Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções
CBPAT2016

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

INSPEÇÃO PREDIAL, DESEMPENHO E VIDA ÚTIL DE EDIFICAÇÕES: PROPOSTA DE SISTEMATIZAÇÃO

L. S. PACHECO
Prof. Msc. Arquiteta e Urbanista
LEME, UFRGS
Porto Alegre; Brasil
luizasegabinazzi@hotmail.com

M. BIGOLIN
Prof. Msc. Arquiteta e Urbanista
LEME, UFRGS
Porto Alegre; Brasil
morgane.b@gmail.com

D. S. ADAMATTI
Engª Civil
LEME, UFRGS
Porto Alegre; Brasil
deisesadamatti@hotmail.com

L. C. P. SILVA FILHO
Prof. PhD. Eng.º Civil
LEME, UFRGS
Porto Alegre; Brasil
lcarlos66@gmail.com

RESUMO

Edificações seguras, duráveis e em bom estado de conservação são qualidades fundamentais ao se adquirir um imóvel. No entanto, a aquisição de um imóvel novo, não significa possuir uma construção isenta de problemas relacionados ao desempenho durante a sua vida útil. Distintos fatos registrados em edificações do Brasil e do mundo relatam que em casos extremos, a perda de desempenho pode vir a gerar até mesmo acidentes graves. Tais fatos nos incitam a refletir sobre a qualidade das obras que estamos projetando e qual é o legado que estamos deixando, bem como de que maneira podemos monitorar a manutenção da qualidade almejada. Este trabalho apresenta uma discussão sobre a influência da atividade de inspeção predial no controle da perda de desempenho dos diversos sistemas construtivos durante sua vida útil e propoem uma sistemática temporal de inspeção baseada na durabilidade dos sistemas de uma edificação.
Palavras-chave: Inspeção Predial, desempenho, durabilidade.

ABSTRACT

Safe, durable and in good repair buildings are fundamental qualities to buy a property. However, the acquisition of a new property does not mean owning a building free of problems related to performance over its useful life. Different facts recorded in Brazil and the world's buildings report that in extreme cases, loss of performance can come to generate even serious accidents. These facts make us reflect on the quality of the buildings we are designing and what the legacy we are leaving, as well as which way we can monitor the maintenance of the desired quality. This paper presents a discussion about the influence of building inspection activity in the control of performance loss of several building systems throughout its service life and propose a periodic system of inspection based on the estimated durability of the building systems.
Keywords: Building Inspection, performance, durability.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção é reconhecida como o setor que menos se desenvolveu tecnologicamente nos últimos anos. No Brasil, os sistemas construtivos utilizados além de utilizar técnicas praticamentes artesanais ainda carecem de uma avaliação de desempenho final obtido. Não há a cultura de avaliação do produto ‘’edificação’’. O conceito de desempenho aplicado às construções ainda é recente e está causando importantes impactos na forma de construir no Brasil. Nos países desenvolvidos, especialmente na Europa o conceito de desempenho de edificações já está mais amadurecido e já se insere nas práticas de projeto, desenvolvimento de produtos, especificações e comunicação com os clientes.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

A principal motivação para o surgimento da metodologia de desempenho foi a necessidade de avaliação de sistemas construtivos inovadores. Recentemente com o lançamento da Norma ABNT NBR 15.575 [1] a avaliação por desempenho passou a abranger todos os sistemas construtivos destinados a edificações habitacionais. Entre as novas ideias dentro do contexto nacional para avaliação da construção, está a abordagem dos requisitos dos usuários relativos à sustentabilidade. Este requisito que por vezes é inconsciente aos usuários é, porém, muito importante para a edificação. Entre os requisitos relacionados ao conjunto da sustentabilidade encontram-se os fatores relativos à durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental. Nesta conjuntura, a vida útil dos sistemas está relacionada ao requisito de durabilidade e merece destacada importância, já que, além dos problemas associados aos custos relativos a manutenções durante a vida útil de um sistema, ainda podem ser agregados riscos aos usuários, além de implicações ambientais relativas ao fim precoce da vida útil destes sistemas.

Os conceitos definidores de durabilidade e vida útil são variados, mas todos convergem para desempenho ao longo do tempo. Durabilidade pode ser entendida, simplificadamente como qualidade ou estado daquilo que "dura" determinado período de tempo. Nireki [2] conceitua durabilidade como a habilidade de uma construção, suas partes, componentes e materiais resistirem à ação de agentes degradantes por um período de tempo. Para Soronis [3] durabilidade relaciona-se com a capacidade de uma edificação, ou partes dela, manter seu desempenho durante um tempo específico. Este considera ainda, a questão da função ou usabilidade de determinado componente, elemento ou material como durabilidade.

Entretanto, John [4] esclarece que nenhum material é intrinsecamente durável ou não; a correlação entre as propriedades do material, a agressividade do ambiente e os esforços atuantes é que vai determinar a taxa de deterioração e, consequentemente, a vida útil do material. Neste ponto, o conceito de vida útil é relacionado com durabilidade, e mais proximamente ligado à questão de desempenho. Assim, a durabilidade ou vida útil de um material irá variar também de acordo com o ambiente em que está inserido.

Silva Filho [5] define vida útil como a capacidade de um produto satisfazer, durante um período de tempo previsto na sua concepção, as exigências a ele impostas, sejam estas de origem técnica ou subjetiva (satisfação do usuário), quando exposto a um meio ambiente previamente determinado. Segundo, a ASTM E632-81 [6] vida útil é "o período, depois de entrar em utilização, durante o qual todas as suas propriedades relevantes estão acima de níveis mínimos aceitáveis, considerando uma manutenção corrente". A ISO 13823:2012 [7] insere na definição de vida útil o conceito de desempenho de projeto durante o tempo e pontua que Vida útil é "o período efetivo de tempo durante o qual uma estrutura ou qualquer de seus componentes satisfazem os requisitos de desempenho do projeto, sem ações imprevistas de manutenção ou reparo". Um conceito mais atualizado seria a da própria NBR 15575-1: Edificações Habitacionais – Desempenho – Requisitos Gerais [1] na qual vida útil é definida como "período de tempo em que um edifício e/ou sistema se prestam a atividades para as quais foram projetados ou construídos, com atendimento dos níveis mínimos de desempenho previstos nesta Norma considerando a periodicidade e a correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção (a vida útil não pode ser confundida com prazo de garantia legal ou contratual [1]).

Deste modo, ao se definir que vida útil tem relação com utilidade e função ou exigências do usuário, pode-se inferir que vida útil tem relação com sistemas ou componentes de uma edificação que possuem uma "função a cumprir". Por exemplo, o sistema fachada que possui, entre outras funções, a de vedação. Neste mesmo raciocínio a durabilidade estaria associada à degradação dos materiais formadores destes sistemas, como exemplo, um bloco cerâmico de um sistema a de fachada.

Alguns estudos [8] [9] apresentam uma versão holística e integrada dos conceitos de vida útil e durabilidade. Possan [9] apresenta uma representação esquemática da evolução dos conceitos, no caso, do estudo específico os conceitos são relativos aos sistemas estruturais de concreto armado. Porém, a representação pode ser aplicada com pequenos ajustes a qualquer outro sistema. Na Figura 1 pode-se analisar a relação.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

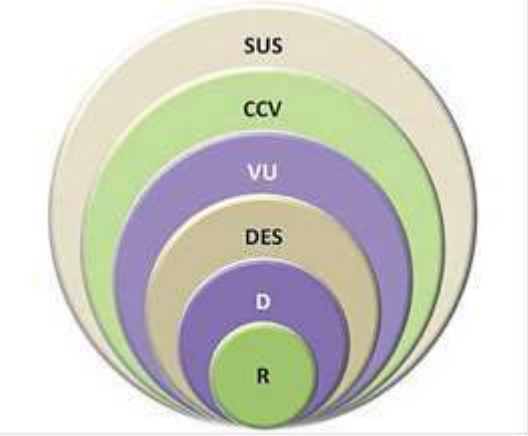


Figura 1 - Evolução conceitual do projeto das estruturas de concreto em que R=resistência; D=durabilidade; DES=desempenho; VU=vida útil; CCV=custos do ciclo de vida; SUS=sustentabilidade [9].

Pode-se observar na Figura 1, que a resistência é a primeira preocupação dos projetistas, e durante muito tempo foi a única especificação de projeto. Depois se passou para os conceitos de durabilidade associados ao desempenho para após serem inseridos os conceitos de vida útil.

É importante destacar outra definição da norma de desempenho: vida útil de projeto (VUP), que compreende o período de tempo para o qual um sistema é projetado. Este conceito reitera que os períodos são válidos desde que realizadas as manutenções necessárias para cada sistema. Os prazos e orientações para a realização das manutenções em edificações são descritas no Manual de Uso, Operação e Manutenção, documento que o proprietário recebe junto com a obra finalizada . Neste contexto, torna-se fundamental a realização de uma avaliação temporal e constante das edificações – inspeção predial, que alerte e responsabilize os diversos atores para a importância da manutenção para viabilizar o bom desempenho de todos os sistemas da edificação.

As pesquisas sobre durabilidade e vida útil dos sistemas e materiais, relacionam-se principalmente às necessidades de redução de custos com manutenção ao longo da vida útil bem como com as exigências ligadas à sustentabilidade no setor da construção civil [10]. É importante neste âmbito, conhecer as características de degradação dos materiais e como estes se comportam em cada ambiente, já que uma construção que necessite de manutenção constante e onerosa pode inverter totalmente a análise do ciclo de vida de todo o conjunto, mesmo que tenham um custo econômico e ambiental menor na fase de construção.

Para responder a estas importantes questões, são estudadas dentro do setor da construção civil diversas formas de avaliar a durabilidade e a vida útil dos materiais. Existem hoje inúmeros modelos de previsões de vida útil [11]. E as formas para avaliar a durabilidade e possibilidade de deterioração obtiveram uma enorme evolução nos últimos anos. Nestes modelos, as principais formas para levantamento de dados são baseadas na sua maioria, em inspeções em uma quantidade razoável de edificações que possuam o sistema cujo modelo busca avaliar. Estas inspeções permitem avaliar como o material ou sistema se comporta ao longo do tempo.

Além, de contribuir para a geração de modelos de previsão de vida útil, a inspeção é também considerada uma eficaz atividade para acompanhar o desempenho da edificação ao longo da sua vida útil. Além disso, a inspeção predial objetiva verificar as condições de conformidade, uso, manutenção e conservação das edificações em um determinado momento. É uma atividade de caráter preventivo, que procura evitar riscos, porém não é capaz de eliminá-los.

Segundo Silva Filho [12] e Silva [13], a inspeção predial é uma atividade básica para viabilizar o plano de gestão da construção. Para a realização de uma inspeção, é necessário, primeiramente, que se realize um ‘’exame’’ visual da construção, posteriormente uma análise e previsão e, por fim, uma indicação de ações corretivas a serem tomadas (no caso da verificação de anomalias e manifestações patológicas). Dentre os objetivos da atividade de inspeção predial, podemos pontuar: prevenção de falhas, detecção de problemas/anomalias, o acompanhamento das manifestações patológicas e o registro da evolução de problemas existentes.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

No Brasil não há em vigor nenhuma norma ou lei nacional que especifique os tipos de inspeção e qual a periodicidade indicada para cada uma. O que se pratica hoje, na maioria das cidades brasileiras, é a realização de inspeções regulares, as quais possuem periodicidade variável, de 3 a 5 anos. Em locais onde a inspeção não é cobrada com força de lei, é difícil verificar a realização desta atividade, retratando assim, a falta de cultura em conservação e manutenção da sociedade perante seu patrimônio edificado.

Esta temática da inspeção de edificações é estudada e discutida no Brasil há cerca de 25 anos por distintos autores, como Silva Filho [12][14], Ibape [15] e se faz presente em outras áreas importantes como as de obras de arte especiais (ex:. Pontes e viadutos) Abnt [16].

Após a realização da inspeção predial, é preciso que haja um registro de tudo o que foi visto durante a atividade. Este registro, comumente é denominado Laudo. É através deste documento que são registradas todas as informações verificadas durante cada um dos tipos de inspeção. O mesmo deve ser elaborado por um profissional com formação em Engenharia Civil ou Arquitetura e Urbanismo e registrado em seu respectivo conselho. Este laudo deve ser arquivado a fim de criar um banco de dados que dê suporte a atividade de manutenção rotineira, preventiva ou, se necessário, corretiva.

É importante levar em conta também que a inspeção predial deve considerar a idade da edificação. Sabe-se que há uma probabilidade maior, de que edificações mais antigas, tenham maiores problemas. Logo deve-se ter em mente que estas requerem maior atenção em um espaço mais curto em relação as demais edificações. No Brasil, vários estados – como, por exemplo, Pernambuco e Rio de Janeiro - e municípios, tais como Porto Alegre (RS), Balneário Camboriú (SC), Capão da Canoa (RS), Rio de Janeiro (RJ), entre outros, possuem leis as quais pontuam a periodicidade que cada construção deve chamar um profissional para realizar a inspeção predial. No entanto, não são todos os locais que levam em conta a idade da construção como fator relevante e preponderante para a ocorrência de eventuais acidentes ou riscos mais graves.

Outra importante questão a ser verificada ao se pensar em periodicidade para inspessões prediais é com relação a complexidade da edificação. Esta deve ser vista como um conjunto de sistemas, logo é preciso que se saiba vê-la de forma sistêmica por meio de cada uma suas partes. Cada sistema, no entanto, requer uma atenção diferente em tempos diferentes. A durabilidade dos materiais é distinta e, portanto isso também deve ser levado em conta quando a inspeção predial for realizada.

Em suma, a inspeção predial almeja garantir que as edificações sejam duráveis, habitáveis e que desempenhem satisfatoriamente suas funções durante a vida útil para a qual foram projetadas. A seguir será discutido um método que proprõe a sistematização da periodicidade da inspeção predial. Na sequência esta proposição foi confrontada com os prazos de VUP e durabilidade dos materiais de uma obra (estudo de caso) para que se verificasse a compatibilidade entre estes prazos e os intervalos propostos para inspeções.

2. MÉTODO

Dada a inexistência de uma norma brasileira acerca do tema Inspeção Predial, o estudo visa propor um modelo que sirva como base para implementação de novas leis e/ou revisão das já existentes. Para tanto, analisou-se diferentes propostas de inspeção e periodicidades estudadas anteriormente. Neste contexto, Silva Filho [12], considera a existência de cinco tipos de inspeção: Inspeção durante a execução; Inspeção cadastral; Inspeção regular; Inspeção especializada e Inspeção emergencial.

Já a Abnt [16], expõe três tipos de inspeção para pontes e viadutos: Inspeção cadastral (coleta das principais informações para viabilização das demais inspeções); Inspeção rotineira (manter o cadastro da obra atualizado e avaliar a evolução de falhas já observadas anteriormente); e Inspeção especial (realizada sempre que necessário).

Com isso, verificou-se que não há uma orientação-padrão para os profissionais da área da construção civil quanto aos tipos de inspeção e os prazos adequados para serem realizadas. A fim de aprimorar os estudos existentes na área, o presente trabalho apresenta uma proposta adaptada das proposições anteriores, com intuito de focar nas necessidades da inspeção em obras de edificações, A Tabela 1 expõe o que acredita-se ser uma prática adequada.

Tabela 1 – Modelo baseado em Silva Filho [12] [14].

Tipo de inspeção	Objetivo	Periodicidade	Proposição
Cadastral	Verificar se a edificação foi construída em acordo ao projeto aprovado pela prefeitura ou órgão responsável, bem como pontuar a possível existência de anomalias ou falhas construtivas.	Na entrega do imóvel pela construtora	Na entrega do imóvel pela construtora
Verificação Pós Ocupação	Verificar o aparecimento de possíveis manifestações patológicas decorrentes da acomodação da estrutura, falhas de execução e desgastes precoces.	-	Caráter único 3 anos
Rotineira	Ser um instrumento de gestão da manutenção e atividades de conservação da edificação.	1-3 anos (usual 2 anos)	2 anos*
Principal	Verificar o funcionamento da edificação e/ou suas partes sob o aspecto de conservação e manutenção. É através desta inspeção que deve ser pontuado alguma eventual troca de uso ou uso inadequado dos espaços. Possui caráter legal.	3-10 anos (usual 5-6 anos)	(1ª em 7 anos) Após a cada 6 anos
Especial	Enfoque em um subsistema ou área específica da edificação, como por exemplo: parte elétrica, hidráulica, elevadores, estrutura de concreto, fachadas, cobertura etc.	Quando soliticitada	Quando soliticitada
Emergencial	Realizada em casos extremos após algum acidente, aparecimento de manifestação patológica grave, ocorrência de terremotos, explosões, incêndios etc.	Após acidentes ou em casos extremos	Após acidentes ou em casos extremos

*A primeira inspeção com 5 anos a partir da Inspeção cadastral; posteriormente a cada 2 anos.

Na Tabela 1, pode-se verificar que as duas primeiras inspeções possuem carácter único, se realizam apenas uma vez durante o ciclo de vida da edificação. Essas tem como objetivo primordial, mais do que verificar problemas associados à durabilidade, analisar se existem manifestações patológicas relacionadas principalmente à erros de execução e não conformidades nos materiais. As inspeções rotineiras e pincipais passam a se deparar com os problemas de desgaste dos materiais de uma forma mais próxima, já que a edificação possuiria cinco anos de uso na primeira inspeção. As inspeções especial e emergencial seguem os objetivos e critérios dos modelos em que foram baseadas.

A fim de aplicar o modelo acima proposto, foi selecionada uma edificação, localizada em Capão da Canoa - litoral norte do Rio Grande do Sul (Brasil) - a fim de confrontar dados de vida útil dos sistemas e durabilidade dos materiais com a periodicidade de inspeção proposta no modelo. Os dados de Vida Útil de Projeto (VUP) utilizados foram os propostos na tabela C.6 da Abnt [1] e a durabilidade dos materiais, foi levantada junto aos fornecedores dos produtos utilizados na obra.

3. RESULTADOS

A edificação analisada neste estudo possui uso residencial, composto por 12 pavimentos totalizando uma área de 14.873,25m². Caracteriza-se por ser uma edificação de alto padrão, estrutura em concreto armado moldado *in loco*, construída em 2013.

A Tabela 2 baseia-se na tabela C.6 da Abnt [1]. Esta se caracteriza como um recorte de um estudo mais amplo que considera todas as partes da edificação. Assim, é apresentado o resultado parcial, selecionando-se alguns elementos, considerando a VUP e durabilidade do material que foi utilizado na edificação.

Tabela 2 – Perspectiva de VUP e durabilidade dos elementos da edificação em estudo.

Parte da Edificação	VUP	Elementos	Especificação Material	Durabilidade
Cobertura	≥13	Telhamento	Telha de Fibrocimento Ondulada 6 mm	30 anos
Revestimento Interno Aderido	≥13	Revestimento de Piso	Piso Porcelanato 60x60cm	30 anos
Pintura	≥3	Pinturas Internas	Tinta acrílica branca fosco	5 anos
	≥8	Pinturas Externas	Tinta acrílica elástica	10 anos
Impermeabilização Manutenível sem a quebra de Revestimento	≥8	Cobertura não utilizável	Manta asfáltica - 4mm	5 anos
Esquadrias Externas Fachadas	≥20	Janelas com componentes fixos e móveis	Esquadrias de alumínio com acabamento em pintura eletrostática (epóxi) branca	40 anos

É importante ressaltar que os dados relativos à VUP das partes da edificação contidos na Tabela 2, são os definidos na tabela C.6 NBR 15.575 [1]. Os dados a respeito da durabilidade dos materias foram adquiridos junto aos fornecedores dos produtos utilizados na própria obra. É possível verificar que em se tratando de sistemas, na maioria dos casos, o período de VUP é muito inferior à durabilidade do material que o compõe. Esta situação é a esperada já que este período é o mínimo que se prevê que determinado sistema deverá cumprir sua função. Entretanto percebe-se que não acontece em todos os casos, como na situação da impermeabilização a qual a durabilidade é menor que a VUP especificada pela norma. Quando nos deparamos com essa situação, constata-se que este material deverá sofrer várias ações de manutenção para acompanhar a vida útil do sistema.

A fim confrontar os dados de durabilidade dos materiais das diferentes partes da edificação em estudo, a Figura 2 ilustra uma linha do tempo que aplica as proposições de inspeção apresentadas na Tabela 1 do item 2.

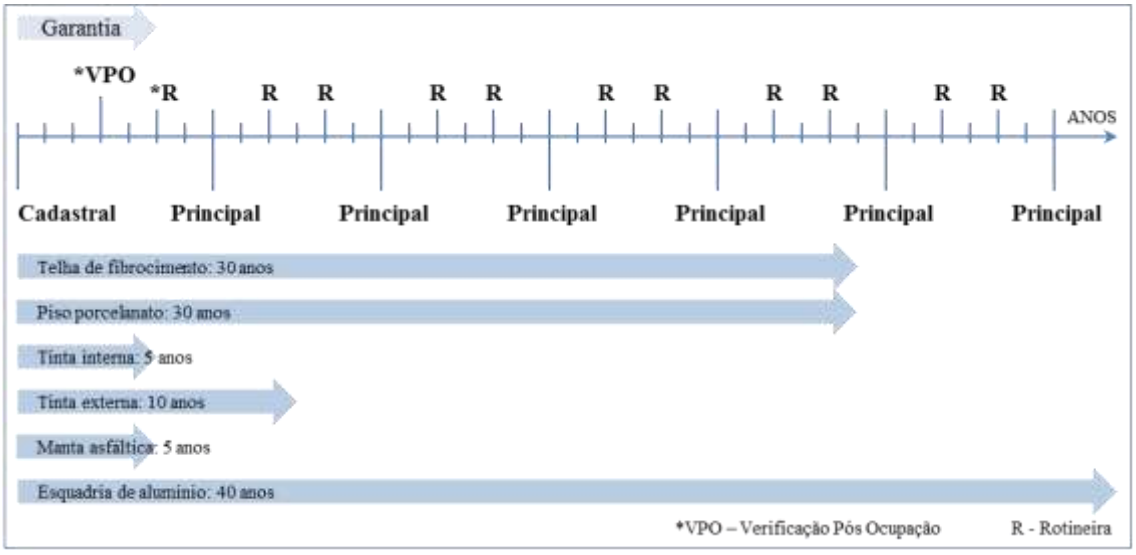


Figura 2 – Proposta dos tipos de inspeção em contrapartida aos dados de durabilidade dos materiais.

Na Figura 2 observam-se as inspeções dispostas na linha de tempo do ciclo de vida de uma edificação. São também apresentadas as inspeções que devem ser realizadas, de acordo com a proposição deste trabalho, durante o período de tempo determinado pelos fornecedores. Pode-se analisar que mesmo no intervalo de tempo dos materiais com menor durabilidade (tinta interna: cinco anos, por exemplo), são realizadas inspeções para acompanhar o desempenho dos mesmos frente aos agentes agressivos. Tornando assim, a inspeção um real instrumento de prevenção e previsão de manutenção, auxiliando na sua gestão.

ISSN 2448-1459

Por meio das diferentes inspeções delimitadas na existência da edificação em estudo, distintas características serão verificadas (condicionadas pelo tipo e objetivo da inspeção – ver item 2) e na eminência do surgimento de alguma falha ou anomalia no material, os laudos destas vistorias devem diagnosticá-los, bem como propor ações de manutenção que garantam que os materiais durem o que foi previsto ou que até mesmo, majorem a sua durabilidade.
A Figura 3 expõe o mesmo modelo apresentado na figura anterior, porém considera ao invés de materiais e sua durabilidade, os sistemas e sua respectiva vida útil de projeto – VUP.

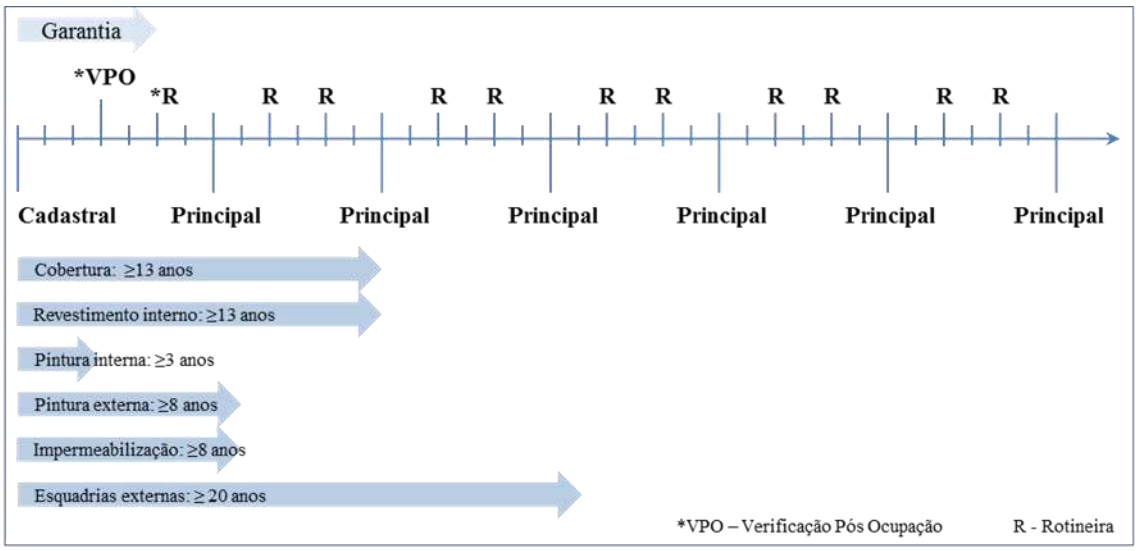


Figura 3 – Proposta dos tipos de inspeção em contrapartida aos dados de VUP.

Na Figura 3 constata-se que mesmo quando se consideram os períodos de vida útil dos sistemas todos estão garantidos com a realização de inspeções. Mesmo o caso da "pintura interna" que tem previsão de vida útil de no mínimo 3 anos. Assim, ao aproximar-se do final de sua vida útil projetada já seria realizada uma inspeção onde se apontaria a necessidade de se refazer a pintura ou realizar manutenção a fim de ampliar a VUP.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo buscou propor uma sistemática para a periodicidade de inspeções prediais, visto as necessidades específicas deste tipo de construção. Devido à ausência de normas nacionais para estes processos, este trabalho baseou-se em estudos e normas, como por exemplo, a de vistoria de pontes e viadutos.

Como se verificou necessidades especiais no caso das edificações, foi proposto neste trabalho a inspeção denomidada ''Verificação pós-ocupação (VPO)'', de caráter único, que visa constatar o comportamento da edificação frente a acomodações da estrutura, e também possíveis manifestações patológicas resultantes de erros de execução.

Foram propostas duas periodicidades para inspeções: a primeira, denominada de Inspeção rotineira, deveria acontecer com intervalos de dois anos, a fim de acompanhar a edificação e servir principalmente, como instrumento da gestão da manutenção da edificação. A segunda, chamada de Inspeção principal, de caráter legal e obrigatório, a se realizar com intervalos de seis anos, teria a função de ser um documento para acompanhamento do desempenho da edificação pelos órgãos competentes.

Ao realizar uma correlação entre os tempos de durabilidade de materiais e vida útil prevista em projeto para os sistemas com os intervalos de tempo propostos para as inspeções, pode-se inferir que estes intervalos estão adequados já que abarcam até os menores tempos de durabilidade e vida útil.

Assim este trabalho buscou contribuir para as atividades de inspeção predial e no âmbito do desempenho das edificações. Salienta-se que este estudo é parte de um projeto que visa consolidar quais são as adequadas periodicidades de inspeção para os diferentes sistemas e subsistemas construtivos, e visa ser uma contribuição junto a esta discussão, não tendo a intenção de ser conclusivo.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

5. REFERÊNCIAS

[1] Abnt - *NBR 15.575-1 – Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais,* (Associação Brasileira de Normas Técnicas), Rio de Janeiro, RJ, 2013. 71p.
[2] Nireki, T. ‘’Service life design’’. *Construction and Building Materials*, v. 10, n. 5, 1996, pp. 403–406.
[3] Soronis, G., ‘’The problem of durability in building design’’, *Construction and Building Materials*, v. 6, n. 4, 1992, pp. 205–211.
[4] John, Vanderley Moacyr., ‘’Avaliação da durabilidade de materiais componentes e edificações – Emprego do Índice de Degradação’’, Dissertação (Mestrado), Curso de Pós graduação em Engenharia Civil, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1987. 115p.
[5] Silva Filho, L. C. P., ‘’Conceitos Básicos_vida útil’’, 14 mai – 13 dez de 2013. 33p. Notas de Aula. PDF.
[6] Astm E632, ‘’Standard Practice for Developing Accelerated Tests to Aid Prediction of the Service Life of Building Components and Materials’’ (American Society for Testing and Materials), Philadelphia, 1981.
[7] ISO 13823, “General principles on the design of structures for durability”, Geneva International Standards Institution, 2012.
[8] Andrade, J. J. O., ‘’Critérios Probabilísticos para a Previsão da Vida Útil das Estruturas de Concreto Armado’’, *Revista Engenharia Civil*, v. 22, 2005, pp. 35-47.
[9] Possan, E., ‘’Modelagem estocástica da carbonatação e previsão de vida útil de estruturas de concreto em ambiente urbano’’, Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. 265p.
[10] Clifton, James R., ‘’Predicting the Service Life of Concrete’’, *ACI Materials Journal*, v. 90, n. 6, 1993, p. 611-16.
[11] Galbusera, M.M.; De Brito, J.; Silva, A., ‘’The importance of the quality of sampling in service life prediction’’, *Construction and Building Materials*, v. 66, 2014, pp. 19–29.
[12] Silva Filho, L. C. P., ‘’Princípios, Histórico de Evolução e Escopo das Inspeções Prediais’’, curso de capacitação em inspeção de estrutura de concreto, 14 mai – 24 nov de 2014. 52p. Notas de Aula. PDF.
[13] Silva, M. A. C., ‘’Conceitos e metodologia de avaliação de desempenho e a inspeção de edificações, normalização técnica e sua aplicação no projeto, execução e uso e operação de edificações’’, curso de capacitação em inspeção de estrutura de concreto, 14 mai – 24 nov de 2014. 67p. Notas de Aula. PDF.
[14] Silva Filho, L. C. P., ‘’Investigation of the Possibility of Developing an Improved Appraisal Model based on a Novel System Architecture’’, PhD Thesis, University of Leeds, England, 1999, 306p.
[15] Ibape - *Inspeção predial: check-up predial: guia da boa manutenção,* (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo), 2 ed. São Paulo: Liv. e Ed. Universitária de Direito, 2009. 319p.
[16] Abnt - *NBR 9452 – Vistorias de pontes e viadutos de concreto – Procediment,* (Associação Brasileira de Normas Técnicas), Rio de Janeiro, RJ, 2012. 11p.