155,82 €	17 001,62 €	- €	- €	- €	- €
Túnel J	- €	144,72 €	43,42 €	718,51 €	11,25 €	1 063,77 €	259,27 €	1 226,84 €	390,24 €	283,98 €	1 123,22 €	316,18 €	423,67 €	20 040,08 €	17 478,66 €	- €	- €	- €	- €
Túnel L	- €	144,72 €	30,16 €	718,51 €	11,25 €	742,38 €	240,38 €	1 226,84 €	254,40 €	218,23 €	972,33 €	225,94 €	354,86 €	14 033,45 €	14 355,92 €	- €	- €	- €	- €

Através da segunda simulação gerou-se o gráfico da Figura 31. Aqui já se denota uma distribuição mais desigual dos valores associados a cada túnel, ou seja, verifica-se uma maior personalização de cada obra de arte.

Como havia sido previamente analisado, os valores máximos associados ao túnel A mantêm-se e consegue também notar-se alguma regularidade no túnel D. Neste verifica-se um primeiro máximo no ano oito e um último – maior – no 18º ano, ou seja, volta novamente a ser notado um possível intervalo de dez anos entre os valores máximos de reparações. Os custos associados a este túnel assumem-se crescentes ao longo dos anos, o que poderá indicar que as despesas associadas à reparação vão aumentando ao longo da sua vida útil.

O túnel E assume o seu maior valor de reparação no décimo primeiro ano de existência, o que suscita alguma relação de proximidade com a frequência entre máximos denotada nos custos dos túneis A e D – cerca de dez anos.

Os gráficos das restantes categorias – associados à segunda estimativa – encontram-se expostos no Anexo A.4. Para uma análise complementar entre os casos simulados, sugere-se que sejam comparadas as figuras presentes nos Anexos A.2, A.3 e A.4.

Somente não foi efectuada uma análise mais pormenorizada da categoria B5 – remodelação, pois a mesma representa apenas 1% da totalidade das despesas captadas e, como tal, não levaria a que fossem obtidas conclusões significativas.

Relativamente à categoria B3, mesmo após a segunda iteração, não é possível retirar nenhuma conclusão acerca da periodicidade das intervenções de reparação, pois a evolução do traçado de custos não é regular.

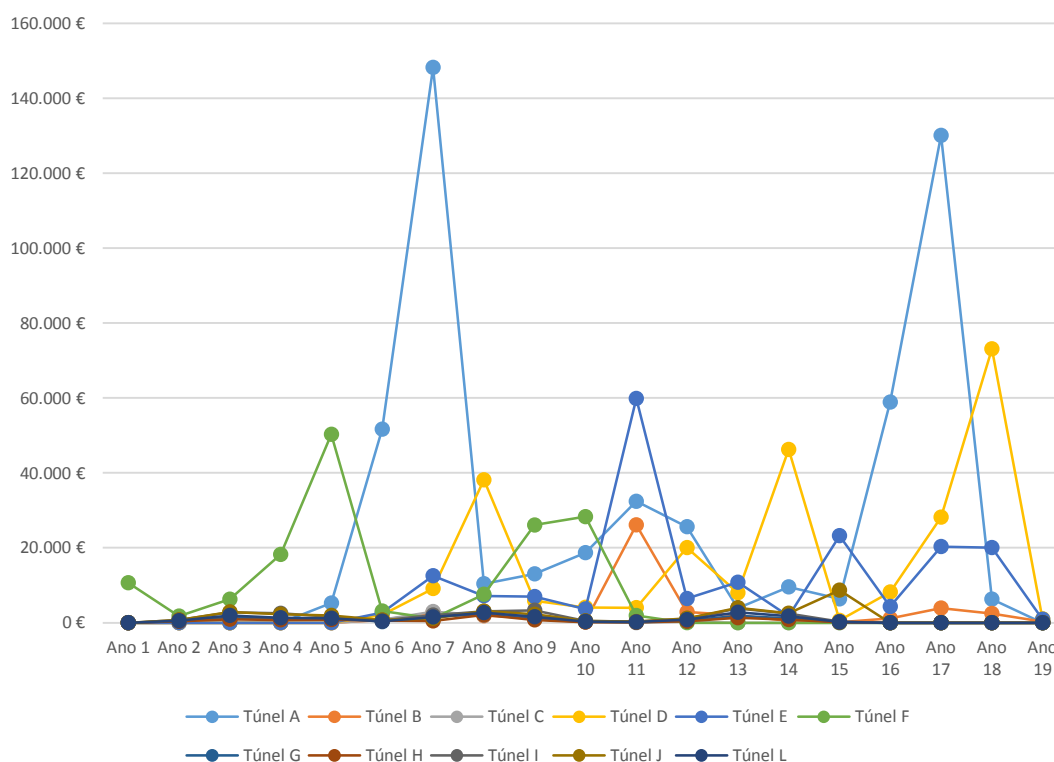


Figura 31 – Captção de custos da categoria B3, com dois critérios de separação de custos – simulação (2ª estimativa).

No conjunto de túneis seleccionado para este estudo mais individualizado, destaca-se a menor alteração sofrida pelos túneis A e D, comparativamente aos restantes. Estes dois túneis destacam-se pela maior densidade de dados a si associados, figurados através dos custos de categoria 1. Tal constatação converge para a necessidade de filtragem mais específica dos custos.

Nos restantes túneis, onde a maioria dos valores foi distribuída através de critérios menos rigorosos (iterações associadas aos custos das subcategorias 2.1 e 2.2), verifica-se realmente o aumento dos valores das rubricas ao longo das iterações efectuadas, porém acredita-se que os gráficos gerados não correspondem às despesas que foram realmente tidas em cada obra de arte.

Deste modo, pretende então ressaltar-se a importância da organização e estruturação das despesas que cada empresa responsável pela manutenção de túneis deve ter. Como tal, sugere-se que sejam registados os gastos com base nas rubricas e subrubricas sugeridas no capítulo 3. Esta sugestão permite também à concessionária verificar se a sua calendarização de intervenções tem vindo a ser cumprida, o que leva, conseqüentemente, a uma melhor dinâmica na gestão do activo físico.

5.3 Análise da estimativa

Com todo o trabalho desenvolvido até então, é possível concluir a necessidade de implementação de um completo sistema de captação de custos. Isto, no âmbito desta dissertação, prende-se com a inexequível aplicabilidade da análise do custo de ciclo de vida, levando também ao menor domínio das necessidades que vêm sendo recorrentes em cada túnel, para que também se consiga proceder a uma optimização dos custos.

Pela Figura 32 constata-se que, à excepção das categorias B3 e B5, todas as outras evidenciam uma gama de custos da categoria 2 maioritária face aos custos associados à categoria 1: 56%, 58% e 57%, respectivamente B1, B2 e B4.

Assim, apesar das simulações efectuadas, e visto que o panorama real aponta para grandes percentagens de incerteza, sugere-se que seja levado a cabo o método de captação até aqui descrito.

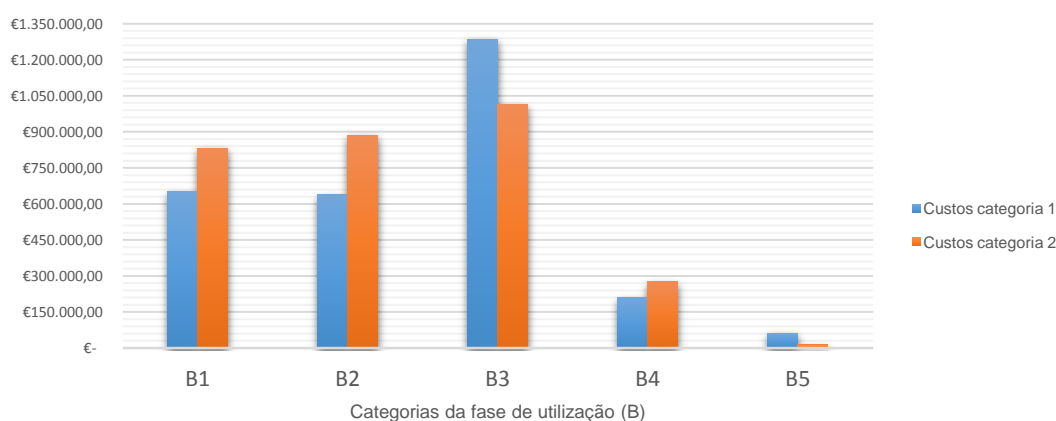


Figura 32 – Balanceamento entre os custos directamente imputáveis a cada túnel e custos que não têm custos associados, face a cada rubrica.

6 Conclusão

6.1 Conclusões

A presente dissertação teve como intuito adaptar a metodologia da análise do custo de ciclo de vida ao tipo de obras de arte em análise – túneis rodoviários – e, posteriormente, testar a aplicabilidade de tal método, tendo como base o caso de estudo desenvolvido através dos dados provenientes da Vialitoral.

O estudo permitiu abordar duas vertentes que têm que estar presentes aquando de estudos relacionados com a gestão de activos físicos: esquematização da metodologia e recolha e análise de dados. Através da metodologia exposta no capítulo 3, conseguiu-se esquematizar, para qualquer tipo de túnel, os passos a percorrer para a realização de uma análise do custo de ciclo de vida. No entanto, ao tentar aplicar-se a referida metodologia ao caso de estudo concluiu-se que tal não seria possível, devido à natureza incompleta dos dados.

O caso de estudo, figurado pela concessionária Vialitoral, permitiu mostrar que é importante a discriminação de todas as despesas tidas ao longo dos anos. Tal ilacção surge pelo facto de não conseguir retirar conclusões acerca das periodicidades associadas a cada rubrica, pois os dados disponíveis estão incompletos. A ausência desta informação implica a impossibilidade de aplicação do passo 8 da metodologia, presente no subcapítulo 3.2.

A captação de todos os custos conduz para um domínio das necessidades de cada obra de arte e das intervenções mais frequentes das mesmas. Com isto, seria então possível estabelecer, por exemplo, uma associação entre as intervenções e/ou actividades que suscitasse maior necessidade de intervenção e o tipo de construção de cada túnel.

A discretização da informação não só permite os benefícios acima descritos como também poderá ser tido como um elemento chave em situações inesperadas, como por exemplo uma alteração de chefia ou até mesmo o término do período de concessão. Caso a empresa disponha da informação categorizada e organizada do modo como é sugerido ao longo do capítulo 3, os dados podem ser lidos, analisados e estudados por alguém que se encontre fora do contexto empresarial da concessionária.

Apesar de terem sido estimados dois cenários para combater as lacunas na captação de dados por parte da concessionária – divisão dos custos gerais pelo número de túneis e divisão dos custos gerais tendo em conta se se tratavam de despesas inerentes ao comprimento dos túneis ou ao número de obras de arte –, sugere-se que a Vialitoral não dê continuidade aos mesmos pois, devido à elevada percentagem de custos sem associação directa a cada túnel (52%), crê-se que as simulações se encontram distantes da realidade constatada ao longo dos anos de concessão. No entanto, enfatiza-se a maior regularidade notada nos casos em que os túneis dispunham de uma superior quantidade de dados a si associada.

O desenvolvimento da presente dissertação permitiu focar a necessidade de desenvolvimento de ACCV às obras de arte em estudo, pelo que se conclui que a análise deverá ser projectada para os restantes activos físicos pertencentes à gama de estruturas de engenharia.

6.2 Desenvolvimentos futuros

No que toca a desenvolvimentos futuros sugere-se que, dentro de um espectro considerável – por exemplo, dez anos – se volte a testar a aplicabilidade da análise do custo de ciclo de vida relativamente aos túneis pertencentes ao espólio estudado. Porém, deve proceder-se à mesma aplicação, mas tendo outro cliente como base, permitindo assim analisar se as peculiaridades definidas permitem efectivamente espelhar o custo do ciclo de vida de túneis rodoviários. Propõe-se que, através da associação método/tipo de construção-comprimento do túnel-manutenção, seja desenvolvido um *software* capaz de estimar os custos necessários ao longo da vida útil do túnel, partindo apenas da introdução dos dados relativos ao desenvolvimento da obra de arte e ao método de construção que será aplicado.

Bibliografia

- Almeida, J. (2013). Sistema de Gestão de Pontes com Base em Custos de Ciclo de Vida, tese de doutoramento.
- Almeldt, S. (2012). Modelling life time costs of maintenance in hard rock tunnels. Gothenburg, Sweden: CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, tese de mestrado.
- Angeles, J. V. (24 de Junho de 2011). The Development of a Life Cycle Cost Model for Railroad Tunnels. Massachusetts, Cambridge, Estados Unidos da América: Massachusetts Institute of Technology, tese de mestrado.
- Ashworth, A. (1996). Estimating the life expectancies of building components in life cycle costing calculations. *Structural Survey* , 14 , 2, 4-8, artigo científico.
- British Standards Institution. (2008). PAS 55-1: Asset Management. Part 1: Specification for the optimized management of physical assets. *ISO 55000 Standards for Asset Management - Introduction* . (B. S. Institution, Ed.)
- CEN, 2015. *EN 16627 - Sustentabilidade das obras de construção; Avaliação do desempenho económico de edifícios; Método de cálculo*. s.l.:s.n.
- Concessões Rodoviárias da Madeira S.A. , V. (2012). Obtido em 29 de 05 de 2016, de <http://www.vialitoral.com>
- da Cruz Moreira, C. M. (2006). Túneis, uma herança ancestral rumo ao futuro. *BDigital* , 93-113, artigo.
- de Brito, J., Rodrigues, V., & Alves, E. (2014). Túneis Rodoviários na Ilha da Madeira. In C. P. Subterrâneas, *Túneis em Portugal/Tunneling in Portugal* (p. 120). Lisboa, Portugal: Raúl Sarra Pistone e António Pinto da Cunha, livro.
- Flanagan, R., & Norman, G. (1988). Life Cycle Costing: Teory and Practice. *RICS* . London: Surveyors publications Ltd, artigo científico.
- H. K. Jun, J. H. (2007). Life Cycle Cost Modeling for Railway Vehicle. *How ProRail Successfully outsourced maintenance* . Seoul, relatório.
- Hunaumura, T. (2001). Underground space development and tunneling technology. In S. & Adachi et al (eds), *Modern Tunneling Science and Technology* (Vol. II, pp. 1127-1137). A. A. Balkema Publishers, livro.
- ISO 15686-5 Buildings and constructed assets - Service-life planning Part 5: Life-cycle costing. Genebra : International Organization for Standardization, 2008.
- ISO 55000 - Asset management - Overview, principles and terminology. Genebra : International Organization for Standardization, 2014.
- ISO 55001 - Asset Management - Management systems - Requirements. *ISO 55001 - Asset Management - Management systems - Requirements*. Genebra : International Organization for Standardization, 2012.
- Ji, S., & Seo, J. (30 de Maio de 2011). Development of Network Level Management System of Road Facilities Based on the Asset Management Concept, artigo científico.

- Langdon, D. (2007b). Life cycle costing (LCC) as a contribution to sustainable construction
Guidance on the use of LCC Methodology and its application in public procurement - Final
guidance. *Davis Langdon Management Consulting* .
- Lefebvre, B. (s.d.). *Life cycle cost*. Obtido em Dezembro de 2015, de Umwelt Bundesamt:
<http://www.umweltbundesamt.de/en/topics/economics-consumption/green-procurement/life-cycle-costing>, artigo online.
- Management, T. I. (Fevereiro de 2012). Asset Management - an anatomy. *An Asset Management System* , 12. Reino Unido, Inglaterra, publicação.
- Monteiro, B. (2014). Túneis das Redes Rodoviárias Nacional e Transeuropeia. In C. P. Subterrâneas, *Túneis em Portugal/Tunneling in Portugal* (p. 40). Lisboa, Portugal: Raúl Sarra Pistone e António Pinto da Cunha, apresentação Microsoft PowerPoint.
- Morais, L., & Marques, A. (17 de Outubro de 2012). Obtido em 23 de Maio de 2016, de www.modcs.org/wp-content/uploads/2012/10/Analise-de-Sensibilidade.pptx, apresentação Microsoft PowerPoint.
- Moretti, L., Cantisani, G., & Di Mascio, P. (22 de Outubro de 2015). Tunneling and Underground Space Technology. *Management of road tunnels: Construction, maintenance and lighting costs* , 84-89. Roma, Itália: Sapienza University of Rome, artigo científico.
- Rail System*. (2015). Obtido em 2007 de Abril de 2016, de Web site de Rail System: <http://www.railssystem.net/cut-and-cover/>, artigo online.
- Reidy, R., Davis, M., Coony, R., Gould, S., Mann, C., & Sewak, B. (Outubro de 2005). Guidelines for Life Cycle Cost Analysis. Stanford University Land and Buildings, publicação.
- Rocha, J. (Outubro de 2015). Análise de custos do ciclo de vida de pontes ferroviárias. Lisboa, Portugal, tese de mestrado.
- Rodrigues, J. (Outubro de 2014). O custo do ciclo de vida de edifícios como suporte à gestão de activos físicos construídos. Lisboa, Portugal, tese de mestrado.
- Schneiderova Heralova, R. (2014). Life Cycle Cost optimization within decision making on alternative designs of public buildings, p. 459, artigo científico.
- The CILECCTA partners. (2013). Sustainability within the Construction Sector. *CILECCTA - Life Cycle Costing and Assessment* . Oslo, Norway: SINTEF Building and Infrastructure.
- Thewes, M., Schwarz, J., Engelhardt, S., & Vogt, P. (s.d.). The economic optimization of tunnels by applying the life-cycle cost analysis. Alemanha, artigo científico.
- Vogt, P. (31 de Julho de 2012). Modell für die Lebenszykluskostenanalyse von Straßentunneln unter Beachtung technischer und finanzieller Unsicherheiten. Bochum, Alemanha: Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften, tese de doutoramento.
- Woodward, D. G. (Dezembro de 1997). Life cycle costing - Theory, information acquisition and application. *International Journal of Project Management* , 335-344, artigo científico.

Anexos

Anexo A.1 – Tabelas-resumo face à captação de custos

Tabela 33 – Resumo da informação acerca dos túneis e das rubricas captadas, com atribuição de custos.

Túnel	Sentido Crescente (m)	Sentido Decrescente (m)	Ano de Construção	Construção	Utilização								Manutenção							
				A5	B1.1	B1.2	B1.3	B1.4	B1.5	B1.6	B1.7	B1.8	B2.1	B2.2	B2.3	B2.4	B2.5	B2.6	B2.7	B2.8
Ribeira Brava	1805	1800	1997	-	13 378,02 €	-	2 212,38 €	77,36 €	-	682,71 €	-	49 828,02 €	20 727,11 €	53 169,33 €	-	1 733,44 €	23 805,53 €	3 160,19 €	-	4 958,08 €
Amoreira	142	130	2000	-	-	-	453,07 €	-	-	-	-	-	-	14,50 €	-	-	-	-	-	-
Campanário	336	310	1996	-	-	-	-	-	-	-	-	142,44 €	3 215,99 €	38,32 €	-	-	-	-	-	-
Vera Cruz	345	354	1996	-	206,82 €	-	-	-	-	-	-	-	-	13 366,41 €	4 436,68 €	-	-	-	-	-
Quinta Grande	942	932	1996	-	4 011,23 €	-	413,22 €	-	424,65 €	-	-	1 924,91 €	9 961,90 €	11 875,21 €	11 875,21 €	6 911,05 €	36 628,56 €	945,08 €	-	5 047,60 €
Cabo Girão	1200	1200	1996	-	4 288,09 €	-	920,92 €	170,00 €	424,65 €	-	-	58 424,10 €	-	15 221,35 €	15 221,35 €	1 064,43 €	45 592,73 €	2 698,02 €	-	13 355,03 €
Caldeira	304	210	1996	-	-	-	216,59 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alforra	418	368	1996	-	-	-	159,16 €	-	-	-	-	102,55 €	3 932,34 €	-	-	-	-	-	-	-
Preces	280	280	1996	-	-	-	1 996,83 €	-	-	-	-	34,40 €	-	10 692,40 €	3 548,62 €	-	-	-	-	5 700,10 €
Quinta do Leme	200	161	1996	-	-	-	27,72 €	-	-	-	-	-	-	2 083,26 €	2 083,26 €	-	-	-	-	9,75 €
João Abel de Freitas	581	568	2000	-	1 525,84 €	142,87 €	120,49 €	155 890,08 €	-	1 885,38 €	-	1 137,20 €	7 419,03 €	23 277,85 €	6 618,08 €	-	24 775,30 €	171,36 €	-	2 561,76 €
Marmeleiros	738	705	2000	-	-	-	151,29 €	1 496,33 €	-	2 370,55 €	-	1 181,10 €	9 881,42 €	29 256,99 €	8 310,00 €	-	24 483,48 €	215,16 €	-	1 520,36 €
Pestana Júnior	143	-	1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 645,89 €	1 645,89 €	-	-	-	-	-
Quinta da Palmeira	264	243	2000	-	1 319,02 €	-	53,22 €	-	-	-	-	-	-	6 173,04 €	2 923,47 €	2 923,47 €	-	-	-	1 319,02 €
João Gomes	140	138	1996	-	-	-	25,00 €	-	-	-	-	1 167,66 €	1 587,18 €	14,82 €	-	-	-	-	-	118,56 €
Jardim Botânico	208	210	1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 386,63 €	22,28 €	-	-	-	-	-
Pinheiro Grande	382	378	1997	-	913,62 €	-	7 326,65 €	-	-	-	-	382,33 €	5 999,27 €	4 373,69 €	4 373,69 €	-	-	-	-	-
Cancela	353	354	1997	-	21 369,75 €	-	6 825,35 €	542,72 €	-	-	-	-	5 515,83 €	3 320,40 €	-	-	1 425,96 €	-	-	-
Abegoaria Oeste	315	315	2000	7 242 868,72 €	19 588,40 €	-	1 410,12 €	-	-	-	-	-	4 251,09 €	4 025,77 €	3 992,20 €	-	1 348,70 €	-	-	5,00 €
Abegoaria Este	360	300	2000	8 337 128,35 €	20 521,64 €	1 452,00 €	24,12 €	-	-	-	-	-	4 434,42 €	12 601,77 €	4 182,31 €	-	1 412,92 €	-	-	5,25 €
Mão de Deus	230	230	2000	4 372 229,98 €	14 302,64 €	-	1 012,00 €	-	-	-	-	183,20 €	-	-	-	-	984,77 €	-	-	3,66 €
Gaula (Norte)	-	160	2000	-	10 087,59 €	-	704,00 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-	685,04 €	-	-	2,54 €
Santa Cruz Oeste	150	150	2000	5 223 071,23 €	9 327,81 €	-	860,00 €	-	-	-	-	334,85 €	-	-	-	-	642,24 €	-	-	2,38 €
Santa Cruz Este	110	110	2000	5 169 354,28 €	6 850,11 €	-	484,00 €	-	-	-	-	62,23 €	60,54 €	-	-	-	470,98 €	-	-	1,75 €
Santa Catarina	240	240	2000	4 866 950,12 €	89,12 €	-	-	-	-	-	-	637,50 €	-	-	-	-	-	-	-	-
Queimada	730	745	2004	8 023 244,92 €	-	19,51 €	-	16 003,33 €	6 162,67 €	53 839,73 €	-	522,05 €	7 311,94 €	-	-	-	26 399,23 €	3 764,93 €	-	1 554,06 €
Piquinho	460	437	2004	4 963 345,31 €	-	-	-	-	-	-	-	28,00 €	-	-	-	-	470,95 €	-	-	-
Fazenda	180	162	2004	1 886 845,88 €	-	-	395,51 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Duplo Caniçal	2160	2140	2004	43 038 494,60 €	3 197,95 €	-	-	-	-	15 503,28 €	-	5 900,48 €	-	-	-	-	2 008,63 €	-	292,72 €	610,78 €
Portais	740	700	2004	14 700 106,82 €	-	-	-	-	-	3 137,27 €	-	-	-	-	-	-	26 987,02 €	-	98,03 €	-
Palmeira	900	940	2004	18 783 469,83 €	1 090,00 €	-	-	-	-	21 911,26 €	-	6 935,44 €	-	-	-	-	5 409,92 €	-	125,26 €	-
			Total	-	435 115,24 €	50 587,77 €	28 872,38 €	174 879,47 €	58 917,18 €	134 143,21 €	248 388,91 €	340 076,74 €	115 535,63 €	425 856,43 €	71 567,87 €	8 633,89 €	703 940,04 €	42 121,83 €	93 109,06 €	62 973,35 €

Tabela 33 – Resumo da informação acerca dos túneis e das rubricas captadas, com atribuição de custos.

Túnel	Reparação								Substituição						Remodelação
	B3.1	B3.2	B3.3	B3.4	B3.5	B3.6	B3.7	B3.8	B4.1	B4.2	B4.3	B4.4	B4.5	B4.6	B5
Ribeira Brava	158 867,91 €	19 183,90 €	14 346,03 €	116 897,63 €	-	823,03 €	96 199,06 €	2 289,44 €	23 610,94 €	781,50 €	6 571,20 €	19 490,76 €	5 774,95 €	146,10 €	3 300,02 €
Amoreira	186,70 €	-	-	-	-	37,25 €	-	315,17 €	-	-	-	-	-	-	-
Campanário	-	-	-	25 163,85 €	-	-	-	-	3 215,99 €	-	-	-	-	-	386,95 €
Vera Cruz	326,38 €	-	-	-	-	70,00 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quinta Grande	94,66 €	1 035,93 €	56 537,90 €	3 554,36 €	-	328,13 €	109 200,36 €	3 700,55 €	9 371,32 €	-	373,31 €	3 421,88 €	-	318,15 €	5 745,66 €
Cabo Girão	6 086,55 €	1 326,70 €	2 879,40 €	26 070,45 €	-	444,05 €	67 269,89 €	1 668,53 €	5 835,00 €	111,70 €	138,72 €	582,80 €	-	14,42 €	6 509,35 €
Caldeira	89,14 €	-	-	-	-	45,00 €	-	-	-	-	-	-	263,00 €	-	-
Alforra	-	-	-	-	-	-	-	936,61 €	3 932,34 €	-	-	-	-	347,88 €	470,65 €
Preces	-	-	-	1 062,13 €	24 613,48 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-	335,44 €
Quinta do Leme	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	515,99 €
João Abel de Freitas	2 638,08 €	3 457,98 €	9 604,44 €	-	-	564,52 €	22 866,42 €	373,95 €	17 561,03 €	1 401,02 €	-	2 526,47 €	-	-	688,86 €
Marmeleiros	794,87 €	6 942,02 €	-	-	-	117,50 €	-	-	5 873,33 €	75,71 €	393,49 €	7 685,93 €	-	-	864,98 €
Pestana Júnior	94,89 €	-	-	-	-	184,39 €	-	-	-	-	-	-	-	-	171,32 €
Quinta da Palmeira	373,43 €	-	-	-	-	-	-	130,65 €	1 950,59 €	-	5 487,08 €	-	-	-	304,29 €
João Gomes	204,30 €	-	158,47 €	929,97 €	-	144,00 €	-	4 045,03 €	1 067,45 €	-	-	-	11 957,18 €	-	166,53 €
Jardim Botânico	528,39 €	-	-	-	-	-	-	45,67 €	1 605,01 €	-	-	-	-	-	357,80 €
Pinheiro Grande	-	3 524,23 €	-	27 242,74 €	-	373,07 €	-	-	4 644,41 €	-	-	-	-	-	1 368,87 €
Cancela	1 238,94 €	-	-	430,68 €	167 666,37 €	344,46 €	-	-	4 326,63 €	-	62,04 €	-	-	-	1 337,72 €
Abegoaria Oeste	2 636,44 €	-	-	1 194,90 €	-	52,50 €	-	-	3 849,97 €	-	55,21 €	-	-	135,78 €	161,96 €
Abegoaria Este	1 161,02 €	14,87 €	-	-	-	601,69 €	-	-	6 268,68 €	-	57,84 €	-	-	142,25 €	19,45 €
Mãe de Deus	1 378,24 €	-	-	-	-	52,50 €	-	21,82 €	-	-	40,31 €	-	-	99,14 €	118,29 €
Gaula (Norte)	298,71 €	-	-	1 926,97 €	-	499,75 €	-	690,00 €	-	-	28,04 €	-	35 127,00 €	-	-
Santa Cruz Oeste	1 566,07 €	-	-	-	-	580,97 €	-	77,15 €	-	-	26,29 €	-	-	189,85 €	-
Santa Cruz Este	605,26 €	-	-	-	-	626,98 €	-	-	-	-	19,28 €	-	-	155,37 €	56,55 €
Santa Catarina	470,27 €	-	-	640,00 €	-	1 018,18 €	-	323,46 €	-	-	-	-	-	-	183,48 €
Queimada	3 523,27 €	3 258,93 €	5 585,00 €	-	-	724,55 €	169 766,88 €	2 026,76 €	5 667,45 €	-	-	1 333,49 €	-	-	11,36 €
Piquinho	-	-	5 118,59 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 017,00 €	6,91 €
Fazenda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11 976,63 €
Duplo Caniçal	267,93 €	710,23 €	47 486,77 €	-	-	-	8 050,98 €	708,73 €	-	-	34,92 €	-	-	-	33,10 €
Portais	-	-	3 434,68 €	-	-	-	-	-	-	190,52 €	-	-	-	-	-
Palmeira	7 897,05 €	2 133,49 €	16 036,33 €	-	-	-	2 800,00 €	-	-	132,13 €	5 487,08 €	-	-	-	1 059,43 €
Total	279 340,18 €	132 389,42 €	565 724,07 €	306 802,76 €	417 195,00 €	19 558,57 €	469 418,13 €	118 200,70 €	121 685,07 €	201 934,83 €	13 508,70 €	90 221,71 €	53 122,13 €	4 479,31 €	63 770,25 €

Anexo A.2 - Captação de custos

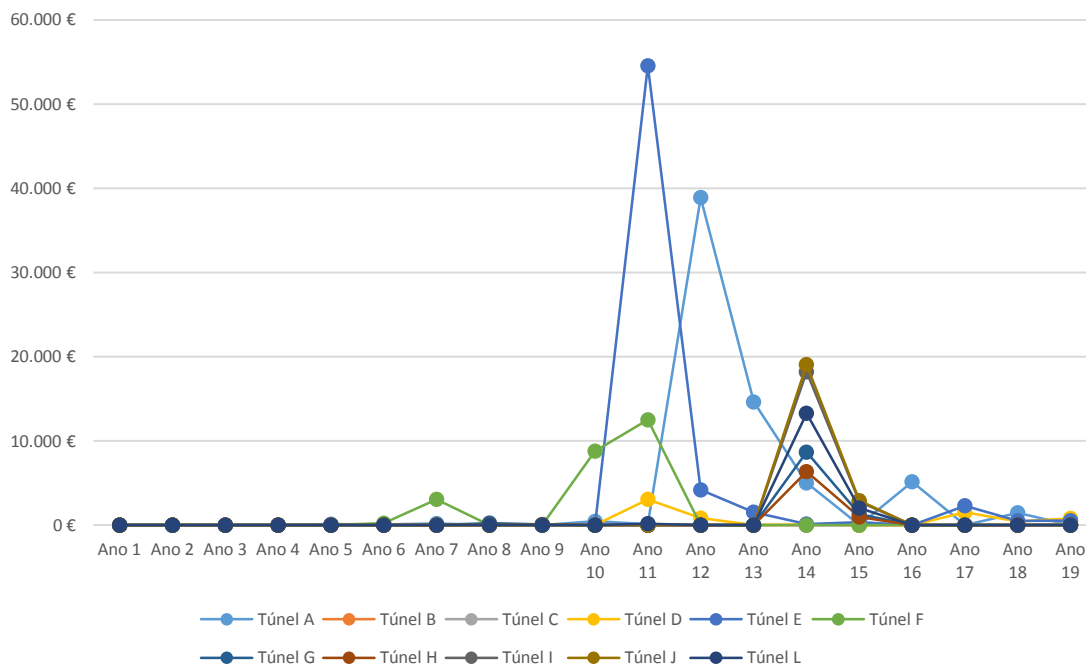


Figura 33 – Captação de custos da categoria B1.

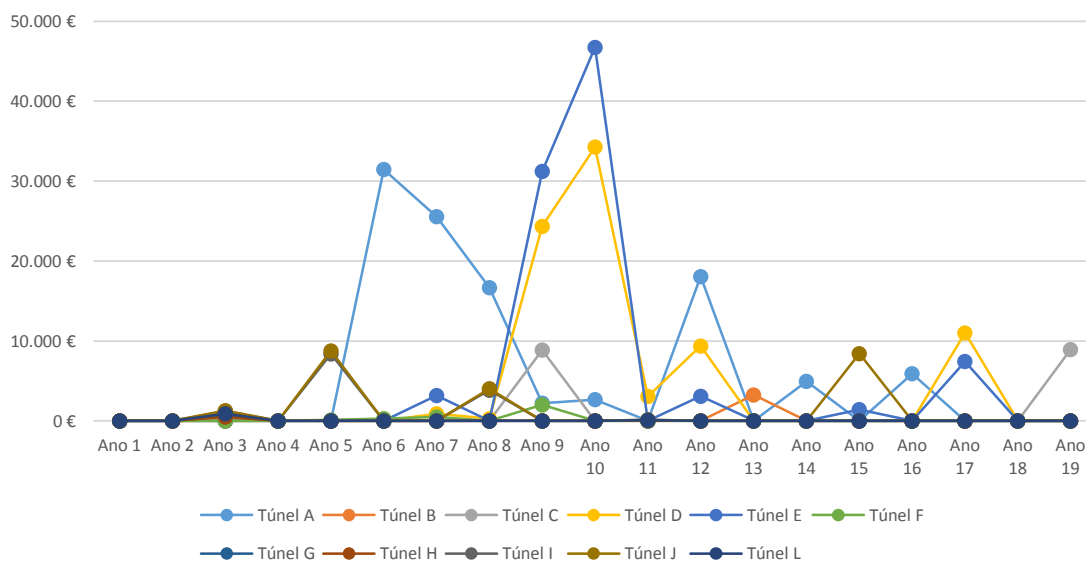


Figura 34 – Captação de custos da categoria B2.

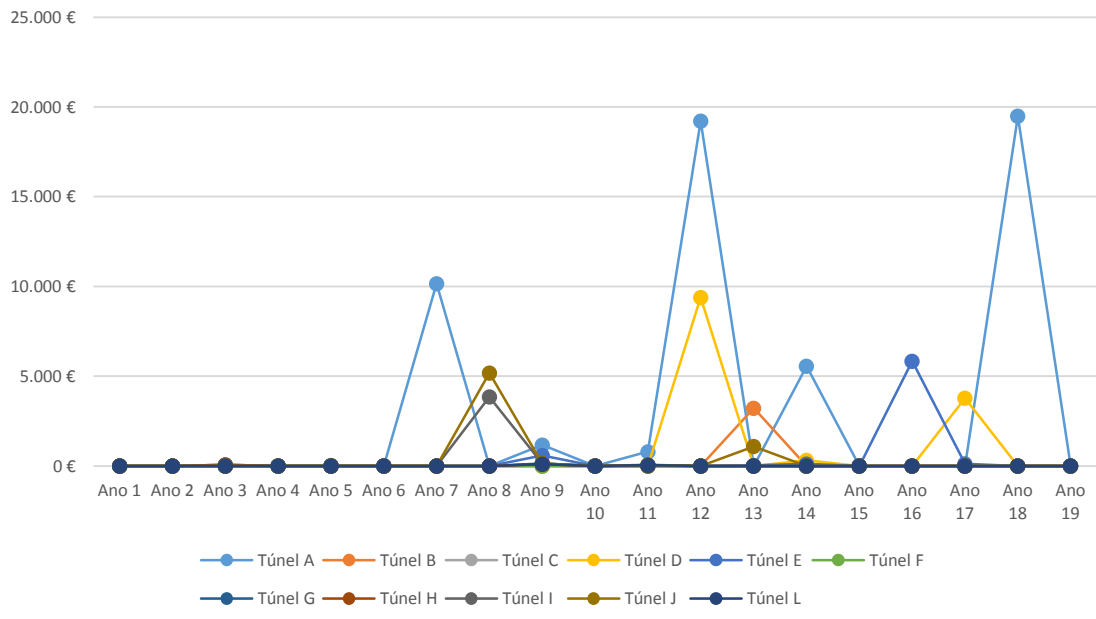


Figura 35 – Captação de custos da categoria B4.

Anexo A.3 - Captação de custos, com igual atribuição de custos – simulado (1ª estimativa)

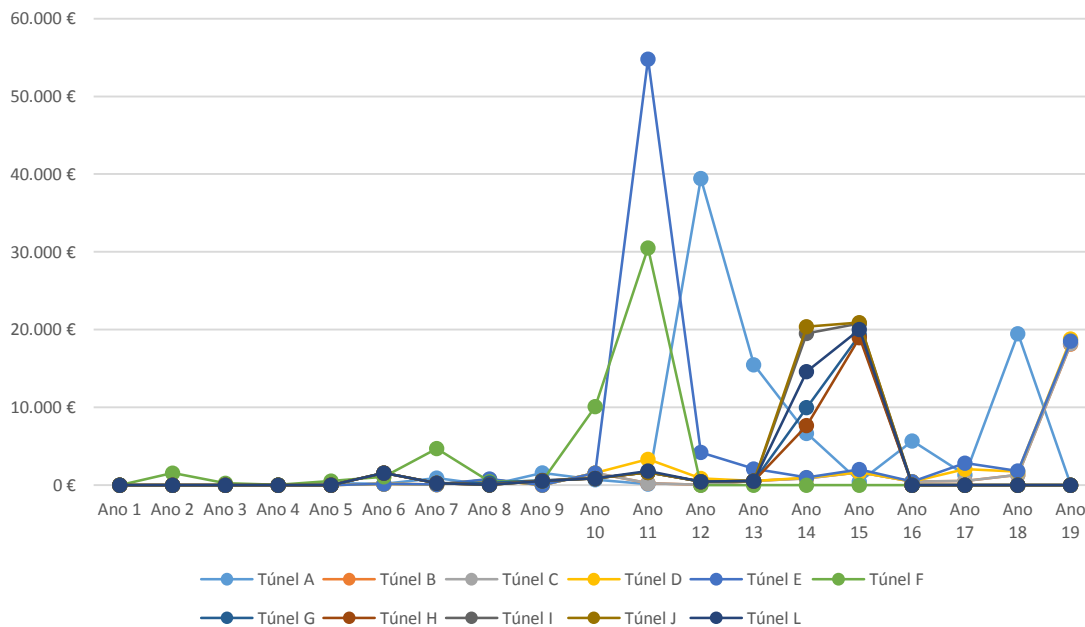


Figura 36 – Captação de custos da categoria B1, com igual atribuição de custos – simulado (1ª estimativa).

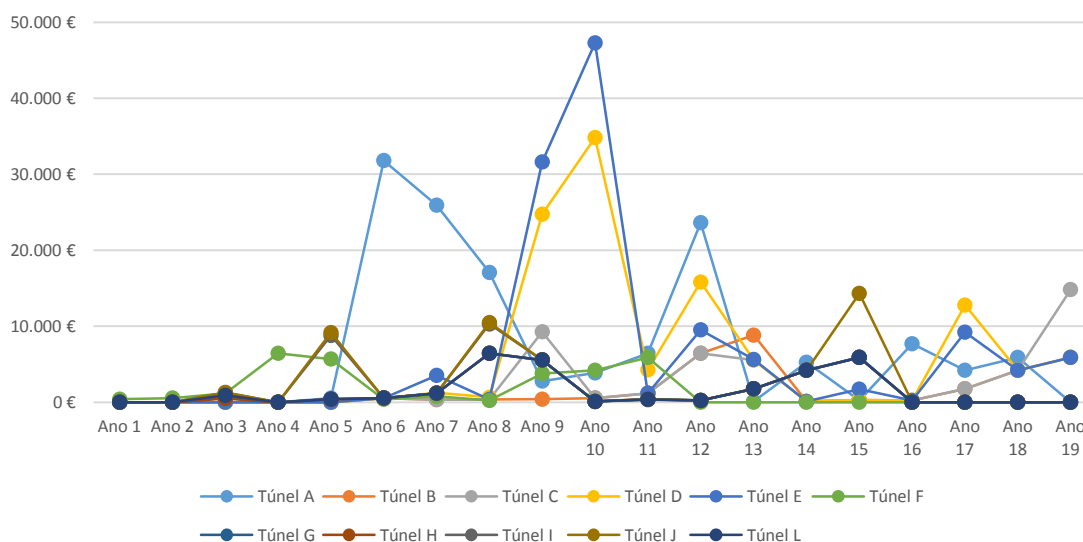


Figura 37 – Captação de custos da categoria B2, com igual atribuição de custos – simulado (1ª estimativa).

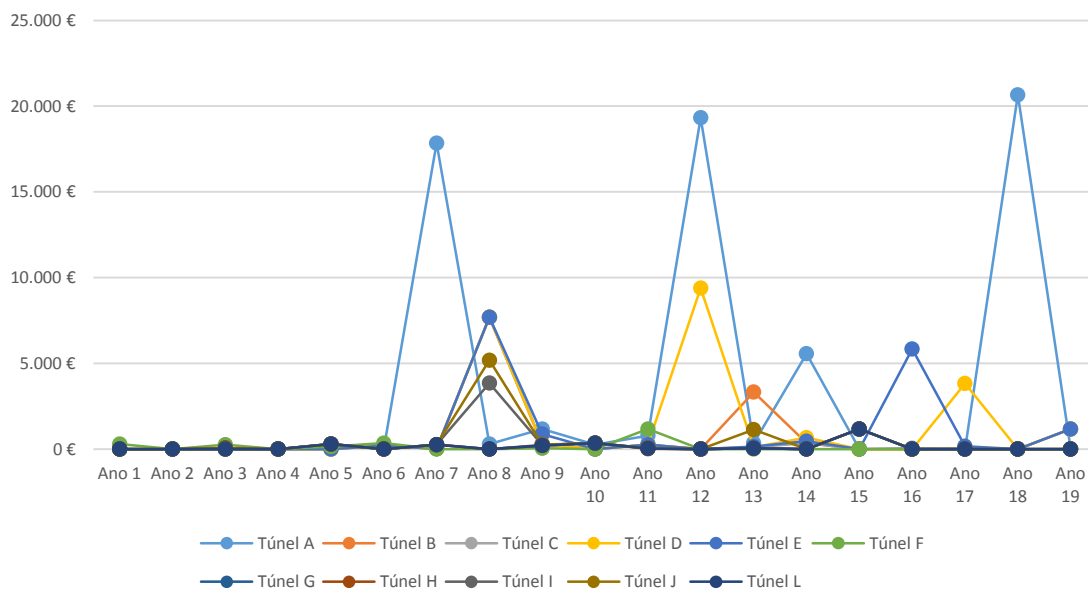


Figura 38 – Captação de custos da categoria B4, com igual atribuição de custos – simulado (1ª estimativa).

Anexo A.4 - Captação de custos, com dois critérios de separação de custos – simulado (2ª estimativa)

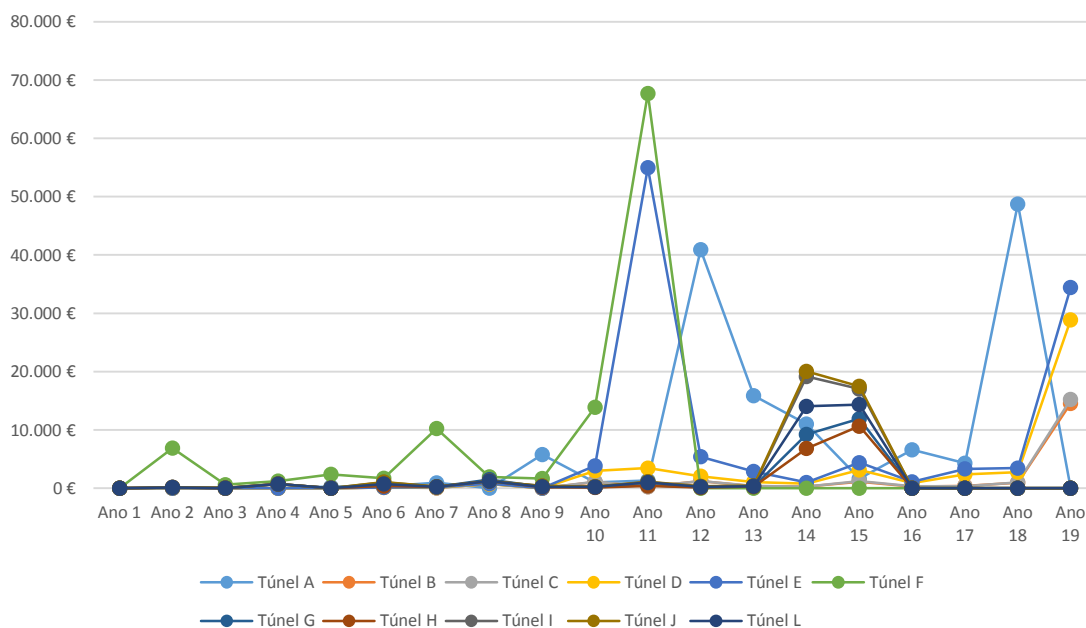


Figura 39 – Captação de custos da categoria B1, com dois critérios de separação de custos – simulado (2ª estimativa).

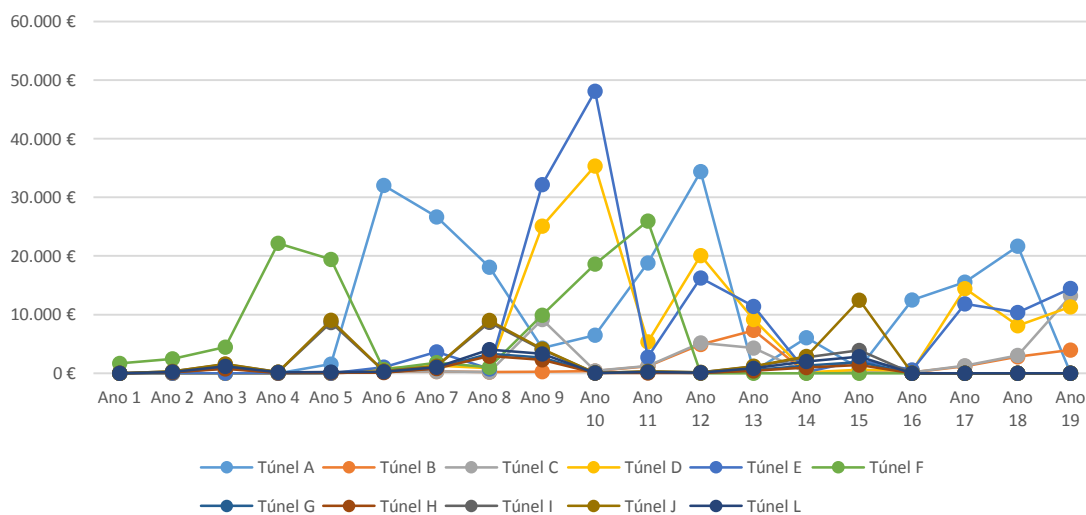


Figura 40 – Captação de custos da categoria B2, com dois critérios de separação de custos – simulado (2ª estimativa).

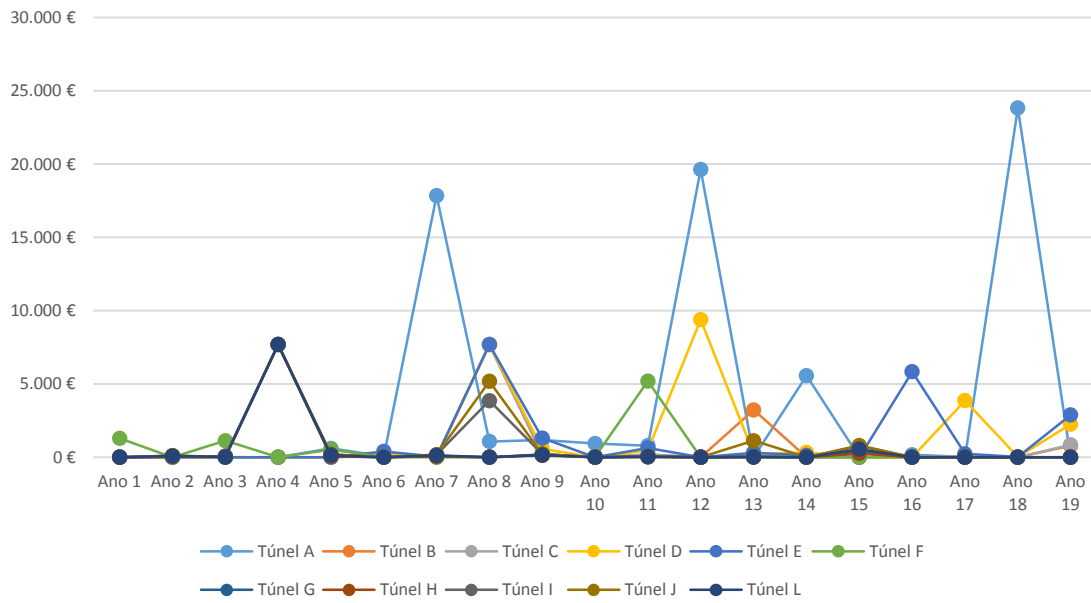


Figura 41 – Captação de custos da categoria B4, com dois critérios de separação de custos – simulado (2ª estimativa).