



SIMPÓSIO
TAREFAS E FUNÇÕES FUTURAS DA ENGENHARIA CIVIL:
SUSTENTABILIDADE E ENERGIA

GEQUALTEC

INOVAÇÃO
NA CONSTRUÇÃO

ENERGIA
E CONSTRUÇÃO

ENGENHARIA
CIVIL SUSTENTÁVEL

CONSTRUIR
PARA
GERAÇÕES FUTURAS

5-6 DE NOVEMBRO
FEUP
PORTO - PORTUGAL

U. PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

LIVRO DE ATAS DO SIMPÓSIO
TAREFAS E FUNÇÕES FUTURAS DA ENGENHARIA CIVIL: SUSTENTABILIDADE E ENERGIA
GEQUALTEC 2015
5-6 NOVEMBRO, PORTO – PORTUGAL



Os artigos são da exclusiva responsabilidade dos seus autores.

Editado por:

Hipólito Sousa

Bárbara Rangel

Alfredo Soeiro

Com o apoio de:



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO NORTE



COMISSÕES

Comissão Organizadora

Alfredo Soeiro
Ana Vaz Sá
Bárbara Rangel
Hipólito Sousa
João Poças Martins
Pedro Meda
Rui Calejo
Vítor Abrantes

Comissão Local

Alfredo Soeiro
Bárbara Rangel
Hipólito Sousa
Alcina Pereira
Amelia Azeredo
Lurdes Lopes
Manuel Carvalho

www.fe.up.pt/gequaltec2015

Depósito Legal: 400435/15

ISBN: 978-972-752-187-6

Organização:



Em cooperação com:



Apoio:



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO NORTE



PREFÁCIO

A sustentabilidade do mundo tornou-se uma preocupação premente para a sociedade, especialmente para as gerações mais jovens. Recursos energéticos tornam-se mais escassos e caros. A tendência é que essas características vão piorar no futuro próximo. A profissão da Engenharia Civil tem uma grande responsabilidade na abordagem destas duas questões globais.

Engenheiros Civis têm os conhecimentos, as atitudes e as capacidades para ajudar o mundo a ser um lugar melhor com perspectivas positivas para o futuro. Estas são as principais motivações para o Simpósio do Gequaltec no Porto em 2015. Os interessados em Engenharia Civil (professores, investigadores, engenheiros, empresas, agências governamentais, associações profissionais, ONGs) são convidados a participar, compartilhar e debater ideias inovadoras, os resultados de investigação e os currículos educativos durante este evento. O Simpósio GEQUALTEC 2015 é o fórum ideal para nos encontrarmos e elaborar propostas para um futuro melhor da Engenharia Civil.

Porto, Novembro de 2015

A Comissão Organizadora

TÓPICOS

ENERGIA E CONSTRUÇÃO

Materiais novos ecológicos na construção sustentável para edifícios do século XXI

Soluções energéticas eficientes em edifícios novos

Nova geração de sistemas e materiais eficientes

INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO

Reabilitação, renovação e reconstrução para um ambiente construído sustentável

BIM e construção sustentável: formação e prática

Inovação nos processos de educação e de formação na construção sustentável

ENGENHARIA CIVIL SUSTENTÁVEL

Gestão sustentável de água e resíduos

Avaliação da qualidade na construção sustentável

Análise de ciclo de vida na Engenharia Civil

CONSTRUIR PARA GERAÇÕES FUTURAS

Minimização e gestão de resíduos no estaleiro

Engenharia Civil num mundo sustentável

Reabilitação responsável do ambiente construído

ÍNDICE

Análise comportamental sobre as causas do decaimento inicial dos edifícios.....1	
<i>Rui Calejo Rodrigues, Patrícia Fernandes Rocha, Joana Azevedo</i>	
Metodologia para a integração de sistemas solares ativos na envolvente de edifícios7	
<i>Luís Leite, Hipólito Sousa</i>	
Setorização da maior zona de abastecimento do sistema aumenta a eficácia do controlo de perdas e a fiabilidade da rede de distribuição de água do Porto13	
<i>Fernanda Lacerda, Flávio Oliveira</i>	
Utilização de modelos BIM para a verificação automática de planos de acessibilidades19	
<i>João Rodrigues, João Poças Martins, Bárbara Rangel</i>	
A ideia de sustentabilidade no processo de reabilitação do Centro Histórico do Porto: o Edifício Padaria25	
<i>Ricardo Santos, Diana Barros, Luís Pinto de Faria</i>	
Processo construtivo – fases, atribuições, objetivos gerais e requisitos de informação33	
<i>Pedro Mêda, Hipólito Sousa, Joaquim Moreira</i>	
Desenvolvimento de BIM em Portugal: Contributo para um sector AEC sustentável41	
<i>M.J. Falcão Silva, F. Salvado, P. Couto, A. Vale e Azevedo</i>	
Proposta de método de cálculo do coeficiente de depreciação na avaliação imobiliária49	
<i>Rui Calejo Rodrigues, Francisco Braga, Nelson Bento Pereira</i>	
Sustentabilidade nas edificações: o contributo da água quente sanitária55	
<i>Marco Cunha Miranda</i>	
Otimização de processos de controlo da qualidade em obra através de análise SWOT61	
<i>Rui Calejo Rodrigues, Maria João Barroso</i>	
Aplicação de análise custo-benefício na gestão sustentável de infraestruturas de águas.....69	
<i>Maria João Falcão Silva, Filipa Salvado, Paula Couto</i>	
Revisão da qualidade do projeto - Uma nova ferramenta para o futuro do controlo da qualidade em obra.....77	
<i>Rui Calejo Rodrigues, Helena Rodrigues</i>	
Revestimento e protecção química do betão em infra-estruturas de saneamento com ambientes agressivos.....83	
<i>Gonçalo Bento, Vitor Vinagre, Humberto Gonçalves</i>	

Caracterização acústica de pavimentos da Casa Burguesa Portuense	91
<i>Rui Calejo Rodrigues, Dóris Queirós, Rogério Silva</i>	
Processos de reabilitação de caixas de visita como processo de controlo de infiltrações e garantia de estanquicidade	97
<i>Humberto Gonçalves, Fernando Cruz</i>	
Reabilitação de condutas de grande diâmetro - Método Espiral SPR PE	109
<i>Humberto Gonçalves, Katy Rademacher</i>	
Eficiência no gerenciamento dos resíduos da construção civil com a adoção do sistema integrado de bolsa de resíduos no Brasil	115
<i>Elisabeth Maria Ferreira Severo, Hipólito José Campos de Souza</i>	

ANÁLISE COMPORTAMENTAL SOBRE AS CAUSAS DO DECAIMENTO INICIAL DOS EDIFÍCIOS

Rui Calejo Rodrigues¹, Patrícia Fernandes Rocha², Joana Azevedo³

¹ Professor, CEES, Gequaltec/Construct, FEUP (PORTUGAL)

² Arquiteta, Investigadora, CEES, Gequaltec/Construct, FEUP (PORTUGAL)

³ Aluna de Mestrado Integrado, FEUP (PORTUGAL)

Resumo

Tem-se observado no parque edificado recente a presença de anomalias que não seriam expectáveis na fase inicial do comportamento em serviço. Vários estudos apontam como principais causas de anomalias em edifícios, erros de projeto e de execução, uma fraca qualidade dos materiais e uma ausência de manutenção. Perante estas constatações torna-se premente o desenvolvimento de estudos e modelos que permitam identificar e perceber as diferentes causas que vão influenciar o ciclo de vida dos edifícios e em particular, o decaimento inicial em serviço.

O trabalho que se apresenta pretende contribuir para o aprofundamento do conhecimento acerca das causas das anomalias construtivas e funcionais de um edifício decorrentes da entrada inicial em serviço, e da importância que as decisões tomadas durante a fase de projeto e execução têm no eventual futuro desenvolvimento das mesmas, para além do contributo que podem ter os agentes de degradação a que o edifício estará sujeito.

A relevância deste estudo, prende-se com a verificação de que a degradação precoce dos elementos que compõem o edifício, está muito associada a erros de projeto e de execução, que se reflete prematuramente após a sua entrada em serviço.

Os resultados validados com a análise de um caso de estudo permitem refletir acerca da importância que possui um correto diagnóstico para a identificação das causas das anomalias a que um edifício se encontra sujeito, e em consequência disso, concluir que a degradação prematura verificada nos edifícios se deve, em muito dos casos, a erros decorrentes das fases de projeto e execução e não necessariamente ao comportamento em serviço.

Palavras-chave: Decaimento inicial, Comportamento em Serviço, Anomalias, Diagnóstico, Fases de Projeto e Execução, Manutenção de Edifícios.

1 INTRODUÇÃO

A crença de que é preferível utilizar um edifício até um estado de deterioração total, em detrimento da implementação de uma manutenção periódica, é ainda, um pressuposto considerado pelo cidadão comum. Deste modo, é necessário aprofundar conhecimentos, no sentido de se procurar baixar os consumos energéticos e custos de manutenção. Como tal, é importante procurar soluções de construção mais flexíveis e mais versáteis, e desta forma, contribuir para o incremento da vida útil dos edifícios. Além disso, a manutenção ao invés de outras especializações ainda se encontra com um défice de definição de conteúdos devendo existir uma preocupação, por parte dos especialistas.

Estando um edifício associado a componentes estáticos e uma indústria (maquinarias) associada a componentes dinâmicos, o tema da manutenção industrial apresenta maior desenvolvimento em relação à manutenção de edifícios. Os componentes dinâmicos e o desgaste associado a este, são mais visíveis, dado que as peças se encontram em movimento e a sua degradação é direta. Neste sentido, percebe-se que a entrada em serviço de uma peça é mais facilmente abordada ao invés de um edifício que não tem demonstrações diretas. Em suma, todas as construções e elementos se degradam logo desde o dia em que são concluídos.

No caso dos edifícios, este processo de envelhecimento acaba por acontecer de uma forma prolongada - durante vários anos - o que não deixa de ter a sua importância, visto estarmos cada vez mais perante uma sociedade onde os recursos escasseiam. Na Fig. 1 é possível analisar a evolução no tempo do nível de desempenho de um edifício. Sucede que, logo após a entrada em serviço, este pode apresentar um decaimento prematuro de desempenho, conforme se pode verificar:

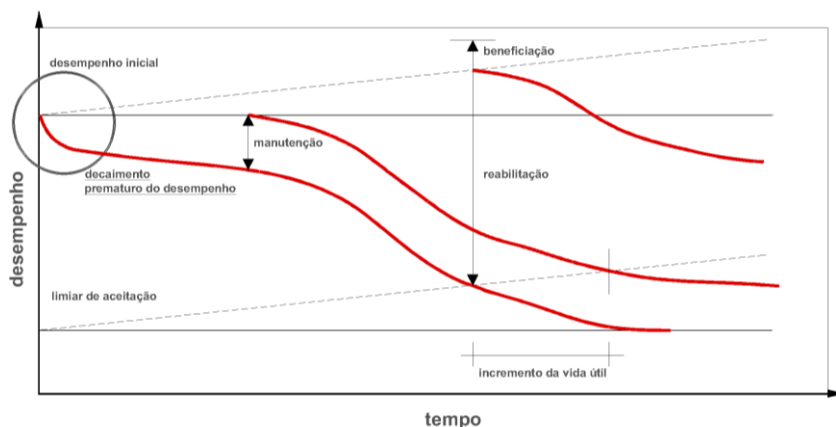


Fig. 1 – Evolução no tempo do nível de desempenho de um edifício.

Cada obra é baseada num protótipo que pretende garantir uma vida útil para cada edifício cingindo-se às exigências de desempenho e funcionais que lhe são requeridas. Na construção não há um molde que permita aplicar o mesmo método de execução em todas as obras (por muito que se pretenda). Por exemplo, um projeto de edifícios de habitação que seja repetido, por muito que se pretenda que sejam executados da mesma forma, estes acabarão apenas por ser idênticos e não iguais.

A elaboração de um projeto implica que cada um possua características diferentes. É um facto de que a produção da construção é em grande parte efetuada em estaleiro com condições nem sempre adequadas à produção de uma fase, tanto ao nível das condições atmosféricas, como das estruturas de apoio, acessos e circulação por parte dos operários à obra. Como tal, subentende-se que existe uma quantidade infinita de soluções para a construção, deixando padecer a standardização de produtos e processos, bem como a ausência de produção em série para que a qualidade possa ser assegurada e mais garantida.

1.1 Âmbito

Para se potenciar um aumento da qualidade dos edifícios importa efetuar um estudo das anomalias construtivas e funcionais mais frequentes que estes apresentam, para que desta forma, se possa analisar as respetivas causas que originam problemas na construção. Ainda caracterizada por uma indústria que recorre a mão-de-obra, em regra, pouco qualificada e sem capacidade em relação à crescente evolução tecnológica das indústrias, a construção civil em Portugal continua a ser assinalada por uma atividade com dificuldades na organização e planeamento do processo construtivo que inclui a promoção, planeamento, conceção e projeto, execução e utilização.

A identificação dos erros na construção baseia-se no estudo dos sintomas e manifestações das anomalias construtivas, nas várias hipotéticas causas, como a responsável pela ocorrência de uma determinada anomalia [2]. Deve-se ainda referir que *“Um equipamento bem mantido dura 30% a 40 % mais do que um mal mantido”* [1]. Na construção a implementação de materiais de deficiente qualidade, de um expediente a processos construtivos incorretos ou inadequados, de uma incorreta utilização dos equipamentos, de uma gestão deficiente dos espaços e, numa análise mais vasta, o desrespeito pela importância dos espaços exteriores dos edifícios, pelo planeamento urbano e pela integração paisagística, são as causas para que não exista coerência na qualidade de todos os projetos.

2 METODOLOGIA

2.1 Enquadramento da Problemática

Foi identificado para o efeito, um edifício como objeto de estudo, cuja conclusão da obra tem cerca de um ano e que, aparentemente, se encontra muito bem equipado, com capacidade de fornecer tudo o que seria necessário para dinamizar a sua utilização, encontrando-se ao abrigo do prazo de garantia desde 16 de Dezembro de 2013, data em que foi efetuada a receção provisória da obra.

Esta obra foi distinguida em Setembro de 2014 com uma certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) devido às suas práticas de gestão ambiental exemplares. Após este

grande passo na procura de uma maior sustentabilidade do edifício, ainda mais esforços foram implementados para permitir uma redução no orçamento final, o que correspondeu a alterações às medidas de projeto estabelecidas inicialmente, mas evitando que existam elementos inferiores ao necessário. Contudo, ao longo do primeiro ano de vida do edifício foram identificadas várias anomalias, principalmente ao nível da construção, onde o edifício começou a manifestar-se incapaz de suportar a precoce degradação da obra e a falta de coerência no funcionamento dos equipamentos.

A problemática da obra prende-se com o facto de terem surgido anomalias precocemente, o que faz com que seja necessário efetuar uma averiguação do que levou ao seu aparecimento. Sendo este ponto bastante crucial, importa ainda mais centrar a ideia em várias questões, tais como:

Quais foram as anomalias detetadas?

Como é que os problemas surgiram tão precocemente?

As anomalias são devido à falta de qualidade nos materiais ou a problemas de construção?

2.2 Aplicação da metodologia

Inicialmente foi necessário efetuar uma inspeção e levantamento de dados do estado atual do edifício para permitir o correto tratamento de dados. O processo baseou-se numa tomada de consciência do problema, ou seja, de uma deficiente qualidade da construção, voltando a frisar que esta apenas tinha cerca de um ano. A metodologia aplicada apresenta-se na Fig. 2.

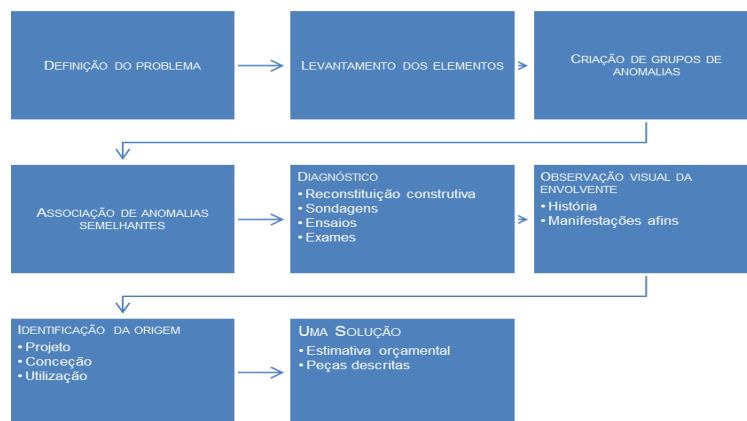


Fig. 2 – Esquema ilustrativo do tratamento de dados.

3 CARACTERIZAÇÃO DAS ANOMALIAS

Quando se pretende caracterizar uma anomalia importa salientar que, primeiramente, é necessário deteta-la, e por conseguinte estudar as suas possíveis causas, baseando-se em toda a informação disponível. Os fatores a ter em conta são, a grande variedade de elementos e materiais que constituem o edifício, bem como o ambiente em que se insere para se poder considerar diferentes fatores de degradação. Além disso, deve-se ainda ter em conta as diferentes fases de projeto e a influência humana que poderá afetar as anomalias [3].

Após a identificação e caracterização das anomalias, estas, foram divididas por grupos, sendo possível concluir que a fissuração apresenta uma maior predominância, logo seguida da presença de humidade, ou seja, o primeiro grupo representa cerca de 12% e o segundo representa cerca de 34% das anomalias do edifício.

Seguidamente, fez-se uma associação das anomalias por Grupos de Manifestações Afins (GMA), tendo sido dividido em 11 grupos. Esta divisão consiste em estabelecer uma ligação entre todas as 50 anomalias e relacioná-las com outras existentes.

A título de exemplo, de referir o Elemento Fonte de Manutenção (EFM) - Parede Exterior e a anomalia identificada com o código PE_04, onde se verifica a presença de humidade (sob a forma de manchas). O vão da parede é constituído por uma caixilharia de alumínio composto por 3 caixilhos, sendo dois fixos e um basculante. A parede tem cerca de 0.30m de largura. A impermeabilização da

fachada foi efetuada com sistema ETIC'S. É utilizado como revestimento decorativo para exteriores e interiores sobre rebocos à base de cal-cimento. Foi identificado numa parede de uma sala de aula a presença de tinta empolada e com "bolhas". Estas não têm água, mas já existem manchas escuras de fungos. A humidade por infiltração manifesta-se nas 3 janelas da sala voltadas a sul. Não se verificam fissuras pelo exterior. Todas as janelas da mesma sala e do mesmo lado têm esta anomalia. A anomalia manifestou-se na ombreira no inverno de 2014 e tem evoluído desde então. Há manifestações afins em salas com o mesmo tipo de vãos exteriores. (Fig. 3 e Fig.4)

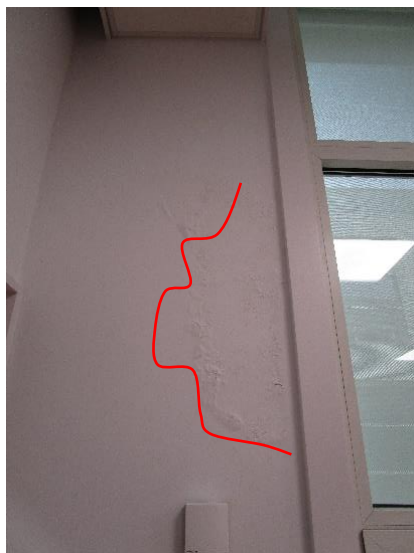


Fig. 3 – Presença de humidade na parede da sala.



Fig.4 – Tipo de manchas de humidade na parede da sala.

4 DIAGNÓSTICO

Diagnosticar vai permitir estudar os aspetos que levarão a repercussões no futuro desse elemento, procurando assim estudar os fenómenos de pré-patologia que potenciam a degradação futura dos elementos do edifício com consequências na sua vida útil. Desta forma, os GMA vêm simplificar a interpretação do edifício, no sentido de permitir relacionar anomalias semelhantes em zonas de incidência distintas.

Por conseguinte, na análise dos dados obtidos verificou-se que os Elementos Fonte de Manutenção (EFM) - vãos exteriores, bem como, os pavimentos e tetos, têm cerca de 25% de incidências no total das anomalias presentes no edifício, sendo a maior incidência de anomalias as infiltrações com cerca de 30%. Neste sentido, a aplicação da metodologia vai ser avaliada através de uma análise e realização de 11 diagnósticos que se consideraram ser mais importante e relevantes.

Na presente comunicação vai ser apresentado um exemplo referente ao EFM – paredes exteriores e em relação à anomalia com o código PE_04.

4.1 Descrição da anomalia PE_04

Observa-se a presença de manchas de humidade, e também, de empolamento e "bolhas" da pintura com tinta na ombreira do vão, do Piso 1, de uma das sala de aula. Também foi possível observar a presença de bolores.

No pano exterior da fachada não se observaram fissuras, contudo ressalva-se o facto de a localização da anomalia – piso 1 e tipo de caixilho – e o difícil acesso, condicionarem a análise, tendo sido realizado o exame por observação visual e reconstituição construtiva.

O mecanismo de degradação ocorreu através de manifestações de manchas de humidade, cujas deficiências na ligação da caixilharia com o vão da parede, propiciaram a entrada de água, através de pequenas infiltrações, que foram causando manchas de humidade na parede. A sua contínua ação fez com que se fosse formando empolamento na pintura.

A presença de bolores devido a fenómenos de condensações superficiais, não deveria ocorrer, pelo facto do isolamento térmico pelo exterior – ETICS garantir o isolamento da envolvente. Provavelmente, os casos pontuais onde estas situações ocorrem, se devam a uma deficiente ventilação (caixilharia composta por caixilho fixo + caixilho basculante) das salas.

No geral, este fenómeno ocorre perante uma ou mais das seguintes situações:

- Insuficiente aquecimento do ambiente interior;
- Deficiente isolamento térmico da envolvente;
- Produção de vapor de água no interior da sala significativo;
- Ventilação insuficiente.

Foi possível observar, neste EFM - paredes exteriores, um conjunto de manifestações afins comuns com as seguintes características:

- Na mesma sala foram identificados 3 vãos com a mesma anomalia, e do mesmo lado, e cuja exposição solar é sul;
- No mesmo piso, foi identificada a mesma anomalia na ombreira de vãos, noutras salas de aula.

4.2 Causas da anomalia

Sem a realização de testes intrusivos não foi possível concluir sobre a origem da causa da anomalia, o que implicava a remoção do aro em MDF da ombreira. Contudo, consideram-se como causas prováveis, uma deficiente ligação do sistema caixilho/parede (que envolve o pré-aro, a tela de impermeabilização, o fundo de junta e o mástique) aliada a uma deficiente ventilação do espaço da sala de aula.

4.3 Ensaios

Apesar de não terem sido realizados ensaios intrusivos como forma de concluir sobre a origem da causa da anomalia, foram efetuados ensaios com higrómetro, de modo a verificar a percentagem de humidade em profundidade, tendo sido obtidos os seguintes resultados:

No caixilho obteve-se 87%, na zona da parede próxima do caixilho obteve-se 52% e numa zona mais afastada do vão obteve-se 35%. Este conjunto de ensaios permitiu averiguar o teor de humidade em vários pontos das paredes interiores (Fig. 5 e Fig.6).



Fig. 5 – Execução de ensaio para obtenção da humidade em profundidade.

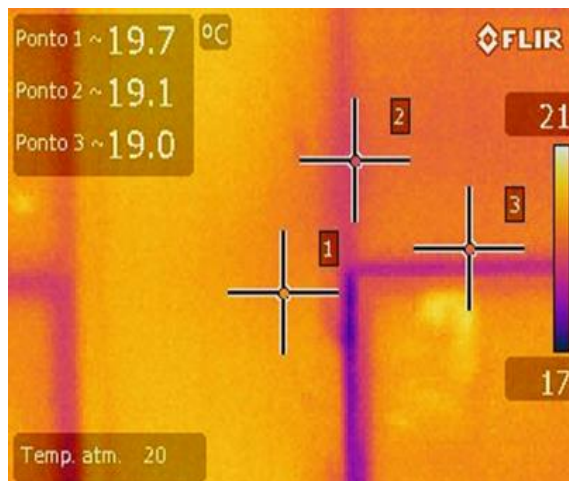


Fig. 6 – Execução de ensaio com câmara térmica.

5 CONCLUSÕES

A análise comportamental das condições do edifício em prazo de garantia pretendeu dar resposta a algumas questões:

Qual o estado de degradação do edifício?

Quais as causas das anomalias?

Qual a causa responsável?

Neste sentido, analisaram-se as anomalias existentes no edifício para que, posteriormente, estas pudessem ser estudadas, sendo assim possível obter uma relação entre as causas e os respetivos mecanismos de degradação, e assim, tirar conclusões acerca das anomalias que afetam diretamente a funcionalidade do edifício.

Primordialmente, as principais razões da falta de qualidade do edifício estão relacionadas com os materiais aplicados nas soluções construtivas, sendo possível relacioná-los com a teoria do decaimento inicial, de acordo com a previsão da evolução no tempo do nível de desempenho de um edifício. Contudo, no estudo apresentado, pode concluir-se que, este decaimento inicial se deve, fundamentalmente, a erros de projeto e de construção. Constatou-se que 54% ocorriam na fase de execução de obra e 36% nas fases de projeto, assim sendo, é possível afirmar que no edifício do caso de estudo apresentado, as anomalias se devem a erros decorrentes das fases de projeto e execução de obra e não, predominantemente, a falhas devido à entrada em serviço dos materiais aplicados.

Importa evidenciar que, o facto de o edifício ser analisado em prazo de garantia, ou seja, no seu período inicial de entrada em serviço, permite obter conclusões fundamentadas referentes aos fatores que levam ao surgimento da generalidade das anomalias.

Em suma, os aspetos mais relevantes a retirar prendem-se com a constatação do facto de que, maioritariamente, as anomalias que surgem em fase de prazo de garantia se devem a erros ocorridos durante as fases de projeto e de execução de obra, sendo, os que vão potenciar maior probabilidade de consequências no futuro comportamento dos edifícios em serviço. Da mesma forma, as alterações ao projeto inicial devem ser alvo de uma exaustiva ponderação para evitar problemas nos tempos consequentes, ou seja, em fase de serviço.

REFERÊNCIAS

- [1] Prata, H. (2014). “Manual de manutenção de edifícios”. Publindústria, Praça da Corujeira, Porto.
- [2] Raposo, S. (2010). “A gestão da atividade de manutenção e edifícios públicos – modelo e definição de estratégias para uma intervenção sustentável”. Tese para a obtenção do grau de Doutor pela Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- [3] Aguiar, J. Cabrita, A. (1997). “Guião de apoio à reabilitação de edifícios habitacionais”, LNEC, Lisboa.

METODOLOGIA PARA A INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS SOLARES ATIVOS NA ENVOLVENTE DE EDIFÍCIOS

Luís Leite¹, Hipólito Sousa²

¹Luís Leite, Gequaltec, luis.melo.leite@fe.up.pt (PORTUGAL)

²Hipólito Sousa, Gequaltec, hipolito@fe.up.pt (PORTUGAL)

Resumo

No mundo ocidental contemporâneo o crescimento acelerado da consciência relativa às questões de eficiência energética dos edifícios e a sua tradução na regulamentação aplicável ao edificado implicam, direta e indiretamente, a utilização de sistemas solares ativos (SSA) - coletores solares térmicos e módulos fotovoltaicos - para o cumprimento dos requisitos estabelecidos. Este cenário verifica-se na regulamentação atual, de forma direta, através da imposição generalizada de sistemas solares térmicos para o aquecimento de águas sanitárias (AQS), assim como nos objetivos regulamentares futuros, de forma indireta, como o balanço energético nulo dos edifícios. No entanto, esta intenção de provocar uma mudança urgente ao nível do desempenho energético dos edifícios não é acompanhada pela atividade de projeto de uma forma abrangente. Relativamente aos SSA, na maioria das vezes, estes apenas são considerados em fases finais de projeto e, conseqüentemente, adicionados ao edifício pré-concebido cumprindo unicamente requisitos energéticos. Neste sentido, apesar de gerarem energia, geram também constrangimentos adicionais em termos construtivos, económicos e formais. A utilização de SSA integrados como produtos de construção pode contribuir para atenuar a redundância destes constrangimentos. A integração implica a previsão dos sistemas no início da conceção, explorando a sua multifuncionalidade, em detrimento da simples aplicação tardia sobre o edifício previamente definido.

Nos últimos anos tem-se assistido a uma dedicação cada vez maior da comunidade científica à avaliação da integração multifuncional dos SSA em edifícios no âmbito da sustentabilidade. Todavia, verifica-se que as avaliações são orientadas para a vida útil dos SSA e não para a vida útil do edifício. Verifica-se também que apesar da crescente divulgação das estratégias de integração destes sistemas nos edifícios, não existe uma relação entre as estratégias e os indicadores de sustentabilidade que sirva de orientação à conceção, o que faria sentido pela importância que a geração de energia assume nos indicadores de sustentabilidade. Deste modo, o presente artigo visa a apresentação de um conjunto de parâmetros para orientação e apoio à decisão na fase de conceção, baseados no cruzamento dos aspetos de integração (funcional, construtiva e formal) e de sustentabilidade (social, ambiental e económica), tendo em conta o ciclo de vida do edifício.

Palavras-chave: Envolvente, sistemas solares ativos, integração, metodologia.

1 INTRODUÇÃO

Devido ao uso generalizado dos termos “sistemas solares ativos”, “integração” e “sustentabilidade” procede-se à sua definição no âmbito do presente artigo. Consideram-se como sistemas solares ativos os componentes não tradicionais que possuem a capacidade de gerar energia através da radiação solar. Denominam-se ativos por oposição aos sistemas passivos, pela necessidade da utilização de dispositivos eletrónicos ou mecânicos na captação, armazenamento e distribuição da radiação solar. Estes sistemas dividem-se em dois grandes grupos: os sistemas fotovoltaicos e os sistemas térmicos. Os sistemas fotovoltaicos geram eletricidade a partir da radiação solar através de semicondutores. Os sistemas solares térmicos absorvem a radiação solar e convertem-na em calor, a sua aplicação mais comum é no aquecimento de águas sanitárias, sendo também utilizados para aquecimento, arrefecimento e calor de processo industrial.

A integração é entendida segundo os princípios estabelecidos por Vitruvius [1] - *utilitas, firmitas e venustas*. Ou seja, a integração consiste na inclusão de elementos ou componentes num sistema, cumprindo requisitos funcionais, construtivos e formais. A integração é tida como uma mais-valia na procura de sinergias entre os vários componentes e subsistemas que compõem um sistema, otimizando as relações, evitando redundância e resultando em algo maior que a soma das partes.

A abordagem à sustentabilidade das obras de construção é efetuada em função da normalização europeia [2], elaborada pela comissão técnica CEN/TC 350 “Sustainability of construction works”. O recurso à normalização garante a contextualização na vida útil do edifício e a avaliação do desempenho de uma forma abrangente para além do balanço económico direto, designadamente, nos desempenhos ambiental e social. Parte-se da normalização, por oposição a outros sistemas de avaliação de sustentabilidade, uma vez que esta visa um grau de ordem internacional e uma utilização comum e repetida.

2 PROCESSO DE DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS

Para a definição dos parâmetros da metodologia foram analisadas as questões relacionadas com a integração de SSA na envolvente de edifícios do ponto de vista da integração “vitruviana” (funcional, construtiva e formal) e da sustentabilidade (social, ambiental e económica). A partir desta análise selecionaram-se os parâmetros relevantes que posteriormente foram sintetizados e agrupados num conjunto de categorias que constituem a metodologia para a integração de sistemas solares ativos na envolvente.

2.1 Integração “vitruviana”

Num processo de projeto, a envolvente é concebida de forma a dar resposta às ações a que está sujeita e dotá-la de determinadas funções e qualidades, no cumprimento de uma quantidade considerável de exigências e requisitos (estabilidade, segurança contra incêndio, conforto acústico, entre outros). Segundo Strube [3], a função principal, de separação física entre ambientes distintos, pode ser decomposta em quatro subcategorias funcionais: suporte, controle, acabamento e distribuição (Tabela 1).

Tabela 1 – Subcategorias funcionais da envolvente.

Suporte	Suportar, resistir, transferir e acomodar todas as ações estruturais impostas pelo ambiente exterior e interior e pelo edifício (envolvente incluída).
Controle	Controlar, regular e moderar todas as ações devido à separação entre o ambiente exterior e interior – maioritariamente o fluxo de massa (ar, humidade, etc.) e energia (calor, som, etc.)
Acabamento	As superfícies que compõem a interface da envolvente com o ambiente exterior e interior devem responder aos requisitos de desempenho relevantes (visuais, estéticos, desgaste, etc.)
Distribuição	Distribuição de instalações como energia, comunicações, águas, gás para, de e no interior da envolvente.

Estas subfunções são desempenhadas pela articulação de elementos/componentes que formam o sistema envolvente. Os SSA como produtos de construção devem contribuir funcionalmente como parte desse conjunto articulado. Nesse sentido, devem cumprir os seguintes requisitos básicos, de acordo com o regulamento europeu dos produtos de construção [4]: resistência mecânica e estabilidade; segurança contra incêndio; higiene, saúde e ambiente; segurança e acessibilidade na utilização; proteção contra o ruído; economia de energia e isolamento térmico; e utilização sustentável dos recursos naturais.

Apesar dos SSA ainda não possuírem informação comparável à tipicamente disponibilizada pelos materiais de construção correntes, este é um cenário em mudança. Relativamente aos sistemas fotovoltaicos, a norma “EN 50583-1 Photovoltaic in buildings” encontra-se em curso [5,6] e alguns fabricantes já fornecem informação relativa a aspetos pertinentes para a integração, como a caracterização do desempenho acústico. Verifica-se também uma crescente atividade de investigação em termos de caracterização dos produtos em função das propriedades relevantes para a integração em edifícios. Por outro lado, os SSA como parte da envolvente devem também cumprir os requisitos desta, que dependem da solução construtiva e do papel que os sistemas desempenham, e que no contexto da norma EN 50583-1 [5], são os seguintes: rigidez mecânica e integridade estrutural; proteção climática primária (chuva, neve, vento, granizo); redução do consumo de energia (através de medidas como sombreamento, iluminação natural, isolamento térmico); proteção contra incêndio; proteção contra o ruído; separação entre o ambiente interior e exterior; e segurança e abrigo. Estes requisitos gerais são essencialmente idênticos aos “Requisitos básicos das obras de construção” [4], embora seja atribuído maior ênfase ao comportamento básico inerente à envolvente – o de proteção e abrigo às condições climáticas e ambiente exterior, designadamente através dos

pontos “Estanquidade à água e a impermeabilização da estrutura edificada”, “Proteção climatérica” e “Separação entre o ambiente interior e exterior”. Salienta-se que na norma EN 50583-1 [5], as propriedades eletrotécnicas inerentes aos fotovoltaicos, tais como função de antena, geração de energia, ou proteção eletromagnética, entre outros, não qualificam, isoladamente, os fotovoltaicos como integrados em edifícios. Deste modo, para alcançar uma integração coerente dos SSA na envolvente, definiram-se as seguintes categorias de integração: energética, multifuncional, construtiva (suporte, controle e distribuição), e formal.

Pela especificidade funcional dos SSA como componentes que geram energia, optou-se por uma categoria independente à funcionalidade para a definição da integração energética, que inclui os seguintes parâmetros: produção de energia; características do sítio em termos de radiação solar; contributo energético; e morfogénese (conceito introduzido por Bonomo [7] que traduz o contributo das condicionantes de aplicação de SSA, tais como orientação e inclinação ou sombreamento, para a génese da forma do edifício).

A multifuncionalidade reporta-se ao modo como cada edifício é construído de acordo com as necessidades funcionais e a utilização que lhe é atribuída. A integração funcional implica assim que os SSA potenciem essa funcionalidade e utilização. Nesse sentido, implica também que estes desempenhem outras funções da envolvente para além da sua função principal, que consiste em gerar energia. Tal pode ser ponderado através da adequação ao programa funcional, no papel a desempenhar pelos sistemas, e valorizando a interferência dos sistemas no desempenho do edifício (não energético) e as qualidades que lhe adicionam.

A integração construtiva diz respeito à compatibilidade construtiva entre os SSA e os restantes componentes que compõem a envolvente. Subdivide-se nos aspetos de suporte (resistência mecânica e estabilidade), controle (proteção climatérica, segurança contra incêndio, higiene, saúde e ambiente, segurança e acessibilidade na utilização, e proteção contra o ruído) e distribuição (os SSA fazem parte de um sistema que se prolonga para o interior do edifício e requererem espaço na própria envolvente para acomodar componentes acessórios e caminhos de cabos/tubagens).

Os parâmetros formais assentam maioritariamente nos critérios de integração e orientações definidos pelo grupo de trabalho “Solar Energy and Architecture” [8], onde a integração morfológica-figurativa parte da capacidade dos SSA participarem na estruturação e composição da linguagem arquitetónica do edifício. Nesse sentido, as características formais e materiais dos SSA que afetam o aspeto do edifício devem ser coerentes com a composição geral deste.

2.2 Sustentabilidade das obras de construção

A sustentabilidade das obras de construção divide-se nas dimensões social, ambiental e económica. Foram analisados os respetivos indicadores e parâmetros com influência e/ou influenciáveis pela integração de SSA, tendo-se verificado que existem aspetos específicos e ligações às questões de integração, no campo da multifuncionalidade, com implicações em termos construtivos e formais.

A nível social são relevantes as questões de acessibilidade universal, adaptabilidade (nos aspetos construtivos relativos a independência, capacidade de atualização, facilidade de acesso e compatibilidade de vida útil), saúde e conforto (térmica, acústica e conforto visual), pressões na vizinhança (encandeamento, perigo de choque), manutenção (impacto sobre a utilização do edifício), e segurança e proteção (resistência às alterações climáticas, às ações acidentais, segurança pessoal, segurança contra a intrusão e vandalismo e segurança de interrupção no abastecimento). Em termos ambientais, os indicadores pertencem às seguintes categorias: impacto ambiental, entrada de recursos, desperdício, e fluxos de saída do sistema. Em termos económicos é avaliado o custo e o valor financeiro. Na norma, estes parâmetros são balanceados ao longo do ciclo de vida em função de cenários¹ e de um equivalente funcional².

¹ Os cenários consistem numa coleção de informações e suposições relativas a uma sequência expectável de possíveis eventos futuros, representam o ciclo de vida do edifício com base nos requisitos funcionais e técnicos.

² O equivalente funcional consiste nos requisitos funcionais e/ou requisitos técnicos quantificados para um edifício ou um sistema instalado (parte de obras) para usar como base de comparação.

3 PARÂMETROS PARA A INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS SOLARES ATIVOS NA ENVOLVENTE DE EDIFÍCIOS

Com base num exercício de síntese entre a integração “vitruviana” e os indicadores de sustentabilidade, foram definidas as seguintes categorias de integração: balanço energético; morfogénese; contributo funcional; construtiva; formal; ciclo de vida; e económica. Cada categoria de integração possui parâmetros de permitem avaliar a integração dos SSA através da comparação de soluções alternativas em função de um equivalente funcional e dos cenários pressupostos (Tabela 2).

Tabela 2 – Categorias de integração e respetivos parâmetros.

A Balanço energético
A.1 Produção energética anual (kWh/a) Valor total anual da energia produzida pelos SSA.
A.2 Balanço energia renovável (%) Percentagem do contributo renovável por parte dos SSA.
A.3 Balanço CO2 (%) Contributo dos SSA no balanço global da produção de CO2. Relação entre o CO2 evitado pelos SSA e o produzido para dar resposta às restantes necessidades (gás, etc).
A.4 Energia exportada (MJ) Contabilização da energia (térmica, elétrica) produzida no local e exportada. A energia exportada é considerada (sustentabilidade) como uma função adicional do edifício (com influência no modo de atribuição dos impactos).
A.5 Energia gerada/necessidades (%) Avaliação do contributo dos SSA face às necessidades energéticas (aquecimento, arrefecimento, AQS, ...) sendo utilizado o conceito de NetZero para valorização dos resultados.
A.6 Segurança abastecimento Avaliação da capacidade do edifício manter as funções e serviços no caso de interrupção da rede (SSA como equipamento <i>backup</i> para aquecimento e eletricidade).
A.7 Tipo tecnologia Escolha do tipo de tecnologia em função do tipo de radiação predominante.
A.8 Contributo para o desempenho energético Contributo dos SSA na redução total do consumo energético, através da forma como são articulados em projeto (influência na iluminação natural, na proteção solar, no isolamento térmico, na ventilação, entre outros aspetos).
B Morfogénese (energético-funcionais-formais)
B.1 Posicionamento Contributo para a génese da forma através de síntese de parâmetros específicos dos SSA (orientação e inclinação otimizada, evitar o sombreamento, entre outros).
B.2 Temperatura (PV) Previsão do controlo da temperatura de funcionamento dos sistemas fotovoltaicos (depende do tipo de células).
B.3 Coeficiente reflexão A radiação incidente numa superfície dos SSA pode ser potenciada pela utilização de superfícies refletivas no edifício ou adjacentes a este.
C Contributo Funcional
C.1 Adequação funcional O papel a desempenhar pelos SSA reflete o programa funcional.
C.2 Interferência funcional Interferência funcional dos SSA (temperatura radiante das superfícies, atenuação de ruído aéreo, iluminação natural, proteção solar, ligação visual ao exterior, resistência às ações climáticas).
C.3 Operabilidade Universalidade na operação de interruptores e sistemas de controlo, capacidade de adaptabilidade no sentido de articular requisitos individuais.
D Construtiva
D.1 Grau de integração Ponderação dos SSA como pré-requisito para a integridade funcional.
D.2 Suporte Adequação da solução construtiva aos requisitos de estabilidade para determinado local (resistência às alterações climáticas, às ações acidentais e à intrusão e vandalismo). Avaliação das questões de independência (adaptabilidade - interfaces projetados para a separação).
D.3 Controle Adequação das características SSA na compatibilização construtiva (proteção climatérica, resistência às alterações climáticas, segurança contra incêndio, segurança e proteção, iluminação natural, térmica, acústica).
D.4 Distribuição Compatibilização construtiva do circuito solar e partes complementares (inversor, cabos, conexões, dispositivos de segurança, estruturas e elementos de correlação, entre outros).

E Formal

E.1 Integração contexto urbano Questões de materialidade e de acabamento no contexto urbano. Pressões na vizinhança (encadeamento).

E.2 Superfície Coordenação dimensional e consonância da estratégia global de composição formal entre a superfície geradora de energia e a restante envolvente (localização, posição e dimensão dos módulos/coletores, tipo de junta, tipo de fixações).

E.3 Componente Coordenação dimensional do módulo/coletor (forma e dimensão, material e textura superficial, tipo e qualidades do vidro, cor e material do absorvedor/células, tipo de juntas).

E.4 Partes complementares Coordenação dimensional do circuito solar e partes complementares (inversor, conexões, dispositivos de segurança, estruturas e elementos de correlação, entre outros).

F Ciclo de vida

F.1 Manutenção Impacto das ações de manutenção sobre a utilização do edifício em função das soluções conformadas pelo SSA.

F.2 Ambiente Impacto ambiental dos SSA ao longo do ciclo de vida (seleção produto, transporte, construção, uso, manutenção, substituição, fim de vida, reciclagem).

F.3 Adaptabilidade Capacidade de atualização, compatibilidade de vida útil, facilidade de acesso, facilidade de reconfiguração.

G Económico

G.1 Custo Todos os custos inerentes (custo dos SSA incluindo os respetivos componentes, custo da instalação, custo de operação e manutenção, custo de fim de vida).

G.2 Valor financeiro Balanço entre o custo e as receitas (acesso a tarifas especiais, custos de energia evitados, energia exportada).

A integração na envolvente implica que a abordagem aos SSA faça parte da conceção do edifício desde o seu início. O processo de conceção de um projeto de arquitetura não é linear, no entanto, assenta num faseamento linear. A Figura 1 demonstra o processo metodológico para a integração de SSA na envolvente de edifícios em paralelo com as fases de projeto.

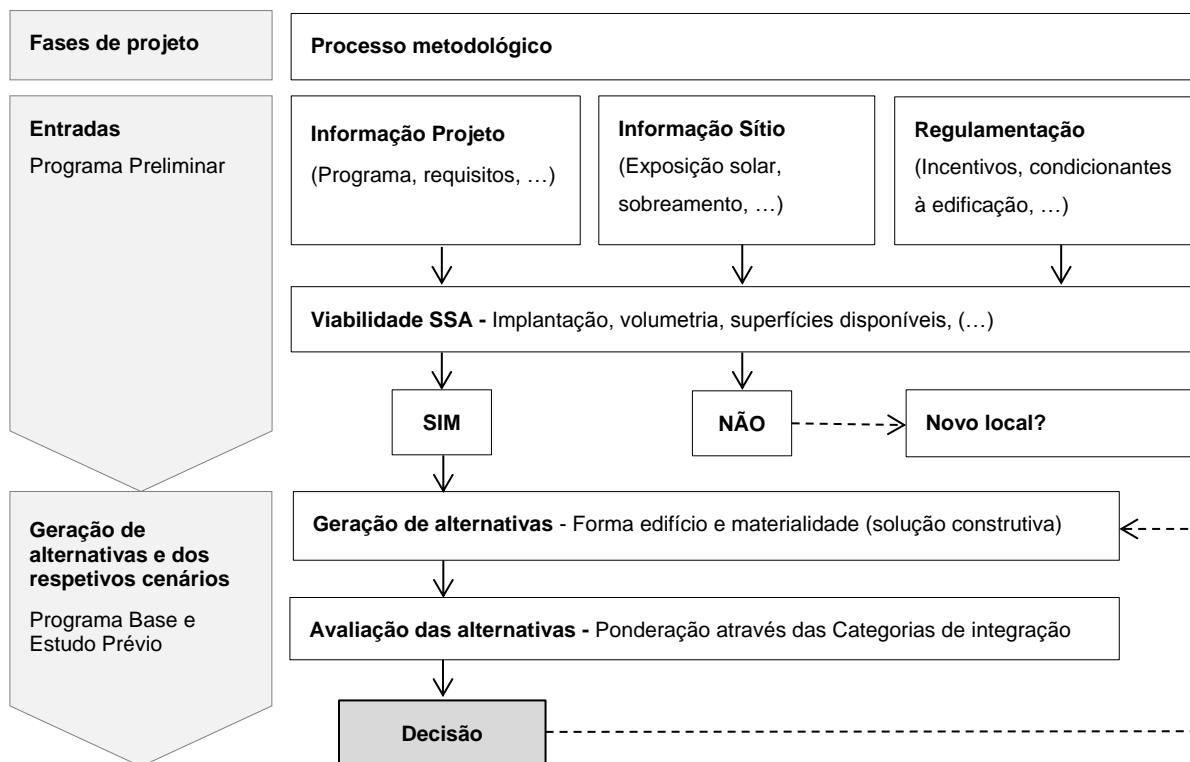


Fig. 1 – Integração de SSA na envolvente do edifício – Fases de projeto.

O processo metodológico consiste, numa primeira fase, na determinação da viabilidade da utilização de sistemas solares ativos, e, numa segunda fase, na geração de alternativas e na definição de cenários com base num mesmo equivalente funcional. As soluções alternativas são depois ponderadas em função das categorias de integração e respetivos parâmetros.

4 CONCLUSÃO

O trabalho desenvolvido permite a avaliação da integração de SSA na envolvente de edifícios, através de um conjunto de categorias de integração e respetivos parâmetros. A comparação de soluções alternativas de integração numa fase inicial de projeto permite otimizar esse processo enquanto este decorre em detrimento da atribuição de uma classificação após a sua conclusão. Pretende-se assim potenciar um resultado melhorado do ponto de vista do desempenho dos SSA como elementos construtivos na envolvente e do seu contributo para a sustentabilidade das obras de construção, reduzindo o desfasamento entre o rápido desenvolvimento tecnológico e os processos mais lentos de adaptação a nível conceptual de projeto, contribuindo para a procura de novos modelos de abordar as necessidades e o desempenho dos “edifícios solares”.

AGRADECIMENTOS

O primeiro autor no desenvolvimento do trabalho descrito neste artigo conta com o apoio financeiro da Fundação Ciência e Tecnologia, através de uma bolsa de doutoramento (ref. SFRH/BD/46289/2008).

REFERÊNCIAS

- [1] Vitruvius, Marco (2009). *Vitruvius: Tratado de Arquitectura*. Traduzido por Manuel Justino Pinheiro Maciel. Lisboa: IST Press.
- [2] CEN (2010). EN 15643-1: Sustainability of construction works: Sustainability assessment of buildings - Part 1: General framework. CEN.
- [3] Straube, John (2006). The Building Enclosure. *Building Science Digest*.
- [4] (2011). REGULAMENTO (UE) N.º 305/2011 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 9 de Março de 2011 que estabelece condições harmonizadas para a comercialização dos produtos de construção e que revoga a Directiva 89/106/CEE do Conselho.
- [5] CENELEC (2014). Photovoltaics in buildings - Part 1: Modules. Brussels: CENELEC.
- [6] CENELEC (2014). Photovoltaics in buildings - Part 2: Systems. Brussels: CENELEC.
- [7] Bonomo, Pierluigi (2012). "Integrazioni di sistemi fotovoltaici nell'involucro edilizio. Sviluppo di un metodo di valutazione per applicazioni di BIPV." Tese de doutoramento, Università degli Studi di Pavia.
- [8] Farkas, Klaudia; Frontini, Francesco; Maturi, Laura; Probst, Maria Cristina Munari; Roecker, Christian; Scognamiglio, Alessandra; Zanetti, Isa (2013). T.41.A.2: Solar Energy Systems in Architecture: Integration Criteria and Guidelines. In *IEA SHC Task 41 Solar energy and Architecture*, Maria Cristina Munari Probst & Christian Roecker (ed.) (EPFL-LESO): IEA - SHC.

SETORIZAÇÃO DA MAIOR ZONA DE ABASTECIMENTO DO SISTEMA AUMENTA A EFICÁCIA DO CONTROLO DE PERDAS E A FIABILIDADE DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DO PORTO

Fernanda Lacerda¹, Flávio Oliveira²

¹Engenheira Civil, Diretora Técnica da Águas do Porto, EM (PORTUGAL) –

Fernanda.Lacerda@aguasdoporto.pt

²Engenheiro Civil, Direção Técnica – Rede de Abastecimento de Água da Águas do Porto, EM (PORTUGAL) – Flavio.Oliveira@aguasdoporto.pt

Resumo

A cidade do Porto tem um dos maiores e mais antigos sistemas de abastecimento de água do país que, à data de 2006, apresentava taxas de perdas de água de cerca de 54%. Fruto dos esforços internos de redução das perdas de água, em 2012 o índice da água não faturada atingia já 25,9%.

Com o objetivo de reduzir o índice de ANF do sistema, a Águas do Porto, EM, delineou uma metodologia com vertentes reativas e preventivas, muito apoiadas na deteção e reparação célere de roturas, quer pela atividade de controlo ativo de perdas, quer pela setorização da rede de distribuição, acompanhada por uma estratégia de redução de pressão nas zonas de pressões mais elevadas, pela substituição planeada e criteriosa de condutas e pela renovação do parque de contadores da cidade.

Contudo, em 2012 o objetivo da setorização não foi alcançado na maior ZMC do sistema, designada de Média Central. Esta registava, à data de 2012, um índice de ANF de 35%, contra a média de 25,9% verificada na globalidade do sistema, sendo, portanto, o ponto frágil do próprio sistema.

Neste sentido, foi desenvolvido o projeto de “Setorização e Controlo de Perdas da ZMC Média Central”, que visou a setorização da ZMC em 13 sub-ZMC distintas munidas de equipamentos de monitorização e controlo em tempo real e válvulas redutoras de pressão nas zonas de pressão mais elevada, de forma a otimizar o controlo do escoamento e das perdas de água. O projeto englobou ainda a divisão da adução à ZMC que anteriormente era realizada a partir de dois reservatórios em contínuo e atualmente cada um abastece determinadas sub-ZMC definidas, facilitando o processo de monitorização e controlo, e aumentando a fiabilidade da rede de distribuição.

O projeto proporcionou uma redução do índice de ANF na ZMC de 35% em 2012 para 23,1% em 2014, representando um encaixe financeiro para a empresa de aproximadamente €264.800 nestes dois anos.

Palavras-chave: água não faturada, setorização, zonas de medição e controlo, perdas de água, rede de distribuição

1 INTRODUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO

A cidade do Porto tem um dos maiores e mais antigos sistemas de abastecimento de água (SAA) e de saneamento do país. O abastecimento de água domiciliário remonta a finais do século XIX, tendo sido por essa altura concessionado o sistema de captação, elevação, transporte e distribuição domiciliária à *Compagnie Générale des Eaux pour l'Étranger*, por um período de 99 anos. Em 1927, a concessão foi resgatada dessa empresa, tendo sido criados, nesse mesmo ano, os Serviços Municipalizados de Água e Saneamento (SMAS) do Porto, que tinham como missão melhorar a qualidade de vida dos portuenses e o ambiente na cidade, através de um sistema que garantisse o fornecimento constante de água com qualidade e o tratamento completo das suas águas residuais.

A partir de Janeiro de 1998, com a criação do sistema multimunicipal do Grande Porto, o abastecimento de água em alta passou a ser garantido pela Águas do Douro e Paiva, SA (atual Águas do Norte, SA), passando os SMAS do Porto a garantir a distribuição de água domiciliária à cidade.

Em Outubro de 2006 foi constituída a empresa municipal Águas do Porto, EM, tendo em vista a reforma geral do setor de abastecimento de água à cidade, que apresentava problemas diversos, entre os quais se destacavam níveis de perdas de água preocupantes. A empresa dá continuidade

aos serviços prestados pelos antigos SMAS do Porto, abrangendo novas áreas de atuação, correspondendo o seu objeto social à gestão integral e sustentável de todo o ciclo urbano da água no Município do Porto.

A Águas do Porto, EM, focou-se de imediato nas elevadas perdas de água que indicavam um índice de Água Não Faturada (ANF) de 54% à data da sua criação. Os primeiros meses de atividade da empresa revelaram resultados imediatos muito positivos que surpreenderam, não só pelos valores absolutos atingidos mas, sobretudo, pela rapidez com que foram alcançados.

2 SITUAÇÃO DE PARTIDA

Desde a criação da Águas do Porto, EM, em outubro de 2006, como já foi referido, a redução da Água Não Faturada (ANF) tem vindo a ser um dos principais objetivos da empresa. A média de água entrada no sistema no ano de 2006 rondava os 104 000 m³/dia, cifrando-se o índice de ANF na ordem de 54%. Em 2014 a média de água entrada no sistema cifrou-se nos 55.700 m³/dia (redução de 46,4%), sendo o índice de ANF de 21,49%.

A redução da quantidade de água adquirida para satisfazer os consumos da cidade do Porto tem sido conseguida quer através da deteção e reparação precoces de roturas, quer pela atividade de Controlo Ativo de Perdas (CAP) (que consiste na “auscultação” das condutas para detetar fugas invisíveis, em que a água se perde para ribeiras ou coletores de águas pluviais, sem aparecer à superfície), pela setorização da rede de distribuição, acompanhada por uma estratégia de redução da pressão nas zonas de pressões mais elevadas, pela substituição planeada e criteriosa das condutas mais antigas, com materiais obsoletos e com maior incidência de avarias, bem como pela renovação do parque de contadores da cidade, substituindo os equipamentos mais antigos e com maior desgaste, aumentando, assim, a eficiência da faturação.

O concelho do Porto, de topografia ondulada, desenvolve-se ao longo duma área aproximada de 41,42 km² [1], entre o nível do mar e a cota 160 metros, sendo a sua população, em 2011, de cerca de 238 mil habitantes [2].

A rede de distribuição de água tem uma extensão total de 760 km, dos quais 42 km correspondem a condutas adutoras e 720 km a condutas distribuidoras, e possui cerca de 67.400 ramais domiciliários, sendo cerca de 151.000 clientes no total.

Até finais de 2006, o SAA do Porto estava dividido em 7 setores de abastecimento: zonas Inferior, Pasteleira, Média Oriental, Média Central, Média Ocidental, Alta e Superior (fig. 1), mas que, com exceção da zona da Pasteleira, estavam interligados entre si pelas condutas de distribuição

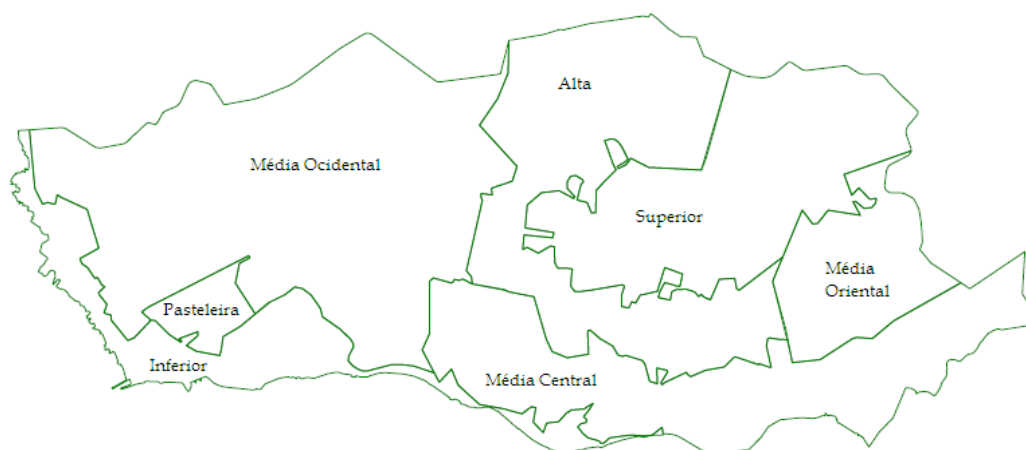


Fig. 1 – Setores de abastecimento da rede de distribuição do Porto (outubro de 2006).

3 METODOLOGIA USADA

3.1 Setorização da rede

O primeiro passo foi a setorização das diferentes zonas de consumo, criando Zonas de Medição e Controlo (ZMC). Para tal, foram identificados os locais de comunicação entre zonas, tendo sido necessário substituir válvulas de seccionamento existentes e instalar novas. A subsetorização foi igualmente implementada criando zonas de menor dimensão dentro das grandes zonas de abastecimento.

Em junho de 2015, o SAA do Porto encontrava-se já dividido em 18 ZMC principais e 33 sub-ZMC interiores (fig. 2), perfazendo um total de 51 zonas.

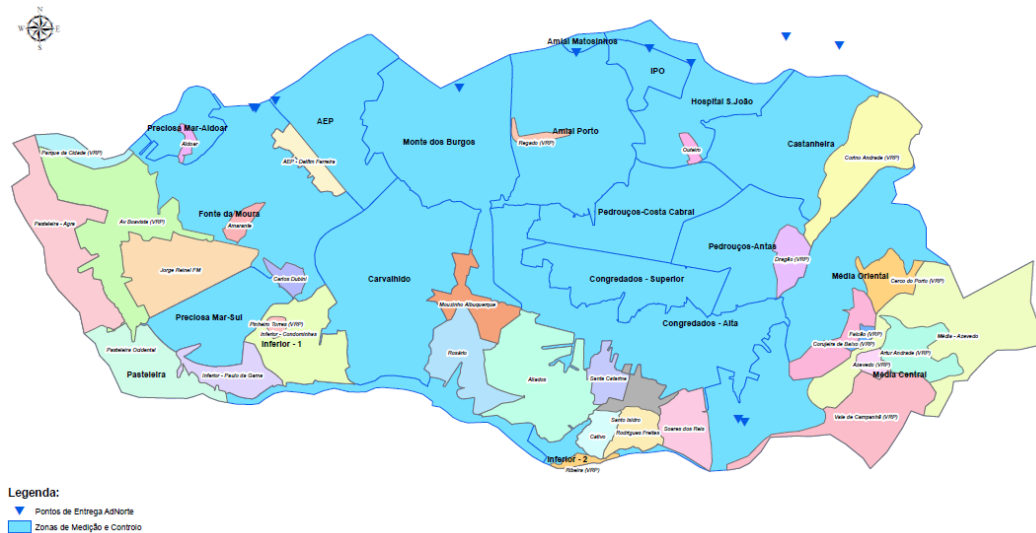


Fig. 2 – Zonas de Medição e Controlo do SAA do Porto (junho de 2015).

3.2 Monitorização dos volumes horários e da pressão na rede

Todas as ZMC encontram-se munidas de equipamentos para monitorização em tempo real dos caudais e das pressões (e nalguns casos do ruído). De igual forma, as sub-ZMC contêm monitorização em tempo real das mesmas variáveis, permitindo um controlo mais refinado e direcionado dos consumos.

A monitorização destes parâmetros através de sistemas de Telemetria e Telegestão nos pontos de entrega, reservatórios e em cada zona, com representação gráfica do consumo horário e comparação com os valores máximos e mínimos históricos, das últimas semanas, e valores das tendências (fig. 3), prova-se determinante para identificar as zonas com maior incidência de fugas através da elaboração do Balanço Hídrico (metodologia da *International Water Association – IWA*).



Fig. 3 – Plataforma *online* com os dados da Telemetria e Telegestão do sistema.

Paralelamente foi implementado um sistema de envio de alarmes para alerta de valores de consumo, por comparação com os intervalos de referência, de caudal e de pressão, não só para a sala de comando da empresa, como também para os telemóveis dos colaboradores da área.

A comparação dos consumos mínimos diários de cada ZMC e sub-ZMC revela-se de extrema importância, permitindo avaliar as tendências dos consumos noturnos ao longo do tempo em cada zona, permitindo detetar a existência de fugas de água e a sua evolução diária (fig. 4).

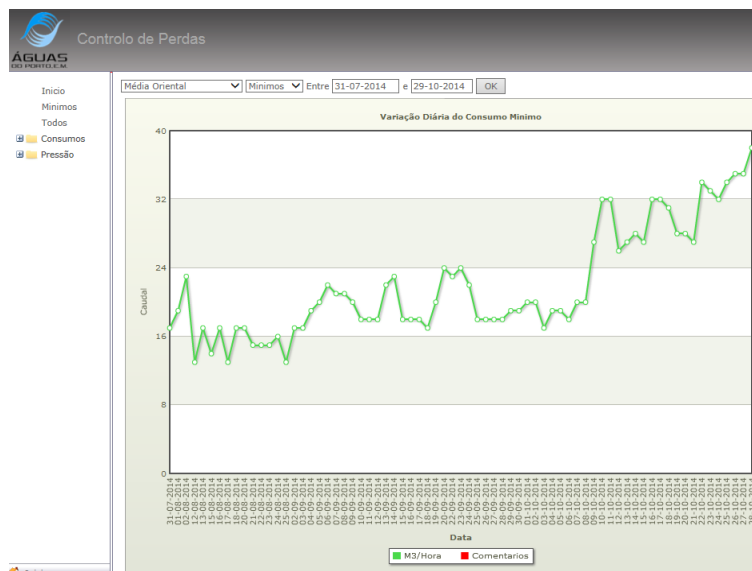


Fig. 4 – Plataforma de análise dos consumos mínimos noturnos por zona.

4 CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO

4.1 Objetivo

O principal objetivo de setorização não foi alcançado na maior ZMC do sistema, designada de Média Central, pelo facto de ser uma rede complexa com uma extensão geográfica muito elevada,

excessivamente emalhada, e que abrange o centro histórico da cidade, onde coexistem as condutas mais antigas da rede de distribuição e de menores diâmetros.

A ZMC Média Central registava, em 2012, cerca de 125 km de condutas distribuidoras, 11 730 ramais domiciliários, mais de 23 mil clientes e um índice de ANF de 35%, contra a média de 25,9% verificada na globalidade do sistema, sendo, portanto, o ponto frágil do próprio sistema. Para além disto, a ZMC Média Central caracteriza-se por uma rede de condutas muito antigas, com 60% delas em PEAD, 27% em Ferro Fundido, 5% em Fibrocimento, 5% em Ferro Fundido Dúctil e 3% em Aço.

Neste sentido, o projeto de “Setorização e Controlo de Perdas da ZMC Média Central” tem a sua génese na problemática desta zona, tendo sido estruturado com o objetivo fulcral de controlar as perdas de água nesta ZMC.

4.2 Controlo e Redução da pressão

Com base na modelação hidráulica da ZMC, foi possível identificar as áreas com níveis de pressão mais elevados, com potencialidade de redução, sem afetação, no entanto, do abastecimento ao consumidor final. Foram delimitadas estas áreas com pressões elevadas e foi estudada a melhor solução de instalação e localização das válvulas redutoras de pressão (VRP).

Paralelamente, a modelação hidráulica permitiu o estudo de várias formas de programação das VRP a instalar, de forma a atingir o melhor ajuste do nível de pressão de jusante face às diferentes solicitações horárias e diárias da rede.

Já existindo, à data de 2012, uma VRP instalada nesta ZMC (VRP do Freixo), foram dimensionadas mais duas válvulas, de forma a reduzir e controlar a pressão nas zonas de cota inferior, perfazendo três zonas com pressão reduzida.

4.3 Subsetorização da ZMC

Fruto do estudo das sondas multiparamétricas instaladas à data na rede de distribuição da ZMC Média Central, estes equipamentos foram reestruturados tendo em conta o objetivo de setorização da zona.

Foram, portanto, criadas oito novas sub-ZMC interiores fechadas, consolidando a setorização da ZMC em 12 sub-ZMC (fig. 5), munidas de equipamentos de monitorização criteriosamente instalados e *softwares* adequados para controlo dos consumos, pressões e níveis de ruído e, conseqüentemente, das perdas de água.

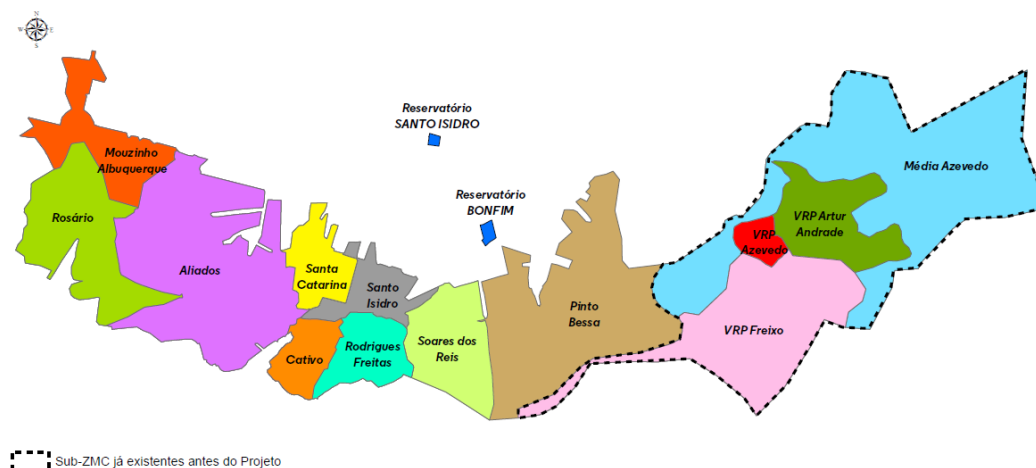


Fig. 5 – Setorização final da ZMC Média Central.

De acordo com outro dos objetivos do projeto, a setorização permitiu ainda o controlo da adução à ZMC. Anteriormente a adução era realizada através de dois reservatórios a abastecer em contínuo, dificultando o controlo da entrada de água na zona. Com a setorização da ZMC, a adução passou a ser realizada de forma controlada, ficando cada um dos reservatórios a abastecer determinadas sub-ZMC interiores (fig. 6), conferindo, ainda, uma maior fiabilidade à rede de distribuição desta zona.

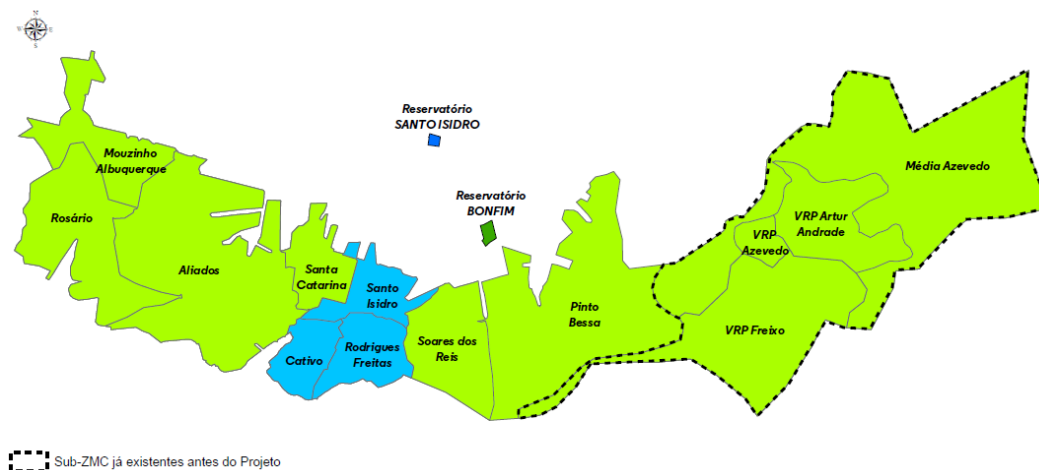


Fig. 6 – Divisão da ZMC pelos dois reservatórios que realizam a sua adução.

5 RESULTADOS OBTIDOS E CONCLUSÕES

A setorização desta ZMC proporcionou uma redução do índice de ANF da mesma de 35% em 2012 para 31,5% em 2013 e para 23,1% em 2014, ano fulcral do projeto, com perspetivas de melhoria no ano 2015 com a finalização do mesmo.

A redução percentual do nível de perdas de água traduziu-se numa poupança anual de cerca de 162.200 m³ de água em 2013 e 534.000 m³ em 2014, isto é, um encaixe financeiro de €61.700 e €203.100, respetivamente nos anos mencionados, perfazendo uma poupança acumulada até ao final do ano 2014 de aproximadamente € 264.800.

Em termos de caudal médio diário aduzido à ZMC, a Águas do Porto, EM, passou de 10 450 m³/dia e um consumo mínimo noturno de 215 m³/hora para menos de 9.500 m³/dia e um consumo mínimo noturno de 170 m³/hora no ano de 2014, mantendo os níveis de faturação da zona.

Outra das grandes mais-valias do projeto é a pronta capacidade de resposta da empresa face às avarias no terreno. Na deteção de fugas iguais ou inferior a 10 m³/hora, a diferença entre ter uma ZMC com 23 mil clientes e um consumo mínimo noturno de 215 m³/hora e ter 12 sub-ZMC internas com uma média com 2.500 clientes cada e com consumos mínimos noturnos inferiores a 20 m³/hora, revela-se essencial, daí a importância desta subsetorização.

Por último, o projeto englobou ainda a separação da adução à ZMC Média Central ao nível dos dois reservatórios respetivos. Isto permite uma gestão diária muito mais eficaz ao nível do controlo e monitorização do escoamento e das perdas de água nas sub-ZMC que cada reservatório abastece atualmente, bem como aumenta a fiabilidade da própria rede de distribuição.

A setorização da ZMC Média Central revelou-se, assim, um projeto fulcral que tem permitido à Águas do Porto, EM, a obtenção de bons resultados na redução das perdas de água e na consolidação da sustentabilidade económico-financeira da entidade, bem como na melhoria da qualidade do serviço prestado aos consumidores.

REFERÊNCIAS

- [1] INE (2013), Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP), versão 2013, Instituto Geográfico Português, Lisboa, Portugal
- [2] INE (2012), “Censos 2011 (Dados Definitivos) – Quadro de apuramento por freguesia, Q101_Norte”, Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, Portugal

UTILIZAÇÃO DE MODELOS BIM PARA A VERIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE PLANOS DE ACESSIBILIDADES

João Rodrigues¹, João Poças Martins² Bárbara Rangel³

¹ FEUP, ec12225@fe.up.pt (PORTUGAL)

² Gequaltec, FEUP, jppm@fe.up.pt (PORTUGAL)

³ Gequaltec, FEUP, brangel@fe.up.pt (PORTUGAL)

Resumo

Apresenta-se, no presente artigo, os resultados de um estudo sobre a aplicação de ferramentas de verificação automática de modelos BIM (*Building Information Modeling*) para a avaliação de projetos de edifícios tendo em conta as disposições previstas nas normas técnicas para a melhoria da acessibilidade das pessoas com mobilidade condicionada, em anexo ao Decreto-Lei nº 163/2006, de 8 de Agosto.

O software Solibri Model Checker foi configurado de modo a permitir a validação de uma parte significativa das disposições regulamentares a partir de modelos BIM em formato IFC (*Industry Foundation Classes*).

Embora a verificação automática de projetos seja frequentemente associada a processos de licenciamento, pode também ser encarada como uma ferramenta de apoio à decisão durante a fase de projeto. Com efeito, ao emitir alertas perante a ocorrência de não conformidades regulamentares, o software de verificação automática favorece o desenvolvimento integrado do projeto (IPD), impondo o respeito pelas disposições relativas ao plano de acessibilidades desde as primeiras fases de projeto.

O procedimento adotado neste trabalho exige que o modelo seja exportado a partir do software de modelação sempre que se pretenda efetuar uma verificação de conformidade. Este processo não favorece o estabelecimento de um processo transparente para o utilizador uma vez que não fornece indicações imediatas acerca das alterações por si introduzidas no projeto. Assim, considera-se que há vantagens evidentes na integração de ferramentas de verificação automática em softwares de modelação BIM sob a forma de *addins*.

Conclui-se que a implementação de procedimentos de verificação automática neste domínio depende de três condições essenciais: (i) disponibilidade de software adequado, atualmente inexistente; (ii) garantia de que os modelos BIM sejam desenvolvidos de acordo com regras que garantam a sua validade semântica, o que pressupõe o desenvolvimento e adoção de normas BIM; (iii) que o regulamento seja revisto de modo a eliminar condições cuja verificação seja impossível ou inviável, quer devido à presença de expressões ambíguas no texto legal, quer pela exigência de modelos com um nível de desenvolvimento (LOD) muito elevado, claramente incompatível com as práticas de projeto correntes.

Palavras-chave: BIM, acessibilidades, regulamentação, verificação

1 INTRODUÇÃO

O plano de acessibilidades pretende fundamentalmente promover a qualidade de vida e igualdade dos cidadãos através de aplicação de normas técnicas para a melhoria da acessibilidade das pessoas com mobilidade condicionada. Estas normas são previstas pelo Decreto-Lei nº 163/2006, de 8 de Agosto [1, 2] sob a forma de anexo.

As disposições que constam neste diploma definem um conjunto de restrições que condicionam significativamente a configuração global dos edifícios, pelo que têm um impacto relevante desde a fase conceptual do projeto.

Tendo em conta que durante o processo de licenciamento se procura efetuar a verificação do cumprimento das exigências regulamentares, considera-se que a realização de verificações automáticas durante as fases iniciais de projeto resultaria num contributo importante para incrementar a qualidade dos projetos a apresentar na fase de licenciamento [3].

Atualmente, as exigências regulamentares são verificadas manualmente tendo em conta os documentos que são entregues formalmente para o processo de licenciamento.

A existência de regras de representação formais para os documentos a entregar no processo de licenciamento reduz a variabilidade dos seus conteúdos e respetivos formatos (ver Fig. 1). Este grau de formalismo, característico dos documentos para o processo de licenciamento, é uma característica que torna todo este processo particularmente apto para ser automatizado.

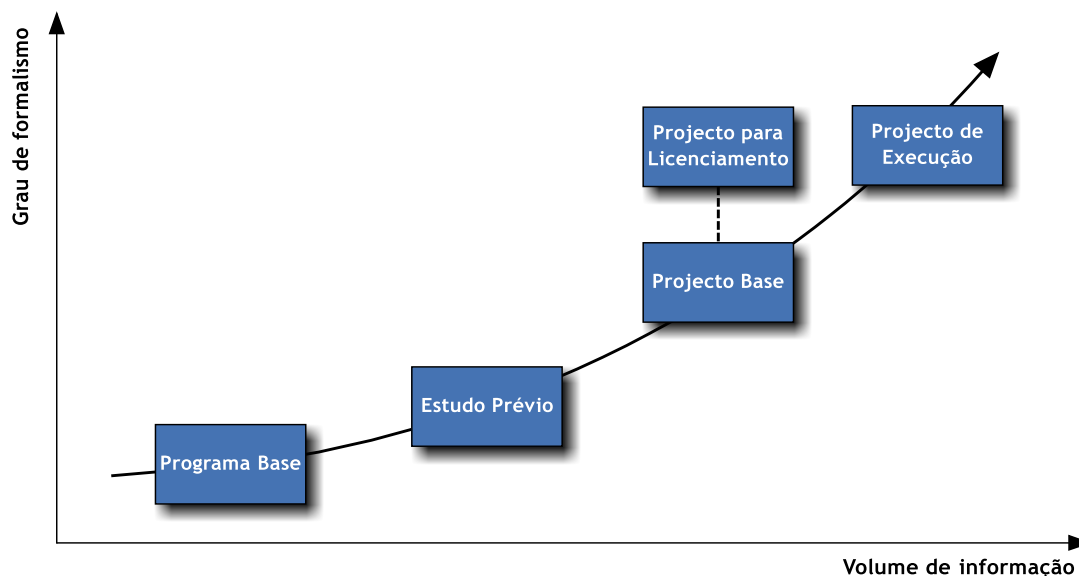


Fig. 1 – Produção de informação e sua formalização ao longo das fases de projeto [4].

Um processo de verificação automática, quer se destine a apoiar a tomada de decisões por parte dos projetistas e verificação preliminar da conformidade regulamentar dos projetos ou para suportar o processo de licenciamento numa fase mais adiantada, requer o acesso a um modelo digital com a capacidade de integrar num modelo digital toda a informação que esteja relacionada com a construção - modelos BIM. A adoção de um processo desmaterializado suportado por modelos BIM origina uma nova abordagem para a elaboração de projetos de edifícios, que coloca um conjunto de desafios significativos aos intervenientes no processo construtivo.

Embora subsistam ainda obstáculos de natureza diversa - relacionadas com a redação dos atuais documentos legais, com os processos de modelação e com a tecnologia hoje existente - para a implementação da verificação automática de projetos a curto prazo, é previsível um desenvolvimento desta área ao longo da próxima década [5].

2 INICIATIVAS ANTERIORES

Existe um número considerável de iniciativas em curso no que diz respeito à utilização de modelos BIM para a verificação automática de projetos, nas diferentes especialidades da construção, com destaque para o projeto CORENET em Singapura [6]. Este projeto teve como propósito fornecer uma infraestrutura para a troca de informação entre todos os intervenientes envolvidos no desenvolvimento de projetos de edifícios, bem como as entidades responsáveis pelo seu licenciamento, usando as Tecnologias de Informação (TI). Para tal, foi necessário passar dos desenhos tradicionais até então usados para o uso de modelos de informação (BIM). O projeto resultou na criação de uma plataforma para a submissão e a verificação de todas as suas especialidades de projetos de edifícios via internet.

No que diz respeito a iniciativas referentes à verificação automática de projetos segundo o plano de acessibilidades destaca-se o Projeto HITOS [7] na Noruega. Este projeto utilizou o Solibri Model Checker (SMC) como software para a verificação automática, tendo-se constatado que este contém um conjunto de regras parametrizáveis que abrangem um número significativo de verificações necessárias para o plano de acessibilidades.

3 VERIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE PROJETOS – PLANO DE ACESSIBILIDADES

3.1 Regulamentação

A regulamentação existente para a construção, nos seus vários domínios, não apresenta as características necessárias para suportar processos de verificação automática [4]. Torna-se assim necessário efetuar uma revisão prévia e integral de todos os requisitos impostos na regulamentação de modo a adaptá-la ao processo de verificação automática pretendido.

Durante este processo é possível distinguir as disposições regulamentares nos seguintes grupos: (i) as que são suscetíveis de verificação conforme estão redigidas, (ii) as que não podem ser verificadas de uma forma objetiva por dependerem da validação de parâmetros qualitativos (como "perto de", "local de fácil acesso", etc.) e (iii) as que não constituem proposições lógicas, pelo que a sua validação não é possível nem relevante (é o caso das disposições onde são definidos conceitos) [8]. Por sua vez, entre as disposições contidas no primeiro grupo encontra-se ainda um subconjunto de condições cuja verificação, embora sendo possível, se considera inviável por exigir modelos com um grau de detalhe incompatível com a fase de projeto durante a qual se pretende realizar a verificação. Assim, no decurso do processo de revisão dos regulamentos, é necessário realizar uma avaliação dos requisitos de modelação, isto é, das características exigidas aos modelos BIM. Importa ainda avaliar as características da plataforma de verificação automática a empregar [3].

3.2 Modelação

A utilização de modelos de informação (BIM) em processos de verificação automática exige que estes sejam desenvolvidos de uma forma coerente. Essa coerência é essencial para que exista uma correta troca de informação entre o modelo de informação e o software de verificação automática. Para tal, deverão ser desenvolvidas e adotadas normas BIM que não só garantam a validade sintática e semântica dos modelos a verificar (isto é, que lhes confirmam uma coerência interna) mas também o cumprimento dos requisitos de modelação que os tornem compatíveis com os processos de verificação a realizar.

As normas de modelação devem adequar-se às fases de projeto tradicionais. Numa primeira fase será então importante elaborar um modelo – modelo de estudo prévio – onde serão discutidos, solucionados e dimensionados os principais volumes pertencentes ao modelo.

Numa fase posterior, o modelo – de execução – deverá conter informação detalhada de todas as peças, objetos, sistemas e componentes que irão existir no edifício, como por exemplo mobiliário, sistemas elétricos e mecânicos, entre outros.

Para estes modelos conterem a informação necessária para efetuar a verificação automática, deverão ser exigidos níveis de desenvolvimento (LOD) adequados. Para uma primeira rotina de verificações impostas para a fase correspondente ao modelo de estudo prévio deverá ser exigido um LOD300 a 350. Para os modelos de execução deverá ser exigido um LOD 400 a 500 [3, 9].

3.3 Processo de verificação automática

No processo descrito em seguida será utilizado o software Solibri Model Checker (SMC), para efetuar a verificação automática do plano de acessibilidades.

Este software tem como funcionalidades analisar modelos de informação (BIM) tendo em conta um conjunto de regras pré-programadas. Estas regras visam identificar e avisar o utilizador acerca de potenciais problemas, conflitos ou violações que possam surgir num determinado modelo de informação.

As regras podem ser parametrizadas de modo a efetuar um número amplo de verificações, quer sejam exigidas pelo plano de acessibilidades, quer por verificações de outra índole. É possível parametrizar o nível de severidade dos alertas perante a ocorrência de não conformidades regulamentares tendo em consideração as regras previamente parametrizadas [10].

O facto de este software funcionar por regras pré-programadas descarta a necessidade de conhecimentos de programação por parte do utilizador. Por outro lado, a aplicação torna-se dependente das regras que são fornecidas, não permitindo que os utilizadores criem as suas próprias regras de raiz. Deste modo, a empresa que desenvolve o software é também a responsável pela

criação e pelo fornecimento das regras que podem depois ser modificadas, editando-se os seus parâmetros definidores.

3.4 Avaliação de Regulamentos

No estudo desenvolvido pretende-se identificar quais os requisitos impostos pela regulamentação do plano de acessibilidades que são verificáveis através do software adotado – o SMC.

Para tal, foram tidas em conta os seguintes regulamentos: a ISO/FDIS-21542 - *Accessibility and usability of the built environment*, a *Standards for Accessible Design* - Norte Americana, a *Building Regulations* - do Reino Unido e o Decreto-Lei 163/2006 de 8 de Agosto, portuguesa.

Na análise efetuada, as disposições regulamentares foram classificadas em três grupos distintos:

- “Sim” as que são diretamente verificáveis por uma ou por um conjunto de regras do software SMC.
- “Não” as que não são suscetíveis de verificação objetiva, por dependerem de parâmetros qualitativos com “longe de” ou “em local de fácil acesso”.
- “Não Aplicável” as disposições regulamentares que apenas transcrevem recomendações ou definições de conceitos. Estas disposições não podem ser formuladas sob a forma de proposições pelo que não suscetíveis de verificação.

No Quadro 1 são apresentados os resultados da análise efetuada.

Quadro 1 – Resultados obtidos da análise dos regulamentos [3].

Regulamentação	Disposição suscetível de verificação automática?		
	Sim (%)	Não (%)	Não Aplicável (%)
ISO	18	49	33
ADA Standards	24,7	63,6	11,7
Building Regulations – Document M – volume 1	38	49	13
Building Regulations – Document M – volume 2	14	52	34
Building Regulations – Document K	25	60	15
Decreto-Lei 163/2006 de 8 de Agosto	38,6	51,5	9,9

4 CASO DE ESTUDO

4.1 Descrição

Apresenta-se em seguida um exemplo de uma verificação de uma disposição regulamentar específica no domínio do plano de acessibilidades. O modelo BIM descrito neste ponto será avaliado tendo em conta a validação do cumprimento do ponto 2.3.1 da secção 2.3 do Decreto-Lei 163/2006 de 8 de Agosto [1, 2], que define a largura mínima de corredores. A verificação é efetuada com recurso ao SMC.

O modelo apresentado na Fig. 2 diz respeito a um edifício de escritórios de cinco pisos. O modelo encontra-se disponível publicamente em formato IFC [11]. O nível de desenvolvimento do modelo é entre LOD300 a LOD350 [3].



Fig. 2 – Edifício de escritórios a verificar [3].

4.2 Resultados

Com recurso ao Solibri Model Checker constatou-se que um dos corredores pertencentes ao modelo estudado apresenta uma não-conformidade face à largura mínima regulamentar para corredores de 1.2m (ver Fig. 3).

A mensagem de alerta emitida é consequência de um erro de modelação que dificilmente seria detetável a partir de uma inspeção visual do modelo. Com efeito, as casas de banho foram incorretamente modeladas como sendo parte do corredor.

A visualização tridimensional do modelo facilita a localização da irregularidade (delimitada a vermelho na Fig. 3) e permite constatar que o restante desenvolvimento do corredor cumpre a disposição regulamentar.

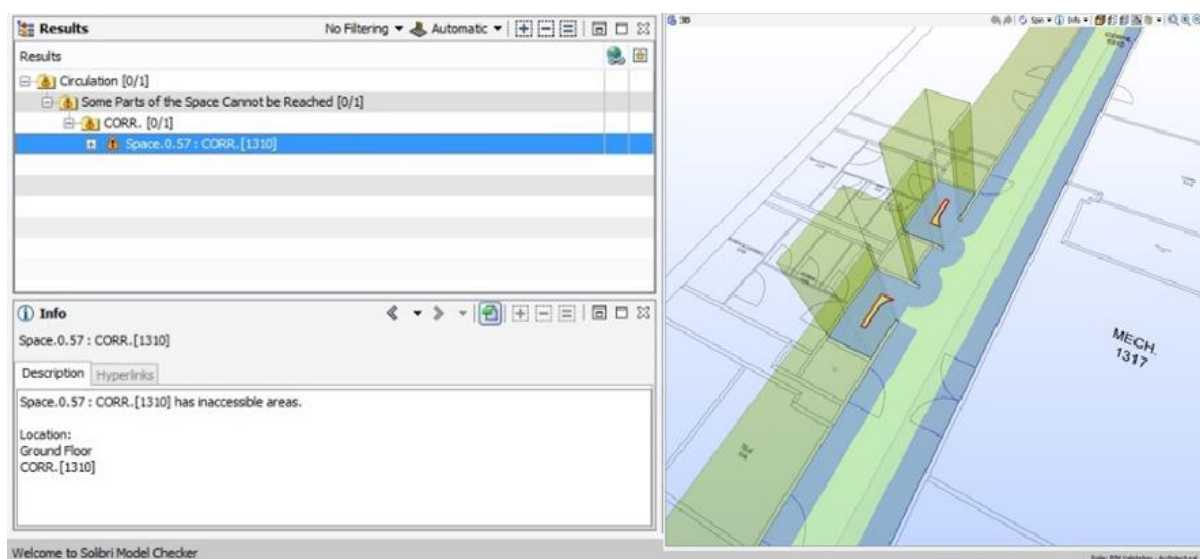


Fig. 3 – Verificação regulamentar da largura mínima de corredores com recurso ao SMC [3].

Demonstra-se assim a utilidade do SMC para efetuar verificações automáticas sobre um modelo BIM, quer no que diz respeito à sua qualidade, quer relativamente à sua conformidade regulamentar, desde que as regras a validar sejam devidamente configuradas no software. O nível de desenvolvimento do modelo é adequado à verificação em causa.

5 CONCLUSÕES

Apesar de todos os regulamentos analisados terem o objetivo comum de garantir a acessibilidade nos edifícios, não podem ser comparados entre si porque estão organizados e redigidos de formas substancialmente distintas. No caso da regulamentação nacional, apenas cerca de 50% das disposições são suscetíveis de verificação automática sem exigir o desenvolvimento de modelos de LOD invulgarmente elevado.

Os resultados obtidos (descritos em maior extensão e detalhe em [3]) demonstram que é possível verificar diretamente algumas disposições regulamentares, mas que a redação dos regulamentos e a impossibilidade de definir livremente regras no Solibri Model Checker inviabilizam a verificação de determinados requisitos impostos pelo plano de acessibilidades.

A utilização de modelos de informação (BIM) em processos de verificação automática exige que estes contenham níveis de detalhe compatíveis com os processos de verificação a realizar, quer durante a fase de projeto, quer durante o processo de licenciamento. Deverão ser adotadas regras de modelação que permitam estabelecer uma correspondência entre níveis de desenvolvimento de modelos e as fases de projeto definidas na Portaria 701-H/2008 [12], de modo a formalizar os requisitos de modelação a impor aos modelos BIM a adotar na construção nacional.

REFERÊNCIAS

- [1] DRE (2006). Decreto-Lei Nº 163/2006 de 8 de Agosto
- [2] INR (2009). Acessibilidade e Mobilidade para todos. Apontamentos para uma melhor interpretação do DL 163/2006 de 8 de Agosto
- [3] Rodrigues, João (2015). Utilização de modelos BIM para a verificação automática de projetos – Plano de Acessibilidades. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- [4] Poças Martins, J.P. (2009). Modelação do Fluxo de Informação no Processo de Construção – Aplicação ao Licenciamento Automático de Projetos. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
- [5] Eastman, C.T., Paul, R. Sacks, and K. Liston (2008). BIM handbook a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. New Jersey: John Wiley and Sons Ltd. XIV, 490 p.-XIV, 490 p.
- [6] GEQUALTEC (2013). Industry Foundation Classes. 2013; Disponível em: http://paginas.fe.up.pt/~gequaltec/w/index.php?title=IFC#cite_note-SIGABIM-0.
- [7] M.A.T. Lê, et al. The HITOS Project - A Full Scale IFC Test
- [8] Poças Martins, J.P (2015). Verificação automática de projetos: para além da desmaterialização de processos. – Construção Magazine (aguarda publicação)
- [9] BIMforum (2013). Level of Development Specification. Disponível em: <http://bimforum.org/wp-content/uploads/2013/05/DRAFT-LOD-Spec.pdf>
- [10] Eastman, C., et al.(2009). Automatic rule-based checking of building designs. Automation in Construction, 2009. **18**(8): p. 1011-1033
- [11] Solibri (2014). Getting Started with Solibri Model Checker, Disponível em: <http://www.solibri.com/wp-content/uploads/2014/12/Getting-Started-v9.5.pdf>
- [12] DRE (2008). Portaria Nº 701-H/2008

A IDEIA DE SUSTENTABILIDADE NO PROCESSO DE REABILITAÇÃO DO CENTRO HISTÓRICO DO PORTO: O EDIFÍCIO PADARIA

Ricardo Santos¹, Diana Barros², Luís Pinto de Faria³

¹ RIELZA, *ricardosantos@rielza.pt (PORTUGAL)*

² MCMF, *diana.barros@msmf.pt (PORTUGAL)*

³ UFP, *lpintof@ufp.edu.pt (PORTUGAL)*

Resumo

Os três pilares do “desenvolvimento sustentável” - a “prudência ambiental” a “justiça social” e a “eficácia económica” - foram ao longo das últimas décadas profusamente debatidos na comunidade científica sendo maioritariamente associados a novos modos de “saber fazer”: a criação de novas práticas, produtos e medidas legislativas com vista a um desenvolvimento sustentado. No entanto, como foi reconhecido na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável Rio +20 “(...)apesar dos esforços de Governos e agentes não estatais em todos os países, o desenvolvimento sustentável continua a ser uma meta distante e ainda restam grandes barreiras e lacunas sistêmicas na implementação de compromissos aceites internacionalmente” (ONU, 2012). Ciente deste aparente impasse, a organização da “United Nations Conference on Human Settlements -HABITAT III”, a realizar em 2016, propôs já como seu objectivo principal a tarefa de identificar novos desafios emergentes no sentido de mobilizar a população e garantir um novo compromisso político para que as cidades desempenhem o seu papel enquanto principais “motores” do desenvolvimento sustentável.

Tomando como base a análise de um caso de estudo concreto, o “Edifício Padaria” localizado no Centro Histórico do Porto, o presente artigo propõem-se explorar não só a dimensão ambiental e económica do respectivo projecto e processo construtivo, tido como exemplar, como também o seu impacto e a sua ressonância relativamente às dimensões territorial, cultural e política, hoje tidas como indissociáveis de uma visão actualizada sobre a sustentabilidade.

Mais do que um enunciado de soluções e processos, este trabalho explora o carácter único da obra estudada para, de modo articulado e transdisciplinar, confrontar a teoria com a prática, os problemas e as oportunidades, num palco laboratorial real e actual.

Palavras-chave: Reabilitação, sustentabilidade, cidade, estratégia, cultura.

1 APRESENTAÇÃO DO EDIFÍCIO

O edifício que serve como caso de estudo localiza-se na Rua de São Bento da Vitória, nº 42 a 46. É um edifício constituído por dois pisos e mais dois pisos intermédios, sendo um deles parcialmente enterrado.

O edifício foi construído em 1850, com licença de construção de obra nº203/1850, e nessa altura ainda não estava definido completamente o seu uso total. Em 1929, foi licenciada a alteração que corresponde ao edifício actual, que consistiu na ampliação e construção de um forno. Desde então e até à data o edifício era destinado a uma padaria nos pisos inferiores e a habitação nos pisos superiores.

Hoje o edifício apresenta algumas anomalias funcionais decorrentes do seu abandono e da falta de manutenção do edifício, e depara-se com um novo desafio, onde se pretender adaptar o mesmo a um novo uso. Foi adquirido pelo actual proprietário, MCMF- Imobiliária SA, que pretende criar espaços para arrendamento de preferência a atividades ligadas à área da reabilitação e regeneração urbana, ou seja, no futuro será, unicamente, um edifício destinado a serviços. A proposta de arquitetura é da autoria da Arq. Diana Barros. A proposta de intervenção/alteração de execução, está a cargo da Arq. Diana Barros e do Eng. Ricardo Santos.

O edifício foi transformado num caso de estudo onde, ao longo do desenvolvimento do projeto, com as alterações e adaptações que iam sendo realizadas, criou-se um espaço de análise, de crítica, e testou-se sistemas que caíram em esquecimento mas que se apresentam como funcionais para este

tipo de estruturas, tudo isto sem nunca comprometer o prazo de execução da obra nem o cumprimento das normas e regulamento a que devem obedecer.

2 ENQUADRAMENTO

O projeto deste edifício é uma resposta diferente a uma abordagem à reabilitação que tem como principais princípios base a sustentabilidade, a utilização de materiais naturais, utilização de técnicas vernaculares, o controlo financeiro e otimização e eficiência energética

2.1 Sustentabilidade

A demolição dos elementos obsoletos, degradados ou necessários para o cumprir o programa traçado para o edifício, é realizada com total separação dos resíduos de construção para permitir a reaplicação, como matéria-prima, em novos elementos construtivos idênticos ao elementos onde estava incorporado, utilização e valorização, para dar uma utilidade reciclando no local ou em outro local, como matéria-prima, tratamento e/ou valorização, como resíduo.

A madeira resultante das demolições de elementos da estrutura, pisos interiores e cobertura, dos soalhos dos pavimentos, das paredes em tabique interiores, elementos de carpintaria não reutilizáveis é utilizada como biomassa para alimentar recuperadores, estufas e fogões. No entanto, não foi possível a sua utilização no local porque a opção para aquecimento passa pela utilização de um sistema a Pellets.

O granito proveniente da demolição de paredes e pavimentos, foi posteriormente aproveitado para criar espaços de circulação exteriores.

Para os rebocos e estuques, sempre que possível, optou-se por consolidação e tratamento sem remoção. O resultante, da demolição, rebocos soltos e degradados, foram usados como inerte nos novos rebocos utilizados para os revestimentos das zonas demolidas e como matéria-prima para a composição do pavimento térreo.

Da demolição de paredes resultaram tijolos maciços cerâmicos que foram utilizados como elemento de inércia na composição da parede de trombe.

Resultante da demolição das estruturas degradadas de betão, lajes, vigas e pilares em betão armado, o betão, foi posteriormente empregue na base de pavimentação e enchimentos dos pneus. A armadura entregue para reciclagem.

O solo que resultou da escavação de valas para a instalação de caixas de visita e depósitos serviu para alteração de cotas e nivelamento de terreno em zona florestal destinado a uma plantação de oliveiras.

E por ultimo, as telhas provenientes da remoção da cobertura existente foram aproveitadas para o sistema de pavimento como proteção aos canais de circulação de ar.

2.2 Materiais Naturais e Sistemas

A escolha dos materiais utilizados neste edifício teve como objetivo privilegiar a utilização de materiais naturais, que exigem o mínimo de processamento, e que possam ser reutilizáveis. E os sistemas, que estão implementados ou que serão implementados, foram desenvolvidos com base em princípios de construções vernaculares, e adotados em função do local da sua aplicação, tipo de elemento e sua localização, devidamente compatibilizado com os elementos existentes que se pretendem manter, sem nunca afetar a funcionalidade e durabilidade do conjunto.

O funcionamento das paredes foi pensado de modo a garantir a total difusão do vapor de água através das camadas constituintes. Para o revestimento de paredes sem características térmicas foram realizados rebocos de cal hidráulica natural (NHL5 e NHL3,5) ou de cal aérea em pasta, composição em obra, e rebocos pré-compostos do sistema Reabilita Cal da Secil. Para paredes exteriores orientadas a nascente e a Sul, paredes do alçado posterior corpo superior cobertura plana, foi utilizado um revestimento pelo exterior em cortiça e cal da Weber, sistema weber.therm.natura permitindo melhorar o isolamento térmico. Nas paredes orientadas a Sul, do corpo com cobertura plana, como fazem meação com a propriedade vizinha, foram executadas forras em Fermacell com isolamento em fibras de madeira. Nas restantes paredes, separação do exterior com área útil interior,

máximo para o teto é de $62,505 \times 10^{-11}$ kg/m²sPa, sendo que se obtém um valor de Pe de $2,572 \times 10^{-11}$ kg/m²sPa para a camada de OSB, o que significa que a permeância desta camada é muito baixa.

Optou-se para escolha do material celenit, por se tratar de um produto constituído unicamente por materiais naturais (madeira de abeto, cimento Portland, pó de mármore e água) aliado a boas condições térmicas (cerca de 15 vezes mais capacidade isolante que outros materiais leves) e acústicas (bom comportamento tanto na absorção sonora – reduz tempo de reverberação- como na transmissão de ruídos aéreos). A cortiça virgem usada como isolamento, foi uma escolha óbvia nesta obra, uma vez que apesar se encontrar mais fissurada, este material consegue aliar as suas capacidades tal como conhecemos ao seu reduzido valor económico.

Em termos de funcionamento, a cobertura está projetada com desvão não utilizável e fortemente ventilado. A ventilação da face inferior da telha é assegurada pela entrada natural do ar no telhado, através da ação do vento, o vento entra pelo beirado e pelas telhas de ventilação existentes (3 por cada 10m²) e sai pela cumeeira. A ventilação do desvão não habitado da cobertura, faz-se pela circulação natural do ar nas aberturas existentes para esse fim (5 unidades de 120 mm no corpo maior do edifício, e 2 unidades de 120mm no corpo mais pequeno).

3.2 Cobertura plana

A cobertura plana é constituída por 8cm da solução Leca Mix, seguida da laje aligeirada com 25cm, uma camada de celenit ABE com 15mm, a caixa-de.ar com 15cm e por fim, servindo como isolamento uma camada de celenit CL/45 com 4cm. O valor de transmitância térmica obtido para este tipo de cobertura é de 0.44 W/m²°C considerando a situação de fluxo ascendente e 0.41 W/m²°C quando se trata de um fluxo descendente.

3.3 Paredes

Em termos de paredes exteriores existem 4 tipos fundamentais de paredes que serão descritos seguidamente:

Parede 1: Constituída pelo sistema weber.therm.natura, com espessura de 5cm, seguido de reboco de cal (5cm), pedra de granito com 20cm e reboco interior de cal com 5cm. O valor de U obtido é de 0.57 W/m²°C

Parede 2: Possui uma camada de celenit ABE, seguida de caixa de ar de 48mm preenchida parcialmente com celenit FL/45 com 40mm, pedra de granito com 20cm e reboco de cal com 5cm. O valor de U obtido para este tipo de parede é de 0.55 W/m²°C

Parede 3:Composta por pedra de granito com 20cm e reboco interior e exterior de cal com 5cm. Para esta parede o valor de U é de 2.73 W/m²°C.

Parede 4: Formada por uma camada de 7cm de reboco com isolamento de cortiça incorporado, pedra de granito com 20cm e reboco de cal com 5cm, conduzindo a um valor de U de 1.83 W/m²°C.

Nestes elementos, é importante destacar o sistema de reaproveitamento do reboco demolido para as argamassas.

3.4 Pavimentos térreos

A solução executada para o pavimento teve a colaboração da SG Weber que estudou 3 soluções de argamassas de enchimento e acabamentos apresentando-se as mesmas na Tabela 1.

Tabela 1 – Principais propriedades das argamassas de enchimento e acabamento estudadas.

Formulação Leca mix	LM00	LM01	LM02
Leca Dur (L)	1055	1055	1055
Cimento, cz, II, 42,5 (ou 32,5) (kg)	300	---	150
Cal hidráulica NHL 5 (ou HL 5) (kg)	---	300	150
Areia fina (0/2) (kg)	158	158	158
Água (L)	170	240	210

Propriedades em pasta			
Densidade	780	750 (mais pastoso)	750 (similar a padrão)
Tempo de "cura"	Após 2 a 3 h	Após 7 a 8h	Após 4 a 5 h
Propriedades endurecido (7 dias)			
Densidade	720	710	710
Resistência à compressão (N/mm ²)	2,30 a 4,0	1,12	1,76
Coefficiente de absorção de água por capilaridade (kg/m ² .min. ^{1/2})	< 0,10	0,35	0,14

De acordo com os resultados obtidos, a solução executada no pavimento foi a solução LM02, que foi escolhida tendo em conta os bons resultados apresentados quanto à resistência à compressão (1,76N/mm²) e o baixo coeficiente de absorção de água (0,14 kg/m².min.^{1/2}). O que permitiu superar o grande desafio presente na solução para o pavimento que foi a opção pela não colocação de uma barreira para-vapor, o que aumenta a probabilidade da ocorrência de patologias relacionadas com humidade ascensional.

Para a execução do pavimento (Fig. 2), em primeiro lugar procedeu-se à abertura do mesmo, reaproveitando a terra removida para logradouro ajardinado. Seguiu-se a colocação de uma base com resíduos da demolição das estruturas de betão armado, onde foram colocados pneus, formando espaços entre si, preenchidos com resíduos do mesmo tipo da base. Posteriormente foi colocada uma manta geotextil, argamassa de NHL5 com reboco, recuperado das demolições dos rebocos interiores, ao traço em volume 1:5. Após, foi colocada uma manta geotextil para proteção das bolsas de ar, reforçada com telha da cobertura e regularizada com os rebocos resultantes das demolições das paredes interiores. Por fim colocou-se uma camada de 15cm de argamassa de leca com NHL5 com adição de ligante hidráulico (Leca mix) e como camada de regularização recorreu-se à solução weber.floor.light com 5cm. O revestimento final é uma emulsão de tinta à base de óleo de linhaça.



Fig. 2 – Execução do pavimento térreo.

Para a análise a nível térmico do pavimento térreo (Fig. 3) apenas foram utilizadas as camadas acima do espaço ventilado, nomeadamente a camada de betonilha tradicional leve weber.floor light de 5cm, a camada de 15cm de Leca mix, e ainda uma camada de reboco solto de regularização de 6cm. O valor de U obtido foi de 0,78 W/m²°C e 0.70 W/m²°C, para fluxo ascendente e descendente respetivamente.

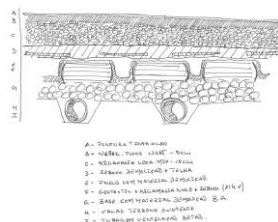


Fig. 3 – Corte construtivo do pavimento.

3.5 Clarabóia

A clarabóia (Fig. 4) é um elemento central do edifício, isto é, o seu funcionamento, quer na estação de aquecimento, quer na estação de arrefecimento, vai condicionar o funcionamento de todo o edifício.



Fig. 4 – Clarabóia existente no edifício.

A sua estrutura foi pensada para um funcionamento solar, onde na estação de aquecimento, através da parede de trombe.

Constituída por uma estrutura metálica, com caixa-de-ar, separada por um vidro laminado e por uma parede de tijolo maciço (reaproveitado do edifício) isolada na face voltada para o desvão com 10cm de aglomerado de cortiça. O vidro laminado é constituído na face exterior por Planitherm 4S de 6mm, caixa de ar com argon 90% de 14mm, e na face interior duplo Planilux com PVB silence 2, o valor do fator solar deste vidro é de 0,41 e o valor de U é de 1,1 W/m²°C.

Em termos de funcionamento, pretende-se que no inverno (Fig. 5), seja feita a admissão de ar a uma cota inferior, pelo desvão fortemente ventilado da cobertura, e a captação do ar, a uma cota superior. Através de um ventilador é insuflado em todos os compartimentos do edifício, tendo sido dimensionado para 3 renovações por hora. Para controlo da qualidade do ar, optou-se por uma grelha oposta a esta parede, a uma cota o mais baixo possível, servindo para ventilação de acordo com as necessidades dos parâmetros previamente estabelecidos: humidade e CO₂. Será ainda instalada uma caldeira a granulado de madeira, para fazer face aos períodos sem incidência solar, onde nesta situação, a clarabóia funciona como elemento de permutação, ou seja, o ar interior pré-aquece o ar novo insuflado.

No verão (estação de arrefecimento) (Fig. 5), a clarabóia funciona como uma bomba solar. Pelo exterior existe um elemento de ensombramento desenhado para permitir a incidência dos raios solares na parede de trombe. Através do diferencial de temperatura produzido, há entrada e saída de ar, conseguindo-se desta forma uma ventilação por efeito chaminé. O objetivo é produzir correntes interiores obrigando o ar a entrar pelos níveis inferiores (logradouro voltado a Norte em zona de ensombramento) e tubagem inserida no pavimento.

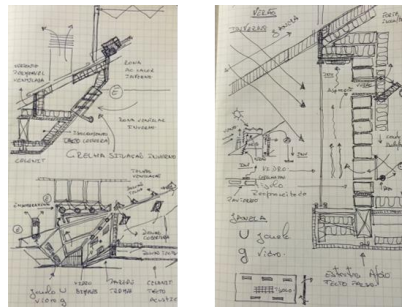


Fig. 5 – Esquema tipo da clarabóia, parede de trombe e ventilação.

3.6 Gestão de águas

Tirando partido das diferenças de cotas, foi pensado o reaproveitamento das águas pluviais e das águas cinzentas que serão canalizadas para uma zona técnica no exterior para posterior utilização nos sanitários, sistemas de rega e arrefecimento da cobertura plana (Fig. 6).

No que respeita às águas pluviais, são recolhidas em tubos de queda provenientes das coberturas e encaminhadas para um reservatório situado à cota do piso térreo mais elevado. Este reservatório alimenta a zona técnica, anteriormente referida, e permite, por gravidade, a condução da água excedente através de caixas de visita para o coletor público.

Na concepção das redes prediais de águas residuais, foram instalados dois coletores: um para águas cinzentas e outro para águas negras. As águas cinzentas, direcionadas para a zona técnica, e após o seu tratamento, são lançadas na cisterna onde se efetua a re-circulação do sistema de reaproveitamento. Da estação elevatória (cisterna de circulação) eleva-se para a cobertura, onde se

instalou dois reservatórios, estabelecendo-se no primeiro reservatório a prioridade para alimentação dos sanitários e rega, com possibilidade de alimentação pela rede pública, e no segundo reservatório a re-circulação com a finalidade de condução através de uma rede de coletores e tubos de queda das águas para a cobertura plana.

Todo o sistema que constitui a camada superior do pavimento após impermeabilização, foi pensado para permitir a circulação da água, bem como promover a evaporação, reduzindo a temperatura deste elemento. As águas desta cobertura são recolhidas no ponto mais afastado do local de descarga proveniente da cobertura e conduzidas para uma caleira, a céu aberto, percorrendo todo o perímetro deste corpo e, desta forma, encaminhada para a zona técnica, nomeadamente, para a designada caixa de re-circulação, estando desta forma encerrado um ciclo.

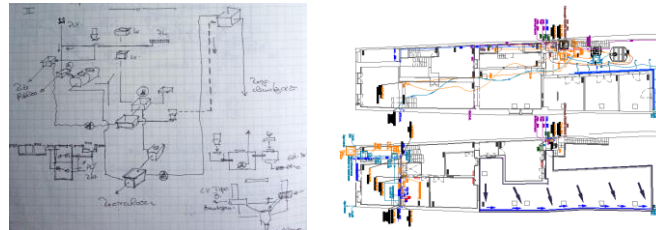


Fig. 6 – Esquema de reaproveitamento das águas.

REFERÊNCIAS

- [1] Associação Portuguesa de Industriais de Cerâmica e Construção. Manual de aplicação de telhas cerâmicas.
- [2] F.Pereira da Costa. Enciclopédia prática da construção civil. Portugália Edições.1955
- [3] Vitor M. R. Pedroso. Manual dos sistemas de distribuição e drenagem de água. LNEC. 2008
- [4] Vasco Peixoto Freitas. Manual de apoio ao projecto de edifícios antigos
- [5] Vasco Peixoto Freitas. Humidade Ascensional. FeupEdições. 2008
- [6] M. Paula, C. Rodrigues, M. Isabel Eusébio, Alexandre Ribeiro. Revestimento por pintura-defeitos, causas e reparação. LNEC. 2006
- [7] Revestimentos de paredes em edifícios antigos, caderno edifícios 02. Outubro 2002

PROCESSO CONSTRUTIVO – FASES, ATRIBUIÇÕES, OBJETIVOS GERAIS E REQUISITOS DE INFORMAÇÃO

Pedro Mêda¹, Hipólito Sousa², Joaquim Moreira¹

¹ CONSTRUCT-Gequaltec, Faculty of Engineering (FEUP), University of Porto. Instituto da Construção (PORTUGAL)

² CONSTRUCT-Gequaltec, Faculty of Engineering (FEUP), University of Porto (PORTUGAL)

Resumo

A cadeia produtiva do setor da construção envolve um conjunto muito significativo acções e agentes que têm como objetivo a materialização física de um empreendimento. O sucesso de uma construção e o desempenho do setor dependem em grande medida da articulação destas relações e processos. A bibliografia refere que a baixa produtividade do setor se deve a uma excessiva fragmentação da sua cadeia produtiva. Em parte esta afirmação é verdadeira, mas é necessário ter em consideração que esta característica é intrínseca ao setor e manter-se-á sempre em algumas operações. Assim, torna-se premente o desenvolvimento de mecanismos que permitam uma sistematização do processo e do modo de articulação/relacionamento dos agentes. Deste modo, a fragmentação tenderá a não ser entendida necessariamente como uma característica tão negativa, tendo menores efeitos sobre a produtividade e sobre o desempenho das operações de construção. Um dos mecanismos de apoio à gestão do processo construtivo mais conhecidos é o RIBA Plan of Work. Este documento, que conta com várias revisões, é muito utilizado não só no Reino Unido mas também noutros países. A sua versão mais recente introduz alterações que se consideram de grande relevo. Atendendo a esta observação, o presente trabalho pretendeu desenvolver uma análise da versão de 2013 do RIBA Plan of Work de forma a aferir a sua adequação à realidade portuguesa, procedendo a uma análise crítica sumária da estrutura e identificando necessidades de adaptação de conteúdos. Este processo tem necessariamente em consideração a legislação aplicável. Os resultados dizem respeito a uma fase preliminar dado este estudo continuar a ser desenvolvido de modo a sistematizar informação de pormenor e de modo a aferir da possibilidade de transposição da estrutura deste plano para Portugal. Esta acção tem como objectivo a constituição de um guia técnico de apoio ao desenvolvimento e gestão mais sustentável de projetos para a nossa realidade.

Palavras-chave: gestão de projetos, eficiência, integração de processos, sustentabilidade

1 INTRODUÇÃO

O processo construtivo é caracterizado tradicionalmente por duas grandes fases, o projeto e a construção [1]. Nos processos de obras públicas a estas fases poderá adicionar-se uma outra de carácter transversal que é a contratação. Esta transversalidade justifica-se pelos diferentes tipos de procedimento de contratação permitidos pelos diferentes enquadramentos legais [2,3]. No passado, foram desenvolvidos alguns guias técnicos muito vocacionados para a gestão da fase de projecto [4]. A versão inicial de um documento homólogo produzido no Reino Unido, o RIBA Plan of Work, incidia também especificamente sobre esta fase. Com efeito, as metodologias de trabalho das equipas de projeto têm vindo a ser objecto de análise e avaliação [5,6], devido à influência que o seu melhor ou pior desempenho tem quer na qualidade do objecto construído quer na performance do processo no seu todo. As crescentes preocupações com a sustentabilidade da construção, a gestão da utilização e a realização de avaliações do comportamento dos empreendimentos ao longo do seu ciclo de vida reforçam as atribuições da fase de projeto, assim como as preocupações em matéria de garantia do seu bom desempenho. A motivação para o desenvolvimento deste trabalho tem em consideração todas estas preocupações, bem como o enquadramento legal e normativo atualmente em vigor e revisões em perspectiva. Com efeito, a entrada em vigor do Código dos Contratos Públicos [2] e sua legislação de suporte incluíram novas dinâmicas, requisitos e exigências que carecem de instrumentos de apoio. Conforme referido, o RIBA Plan of Work é um instrumento muito utilizado e seguido por diferentes profissionais, não só no Reino Unido mas também noutros países. A sua estrutura é apontada como sendo de referência em vários manuais de gestão de projetos [7]. No âmbito do grupo de Sistemas de Informação da PTPC – Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção, foi produzida uma reflexão que teve como objectivo a sistematização das várias fases do processo construtivo, bem como de algumas acções, tendo sido validada por representantes de todos

os agentes intervenientes na fileira [8]. A publicação da versão de 2013 do RIBA Plan of Work [9] incluiu alterações muito prementes que visam a sua adoção não só em diferentes tipos de projectos, mas também em outras realidades e de uma forma mais ampla. Face a estes objectivos, o presente artigo pretende dar a conhecer os primeiros resultados de um trabalho em curso que visa análise e avaliação da adequação da estrutura e conteúdos do Plan of Work para a realidade portuguesa. A confrontação entre o quadro resumo do plano e as práticas e enquadramento legal da actividade de construção constituem-se como bases para o desenvolvimento deste trabalho, perspectivando-se propostas de transposição de alguns conteúdos, a título de exemplo. Além dos elementos referidos foram também consideradas as versões mais recentes de alguns documentos normativos relacionados com a gestão de projectos [10].

2 ESTADO DA ARTE

A melhoria da forma como se gerem os projectos, entendendo o projecto no seu todo, como o empreendimento e não só a fase de projeto, tem sido uma preocupação transversal existindo várias acções realizadas por diferentes entidades que, de uma forma mais genérica, pretendem contribuir para esta sistematização. A título de exemplo referem-se iniciativas de diferente nível como a ISO 21500 [1], o PM BOK [11] ou o RIBA Plan of Work [9]. Estes documentos são comumente complementados com guias práticos que traduzem/aprofundam os processos para as especificidades dos diferentes sectores. No âmbito do presente artigo, o último documento referido será mais aprofundado.

2.1 RIBA Plan of Work

O RIBA – Royal Institute of British Architects tem vindo ao longo dos anos a desenvolver diversos trabalhos em conjunto com outras instituições do setor que visam a sistematização do processo construtivo. O objectivo é minimizar situações de erros, omissões, perda de informação, sobreposições, desfasamento dos agentes, entre outros problemas, que dão origem a sobreforços, resultando um desempenho deficiente da cadeia produtiva e tendencialmente uma menor qualidade das realizações. Um dos documentos mais importantes e de suporte a esta problemática é o Plan of Work.

A sua primeira versão data de 1963, tendo na altura como objectivo a sistematização das actividades/operações das equipas de projecto durante esta fase específica do processo construtivo. Assumia a forma de matriz dividindo a fase de projeto em 12 tarefas. Seguiam-se 3 colunas que estabeleciam o âmbito do trabalho a desenvolver e as decisões a serem concretizadas em cada tarefa, bem como as ações que necessariamente teriam de ser realizadas e a identificação dos agentes directamente envolvidos. Este plano tornou-se um instrumento de referência para o setor no Reino Unido, designadamente para a construção de edifícios, tendo também sido amplamente adotado por outros países [7]. Ao longo do tempo foram produzidas várias actualizações que visaram um alargamento do âmbito a outras fases do processo construtivo. Simultaneamente, a matriz foi sofrendo alterações na sua estrutura e forma de apresentação. Dada a sua ampla utilização todos os desenvolvimentos desde final da década de 90 têm visado a integração e a compatibilização com outros instrumentos existentes e que eram utilizados em tipos de obra ou em situações muito específicas, além da necessidade de dar resposta às evoluções dos processos. Nas versões de 1998 e de 2007 é possível observar estas alterações. A versão de 2013 pretende constituir mais um passo na história evolutiva deste documento. A sua estrutura sofreu alterações muito consideráveis tendo como objectivo alcançar todo o ciclo de vida das construções, acomodar diferentes tipos de obra, acomodar diferentes procedimentos de contratação e dar resposta a uma série de temas emergentes relacionados com os resultados da execução do empreendimento, avaliações a serem desenvolvidas nas fases preliminares de projecto, exigências em matéria de recepção das obras e gestão da sua utilização e Building Information Modelling. A nova versão do RIBA Plan of Work apresenta uma estrutura matricial que é composta por 8 fases e por 8 barras de tarefas. Apesar de em primeira análise poder parecer uma mudança radical no aspeto, em essência é possível verificar que é mantida a tradição de identificar e explicar as tarefas chave aplicáveis a cada fase do processo construtivo. Não obstante, além desta informação, podem encontrar-se agora muitos outros aspectos e conteúdos complementares. Nos pontos seguintes serão detalhadas as fases e as barras de tarefas que constituem a estrutura base do documento.

2.1.1 Fases do Processo Construtivo

O ciclo de vida do processo construtivo encontrava-se tradicionalmente centrado na materialização do objecto, assumindo-se a sua conclusão com o fim da construção. De uma forma crescente a fase de utilização passou a assumir expressão sobretudo ao nível dos custos de exploração, fruto de alguns erros cometidos. Deste modo, o ciclo de vida da construção encontra-se hoje centrado no objecto a construir, tendo em consideração a sua utilização/vida útil. Conceitos como ciclo de vida da obra e a sua associação ao custo de exploração, durabilidade dos materiais e performance do empreendimento, começaram assim a ser integrados no processo construtivo, seja na fase de utilização, seja nas fases anteriores como as que antecedem o projecto de execução. Estas preocupações assumem-se hoje como um desiderato para a sustentabilidade e competitividade do setor. Tendo em consideração o referido, a versão de 2013 apresenta uma divisão do processo construtivo em 8 fases, numerando-as de 0 a 7. Este aspeto constitui desde logo uma mudança, dado as versões anteriores apresentarem letras para designação das fases. A sua disposição sofreu também alterações passando de uma disposição vertical para um alinhamento horizontal. Na versão original do documento podem encontrar-se o seguinte alinhamento de fases:



Fig.1 – Fases do processo construtivo de acordo com o Plan of Work, versão de 2013.

Conforme é possível observar, cinco das fases encontram-se muito vocacionadas para o desenvolvimento do projecto, entendido como *design* e duas vocacionadas para as fases de fim da construção e utilização. Com efeito, a individualização de uma fase correspondente à transição entre o fim da construção e o início da utilização, não só vem realçar a importância que esta ação tem no ciclo de vida do empreendimento, como permite realçar uma série de aspectos que têm de ser estabelecidos/definidos naquele momento e que podem condicionar em grande medida o desenvolvimento/gestão da fase de utilização. Uma das maiores alterações face à versão anterior é a remoção da fase de contratação. Com efeito, esta passa a constar das barras de tarefas, permitindo deste modo acomodar diferentes tipos de procedimentos, situação que não acontecia anteriormente, dado o plano reflectir tendencialmente a forma tradicional de contratação utilizada no Reino Unido.

2.1.2 Barras de Atribuições

Uma das maiores alterações desta nova versão é a inclusão de um número muito mais significativo de Atribuições ou Grupos de tarefas a desenvolver, bem como a alteração da sua disposição passando de colunas para barras. Conforme referido anteriormente, estas alterações embora sejam significativas, não têm como objetivo complicar a leitura do documento. A necessidade de adequação a diferentes tipos de obras motivou a introdução de um novo conceito associado a estas barras. Deste modo, existe um grupo de barras que são fixas, significando que estarão sempre presentes independentemente do tipo de projecto, um grupo de barras seleccionáveis, significando de podem ser ou não utilizadas, consoante o objeto do projeto e um terceiro grupo correspondente a barras variáveis. Este grupo tem como objectivo acomodar diferenças que poderão existir nestas atribuições em função do tipo de projeto e das opções tomadas. Para cada barra existe uma sub-matriz com várias opções. Assim, a imagem seguinte apresenta a designação das diferentes barras e indica o grupo ao qual pertencem:

Core Objectives	Fixed
Procurement	Variable
Programme	Variable
(Town) Planning	Variable
Suggested Key Support Tasks	Fixed
Sustainability Checkpoints	Selectable
Information Exchanges	Fixed
Government Information Exchanges	Selectable

Fig. 2 – Designação das barras de atribuições de acordo com o Plan of Work, versão de 2013.

3 ANÁLISE CRÍTICA DA APLICABILIDADE À REALIDADE PORTGUESA

Conforme referido no ponto 1, existem resultados recentes de trabalhos desenvolvidos no âmbito da sistematização do processo construtivo. Estes permitiram a validação de pressupostos e a obtenção de amplo consenso por parte de todos os intervenientes no processo. Permitiram também identificar a necessidade da realização de um trabalho de fundo que vise a concretização de um documento mais abrangente e com objetivos mais ambiciosos. A publicação do documento que foi descrito no ponto 2, e tendo em consideração as suas origens, iterações e o vasto trabalho desenvolvido, afigura-se como uma oportunidade para a promoção dessa reflexão. Conforme referido, nesta fase pretendeu-se realizar uma análise crítica sobre a estrutura da folha resumo.

O desenvolvimento de uma análise com a ambição referida, obriga necessariamente a uma estruturação em etapas que estabeleçam objectivos mais simples. Deste modo, a metodologia seguida para a produção dos resultados que serão apresentados teve como ponto inicial a leitura e reflexão sobre os diferentes aspectos que compõem o RIBA Plan of Work 2013. Foi consultada a bibliografia já referenciada, o site de internet desenvolvido para apoiar o documento [12], bem como outras publicações [13,14]. Seguidamente, foram recolhidos os elementos existentes e aplicáveis ao setor, desde documentos normativos, legislação [15-18] e alguma documentação sobre gestão de projetos, merecendo particular destaque o documento produzido no âmbito do GT-SIC da PTPC [8]. Procedeu-se à tradução das designações constantes da folha resumo do Plan of Work, assim como alguns dos seus conteúdos. Com esta envolvente, foi possível analisar o contexto das diferentes etapas para o desenvolvimento. A primeira etapa teve como objectivo a análise crítica das designações das fases do processo construtivo e das barras de atribuições. Num segundo momento foi identificado um conjunto de barras considerado de avaliação prioritária (barras fixas), assim como a identificação de barras que poderão fazer sentido no contexto nacional. Os seus conteúdos foram analisados e são propostos alguns exemplos de informação, que se pretendem ainda validar com diferentes agentes nacionais. Os resultados serão apresentados em pormenor nos pontos seguintes. Na sequência dos desenvolvimentos, e função das opiniões dos diferentes intervenientes, poderão ser desenvolvidos outros conteúdos, assim como princípios orientadores que regularão a continuação do trabalho.

3.1 Faseamento do processo construtivo

A legislação nacional prevê o estabelecimento de algumas fases para o processo construtivo, designadamente para a fase de projeto. Conforme referido, o trabalho desenvolvido pelo GT-SIC da PTPC tentou estender o âmbito de aplicação a todo o processo. A opção, tal como nas versões anteriores do documento do RIBA, foi a de considerar a forma tradicional de contratação, entendendo-se esta fase como a contratação da empresa de construção. Face ao exposto, os resultados foram sistematizados dando origem à figura seguinte:

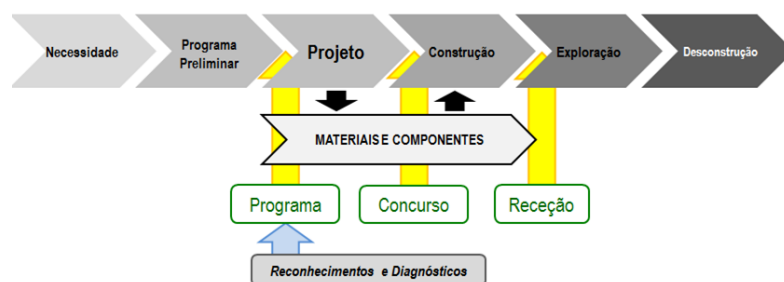


Fig.3 – Fases do processo construtivo e principais ações/relações; GT-SIC PTPC [8].

Conforme referido, estes resultados foram objeto de consenso por representantes de vários agentes do setor e as definições adotadas seguem o previsto na legislação.

A confrontação do previsto no documento do GT-SIC da PTPC e o detalhe previsto na legislação de enquadramento, designadamente a Portaria n.º 701-H/2008 [15], permitem a seguinte análise:

- Existem semelhanças, ao nível do número de fases, entre o Plan of Work e o previsto no enquadramento nacional;
- Face ao exposto, torna-se possível a comparação/transposição de fases do processo a nível nacional com as fases previstas no Plan of Work, ver Fig. 4;

- Verifica-se que o âmbito das diferentes fases, embora pretenda ser generalizado, traduz naturalmente a filosofia e práticas correntes do setor no Reino Unido. Deste modo, observam-se diferenças no âmbito e no envolvimento dos intervenientes, sobretudo nas fases iniciais do processo, designadamente “Strategic Definition” e “Preparation and Brief”. Estas diferenças serão exploradas em detalhe a quando da explicação da informação prevista nas barras;
- De modo idêntico ao anteriormente referido, mas mais ao nível dos objetivos e desenvolvimento do trabalho, verificam-se diferenças no contexto das fases intermédias de projeto. Não obstante, e face ao previsto no enquadramento legal, ao nível do número de fases, encontra-se previsto um número de fases igual, ver Fig. 4;
- Face aos resultados da reflexão do GT-SIC, identifica-se a necessidade de prever uma fase que corresponda ao fim de vida, fase esta que, devido às possibilidades e face às suas características deverá ser individualizada da fase “In Use”.

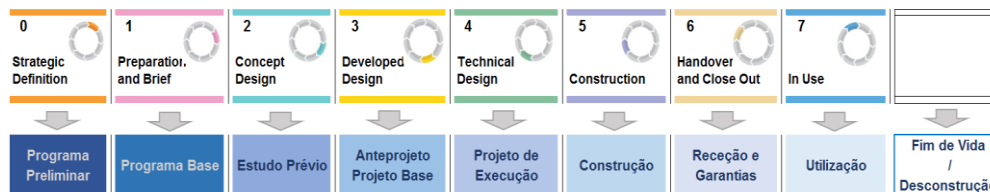


Fig.4 – Confrontação entre as fases previstas no Plan of Work e fases mencionadas em documentos nacionais.

3.2 Atribuições/Tarefas

O Plan of work apresenta barras de atribuições/tarefas que podem ser associadas em 3 grupos. O grupo que diz respeito às barras fixas poderá ser considerado o mais “tradicional”, encontrando semelhanças em versões anteriores deste documento. Existe um trabalho desenvolvido no âmbito de uma tese de Doutoramento [19] onde são propostas traduções para as designações destas barras. Tendo como base este trabalho, apresentam-se as designações traduzidas, com ligeiras adaptações:

Designação original	Adaptação Português
Core Objectives	Objetivos de Base
Procurement	Contratos/Aquisições
Programme	Programa
(Town) Planning	Urbanismo
Suggested Key Support Tasks	Tarefas chave de apoio sugeridas
Sustainability Checkpoints	Pontos-chave de controlo de sustentabilidade
Information Exchanges	Troca de informações (fim da fase)
Government Information Exchanges	Troca de informações com autoridades governamentais

Fig.5 – Proposta de tradução de designações aplicáveis às atribuições/tarefas, com base em [19].

Analisando o enquadramento e os conteúdos das diferentes fases é possível observar em relação às barras fixas que:

- A barra “Core objectives” sistematiza os objetivos que se pretende atingir em cada uma das fases, designadamente ao nível da produção de documentos. O quadro resumo não identifica os diferentes agentes envolvidos, situação que poderia contribuir para um maior esclarecimento/indicação das responsabilidades pela produção dos diferentes elementos. Considerando os conteúdos previstos, observa-se que a Portaria 701-H/2008 apresenta conteúdos idênticos para as fases iniciais do processo. Outros diplomas, como os relacionados com o licenciamento de obras poderão também incluir informações relevantes. Ao nível da execução e receção das obras, destacam-se conteúdos de diplomas legais como o CCP e o Decreto-Lei n. 273/2003, relativo à segurança e saúde no estaleiro. Do exposto, resulta que a barra apresenta conteúdos idênticos aos existentes na legislação. A título de exemplo podem identificar-se alguns conteúdos desta barra e para a fase de “Projeto de Execução”; - Elaboração de Estimativa Orçamental Detalhada; - Preparação de elementos coordenados correspondentes aos diferentes projectos de especialidade, em sede de Projeto de Execução, designadamente Condições Técnicas e Medições.
- A barra “Suggested Key Support Tasks” é a que reúne o maior conjunto de informação. A identificação de todas as tarefas a realizar em cada fase do processo construtivo é essencial e constitui uma das reflexões mais estruturadas deste documento. De modo idêntico à barra anterior, são sistematizadas tarefas que visam a produção de documentos a serem entregues no fim da fase. A par, referem-se atividades que têm como objetivo apoiar a gestão do processo. Conforme se

compreende é uma barra com informação que remete para outras barras, designadamente para a que se descreve de seguida. A título de exemplo e para a fase de “Programa Preliminar” descrevem-se alguns tópicos a prever; - Revisão de informação e procedimentos relativos a projectos anteriores; - Estabelecimento de objectivos para cada fase e elementos a produzir/recepcionar; - Desenvolvimento dos estudos e levantamentos necessários para a fase de projeto.

- A barra “Information Exchanges” tem como objectivo a sistematização dos elementos a produzir e a entregar entre diferentes intervenientes no fim de cada uma das fases. Esta barra assume particular interesse porque poderá funcionar como um auxiliar de validação e de gestão, com influência quer para o desenvolvimento do processo, quer para efeitos de faturação. Relativamente aos conteúdos, a Portaria 701-H/2008, o CCP e o Decreto-Lei n.º 273/2003, indicam os elementos a produzir até à fase de receção e garantias. Identifica também entre que agentes as trocas de informação se devem processar, aspeto que tem interesse e que reforça o anteriormente referido relativamente à indicação dos agentes. A título de exemplo, apresentam-se possíveis conteúdos para a fase de “Construção”, integrando a indicação dos agentes a quem devem ser entregues os documentos; Documentação a ser entregue ao Dono de Obra: - Telas Finais, Compilação Técnica; Documentação a ser entregue ao empreiteiro: - Auto de receção provisória; - Conta Final. Do exposto resulta que ao nível das barras fixas, elas têm correspondência em termos de informação com o que é a prática corrente em Portugal. O estabelecimento de uma barra que defina o envolvimento dos diferentes agentes em cada fase do processo pensa-se que poderia ser benéfico para um maior esclarecimento das responsabilidades pela produção de documentação e pela identificação dos conteúdos que estão mais diretamente relacionados com o papel de cada agente. Esta barra, a existir, terá de ser tendencialmente variável, em função das opções do dono de obra não só em termos de envolvimento de empresas de projeto e construção, como da existência de equipa de gestão do empreendimento interna ou externa. No que diz respeito às barras variáveis e seleccionáveis, foram objeto nesta fase de uma análise mais superficial. Não obstante, resultam as seguintes observações:

- A barra “Procurement” constitui, como referido, uma alteração de fundo face ao previsto em versões anteriores. Esta mudança tem como objetivo enquadrar diferentes procedimentos de contratação. A barra é assim constituída por partes fixas e por partes que podem variar dependendo do tipo de procedimento. Deste modo, as variações ocorrem entre as fases 2 e 4, acomodando a entrada da empresa de construção no processo. Da análise, observa-se que a fase “Preparation and Brief” decorre ainda sem intervenção de outros agentes que não o dono de obra. Na conversão das fases para a realidade portuguesa verifica-se que a equipa de projeto e outros agentes que não o gestor de empreendimento, poderão ter participação ativa logo na fase 1. Esta observação reforça a necessidade de prever um local para indicação dos tipos de agentes potencialmente envolvidos. A existência em Portugal da obrigatoriedade de contratação electrónica vem dar realce à premência em prever esta barra, assim como a sistematização dos seus conteúdos.

- A barra “Programme” destina-se à definição do cronograma do projeto/empreendimento, identificando a duração, datas-chave e as possíveis sobreposições entre fases. Ao nível dos conteúdos, remete para o documento “Cronograma de projeto/empreendimento”. Trata-se de uma barra de informação muito útil para todos os agentes para cumprimento de prazos, mas sobretudo para o Dono de Obra numa perspectiva de gestão global do empreendimento.

- A barra “Town Planning” transporta o empreendimento para a dimensão do ambiente construído e para a avaliação/exigências ao nível do enquadramento urbanístico. Esta barra poderá permitir o estabelecimento da ligação do processo construtivo do empreendimento com a necessária visão da envolvente, designadamente ao nível do licenciamento e dos regulamentos da edificação e urbanização. Deste modo, poderá integrar diretrizes preconizadas por estes enquadramentos legais. A sua aplicabilidade poderá desde já ser considerada, embora careça de um estudo mais aprofundado.

- A barra “Sustainability Checkpoints” identifica, como a sua designação indica, pontos de avaliação da sustentabilidade no desenvolvimento do empreendimento. As novas directivas Europeias para a construção introduzem de um modo mais sistemático a verificação da sustentabilidade. De modo idêntico, têm vindo a ser produzidas várias normas de âmbito mundial e europeu no domínio da sustentabilidade da construção. A temática será por isso objecto de evoluções num futuro próximo. No Plan of Work, cada “Sustainability Checkpoint” remete para itens definidos na estratégia para a sustentabilidade da construção no Reino Unido. No momento presente, a aplicabilidade desta barra é reduzida, mas a situação tenderá a alterar-se com a evolução da legislação.

- A barra “Government Information Exchanges” é considerada no documento como “Work in Progress”. Tende a identificar entregáveis obrigatórios a nível governamental. Relativamente a esta matéria poderão considerar-se duas dimensões. Uma que se encontra já em vigor e que está relacionada com a obrigatoriedade de report de informação sobre as obras, designadamente ao portal BASE e no âmbito da contratação electrónica. Este mecanismo encontra-se operacionalizado para a fase de contratação e estão em estruturação aperfeiçoamentos ao nível da comunicação quer nesta fase como nas seguintes. Uma segunda dimensão prende-se com a normalização dos elementos a entregar ao longo do processo construtivo. A legislação apresenta a designação dos documentos. Não obstante, os seus conteúdos poderão ser substancialmente diferentes. Em conformidade com o previsto no Plan of Work, a tendência será para colocar nesta barra a indicação dos elementos mínimos a entregar às entidades governamentais, incluindo donos de obra e os referenciais normativos a cumprir. Um dos aspetos referidos em 3.1 e que não se encontra mencionado no Plan of Work está relacionado com os Materiais e Componentes. As necessidades de informação relacionada com este aspeto, as consultas e a evolução/concretização ao longo do processo de projeto, construção e utilização do empreendimento, na relação com a gestão de ativos, parecem merecer maior relevo. Deste modo, afigura-se de interesse prever uma barra específica para esta temática.

4 CONCLUSÕES

Um dos pilares para a sustentabilidade da construção é a Economia e Gestão. Neste âmbito, a sustentabilidade e eficiência dos processos e das relações entre os agentes representam um fator determinante para o cumprimento deste desiderato. O desenvolvimento de instrumentos e guias de apoio à sistematização do processo construtivo e à clarificação das ações a desenvolver, bem como dos entregáveis a produzir, constitui-se desta forma como uma mais-valia para a sustentabilidade do ciclo de vida dos empreendimentos. Neste âmbito, considera-se meritório o esforço realizado pelo RIBA no sentido de estruturar um plano que pudesse ser abrangente, flexível e adaptável a outras realidades. Do ponto de vista da forma, a estrutura prevista permite com facilidade a inclusão, alteração e exclusão de conteúdos. Da análise desenvolvida, observa-se que a estrutura permite acomodar as especificidades da realidade Portuguesa. Do exposto, importa realçar que ao nível das fases seria de interesse prever uma fase posterior à utilização. Ainda neste âmbito e relativamente às fases de projeto, observa-se uma correlação direta entre os campos, embora o âmbito das fases se altere significativamente. Ao nível das barras e conteúdos, verifica-se que algumas têm uma maior aplicabilidade e maior nível de concretização no plano original. Da avaliação das barras fixas verifica-se que o enquadramento legal de âmbito nacional cobre grande parte das exigências previstas, sobretudo nas fases anteriores à construção. Das barras variáveis e seleccionáveis mereceu especial destaque a barra “Procurement” devido ao enquadramento legal e obrigatoriedade da contratação pública electrónica. De referir que no Reino Unido, a contratação electrónica não é obrigatória. A prática nacional de gestão de projectos valoriza a intervenção dos agentes, assim como o papel dos materiais de construção e trocas de informação associadas à sua especificação. Deste modo, o presente trabalho dá nota da necessidade de estabelecimento destes elementos em barras específicas. No que diz respeito à evolução do trabalho, prevê-se que seja possível avançar para a análise, sistematização e validação de conteúdos relativos a algumas das barras consideradas mais relevantes. Atendendo às práticas correntes do setor e aos resultados obtidos, o estudo mais aprofundado quer do Plan of Work quer de outros documentos poderão contribuir para uma actualização e sistematização de conteúdos sobre o processo construtivo em Portugal.

REFERÊNCIAS

- [1] International Organization for Standardization (2012). ISO 21500:2012 Guidance on project management, International Organization for Standardization, Oslo.
- [2] Diário da República, 1.ª série — N.º 20 – 29 de Janeiro (2008). Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, Decreto-Lei n.º 18/2008.
- [3] International Federation of Consulting Engineers – FIDIC (1999). Condições Contratuais para Trabalhos de Construção. ISBN 9782884320672, Geneva, Switzerland.
- [4] Reis Cabrita, A. M. (1974). Organização de Projectos de Edifícios. Curso 506, LNEC, Lisboa, Portugal.

- [5] B.K. Baiden, A.D.F. Price, A.R.J. Dainty (2006). The extent of team integration within construction projects. *International Journal of Project Management*, Volume 24, Issue 1, January, pp. 13-23.
- [6] Sousa, H., Moreira, J., Mêda, P. (2011). *Projeto, Gestão e Execução de Obras – Contributos do ProNIC*, ICEUBI2011 ICEUBI2011 - Innovation and Development, Covilhã, Portugal.
- [7] Forward, F. (2002). *The NEC Compared and Contrasted*. ISBN 9780727731159. Thomas Telford Ltd., London, United Kingdom.
- [8] GT-SIC (2013) *Relatório de Atividades 2012-2013 – Grupo de Trabalho n.º 4. Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção*, Porto, Portugal.
- [9] Sinclair, D. (2013) *Guide to using the RIBA Plan of Work 2013*. ISBN 9781859465042. RIBA Publications Limited, London, United Kingdom.
- [10] Instituto Português da Qualidade (2013) *NP 4519 – Gestão de Projetos – Vocabulário*. C. Caparica, Portugal.
- [11] Project Management Institute (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) — Fifth Edition*, ISBN 9781935589679, USA.
- [12] RIBA Plan of Work 2013 (<http://www.ribaplanofwork.com/>). Setembro 2015.
- [13] Sinclair, D. (2013) *Assembling a Collaborative Project Team: Practical Tools Including Multidisciplinary Schedules of Services*. ISBN 9781859464977. RIBA Publications Limited, London, United Kingdom.
- [14] RIBA Plan of Work 2007 (<http://www.architecture.com/Files/RIBAProfessionalServices/ClientServices/RIBAOOutlinePlanOfWork2008Amend.pdf>). Abril 2013
- [15] *Diário da República*, 1ª série – N.º 145 – 29 de Julho (2008). Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, Portaria n.º 701-H/2008.
- [16] *Diário da República*, 1ª série A — N.º 251 – 29 de Outubro (2003). Ministério da Segurança Social e do Trabalho, Decreto-Lei n.º 273/2003.
- [17] *Diário da República*, 1ª série – N.º 173 – 9 de Setembro (2014). Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, Decreto-Lei n.º 136/2014
- [18] *Diário da República*, 1ª série – N.º 162 – 21 de Agosto (2009). Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, Portaria n.º 959/2009.
- [19] Machado, A. (2014). *Critérios de eficiência em projeto de arquitectura*. Programa Doutoral em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal.

DESENVOLVIMENTO DE BIM EM PORTUGAL: CONTRIBUTO PARA UM SECTOR AEC SUSTENTÁVEL

M.J. Falcão Silva¹, F. Salvado², P. Couto³, A. Vale e Azevedo⁴

¹ Bolseira de Pós-Doutoramento, LNEC, *mjoaofalcao@Inec.pt* (PORTUGAL)

² Bolseira de Doutoramento, LNEC, *asalvado@Inec.pt* (PORTUGAL)

³ Investigadora Auxiliar, LNEC, *pcouto@Inec.pt* (PORTUGAL)

⁴ Investigador Principal, LNEC, *ava@Inec.pt* (PORTUGAL)

Resumo

A implementação de *Building Information Modelling* (BIM) no sector da Arquitetura Engenharia e Construção (AEC) marca uma mudança radical na abordagem de diversas actividades. Até à data a utilização de BIM internacionalmente tem sido desigual, com apenas alguns países agindo como percursos que levam à sua adoção.

O presente artigo tem como objectivo apresentar o enquadramento internacional no que respeita à implementação de BIM no sector AEC de forma a propor um plano de acção sustentável para a sua difusão em Portugal. Neste sentido são apresentados os principais desafios identificados e estratégias a adotar de forma a proporcionar uma implementação faseada e estruturada seguindo os mais recentes desenvolvimentos internacionais. Para finalizar são identificadas as principais ações desenvolvidas até ao momento a nível nacional.

Palavras-chave: BIM, setor AEC, implementação, estratégias, desafios

1 INTRODUÇÃO

O Building Information Modelling (BIM) é uma tecnologia relativamente recente numa indústria tipicamente lenta em adotar mudanças, como a da construção. Comparativamente com as práticas internacionais do BIM no que se refere ao planeamento, adoção, tecnologia e desempenho, Portugal encontra-se muito atrás da maioria dos países desenvolvidos em que a sua implementação é já uma realidade ou se encontra prevista para breve [1].

No entanto, é inquestionável que o BIM é cada vez mais uma realidade a considerar, não só para a fase de projeto, mas também para as restantes fases do ciclo de vida de um empreendimento de construção, contribuindo para uma evolução sustentável no setor Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). A sua aplicação a médio e longo prazo trará seguramente sucesso e eficácia ao setor em Portugal, dado tratar-se de uma metodologia de partilha de informação e de comunicação entre todos os intervenientes e durante todas as fases do ciclo de vida de um empreendimento de construção [2].

No entanto, há já um número considerável de utilizadores em Portugal que estão cada vez mais confiantes que a utilização de BIM irá crescer em Portugal nos próximos anos alavancada pela necessidade das empresas e alicerçada por políticas governamentais. As sinergias criadas entre empresas e o Governo permitirão que Portugal siga, entre outros, o exemplo dos EUA, com iniciativas de referência na área do BIM a partir de 2003, de Singapura [3], com obrigatoriedade de utilização de BIM a partir de 2015 ou o caminho trilhado mais recentemente pelo Reino Unido, com obrigatoriedade de utilização do BIM em obras públicas a partir de 2016.

2 ENQUADRAMENTO INTERNACIONAL DA IMPLEMENTAÇÃO BIM

A adoção de BIM é já uma tendência global (Figura 1), sendo apresentados de seguida os principais desenvolvimentos a nível internacional [4-9]:

- **Austrália** – Não é obrigatório, no entanto, foi usada para o projeto da Sydney Opera House;
- **Brasil** – Começou a ser implementado em 2006 em algumas iniciativas privadas. Foi criada em 2010 a comissão especial ABNT / 134 EEC para estudar a implementação de BIM. Em 2011 o BIM foi generalizado em iniciativas públicas;

- **Canada** - Foi criado no final de 2008, o Conselho BIM Canadá para o apoio à adoção de modelos normalizados na arquitetura, engenharia e construção, para gerir a implementação nacional e apresentar boas práticas e normas. Requer o uso do BIM em projetos de construção de obras públicas;
- **Dinamarca** – O BIM começou a ser usado em projetos durante 2001. A sua utilização tornou-se obrigatória em projetos federais durante o ano de 2007;
- **Finlândia** – Requer IFC/BIM nos projetos (edifícios públicos) e pretende ter uma operação integrada com base em modelos no futuro (proposta desde 2007). Obrigatória para projeto de infra-estruturas, desde 2014;
- **Índia** – Na Índia o BIM é também conhecido como VDC: Virtual Design and Construction. Existem muitos profissionais qualificados na área do BIM que se encontram a implementar essa tecnologia em projetos indianos, bem como prestando apoio em projetos no setor AEC nos EUA, Austrália, Reino Unido, Médio Oriente, Singapura e África do Norte;
- **Irão** – A Iran Building Information Modeling Association (IBIMA), fundada em 2012, promove a partilha conhecimento para apoio ao processo de tomada de decisão na gestão da construção;
- **Lituânia** – O país está-se a organizar no sentido da adoção do BIM, tendo sido fundando um organismo público, Skaitmeninė statyba, para o efeito. O BIM, os IFC (Industry Foundation Classes) e a Classificação Nacional da Construção serão adotados em breve como normas;
- **China** (zona continental e Hong Kong) – Na parte continental, o BIM foi incluído como parte integrante do National 12th Five Year Plan (2011 – 2015). Foi criada uma parceria entre a Academy of Building Research Technology e a Autodesk para modelos BIM. O Building Information Modelling de Hong Kong (HKIBIM) foi estabelecido em 2009 e a Hong Kong Housing Authority estabeleceu uma meta de implementação completa para 2014/2015;
- **Noruega** – O BIM tem vindo a ser usado de uma forma crescente desde 2000. Vários grandes donos de obras públicas requerem o uso de BIM em formatos abertos (IFC) na maioria ou totalidade dos seus projetos. O desenvolvimento nacional de BIM encontra-se centrado em organizações locais, buildingSMART Noruega que representa 25% da indústria de construção norueguesa. Requer IFC/BIM em construções novas desde 2010;
- **Singapura** – O *Roadmap* de âmbito nacional foi implementado em 2011. O BIM foi considerado como parte integrante dos contratos de projetos de construção no setor público em 2012. Em 2013 o BIM foi inserido na especialidade de Arquitetura e em 2014 nas especialidades de Estrutura e de Instalações Especiais. A partir de 2015 a utilização de BIM torna-se obrigatória.
- **Coreia do Sul** – Nos finais dos anos 2000 a indústria da Construção coreana pensou na utilização de BIM, tendo-se difundido muito rapidamente. Desde 2010, que o governo coreano tem vindo a aumentar gradualmente o âmbito da obrigatoriedade de projetos BIM. Em 2012 foi publicado um relatório detalhado sobre a adoção e implementação de BIM;
- **Suécia** – A utilização de BIM revela-se importante em projetos de infraestruturas. Criação do openBIM com 95 parceiros;
- **Holanda** – Até o final de 2011, a agência do governo holandês que gere os edifícios governamentais (Rijksgebouwendienst), introduziu a RGD (norma BIM) que foi atualizada em Julho de 2012. BIM é obrigatório para obras públicas de valores superiores a 10M €;
- **Reino Unido** – Em 2011, o Estado publicou a sua estratégia BIM, exigindo a sua utilização no sector público (£ 5 M) a partir de 2016. A sua meta é tornar-se como líder BIM na Europa;
- **EUA** – A Administração de Serviços Gerais exige a utilização de BIM como obrigatório para projetos de obras públicas desde 2008. São especialistas em BIM e estão difundindo diversas práticas BIM;
- **Outros países** – Alguns países europeus (França, Suíça, etc.) requerem o uso de BIM em projetos de construção de obras públicas, sendo que alguns deles requerem a criação de agências para a gestão da sua implementação nacional e a introdução de boas práticas e normas.

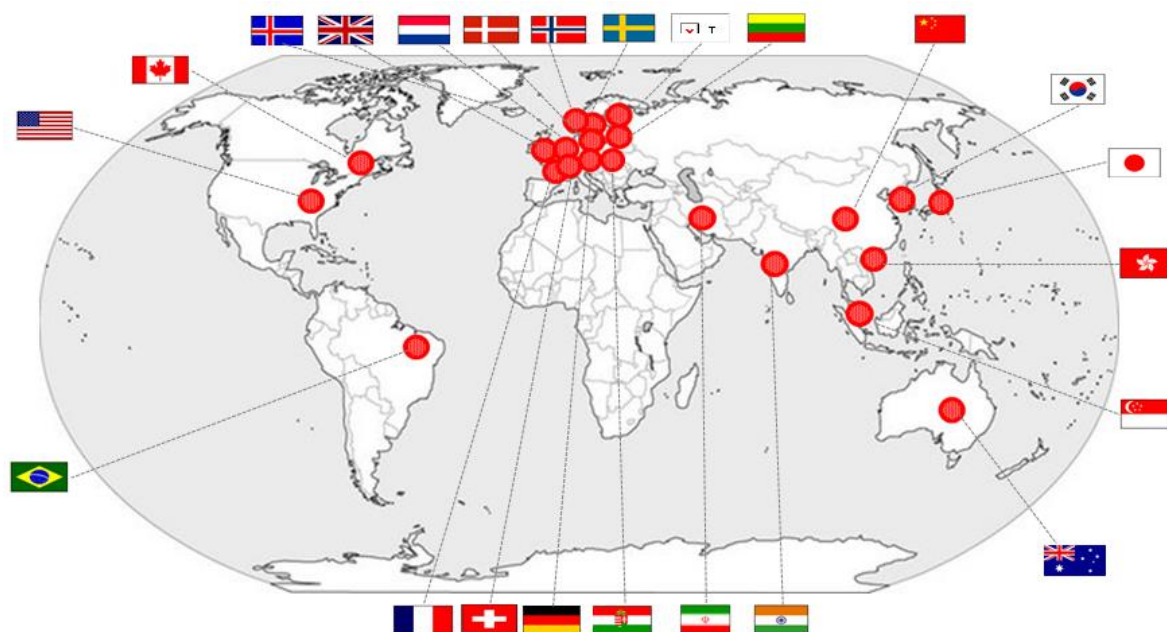


Fig. 1 – Perspetiva global da implementação BIM a nível internacional.

3 BIM EM PORTUGAL: PROPOSTA DE PLANO DE AÇÃO

3.1 Desafios e estratégias para a implementação BIM em Portugal

Seguindo o exemplo de outros países, a difusão da utilização do BIM para a realidade Português trará num futuro próximo [4]:

- i) Melhor visualização;
- ii) Aumento da produtividade devido a fácil estruturação de informação;
- iii) Maior organização dos documentos da construção;
- iv) Incorporação e vinculação de informação vital, tal como fornecedores de materiais específicos, localização de detalhes e quantidades necessárias para a estimativa e apresentação de propostas;
- v) Aumento da velocidade de entrega;
- vi) Redução de custos, e, por último mas não menos importante;
- vii) Abordagem do que está acontecendo nos chamados "países mais desenvolvidos" e, conseqüentemente, a criação de um grande potencial para o desenvolvimento da indústria da construção e áreas afins.

No entanto há desafios que devem ser ultrapassados, como:

- i) Falta de procura do BIM;
- ii) Práticas atuais de projeto (2D e 3D);
- iii) Necessidade de recursos qualificados para BIM.

Apesar dos desafios a superar podem ser identificadas estratégias no sentido de fomentar a difusão e generalização da utilização do BIM na indústria da construção em Portugal nos próximos anos, como:

- i) Imposição do BIM por parte do setor público;
- ii) Divulgação de casos BIM de sucesso;
- iii) Minimizar impedimentos e incentivar a adoção do BIM;
- iv) Desenvolver competências em BIM.

3.2 Proposta de plano de ação nacional

Considerando o que foi apresentado de uma forma esquemática no ponto anterior, uma proposta para a implementação do BIM em Portugal nos próximos anos poderá compreender na generalidade as estratégias previamente apresentadas para cada um dos desafios, bem com as ações que se passam a resumir nas Figuras 2 a 4.



Fig. 2 – Ações propostas e horizonte temporal para superar o desafio *Falta de procura BIM*.

Relativamente à ação **Criação de um Centro IT** consideram-se como linhas de atuação mais relevantes: i) Proposta de desenvolvimento de um plano estratégico nacional; ii) levantamento e análise dos sistemas de classificação internacionais; iii) criação de um sistema adaptado à taxonomia Português da ISO / IFC / Códigos OmniClass / Uniclass; iv) definição de níveis de detalhes e níveis de desenvolvimento para a realidade portuguesa; v) interligação entre o BIM e outros sistemas de informação da construção nacionais; vi) criação de uma norma BIM e disseminação pelo meio técnico nacional (proprietários, consultores, projetistas, construtores, donos de obra pública, gestores de exploração e manutenção).

No que se refere à ação **Trabalho colaborativo** preconiza-se que este deverá ser desenvolvido por diferentes organismos e no âmbito de projetos piloto que considerem todos os intervenientes no sector AEC de modo a preparar e orientar a difusão do BIM.

A **obrigatoriedade de submissão de projetos** das diversas especialidades em BIM trata benefícios relacionados com a transparência na troca de informação e minimização de eventuais erros inerentes às atividades envolvidas.

No âmbito da ação **Divulgação de estratégias e de resultados** obtidos a nível nacional e internacional pretende-se divulgar casos BIM de sucesso de forma a sensibilizar os intervenientes do sector AEC dos benefícios da implementação de BIM e incentivar a sua generalização a Portugal a curto/médio prazo.

No que respeita a "**Competições**" BIM pretende-se promover a participação de utilizadores de BIM, no sector AEC, em iniciativas internacionais patrocinadas por organizações de reconhecido mérito e já identificadas, bem como promover novas iniciativas a nível nacional.



Fig. 3 – Ações propostas e horizonte temporal para superar os desafios Práticas atuais de projeto (2D e 3D) e Necessidade de recursos qualificados para BIM (I).

No que se refere à ação **Crescimento da comunidade BIM** preconiza-se a promoção: i) do contato com as autoridades locais com vista a estabelecer relação mais próxima para sinergias e apoio ao crescimento da comunidade BIM, para posterior difusão do conhecimento a projetistas, construtores e intervenientes nas atividades de arquitetura, construção e engenharia locais; ii) do contato direto com grandes empresas de construção para apoiar a implementação da metodologia BIM; iii) de sinergias com as empresas de *software* a fim de criar produtos mais simples e económicos para utilização; iv) do desenvolvimento de módulos de uso livre para diferentes especialidades.

Para promover a **Liderança BIM** a nível nacional pretende-se potenciar a utilização de normas BIM bem como promover um aconselhamento orientado para uma implementação eficaz de BIM concretizado através de desenvolvimento de: i) um guião BIM para trabalho colaborativo; ii) grupos de trabalho dedicados a questões legais e contratuais; iii) grupos de trabalho multidisciplinares.

Finalmente, tendo por objetivo a **criação de um Fundo de Capacitação & Produtividade da Construção** (Fundo BIM) perspectiva-se: i) a candidatura a fundos estruturais nacionais ou internacionais para a implementação apoio à implementação do BIM em Portugal; ii) a definição de esquemas a nível empresarial e de um regime de colaboração de projetos



Fig. 4 – Ações propostas e horizonte temporal para superar os desafios Práticas atuais de projeto (2D e 3D) e Necessidade de recursos qualificados para BIM (II).

Relativamente à ação **Equipar as gerações futuras** consideram-se como linhas de atuação estruturantes: i) o contacto com universidades para apoio à definição de disciplinas na área do BIM (com a participação do LNEC em alguns módulos); ii) convênios com universidades e outras instituições do sistema científico e tecnológico, a fim de desenvolver teses de mestrado e de doutoramento e disseminar o conhecimento; iii) promoção de seminários, sessões, *workshops*, divulgação (para técnicos e estudantes nacionais; e iv) estabelecimento de protocolos com entidades profissionais (engenheiros, arquitetos, etc.) para incentivar o uso de BIM pelos técnicos nacionais.

4 AÇÕES INTEGRADAS NO PLANO NACIONAL DE IMPLEMENTAÇÃO

De forma a dar resposta aos desafios identificados no ponto anterior, diversas ações foram desenvolvidas no sentido de integrar o plano nacional de implementação BIM.

- Relativamente ao **Trabalho colaborativo**:
 - Salienta-se a criação de um grupo de trabalho BIM no âmbito das atividades desenvolvidas pela Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção (PTPC), pertencente à European Construction Technologic Platform (ECTP);
 - No seio dos desenvolvimentos verificados, não só a nível do CEN mas também dos países que fazem parte do grupo CEN/BT WG 215, entendeu-se como pertinente a criação de uma comissão nacional capaz de colaborar nos desenvolvimentos do CEN e de dinamizar a divulgação e a implementação dos desenvolvimentos normativos relacionados com o BIM. Deste modo foi criada no início de 2015 a Comissão Técnica de Normalização (CT197-BIM) cujo trabalho tem vindo a ser acompanhado por diversas entidades da maior relevância no sector AEC nacional.

- Relativamente à **Divulgação de Estratégias e Resultados**:
 - Refere-se a organização de conferências internacionais desde 2013 (BIC2013, BIC2014 e BIC2015) com a participação de peritos de renome e utilizadores nacionais e internacionais;
 - No âmbito das atividades da PTPC foi organizado já em 2014 um fórum de grande impacto no sector AEC subordinado ao tema “Até hoje fui sempre futuro” no qual foi dado especial ênfase à importância do papel do BIM no futuro da construção em Portugal;
 - Na generalidade as conferências nacionais dos últimos, na área da construção, tem vindo a incluir cada vez mais sessões temáticas relacionadas com o BIM e a sua implementação;
 - O Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) deu início em finais de 2014 a um ciclo de sessões de divulgação BIM, tendo sido a primeira ação subordinada ao tema *Building Information Modelling (BIM) Desafios para a sua implementação no setor da construção de edifícios em Portugal*.

- Relativamente às “**Competições**” BIM:
 - Refere-se que, muito embora ainda não se encontrem estruturadas iniciativas deste tipo a nível nacional, tem-se verificado que portugueses que se encontram já a implementar BIM nas suas atividades tem vindo a ser vencedores nos últimos anos deste tipo de iniciativas a nível internacional.

- Relativamente ao **Crescimento da comunidade BIM**:
 - Tem-se verificado que o número de artigos científicos e publicações de carácter técnico tem vindo a aumentar muito significativamente nos últimos anos;
 - As empresas do sector AEC, devido às necessidades de operarem em mercados internacionais em que o BIM é já uma realidade efetiva, tem vindo a investir na utilização de BIM. Desta forma, em Portugal são cada vez mais as empresas que utilizam BIM para dar resposta a solicitações internacionais, contribuindo também para o crescimento da comunidade BIM nacional.

- Relativamente a **Equipar gerações futuras**:
 - Referem-se os cursos das ordens profissionais que tem vindo a ter lugar;
 - Salienta-se também iniciativas de carácter mais restrito como sejam alguns cursos de formação específica leccionados por Universidades públicas e privadas nacionais;
 - Diversas universidades públicas e privadas tem vindo a incluir nos seus programas de disciplinas na área da construção conteúdos relacionados com BIM e com a sua importância e necessidade de implementação no sector AEC;
 - Observa-se um aumento muito significativo ao nível das dissertações de mestrado e teses de doutoramento apresentadas e em curso na área do BIM. Perspetiva-se que este aumento se intensifique nos próximos anos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em Portugal, a base fundamental para uma adoção de BIM de forma alargada, de acordo com a opinião geral, prende-se com o cumprimento das normas BIM nacionais, sendo também necessário equacionar a adoção obrigatória desta metodologia, semelhante ao que se tem verificado como tendência em outros países.

A interoperabilidade entre os vários projetos e procedimentos, normalização de procedimentos, envolvimento do Governo e dos diversos atores do processo de construção e a criação de uma rede de trabalho colaborativo é fundamental para otimizar a disseminação da implementação do BIM em Portugal.

A indústria de construção portuguesa deverá ser fortemente encorajada a tentar apanhar o ritmo acelerado da adoção do BIM a nível internacional, de modo a aumentar a competitividade tanto a nível nacional como a nível internacional do setor AEC

Considerando o aumento da utilização de sistemas de gestão de informação na construção, as necessidades emergentes das empresas do setor AEC e a perspetiva de obrigatoriedade imposta

pelas políticas Governamentais recentes, espera-se que a utilização de BIM em Portugal, em processos de obras públicas, seja tornada obrigatória.

A proposta preliminar apresentada para Portugal tem como objetivo a realização da visão de um sector de construção moderno, perfeitamente integrado e tecnologicamente avançado e sustentável durante a década de 2020, que será liderado por empresas com elevado grau de progresso e inovação e apoiado por uma força de trabalho altamente qualificada e competente.

REFERÊNCIAS

- [1] Falcão Silva, M.J., Salvado, F., Couto, P., Vale e Azevedo, A. (2014). Implementing BIM: Roadmap proposal for Portugal, BIM International Conference - BIC2014, Lisboa, Portugal
- [2] Falcão Silva, M.J., Salvado, F., Couto, P., Vale e Azevedo, A. (2014). Sistemas de informação de apoio ao projeto: Informação técnica normalizada para objetos BIM, Jornadas Portuguesas de Engenharia de Estruturas 2014 – JPEE 2014, 26 a 28 de novembro, Lisboa, Portugal.
- [3] Cheng Tait Fatt, 2013, Singapore BIM Roadmap, Building and Construction Authority, 42pp
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling (Accessed on 16-10-2015).
- [5] RGD BIMnorm – <http://www.rgd.nl/onderwerpen/diensten/bouwwerk-informatie-modellen-bim/rgd-bimnorm/#c16783>. (Accessed on 16-10-2015).
- [6] <http://www.canbim.com/>. (Accessed on 16-10-2015).
- [7] <http://www.ibima.ir/>. (Accessed on 16-10-2015).
- [8] http://www.bca.gov.sg/publications/BuildSmart/others/buildsmart_11issue9.pdf. (Accessed on 16-10-2015).
- [9] <http://www.sia.ch/de/der-sia/berufsgruppen/technik/jahrestagung-2013/> (Accessed on 16-10-2015).

PROPOSTA DE MÉTODO DE CÁLCULO DO COEFICIENTE DE DEPRECIAÇÃO NA AVALIAÇÃO IMOBILIÁRIA

Rui Calejo Rodrigues¹, Francisco Braga², Nelson Bento Pereira³

¹ Professor, CEES, Gequaltec/Construct, FEUP. (PORTUGAL)

² Eng. Civil, FEUP. (PORTUGAL)

³ Eng. Civil, Investigador, CEES, Gequaltec/Construct, FEUP. (PORTUGAL)

Resumo

A avaliação imobiliária influi diretamente na vida quotidiana da sociedade, seja em caso de necessidade de recurso a um pedido de empréstimo, na indemnização relativa a uma expropriação, em atos de partilhas, ou mesmo para efeitos de cálculo do imposto municipal sobre imóveis.

Na determinação do valor de um imóvel, o estado de conservação é uma das variáveis com peso mais relevante. Nesse contexto, o cálculo do coeficiente de depreciação que visa traduzir a vetustez e o estado de conservação apresenta fragilidades, dado verificar-se alguma dispersão e diversidade nos resultados definidos por diferentes peritos avaliadores.

O trabalho que se apresenta desenvolve um método de cálculo do coeficiente de depreciação, tendo em consideração a decomposição do edifício em vários elementos funcionais do sistema construtivo, em função do seu estado de conservação, da vida útil e idade efetiva que cada um possui. O coeficiente de depreciação global do bem imóvel é calculado através da média ponderada dos coeficientes para cada elemento e adotando a ponderação proposta pelo Método de Avaliação do Estado de Conservação – MAEC.

Os resultados obtidos permitem garantir uma diminuição significativa da dispersão de valores atribuídos pelos peritos avaliadores na definição do coeficiente de depreciação, e assim, concluir acerca da necessidade de discussão do método de cálculo deste coeficiente suportado, na generalidade, pelo método de Ross-Heidecke no processo da avaliação imobiliária.

Palavras-chave: Avaliação imobiliária, Coeficiente de depreciação, Métodos de avaliação, Método de Ross-Heidecke.

1 INTRODUÇÃO

1.1 A avaliação imobiliária

Avaliar implica estimar o valor de um bem, expresso em montante monetário e reportado a uma determinada data. Ainda que sujeita a uma interpretação pessoal por parte do avaliador, a avaliação deve ser baseada em critérios objetivos.

Existem três métodos tradicionalmente utilizados com o propósito de aferir o valor de um imóvel: o método comparativo de mercado, o método do custo e o método do rendimento. A escolha do método ou métodos a utilizar na avaliação de determinado imóvel depende de vários fatores, sendo os mais preponderantes o fim a que se destina a avaliação, o tipo de imóvel e suas características, a existência, ou não, de mercado e o tipo, se de arrendamento ou venda, em que o imóvel se encontra inserido. Independentemente do método utilizado, o estado de conservação é uma das variáveis com peso mais relevante na determinação do valor de um imóvel.

1.2 Coeficiente de depreciação

O coeficiente de depreciação (K) traduz a vetustez e o estado de conservação de um edifício. Existem várias metodologias utilizadas pelos peritos avaliadores para a determinação do coeficiente de depreciação, entre elas, as mais correntes são: o Método Linear; o Método Exponencial (Kwenzle), o Método da Média de Ross; o Método Ross-Heidecke; o Método Linear Variante; o Método do Valor Decrescente; o Método do CIMI [1] [2].

Além da diversidade de métodos, é corrente os peritos avaliadores usarem adaptações ou pressupostos diferentes na sua utilização, pelo que, para o mesmo caso, o coeficiente de depreciação calculado por diferentes peritos avaliadores assume, não raras vezes, valores diferentes.

1.3 Fundamentação da problemática

Com vista a fundamentar a problemática, solicitou-se a um conjunto de peritos avaliadores a determinação do coeficiente de depreciação de uma fração habitacional em edifício constituído em propriedade horizontal, conforme usualmente a costuma fazer no decorrer da sua atividade profissional. Para o efeito, foi realizado um inquérito no qual se fez a descrição e caracterização exaustiva do imóvel em estudo, com recurso a fotografias e texto explicativo de todas as soluções construtivas e materiais. Os resultados da consulta ao conjunto de peritos avaliadores encontram-se sintetizados no seguinte gráfico:

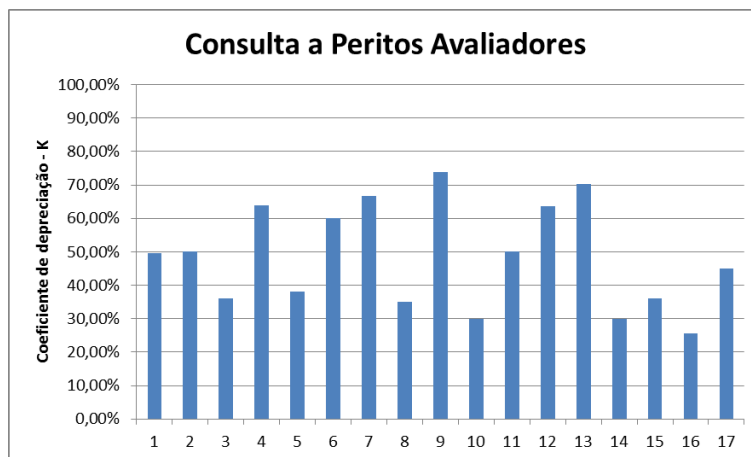


Fig. 1 – Gráfico dos valores do coeficiente de depreciação (K) resultantes da consulta a peritos avaliadores.

Os resultados obtidos apresentam um intervalo de valores de 48,17%, com um desvio padrão de 15,54% em torno de um valor médio de 48,45%.

2 PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO

Dos métodos existentes para a determinação do coeficiente de depreciação, o método Ross-Heidecke é o único que, além da idade efetiva do imóvel, tem também em consideração o estado de conservação do mesmo, definido pelo coeficiente de Heidecke, conforme se pode verificar pela expressão 2.1.

$$K = \frac{1}{2} \cdot \left[\left(\frac{u}{n} \right) + \left(\frac{u}{n} \right)^2 \right] + \left[1 - \left(\frac{1}{2} \cdot \left(\left(\frac{u}{n} \right) + \left(\frac{u}{n} \right)^2 \right) \right) \right] \cdot C \quad (2.1)$$

K – coeficiente de depreciação
u – idade efetiva ou atual do edifício
n – vida útil do edifício
C – coeficiente de Heidecke

Verifica-se, no entanto, que a aplicação do método é feita para a globalidade do edifício, o que, por si só, não garante a acuidade do mesmo, uma vez que qualquer uma das três variáveis (idade efetiva, vida útil e estado de conservação) pode não ser transversal à totalidade do edifício, principalmente no caso de imóveis sujeitos a obras de reabilitação ou ampliação.

Além disso, devido à dificuldade de enquadramento nos diversos estados de conservação da tabela de Heidecke, podem resultar deste método desvios significativos no cálculo do coeficiente de depreciação em função da sensibilidade do perito avaliador.

Pretende-se, assim, partindo na generalidade do método Ross-Heidecke, utilizando outros estudos já realizados e desenvolvendo detalhadamente cada uma das suas variáveis, contribuir para melhorar o rigor no cálculo do coeficiente de depreciação.

2.1 Proposta de alteração ao método Ross-Heidecke

A fórmula de Ross-Heidecke tem como variáveis a idade atual do imóvel, a vida útil do mesmo e o coeficiente de Heidecke referente ao estado de conservação. O coeficiente é uma variável discreta, que assume nove valores diferentes correspondentes a outros tantos estados de conservação.

De forma a transformar a variável correspondente ao estado de conservação numa variável contínua, esta será determinada com recurso ao MAEC [3], desenvolvido pelo LNEC. A esta variável, por assumir o valor de 0% para um estado de conservação *excelente* e 100% para um estado de conservação *péssimo*, dar-se-á o nome de *coeficiente de degradação*.

Relativamente à idade do imóvel e à vida útil do mesmo, optou-se por substituí-los na matriz de cálculo pela idade de cada elemento construtivo e a vida útil do mesmo. Além de que nem todos os elementos funcionais de um edifício têm a mesma vida útil espectável, há elementos passíveis de serem substituídos, sendo assim a sua idade efetiva diferente da idade correspondente à data de construção do edifício. A título de exemplo, imagine-se um edifício construído há 60 anos, cujas caixilharias tenham sido substituídas integralmente há 5 anos.

Assim, o coeficiente de depreciação passa a ser calculado para cada elemento funcional com idade, vida útil e estado de conservação próprios, sendo o coeficiente de depreciação global do imóvel calculado através de média ponderada dos coeficientes para cada elemento funcional e adotando a ponderação proposta pelo MAEC [3].

2.1.1 Determinação do coeficiente de degradação

Utilizou-se a divisão definida pelo MAEC [3] e a respetiva descrição dos elementos construtivos considerados em cada elemento funcional, com as devidas adaptações, bem como a ponderação atribuída a cada elemento funcional, tendo em conta a sua importância relativa no conjunto do edifício.

Propõe-se a classificação das anomalias em cinco níveis. Salienta-se que a avaliação do nível de anomalia que afeta cada elemento funcional deve ser realizada comparando visualmente as suas condições atuais com as condições que o elemento funcional proporcionava quando o imóvel foi construído.

Quadro 1 – Critérios de avaliação da gravidade da anomalia [3].

Nível de anomalia	Estado de conservação	Índice de anomalias	Critérios
Muito ligeiras	Excelente	1	Ausência de anomalias ou anomalias sem significado.
Ligeiras	Bom	2	Anomalias que prejudicam o aspeto e que requerem trabalhos de fácil execução.
Médias	Médio	3	Anomalias que prejudicam o aspeto e que requerem trabalhos de difícil execução. Anomalias que prejudicam o uso e conforto e que requerem trabalhos de limpeza, substituição ou reparação de fácil execução.
Graves	Mau	4	Anomalias que prejudicam o uso e conforto e que requerem trabalhos de difícil execução. Anomalias que colocam em risco a saúde e/ou a segurança, podendo motivar acidentes sem gravidade, e que requerem trabalhos de fácil execução.
Muito Graves	Péssimo	5	Anomalias que colocam em risco a saúde e/ou a segurança, podendo motivar acidentes sem gravidade, e que requerem trabalhos de difícil execução. Anomalias que colocam em risco a saúde e/ou a segurança, podendo motivar acidentes graves ou muito graves. Ausência ou inoperacionalidade de infraestrutura básica.

Seguindo o mesmo princípio, sintetizaram-se a partir das Instruções de Aplicação do MAEC [3], com as devidas adaptações, exemplos de sintomas de anomalias para cada elemento funcional, baseados nos critérios gerais anteriormente definidos.

De forma a transformar o índice de anomalias numa variável contínua que represente o estado de conservação, entre 0% para um estado de conservação *excelente* e 100% para um estado de conservação *péssimo*, propõe-se a seguinte expressão:

$$C_i = \frac{1}{4} \cdot (I_{ai} - 1) \quad (2.2)$$

C_i – coeficiente de degradação de cada elemento funcional

I_{ai} – índice de anomalia de cada elemento funcional

2.1.2 Idade efetiva

A idade efetiva de cada elemento construtivo é passível de ser conhecida rigorosamente, conhecendo-se o histórico do edifício. Mesmo que não haja informações precisas, com recurso a uma análise de sensibilidade com base nos materiais construtivos utilizados, a idade de um elemento construtivo é passível de ser estimada com relativa exatidão.

No método proposto o que se pretende é que se utilize a idade efetiva de cada elemento funcional, em vez da idade efetiva do imóvel na sua globalidade como na fórmula de Ross-Heidecke. O objetivo é o de mitigar o efeito de obras de reabilitação ou de substituição de materiais no cálculo do coeficiente de depreciação. Basta pensar num edifício construído há 50 anos, mas cujos revestimentos de pavimentos foram substituídos integralmente há 10 anos, para se perceber que não é correto utilizar no cálculo do coeficiente de depreciação a idade efetiva do imóvel na sua globalidade, em favor de maior detalhe e rigor.

2.1.3 Vida útil estimada

Para a determinação da vida útil de cada elemento, propõe-se a adaptação do princípio exposto na ISO 15686-1 [4], no que toca aos valores mínimos para o período de vida útil estimada para os produtos de construção, em que a vida útil de um edifício é limitada pela degradação dos elementos da construção que não são passíveis de serem substituídos, ou cuja substituição seja demasiado dispendiosa tornando-se, provavelmente, incomportável ao longo do ciclo de vida do edifício.

Ressalva-se no entanto, que, estando no âmbito da avaliação imobiliária e do conceito de valor, a vida útil de um elemento funcional não corresponde à vida de projeto. Por exemplo, ao considerar-se uma vida útil esperada para o elemento funcional instalação de distribuição de águas de 40 anos, inevitavelmente e por aplicação da fórmula de Ross-Heidecke, uma instalação de distribuição de águas com 50 anos de idade efetiva vai ter um coeficiente de depreciação igual ou superior à unidade, o que, na prática, traduz que a existência desse elemento construtivo, além de não acrescentar valor ao edifício, ainda lhe iria retirar valor, mesmo que esteja a funcionar corretamente.

O método proposto supõe a introdução, por parte do perito avaliador, da vida útil estimada para cada elemento funcional, consoante análise do imóvel a avaliar.

2.1.4 Determinação do coeficiente de depreciação

Com o coeficiente de degradação, a idade efetiva e a vida útil estimada de cada elemento funcional, e com recurso à expressão de Ross-Heidecke, calcula-se o coeficiente de depreciação de cada elemento funcional.

$$K_i = \frac{1}{2} \cdot \left[\left(\frac{u_i}{n_i} \right) + \left(\frac{u_i}{n_i} \right)^2 \right] + \left[1 - \left(\frac{1}{2} \cdot \left(\left(\frac{u_i}{n_i} \right) + \left(\frac{u_i}{n_i} \right)^2 \right) \right) \right] \cdot C_i \quad (2.3)$$

K_i – coeficiente de depreciação de cada elemento funcional

u_i – idade efetiva ou atual do elemento funcional

n_i – vida útil do elemento funcional

C_i – coeficiente de degradação de cada elemento funcional

A partir das ponderações atribuídas a cada elemento funcional e dos coeficientes de depreciação de cada elemento funcional calculados através da expressão 2.2, procede-se à média ponderada, resultando daí o coeficiente de depreciação global do edifício, conforme a seguinte expressão:

$$K = \frac{\sum K_i \cdot P_i}{\sum P_i} \quad (2.4)$$

K – coeficiente de depreciação global do edifício

K_i – coeficiente de depreciação de cada elemento funcional

P_i – ponderação de cada elemento funcional

2.1.5 Software desenvolvido para determinação do coeficiente de depreciação

Com base na metodologia descrita anteriormente, criou-se uma folha de cálculo com recurso ao Microsoft Excel, programada para efetuar automaticamente o cálculo do coeficiente de depreciação em função do preenchimento da idade efetiva e do índice de anomalias de cada elemento funcional.

De forma a facilitar o seu preenchimento, foram introduzidas sob a forma de comentário a designação dos elementos construtivos correspondentes a cada elemento estrutural e os sintomas visíveis que se devem considerar para a atribuição do respetivo índice de anomalias. Além da descrição dos sintomas visíveis, foram também introduzidas imagens exemplificativas de forma a tornar ainda mais expedito o processo de avaliação, uma vez que, conforme as Instruções de Aplicação do MAEC, “a avaliação do nível de anomalia que afeta cada elemento funcional deve ser realizada comparando visualmente as suas condições atuais com as condições que o elemento funcional proporcionava quando o imóvel foi construído”.

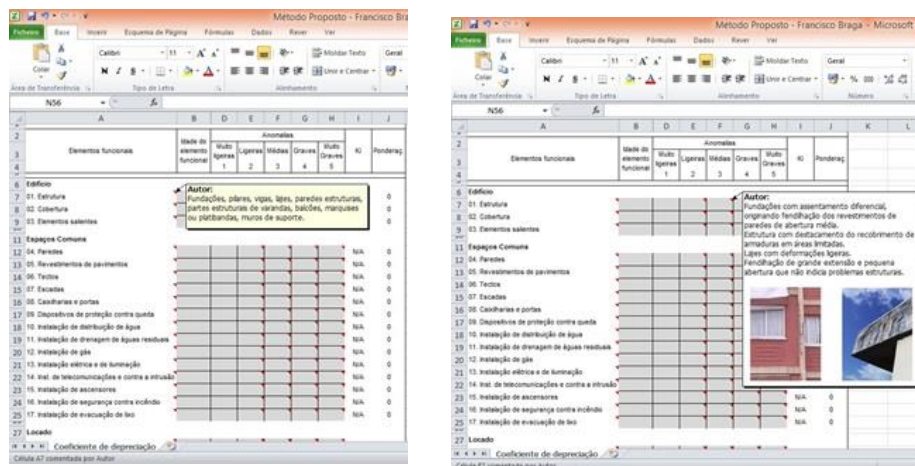


Fig. 2 – Print screens da folha de cálculo.

3 VALIDAÇÃO DA PROPOSTA

Com o intuito de validar o método proposto, solicitou-se novamente a um conjunto de peritos avaliadores, diferente do primeiro, a determinação do coeficiente de depreciação para o caso de estudo, agora com recurso ao método proposto e através da utilização da folha de cálculo desenvolvida. Para o efeito, foi utilizado o mesmo inquérito aplicado para a primeira consulta.

Os resultados da consulta encontram-se sintetizados no seguinte gráfico:

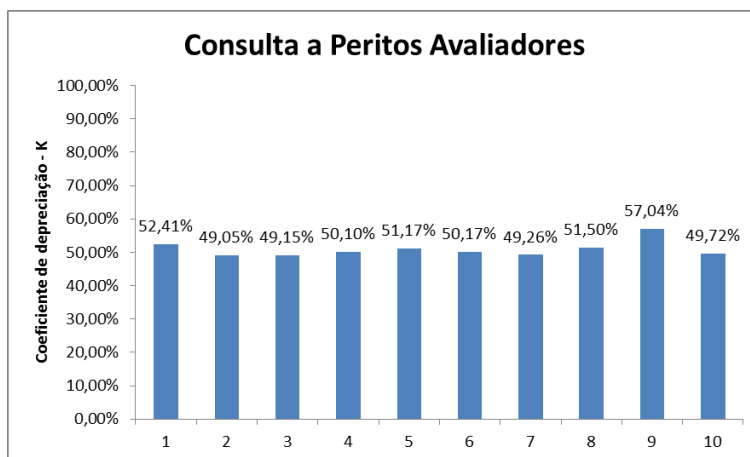


Fig. 3 – Gráfico dos valores do coeficiente de depreciação (K) resultantes da 2ª consulta a peritos avaliadores.

Os resultados obtidos apresentam um intervalo de 7,99%, com um desvio padrão de 2,41% em torno de uma média de 50,96%.

4 CONCLUSÕES

A aplicação dos diferentes métodos reunidos na literatura existente conduz a valores díspares de coeficientes de depreciação. No caso de edifícios reabilitados, a aplicação dos métodos torna-se ainda menos objetiva, por indefinição da idade efetiva do imóvel, variável comum a todos os métodos de cálculo do coeficiente de depreciação.

No entanto, mesmo utilizando o mesmo método, peritos avaliadores diferentes chegaram a resultados diferentes, reflexo da sensibilidade de cada um. Conclui-se, assim, que os métodos existentes carecem de rigor e fundamentação científica.

A utilização do método proposto, no qual o edifício é dividido em elementos funcionais, para os quais são atribuídas idades efetivas, vidas úteis e estados de conservação específicos, contribui para um maior rigor no cálculo do coeficiente de depreciação.

Assim, a dispersão de resultados verificada na primeira consulta foi drasticamente reduzida com recurso ao método proposto, como é possível constatar no gráfico seguinte:

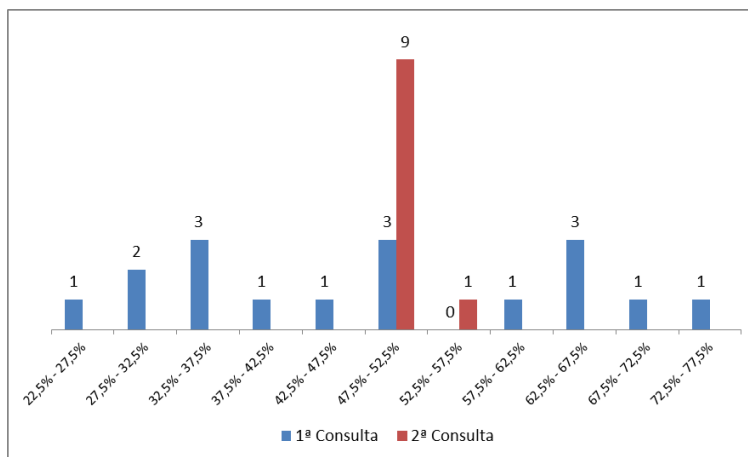


Fig. 4 – Gráfico da frequência de resultados do coeficiente de depreciação (K) nas duas consultas efetuadas.

Assim, como se pode concluir a partir da Fig. 4., a dispersão de resultados verificada na primeira consulta foi drasticamente reduzida com recurso ao método proposto.

REFERÊNCIAS

- [1] Figueiredo, Ruy (2009). Manual de avaliação imobiliária. Vislis Editores, Lisboa.
- [2] Lopes, J. (2013). Depreciação de Edificações. XVII Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias (COBEAP). Outubro de 2013, Florianópolis.
- [3] Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Instruções de aplicação do Método de Avaliação do Estado de Conservação. Outubro de 2007, Lisboa.
- [4] ISO 15868-1 82011). Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 1: General principles and framework, ISO, Geneva.

SUSTENTABILIDADE NAS EDIFICAÇÕES: O CONTRIBUTO DA ÁGUA QUENTE SANITÁRIA

Marco Cunha Miranda¹

¹ *Iperforma - Arquitectura e Engenharia Lda, marco.miranda@iperforma.pt (PORTUGAL)*

Resumo

Mais de 80% dos países reformaram a sua legislação sobre o uso da água nos últimos vinte anos, em reacção à procura crescente de recursos hídricos decorrente do aumento da população, da urbanização e de mudanças climáticas.

Se não houver consumo de água ao longo de um certo período de tempo, a temperatura da água no interior das tubagens diminuirá a um determinado nível, tornando-se relativamente fria e indesejável o seu uso do ponto de vista do utilizador.

A diminuição do consumo energético necessário à produção e distribuição de água quente sanitária pode ser alcançada com a redução da dissipação do calor no sistema. Quando existe uma diferença de temperatura entre os dois meios em contacto, em particular entre a tubagem e a sua envolvente, ocorrem transferências de calor. Um dos meios mais eficazes para a diminuição das perdas caloríficas será a selecção de tubagens e do seu isolamento térmico com materiais de baixa condutibilidade térmica, o que conduz também a uma diminuição dos consumos de água.

Os consumos de água quente sanitária têm uma grande variação ao longo do dia, da semana e do mês do ano, devendo o sistema de AQS estar adaptado aos perfis de consumo.

A racionalização na concepção em sistemas individuais de água quente sanitária implica, entre outros, a consideração de traçados o mais curtos possível, com os devidos diâmetros da tubagem e dos caudais dos dispositivos de utilização, a fim de reduzir as perdas de água, de energia e dos tempos de espera nos dispositivos de utilização. Esta situação contribui para uma gestão sustentável da água nas edificações, um incremento no conforto de utilização e uma limitação dos riscos sanitários.

As medidas apresentadas, devidamente enquadradas, de carácter de simples implementação, relevam de modo significativo para uma franca redução dos consumos de água e energéticos, contribuindo para a sustentabilidade nas edificações sem condicionar o desempenho funcional dos equipamentos.

Palavras-chave: gestão sustentável da água, tempos de espera, condutibilidade térmica de tubagens, espessuras de isolamento, temperatura de água quente.

1 INTRODUÇÃO

O conceito de sustentabilidade assumido desde os finais dos anos 70 é diferente do actual; aquele assentava na lógica da sustentação da sociedade, muito numa visão economicista, com reduzidas preocupações ambientais.

Somente no final da década de 80, se assume, de forma mais generalizada, o conceito de sustentabilidade, numa perspectiva de deixar o planeta com condições de habitabilidade para as próximas gerações. O objectivo principal é que o consumo de água, energia e materiais ocorra a uma taxa passível de ser renovada, isto é, manter-se de forma indefinida e sem impactes ambientais significativos, uma das áreas chaves para a sustentabilidade.

Em relação ao recurso natural, a água, pode-se verificar que o stress hídrico será um problema em vários países da União Europeia [1]. A situação em Portugal é preocupante, com o indicador WEI (water exploration index), entre outros indicadores, a aumentar. Estima-se que a disponibilidade de água nos países do sul da Europa decrescerá, com os modelos de simulação a preverem uma tendência descendente marcante em grande parte do território de Espanha, Portugal e Grécia [2]

Esta expectativa motiva uma análise e acções mais integradas para a manutenção da disponibilidade de água, da eficiência hídrica, da economia de água e em associação directa a economia de energia, tendo presente as incertezas relacionadas à evolução socioeconómica e mudanças climáticas. O

aquecimento de águas quentes sanitárias corresponde à segunda maior utilização doméstica de energia, que ainda assim corresponde a mais de metade do consumo de energia na cozinha, que é a principal consumidora de energia [3].

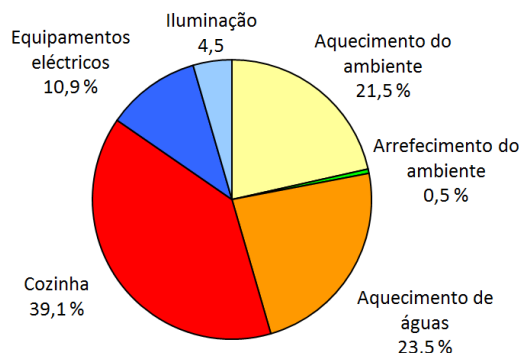


Gráfico 1 – Distribuição do consumo de energia no alojamento por tipo de energia e tipo de utilização (Portugal 2010).

À excepção do carvão, o consumo e a despesa associada com energia para o aquecimento de águas quentes sanitárias reparte-se por todos os tipos de energia, com maior expressão no GPL garrafa butano e gás natural [3].

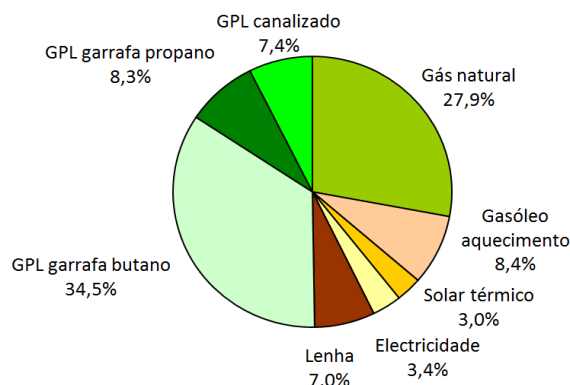


Gráfico 2 – Distribuição do consumo de energia para aquecimento de água por tipo de fonte (Portugal 2010).

Constata-se que a redução dos consumos de água é uma prioridade, proporcionando também uma diminuição dos consumos de energia ao nível da produção de águas quentes sanitárias, devendo inserir-se na vertente da qualidade, e não do luxo, na construção de edificações. Presentemente, há a tendência de se confundirem os conceitos, de qualidade e luxo. Qualidade, de uma forma simplista, é o essencial ao objecto material e o luxo, a ostentação.

2 REQUISITOS DOS SISTEMAS DE ÁGUA QUENTE SANITÁRIA

Os sistemas de produção e distribuição de água quente sanitária deverão garantir as condições mínimas de utilização necessárias nos pontos de consumo, função dos requisitos de desempenho e economia pretendidos. A temperatura da água quente desempenha um papel fundamental na economia de água e de energia. Com a água quente em repouso, isto é, quando os dispositivos de utilização não estão a ser utilizados, a temperatura tende a dissipar-se pelas tubagens e pelo meio envolvente, até ser encontrado o equilíbrio térmico entre a água e a sua envolvente. O utilizador, ao abrir o dispositivo de utilização na posição de água quente, deverá aguardar um determinado tempo para que a água saia à temperatura mínima de conforto. Este tempo de espera depende fundamentalmente do comprimento da tubagem entre o sistema de produção de água quente sanitária, do diâmetro da tubagem e do caudal do dispositivo de utilização (torneiras e chuveiros). A limitação das perdas térmicas na tubagem (tipo de tubo e isolamento térmico), da temperatura de saída do sistema de produção, da temperatura considerada de conforto nos pontos de consumo e a redução da pressão de funcionamento do sistema têm também reflexo.

A limitação do comprimento entre a produção e o dispositivo de utilização - menos consumo de água e de energia e menor tempo de espera - é fundamental, antes de serem consideradas outras medidas mitigadoras do problema. Os sistemas de retorno ou de recirculação, a partir de uma determinada distância, minimizam este desperdício de água e de energia, com a redução do tempo de espera

No passado, a produção de água quente sanitária estava junto aos centros de consumo. Com as imposições arquitectónicas e a introdução de sistemas de produção alternativos aos tradicionais, estes equipamentos passaram a estar localizados em zonas técnicas. Esta situação potenciou o aumento das distâncias entre a produção e os pontos de consumo de água quente sanitária.

A legislação portuguesa é omissa na definição destes parâmetros, sendo necessário o recurso a fontes de outros países europeus [4].

3 TEMPOS DE ESPERA

Para a manutenção das perdas na tubagem de água quente sanitária, em limites economicamente aceitáveis para satisfação das exigências de conforto do utilizador, é recomendável a consideração de determinados tempos de espera máximos.

O grau de satisfação do utilizador diminui com o tempo de espera (ver gráfico 3).

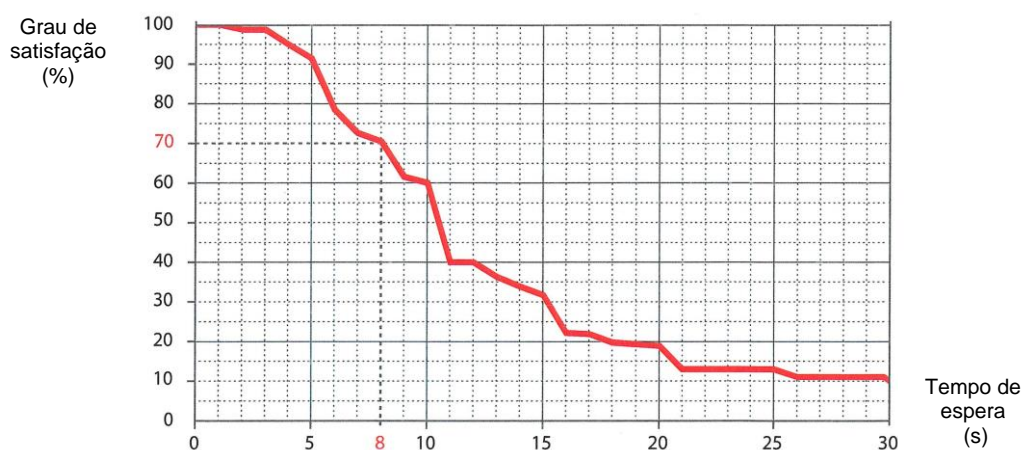


Gráfico 3 – Caracterização do grau de satisfação em função do tempo de espera [5].

Da leitura do gráfico, verifica-se a partir dos 10 segundos uma queda acentuada da satisfação do utilizador, tempo esse que ainda assim corresponde a um grau de satisfação superior a 50%.

Há normalização que distingue o tempo de espera para sistema com e sem recirculação de água quente sanitária, nomeadamente a SAI 385/1.

Tabela 1 – Tempo de espera máximo em função do tipo de dispositivo [6].

Tipo de dispositivo	Tempo de espera máximo	
	Sem retorno de AQS	Com retorno de AQS
Lavatório, chuveiro, pia lava louça	15 s	10 s

A consideração de um tempo de espera de 10 segundos, conduz a comprimentos máximos de tubagem entre o equipamento produtor de água quente sanitária e o ponto de consumo de cerca de 8,0 m.

O recurso a dispositivos de utilização (torneiras e chuveiros) com rótulo de eficiência hídrica aumenta o tempo de espera, o que incrementa a necessidade de se recorrer a circuitos de retorno [7].

4 LIMITAÇÃO DE PERDAS TÉRMICAS

O calor é transmitido por condutividade através das paredes das tubagens de água quente, do interior para o exterior. Com o objectivo de minorar a transferência de calor e incrementar a eficiência do

sistema de distribuição, deverão ser aplicados materiais isolantes na tubagem, com características de baixa condutividade térmica.

A perda de calor na tubagem é função do diferencial de temperatura entre o ambiente e o fluido, e das características da tubagem (tubo e isolamento). A selecção do tipo de tubagem tem uma relativa influência nas perdas térmicas finais. Presentemente utilizam-se tubagens metálicas, termoplásticas e mistas.

Tabela 2 – Características térmicas dos tubos.

Material	Condutividade térmica (W/m.K)	Dilatação térmica (mm/m.K)
Aço inox	15,00	0,016
Tricomposto	0,43	0,026
Polipropileno	0,24	0,150

O isolamento das tubagens de água quente desempenha um papel importante. Na legislação portuguesa as referências às características do isolamento estão caracterizadas na regulamentação relativa ao desempenho energético dos edifícios.

O Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de Agosto [8], remetendo para a leitura da Portaria n.º 349-B/2013 de 29 de Novembro [9] refere que a espessura mínima do isolamento das tubagens de distribuição de água quente (redes de sistemas secundários sem recirculação) deverá ser superior a 10 mm, independentemente do diâmetro exterior. Para redes de transporte de fluidos térmicos, sem particularizar, define as espessuras mínimas retratadas na tabela 3.

No entanto e de uma forma similar, com diferença da temperatura na condutividade térmica de referência, o Código Técnico de la Edificación (CTE) espanhol [10], através do Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) [11] define de forma clara a espessura do isolamento térmico da tubagem de ida e de retorno da água quente, cujos valores são ligeiramente superiores aos nacionais em algumas situações (ver tabela 3).

Tabela 3 – Espessura mínima do isolamento para tubagem de sistemas de água quente com desenvolvimento no interior de edificações.

Diâmetro exterior (mm)	Temperatura do fluido 40 - 65 (°C) REH	Temperatura do fluido 40 - 60 (°C) RITE
D ≤ 35	20	25
35 < D ≤ 60	20	30
60 < D ≤ 90	30	30
90 < D ≤ 140	30	30
D > 140	30	35

Os valores das perdas térmicas nas tubagens podem ser caracterizadas em função da condutibilidade do isolamento, da espessura e das características dimensionais dos tubos (gráfico 4).

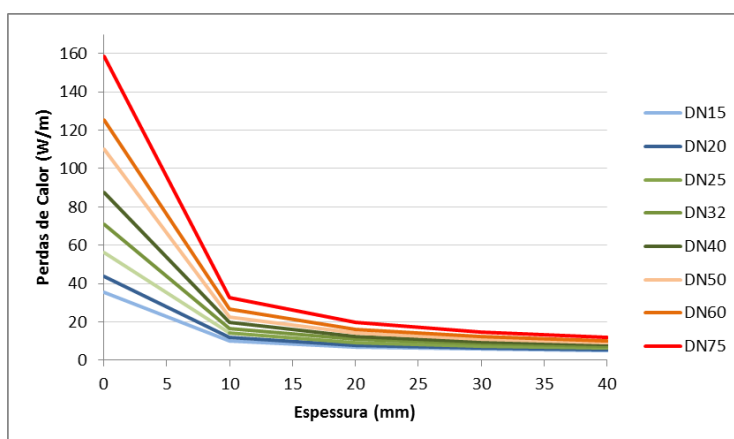


Gráfico 4 – Perdas de calor função do diâmetro exterior do tubo e da espessura de isolamento ($\lambda=0,036$ W/m.°C)

Pode-se verificar que a partir da espessura de 20 mm, as perdas de calor passam a ser uma linha quase plana. Atendendo às espessuras existentes no mercado, haverá a necessidade de adaptação das espessuras de isolamento.

5 TEMPERATURA DE ÁGUA QUENTE

A temperatura da água nos sistemas de produção de água quente poderá atingir valores consideráveis, porém, a água não é utilizada a essa temperatura.

A nova regulamentação no domínio da térmica dos edifícios não define de forma clara as temperaturas da AQS, ao contrário da anterior, esclarecendo somente a definição de AQS, que é a água potável aquecida em dispositivo próprio, com energia convencional ou renovável, até uma temperatura superior a 45 °C, e destinada a banhos, limpezas, cozinha ou fins análogos.

Para a sua utilização, há a necessidade de se misturar a água quente com água fria (à temperatura ambiente) e chegar a uma temperatura de utilização indicada para esse propósito.

Em função do grau de satisfação, é possível estimar as necessidades de água quente por dispositivo.

Tabela 4 – Necessidades de água em função do grau de satisfação [4].

Necessidades de água quente sanitária por dispositivo e utilização						
Critérios	Volume de água misturada (l)		Débito de água misturada (l/min)		Temperatura (°C)	
	50 %	90%	50 %	90%	50 %	90%
Lavatório	3	5	5	8	35	42
Chuveiro	40	85	8	13	37	41
Pio lava louça	20	47	6	10	44	51

A temperatura de saída do equipamento produtor de AQS e a temperatura de utilização é relevante no tempo de espera. Uma diminuição da temperatura de saída no equipamento implica um acréscimo nesse tempo de espera. No gráfico abaixo pode-se avaliar, de uma forma genérica, a evolução da temperatura da água com o tempo de espera (gráfico 4).

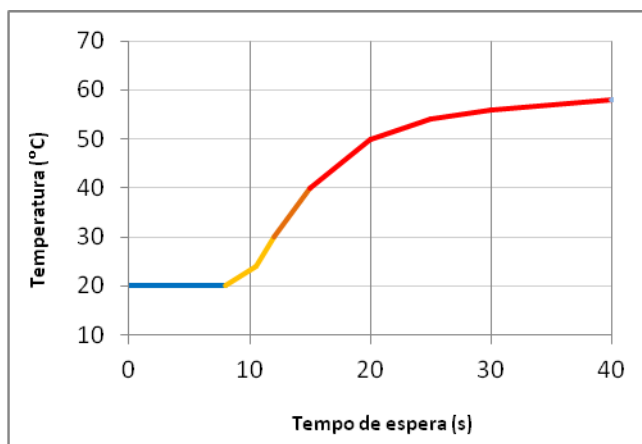


Gráfico 4 – Tempo de espera para a duração da fase fria e início da fase quente.

De modo a prevenir os riscos de saúde pública, por proliferação de legionella, nas tubagens de água quente sanitária deverá ser evitada a estagnação da água e assegurar uma boa circulação; manter a água a uma temperatura elevada dentro da instalação (> 50 °C), depois da produção e em todo o comprimento do traçado de distribuição; promover a mistura de água o mais próximo possível dos pontos de consumo, evitando as temperaturas favoráveis ao desenvolvimento de micro-organismos (25 °C a 45 °C).

6 CONCLUSÕES

É consensual que devido à deficiente gestão da água, recurso natural finito, revela-se necessário promover soluções aos mais diversos níveis de actuação nas edificações, de modo a reduzir as perdas de água.

O presente trabalho tem como objectivo fomentar a discussão de como a água quente sanitária pode contribuir de forma significativa na gestão sustentável da água nas edificações.

A eventual consideração de espessuras de isolamento de tubagem inferiores às retratadas não se enquadra na actual tendência global da gestão sustentável dos recursos naturais (água) e de certificação das edificações, tais como LiderA, LEED, Passive House e outros tipos de certificações cujo objectivo é a optimização da eficiência.

Os dispositivos de utilização certificados hidricamente, torneiras e chuveiros, consoante a sua classificação implicam uma redução de caudal em relação ao definido regulamentarmente. Esta redução de caudal, implica um maior tempo de espera, potenciando a existência de circuito de retorno, reduzindo assim a água desperdiçada à espera que a água atinja a temperatura desejada.

A limitação do comprimento entre a produção de AQS e os dispositivos de utilização é imperativa, devendo ser objecto de enquadramento normativo.

REFERÊNCIAS

- [1] European Commission (2012). A Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources, Consultation Document.
- [2] CESR (2011). Final Report for the Project Climate Adaptation – modelling water scenarios and sectoral impacts.
- [3] Instituto Nacional de Estatística e Direcção Geral de Energia e Geologia (2010). Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico 2010.
- [4] Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto, Diário da República (1995). Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais.
- [5] Gelle Environment (2014). Guide Installations D'Eau Chaude Sanitaire.
- [6] SIA (2011). Norma SIA 385/1-C1:2011.
- [7] ANQIP (2011). Dimensionamento de Sistemas de Circulação e Retorno de Água Quente Sanitária.
- [8] Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de Agosto, Diário da República (2013). O Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS).
- [9] Portaria n.º 349-B/2013 de 2 de Dezembro (2013). Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) - Requisitos de Concepção para Edifícios Novos e Intervenções.
- [10] Real Decreto n.º 314/2006, de 17 de Marzo (2006). Código Técnico de la Edificación (CTE), Documento Básico HS: Salubridad.
- [11] Real Decreto n.º 1027/2007, de 20 de Julio (2007). Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) - Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE).

OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS DE CONTROLO DA QUALIDADE EM OBRA ATRAVÉS DE ANÁLISE SWOT

Rui Calejo Rodrigues¹, Maria João Barroso²

¹ Professor, CEES, Gequaltec/Construct, FEUP, (PORTUGAL)

² Engenheira Civil, FEUP, (PORTUGAL)

Resumo

O Controlo da Qualidade em Obra padece da ausência de procedimentos normalizados. Assiste-se a iniciativas mais ou menos avulsas que os diferentes autores implementam muitas vezes com a intensão de policiar. Nada mais errado, as gerações futuras devem poder usufruir de construções que estejam de acordo com as perspetivas do projeto e para isso é necessário que em fase de construção sejam implementadas medidas de controlo da qualidade.

Neste trabalho desenvolve-se de forma original uma análise a um caso de estudo a partir do qual foi possível propor a implementação de novos procedimentos e a adaptação de outros já existentes. Esta análise foi elaborada com base na metodologia SWOT complementada com uma valoração multicritério dos aspetos em análise. Esta abordagem multicritério (que se reputa de original neste domínio) permitiu com independência do analista obter indicações válidas sob a forma de otimizar os processos de controlo da qualidade.

Recorre-se a um caso de estudo para validação da metodologia proposta tendo sido possível concluir de forma extensa sobre a eficácia desta proposta assim como, complementarmente produzir um conjunto de orientações para a empresa objeto do estudo.

Palavras-chave: Qualidade na construção; Controlo da Qualidade; Análise SWOT; Multicritério.

1 PROBLEMÁTICA

1.1 Descrição da Problemática

A conformidade é um dos passos para a garantia da qualidade. Garantir a qualidade de um empreendimento é garantir a qualidade da mão-de-obra, dos materiais, dos equipamentos e das tecnologias. Com a garantia de materiais e equipamentos em conformidade com o previsto e de mão-de-obra qualificada e com tecnologias ajustadas às tarefas a executar, pode garantir-se a qualidade de um empreendimento (ver Fig. 1).

Note-se que a garantia da conformidade é da responsabilidade do empreiteiro e nunca da fiscalização. Todavia, a fiscalização implementa mecanismos destinados a garantir que a totalidade do projeto é executada e em conformidade com o mesmo, cumprindo as disposições legais.

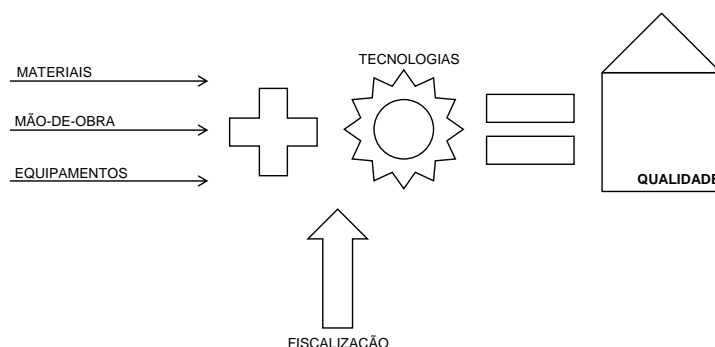


Fig. 1 – A fiscalização no controlo de qualidade.

A eficiência trata de se trabalhar corretamente para alcançar determinado objetivo. Será possível avaliar a eficiência de uma empresa de fiscalização no controlo de conformidade? É ou não possível depurar um sistema de controlo de conformidade?

1.2 Âmbito e Objetivos

Este trabalho surge como um contributo para o aprofundamento do conhecimento do sistema de controlo de conformidade de microempresas que prestam serviços de engenharia civil, uma vez que é este o universo do caso de estudo.

Os objetivos primordiais são analisar a eficiência no que diz respeito ao controlo de conformidade, identificar as causas da possível falta de eficiência, através de uma análise SWOT baseada em análise multicritério, e apontar um conjunto de propostas de desenvolvimento do sistema de controlo de conformidade do caso de estudo. Para analisar a eficiência do sistema de controlo de conformidade, é necessário elaborar fluxogramas das atividades de fiscalização do caso de estudo.

Seguem-se ainda mais dois objetivos: a familiarização com os procedimentos de gestão do empreendimento e o controlo da qualidade em fase de execução relativo ao caso de estudo e a observação da organização das equipas de fiscalização.

2 ENQUADRAMENTO

2.1 Enquadramento Teórico

2.1.1 Áreas Funcionais e Funções da Fiscalização

A fiscalização é o interveniente na equipa de produção de uma obra ao qual lhe compete promover a qualidade, defendendo os lícitos interesses do dono de obra. Cabe à fiscalização facilitar e clarificar a relação entre os diferentes intervenientes e funciona, por isso, como a água entre os grãos de areia e de cimento que formam uma argamassa.

Com o objetivo de clarificar as relações entre os intervenientes de um empreendimento, são implementados procedimentos que se podem subdividir em sete áreas funcionais [1]:

- Conformidade;
- Economia;
- Planeamento;
- Informação/Projeto;
- Licenciamento/Contrato;
- Segurança/Ambiente;
- Qualidade.

Note-se que apesar de divididas, estas áreas funcionais se encontram interligadas entre si. No fundo, a área funcional Conformidade não é mais do que um método de garantia de Qualidade (ver Fig. 2).



Fig. 2 – Relação entre áreas funcionais (adaptado de [1]).

2.2 Enquadramento Tecnológico

2.2.1 O Sistema de Controlo de Conformidade

As atividades de fiscalização da empresa ao abrigo desta área funcional podem associar-se em seis grupos de procedimentos:

- Reuniões de preparação de obra;
- Rotinas de inspeção dos trabalhos;
- Ensaios de desempenho e recepção;
- Autorização de tarefas;
- Pedido de alterações;
- Não conformidades.

2.2.2 Análise SWOT

As forças de um sistema de uma empresa representam os recursos e capacidades que podem ser utilizadas como base para desenvolver uma vantagem competitiva. Se é eficaz, é uma força que a empresa deve manter e que promove o bom funcionamento. São as vantagens do sistema, isto é, os aspetos existentes no sistema que podem potenciar a qualidade em obra.

As fraquezas representam os recursos (ou falta deles) que podem prejudicar a produtividade e desempenho geral. São os procedimentos existentes que não promovem a qualidade. A ausência de certas forças podem ser vistas como fraquezas.

As oportunidades são os procedimentos que podem potenciar o sistema e que ainda não foram implementados. Podem surgir da evolução dos procedimentos existentes.

As ameaças são os riscos que podem surgir de acordo com os procedimentos e, embora não detenha controlo sobre estas, a empresa deve conhecê-las / estudá-las e monitorizá-las, de maneira a atenuar os seus efeitos.

3 INVESTIGAÇÃO / DESENVOLVIMENTO

3.1 Fluxogramas de Procedimentos do Sistema de Controlo de Conformidade

Foram elaborados seis fluxogramas de procedimentos correspondentes aos seis grupos de procedimentos ao abrigo da área funcional Conformidade. Dá-se o exemplo do fluxograma de procedimentos das rotinas de inspeção dos trabalhos (ver Fig. 3).

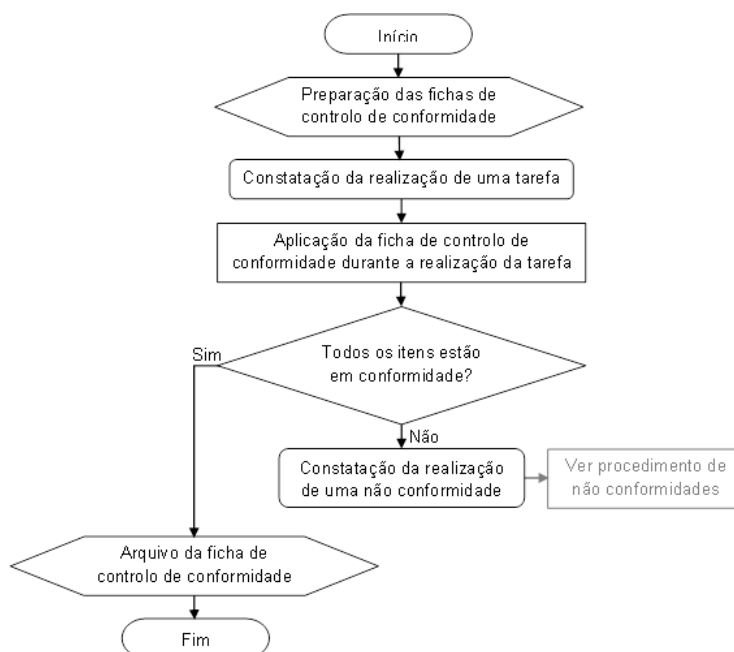


Fig. 3 – Fluxograma de procedimentos das rotinas de inspeção dos trabalhos.

3.2 Análise SWOT ao Sistema de Controlo de Conformidade

Para clarificar o impacto de cada força, fraqueza, oportunidade e ameaça sobre a empresa, avaliou-se o sistema de controlo de conformidade. Essa avaliação irá ser feita, sob o ponto de vista experimental, por três auditores diferentes e por três métodos diferentes:

- De 1 a 5, conforme a importância (como mostra o Quadro 1), e pela média (Quadro 2);
- De 1 a 5 e por pontos (Quadro 3);
- De A a E e por critérios (Quadro 4).

A média é o método mais utilizado pela sua simplicidade, no entanto, este método “tenta apagar todos os fogos da mesma maneira”. Quer dizer, a média indica que há tanta probabilidade da avaliação de uma força, fraqueza, oportunidade ou ameaça estar abaixo - ditar maior gravidade - como acima - ditar menor gravidade - da medida indicada pelo método.

A avaliação por pontos colmata essa situação. Com a avaliação pontuada e por patamares, passa a existir uma relação direta entre a avaliação de uma força, fraqueza, oportunidade ou ameaça e a gravidade da medida a adotar. Porém, uma avaliação mais gravosa passa despercebida. Isto é, apenas com muitas avaliações gravosas se pode notar que o sistema necessita de uma medida mais gravosa.

Por isso, fez-se a avaliação por critérios. É a avaliação que mais se ajusta. À medida que as avaliações gravosas chegam a um certo número, aumenta a gravidade da medida a adotar.

Contudo, é a utilização dos três métodos e dos três auditores que vai permitir que se possa ou não concluir, por convergência, sobre a ação a tomar (ação essa com grande força), ou pela divergência dos métodos e das opiniões, respectivamente. É esta a metodologia inovadora proposta neste trabalho.

Quadro 1 – Avaliação das forças, das fraquezas, das oportunidades e das ameaças.

Avaliação:
1 ou E → Extremamente importante
2 ou D → Muito importante
3 ou C → Importante
4 ou B → Pouco importante
5 ou A → Sem importância

Quadro 2 – Avaliação pela média das forças, das fraquezas, das oportunidades e das ameaças.

Avaliação pela média
1 → Agir urgentemente
2 → Agir de acordo com o plano
3 → Programar em tempo e em recursos para agir
4 → Agir sem necessidade imediata, quando houver meios
5 → Não agir

Definir uma escala gradual de ação de 1 a 5 não é tarefa fácil. Se por um lado, é complicado que esta seja contínua, por outro, é difícil denominar cada parâmetro da escala. Começou-se por definir os limites da escala entre “avançar” e “não agir”. Estabeleceram-se também dois parâmetros intermédios: “programar” e “vamos ver”. O parâmetro “avançar” poderia ainda ser dividido conforme a urgência ou falta dela para agir. Daí surgiram os cinco parâmetros da escala:

- 1 → Agir urgentemente - é o “avançar com urgência” e quer dizer que se tem de agir imediatamente para que o sistema deixe de degradar a empresa;
- 2 → Agir de acordo com o plano - é o “avançar sem urgência”, ou seja, o sistema tem graves problemas que devem ser corrigidos conforme um plano a ser elaborado e implementado no prazo de um ano;
- 3 → Programar em tempo e em recursos para agir - é o “programar” e essa programação deve ser feita no tempo e em recursos;
- 4 → Agir sem necessidade imediata, quando houver meios - é o “vamos ver”, isto é, a ação vai ter de acontecer para que haja o desenvolvimento do sistema, no entanto, esta pode ser adiada até que haja meios (tempo e/ ou recursos), num prazo de cinco anos;

- 5 → Não agir - como o próprio nome indica, daqui resulta uma inação, já que não é possível depurar o sistema.

Como se pode observar, o tempo aqui também é escalado. Começa-se por ter uma ação dentro de alguns meses até não ter ação nenhuma, passando por agir num prazo de um ano, de três ou de cinco.

Quadro 3 – Avaliação por pontos das forças, das fraquezas, das oportunidades e das ameaças.

Avaliação por pontos	
FORÇAS	FRAQUEZAS
43 a 77 pontos → Agir urgentemente	26 a 47 pontos → Agir urgentemente
78 a 112 pontos → Agir de acordo com o plano	48 a 68 pontos → Agir de acordo com o plano
113 a 146 pontos → Programar em tempo e em recursos para agir	69 a 88 pontos → Programar em tempo e em recursos para agir
147 a 181 pontos → Agir sem necessidade imediata, quando houver meios	89 a 109 pontos → Agir sem necessidade imediata, quando houver meios
182 a 215 pontos → Não agir	110 a 130 pontos → Não agir
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
31 a 56 pontos → Agir urgentemente	33 a 59 pontos → Agir urgentemente
57 a 81 pontos → Agir de acordo com o plano	60 a 86 pontos → Agir de acordo com o plano
82 a 105 pontos → Programar em tempo e em recursos para agir	87 a 112 pontos → Programar em tempo e em recursos para agir
106 a 130 pontos → Agir sem necessidade imediata, quando houver meios	113 a 139 pontos → Agir sem necessidade imediata, quando houver meios
130 a 155 pontos → Não agir	140 a 165 pontos → Não agir

A definição dos limites de avaliação por critérios só foi possível após ter sido feita a análise SWOT. Desta resultam, no total, 43 forças, 26 fraquezas, 31 oportunidades e 33 ameaças. Assim, a avaliação por pontos das forças, por exemplo, tem como limite mínimo 43 pontos (43 avaliações 1 ou E) e como limite máximo 215 pontos (43 avaliações 5 ou A). Os limites intermédios são calculados por percentagem. A cada patamar corresponde, aproximadamente, 20% do intervalo entre 43 e 215 pontos. Para definir os limites dos patamares das fraquezas, das oportunidades e das ameaças, procedeu-se de igual modo.

Quadro 4 – Avaliação por critérios das forças, das fraquezas, das oportunidades e das ameaças.

Avaliação por critérios	
FORÇAS	FRAQUEZAS
> 9 E → Agir urgentemente	> 5 E → Agir urgentemente
≤ 9 E e > 9 D → Agir de acordo com o plano	≤ 5 E e > 5 D → Agir de acordo com o plano
≤ 9 E, ≤ 9 D e > 9 C → Programar em tempo e em recursos para agir	≤ 5 E, ≤ 5 D e > 5 C → Programar em tempo e em recursos para agir
≤ 9 E, ≤ 9 D, ≤ 9 C e > 9 B → Agir sem necessidade imediata, quando houver meios	≤ 5 E, ≤ 5 D, ≤ 5 C e > 5 B → Agir sem necessidade imediata, quando houver meios
≤ 9 E, ≤ 9 D, ≤ 9 C, ≤ 9 B → Não agir	≤ 5 E, ≤ 5 D, ≤ 5 C, ≤ 5 B → Não agir
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
> 6 E → Agir urgentemente	> 7 E → Agir urgentemente
≤ 6 E e > 6 D → Agir de acordo com o plano	≤ 7 E e > 7 D → Agir de acordo com o plano
≤ 6 E, ≤ 6 D e > 6 C → Programar em tempo e em recursos para agir	≤ 7 E, ≤ 7 D e > 7 C → Programar em tempo e em recursos para agir
≤ 6 E, ≤ 6 D, ≤ 6 C e > 6 B → Agir sem necessidade imediata, quando houver meios	≤ 7 E, ≤ 7 D, ≤ 7 C e > 7 B → Agir sem necessidade imediata, quando houver meios
≤ 6 E, ≤ 6 D, ≤ 6 C, ≤ 6 B → Não agir	≤ 7 E, ≤ 7 D, ≤ 7 C, ≤ 7 B → Não agir

Na avaliação por critérios, considerou-se que a partir de, aproximadamente, 20% do total com avaliação 1 ou E era imperativo “agir imediatamente”. Da mesma forma, a partir de 20% do total com avaliação 2 ou D a medida a tomar é “agir de acordo com o plano”, mas sem prejuízo do primeiro, ou seja, a percentagem de avaliações 1 ou E terá de ser menor ou igual a 20% do total. E por aí em diante até se definirem os cinco patamares.

Imagine-se, agora, uma avaliação das forças (43 no total) com 10 avaliações 1 ou E, 31 avaliações 2 ou D e 2 avaliações 3 ou C. Pelo método da avaliação por pontos, a medida a tomar passa por “agir de acordo com o plano”. Pelo método da avaliação por critérios, a conclusão a que se chega é de “agir urgentemente”. Assim, a avaliação por critérios é tida em conta por causa da importância que dá às avaliações gravosas.

4 RESULTADOS

Tanto pelos auditores como pelos métodos, as avaliações feitas são bastantes coerentes. Note-se que a coerência dos métodos leva a concluir que se deve “agir de acordo com o plano”, ou seja, traçar um plano de ação que corrija os problemas do sistema a ser elaborado e implementado no prazo de um ano.

Elabora-se, de seguida, um plano de ação para o desenvolvimento do sistema de controlo de conformidade da empresa. O trabalho a desenvolver procura dar cumprimento às conclusões obtidas pela análise SWOT, resultando em:

- Reuniões de preparação de obra – 5 medidas;
- Rotinas de inspeção dos trabalhos – 7 medidas;
- Ensaios de desempenho e receção – 9 medidas;
- Autorização de tarefas – 3 medidas;
- Pedido de alterações – 4 medidas;
- Não conformidades – 5 medidas.

Dá-se o exemplo das medidas a adotar nas rotinas de inspeção dos trabalhos:

- Medida 1: Elaborar o mapa de equipas produtivas
- Medida 2: Produzir uma lista de falhas frequentes
- Medida 3: Implementar a lista de alterações do projeto
- Medida 4: Otimizar as fichas de controlo de conformidade
- Medida 5: Fazer cópia de toda a documentação
- Medida 6: Esclarecer garantias do empreiteiro
- Medida 7: Desenvolver um plano de contingência

4.1 Implementação de algumas propostas de desenvolvimento

A implementação do plano descrito anteriormente é feita num prazo de um ano, de acordo com as conclusões obtidas pela análise SWOT (“agir de acordo com o plano”).

Por esta razão, e porque este trabalho não se estende durante todo esse tempo, apenas foram implementadas algumas das propostas de desenvolvimento. No entanto, propõe-se a adoção de todas as medidas e, após esse prazo, a análise à sua implementação.

A análise à implementação das propostas de desenvolvimento, a ser feita após desta, não é mais do que uma nova análise SWOT ao sistema de controlo de conformidade para compreender se as medidas tomadas melhoraram, mantiveram igual ou pioraram o sistema. Vai também permitir conhecer se existem e quais as novas medidas de desenvolvimento a tomar.

Por agora, a análise que pode ser feita é se a medida é para avançar, se a implementação terá de ser mais cuidada ou se não é uma boa medida e, por isso, é para abortar a ideia.

Quanto ao mapa de equipas produtivas é para avançar. As medidas contribuem para o desenvolvimento do sistema de controlo de conformidade. O mapa de equipas produtivas faz-se todos os dias. A implementação da lista de falhas frequentes terá de ser mais cuidada, na medida em que nem todos os parâmetros são de resposta fácil e/ou imediata. Os parâmetros dos custos diretos e dos custos indiretos são difíceis de calcular, embora, numa vertente idealista, demonstrassem a importância da falha, isto é, quanto maiores os custos, mais importante é tomar medidas preventivas para que a falha não se repita.

5 CONCLUSÕES

A partir da metodologia utilizada, foi possível avaliar a eficiência do sistema de controlo da conformidade de uma empresa de fiscalização e, posteriormente, depurá-lo. Acredita-se que o sistema da empresa era já muito bom quando comparado com os sistemas das empresas da mesma dimensão que estão no mercado.

Na análise SWOT efetuada, a utilização dos três métodos e dos três auditores permitiu concluir, por convergência, sobre a ação a tomar. Ação essa com grande força, porque foi deduzida a partir de três métodos e da opinião de três auditores distintos. Assim se cumpriram os primeiros dois objetivos: analisar a eficiência de uma empresa no que diz respeito ao controlo de conformidade e identificar as causas da falta da mesma.

As alterações que devem ser efetuadas para desenvolver o sistema e que se traduzem no plano de ação colmatam as fraquezas e ameaças do sistema, cumprindo assim o terceiro e último objetivo primordial desta dissertação: apontar um conjunto de propostas de desenvolvimento do sistema de controlo de conformidade do caso de estudo.

REFERÊNCIAS

- [1] Rodrigues, Rui Calejo. Metodologia da Fiscalização de Obras. Apontamentos para a Unidade Curricular de Fiscalização de Obras. FEUP, Porto, 2013.
- [2] Barroso, Maria João. Planos de Conformidade de um Edifício - Análise de um Sistema. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2015.

APLICAÇÃO DE ANÁLISES CUSTO-BENEFÍCIO NA GESTÃO SUSTENTÁVEL DE INFRAESTRUTURAS DE ÁGUAS

Maria João Falcão Silva¹, Filipa Salvado², Paula Couto³

¹ Bolseira de Pós-Doutoramento, LNEC, mjoaofalcao@Inec.pt (PORTUGAL)

² Bolseira de Doutoramento, LNEC, asalvado@Inec.pt (PORTUGAL)

³ Investigadora Auxiliar, LNEC, pcouto@Inec.pt (PORTUGAL)

Resumo

A Análise de Custos e Benefícios (ACB) de projetos de investimento é explicitamente exigida pelos novos regulamentos da União Europeia que regem os Fundos Estruturais, o Fundo de Coesão e o Instrumento Estrutural de Pré-Adesão, no caso de projetos cujos orçamentos excedam, respetivamente, 50, 10 e 5 milhões de euros. A aplicação de ACB permite determinar se os benefícios futuros das intervenções consideradas serão suficientes para justificar os custos atuais do projeto, assentando na conversão a valores monetários de todos os custos e benefícios, e respetivas correções, mesmo quando são de carácter intangível.

A presente comunicação tem por objetivo propor uma abordagem baseada em ACB, sendo identificadas as fases de uma metodologia para avaliação socioeconómica de infraestruturas de abastecimento e distribuição de águas (IADA) disponibilizando uma ferramenta útil para apoio aos principais intervenientes no processo de decisão. A existência de bases de dados com indicadores técnico-económicos de carácter geral, de carácter intermédio e de carácter específico recolhidos em infraestruturas de águas existentes contribui para a otimização da implementação de metodologias de ACB aplicadas a estes projetos de investimento para a agilização e aumento da eficácia no processo de tomada de decisão.

Palavras-chave: ACB, infraestruturas de águas, Indicadores técnico-económicos.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção é uma atividade responsável por uma parcela significativa dos impactos ambientais negativos em termos de consumo final de energia (42%), emissão de gases com efeito de estufa (50%) e produção de resíduos (22%) [1]. Neste quadro, a União Europeia tem vindo a estabelecer metas e a definir políticas com vista à preservação ambiental e racionalização dos recursos [2]. A procura de soluções para atingir estas metas no setor da construção conduz necessariamente a uma forte aposta na gestão sustentável e eficiente do património construído [3].

Na sequência de decisões recentes da União Europeia [2], torna-se essencial e urgente a realização de estudos para fundamentar as estratégias a adotar. Neste quadro, a utilização de metodologias com base em Análises Custo-Benefício (ACB) permitem estudar a viabilidade de projetos e avaliar os seus impactos com base na comparação dos custos e dos benefícios num determinado horizonte temporal.

Neste sentido, intervenções ao nível de infraestruturas de abastecimento e distribuição de água (IADA), assumem atualmente um papel relevante na gestão sustentável do ambiente urbano [4]. Torna-se urgente que a nível nacional se desenvolvam estudos técnico-científicos, de base económica, que permitam fundamentar análises de viabilidade de diferentes estratégias de intervenção ao nível das IADA [5].

A decisão de intervir ou não é complexa, uma vez que os custos associados exigem uma apreciação a diferentes níveis, dada a sua relevância para todas as partes interessadas no processo de decisão, e nem sempre facilmente quantificáveis.

Em Portugal o setor, no que respeita às IADA, representa cerca de: i) 870 milhões de m³ de água; ii) 600 milhões de kWh de energia e iii) um universo de 9.500.000 de consumidores. O património das infraestruturas a nível nacional contempla aproximadamente: i) 300 captações superficiais; ii) 5700 captações subterrâneas; iii) 230 estações de tratamento; iv) 2400 estações elevatórias; v) 8.400 reservatórios e vi) 100000 km de redes [5].

Dadas as exigências crescentes de desempenho, controlo do risco, transparência na tomada de decisão e sustentabilidade das infraestruturas de águas observadas a nível nacional, bem como a necessidade de maximizar a utilização de recursos naturais (água / energia), humanos e financeiros, as abordagens assentes em metodologias ACB surgem como contribuição importante para dar resposta aos desafios e lacunas identificados. A existência de bases de dados com indicadores técnico-económicos de carácter geral, de carácter intermédio e de carácter específico recolhidos em IADA existentes contribui para a otimização da implementação de metodologias de ACB aplicadas a estes projetos de investimento para a agilização e aumento da eficácia no processo de tomada de decisão.

2 ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO

A Análise Custo-Benefício (ACB) consiste num método para avaliar o impacto económico líquido de um projeto de investimento, podendo ser utilizada para uma diversidade de intervenções. No que se segue, considerar-se-á a sua aplicação a projetos de investimento. Nestas circunstâncias, o objetivo de uma ACB consiste em determinar se um projeto é viável sob o ponto de vista do bem-estar social através da soma algébrica dos seus custos e benefícios descontados ao longo do tempo [7-10].

A utilização de metodologias assentes em modelos económicos de custo-benefício tem sido já diversas vezes proposta para o desenvolvimento de estudos de viabilidade económica [7]. Neste tipo de estudos reveste-se de maior importância a decisão sobre a estratégia mais apropriada a adotar tendo em conta o número de alternativas possíveis no período de vida da construção e o nível de desempenho que se pretende. Outra preocupação importante prende-se com o benefício esperado, em termos de eficiência, de novas estratégias comparadas com procedimentos convencionais (Figura 1).

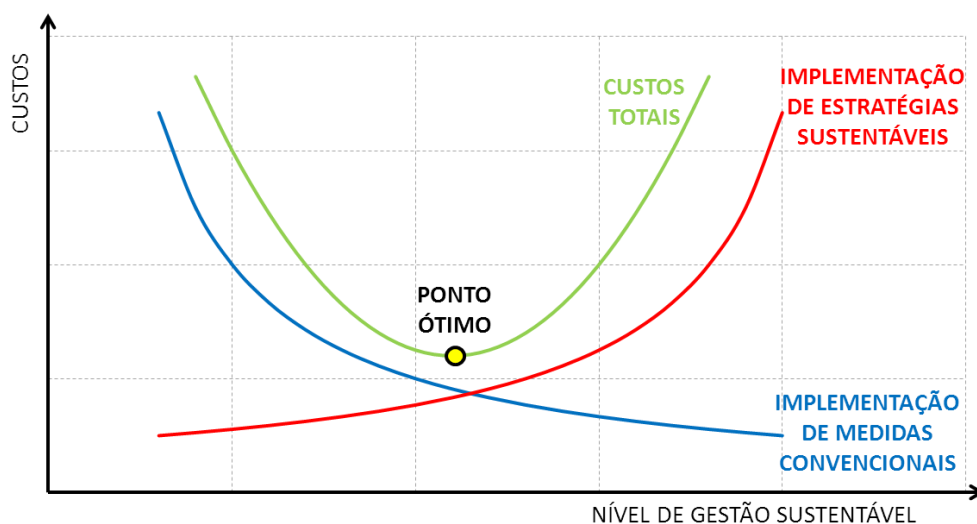


Fig. 1 – Abordagem ACB: Custos x Nível de gestão sustentável.

As metodologias assentes em ACB podem constituir ferramentas poderosas e de grande funcionalidade, contribuindo para fundamentar o processo de decisão e comparar a eficiência de diferentes estratégias em termos de relação custo-benefício. Adicionalmente, as ACB permitem determinar, para cada caso estudado, se os benefícios futuros são suficientes para justificar os custos atuais do projeto.

Neste sentido revela-se essencial [8]: i) prever os efeitos económicos do projeto, ii) quantificar esses efeitos, iii) transformar, sempre que possível, os efeitos em unidades monetárias e iv) calcular a sua rentabilidade económica por via de um indicador preciso, que permita formular uma opinião concreta em relação ao seu desempenho esperado.

A ACB assenta na conversão a valores monetários de todos os custos e benefícios, mesmo quando são de carácter intangível, passando por várias correções, nomeadamente: i) Distorções de preços, ii) monetarizações de impactos não monetários, iii) inclusão de efeitos indiretos e iv) utilização de taxa de atualização social diferente da financeira.

3 ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO APLICADA A INFRAESTRUTURAS DE ÁGUAS

3.1 Considerações iniciais

No âmbito da presente comunicação pretende-se aplicar ACB a projetos de investimento em infraestruturas de abastecimento e de distribuição de águas (IADA) para diferentes tipos de ações, nomeadamente [8]: i) construção de infraestruturas inteiramente novas destinadas a cobrir necessidades crescentes da população; ii) trabalhos de finalização de instalações de abastecimento e distribuição já parcialmente construídas; iii) modernização parcial e/ou substituição de infraestruturas existentes em conformidade com a regulamentação e a legislação mais exigentes em vigor; iv) ações destinadas à poupança de recursos em água e/ou à promoção da sua utilização eficiente; v) ações destinadas à alteração racional da utilização do recurso quando esta não está regulamentada e vi) ações destinadas ao melhoramento da eficácia da gestão.

Consideram-se como tipologias de investimentos mais frequentes ao nível das infraestruturas de águas os seguintes trabalhos: i) captação, regulação ou produção do recurso, mesmo numa base plurianual; ii) relacionados com o transporte da água e iii) relacionados com a distribuição local dos recursos aquíferos, incluindo o abastecimento civil, industriais e para fins de irrigação. Com a aplicação de uma metodologia ACB torna-se possível de uma forma mais eficaz fundamentar tomadas de decisão no âmbito de projetos de investimento em IADA, dando resposta a questões que tem vindo a ser identificadas como prioritárias a nível regional e nacional, nomeadamente: i) infraestruturas e/ou instalações para servir áreas densamente povoadas; ii) infraestruturas e/ou instalações para servir pequenas localidades; iii) infraestruturas e/ou instalações para servir pequenos núcleos residenciais e/ou habitações isoladas; iv) infraestruturas e/ou instalações para servir núcleos industriais e/ou áreas industriais densamente povoadas; v) aquedutos. A proposta de metodologia de ACB para apoio ao desenvolvimento de projetos de investimento em infraestruturas de águas apresenta-se estruturada em diferentes fases sequenciais, como se ilustra na Figura 1 de uma forma esquemática:

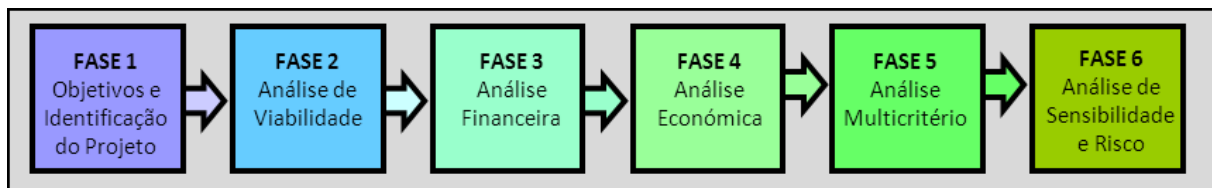


Fig. 2 – Abordagem ACB: Fases integrantes.

3.2 Objetivos e Identificação do Projeto (FASE 1)

No âmbito da FASE 1 há que identificar e definir com clareza os objetivos socioeconómicos a cumprir no âmbito de um projeto e os seus indicadores materiais, assim como o contexto da sua implementação. O projeto deverá ser claramente identificado, sendo definida uma unidade de análise (projeto individual, fase de um projeto de maior escala, grupo de projetos, etc), de acordo com os princípios gerais da ACB. O conjunto de benefícios decorrentes do projeto, em termos de bem-estar, deve ter uma proporção adequada aos custos e devem ser contabilizados os principais efeitos sociais e económicos diretos ou indiretos. No caso de, por falta de informação, não ser possível quantificar todos os efeitos sociais do projeto em análise, devem ser estabelecidos valores de substituição ligados aos objetivos do projeto.

Um projeto de investimento em IADA deverá ser enquadrado de forma a demonstrar que os investimentos previstos terão por principal objetivo a melhoria da qualidade, da eficácia e da eficiência do serviço. Neste âmbito é importante identificar *ex ante* os principais parâmetros que podem condicionar o referido objetivo principal: i) dimensão do serviço de abastecimento e distribuição de água; ii) volume de águas economizadas nas redes urbanas e nas redes de irrigação em consequência da redução das fugas e/ou da racionalização dos sistemas de distribuição; iii) redução da captação (m^3 /ano) em fontes poluídas ou danificadas; iv) frequência e duração (continuidade) das interrupções do serviço; v) melhoria da distribuição de água em períodos de seca; vi) carga poluente eliminada (m^3); vii) melhoria dos parâmetros ambientais; viii) redução dos custos de exploração [10].

O investimento no sector pode ser subdividido em duas categorias de projetos, o que condiciona a definição de objetivos específicos. Assim, no caso de projetos destinados a promover o desenvolvimento local identificam-se como objetivos específicos do investimento em IADA [8]: i) a população a servir e a disponibilidade média do recurso (em litros/habitante/dia) ou ii) as superfícies a irrigar; dependendo dos tipos de culturas, da produção média prevista, da disponibilidade do recurso (em litros/hectare/ano), do momento e da periodicidade da irrigação. No caso de projetos de âmbito não local, isto é, destinados a promover o desenvolvimento a nível regional e nacional referem-se, por exemplo, como objetivos específicos: i) os volumes disponibilizados (em milhões de metros cúbicos por ano); ii) os débitos máximos (em litros/segundo) transportados e iii) a capacidade global de regulação do recurso que o sistema terá a longo prazo.

É necessário incluir toda a informação que permita a identificação objetiva do projeto e demonstrar a compatibilidade do projeto de investimento em IADA com o planeamento para o setor, nomeadamente: i) compatibilidade com o planeamento económico e financeiro do setor da água; ii) compatibilidade com as políticas setoriais nacionais em especial, o projeto deve estimular ativamente a realização dos objetivos de industrialização do sector e iii) compatibilidade com as políticas ambientais comunitárias, nacionais e regionais nomeadamente de utilização da água para fins humanos e da proteção das massas de água.

3.3 Análise de Viabilidade (FASE 2)

A FASE 2 da metodologia corresponde à realização de uma análise que permita garantir a viabilidade do projeto em estudo, de um ponto de vista técnico [7]. A análise de viabilidade de um projeto investimento em IADA não se refere apenas à verificação da possibilidade de concretização das diferentes especialidades do projeto, mas implica também, a consideração de aspetos relacionados com marketing, gestão, análise da execução, etc., dado que podem ser adotadas diferentes alternativas, tendo em vista os objetivos socioeconómicos identificados.

No caso de um projeto investimento em IADA à que ter em conta os dados sobre consumos históricos, o número de utilizadores e a quantidade de água necessária durante um determinado período de tempo, de forma a se poder determinar diretamente a procura. Outro elemento importante a considerar corresponde à elasticidade da procura perante os diferentes tarifários, sendo por vezes necessário proceder-se à avaliação e distinção entre diferentes grupos de rendimentos e entre pequenos e grandes consumidores.

A opção escolhida deve basear-se numa previsão da procura durante o período correspondente ao ciclo do projeto, devendo conter os seguintes elementos [7]: i) previsões demográficas; ii) fluxos migratórios; iii) planos de desenvolvimento agrícola, industrial e urbanos; iv) estrutura temporária da procura a curto prazo. Para um determinado projeto, é necessário verificar se a opção escolhida corresponde à melhor de entre as alternativas possíveis e que foram devidamente ponderadas outras opções. Para tal, deve ter sido anteriormente efetuada uma análise das alternativas possíveis, sendo necessário considerar pelo menos as seguintes opções: i) ausência de intervenção (“nada fazer”); ii) alternativas possíveis no quadro da mesma infraestrutura; iii) alternativas possíveis para a evacuação de águas residuais; iv) soluções globais alternativas.

3.4 Análise Financeira (FASE 3)

A FASE 3 permite obter a informação necessária em termos de receitas e despesas, seus preços de mercado relativos e como se distribuem ao longo do tempo previsto para a implementação e exploração do projeto. Esta análise tem três finalidades: i) reunir a informação necessária para a análise do cash-flow; ii) avaliar a viabilidade financeira do projeto (análise de sustentabilidade); e iii) avaliar os benefícios financeiros calculando a rentabilidade do ponto de vista do investidor privado (retorno financeiro do projeto e do capital).

As previsões do *cash-flow* do projeto são utilizadas para calcular as taxas de rentabilidade apropriadas, em especial a Taxa Interna de Rentabilidade Financeira (TIRF), a Taxa Interna de Rentabilidade Financeira calculada sobre o Custo do investimento (TIRF/C) e a Taxa Interna de Rentabilidade Financeira calculado sobre fundos próprios (TIRF/K), bem como o correspondente Valor Atual Líquido financeiro (VALF). A análise financeira fornece informações essenciais sobre a relação entre os fatores de produção e o produto, os seus preços e a estrutura global da programação de receitas e despesas. É realizada com base num conjunto de tabelas de dados que reúnem os fluxos financeiros do investimento, distribuídos entre o investimento total (custos de

investimento e valor residual), as despesas e receitas de exploração (custos operacionais e eventuais receitas), as fontes de financiamento e a análise do cash-flow para a viabilidade financeira [11].

No caso de projetos de investimento em IADA há que ter em consideração que as entradas financeiras consistem geralmente em: i) taxas ou tarifas aplicadas ao serviço de abastecimento de água e ii) possíveis reembolsos relativos à recolha e transporte de águas pluviais, as eventuais receitas da venda de água reutilizada ou os rendimentos da venda de qualquer serviço suplementar que o responsável possa oferecer ao utilizador. Relativamente às saídas, há que ter em conta o preço de aquisição dos produtos e serviços necessários ao funcionamento da instalação e aos serviços suplementares fornecidos.

Uma vez que as IADA têm, geralmente, uma vida útil prolongada, a análise financeira deverá integrar o valor residual do investimento, segundo os métodos apropriados e recomenda-se a consideração de um horizonte temporal de 30 anos. A FASE 4 requer a existência de informação estruturada relacionada com [7]: i) dados operacionais de base; ii) dados de ordem territorial relativos à construção da infraestrutura e iii) dados físicos e características.

No que se refere a dados operacionais de base surgem como relevantes: i) número de habitantes servidos; ii) superfície irrigada (ha); iii) número e tipo de estruturas de produção servidas; iv) disponibilidade de água por habitante ou por hectare; v) qualidade da água; vi) número de equivalentes-habitante, débitos e parâmetros relativos à carga poluente da água a tratar. Relativamente a dados de ordem territorial são de considerar: i) localização dos trabalhos no território, apoiada em cartas a uma escala apropriada; ii) ligações físicas entre as estruturas e as instalações (novas ou já existentes), podendo ser útil incluir desenhos técnicos; iii) interferência e/ou interligação com as estruturas existentes. No que respeita a dados físicos e características indicam-se as seguintes: i) extensão total, diâmetros nominais, débito nominal e diferenças de altitude dos dispositivos de alimentação ou dos eixos principais; ii) volumes nominais preenchidos e altura das barragens; iii) número, extensão e débito normal das condutas de água corrente; iv) número, profundidade, diâmetro, débito evacuado das áreas de captação; v) capacidade dos reservatórios; vi) superfície ocupada, débito normal e diferença de altura entre os dispositivos elevatórios; vii) débito nominal, produção e potência absorvida/consumida das instalações de depuração ou de dessalinização; viii) características técnicas e configuração das principais estruturas; ix) características técnicas e de construção do principal dispositivo elevatório, das instalações de produção e de tratamento; x) débito nominal, capacidades, eficácia do tratamento das instalações de depuração, bem como as características técnicas e de construção das condutas de evacuação; xi) características técnicas e de construção dos edifícios e outras estruturas de serviços; xii) elementos técnicos pertinentes, como cruzamentos, reservatórios enterrados, galerias, instalações automatizadas de comando à distância ou de gestão do serviço, etc.; xiii) identificação das principais componentes e dos materiais propostos no projeto, com indicação das disponibilidades na área coberta pelo investimento; xiv) identificação de qualquer característica técnica que possa ter sido proposta para realizar a infraestrutura, com indicação da sua disponibilidade e dos seus aspetos práticos [9].

3.5 Análise Económica (FASE 4)

A FASE 4 representa uma etapa essencial numa metodologia baseada em ACB pois permite estudar a adequabilidade de um projeto em termos dos valores económicos dos custos e dos benefícios. Na metodologia proposta, com a análise económica pretende avaliar-se a contribuição de um determinado projeto de investimento para o bem-estar económico de uma região ou país dado que, na prática, a análise económica aborda a avaliação da oportunidade para a sociedade e da melhor utilização dos recursos. Partindo da análise financeira (estudo do desempenho do investimento, independentemente das suas fontes financeiras), a análise económica aplica uma série de correções aos dados financeiros, e considera os benefícios e custos sociais não contabilizados na análise financeira. Estas correções consistem em eliminar efeitos fiscais, em considerar as externalidades que conduzem a custos e benefícios sociais, e em converter os preços do mercado utilizados na análise financeira. Isto é possível atribuindo, a cada elemento de entrada e de saída, um fator de conversão que transforma os preços de mercado em preço fictícios [11].

Considerando projetos de investimento em IADA, poderá ser útil avaliar os principais benefícios sociais a introduzir na análise económica com base em estimativas da procura de água prevista e que será coberta pelo investimento. O cálculo do preço fictício da água poderá basear-se na disposição do utilizador para pagar por esse serviço e que pode ser quantificada aplicando os preços do mercado de serviços alternativos (camiões-cisterna, água engarrafada, distribuição de água potável,

depuração por dispositivos instalados pelos utilizadores, etc.). Relativamente a qualquer infraestrutura de gestão da água em áreas industriais ou agrícolas, é possível avaliar o valor acrescentado do produto suplementar obtido com a disponibilidade de água.

No caso de qualquer intervenção destinada a garantir a disponibilidade de água potável em áreas onde se colocam problemas sanitários porque as fontes estão poluídas, o benefício pode ser calculado diretamente avaliando as mortes e/ou doenças que foram evitadas devido a um serviço eficaz de abastecimento de água. Neste sentido, para se efetuar uma avaliação económica, é necessário considerar i) o custo total dos tratamentos hospitalares ou ambulatoriais e as perdas de rendimentos decorrentes das possíveis faltas ao trabalho e ii) o valor da vida humana quantificado, por exemplo, com base no rendimento médio e na esperança de vida residual.

Do mesmo modo, as externalidades ambientais devem ser sempre quantificadas, tendo em conta o seguinte: i) a eventual valorização da área servida, quantificável, por exemplo, por uma reavaliação real dos preços dos bens imóveis e dos edifícios ou da superfície agrícola; ii) o aumento de rendimentos decorrente de atividades colaterais (turismo, pesca, agricultura costeira, etc.); iii) as externalidades negativas resultantes de possíveis impactos sobre o ambiente (consumo de solo e de materiais inertes, danificação da paisagem, impacto sobre o meio ambiente natural ou outra infraestrutura, etc.) e iv) as externalidades negativas durante a fase de construção resultantes da criação de estaleiros e nomeadamente no caso de redes urbanas (impactes negativos em termos habitacionais, de produção e serviços, mobilidade, património histórico e cultural, quadro agrícola, infraestruturas, etc.) [7].

3.6 Análise Multicritério (FASE 5)

Este tipo de análise é um instrumento de apoio à decisão e aplica-se na comparação de projetos alternativos, permitindo ter em conta vários critérios em simultâneo. O seu objetivo consiste em estruturar e combinar as diferentes análises consideradas no processo de tomada de decisão. Este processo deve assentar em escolhas múltiplas, sendo o tratamento dado a cada uma das escolhas condicionante no que respeita à decisão final. É, normalmente, usada para sintetizar opiniões expressadas, para determinar prioridades, para analisar situações de conflito, para formular recomendações ou proporcionar orientações de natureza operacional [11].

A FASE 5 revela-se particularmente útil para uma abordagem quantitativa, sendo que os resultados de tal análise podem dar lugar a uma profunda alteração do investimento proposto, ou mesmo à sua rejeição. No caso de projetos de investimento em IADA, considera-se que esta fase é bastante útil para uma avaliação específica da eficácia do sistema proposto quando o projeto está implantado numa área sensível do ponto de vista ambiental. Assim, nesta fase é necessário analisar a incidência no ambiente dos trabalhos a realizar no quadro do projeto, e verificar qualquer possível deterioração do solo, das massas de água, da paisagem, do meio ambiente natural, etc.

Deve ser dada uma atenção especial à utilização de áreas de valor, como parques naturais, áreas protegidas, santuários naturais, áreas sensíveis, etc. Em certos casos, é igualmente necessário saber se as perturbações provocadas pela construção da IADA e as inerentes atividades de gestão implicam riscos para a fauna e flora adjacente. No caso de IADA localizadas em centros urbanos, é necessário considerar os impactos negativos que a abertura de estaleiros poderá ter sobre a vertente habitacional e os serviços, a mobilidade, as infraestruturas existentes, etc [7].

3.7 Análise de Sensibilidade e Risco (FASE 6)

O objeto da FASE 6 é a seleção das variáveis e parâmetros “críticos” do modelo ACB, ou seja, aqueles cujas variações, positivas ou negativas em relação ao valor utilizado como melhor estimativa no caso de referência, têm um efeito mais pronunciado nos parâmetros económicos determinados. Os critérios a utilizar para a escolha das variáveis críticas diferem em função das características do projeto considerado e devem ser avaliados com rigor em cada caso. Após a identificação das variáveis críticas, é necessário, para proceder à análise de risco, associar a cada variável uma distribuição de probabilidades, definida numa gama de valores em torno da melhor estimativa utilizada no caso de referência. A apresentação do resultado consiste em exprimi-lo em termos de distribuição de probabilidades ou de probabilidades acumuladas da TIR ou do VAL num determinado intervalo de valores. A curva de probabilidades acumuladas permite assim atribuir ao projeto um grau de risco [11].

No final da FASE 6 torna-se possível obter indicadores de desempenho de projeto que permitem a tomada de decisão por parte dos intervenientes no processo. Consideram-se como fatores críticos

determinantes para o êxito de um investimento em IADA os seguintes: i) acontecimentos imprevistos na construção da instalação que seja suscetível de alterar consideravelmente o custo do investimento; ii) previsões da dinâmica da procura; iii) alterações de taxas e tarifas, largamente dependentes de decisões tomadas pelos organismos reguladores nacionais ou regionais; iv) insuficiência de fundos que permitam reagir em caso de choques na realização do investimento; v) influência determinante de intervenções colaterais e vi) eficácia da gestão. Neste sentido, numa análise de sensibilidade e risco, deve-se ter em conta, determinadas variáveis, tais como: i) o custo do investimento; ii) a taxa de crescimento demográfico; iii) as previsões de fluxos migratórios; iv) a taxa de desenvolvimento das culturas e a dinâmica nacional e/ou internacional dos preços de venda dos produtos agrícolas; v) a variação das rendas e das taxas durante um determinado período; vi) a dinâmica da procura e dos preços da água tratada e suscetível de ser reutilizada; vii) os custos de exploração, manutenção e gestão, bem como a sua dinâmica no tempo, em ligação com a avaliação da boa adequação dos sistemas de gestão e viii) a dinâmica temporal dos custos de alguns bens e serviços críticos para determinados projetos. [7]

4 INDICADORES TÉCNICO-ECONÓMICOS NA ACB

Um indicador representa um resultado atingido em determinado processo e refere-se ao comportamento de um produto relacionado com determinadas variáveis. Neste sentido, entende-se que um sistema de indicadores de desempenho representa um conjunto de medidas integradas em vários níveis (organização, processos e pessoas), definidas a partir da estratégia e de objetivos e tem como propósito fornecer informações relevantes sobre o desempenho de um produto, a todos os intervenientes no processo de decisão [12].

A importância da medição de desempenho está tanto na disciplina envolvida na análise da relação entre os resultados, as atividades e os intervenientes no processo, como nos valores das próprias medidas. A compreensão dos relacionamentos entre as medidas permite uma melhor focalização no alcance dos objetivos pretendidos. Na implementação de uma melhoria é essencial que um ou mais indicadores de desempenho, associados à mesma, sejam monitorizados e a sua evolução seja amplamente divulgada.

No sector da construção, os indicadores de desempenho podem ser definidos como compilações de dados de medidas utilizadas como métodos de gestão para avaliação do desempenho de uma dada operação ou para controlo da produtividade. Essas avaliações geralmente comparam o desempenho real e o desempenho estimado em termos de eficácia, eficiência e qualidade do produto [12]. Tendo por base informação relacionada com projetos de investimento em Infraestruturas de abastecimento e distribuição de água (IADA), podem ser determinados indicadores técnico-económicos. Estes indicadores poderão ser úteis na implementação de ACB a futuros projetos de de IADA, contribuindo para: i) estruturação de informação; ii) melhoria do rigor e qualidade da informação; iii) redução de indefinições e erros; iv) agilização do acesso à informação; e v) contribuição para uma maior eficiência no apoio ao intervenientes envolvidos no processo de decisão.

Os indicadores assim determinados podem ser estruturados em diferentes níveis: i) de carácter geral (custo/metro de infraestrutura, custo/habitante, consumo/habitante); ii) de carácter intermédio (custo de manutenção da infraestrutura/habitante, custo da gestão da infraestrutura/habitante, custo de manutenção da infraestrutura/metro de infraestrutura, custo da gestão da infraestrutura/metro de infraestrutura) e iii) de carácter específico (custos das diferentes soluções técnicas, características técnicas das diferentes soluções, etc.). De seguida apresenta-se de que forma pode contribuir cada tipo de indicador nas diferentes FASES da proposta de ACB apresentada em 3.

Tabela 1 – Contribuição Tipo de Indicador / Fase da ACB.

Fase	Indicador			Contribuição
	Geral	Intermédio	Específico	
1	x	x		Quantificação de efeitos sociais do projeto
2			x	Concretização das especialidades de projeto
3	x	x	x	Previsão do cash-flow de projeto
4	x	x		Correção de externalidades
5			x	Apoio à decisão no caso de aspetos não quantificáveis
6	x	x	x	Otimização de indicadores de desempenho e análise de alternativas

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tomada de decisão sobre projetos de investimento deverá ser suportada por uma ACB, assente em modelos económicos de Custo-Benefício (MECB), que contemple várias áreas, das quais assumem particular relevância as áreas: i) técnica, ii) financeira, iii) ambiental, iv) ordenamento do território, v) competitividade e vi) desenvolvimento económico e social.

A metodologia proposta para ACB de projetos de investimento para a reabilitação de estruturas de edifícios apresenta uma mais-valia, quer técnica quer científica, pois permite: i) expressar um juízo sobre a conveniência económico-social desses projetos; ii) estabelecer uma comparação entre diferentes alternativas de projeto; iii) incentivar a prática de identificação e contabilização de custos e de benefícios económicos, mesmo que estes não sejam imediatamente convertíveis em unidades monetárias. No entanto, e tal como verificado em outras áreas, a aplicação de ACB a projetos de reabilitação de estruturas de edifícios, requer rigor e coerência metodológica.

Após a implementação das medidas previstas num projeto de investimento em IADA e conclusão das correspondentes ações de investimento público ou privado, deve ser efetuada uma avaliação final que permita uma análise comparativa entre os resultados obtidos e as previsões iniciais. Desta forma, torna-se possível introduzir em futuros projetos similares e processos de tomada de decisão a experiência e informação adquiridas durante o referido processo de avaliação.

A avaliação final de um projeto de investimento em IADA deverá ser conduzida do mesmo modo que a apreciação das opções, com procedimentos idênticos, incluindo a realização de uma ACB baseada em dados reais em vez de previsões.

REFERÊNCIAS

- [1] Schultmann et al., (2010). Collection of information for the development of EMAS pilot reference sectorial documents: Construction sector.
- [2] EC (2008). Europe 2020 targets. Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa aos resíduos e que revoga certas directivas.
- [3] Mansfield, J.R. (2001). Refurbishment: some difficulties with a full definition. 7th int. Conf. Insp. Appr. Repairs & Maint. Nottingham.
- [4] Barbisan, A; Spadotto, A; Nora, D; Turella, E; Wergenes, T. (2012). Impactes ambientais causados pela construção civil.
- [5] Leitão, J.P. (2013). A Gestão Patrimonial de Infraestruturas de água e saneamento em Portugal e a sua importância, LNEC, julho.
- [6] Guia para a Avaliação do Desenvolvimento Socioeconómico – EVALSED, Manual Técnico II, Comissão Europeia, 2004 e Observatório QREN (2013).
- [7] Manual de análise de custos e benefícios dos projetos de investimento. DG Política Regional da Comissão Europeia (2003).
- [8] Introduction to Cost-benefit analysis and alternative evaluation methodologies, Financial management reference material n.º5, Department of Finance and Administration, Australia, ISBN 1921182 02 4, (2006).
- [9] EC (2008). Guide to cost benefit analysis of investment projects, Structural Funds, Cohesion Funds and Instrument for Pre-Accession, European Commission, July.
- [10] Mishan, E. J. (1988). Cost-Benefit Analysis, Forth Edition, New York.
- [11] Falcão Silva, M.J., Salvado, A., Coelho, E. (2014). Proposta de metodologia para uma análise custo-benefício de projetos de reabilitação, Jornadas Portuguesas de Engenharia de Estruturas 2014 – JPEE 2014, 26 a 28 de novembro, Lisboa, Portugal.
- [12] Salvado, F., Almeida, N., Manso, A., Vale e Azevedo, A. (2015). Indicadores para avaliação económica do ciclo de vida dos edifícios, CONPAT2015, IST, Lisboa, Portugal.

REVISÃO DA QUALIDADE DO PROJETO - UMA NOVA FERRAMENTA PARA O FUTURO DO CONTROLO DA QUALIDADE EM OBRA

Rui Calejo Rodrigues¹, Helena Rodrigues²

¹ Professor, CEES, Gequaltec/Construct, FEUP. (PORTUGAL)

² Engenheira Civil, FEUP. (PORTUGAL)

Resumo

O Sistema Nacional da Qualidade – SNQ - exibe, no domínio da construção, um conjunto de omissões relativamente ao processo de execução. A certificação de empresas, eventualmente de profissionais e de produtos da construção, não salvaguarda os aspetos tecnológicos da fase de construção.

A atividade conhecida como fiscalização de obras desempenha um papel fundamental no âmbito do controlo da qualidade em obra durante a fase de execução. Contudo, os instrumentos de intervenção da fiscalização não estão correntemente estabilizados assistindo-se a processos muitas vezes próximos do policiamento que naturalmente não se deseja. O futuro desta atividade vai acontecer no domínio dos métodos a aplicar.

Neste trabalho apresenta-se um método inovador de apoio prévio ao controlo da qualidade que passa por fazer preceder a fase de construção de uma revisão do projeto na ótica do controlo da qualidade. Sob a forma de lista de verificação, propõe-se uma auditoria ao projeto procurando identificar erros, omissões e incoerências que na fase de construção possam potenciar não conformidades.

O resultado deste desenvolvimento é aplicado a um caso de estudo cujas conclusões evidenciam bem a necessidade desta nova metodologia pois permitiram eliminar (identificar) mais de uma centena de casos dos quais umas dezenas teriam implicações graves no orçamento e/ou no prazo da obra bem assim como na qualidade do produto final. Uma análise de custos desta metodologia revela ser insignificante quer no âmbito dos encargos com a fiscalização quer, naturalmente, quando comparada com os encargos globais do empreendimento.

Palavras-chave: Qualidade na construção; controlo da qualidade; revisão de projeto.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento Teórico

A qualidade de um empreendimento é de natureza horizontal: incide sobre a problemática da garantia da qualidade ao longo de todo o processo do empreendimento, ou seja, antes, durante e após a execução das obras [1]. Contudo, reconhece-se, cada vez mais, que os defeitos dos projetos são uma das mais significativas causas dos problemas e conflitos que surgem na construção de um empreendimento.

Investigações realizadas em diversos países europeus mostram isso mesmo. Tal como se observa na Quadro 1. em todos os países representados, a fase de projeto é a principal responsável pelo aparecimento de deficiências construtivas, podendo essa responsabilidade variar entre os 36% e os 49%.

Quadro 1 – Causa de patologias da construção em diversos países europeus [adaptado de [2]].

Causas de deficiências	Bélgica %	Reino Unido %	Alemanha %	Dinamarca %	Roménia %
Projeto	46	49	37	36	37
Execução	15	11	14	25	22
Materiais	8	10	11	9	11
Utilização	22	29	30	22	19
Outros	9	1	8	8	11

Ora, sendo reconhecido o grande peso que o projeto tem ao longo de todo o processo de construção de um empreendimento e as implicações resultantes da falta de qualidade que geralmente enferma, tem total cabimento proceder atempadamente à sua revisão.

A revisão de projeto é considerada a peça mais importante para a economia da construção. De acordo com os resultados apresentados pelo Eng.º Nuno Costa, no ciclo de conferências organizado pela EPUL em setembro de 2011, a revisão de projeto de um edifício habitacional representa cerca de 2% do investimento na fase de construção (Fig. 1). No entanto, consegue não só uma poupança de 10% a 20% dos custos de obra como também uma redução da incerteza sobre o custo e prazo de execução [3].

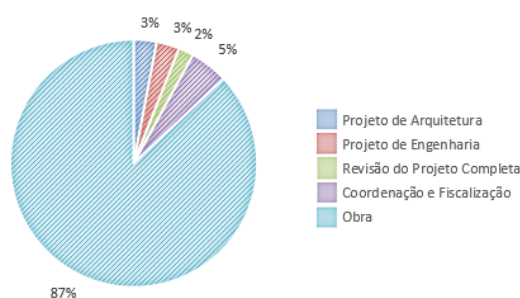


Fig. 1 – Investimento na fase de construção [adaptado de [3]].

Todavia, importa que se entenda que a revisão descrita no parágrafo anterior não corresponde ao procedimento realizado no âmbito do controlo da qualidade em fase de execução. A poupança que esta conquista deve-se, sobretudo, ao facto de se concentrar na discussão das soluções.

Quando realizada na ótica do controlo da qualidade em fase de execução, a revisão de projeto para além de também possibilitar uma redução da incerteza sobre o custo e prazo da obra, permite à fiscalização, incumbida de controlar e monitorizar a execução do empreendimento, conhecer os objetivos, requisitos e características dos elementos técnicos necessários à completa definição da obra a executar.

Este procedimento servirá assim para identificar uma série de problemas que, desta forma, não surgirão mais tarde em obra, contribuindo para que o trabalho da fiscalização se desenvolva com a máxima eficácia.

1.2 Fundamentação da Problemática

Com o objetivo de se fundamentar a importância de se rever um projeto para o controlo da qualidade em fase de execução, procurou-se, através da elaboração de um breve questionário, conhecer a opinião de engenheiros e técnicos envolvidos na prestação de serviços de fiscalização relativamente a esta temática.

Tal como mostra o gráfico 1 (Fig. 2), a maioria dos inquiridos (74%) partilha da opinião de que iniciar a atividade de fiscalização com uma revisão da qualidade do projeto é muito útil. Dos restantes, 23% considera, ainda, que este procedimento se revela útil, existindo apenas 3% dos inquiridos que entende que esta revisão é pouco útil no desempenho da sua atividade.

Sobre a eventualidade de existir, na revisão de projeto realizada na ótica do controlo da qualidade em fase de execução, uma qualquer outra vantagem que não o corrigir um conjunto de problemas e evitar, conseqüentemente, o seu aparecimento na fase de obra, 81% dos inquiridos (a maioria), conforme se observa no gráfico 2 (Fig.2), admite existir outras vantagens.

De acordo com a opinião da generalidade dos inquiridos, a revisão da qualidade do projeto permite, para além de corrigir atempadamente um conjunto de problemas que poderiam mais tarde surgir em obra, um estudo e conhecimento mais profundo do projeto, uma preparação atempada da fase de *procurement*, a garantia de qualidade, o rigor orçamental e o cumprimento de prazos.

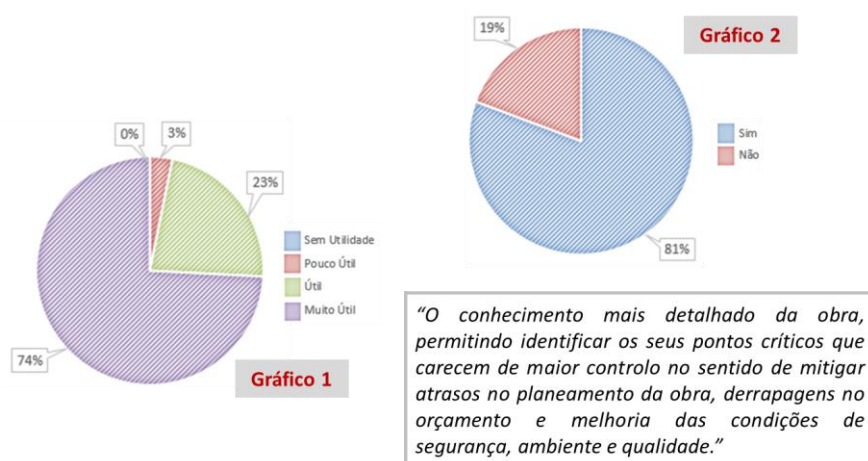


Fig. 2 – Distribuição da opinião dos inquiridos quanto à utilidade da revisão de projeto, realizada na ótica do controlo de qualidade em fase de execução.

2 METODOLOGIA

De modo a corroborar o resultado dos inquéritos e melhor fundamentar a problemática em discussão, desenvolveu-se um procedimento teórico e inovador de revisão de projeto na ótica do controlo da qualidade em fase de execução.

A metodologia desenvolvida não tem como finalidade garantir uma revisão de projeto de elevada especialização, isto é, que equacione desde os objetivos do programa preliminar às soluções propostas em projeto, pondo em causa os critérios e métodos de dimensionamento. O procedimento desenvolvido preocupa-se, sobretudo, em não permitir que haja diversas interpretações do projeto, ou mais grave ainda, que este seja omissivo ou contenha erros/incompatibilidades relativamente a soluções, materiais ou tecnologias.

Assim sendo, a metodologia desenvolvida propõe que a revisão de projeto, na ótica do controlo da qualidade em fase de execução, percorra, pela ordem que de seguida se apresenta, os seguintes passos:

1. Revisão dos objetivos do Projeto:
 - Verificação do cumprimento do programa preliminar;
 - Verificação da existência dos elementos do projeto;
 - Análise de Custos;
 - Análise de Prazos.
2. Revisão de medições
3. Confronto entre “Condições Técnicas” e “Listagem de Tarefas” em cada uma das especialidades
4. Confronto entre “Condições Técnicas” e “Peças Desenhadas” em cada uma das especialidades
5. Rastreio de erros e omissões entre especialidades

De modo a tornar mais perceptível a metodologia proposta elaborou-se o fluxograma apresentado na Fig.3. Esta representação esquemática do procedimento de revisão da qualidade do projeto encontra-se dividido em duas grandes etapas.

A primeira diz respeito à verificação da existência dos diversos elementos referentes a cada especialidade (peças escritas e desenhadas) e correspondente registo num mapa de controlo, do tipo *check-list*, existente na Ficha de Verificação Documental (Fig. 4).

Relativamente à segunda etapa, o fluxograma propõe uma sequência de ações que se inicia com a revisão das medições, por se considerar que este é o procedimento mais eficaz na identificação de erros, omissões e incompatibilidades de um projeto, seguindo-se o confronto entre, por um lado, as “Condições Técnicas” e “Listagem de Tarefas” e por outro, entre as “Condições Técnicas” e as “Peças Desenhadas”.

No caso do percurso atrás descrito conduzir à deteção de um erro, omissão ou incompatibilidade procede-se ao registo (KO!) e descrição da ocorrência na coluna, correspondente ao documento que

contém a anomalia, da Matriz de Soluções (Fig.5). Se nenhuma deficiência for detetada é inscrita na correspondente coluna da matriz a sigla OK! em sinal de conformidade.

Cumpridas as etapas anteriores, impõe-se uma fase de rastreio de erros e omissões entre especialidades, cujo resultado deverá seguir os passos anteriormente descritos.

Como nota final, refira-se que o fluxograma não inclui, nem a verificação do cumprimento do programa preliminar, nem a análise de custos e de prazos por se tratarem de etapas já de si simplificadas.

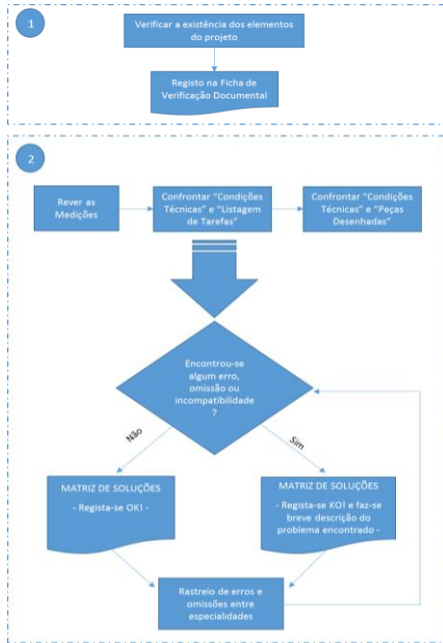


Fig. 3 – Fluxograma da metodologia de revisão de projeto na ótica do controlo de qualidade em fase de execução [adaptado de [4]].

Logotipo da Fiscalização de Obras		Ficha de Verificação Documental		Referência
		REVISÃO DE PROJETO NA ÓTICA DA FISCALIZAÇÃO DE OBRAS		RP_PVD
Empreendimento:	Código do Projeto	Responsável da Fiscalização	Data de Verificação	
Dono de Obra:				/././
Documentação relativa aos vários planos				
Peças Escritas		Peças Desenhadas		
Especificações Técnicas (Caderno de Encargos) Notas de Serviço Memória Descritiva e Justificativa	Mapa de Tensões e Deformações Mapa de Deslocamentos Condições Técnicas Condições de Trabalho Código de Segurança	Plano de Execução Plano de Trabalho Plano de Trabalho e Material Plano de Trabalho e Material Plano de Trabalho e Material	Planos	
			Gerais	
			Particulares	
			Desenhos	
			Mapas de Tensões e Deformações	
			Mapas de Deslocamentos	
Observações				
Projeto Geral Acabamentos Projeto de Especialidade Instalações e Estruturas Instalações Hidráulicas Condicionamento Acústico Compartimento Técnico Rede de Gás Instalações Mecânicas de AVAC Instalações e Equipamentos Eléctricos Instalações e Equipamentos de Telecomunicações Instalações e Equipamentos de Segurança Gestão Técnica Centralizada Transporte Electromecânico de Pessoas Arranjos Exteriores Segurança Contra Incêndio				
Documentação relativa aos vários planos		Existe ou não existe?		
Plano de Prevenção e Gestão de Riscos de Construção e Demolição				
Plano de Gestão Ambiental				
Plano de Segurança e Saúde				
Observações				
		Legenda OK! Certo KOI Não existe N/A Não aplicável		

Fig. 4 – Ficha de Verificação Documental.

Logotipo da Fiscalização de Obras		MATRIZ DE SOLUÇÕES		Referência				
		REVISÃO DE PROJETO NA ÓTICA DA FISCALIZAÇÃO DE OBRAS		RP_MS				
Empreendimento:	Código do Projeto	Responsável da Fiscalização	Data de Verificação					
Dono de Obra:				/././				
Art.	Designação	UN	Quant.	Caderno de Encargos	Mapa de Medições	Peças Desenhadas	Mapa de Acabamentos	Natureza do Problema Encontrado
				CT Gerais	CT Particulares			
103	Fornecimento e montagem de espelhos de meio cristal de 6mm de espessura, com as arestas biseladas, fixados com fita de dupla colagem e masticado de silicone, incluindo todas as vedações e remates, de acordo com os pareceres.	m2	1778	OK!	NOI No capítulo VI é referido espelho com 5mm de espessura. No capítulo II é referido espelho com 6mm de espessura.	OK!	NOI A altura do espelho indicada é 1,10m, não estando de acordo com o mapa de medições.	N/A Incompatibilidade entre peças do Projeto

Fig. 5 – Exemplo de Matriz de Soluções.

3 ANÁLISE DE RESULTADOS

O facto de a metodologia de revisão de projeto desenvolvida ter sido aplicada a um caso de estudo foi fundamental não só para se encontrar um “fio condutor” que permitisse desenvolver, aprofundar e otimizar o processo de revisão proposto como também para identificar os problemas recorrentes dos projetos que, frequentemente, impedem o bom desenvolvimento dos trabalhos na fase de construção.

Pelo facto da aplicação do processo de revisão de projeto ao caso de estudo ter sido da responsabilidade de um engenheiro civil fez com que apenas se analisassem os projetos que fazem parte das competências que lhe são reconhecidas face ao colégio de especialidade a que pertence.

Da aplicação da metodologia ao caso de estudo foi possível a deteção de um elevado número de casos que se sintetizam na Quadro 2. que abaixo se reproduz.

Quadro 2 – Distribuição dos casos encontrados por capítulo e natureza.

DISTRIBUIÇÃO DOS CASOS ENCONTRADOS POR CAPÍTULO			
ESTRUTURAS		ARQUITETURA	
Natureza do Casos Encontrados	Quantidade	Natureza do Casos Encontrados	Quantidade
Incompatibilidade entre peças do Projeto	16	Incompatibilidade entre peças do Projeto	49
Deficiente Pormenorização do Projeto	7	Deficiente Pormenorização do Projeto	17
Projeto Incompleto	14	Projeto Incompleto	35
Incompatibilidade entre especialidades	3	Incompatibilidade entre especialidades	3
Omissões do Projeto	2	Omissões do Projeto	4
Total:	42	Total:	108
INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS		ARRANJOS EXTERIORES	
Natureza do Casos Encontrados	Quantidade	Natureza do Casos Encontrados	Quantidade
Incompatibilidade entre peças do Projeto	27	Incompatibilidade entre peças do Projeto	14
Deficiente Pormenorização do Projeto	22	Deficiente Pormenorização do Projeto	17
Projeto Incompleto	33	Projeto Incompleto	11
Incompatibilidade entre especialidades	0	Incompatibilidade entre especialidades	0
Omissões do Projeto	2	Omissões do Projeto	1
Total:	84	Total:	43
TOTAL DE CASOS ENCONTRADOS:		277	

Como resultado prévio importa realçar o elevado número de casos encontrados: 277 em apenas quatro especialidades, o que faz adivinhar um número ainda mais elevado caso se tivesse estudado todas as especialidades que compõem o projeto de execução.

O projeto de Arquitetura, pelo facto de envolver um maior número de tarefas, já que constitui a especialidade que define o edifício, é a que apresenta também um número mais elevado de casos encontrados: 108.

Por sua vez, a especialidade que se apresenta com menor número de casos é a de Estruturas, o que também facilmente se compreende dado o caso de estudo se tratar de um projeto de reconversão, onde a maioria dos elementos estruturais é mantida.

Quanto à natureza dos casos encontrados, verifica-se que em todas as especialidades os casos mais comuns são o da incompatibilidade entre peças do projeto, o da deficiente pormenorização do mesmo e o facto do projeto se encontrar incompleto.

Nos capítulos de Estruturas e Arquitetura, o maior número de casos encontrados corresponde a incompatibilidades entre peças do projeto. Já nos capítulos de Arranjos Exteriores e Instalações Hidráulicas, os casos encontrados com maior número correspondem, respetivamente, a deficiente pormenorização do projeto e ao facto de este se encontrar incompleto.

Para uma melhor compreensão das implicações que os casos encontrados teriam na fase de execução, elaborou-se um quadro (Fig. 6) onde estes são representados segundo uma hierarquia de gravidade, figurada através de um código de cores. Assim, partindo da situação mais crítica para a menos grave, teremos:

- **Vermelho** – situação que implicará correções em obra com o conseqüente aumento de custos e prazo de execução. A impossibilidade das referidas correções traduzir-se-á na diminuição da qualidade da obra;
- **Laranja** – situação que revestida de alguma gravidade é mais facilmente contornável;
- **Amarelo** – situação que a não ser corrigida não terá conseqüências significativas.

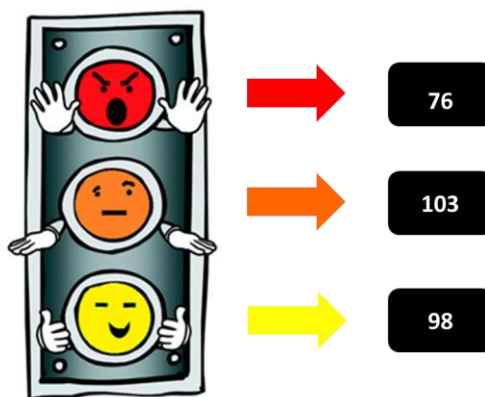


Fig. 6 – Distribuição dos casos encontrados segundo uma hierarquia de gravidade.

No caso em estudo, constata-se que o número de casos detetados se reparte sensivelmente de igual forma pelos três graus de gravidade. No entanto, é importante realçar que o somatório dos casos “vermelhos” e “laranja”, os mais graves, corresponde a aproximadamente 65% do total, percentagem nada despreciable.

A aplicação da metodologia desenvolvida ao caso de estudo evidencia bem a necessidade desta uma vez que, conforme mostra a Fig.6, a sua aplicação permitiu eliminar (identificar) mais de uma centena de casos dos quais umas dezenas, como são exemplo os apresentados na Fig.7, teriam implicações graves no orçamento e/ou no prazo da obra bem como na qualidade do produto final.



Fig. 7 – Exemplos de casos "vermelhos", os mais graves.

4 CONCLUSÕES

A realização de uma revisão de projeto na ótica do controlo da qualidade em fase de execução permite uma maior preparação da equipa de fiscalização de obras, que, conhecendo o projeto mais pormenorizadamente, consegue localizar, com maior facilidade, os seus pontos fracos e antecipar possíveis problemas que poderão surgir em obra, conduzindo, desse modo, a uma otimização do custo e tempo gasto por esta equipa no decurso desta fase.

Ao antecipar eventuais situações de conflito, a fiscalização de obras consegue ainda garantir o controlo do custo e prazo de execução e a qualidade final do empreendimento.

Como nota final, importa salientar que, no caso em estudo, se levarmos em conta o tempo consumido pela revisão do projeto e o custo médio de um engenheiro civil, calcula-se que o peso percentual do valor desta revisão rondará 0,4% do preço total da obra, constituindo, portanto, um encargo bastante reduzido face aos benefícios que potencia.

REFERÊNCIAS

- [1] Couto, J. Pedro; Teixeira, José M. Cardoso (2006). *A qualidade dos projetos: uma componente para a competitividade do setor da construção em Portugal*. NUTAU'2006, Inovações Tecnológicas – Sustentabilidade, VI Seminário Brasileiro da gestão do processo de projecto na construção de edifícios, Faculdade de Arquitectura e Urbanismo, Universidade de S. Paulo, Outubro 9-13, São Paulo, Brasil.
- [2] Costa, Jorge Manuel Fachana Moreira da (1995). *Métodos de Avaliação da qualidade de projectos de edifícios de habitação*. Porto: [s.n].
- [3] Costa, Nuno. *A Revisão de Projeto para Reduzir Custos*. Ciclo de Conferências da EPUL. 2011-09-27. Lisboa.
- [4] Andrade, Francisco João de Sousa (2012). *Revisão de projeto na ótica da fiscalização – Caso do Matadouro do Funchal*. Porto: FEUP.

REVESTIMENTO E PROTECÇÃO QUÍMICA DO BETÃO EM INFRA-ESTRUTURAS DE SANEAMENTO COM AMBIENTES AGRESSIVOS

Gonçalo Bento¹, Vitor Vinagre², Humberto Gonçalves³

¹Engenheiro Civil, MBA. Director da Gestão de Activos das Águas do Centro Litoral, S.A.
(PORTUGAL)

²Engenheiro Civil Especialista na Direcção de Engenharia da EPAL (PORTUGAL)

³Engenheiro Civil. Direcção Técnica da empresa Limpacanal, Lda

Resumo

Um dos grandes desafios no futuro do sector do Saneamento será a manutenção da funcionalidade e durabilidade das infra-estruturas existentes. Grande parte desta infra-estruturas enterradas existentes como Estações Elevatórias, ETARs, Caixas ou Câmaras de Visita, Interceptores de grandes diâmetros são construídas em betão armado e revestidas por revestimentos sintéticos ou cimentícios. A experiência evidenciada pela prática diária acumulada dos últimos anos leva-nos a concluir que estes revestimentos não têm a resistência química esperada/desejada para proteger o betão durante a vida útil preconizada nos projectos. A agressividade química do efluente e os baixos valores de PH e elevadas concentrações de H₂S e H₂S₄ limita a vida útil dos revestimentos existentes no mercado pondo em causa a integridade da estrutura do betão, a sua funcionalidade e a sua durabilidade. Antes de intervir é necessário conhecer as causas das diferentes patologias existentes nas infra-estruturas. Este tipo de estruturas tem como base diferentes tipos de materiais construtivos, tais como tijolo, grés, betão etc. De todos, o betão é a mais vulnerável aos ataques agressivos a que estão expostos. Todos estes ataques degradam gravemente a estrutura, adicionando a esta condição os erros de construção que aceleram exponencial a degradação da estrutura de betão. Em ambientes agressivos temos a evidência prática que os revestimentos cimentícios não vão além da meia dúzia de anos e os revestimentos sintéticos duram pouco mais. Um período de tempo muito curto para as exigências da natureza destas infra-estruturas. Esta situação dá origem a limitações de funcionalidade e durabilidade das infra-estruturas sendo necessário proceder a intervenções periódicas que acarretam elevados custos directos e indirectos referentes a operações de by-pass e trabalhos preparatórios, custos de operação, custos de execução, custos ambientais, custos sociais e operacionais condicionando e limitando o normal funcionamento das infra-estruturas. É urgente desenvolver um sistema que garanta uma elevada resistência aos ataques químicos com uma elevada resistência à abrasão, que elimine as infiltrações, garantindo a estanquicidade, com reduzidos custos de manutenção.

Palavras-chave: Protecção de betão, Durabilidade, Resistência Química, Revestimento em polietileno ou polipropileno

1 CORROSÃO NO BETÃO EM INFRA-ESTRUTURAS DE SANEAMENTO

As infra-estruturas do sector do saneamento dependem muito do betão armado, para decantadores, caixas de visita, estações elevatórias, ETARs, etc. O betão tem muitos benefícios de resistências, boa durabilidade e uma óptima relação custo/benefício. No entanto quando estas estruturas são expostas a gases como o ácido sulfídrico e ácido sulfúrico resultante resultantes do efluente do saneamento dando origem à corrosão.

A Corrosão do betão devido ao ácido sulfídrico é um grande problema económico nas redes de esgoto, tanto por causa dos custos de reabilitação e os custos das medidas preventivas, para além dos custos com paragem, by-pass, etc.. Além disso, o sulfeto de hidrogénio é tanto malcheiroso como tóxico. Formação de ácido sulfídrico é, portanto, de grande preocupação para as entidades gestoras de infra-estruturas de saneamento (ASCE, 1989).

A corrosão ácida bacteriana é causada quando bactérias anaeróbias com iões sulfato sépticas convertido no local em (SO₄²⁻) em iões sulfureto (S₂), ambos em solução ainda, que por sua vez combina com o hidrogénio (H⁺) para formar gás de ácido sulfídrico (H₂S). O gás H₂S é a primeira dissolvido na água de esgoto, mas, em seguida, "evapora" para fora no espaço aéreo quando atinge uma determinada concentração. Na presença de oxigénio a partir da água de entrada ou a partir do

espaço de ar no reservatório, tubo ou caixa de visita, resulta gás sulfureto de hidrogénio é convertido em ácido sulfúrico (H_2SO_4).

O gás sulfídrico é desenvolvido pela perda do oxigénio existente no efluente, em ambientes fechados é criado ácido sulfúrico biogénico dando origem ainda a temperaturas superiores a 16 °C, neste tipo de ambientes são desenvolvidas bactéria tioxidantes acidófilos/termófilos (Thiobacillus) que aceleram ainda mais a degradação do betão. A zona Anaeróbia atinge um valor mínimo de PH 3,5, a zona Aeróbia atinge valores PH 0 e atinge um conteúdo superior a 100 PPM H_2S .

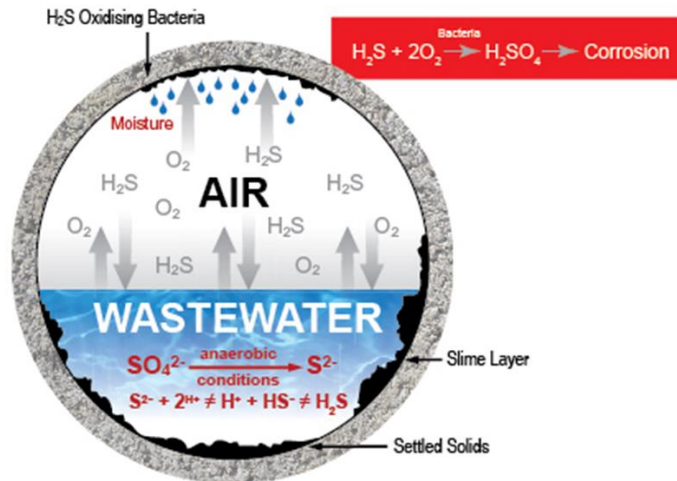


Fig. 1 – Ilustração da corrosão pelo ácido sulfídrico em estruturas de betão.

O ácido sulfídrico ao ser oxidado transforma-se e ácido sulfúrico que irão reagir com as superfícies de betão que é composta por materiais alcalinos resultante da hidratação, tais como o aluminato tricálcico ($3CaOAl_2O_3$), hidróxido de cálcio ($Ca(OH)_2$) e silicato hidrato ($C_3S_2H_8$) de modo a formar dois produtos reaccionais:

Etringite: A formação de etringite causa um aumentar de volume à matriz de betão, o que conduz a expansão física e fissuras no betão.

Gesso: ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$): A formação de gesso faz com que o betão perca resistência podendo mesmo levar ao colapso da estrutura de betão.

Concluimos que o betão é vulnerável aos ataques pelos sulfatos na zona Anaeróbia e totalmente dissolvido pelo H_2S na zona Aeróbia. É caso para relembrar a seguinte frase “Nenhum material é por si próprio durável; é a interacção entre o material e o ambiente a que está exposto que determina a sua durabilidade” (Costa, A).



Fig. 2 – Imagens de corrosão pelo H_2S com formação de etringite e gesso.

2 TIPOS DE REVESTIMENTOS E PROTECÇÃO DE BETÃO

Como concluimos no ponto anterior é imperativo a procura de soluções para protecção do betão destes ataques. O quadro 1 abaixo, descreve resumidamente os tipos de revestimento e protecção do betão mais comuns em Portugal, as vantagens e desvantagens de cada um dos revestimentos a sua resistência química e a sua durabilidade. Os valores de durabilidade apresentados tiveram como base

as informações fornecidas pelo fornecedor dos produtos e o registo de uma série de obras de reabilitação realizadas no Grupo Águas de Portugal onde se foi retirando algumas referências para preenchimento deste quadro.

O que aqui se pretende é alertar para as limitações de cada tipo de revestimento para que se possa seleccionar a melhor solução técnica para cada uma das situações em obra. Verificamos que a durabilidade dos revestimentos está condicionada à agressividade química do local, daí a importância da realização das medições durante a fase de inspecção. Verificamos que para situações de elevada agressividade química a melhor solução é o revestimento termoplástico em polietileno ou polipropileno pelas suas inúmeras vantagens e pela sua elevada durabilidade. Pretendemos apresentar as características e qualidades deste material que ao que tudo indica, é o melhor material actualmente para obras futuras de reabilitação e obras novas já que tem a mesma durabilidade da vida útil dos projectos de infra-estruturas de saneamento (50 anos).

Quadro 1 – Caracterização dos diferentes tipos de revestimento e protecção de betão.

Tipo de Revestimento	Vantagens	Desvantagem	Resistência ao H ₂ S PPM / PH	Durabilidade
Cimentícios Minerais*	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil aplicação (manual ou com robot de projecção); - Processo rápido de aplicação; - Aplicação com humidade na base - Sem problema de ponto de condensação - Permite a difusão do vapor de água mas é 100 % impermeável a água; - Resistência térmica desde -30 a 570°C, - Nano-secção - Cristalização dinâmica - Redução do C3A, resistência PH até 3,5 - Permitem a difusão do vapor de água 4 mt - Argamassas com porosidade < a 6 % / Nano secção - Podem ser de base silicato 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de refechamento total da porosidade; - Necessidade de humidade relativa superior a 85% para efeitos de cura após aplicação; - Tempo de cura de 48 a 72 horas; - Baixa resistência química comparada com outros sistemas, 	<ul style="list-style-type: none"> ≤ 1 PPM* ≤ 10 PPM* ≤ 80 PPM* <p>*a resistência aos PPM de H₂S depende da constituição da argamassa</p> <p>2,5 ≤ PH ≤ 14</p>	<ul style="list-style-type: none"> 50 anos** 30 anos** 5 anos** <p>** A durabilidade apresentada é com espessuras mínimas de 6 mm de revestimento</p>
Epoxídicos	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil aplicação (manual ou com pistola) - Boa Resistência aos gases H₂S - Razoável durabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação com humidade na base < 5 %; - Temperatura seca obrigatório ser superior 3 °C ao ponto de condensação; - Efeito "Osmose" (não permite a difusão do vapor de água) - Necessidade de refechamento prévio da porosidade; - Elevado número de camada e tempos de cura e Necessárias medidas de protecção adequadas aos trabalhadores 	<ul style="list-style-type: none"> ≤ 180 PPM <p>2 ≤ PH ≤ 14</p>	<ul style="list-style-type: none"> 10 anos
Fibragem com resinas vinil Ester	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil aplicação, - Boa resistência química - Boa durabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Efeito "Osmose" (não permite a difusão do vapor de água) - Necessidade de refechamento prévio da porosidade; - Elevado número de camada e tempos de cura e Necessárias medidas de protecção adequadas aos trabalhadores 	<ul style="list-style-type: none"> ≤ 400 PPM <p>1 ≤ PH ≤ 14</p>	<ul style="list-style-type: none"> 10 anos
Revestimento termoplástico do tipo Sure Grip da AGRU®	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil e rápida aplicação; - Não necessita de tempos de cura; - Excelente Durabilidade; - Elevada resistência aos ataques químicos; - Elevada resistência à abrasão; - Garantia de Estanquidade; - Insignificantes custos de manutenção; - Elevada resistência a altas temperaturas; - Elevada resistência ao cisalhamento; - Elevada resistência à pressão negativa; - Elevada resistência ao pull-out; 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de pessoal especializado e certificado pelas normas DVS; - Necessita de muita preparação de obra ante da execução; - Necessita de entidade externa para verificação e inspecção final para emissão de garantia; - Execução complexa com recurso a cofragem e injeção de grout 	<ul style="list-style-type: none"> ≤ 400 PPM <p>1 ≤ PH ≤ 14</p>	<ul style="list-style-type: none"> ≥ 50 anos

3 REVESTIMENTOS E PROTECÇÃO DE BETÃO COM LINERS TERMOPLÁSTICOS

A solução técnica de revestimento e protecção de betão do tipo Sure Grip® já conta com mais de 25 anos noutros países como Áustria, Alemanha, USA, Canadá. Actualmente nestes países todos os projectos que envolvam revestimento e protecção de betão em ambientes agressivos é aplicado um material do tipo AGRU Sure Grip® HDPE (High Density Polyethylene or Polypropilene). Este material é caracterizado por uma chapa termoplástica em PEAD ou PP com espessuras variáveis entre 3 a 8 mm incorporadas com sistema de grameamentos (Grips) com 13 e 19 mm, que são extrudidos no mesmo momento da chapa.

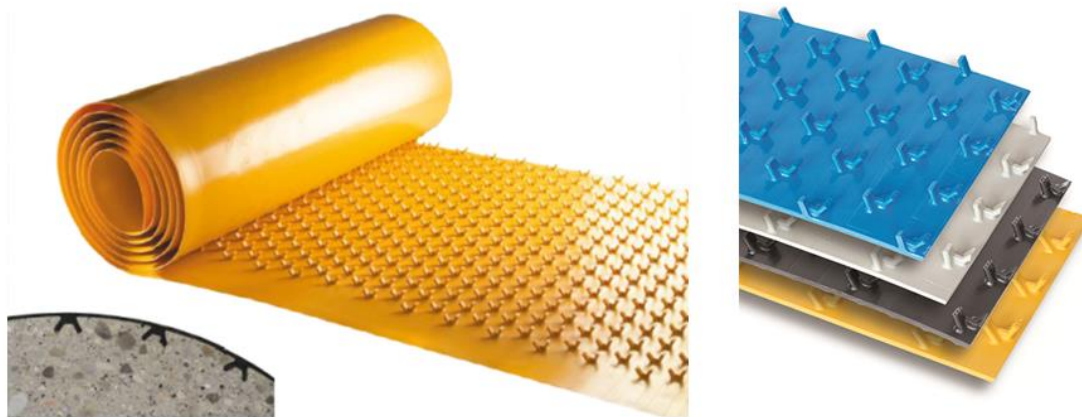


Fig 3 – Imagem do liner Sure Grip®/Ultra Grip® HDPE.

Este material próprio para sistemas de saneamento fortemente agressivos está preparado com perfis de remate, curva e encaixe, soldaduras por extrusão, acabamentos, remates de ligação entre revestimento fixações de equipamentos, transições multimateriais em tubos, ensaio de spark test para verificação de estanquidade de soldadura. Este material dispõem de características únicas como a alta resistência ao cisalhamento dos grips integrados (>2200N/grip), grips colocados diagonalmente de modo a se ter ancoragem perfeita em todas as direcções (importante com variação de temperatura), com quantidade ideal de grips/m², parte integral do revestimento (420 grips/m²), com elevadas “resistência ao pull out” compatíveis com diferentes qualidades de betão (> 32 t/m² à 45 t/m² e elevada resistência às pressões hidrostáticas, excelente resistência à abrasão, superfícies muito lisas (reduz atrito) em contacto com efluente, elevada flexibilidade e alongamento, boa resistência aos raios UV (PP, PE, PEAD, PVDF, ECTFE), excelente resistência química, elevada resistência à corrosão biológica, Impermeabilidade em todos os meios, Completamente inofensivo à saúde pública, material em polietileno, um termoplástico bem conhecido no mercado pela suas características e durabilidade. Expectativa de longa vida curvas de fluência (“creep”) >100 anos, com significativa redução do custo de manutenção e uma Instalação fácil e rápida. Este material detém aprovações pelos organismos estrangeiros como Alemanha, Estados Unidos da América, Áustria, Inglaterra, Singapura. Em Portugal a aplicação deste material já iniciou com um impacto muito positivo junto dos clientes.

Todos os materiais do revestimento, acessórios e enchimento da soldadura para o revestimento da estrutura de cimento devem ser feitos de material PE ou PP compatível para soldar uns aos outros, através de métodos típicos de soldadura de materiais termoplásticos PE de acordo com as diretrizes DVS 2227 (associação alemã para a soldadura) e DVS 2225. O revestimento AGRU Sure Grip/ Ultra Grip HDPE conta com uma espessura mínima de 3 mm, recomendado para resistir à abrasão e aos danos mecânicos. O Concrete Protective Liner deverá possuir uma cor clara para uma fácil monitorização, como o amarelo (~ RAL1003) ou ágata cinza (~ RAL7038) ou deve ter uma camada de sinal para a deteção fácil de danos mecânicos. O

3.1 Propriedades Físicas

O Concrete Protective Liner System detém uma aprovação em propriedades físicas de acordo com o OENORM S 2077 ou DIBt (Instituto Alemão de Engenharia Civil) e apresenta um contrato de

inspeção por terceiros. O Concrete Protective Liner deve satisfazer as exigências de ON S2077 Plástico de vedação de edifícios de betão – Concrete Protective Liners

Quadro 2 – Propriedades do Concrete Protective Liner System.

Property	Standard	Unit	Product
Thickness	ISO 14 632	%	+/- 10
Specific density at 23 °C	ISO 1183	g/cm ³	0.94
Melt Flow rate MFR 190/5	ISO 1133	g/10min	0.4 – 3.0
Tensile stress at yield	ISO 527	MPa	≥ 15
Elongation at yield	ISO 527	%	≥ 8
Elongation at break	ISO 527	%	> 400
Pull Out Resistance at 23 °C Tensile Test 100 N/sec (short term)	DIN ISO 4246	N/Noppe kN/m ²	1000 420
Stud Shear resistance at 23 °C Tensile Test 5 mm/min (short term)	DIBt-testmethod	N	> 2000
Backpressure Resistance at 23 °C	DIBt-testmethod	1,5 bar/1000h	fulfilled
Max. Working Temperature	-	°C	60
Vicat-Softening point VST/B/50	ISO 306	°C	63
Heat deflection temperature HDT/B	ISO 75	°C	60
Linear coefficient of thermal expansion	DIN 53752	K ⁻¹ x 10 ⁻⁴	1.8
Flammability	UL 94 DIN 4102 EN 13501	-	94-HB B2 Class E
Specific volume resistance	VDE 0303	OHM cm	> 10 ¹⁶
Specific surface resistance	VDE 0303	OHM	> 10 ¹³
Relative dielectric constant at 1 MHz	DIN 53483	-	2.3
Dielectric strength	VDE 0303	kV/mm	35
Physiologically non-toxic	EEC 90/128 BGW	-	Yes
Property	Standard	Unit	Product
Colour	-	-	Black Yellow Agate grey
UV stabilized*	-	-	Yes – (Black) 1 year – (Yellow) 1 year – (Agate grey)

O ponto fraco desta solução técnica é as soldaduras que devem ser executadas de acordo com as normas publicadas (e.g. Padrões de DVS), procedimentos do fabricante e por soldadores certificados pelo mesmo. Os soldadores do aplicador devem completar um programa de certificação fornecido por um instrutor certificado do AGRU. Após a conclusão do programa, as amostras das soldaduras dos estudantes/formandos serão enviadas para a AGRU para testes. Os resultados dos testes determinarão se será concedida a certificação. Todos os aspectos do programa de certificação de AGRU devem satisfazer a norma de aprovações internacionais de ISO 9001. A soldadura deverá resultar num Concrete Protective Liner System monolítico de uma peça que irá proporcionar excelente resistência aos meios agressivos (e.g. Sulfeto de hidrogénio, etc.). A adequação do material tem de ser verificada pelo perito em química do fabricante ou pelo fornecedor da matéria-prima.

Apenas as seguintes técnicas de soldadura são aceitáveis:

- Soldadura por extrusão de gás quente (DVS 2227 parte 1 ou 2225 - 1)
- Soldar (DVS 2207 parte 1)
- Soldadura de gás quente (DVS 2207 parte 3)

Os testes e a supervisão da instalação da soldadura é efetuado apenas por pessoal qualificado ou por uma empresa de terceiros devidamente qualificada e deve ser realizada logo após termo da mesma, através de testes visuais através de teste de faísca (ou vácuo) em todas as juntas soldadas.

As amostra das soldas serão retiradas de cada local de obra durante o processo de soldadura e enviadas para o departamento de garantia da qualidade para testes. Os seguintes testes são realizados: cisalhamento e descasque/raspagem. Os resultados de teste de solda por cisalhamento devem manter ou exceder em pelo menos 80% a força do material de origem num teste destrutivo, o que puxa a amostra para além da parte de trás da solda com um movimento do tipo de peeling. Os resultados deste teste devem manter ou exceder 70% do valor do material original. Se um teste falhar, é da responsabilidade do aplicador corrigir todas as deficiências antes da aprovação pelo representante do teste.

4 APLICAÇÃO EM OBRA DO LINER TERMOPLÁSTICO

Este material pode ser aplicado tanto em obras novas como em obras de reabilitação. Em obras novas este sistema é muito simples de aplicar, apenas necessita de ser convenientemente fixado à cofragem, incluindo a execução dos remates e dos pontos singulares do elemento. Terminado a aplicação da cofragem é necessário ter cuidados redobrados durante a colocação de betão, sempre com apoio de manga e com colocação lenta do betão no interior da cofragem para evitar descolagem ou deslocação do liner de protecção. Após descofragem procede-se à execução das soldaduras por extrusão na ligação dos painéis e remates existentes de acordo com as normas DVS. No final procede-se ao ensaio das soldaduras com o ensaio “Spark test”.



Fig. 4 – Estação Elevatória em Mafra (ALVT) com Sure Grip® HDPE.

Em obras de reabilitação de betão há possibilidade de instalar o Sure Grip® HDPE, no entanto será um processo mais moroso e com mais actividades. O processo de reabilitação de betão iniciar com a necessidade de eventual by-pass, depois procede-se à lavagem e hidrodécapagem do suporte de betão de modo a garantir uma boa rugosidade para obtermos forças de ligação entre o betão e o grout superiores a 2 Mpa, para isso será sempre necessário uma pressão entre 1500 a 2000 bar e um caudal de 21 litros/minuto. Após hidrodécapagem poderá ser necessário o tratamento de infiltrações com recurso a injecção de resinas hidroexpansivas, eventual tratamento ou substituição de armaduras. Depois de todas estas actividades procede-se à aplicação do Sure Grip® numa espessura de 3 mm e grip com 13 mm, para resistir a uma pressão negativa de 1 bar. Procede-se à execução da cofragem e escoramento com posterior injecção de grout de elevado desempenho com 90 Mpa aos 28 dias. Após descofragem procede-se à execução das soldaduras por extrusão na ligação dos painéis e remates existentes de acordo com as normas DVS. O ensaio das soldaduras é realizado através do ensaio “Spark test”.



Figura 5 – Reabilitação do Reservatório Equalizador da ETAR de São João da Talha

Vantagens da aplicação do Sure Grip®

1. Elevada resistência aos ataques químicos;
2. Elevada resistência à abrasão;
3. Eliminação de infiltrações;
4. Longa vida útil – Durabilidade (≥50 anos);
5. Insignificantes custos de manutenção;
6. Elevada resistência a altas temperaturas;
7. Elevada resistência ao cisalhamento;
8. Elevada resistência à pressão negativa;
9. Elevada resistência ao pull-out;
10. Emissão de Declaração de Garantia de 50 anos após aprovação de inspeção pela AGRU.
11. Produto certificado pelo DIBt – German Institute for Civil Engineering, WRc – United Kingdom, PSB – Productivity and Standards board Singapore, ONORM S2073 – Austrian Standard. Solução técnica comprovada à mais e 25 anos em países como Áustria, Alemanha, Inglaterra, Singapura, etc.

BIBLIOGRAFIA

- NP EN 206-1:2007. Betão Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade.
- EN 1917:2002. Concrete manholes and inspection chambers, unreinforced, steel fibre and reinforced.
- MACHADO, Alexandre “O Papel do Betão na Protecção do Meio Ambiente” Encontro Nacional BETÃO ESTRUTURAL - BE2012. FEUP, 24-26 de Outubro de 2012.
- NASSCO, Performance Specification guideline for Manhole Rehabilitation, Dezembro, 2013.
- ASCE (1989), Sulfide in Wastewater Collection and Treatment Systems, ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice 69; American Society of Civil Engineers: New York, 1989.
- Costa, A. – “Mecanismos de Deterioração em Estruturas de Betão Armado”, IST, 1999.
- DESIGN & INSTALLATION HANDBOOK, AGRU Sure Grip® Concrete Protective Liner.

CARACTERIZAÇÃO ACÚSTICA DE PAVIMENTOS DA CASA BURGUESA PORTUENSE

Rui Calejo Rodrigues¹, Dóris Queirós², Rogério Silva²

¹ Professor, CEES, Gequaltec/Construct, FEUP. (PORTUGAL)

² FEUP (PORTUGAL)

Resumo

O crescente aumento da reabilitação em centros históricos e a inexistência de informação clara e objetiva sobre os elementos que constituem o edificado presente nestes locais torna relevante, atual e de interesse nacional o tema desenvolvido.

A reabilitação surge como meio fundamental para a sustentabilidade dos edifícios existentes e para a salvaguarda do património urbano. No entanto parte desta reabilitação opta pela substituição total de certos elementos característicos do edificado antigo para responder às exigências de conforto atuais.

Pretende-se assim através de análises *in situ* e de modelos teóricos caracterizar um elemento construtivo da típica casa burguesa portuense, nomeadamente os pavimentos, ao isolamento a sons aéreos e de percussão, para saber se estes através da aplicação de soluções tecnológicas pouco intrusivas conseguem ter um desempenho que os permitam ser adaptados para os dias hoje evitando assim a perda de parte da historia da cidade.

Os valores de isolamento a sons aéreos, $D_{nT,w}$, e a sons de percussão, $L'_{nT,w}$, obtidos nas medições de edifícios com o tipo de pavimento da casa burguesa, serão comparados com os valores dos índices obtidos pelo método de Sharp e pelo método da norma EN 12354-2 por forma a verificar a adequabilidade dos modelos teóricos existentes ao comportamento real das soluções. Na medição do isolamento sonoro a sons de percussão será ainda abordada a influência dos sons aéreos produzidos pela máquina de percussão no compartimento emissor na medição dos níveis de pressão sonora no recetor.

Os resultados obtidos mostram um bom potencial dos pavimentos. Alguns dos pavimentos cumprem os limites impostos pela legislação sendo que os que não cumprem são facilmente adaptáveis aos confortos exigidos atualmente através de pequenas correções, os valores calculados pelos modelos teóricos revelam uma grande discrepância face aos valores obtidos *in situ* concluindo-se a falta de modelos de cálculo capazes de prever adequadamente o isolamento dos pavimentos de madeira.

Palavras-chave: Acústica, Casa burguesa, Pavimentos, Isolamento sonoro, Modelos teóricos

1 INTRODUÇÃO

Em Portugal usava-se cada vez menos e destruía-se sistematicamente o parque habitacional antigo [1] o que levou a uma degradação e abandono da maioria dos centros urbanos. São algumas as justificações para o abandono da maioria dos centros urbanos a ideia de que é necessário um gasto económico maior para as ações de reabilitação do que para a construção nova, o facto de os edifícios tradicionais deixarem de cumprir as exigências necessárias de conforto e o facto de que o processo de reabilitação é um processo intrusivo. A reabilitação surge como um meio fundamental para a sustentabilidade dos edifícios existentes e para salvaguarda do património urbano.

A reabilitação deve adaptar o edifício para exigências atuais que definem a qualidade do uso. Uma das exigências fundamentais é a acústica de edifícios que constitui uma melhoria na qualidade de vida dos ocupantes. O presente trabalho recai sobre a caracterização acústica de um elemento construtivo de um edifício tradicional do Porto, a casa burguesa. Surge assim o objetivo de caracterizar o comportamento acústico de pavimentos de edifícios tradicionais e estudar o seu desempenho face às exigências acústicas que se encontram em vigor na legislação portuguesa atual.

Este estudo vem no seguimento de alguns trabalhos realizados por vários autores sobre a análise de pavimentos de madeira. Em 1995 a CATED lançou o livro "Amelioration Acoustique des logements" onde se descrevem uma série de estudos realizados em vários pavimentos tradicionais em madeira, Os resultados obtidos para o isolamento a sons aéreos e sons de percussão, baseados em ensaios realizados *in situ*, dos pavimentos estudados são representados num gráfico onde se relacionam em

função do isolamento obtido a sons aéreos, R , e a sons de percussão, L_n . Também outros autores em Portugal têm vindo a caracterizar os pavimentos de madeira tendo em consideração resultados de várias medições *in situ*, como é o caso do Engenheiro Diogo Mateus, que publicou um artigo sobre o “Comportamento acústico de pavimentos (lajes) – soluções leves versus soluções pesadas” [2]. Neste artigo publicado na revista “Construção Magazine” Diogo Mateus dá a conhecer a inexistência de modelos de previsão fiáveis para o cálculo do isolamento sonoro de pavimentos leves, constituídos por soalho sobre estrutura de madeira, expondo a ineficácia dos modelos existentes e a falta de resultados experimentais. Este mesmo autor publicou ainda um artigo onde fala sobre a influencia do ruído aéreo gerado pela percussão de pavimentos na determinação do isolamento a sons de percussão. Através de ensaios realizados *in situ* chega à conclusão que os ecos de impacto são desprezáveis para a maioria das situações exceto para pavimentos flutuantes leves que apresentam um valor do isolamento a sons de percussão baixo e o valor do isolamento a sons aéreos reduzido [3]. Dentro do tema da casa burguesa portuense este trabalho vem na continuação de investigações do ponto de vista acústico deste edificado como é o caso da “Caracterização do comportamento acústico de edifícios reabilitados” de Dóris Queirós [4] e “ A caracterização acústica de edifícios antigos – tabique” de Kevin Moreira [5].

2 METODOLOGIA

Esta investigação pretende determinar o comportamento acústico de pavimentos típicos da casa burguesa portuense relativamente ao isolamento a ruídos de percussão, através da determinação do parâmetro do isolamento sonoro a sons de percussão ($L'_{nT,w}$), e ao isolamento a sons aéreos, através do parâmetro do isolamento sonoro a sons aéreos ($D_{nT,w}$), avaliando também a eficácia de soluções que se podem adotar para melhoramento do comportamento acústico. Neste sentido vai-se proceder a medições *in situ* de pavimentos da casa burguesa que apresentam as soluções construtivas originais da construção. Estes dados irão ser comparados com os obtidos por métodos de cálculo teóricos existentes para estes tipos de pavimentos, podendo assim verificar se estes modelos estão próximos dos valores reais o que permitirá saber a adequabilidade destes métodos. A combinação dos resultados dos ensaios experimentais *in situ* com os modelos teóricos resulta numa quantidade maior de informação sobre o desempenho dos pavimentos em análise.

O elemento em estudo, pavimento em madeira da casa burguesa do Porto, é constituído por paus rolados que foram substituídos posteriormente por vigas de madeira esquadriada, espaçados de 50 cm e apoiados nas paredes de meiação. A estabilização do vigamento era feito por tarugos, espaçados entre si de 1.5m, com travamento nas paredes de fachada. Estes pisos eram revestidos superiormente com tábuas de soalho de 3cm de espessura e inferiormente por tabuado que viria a ser substituído pelo teto estucado. Esta opção só viria a ser conseguida devido à introdução de fasquios pregados no vigamento de suporte [6].

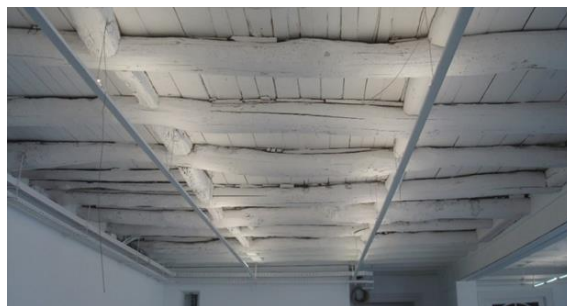


Fig. 1 – Exemplo da estrutura tipo do pavimento em estudo (Rua dos Caldeireiros).

3 DISCUSSÃO E RESULTADOS

Um dos fatores que leva à substituição dos pavimentos são os problemas associados à transmissão sonora entre pavimentos de pisos consecutivos. Estes problemas estão relacionados com o tipo de pavimento e as ligações existentes entre os vários elementos que o constituem. No caso de pavimentos estruturais em betão é mais fácil prever os valores do isolamento a sons aéreos e de percussão e como existe um maior controlo na construção destas soluções é possível garantir o isolamento pretendido ao contrário dos pavimentos de madeira onde não existem métodos próprios de cálculo para a obtenção de valores de isolamento, a sua construção e os materiais utilizados

variam de pavimento para pavimento, são pavimentos que não possuem grande massa, e os estudos que existem não chegaram a nada concreto.

Assim, e com o objetivo de discutir alguns destes aspetos abordados, avaliou-se o desempenho acústico de vários pavimentos com soluções tradicionais com o objetivo de estudar as suas características acústicas.

3.1 Comparação dos valores medidos com os valores da legislação

De acordo com o RRAE o valor do parâmetro $L'_{nT,w}$ entre o compartimento emissor onde irá ser emitida uma percussão normalizada e o quartos ou zonas de estar de fogos diferentes é de 60 dB, sendo que para zonas históricas pode ir a um máximo de 63 dB e o parâmetro $D_{nT,w}$ medido nos quartos ou zonas de estar dos diferentes fogos assume o valor de 50 dB podendo em zonas históricas assumir o valor limite de 47 dB.

O quadro seguinte faz a comparação dos valores obtidos in situ com os valores do regulamento.

Quadro 1 – Comparação dos valores dos índices $D_{nT,w}$ e $L'_{nT,w}$ com os índices expressos no RRAE.

Edifício	In situ	Zona histórica	Restantes zonas	In situ	Zona histórica	Restantes zonas
	$D_{nT,w}$ (dB)	$D_{nT,w} \geq 47$ dB	$D_{nT,w} \geq 50$ dB	$L'_{nT,w}$ (dB)	$L'_{nT,w} \leq 63$ dB	$L'_{nT,w} \leq 60$ dB
E1	47	Cumpre	Não cumpre	63	Cumpre	Não cumpre
E2	39	Não cumpre	Não cumpre	68	Não cumpre	Não cumpre
E3.1	49	Cumpre	Não cumpre	63	Cumpre	Não cumpre
E3.2	48	Cumpre	Não cumpre	56	Cumpre	Cumpre
E4	38	Não cumpre	Não cumpre	79	Não cumpre	Não cumpre
E5	26	Não cumpre	Não cumpre	81	Não cumpre	Não cumpre
E6	53	Cumpre	Cumpre	61	Cumpre	Não cumpre
E7*	49	Cumpre	Não cumpre	62	Cumpre	Não cumpre
E8*	51	Cumpre	Cumpre	44	Cumpre	Cumpre

*- Valores retirados da bibliografia [42], de pavimentos de madeira

É possível concluir que dos nove pavimentos em análise seis verificam as exigências impostas pelo regulamento em zonas históricas. Os edifícios E1, E3, E6, E7 e E8 cumprem as exigências de isolamento a sons aéreos e a sons de percussão, alguns no limite e outros com um desempenho melhorado como é o caso do E6 e do E8. Estas duas soluções mostram-se assim capazes de obter valores que se aproximam dos pavimentos mais utilizados nos dias de hoje.

Os restantes edifícios E2, E4 e E5 não cumprem os limites regulamentares. Estas divergências obtidas são explicadas pela grande permeabilidade destes pavimentos, a existência de ligações rígidas existentes entre os diferentes elementos dos pavimentos, na maioria através de pregagens, que são condutoras de energia sonora propiciando assim a sua transmissão. A falta de camadas contínuas e estanques permitem a passagem de som diminuindo o isolamento do pavimento a sons aéreos.

Nos casos dos edifícios que não cumprem os índices de isolamento impostos pelo regulamento, E2, E4 e E5, teriam todos de ser intervencionados. O pavimento que tem um pior comportamento tanto a sons aéreos como a sons de percussão é o E5. Isto sucede porque este pavimento era constituído apenas por vigas à vista e soalho.

Cria-se assim espaço para do ponto de vista acústico existir uma maior utilização dos pavimentos tradicionais evitando a sua total demolição que contribui não só para perda de parte do património histórico da cidade do Porto como num aumento do custo das ações de reabilitação, que pressupõem a demolição destes pavimentos para uma construção nova em vez de conservar as soluções melhorando-as para cumprir os requisitos atuais. Isto permite manter os materiais e características da casa burguesa sem haver perda total dos materiais que a constituem.

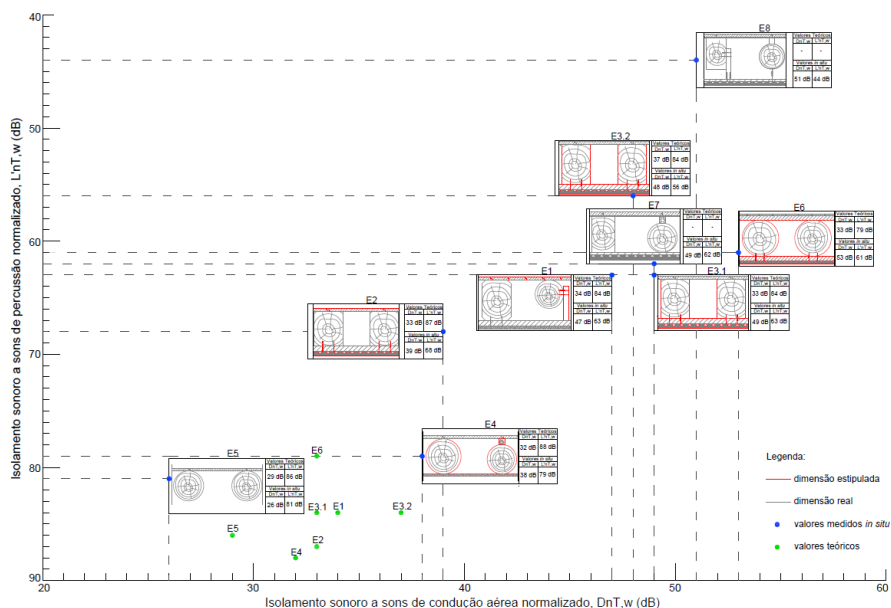


Fig. 2 – Representação dos pavimentos em análise em função de $L'_{nT,w}$ e $D_{nT,w}$

Na figura é feita a representação de todos os pavimentos em análise em função do seu índice de isolamento sonoro a sons aéreos e de percussão obtido nas medições in situ. Estão também representados os valores teóricos do isolamento a sons de condução aérea e do isolamento a sons de percussão obtidos pelos métodos teóricos. Podemos observar na figura que existe uma maior concentração de pavimentos entre os 47 e os 53 dB ao nível de isolamento a sons de condução aérea. Relativamente a sons de percussão a maior concentração ocorre entre os 57 e os 63 dB. Estes pavimentos apresentam na sua constituição vigas de madeira, soalho e teto em tabuado de madeira ou estuque. Os pavimentos que são mais simples como o E5, constituído apenas por vigas estruturais de madeira e soalho, são os que apresentam piores características de isolamento a sons aéreos e de percussão encontrando-se assim mais afastados da zona de maior concentração dos pavimentos analisados. Por outro lado o pavimento E8 é o que apresenta melhores características principalmente ao nível do isolamento sonoro a sons de percussão. Isto pode suceder caso exista uma separação entre as vigas estruturais e o teto que reduz as vibrações provocadas no pavimento fazendo com que estas não se transmitam com tanta intensidade.

3.2 Comparação dos valores medidos com os valores teóricos

Uma das principais dificuldades deste tipo de pavimentos é a previsão dos valores do isolamento a sons aéreos e de percussão. É perceptível a falta de modelos de cálculo adaptados para o cálculo de pavimentos leves de madeira. Na elaboração deste estudo fez-se a adaptação de modelos de cálculo já existentes, nomeadamente o método de Sharp que permite a obtenção da redução sonora do pavimento para os sons aéreos, R_w , e o método da norma EN 12354-2 para obtenção do índice de isolamento sonoro a sons de percussão $L'_{nT,w}$.

A comparação dos valores medidos in situ com os valores obtidos pelos métodos teóricos irá permitir verificar se estes modelos se adequam ao estudo deste tipo de pavimentos. No quadro estão representados os valores obtidos in situ e os valores obtidos por modelos teóricos.

Quadro 2 – Valores medidos in situ e calculados pelos modelos teóricos.

Edifício	$D_{nT,w}$ (dB)	R_w (dB) teórico	$D_{nT,w}$ (dB) teórico	$L'_{nT,w}$ (dB)	$L'_{nT,w}$ (dB) teórico
E1	47	31	34	63	84
E2	39	33	33	68	87
E3.1	49	33	33	63	4
E3.2	48	33	37	56	84
E4	38	32	32	79	88
E5	26	27*	29	81	86

Edifício	$D_{nT,w}$ (dB)	R_w (dB) teórico	$D_{nT,w}$ (dB) teórico	$L'_{nT,w}$ (dB)	$L'_{nT,w}$ (dB) teórico
E6	53	33	33	60	79

*- valor calculado pelo método de Sharp simplificado

No que diz respeito ao isolamento a sons aéreos podemos constatar que existe uma grande discrepância entre os valores obtidos pelo método de Sharp para elementos duplos e as medições realizadas in situ. O valor de R_w do edifício E5 foi o único estimado pelo método de Sharp para elementos simples pois o pavimento deste edifício não tinha teto sendo constituído apenas pelas vigas e o soalho. O valor teórico deste edifício é o que se encontra mais próximo dos medidos in situ. Podemos concluir que para elementos simples parece haver uma melhor adaptação do método de Sharp à realidade ao contrário da adaptação feita para elementos duplos onde a diferença entre valores varia entre 6 dB e 20 dB. Os valores de $D_{nT,w}$ teóricos estão afastados dos valores obtidos pelas medições in situ o que mostra a dificuldade de adaptação de métodos teóricos capazes de preverem o comportamento destes pavimentos.

É no entanto de se notar que a constituição detalhada destes pavimentos é muito importante quando se tenta fazer a aproximação dos modelos de cálculo teórico aos valores reais e que o desconhecimento, pela impossibilidade de uma inspeção mais detalhada ao pavimento, das espessuras reais de cada camada que constitui o pavimento dificulta a aproximação dos valores teóricos aos reais.

Relativamente ao isolamento a sons de percussão os valores estimados pela norma EN 12354-2 distanciam-se dos valores obtidos in situ. Enquanto os valores obtidos nas medições efetuadas variam entre os 56 dB e os 81 dB os valores calculados pela norma variam entre 79 dB e 88 dB. É observável a incompatibilidade, já expectável, da norma para o cálculo deste tipo de pavimentos que chega a resultados muito piores do que os reais. A menor diferença entre os valores calculados e os medidos é de 6 dB, sendo o valor teórico o quadruplo do medido. Na figura seguinte pode-se ver graficamente a diferença entre os valores medidos in situ e os valores teóricos que se encontram realçados com o quadrado vermelho.

Conclui-se assim a falta de adaptação das normas para pavimentos leves de madeira e a falta de modelos de cálculo capazes de prever eficazmente valores de isolamento próximos dos obtidos pelos ensaios dos pavimentos in situ.

3.3 Influência dos sons aéreos produzidos pela máquina de percussão

A medição do isolamento sonoro a sons de percussão nos pavimentos medidos pode não ser só influenciado pelo impacto produzido pela máquina de percussão sobre o pavimento mas também pelo som aéreo que esta produz na sala consequência deste mesmo impacto. Esta hipótese é colocada a estes tipos de pavimentos devido à sua maior permeabilidade aos sons em comparação com pavimentos mais atuais. De facto Diogo Mateus já publicou um artigo a abordar esta temática onde refere que para não existir influência dos sons aéreos produzidos no compartimento emissor, aos quais dá o nome de ecos de percussão, no nível sonoro medido no recetor, o valor do nível sonoro proveniente dos ecos de percussão que chegam ao compartimento recetor tem de ser no mínimo 10 dB inferior ao valor medido só resultante da percussão. Estas medições foram efetuadas em dois dos edifícios ensaiados, E5 e E6, sendo os resultados obtidos no E6 extrapolados para os restantes pavimentos pois é o que apresenta o pavimento mais semelhante aos restantes.

Quadro 3 – Nível sonoro produzido pela máquina de percussão no compartimento emissor e verificação da sua influência na medição do nível de isolamento a sons de percussão $L'_{nT,w}$.

f (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k
E1 L_{ii}	77,1	80,9	85,3	85,4	84,1	84,4	87,1	85,8	85,9	85,9	82,7	81,2	78,2	75,5	72,4	67,5
(6.5)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
E2 L_{ii}	77,1	80,9	85,3	85,4	84,1	84,4	87,1	85,8	85,9	85,9	82,7	81,2	78,2	75,5	72,4	67,5
(6.5)	ok	ko	ok	ko	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
E3.1 L_{ii}	77,1	80,9	85,3	85,4	84,1	84,4	87,1	85,8	85,9	85,9	82,7	81,2	78,2	75,5	72,4	67,5
(6.5)	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

f (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	
E3.2	L_{ii}	77,1	80,9	85,3	85,4	84,1	84,4	87,1	85,8	85,9	85,9	82,7	81,2	78,2	75,5	72,4	67,5
(6.5)		ko	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ko	ko	ok
E4	L_{ii}	77,1	80,9	85,3	85,4	84,1	84,4	87,1	85,8	85,9	85,9	82,7	81,2	78,2	75,5	72,4	67,5
(6.5)		ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
E5	L_{ii}	57,0	67,2	71,3	70,9	73,9	76,0	79,9	81,7	84,1	86,2	86,1	85,5	84,5	82,4	79,7	75,5
(6.5)		ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
E6	L_{ii}	77,1	80,9	85,3	85,4	84,1	84,4	87,1	85,8	85,9	85,9	82,7	81,2	78,2	75,5	72,4	67,5
(6.5)		ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

No quadro estão representados os valores do nível de pressão sonora medido no emissor e a verificação da influência da medição do nível de isolamento a sons de percussão $L'_{nT,w}$. Verifica-se que nos edifícios E1, E3.1, E4, E5 e E6 não existe qualquer influência enquanto no edifício E2 e E3.2 nas bandas de baixas e altas frequências não cumpre o especificado pelo método proposto por Diogo Mateus. A influência dos sons aéreos de percussão podem estar associados a diferenças do isolamento a sons de percussão entre estes pavimentos e outros do mesmo tipo.

Apesar de haver influência em algumas bandas de frequência estas são muito poucas em comparação com as restantes pelo que se conclui que não interfere no cálculo do $L'_{nT,w}$.

4 CONCLUSÕES

Os pavimentos em análise são capazes de verificar as exigências impostas pelo regulamento. Do edificado analisado seis pavimentos cumprem os limites mínimos impostos para zonas históricas, sendo que existe uma tendência para os pavimentos dos edifícios se concentrarem na zona de isolamento a sons aéreos de 50 dB e de isolamento a sons de percussão de 60 dB. As diferenças obtidas entre alguns pavimentos nas análises in situ são explicadas pela permeabilidade das soluções, característica destes pavimentos, pela existência de ligações rígidas entre camadas e pela falta de camadas contínuas e estanques ao som. Para que estes pavimentos consigam ter um comportamento capaz de cumprir as exigências atuais podem ser feitas correções pouco intrusivas como a colocação de materiais absorventes sonoros e camadas resilientes. Surge assim espaço para uma maior utilização destes pavimentos evitando a sua total demolição.

Conclui-se que existe a falta de normas e métodos teóricos capazes de prever eficazmente os valores dos índices de isolamento. Em todos os casos ensaiados os resultados obtidos para os índices de isolamento dos pavimentos leves de madeira são significativamente melhores do que os obtidos através dos modelos teóricos.

Conclui-se também não existir influência significativa dos sons aéreos produzidos pela máquina de percussão no cálculo do índice $L'_{nT,w}$.

REFERÊNCIAS

- [1] Paiva, J.V., Aguiar, J. (2006). Guia técnico de reabilitação habitacional
- [2] Mateus, D., Comportamento acústico de pavimentos (lajes) - soluções leves VERSUS soluções pesadas, Construção Magazine.
- [3] Mateus, D., Influência do ruído aéreo gerado pela percussão de pavimentos na determinação de $L'_{n,w}$.
- [4] Queirós, D., Caracterização do Comportamento acústico de edifícios reabilitados, Dissertação de Mestrado FEUP, 2010.
- [5] Moreira, K., Caracterização Acústica de Edifícios Antigos, Dissertação de Mestrado FEUP. 2014.
- [6] Teixeira, J.J.L., Descrição do sistema construtivo da casa burguesa do Porto entre os séculos XVII e XIX, Prova de aptidão pedagógica e capacidade científica. 2004.

PROCESSOS DE REABILITAÇÃO DE CAIXAS DE VISITA COMO PROCESSO DE CONTROLO DE INFILTRAÇÕES E GARANTIA DE ESTANQUICIDADE

Humberto Gonçalves¹; Fernando Cruz²

¹ *Engenheiro Civil Especialista. Responsável pela Direcção Técnica da produção na empresa Limpacanal (PORTUGAL)*

² *Engenheiro Geólogo especialista em Hidráulica. Professor Adjunto do Instituto Politécnico de Leira (PORTUGAL)*

Resumo

Todas as entidades gestoras de Saneamento tem em mãos um grande desafio do controlo do efluente, por um lado reduzir as influências indevidas nas caixas de visita e por outro eliminar as contaminações resultado das infiltrações do efluente nos solos envolventes. Em relação aos caudais indevidos, estes podem ter diversas origens no entanto pretendemos aqui desenvolver as causas resultantes das infiltrações nas caixas de visita dos sistemas e também as causas das infiltrações do efluente na contaminação dos solos pelas caixas de visita. As caixas de visita será o nosso alvo de estudo no que concerne à sua responsabilidade pelo incremento de caudais de efluentes indevidos e pela sua responsabilidade pelas infiltrações de efluente nos solos. As caixas de visita são um elemento comum num sistema com uma elevada incidência condicionada pelos regulamentos, a cada 60 metros e em todos os pontos de mudança de direcção. As caixas de visita são um ponto fraco num sistema devido ao histórico do seu processo construtivo muito rudimentar e sem a existência de normas exigentes e pormenorizadas para exigir uma maior qualidade de construção e durabilidade, pelo que o panorama actual é a existência de inúmeras situações que causam aumento das efluências como: abatimentos e subpressões no pavimento, infiltrações de águas das chuvas pelas tampas e ligação do aro com a caixa, infiltrações pelas juntas dos elementos pré-fabricados, infiltrações devido a fissuras existentes nas caixas devido a sobrecargas, pressão do solo e deteriorações dos elementos, infiltrações na ligação colector/caixa de visita, infiltrações devido a deterioração do fundo ou ausência deste, infiltrações devido à variação do nível freático cíclico – Estabilidade hidrostática, infiltrações resultantes da corrosão, resultado da acção do H₂S e H₂SO₄, infiltrações devido ao excesso de porosidade do betão. Numa época que começamos a registar os primeiros concursos para reabilitação de caixas de visita é urgente estudar e caracterizar as diferentes patologias existente e apresentar soluções que garantam a eliminação das infiltrações e estanquicidade do elemento durante um longo período de vida útil para tornar os sistemas de drenagem mais eficientes. Propomos apresentar um estudo com as mais inovadoras soluções técnicas que contribuam para uma uniformização das intervenções futuras em caixas de visita.

Palavras-chave: Controlo de Afluências indevidas, Caixas de Visita, Estanquicidade, infiltrações, protecção química, controlo de infiltrações, reabilitação

1. A IMPORTÂNCIA DAS CAIXAS DE VISITA PARA O AMBIENTE

Os elevados índices da poluição ambiental são uma ameaça global para a saúde pública, pois têm um impacto significativo em todos os organismos vivos. As águas que após a utilização humana apresentam as suas características naturais alteradas são normalmente designadas por águas residuais. Conforme o seu uso (comercial, industrial ou doméstico), essas águas apresentam características diferentes derivadas da sua contaminação biológica (agentes patogénicos) ou química (metais, nitratos, sulfatos, pesticidas, etc). O solo, desempenha uma grande variedade de funções vitais de, carácter ambiental, ecológico, social e económico. Constitui um importante elemento paisagístico, patrimonial e físico para o desenvolvimento de infraestruturas e atividades humanas, uma vez que é um recurso complexo, dinâmico, interativo e não renovável.

Para o encaminhamento adequado do saneamento que são deletérias para o ambiente e a saúde pública, é fundamental que os sistemas instalados para a sua condução garantam a total estanquidade no seu corpo e nas ligações entre todos os elementos constituintes da caixa de visita. É fundamental garantir a sua durabilidade em ambientes agressivos, de forma a garantir a sua

longevidade adiando o mais possível a necessidade da sua reabilitação/substituição. O que sucede neste momento em Portugal, é exactamente o contrário. Há demasiados sistemas com tempos de vida extremamente curtos com necessidades de substituição integral ou reparação profunda, após períodos breves da sua conclusão. Estas situações encarecem o custo de cada sistema, consumindo não só os custos directos dos equipamentos a substituir, como também os custos da substituição e destruição dos instalados (mão-de-obra, desvio de águas, desvio de tráfego, etc...). O investimento inicial estudado será sustentável se o período de vida ou durabilidade estimados para o tempo de serviço de cada sistema corresponder ao planeado/descrito no projecto.

As caixas de visita são também um elemento fundamental na protecção do meio ambiente contra a poluição, tendo em conta que transportam no seu interior efluente contaminante que pode por em causa a variação dos parâmetros indicadores de poluição como CBO₅, SS nos rios com riscos de anoxia e anaerobiose, nos oceanos e praias os microorganismos patogénicos que põem em causa a saúde pública e nos sapais e estuários e eventual presença de nutrientes (CBO₅, SST, N,P) que provocam eutrofização e anaerobiose. A caixa de visita é um elemento fundamental no controlo do risco de poluição.

2. PRINCIPAIS PATOLOGIAS EM CAIXAS DE VISITA

Sabemos que há 20 anos, tínhamos 24% de saneamento e hoje temos cerca de 78%, no entanto fica por saber em que condições estão as caixas de visita resultantes desta exponencial de realização de obras de saneamento dos últimos anos. Isto porque há uma grande lacuna na normalização e certificação da produção destes elementos essencial ao bom funcionamento e protecção do ambiente.

Tendo em conta a evolução técnica que assistimos hoje, não é compreensível que uma área tão sensível como o saneamento para o ambiente e cumprimento das metas Europeias não introduza no mercado novos sistemas técnico-constructivos mais eficientes e duráveis com uma maior capacidade de resposta às necessidades do mercado.

Hoje para as entidades gestoras da rede de saneamento é muito comum, detectarem infiltrações nas caixas de visita e também nos colectores em obras de novos colectores que ainda estão a finalizar. Como é que podemos permitir esta situação em obras que ainda não estão em funcionamento e que já se encontram com infiltrações e outras patologias, sabendo que a sua correcção nesta fase será sempre de cosmética com ineficácia e com uma durabilidade muito curta. Será preciso reflectir sobre esta questão e procurar novas soluções técnicas que nos garantam a qualidade e durabilidade que uma rede de saneamento exige.

Estudos demonstram que mais de 50% das entradas de água são atribuídas a patologias das caixas de visita. No quadro seguinte apresentamos um breve resumo das patologias em caixas de visita.

Quadro 1 – Principais Patologias em Caixas de Visita e Possíveis Causas.

Principais Patologias nas Caixas de visita	Possíveis Causas
Abatimentos e Subpressões no pavimento junto à envolvente da tampa	Elevadas Cargas do Tráfego, infiltrações pela tampa ou aro
Infiltrações de águas da chuva pelas tampas e na ligação do aro com a caixa.	Inexistência de sistema de estanquicidade da tampa ou deficiente selagem do aro da tampa com a caixa de visita
Infiltrações pelas juntas dos pré-fabricados	Má qualidade dos pré-fabricados, inexistência de selagem na ligação das juntas, má qualidade dos materiais utilizados na ligação dos elementos
Elevada porosidade dos elementos pré-fabricados, Infiltrações pelas fissuras nas paredes	Má qualidade dos elementos pré-fabricados, fissuras resultantes de excesso de cargas, fissuras resultantes da variação do nível freático
Infiltrações na ligação colector/caixa de visita	Má execução da ligação colector/ caixa de visita, elevados níveis freáticos, ausência de sistema de ligação estanque.
Infiltrações devido à deterioração do fundo da caixa ou ausência deste	Má qualidade do material do fundo da caixa de visita, Elevada corrosão devido à formação de H ₂ S,
Corrosão das paredes e fundo da caixa de visita, deterioração do revestimento e elementos estruturais da caixa de visita	Elevadas concentrações H ₂ S e H ₂ SO ₄ e PH baixos

Infelizmente as diferentes patologias apresentadas não são típicas de caixas de visita com elevados números de anos de vida, muitas vezes estes tipos de patologias são registadas em caixas de visita recentes, mesmo antes da obra de saneamento entrar em funcionamento pelo que entendemos que devemos promover a compreensão das patologias registadas nas caixas de visita e melhorar o processo de fabrico destes elementos e criar procedimentos específicos para inspecção e metodologias de reabilitação de caixas de visita.

A figura seguinte demonstra como um elemento como uma caixa de visita pode apresentar inúmeras patologias que põem em causa a sua função.

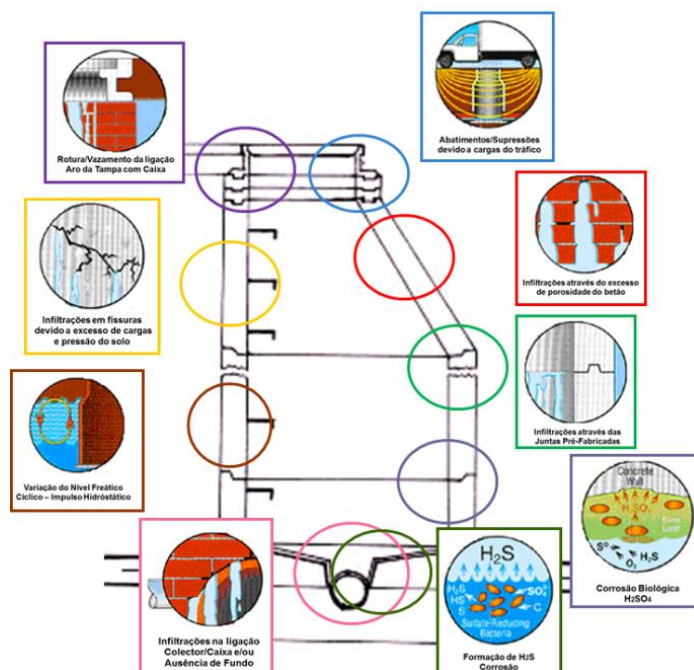


Fig. 1 – Distribuição das patologias numa Caixa de Visita

3. ESTADO DA ARTE NA PRÉ-FABRICAÇÃO DE CAIXAS DE VISITA

A pré-fabricação de elementos para caixas de visita é corrente em Portugal. A caixa de visita é um elemento de drenagem constituído pelo fundo, anéis e cúpula. A fabricação de elementos pré-fabricados para caixas de visita deve respeitar a norma de referência do produto, EN 1917:2002 – Concrete manholes and inspection chambers, unreinforced, steel fibre and reinforced é bastante directa relativamente às exigências na sua produção. Em 4.3.9 é referido: “Condições de serviço – os elementos fabricados ao abrigo desta norma têm de estar preparados para utilização em zonas húmidas e em ambientes químicos ligeiramente agressivos, derivado de efluentes de águas industriais, na maioria dos solos e águas subterrâneas.

Para além das exigências de desempenho mecânico, existem as dentro das exigências de fabrico as características de durabilidade preconizadas na EN 1917:2002 sendo elas: a razão água/cimento 0,45, a classe de cloretos 1,0 para elementos simples e 0,4 para elementos armados e reforçados com fibras de aço e a classe de exposição ambiental mínima é um XA1, considerado um ambiente químico ligeiramente agressivo, resultando uma resistência do betão C35/40. Para situações do tipo dois a norma indica a classe de exposição XA2, resultando uma resistência do betão C40/50.

Apesar destas exigências normativas, a realidade do fabrico de pré-fabricados em Portugal deixa muitas dúvidas em relação ao cumprimento da norma, uma vez que a maior parte das fábricas utiliza betões húmidos para fabrico de anéis e cúpulas com sistema de descofragem rápido, pelo que é praticamente impossível de cumprir as classes de resistência química. Mesmo que a classe de resistência seja cumprida, a execução do fundo das caixas de visita realizados em fábrica são executados manualmente após descofragem do anel do fundo com recurso a argamassa húmidas com baixa classe de resistência sendo na maior parte das vezes um C 16/20 altamente poroso o material para execução do fundo da caixa de visita e para selagem dos ligadores da tubagem, onde deveria ser a parte mais resistente quimicamente da caixa de visita.

As classes de exposição do betão na norma EN 206-1:2007 estão limitadas ao XA3 considerado um ambiente químico altamente agressivo em que o PH se encontra entre 4 e 4,5. Como sabemos pelas diferentes leituras já registadas em várias caixas de visita de Norte e Sul do país, existem em muitos casos nomeadamente em interceptores com efluentes de industriais e até mesmo domésticos que apresentam valores de PH mais baixos que o limite máximo do betão ($\text{PH} \leq 4$) para além de elevadas concentrações de H_2S e H_2SO_4 . Sendo o betão um material abundante e com facilidade no seu fabrico, este tem limitações que são importantes reter. Em situações que forem esperadas condições mais severas susceptíveis de ataques de betão é necessário a instalação de sistemas construtivos capazes de responder às exigências do ambiente. É imperativo consciencializar todos os intervenientes em obra para o seu cumprimento integral, de forma a prevenir futuros desastres ambientais, infiltrações, acidentes em manutenção e substituição precoce de sistemas instalados.

3.1 Novas Soluções na Pré-Fabricação de Caixas de Visita

À semelhanças de outros países Europeus e Norte Americanos, a pré-fabricação de caixas de visita irá sofrer alterações com a introdução de novas soluções técnicas capazes de responder às exigências da agressividade do efluente, garantindo estanquicidade total e durabilidade de um elemento de extrema importância para o ambiente como é o caso da caixa de visita. Uma das soluções é o sistema PREDL®, este sistema, conjuga a produção de um betão de elevada resistência a ambientes agressivos (C40/50 XA3 Cl 0.1), com a ancoragem de uma protecção em polipropileno ecológico de elevada resistência química, onde são suportados valores de PH de 1 a 12 a uma temperatura de 90°C. As ligações são ajustadas a qualquer tipo de tubagem (betão, ferro fundido, PVC, PP...) e a inclinação dos canais garante o perfeito escoamento das águas residuais. Não há necessidade de manutenção durante o tempo de vida da câmara de visita, o que torna o investimento durável garantindo sustentabilidade.

Estes fundos têm a particularidade de serem fabricados numa única peça e posteriormente são soldados os ligadores adequados para cada tipo de tubagem do colectador. Esta solução técnica é muito versátil com inúmeros tipos de fundo de acordo com a necessidade do projecto. A inovação desta solução técnica permite um fundo totalmente revestido a polietileno ou polipropileno com excelente comportamento hidráulico devido às características do termoplástico. Deste modo obtemos um elemento com perfeitas condições hidráulicas incorporadas num fundo em betão com estabilidade estrutural aos níveis freáticos. Este fundo garante o perfeito escoamento das águas residuais com efluente extremamente agressivo com uma durabilidade garantida e comprovada acima dos 50 anos, sendo um produto inovador, sustentável e amigo do ambiente.

As razões para o sucesso desta solução técnica deve-se sobretudo às exigências das indústrias com efluentes agressivos;

1. Indústrias que usam produtos químicos abrasivos para limpeza, como soda cáustica;
2. Variação de temperaturas do efluente e a presença de produtos químicos agressivos (ex. caso das indústrias de papel, químicas, alimentares, etc...)
3. A inexistência de sedimentação na caixa de visita;
4. Redução do odor e de germes;
5. Excelentes propriedades hidráulicas;
6. Garantia de estanquicidade do fundo e ligações aos colectores;
7. A elevada durabilidade superior a 50 anos. (Nas indústrias uma caixa de visita comum tem uma duração entre 3 a 5 anos)

Os pormenores das ancoragens do forro do fundo em polipropileno ou em polietileno foram ensaiados e os resultados mostraram a resistência para separar o revestimento de polipropileno a partir da base de betão excedeu o valor de 0,05 N / mm² descrito na certificação do DIBt.



Fig. 2 – Fundos em Polipropileno com Ancoragens de Ligação ao Fundo de Betão.

Foram realizados ensaios de espessura (abrasão), resistência à tracção/alongamento e resistência ao choque. Os ensaios foram realizados em conformidade com os princípios de aceitação do Instituto Alemão de Construção Técnica (DITB) em conformidade com as seguintes normas de testes:

- Water tightness according to DIN 53 479 (07/76)
- Traction, stretching / crack according to EN ISO 527-1 (04/96)
- Chocking resistance according to DIN EN ISO 179 (03/97)

A PREDL®, empresa Austríaca, sediada na Alemanha dispõem de outras soluções muito interessantes como o revestimento dos elementos pré-fabricados com polietileno ou polipropileno com ancoragem no betão, trata-se de um liner que é colocado a quando a realização dos elementos pré-fabricados. Esta chapa termoplástica dispõem de ancoragens que fazem a ligação perfeita ao betão, garantindo um revestimento perfeito no interior da caixa de visita. As vantagens da utilização de termoplásticos em caixas de visita são inúmeros, desde da capacidade hidráulica, à resistência química, a garantia de estanquicidade total ao reforço estrutural. Para além das características físicas e químicas do material a outra vantagem é a facilidade de ligação dos diferentes anéis de fundo com anéis ou cúpulas através de soldaduras por extrusão, garantindo uma ligação estanque com durabilidade superior a 50 anos. As soldaduras por extrusão são executadas de acordo com as normas DVS e testadas através do ensaio spark test.

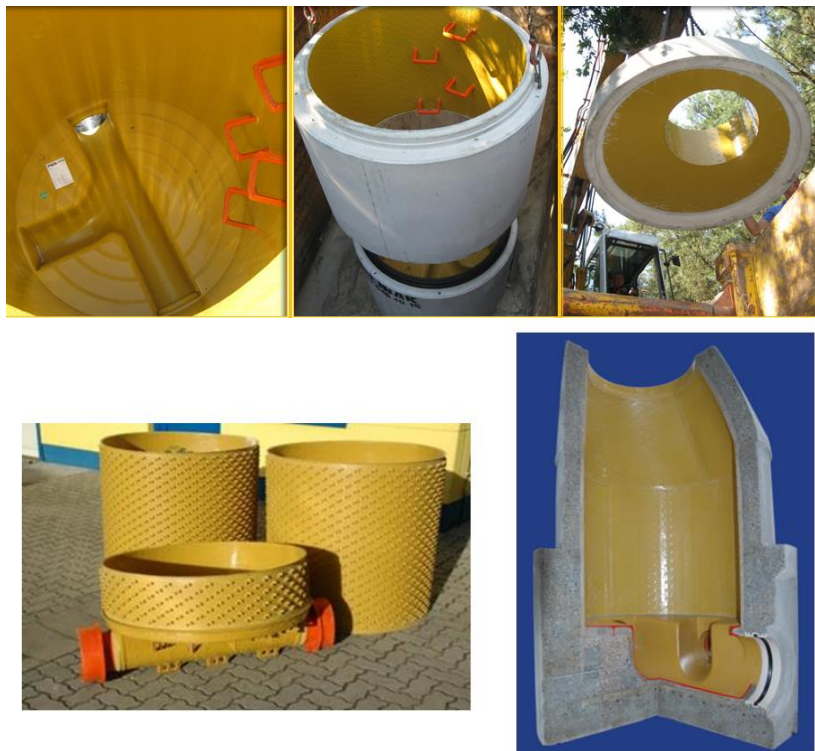


Fig. 3 – Imagens das Caixas de Visita pré-Fabricadas em Betão Totalmente Revestidas a Polipropileno.

Esta nova geração de caixas de visita vem substituir as caixas inteiramente fabricada em termoplásticos conforme a figura seguinte apresenta. O problema destas caixas de visita inteiramente em polipropileno apresentaram é em relação à sua verificação ao equilíbrio hidrostático e resistência dos elementos às variações dos elevados níveis freáticos. Algumas das obras realizadas com esta solução sofreram graves patologias como colapso na ligação dos anéis devido ao impulso hidrostático exercido na base da caixa de visita. Outra solução foi a construção de caixas de visita através de tubos do tipo Weholite com base em anéis de betão. Esta solução tem um problema devido à incompatibilidade de ligação do fundo em betão com o tubo Weholite e a conexão com os colectores existentes, apresentando também dificuldades na verificação do equilíbrio hidrostático. Entendemos que a solução que reúne mais condições de compatibilidade e de durabilidade é o sistema do tipo PREDL® para os fundos e o revestimento incorporado nas cúpulas e anéis com o material Sure Grip da AGRU®. Isto porque temos uma caixa totalmente estanque com revestimento altamente resistente e o peso do betão para a estabilidade aos elevados níveis freáticos



Fig. 4 – Imagens das caixas de Visita totalmente em polipropileno.

4. REABILITAÇÃO DE CAIXAS DE VISITA

Actualmente o mercado começa a registar os primeiros concursos públicos para reabilitação de caixas de visita, no entanto verificamos que a informação existente acerca da inspecção e diagnóstico das caixas de visita e os métodos de reabilitação preconizados não são os mais adequados levando ao fracasso dos projectos com desperdício de recursos financeiros sem benefício para nenhuma das partes. Como já referimos as caixas de visita são responsáveis por grande parte das infiltrações originando um aumento significativo de caudal causando: elevados custos de transporte e tratamento do efluente, aumento das despesas de bombagem em estações elevatórias, maior despesa no tratamento químico das ETARs, aumento de areias e siltes no efluente causando maior erosão e abrasão na tubagem e caixas de visita, maior impacto ambiental.

Sabendo que numa reabilitação é necessário avaliar o custo/benefício, em que podemos calcular os custos referidos anteriormente no entanto o custo ambiental para a sociedade supera e justifica a acção prioritária da reabilitação das caixas de visita.

No entanto para intervir é necessário conhecer as causas das patologias e apresentar soluções duráveis

A inspecção de caixas de visita deveria ser um procedimento uniformizado e padronizado como acontece noutros países, como é o caso do Manhole Assessment Certification Program (MACP) desenvolvido pela NASSCO.

Uma inspecção a uma caixa de visita deve ser rigorosa e recolher o maior número de dados possível, a seguir apresentamos um resumo dos pontos a inspecionar;

- Registo da geometria, altura, diâmetro, material do elemento, tipo de tubagem, tipo de fundo, existência de quedas guiadas ou intercepções, matrícula ou localização GPS;
- Abatimentos no pavimento na envolvente da tampa da caixa de visita;
- Estado da tampa e do aro e ligação com a caixa de visita;
- Método de ligação do aro com a caixa de visita e estado de conservação
- Registo de fissuras no interior da caixa, locais e espessura das fissuras;
- Registo de infiltrações nas juntas dos pré-fabricados;
- Tipo de degraus e estado de conservação;
- Registo de infiltrações na ligação da tubagem com fundo da caixa de visita;
- Registo de infiltrações pelo fundo da caixa de visita;
- Registo de sedimentação no fundo da caixa de visita;
- Tipo de fundo e estado de conservação;
- Sistema de ligação da tubagem com o fundo da caixa de visita;
- Vestígios de corrosão ou ataque químico;
- Tipo de revestimento interior e estado de conservação;
- Registo da concentração de gases (H_2S e H_2SO_4)
- Existência de raízes ou outros seres biológicos

A recolha de dados numa inspecção de uma caixa de visita pode ser realizada com recurso a equipamentos específicos como o laser scan, a inspecção vídeo de CCTV, para além das inspecções visuais realizadas no interior da caixa de visita. Os resultados obtidos devem ser convenientemente classificados de modo a categorizar as intervenções pelas patologias.

Quadro 2 – Principais Patologias em Caixas de Visita e Metodologias de Reabilitação

Causas das Patologias nas Caixas de visita	Metodologias de Reabilitação
Infiltrações pela tampa ou aro	- Substituição da tampa e aro por sistema estanque; - Aplicação de tampa interior para recolha das infiltrações.
Inexistência de sistema de estanquicidade da tampa ou deficiente selagem do aro da tampa com a caixa de visita	- Impermeabilização da ligação do aro com a caixa de visita; - Pelo exterior com telas impermeabilizantes ou aplicação de revestimento do tipo Sure Grip da AGRU pelo interior.
Má qualidade dos pré-fabricados, inexistência de selagem na ligação das juntas, má qualidade dos materiais utilizados na ligação dos elementos	- Injecção de resinas hidroexpansivas ou híbridas para selagem das infiltrações nas juntas; - Aplicação de revestimento impermeável pelo interior (cimentícios ou epoxi); - Revestimento com termoplástico do tipo Sure Grip da AGRU no interior da caixa de visita;
Má qualidade dos elementos pré-fabricados, fissuras resultantes de excesso de cargas, fissuras resultantes da variação do nível freático	- Injecção de resinas hidroexpansivas ou híbridas para selagem das infiltrações nas fissuras; - Aplicação de revestimento impermeável pelo interior (cimentícios ou epoxi); - Revestimento com termoplástico do tipo Sure Grip da AGRU no interior da caixa de visita;
Má execução da ligação colector/ caixa de visita, elevados níveis freáticos, ausência de sistema de ligação estanque.	- Injecção de resinas hidroexpansivas ou híbridas para selagem das infiltrações na ligação colector/caixa de visita; - Aplicação de Fundo em polietileno ou polipropileno termomoldado de acordo com o tipo de fundo com conexões estanques aos colectores;
Má qualidade do material do fundo da caixa de visita, Elevada corrosão devido à formação de H_2S ,	- Injecção de resinas hidroexpansivas ou híbridas para selagem das infiltrações na ligação colector/caixa de visita; - Aplicação de Fundo em polietileno ou polipropileno termomoldado de acordo com o tipo de fundo com conexões estanques aos colectores;
Elevadas concentrações H_2S e H_2SO_4 e PH baixos	- Remoção dos materiais resultantes da corrosão com recurso a hidrodécapagem com pressão até 2000 bar e caudal de 22 litros/minuto; - Aplicação de revestimento impermeável pelo interior (cimentícios ou epoxi); - Revestimento com termoplástico do tipo Sure Grip da AGRU no interior da caixa de visita;

A reabilitação de caixas de visita pode ser complicada e a selecção adequada dos produtos ou tecnologia por vezes pode ser confusa. Existem hoje vários métodos viáveis para reabilitação de caixas de visita. A escolha do método deve ser avaliada para que se escolha a melhor técnica ao melhor preço. Durante este processo devemos ter presente que os principais objectivos da reabilitação das caixas de visita são: parar com as infiltrações, prevenir a corrosão, prevenir o colapso, garantir a sua funcionalidade, o escoamento do efluente.

A impermeabilização da ligação do aro com a caixa de visita pode ser pelo exterior com telas impermeabilizantes ou aplicação de revestimento do tipo Sure Grip da AGRU pelo interior conforme figura abaixo.

Para selagem das infiltrações com pressão a melhor solução é a injeção de resinas hidrosensíveis. Existem no mercado diversos tipos de resinas que podem ter célula aberta ou fechada pelo que numa primeira fase deve-se optar por uma mais hidrosensível de célula aberta com posterior reinjecção com resinas de célula fechada. A selagem das infiltrações é um trabalho muito árduo pois trata-se de vencer uma pressão negativa instalada que irá procurar sempre um ponto fraco nas paredes ou fundo da caixa de visita. Após a selagem de um ponto de infiltração poderemos obter mais infiltrações na envolvente nas zonas mais degradadas. A utilização de cimentos rápidos e cristalizante pode ser uma solução complementar, no entanto se as infiltrações tiverem pressão esta medida é ineficaz devido à lavagem do material.



Fig. 5 – Sistemas e impermeabilização pelo interior e pelo exterior na ligação do aro com a caixa de visita.

Em situações de degradação do fundo com infiltrações, ausência de fundo devido a corrosão, erosão e sedimentação há uma solução técnica recente que consiste na aplicação de um fundo termomoldado de acordo com o tipo de fundo (ângulo, conexões) em polipropileno ou polietileno que é selado no fundo da caixa de visita com recurso a injeção de grout. Para além da rápida selagem do fundo no interior da caixa de visita, esta inovação tem a particularidade de permite a conexão do novo fundo com

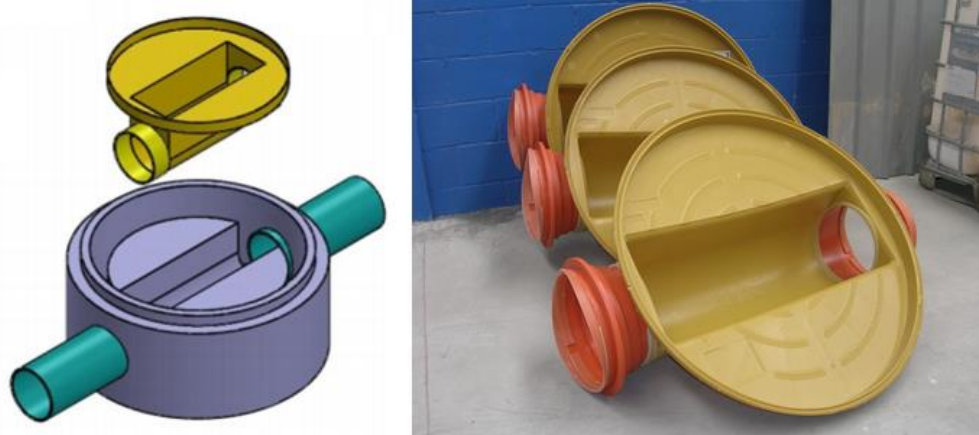


Fig. 6 – Sistema de reabilitação de fundos em caixas de visita.

Um dos pontos fundamentais para a durabilidade da reabilitação de caixas de visita é a escolha do tipo de revestimento. O revestimento numa caixa de visita tem as seguintes funções; de eventual reforço estrutural, garantir a impermeabilização, estanquicidade, resistência a pressões negativas e resistência química. Para uma escolha do tipo de revestimento é essencial uma campanha de medição de gases no interior das caixas de visita, durante um período de tempo capaz de classificar

a agressividade química do efluente. Para estas medições é comum a utilização de um datalog conforme Fig. 7.



Fig. 7 – Instalação de Datalog para leitura de H₂S.

Estes resultados são essenciais para a selecção do tipo de revestimento do interior da caixa de visita. Em Portugal os revestimentos mais comuns são; Revestimentos cimentícios, revestimento epoxídicos, fibragem com resinas poliéster ou vinil éster e revestimentos termoplásticos.

Para aplicação de qualquer um destes revestimentos é necessário garantir uma boa rugosidade do suporte pelo que no processo de reabilitação deve ser sempre previsto a lavagem das caixas de visita com um mínimo a 800 bar, no caso de ter revestimento existente degradado a pressão de trabalho deverá situar-se em 1500 a 2000 bar com um caudal de 21 litros/minuto. A preparação da superfície é muito importante para garantir forças de ligação entre o suporte e o novo revestimento.

O quadro 3 apresentado descreve resumidamente os tipos de revestimento mais comuns em Portugal, as vantagens e desvantagens de cada um dos revestimentos a sua resistência química e a sua durabilidade. Os valores de durabilidade apresentados tiveram como base as informações fornecidas pelo fornecedor dos produtos e o registo de uma série de obras de reabilitação realizadas no Grupo Águas de Portugal onde se foi retirando algumas referências para preenchimento deste quadro.

O que aqui se pretende é alertar para as limitações de cada tipo de revestimento para que se possa seleccionar a melhor solução técnica para cada uma das situações em obra. Verificamos que a durabilidade dos revestimentos está condicionada à agressividade química do local, daí a importância da realização das medições durante a fase de inspecção das caixas de visita.

Relativamente às argamassas existentes no mercado, muitas delas não são adequadas para revestimento de ambientes agressivos como as caixas de visita apesar de descreverem na sua ficha técnica "Argamassa mono-componente inorgânica para revestimento de protecção anti-corrosão para reabilitação e execução em estruturas em contacto com águas agressivas, residuais contra efluente doméstico e industrial com PH entre 3,6 a 14 utilizado de acordo com a EN 206 para as classes de exposição XA3 (ambientes com agressivo ataque químico)." Esta informação é irrelevante e duvidosa, muitas marcas de argamassas dizem-se adequadas para saneamento sem revelar o valor máximo da exposição química que a argamassa resiste em valor de PPM de H₂S e H₂SO₄ e a sua durabilidade.

Quadro 3 – Caracterização dos diferentes tipos de revestimento em caixas de visita.

Tipo de Revestimento	Vantagens	Desvantagem	Resistência ao H ₂ S PPM / PH	Durabilidade
Cimentícios Minerais*	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil aplicação (manual ou com robot de projecção); - Processo rápido de aplicação; - Aplicação com humidade na base - Sem problema de ponto de condensação - Permite a difusão do vapor de água mas é 100 % impermeável a água; - Resistência térmica desde -30 a 570°C, - Nano-secção - Cristalização dinâmica - Redução do C3A, resistência PH até 3,5 - Permitem a difusão do vapor de água 4 mt - Argamassas com porosidade < a 6 % / Nano secção - Podem ser de base silicato 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de refechamento total da porosidade; - Necessidade de humidade relativa superior a 85% para efeitos de cura após aplicação; - Tempo de cura de 48 a 72 horas; - Baixa resistência química comparada com outros sistemas, 	<ul style="list-style-type: none"> ≤ 1 PPM* ≤ 10 PPM* ≤ 80 PPM* <p>*a resistência aos PPM de H₂S depende da constituição da argamassa</p> <p>2,5 ≤ PH ≤ 14</p>	<ul style="list-style-type: none"> 50 anos** 30 anos** 5 anos** <p>** A durabilidade apresentada é com espessuras mínimas de 6 mm de revestimento</p>
Epoxídicos	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil aplicação (manual ou com pistola) - Boa Resistência aos gases H₂S - Razoável durabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação com humidade na base < 5 %; - Temperatura seca obrigatório ser superior 3 °C ao ponto de condensação; - Efeito “Osmose” (não permite a difusão do vapor de água) - Necessidade de refechamento prévio da porosidade; - Elevado número de camada e tempos de cura e Necessárias medidas de protecção adequadas aos trabalhadores 	<ul style="list-style-type: none"> ≤ 180 PPM 2 ≤ PH ≤ 14 	10 anos
Fibragem com resinas vinil Ester	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil aplicação, - Boa resistência química - Boa durabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Efeito “Osmose” (não permite a difusão do vapor de água) - Necessidade de refechamento prévio da porosidade; - Elevado número de camada e tempos de cura e Necessárias medidas de protecção adequadas aos trabalhadores 	<ul style="list-style-type: none"> ≤ 400 PPM 1 ≤ PH ≤ 14 	10 anos
Revestimento termoplástico do tipo Sure Grip da AGRU	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil e rápida aplicação; - Não necessita de tempos de cura; - Excelente Durabilidade; - Elevada resistência aos ataques químicos; - Elevada resistência à abrasão; - Garantia de Estanticidade; - Insignificantes custos de manutenção; - Elevada resistência a altas temperaturas; - Elevada resistência ao cisalhamento; - Elevada resistência à pressão negativa; - Elevada resistência ao pull-out; 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de pessoal especializado e certificado pelas normas DVS; - Necessita de muita preparação de obra ante da execução; - Necessita de entidade externa para verificação e inspecção final para emissão de garantia; - Execução complexa com recurso a cofragem e injeção de grout 	<ul style="list-style-type: none"> ≤ 400 PPM 1 ≤ PH ≤ 14 	50 anos

Abaixo juntamos um quadro 4 com o valores e mercado dos diferentes tipos de revestimento mais comuns para caixas de visita. Esta informação é preciosa para que possamos tomar decisões de métodos de reabilitação mais adequados à situação específica da obra com o menor custo possível. Verificamos para situações de elevada agressividade química a melhor solução é o revestimento termoplástico em polietileno ou polipropileno pelas suas vantagens e a sua elevada durabilidade.

Quadro 4 – Comparação de preço dos diferentes tipos de Revestimento

Tipo de Revestimento	Resistência ao H ₂ S PPM / PH	Durabilidade	Preço / m ²
Cimentícios Minerais*	≤ 1 PPM* ≤ 10 PPM* ≤ 80 PPM* 2,5 ≤ PH ≤ 14	50 anos** 30 anos** 5 anos**	25,00 €/m ² 35,00 €/m ² 60,00 €/m ²
Epoxídicos	≤ 180 PPM 2 ≤ PH ≤ 14	10 anos	65,00 €/m ²
Fibragem com resinas vinil Ester	≤ 400 PPM 1 ≤ PH ≤ 14	10 anos	115,00 €/m ²
Revestimento termoplástico do tipo Sure Grip da AGRU	≤ 400 PPM 1 ≤ PH ≤ 14	50 anos	140,00 €/m ²

Esta comunicação tem como objectivo alertar para a importância das caixas de visita para a protecção do Ambiente. Esta abordagem pretende motivar para a iniciação de um processo de estudo para normalização a nível nacional das patologias das caixas de visitas e as metodologias de reabilitação mais eficientes e sustentáveis. Entendo que no futuro próximos todas as entidades gestoras de saneamento tenham obrigatoriamente de controlar as infiltrações e o excesso de caudal existente para a garantia da sustentabilidade do sector e cumprimento das metas europeias.

BIBLIOGRAFIA

Decreto Regulamentar nº 23/95, de 23 de Agosto - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais

NP EN 206-1:2007. Betão Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade.

EN 1917:2002. Concrete manholes and inspection chambers, unreinforced, steel fibre and reinforced.

MACHADO, Alexandre "O Papel do Betão na Protecção do Meio Ambiente" Encontro Nacional BETÃO ESTRUTURAL - BE2012. FEUP, 24-26 de Outubro de 2012

NASSCO, Performance Specification guideline for Manhole Rehabilitation, Decembre, 2013

REABILITAÇÃO DE CONDUTAS DE GRANDE DIÂMETRO - MÉTODO ESPIRAL SPR PE

Humberto Gonçalves¹, Katy Rademacher²

¹ *Engenheiro Civil Especialista. Responsável pela Direcção Técnica da produção na empresa Limpacanal (PORTUGAL)*

² *Engenheira Civil. Directora Técnica da delegação da Alemanha da empresa multinacional Sekisui SPR (PORTUGAL)*

Resumo

Grande parte das entidades gestoras de Saneamento detém condutas de grande diâmetro como os interceptores, túneis, canais, etc... Na sua maioria já contam com vários anos estando numa fase de fim de vida útil e apresentando um elevado estado de degradação necessitando de reabilitação. No entanto as cidades e as suas infra-estruturas foram-se desenvolvendo exponencialmente na envolvente destas infra-estruturas tornando a sua reabilitação um grande desafio pelo enorme impacto que poderão provocar no normal funcionamento das cidades e sua população durante a intervenção de reabilitação destes órgãos de drenagem. Tendo em conta as inúmeras condicionantes deste tipo de intervenções de reabilitação de condutas de grande diâmetro, gostaríamos de apresentar um sistema inovador para reabilitação de condutas de grande diâmetro que não necessita de abertura de vala e não é intrusiva no processo de reabilitação. Este processo de reabilitação de condutas de grande diâmetro é uma solução inovadora para reabilitar condutas através do encamisamento interior mantendo a sua eficiência hidráulica (verificação hidráulica), confiabilidade e integridade estrutural das condutas existentes que se encontram em elevado estado de degradação. Trata-se de um perfil em polietileno com alma de aço reforçado concebido para garantir um revestimento de rigidez elevada que se molda "in situ" ao diâmetro interior da conduta a reabilitar. Este sistema inovador tem a capacidade para reabilitar condutas com diâmetros entre 900 mm a 3000 mm com formas circulares e tem a capacidade de se adaptar a outras formas conforme condutas existentes. O perfil em polietileno reforçado com aço completamente encapsulado dentro do material de HDPE permite um elevado reforço estrutural permitindo a verificação do cálculo mecânico e uma vez que se encontra completamente embebido no HDPE garantindo uma extrema resistência aos ataques químicos do ambiente envolvente. Este sistema apenas necessita de acesso a uma tampa de caixa de visita para se proceder à montagem da cabeça que molda a nova tubagem realizada em espiral e realizar a extrusão de ligação dos diferentes perfis em espiral. Resulta uma tubagem em HDPE com reforço em aço, para finalizar efectua-se a injeção de grout entre o espaço anelar entre a tubagem existente e a nova tubagem. Pretende-se apresentar nesta comunicação as principais características e vantagens desta tecnologia. Esta inovação é largamente utilizado no estrangeiro tendo obtido as diferentes certificações dos países como Inglaterra, Alemanha, Austrália, Japão e USA.

Palavras-chave: Reabilitação de condutas, Encamisamento, Espiral, Polietileno reforçado com aço

1. DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE REABILITAÇÃO DE CONDUTAS SPR PE

Este processo inovador na reabilitação de condutas de grande diâmetro sem recurso a escavação e com uma elevada capacidade de adaptação às condicionantes dos locais de trabalho. A Técnica SPR-PE é uma técnica de reabilitação estrutural que utiliza perfis de aço revestido a PEHD com extrusão em espiral do tipo parafuso sem fim. Esta técnica permite reabilitação de condutas até três metros de diâmetro. Esta técnica teve origem na Austrália, sendo que a tecnologia foi desenvolvida posteriormente na Alemanha e actualmente pertence a uma multinacional Japonesa Sekisui.

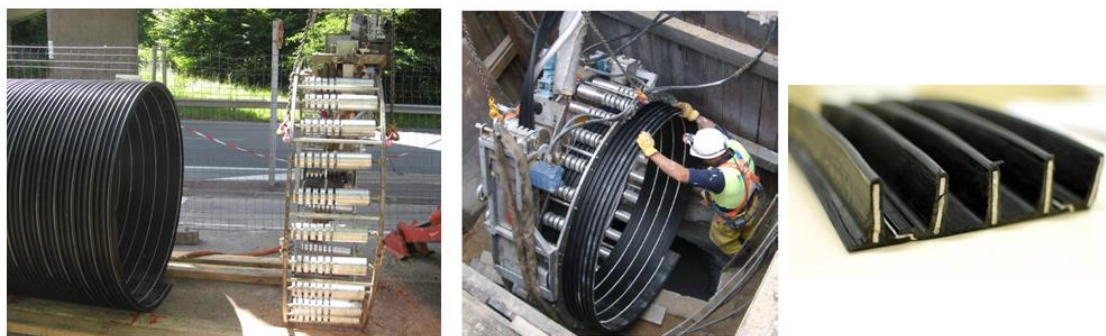


Fig. 1 – Ilustração do perfil em aço revestido a polietileno e imagem da cabeça hidráulica.

A cabeça hidráulica tem a função de moldar hidráulicamente o perfil com corpo de aço à medida do diâmetro interior da conduta a reabilitar, podendo adaptar-se a qualquer diâmetro entre 900 a 3000 mm. Esta cabeça tem incorporado uma extrusora responsável por fazer a extrusão em espiral na ligação dos perfis, para um melhor controlo de qualidade final esta extrusão é realizada com polímero de polietileno da cor branca contrastando com a cor preta do perfil.

Esta tecnologia de reabilitação sem recurso a escavação, tem a capacidade de realizar a reabilitação sem recurso a by-pass ou obturação da conduta. Uma vez que a cabeça extrusora se encontra sobre a parte superior da cabeça hidráulica esta poderá manter as suas funções com a manutenção do caudal, deste que este não ultrapasse a meia secção da nova conduta. Com a passagem do caudal tem a vantagem de permitir a flutuação da nova conduta durante o processo de fabrico em espiral. Esta técnica de reabilitação é estrutural com elevada capacidade de resistência mecânica devido à presença de aço envolvido em polietileno.

Numa primeira fase é necessário proceder a uma inspecção e diagnóstico da conduta a reabilitar, pelo que será necessário inspecionar todo o interior da conduta e a sua envolvente, a seguir descrevemos resumidamente os pontos fundamentais a recolher para o projecto de reabilitação;

- Limpeza da conduta pelo interior para permitir a sua inspecção;
- Tipo de conduta, forma da conduta material da conduta, diâmetro inicial, tipo de efluente, características do efluente, existência de ramais no interior da conduta,
- Verificação de acessos, tipo de vegetação, nível freático;
- Verificação de fissuras, inclinações, corrosão, colapsos parciais, estado das juntas, abrasão, existência de mecanismos de três rótulas, ovalizações, infiltrações, registo de presença de gases;
- Dados do projecto inicial: Cargas de tráfego, alturas do aterro a montante e jusante, inclinações de projecto, natureza do solo ou caracterização do solo de aterro;
- Levantamento do interior com laser scan que permite a recolha de inúmeros dados, como inclinações, medição das ovalizações, mudanças de inclinação, permite o estudo do máximo diâmetro possível interior para optimização hidráulica.

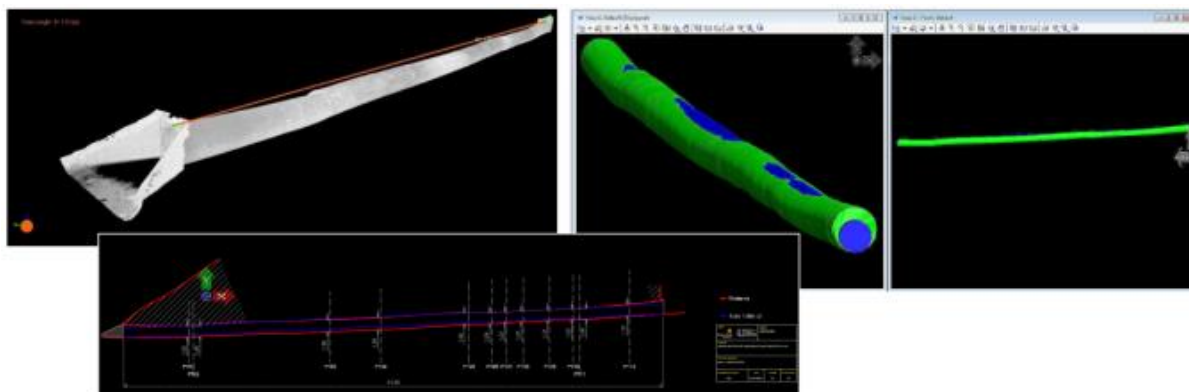


Fig. 2 – Imagens de estudo resultado do levantamento através do laser scan.

Para efeitos do cálculo mecânico a resistência residual da conduta existente é completamente desprezada. A Reabilitação é dimensionada para restabelecer todas as cargas e solicitações da conduta existente. A reabilitação da conduta é calculada para uma duração mínima de 50 anos, tendo em conta a resistência mecânica do material ao longo do tempo, após 50 anos. O método de cálculo Cálculo mecânico é baseado nos pressupostos das directrizes francesas para a reabilitação de condutas de saneamento (RRR publicados pela AGHTM / ASTEE em 1998).

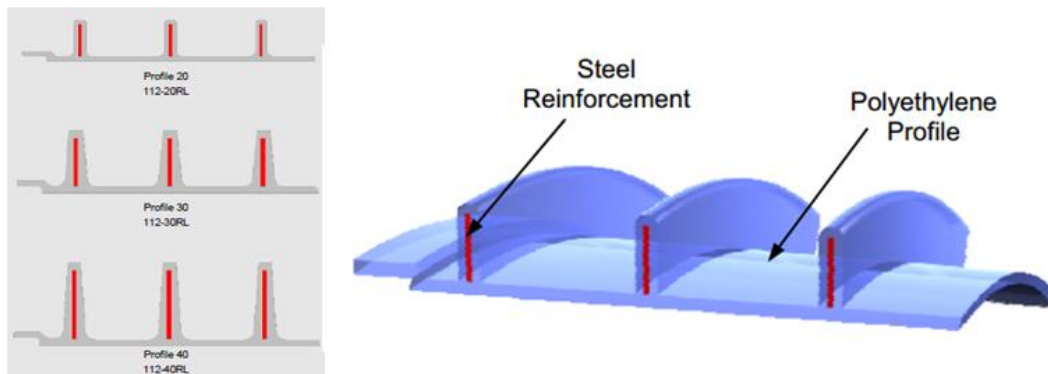


Fig. 3 – Imagens dos tipos de perfis do SPR PE.

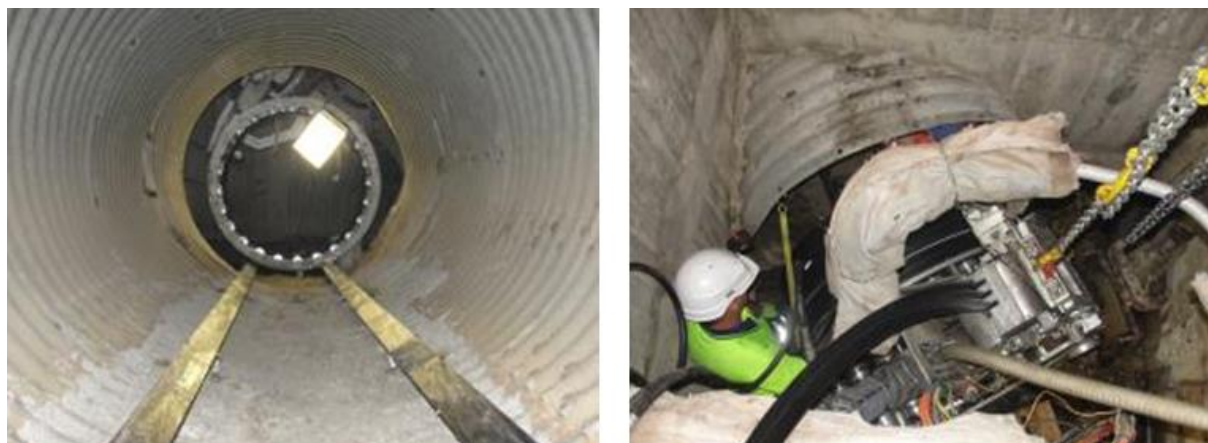


Fig. 4 – Imagens de reabilitação de conduta de 1400 mm pelo método SPR PE no Port.

Esta tecnologia tem a grande vantagem de aumentar a capacidade hidráulica devido ao seu reduzido coeficiente de atrito do polietileno. Um exemplo acerca da melhoria da capacidade hidráulica deste sistema foi num projecto em Paris, uma tubagem ARMCO de 3000 mm, foi reabilitada pelo sistema SPR PE com um encamisamento interior de 2750 mm. O principal problema era o escoamento hidráulico que em períodos de picos de precipitação elevados o escoamento era em secção cheia, registando se cenários de transbordo nas caixas de visita. Após a reabilitação com o sistema SPR PE o cliente, Lyonnaise des Eaux, registou que nas cargas de pico de precipitação o nível do caudal no interior não ultrapassa a cota de 1,5 metros acima da cota de soleira do tubo. Registou-se um aumento da capacidade hidráulica da estrutura em cerca de 60%.

Descrição dos equipamentos que compõem o sistema

Descrição do método construtivo

Sistema de qualidade



Fig. 5 – Indicação da cota do nível das águas antes (esquerda) e depois da reabilitação com o sistema SPR –PE.

Após a execução do encamisamento pelo método SPR PE, procede-se ao preenchimento do espaço anelar entre a conduta existente e a nova conduta através de injeção de grout para ligação e transferência e distribuição de eventuais cargas que possam existir no futuro. A injeção do grout é realizada conforme estudo previamente realizado tendo em conta a inclinação da conduta e o seu comprimento. Este estudo avalia o impulso hidrostático resultante da injeção do grout, pelo que terá de ser feito por diferentes etapas.

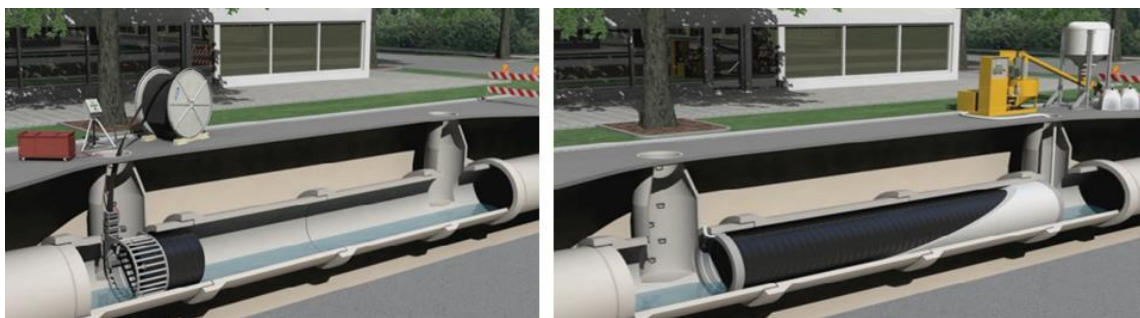


Fig. 5 – Imagens de execução do SPR-PR através de uma caixa e a injeção do grout.

Esta tecnologia está certificada pelas diferentes normas de qualidade nomeadamente pela DIN 16961 e Pr EN 13476, a EN ISO 9969 Thermoplastic pipes – determination of ring stiffness, EN ISO 9967 – Determination of creep ratio, EN 1446 Thermoplastic pipes – determination of ring flexibility, impact testing: EN 744 Thermoplastics pipes – test method for resistance to external blows by the “Round the clock” method, EN 1979 Thermoplastics spirally-formed structured wall pipes – Determination of the tensile strength of a seam e ISO 9001 quality System. Esta tecnologia está certificada pelo DIBt – German Institute for Civil Engineering e WRc – United Kingdom.

Esta comunicação pretende apresentar um sistema novo e inovador na reabilitação de condutas de grande diâmetro sem recurso a escavação com as seguintes vantagens técnicas,

- A Fabricação da nova conduta é feita no local em espiral com rotação e flutuação da nova conduta sobre o efluente ou sobre os rails;
- Sistema rápido com elevados rendimentos – 35 metros em cada duas horas;
- Consegue executar grandes comprimentos a partir de um único ponto, o record são 700 metros no Japão;
- Intervenção humana reduzida ao mínimo, sem exposição a riscos;
- Tecnologia com baixo peso (polietileno de alta densidade) e com elevada rigidez devido ao aço revestido a polietileno;
- Resistência mecânica constante devido ao perfil em polietileno reforçado com aço;
- Versatilidade nos diferentes diâmetros entre 900 a 3000 mm;
- Tecnologia sem recurso a escavação;
- Durabilidade superior a 50 anos;
- Solução económica e competitiva em relação a outras técnicas do mercado;
- Sem necessidade de by-pass, necessita de pouco espaço para estaleiro;
- Melhora a capacidade hidráulica;
- Elevada resistência à abrasão e impacto;
- Elevada resistência química;

BIBLIOGRAFIA

SEKISUI, Submittal Support Document SPR PE, Julho 2010.

VANDAME, Éric “Réhabilitation sans tranchée de collecteurs - Introduction aux techniques spiralées” Janeiro 2015.

VANDAME, Éric “Dimensionnement Mécanique des Renovations par chemisage en place ou tubage, Setembro 2014.

VANDAME, Éric “Réhabilitation sans tranchée de collecteur gravitaire par construction d'un nouveau tuyau hélicoïdal en profilé PE renforcé acier”, Julho 2014.

ASTEE (ex-AGHTM) “Recommandations pour la Réhabilitation des réseaux d'Assainissement “, 1998.

EFICIÊNCIA NO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL COM A ADOÇÃO DO SISTEMA INTEGRADO DE BOLSA DE RESÍDUOS NO BRASIL

Elisabeth Maria Ferreira Severo¹, Hipólito José Campos de Souza²

¹ Departamento de Engenharia Civil
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (PORTUGAL)
Email: esevero00@gmail.com
web:http://sigarra.up.pt/feup/pt/uni_geral.unidade_view?pv_unidade=6

² Departamento de Engenharia Civil
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (PORTUGAL)
Email: hipolito@fe.up.pt
web:http://sigarra.up.pt/feup/pt/uni_geral.unidade_view?pv_unidade=6

Resumo

A Lei Federal Nº 12.305/2010 que dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelece que: “Resíduos da Construção Civil (RCC) são originados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras, bem como os resultantes de preparação e escavação de terrenos para construções”. Além disso, a legislação especifica a responsabilidade dos geradores pela coleta, transporte, transbordo e destinação final, objetivando a redução, a reutilização, a reciclagem, tratamento adequado dos resíduos e um menor impacto ambiental. Atualmente, algumas federações das indústrias (estaduais) dispõem de plataformas que objetivam fomentar e facilitar as transações relacionadas aos resíduos produzidos pelas indústrias associadas, entretanto, constituem-se em plataformas independentes (não integradas). A Confederação Nacional das Indústrias-CNI criou uma plataforma web desenvolvida para o funcionamento integrado permitindo a adesão pelas federações das indústrias estaduais. Das vinte e sete unidades federativas do Brasil (Distrito Federal e vinte e seis Estados), os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Mato Grosso do Sul (cerca 19% do total de unidades federativas) dispõem de Bolsa de Recicláveis/Resíduos isoladas (não integradas) e somente os Estados do Paraná, Minas Gerais, Bahia e Sergipe (15% do total de unidades federativas) participam do Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos – SIBR idealizado pela Confederação Nacional das Indústrias – CNI. Esta pesquisa tem o objetivo de apresentar os pontos positivos do sistema integrado e propor a utilização do SIBR em todas as unidades federativas do Brasil. Inicialmente, verificou-se que o sistema SIBR além de facilitar e possibilitar a efetivação de transações tais como a intermediação da venda, a troca, a doação de materiais / produtos, aluguel de equipamentos, na qual os interessados acertam os aspectos operacionais e econômicos de uma determinada transação, propiciam também reduzir custos e tempo, contribuindo com a destinação correta dos resíduos e, conseqüentemente com a conservação ambiental.

Palavras-Chave: Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos, Gerenciamento Sustentável dos RCC, Confederação Nacional das Indústrias, Construção Civil, Brasil

1. INTRODUÇÃO

Sendo a construção civil uma das indústrias que mais impacta o meio ambiente em todas as suas fases, quer na utilização de matérias primas, no transporte e no processo produtivo, especialmente pela grande geração e disposição de resíduos.

É de grande importância a criação de ferramentas que agilizem o processo de negociação dos resíduos, especialmente os resíduos da construção civil.

O Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos da Confederação Nacional das Indústrias integra os sistemas isolados existentes criando uma plataforma nacional única apresentando uma significativa redução de custos operacionais e de pessoal, agilizando as informações sobre todos os resíduos disponíveis nacionalmente, repercutindo em ganhos econômicos e benefícios ambientais.

2. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO BRASIL

Conforme Resolução Nº 307/2002 e alterações do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA do Brasil, resíduos da construção civil são aqueles provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras provenientes da construção civil, de preparação e de escavações de terrenos e de materiais como tijolos, blocos cerâmicos, madeiras, concretos, gesso, solos, telhas, rochas, metais, resinas, colas, tintas, vidros e outros.

A Lei Federal Nº 12.305/2010 estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil com conceitos bastante modernos para uma nova gestão dos resíduos, propondo a prática do consumo sustentável, incluindo o aumento da reutilização de resíduos sólidos, reforçando a hierarquia do evitar, reduzir, reutilizar, reciclar e por fim o tratamento adequado. A PNRS trouxe a responsabilidade compartilhada de todos na cadeia de geração de resíduos, os fabricantes, os importadores, distribuidores, entre outros, considerando todo o ciclo de vida dos materiais/produtos.

No sentido de integrar o gerenciamento dos resíduos, a Confederação Nacional das Indústrias (CNI) no Brasil, criou e implantou a plataforma “Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos (SIBR)” com o objetivo de integrar os dados das bolsas em uma base única dentro da unidade federativa brasileira.

3. PANORAMA DOS SISTEMAS DE BOLSAS DE RESÍDUOS NO BRASIL

As bolsas de resíduos/recicláveis são websites vinculados às Federações Estaduais de Indústrias que permitem a compra, venda, troca ou a doação de resíduos industriais – restos de plásticos, papel, madeira, sucatas metálicas, resíduos da construção civil, entre outros, que são gerados durante as atividades industriais (abril, 2015).

As bolsas de resíduos/recicláveis têm o objetivo de evitar o desperdício, o descarte indevido, reduzindo o impacto ambiental além de trazer benefícios econômicos aos participantes do sistema.

No cenário atual brasileiro verifica-se que das vinte e sete unidades federativas do Brasil, somente os Estados do Paraná, Minas Gerais, Bahia e Sergipe (15% do total de unidades federativas) correspondente a 20,1% do Produto Interno Bruto (PIB) participam do Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos – SIBR. Já os Estados que possuem isoladamente suas próprias Bolsa de Resíduos/Recicláveis são Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul (19% do total de unidades federativas) correspondente a 54,3% do Produto Interno Bruto (PIB) e o restante das Federações dos Estados brasileiros inexistem qualquer tipo de Bolsa de Resíduos/Recicláveis (66% do total de unidades federativas) correspondente a 25,6% do Produto Interno Bruto (PIB).

A seguir são apresentadas as Bolsas Isolada e Integrada de Resíduos/Recicláveis disponíveis no Brasil.

3.1 Sistemas Isolados de Bolsa de Resíduos

Com o mesmo objetivo de comprar, vender, trocar e doar os resíduos e recicláveis só que limitado a um determinado Estado. Os Estados que possuem seu próprio sistema são: São Paulo, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul.

3.1.1 São Paulo

Em 1990 começou informalmente, sendo o Estado brasileiro com maior produção de resíduos. Para participar da Bolsa de Resíduos/Recicláveis da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) é necessário que a empresa interessada submeta seu cadastro para apreciação do comitê gestor e, somente após a aprovação poderá participar da bolsa. O portal também dispõe de uma relação de prestadores de serviços relacionados ou não com a geração ou coleta de resíduos.

Como o Estado de São Paulo representa 31,4% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro é evidente que tenha o maior número de empresas cadastradas e visitantes, bem como anúncios e usuários “on.line”, apesar desses dados não estarem disponíveis para os não cadastrados no sistema.

Website: <http://apps.fiesp.com.br/bolsaresiduos/>

3.1.2 Rio de Janeiro

A Bolsa de Resíduos/Recicláveis da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) criada em 2000 em parceria com a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA) é um espaço “on-line”, gratuito e aberto para as empresas buscarem e divulgarem as informações sobre seus resíduos com a finalidade de ganhos econômicos e redução dos impactos ambientais. Os resíduos são disponibilizados por setor de atividade com suas respectivas ofertas e procuras. Mensalmente o website recebe cerca de 700 consultas. Para participar da Bolsa é necessário um cadastro prévio para que o resíduo seja divulgado. É provável que seus indicadores sejam superiores ao Estado de Minas Gerais. Website: <http://www.firjan.org.br/data/pages/2C908CE921D61B940121E97B6E7517BB.htm>

3.1.3 Rio Grande do Sul

O objetivo maior do Banco de Resíduos da Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul (FIERGS) é de reduzir, reutilizar e reciclar resíduos industriais, buscando a preservação do meio ambiente, a geração de empregos e a implantação de projetos tecnologicamente viáveis nos diversos departamentos de pesquisas das universidades conveniadas. Na composição do Banco de Resíduos há a Bolsa de Recicláveis na qual as empresas previamente cadastradas podem gratuitamente comprar, trocar, vender e doar resíduos, buscando fortalecer e criar novas oportunidades para o setor de reciclagem.

No portal há mais de 10 mil empresas cadastradas e 200 anúncios ativos.

Website: <http://www.bolsadereciclaveis.org.br/Inicial>

3.1.4 Santa Catarina

A Bolsa de Resíduos da Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina (FIESC) foi fundada em 2004 e tem o mesmo objetivo das demais bolsas. Dispõe de um portal eletrônico que tem a finalidade de identificar as oportunidades de negócios para resíduos. Para participar é necessário um cadastro prévio para acesso restrito (login e senha) e atualmente conta com 1705 empresas cadastradas e 592 anúncios ativos.

Website: <http://brfiesc.com.br/>

3.1.5 Mato Grosso do Sul

Com o objetivo idêntico das demais bolsas, para participar da Bolsa de Resíduos da Federação das Indústrias do Estado do Mato Grosso do Sul é necessário cadastro prévio com login e senha para acesso a área restrita exclusiva para as empresas que estejam disponibilizando seus resíduos.

Website: http://www.sindivestms.com.br/index.php?conteudo=canal&canal_id=34#sthash.VmYMzGni.dpuf

3.2 Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos (SIBR)

Em 2008, a Confederação Nacional das Indústrias (CNI) que representa e defende os interesses da indústria brasileira nas 27 Federações Estaduais e em 1250 sindicatos patronais com quase 700 mil indústrias perante os poderes Executivo, Legislativo e Judiciário, bem como em diversas entidades e organismos no Brasil e no exterior, propôs um projeto para interligar as Bolsas de Resíduos/Recicláveis de todos os Estados em um único portal. A CNI, em 2009, lançou um novo sistema em ambiente internet (www.sibr.com.br) “on-line” com login e senha que na ocasião pretendia atender a 10 mil empresas em todo o país, com o objetivo de padronizar as operações de compra, venda troca e doação de resíduos industriais entre as empresas de todo o território brasileiro. O sistema SIBR além de interligar todas as unidades Estaduais, também evita o desperdício, reduz o impacto ambiental e traz benefícios econômicos para todos os usuários do sistema.

Atualmente o Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos (SIBR) é composto por quatro Estados: Bahia, Minas Gerais, Paraná e Sergipe, constatando-se que não houve a adesão prevista. Outra questão importante é que as Bolsas de Resíduos/Recicláveis das Federações dos Estados do Espírito Santo, Goiás, Pernambuco e Pará que já foram ativas no sistema SIBR, hoje se encontram inativas.

Em consulta “on-line” em 11/05/2015, os indicadores globais foram de 7082 empresas cadastradas, com 46 anúncios, 17 usuários “on-line” e 675258 visitantes.

4. VANTAGENS DO SISTEMA INTEGRADO DE BOLSAS DE RESÍDUOS

A maior vantagem é a criação de um ambiente comum a todas as Federações, destacando-se a padronização, a concentração de dados e informações em uma única base de dados nacional, permitindo a geração de estatísticas das transações realizadas e as expectativas de demandas permitindo aos participantes que programem suas ações de forma mais eficaz e eficiente.

Outro aspecto de grande importância é a agilidade na busca de compradores/vendedores devido a concentração de dados em uma única base de dados, o que não seria possível se tivesse que procurar entre vários sítios individualmente.

O acesso também é simplificado já que o usuário teria uma interface padronizada (única), evitando compreender e se familiarizar com outros portais.

O cadastramento dos resíduos em um único portal reduz tempo, agiliza a visualização e facilita a comparação entre ofertas de um mesmo tipo de resíduo disponível.

5. CONCLUSÃO

Fica evidenciado a necessidade de ações que tragam o desenvolvimento de novas ferramentas de gestão de resíduos de acordo com a Política Nacional de Resíduos de Agosto de 2010 pautadas na hierarquia do “evitar, reduzir, reutilizar, reciclar e o tratamento adequado”.

O Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos traz uma maior eficiência na gestão dos resíduos, ampliando o universo de interligações entre fornecedores/compradores, reduzindo o desperdícios e custos operacionais, uma maior responsabilidade ambiental e ao mesmo tempo trazendo uma melhor tomada de decisão, repercutindo numa maior competitividade e na melhoria dos princípios e valores da sociedade.

REFERÊNCIAS

- [1] ABRIL. Planeta Sustentável. Disponível em http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/lixo/conteudo_482740.shtml
- [2] CNI. Disponível em <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/>
- [3] ECOMARAPENDI. Recicloteca. Disponível em <http://www.recicloteca.org.br/>
- [4] FIESC. Bolsa de Resíduos da FIESC. <http://www.brfiesc.com.br/>
- [5] FIESP. Bolsa de Resíduos Negócios e Meio Ambiente. Disponível em <http://apps.fiesp.com.br/bolsaresiduos/>
- [6] FIERGS. Bolsa de Recicláveis. Disponível em <http://www.bolsadereciclaveis.org.br/Inicial>
- [7] SENAC – Setor 3. 2008. Disponível em <http://www.setor3.com.br/jsp/default.jsp?tab=00002&newsID=a4392.htm&subTab=00000&uf=&local=&testeira=33&l=&template=58.dwt&unit=§id=186&leiamais=4434>
- [8] SIBR. Disponível em http://www.sibr.com.br/sibr/index_cni.jsp

A sustentabilidade do mundo tornou-se uma preocupação premente para a sociedade, especialmente para as gerações mais jovens. Recursos energéticos tornam-se mais escassos e caros. A tendência é que essas características vão piorar no futuro próximo.

A profissão da Engenharia Civil tem uma grande responsabilidade na abordagem destas duas questões globais. Engenheiros Cívicos têm os conhecimentos, as atitudes e as capacidades para ajudar o mundo a ser um lugar melhor com perspectivas positivas para o futuro. Estas são as principais motivações para o Simpósio do GEQUALTEC no Porto em 2015. Os interessados em Engenharia Civil (professores, investigadores, engenheiros, empresas, agências governamentais, associações profissionais, ONGs) são convidados a participar, compartilhar e debater ideias inovadoras, os resultados de investigação e os currículos educativos durante este evento. O Simpósio GEQUALTEC 2015 é o fórum ideal para nos encontrarmos e elaborar propostas para um futuro melhor da Engenharia Civil.

www.fe.up.pt/gequaltec2015

Organização:



Em cooperação com:



Apoio:

