

**FELIPE FREIRE ANTONOFF**

**O conceito de vida útil e o projeto do envelope de edifícios residenciais**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo para obtenção do  
título de especialista em Gestão de Projetos na  
Construção

São Paulo  
2016

**FELIPE FREIRE ANTONOFF**

**O conceito de vida útil e o projeto do envelope de edifícios residenciais**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo para obtenção do  
título de especialista em Gestão de Projetos na  
Construção

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Luciana Alves de Oliveira

São Paulo  
2016

#### Catálogo-na-publicação

Antonoff, Felipe Freire

O conceito de vida útil e o projeto do envelope de edifícios residenciais / F.  
F. Antonoff -- São Paulo, 2016.  
72 p.

Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) –  
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Poli-Integra.

1.Envelope (projeto) 2.Vida útil 3.Vida útil de projeto 4.Edifícios  
residenciais 5.Estudo de caso I.Universidade de São Paulo. Escola  
Politécnica. Poli-Integra II.t.

À eterna memória dos meus queridos avós,  
Sérgio e Renata, Vassili e Helena.

## **AGRADECIMENTOS**

À professora Luciana Alves de Oliveira, pela tempo despendido na análise deste trabalho, cuja orientação, sempre clara e concisa, foi fundamental para elaboração desta monografia.

Ao professor Silvio Burrattino Melhado, pela coordenação do curso e pela atuação dedicada ao estudo do processo de projeto na construção, através de suas aulas, seus trabalhos publicados e programas de extensão, como o Soluções.

Aos colegas de curso, Ana Carmelita, Cátia Portella, Clarissa Ávila, João Queiroz e Mariana Oliveira, pelo companheirismo e amizade na sala de aula e também fora dela (com lembranças especiais dos bares e restaurantes frequentados pós aulas).

A todos os professores, funcionários e colegas do curso de Gestão de Projetos na Construção, pelas valorosas horas de trabalho, discussão e trocas de experiência, que engrandeceram os conhecimentos adquiridos.

Aos profissionais que me atenderam e se dispuseram a auxiliar nos estudos de caso desta monografia.

Às profissionais Lenita Franco de Sena e Kim Hoffmann, pelo auxílio cotidiano no escritório PontoDois Arquitetura, em especial nos períodos que estive afastado para realizar este trabalho.

À amiga e companheira Maria Clara, por todo carinho, amor e ajuda indispensável nesse trabalho

Finalmente, à minha amada família, base fundamental da minha pessoa, pelo apoio sempre presente, em todos os momentos que precisei.

A única coisa que sabemos sobre o futuro é que ele será diferente.  
(Peter Ferdinand Drucker)

## RESUMO

A publicação da norma brasileira de desempenho para edificações residenciais (ABNT NBR 15.575:2013) foi um marco no mercado de construção civil brasileiro, atualizando e reforçando especificações de desempenho e trazendo novos conceitos, com os quais o mercado imobiliário não estava acostumado a tratar; entre eles, o conceito de vida útil e vida útil de projeto, que trouxeram muitas dúvidas aos projetistas, construtores e moradores, que passaram a ter responsabilidade por projetar, executar ou manter o edifício e suas partes por toda a vida útil.

Com a função de ter uma visão consolidadora de todo o edifício, o projeto de arquitetura acaba integrando todas as especialidades atualmente necessárias para a plena elaboração de um empreendimento imobiliário residencial, por isso seu desenvolvimento foi bastante impactado com a publicação da norma de desempenho.

Observando esse cenário, o objetivo deste trabalho é estudar a influência da norma de desempenho no projeto de arquitetura do envelope da edificação, com foco nos conceitos de vida útil e vida útil de projeto. Foi selecionado tratar do envelope do edifício, conjunto composto pelos fechamentos verticais, cobertura e esquadrias, pois este tem significativa influência na durabilidade do edifício, visto estar permanentemente exposto a uma variedade de agentes de degradação.

Para tanto, foi feita uma revisão bibliográfica sobre o conceito de durabilidade e vida útil nas construções e sobre o processo de projeto de arquitetura no mercado imobiliário, buscando analisar nas diversas etapas de projeto, onde deve ocorrer atividades que envolvam considerações de durabilidade.

Em seguida foram estudados dois casos junto a escritórios de arquitetura que atuam com o mercado imobiliário. Para cada caso foram feitas entrevistas com o arquiteto coordenador de projetos e análise de um projeto de arquitetura do envelope do edifício, sob a ótica da consideração do conceito de durabilidade e vida útil no projeto.

Por fim, são feitas recomendações para melhoria do processo de projeto de arquitetura visando atender o requisitos de vida útil inseridos na NBR 15.575.

**Palavras chave:** Vida útil. Vida útil de projeto. Norma de desempenho. Envelope de edifícios. Processo de projeto.

## ABSTRACT

The publication of the Brazilian standard of performance for residential buildings (ABNT NBR 15575:2013) was a milestone in the Brazilian construction market, upgrading and strengthening the performance specifications and bringing new concepts with which the real estate market wasn't used to deal with; among them, the concept of service life and design service life. It brought many questions to designers, builders and residents, who now have greater responsibility for design, implement or maintain the building and parts for the lifetime.

With the function to consolidate all projects developed for the entire building, the architectural project seeks to integrate all specialties currently necessary for the full development of the residential building and was fully impacted by the publication of performance standard.

Observing this scenario, the objective of this work is to study the influence of the performance standard in the architectural design of the building envelope, focusing on the concepts of service life and design service life. The building envelope was selected since it has significant influence on durability of the building, by being constantly exposed to a variety of damaging agents.

The work has carried out a literature review on the concept of durability and service life in buildings and the process of architectural design in the housing market, trying to analyze the various project stages where activities should occur involving durability considerations.

Then two cases were studied at the architectural firms that operate in the housing market. For each case, realized interviews with the coordinator architect design and analysis of a building envelope architectural design, from the perspective of consideration of the concept of durability and service life in the project.

Finally, recommendations are made to improve the architecture design process to meet the lifetime requirements inserted in NBR 15,575.

**Keywords:** Service life. Design service life. Performance standard. Building envelope. Project process.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Responsabilidades para atendimento da VUP da edificação.....	22
Tabela 2 - VUP mínima sugerida para componentes da edificação.....	23
Tabela 3 - Formulário de método simplificado de avaliação .....	33
Tabela 4 - Vida útil de projeto mínima, intermediária e superior .....	38
Tabela 5 - Fases do projeto de arquitetura .....	422

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AsBEA – Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura

ASTM – *The American Society for Testing and Materials*

BNH – Banco Nacional da Habitação

CIB – *Conseil International du Bâtiment*

CSA – *Canadian Standards Association*

DBMC – *International Conference on Durability of Buildings Materials and Components*

FMEA – *Failure Modes and Effects Analysis* (Análise do modo e efeito de falha)

ISO – *International Organization for Standardization*

MCMV – Minha Casa Minha Vida

NBR – Norma brasileira

NZBC - *New Zealand Building Code*

PIB – Produto interno bruto

RILEM – *Réunion Internationale des Laboratoires et Experts des Matériaux, systèmes de construction et ouvrages*

SBSA – *Scottish Building Standards Agency*

UNCED - *United Nations Conference on Environment and Development*

UV – Ultravioleta

VU – Vida útil

VUP – Vida útil de projeto

VUR – Vida útil de referência

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	12
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	12
1.2	JUSTIFICATIVA	14
1.3	OBJETIVO DO TRABALHO	15
1.4	LIMITES DA PESQUISA	16
1.5	MÉTODO DE PESQUISA	16
1.6	ESTRUTURA DA MONOGRAFIA	18
<b>2</b>	<b>VIDA ÚTIL E CONCEITOS CORRELATOS</b>	19
2.1	CONCEITOS DE VIDA ÚTIL (VU) E VIDA ÚTIL DE PROJETO (VUP)	20
2.1.1	Vida útil	20
2.1.2	Vida útil de projeto	22
2.1.3	Fim da vida útil	24
2.1.4	Obsolescência	24
2.2	HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DOS ESTUDOS DE VIDA ÚTIL NA EDIFICAÇÃO	26
2.3	METODOLOGIAS PARA PREVISÃO DE VIDA ÚTIL	30
2.3.1	Métodos determinísticos	30
2.3.1.1	Método Fatorial	31
2.3.1.2	Método simplificado	32
2.3.2	Métodos Probabilísticos	33
2.3.2.1	Cadeias de Markov	34
2.3.3	Métodos de Engenharia ( <i>Engineering Design Methods for Service Life Prediction</i> )	35
2.3.3.1	Aquisição de dados pelo método recursivo Delphi	35
2.3.3.2	Análise do modo e efeito de falha (FMEA - Failure Modes and Effects Analysis)	36
2.4	VIDA ÚTIL E NBR 15.575	37

<b>2.4.1 Vida útil de projeto de subsistemas</b> .....	38
2.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO .....	39
<b>CAPÍTULO 3 - PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES E VIDA ÚTIL</b> .....	41
3.1 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE EDIFICAÇÕES .....	41
3.2 CONCEPÇÃO DO PRODUTO (ESTUDO PRELIMINAR) .....	43
3.3 DEFINIÇÃO DO PRODUTO (ANTEPROJETO) .....	43
3.4 IDENTIFICAÇÃO E SOLUÇÃO DAS INTERFACES (PRÉ-EXECUTIVO) .....	45
3.5 DETALHAMENTO DE ESPECIALIDADES (PROJETO EXECUTIVO) .....	45
3.6 PÓS ENTREGA DO PROJETO .....	46
3.7 PÓS ENTREGA DA OBRA .....	46
3.8 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO .....	47
<b>4 ESTUDOS DE CASO</b> .....	48
4.1 INTRODUÇÃO .....	48
<b>4.1.1 Entrevista</b> .....	48
<b>4.1.2 Análise de projeto</b> .....	49
4.2 ESTUDO DE CASO UM – PEQUENO ESCRITÓRIO DE PROJETOS DE ARQUITETURA .....	49
<b>4.2.1 Estudo de caso um - Entrevista</b> .....	50
<b>4.2.2 Estudo de caso um - Análise de projeto</b> .....	53
4.3 ESTUDO DE CASO DOIS - ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA DE MÉDIO / GRANDE PORTE .....	55
<b>4.3.1 Estudo de caso dois – Entrevista</b> .....	56
<b>4.3.2 Estudo de caso dois - Análise de projeto</b> .....	61
4.4 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO .....	63
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	64
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	66
<b>APÊNDICE A – ESTUDO DE CASO - QUESTIONÁRIO DA ENTREVISTA</b> .....	69
<b>APÊNDICE B – ESTUDO DE CASO - CHECKLIST DE PROJETO</b> .....	71

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O mercado imobiliário brasileiro tem passado por grandes mudanças desde o início do século XXI, recuperando-se de uma estagnação de quase 20 anos, iniciada com o fechamento do BNH (Banco Nacional da Habitação) em 1986 até 2003.

O cenário começa a mudar em agosto de 2004, quando a nova lei federal 10.931/2004 é aprovada e regulamenta, entre outros assuntos, a alienação fiduciária e o patrimônio de afetação, criando maior segurança jurídica para compradores e produtores do mercado imobiliário.<sup>1</sup>

Junta-se a isto a queda de juros, elevação da renda do brasileiro, redução de impostos para materiais da cesta básica da construção civil, criação de novas modalidades de financiamento imobiliário e o programa federal “Minha Casa, Minha Vida” (MCMV). Ao final do ano de 2014, a participação do crédito imobiliário no PIB brasileiro foi a 9%<sup>2</sup>, um enorme salto frente aos 2% que apresentava no final de 2008.<sup>3</sup>

No entanto não foi apenas no aspecto financeiro que o mercado imobiliário evoluiu nesses últimos anos. Impulsionadas pelas oportunidades que surgiram, as construtoras buscaram aproveitar ao máximo o momento. Enquanto algumas abriam seu capital nas bolsas de valores como forma de se capitalizar e aumentar sua participação no mercado, outras investiam em novos métodos e tecnologias, criando sistemas inovadores que buscavam aliar um aumento de produtividade do canteiro com redução de custos.

---

<sup>1</sup> MARQUES, Washington. **História do mercado imobiliário brasileiro nos últimos 50 anos**. 2007. Disponível em: <<http://www.ademi-pe.com.br/noticias/ademinews/n65/news04.html>> Acesso em: 17 de jan. 2016.

<sup>2</sup> CAIXA ECONÔMICA FEDERAL.  **Mercado imobiliário deve fechar 2014 com 9% do PIB, diz vice-presidente de Habitação da CAIXA**. 2014. Disponível em: <<http://www20.caixa.gov.br/Paginas/Noticias/Noticia/Default.aspx?newsID=1732>>. Acesso em: 17 de jan. 2016.

<sup>3</sup> SIQUEIRA, André. **Novos alicerces para o mercado imobiliário**. Revista Carta Capital, dez. 2010. Disponível em: < <http://www.cartacapital.com.br/economia/novos-alicerces-para-o-mercado-imobiliario/>>. Acesso em 16 de jan. 2016.

Junto com o aumento do mercado, aumentou-se também o número de reclamações dos compradores de novas unidades residenciais. A maioria das reclamações refere-se à atrasos no prazo de entrega das obras, mas problemas relativos à vícios construtivos, qualidade e desempenho também representam uma parcela alta no total das reclamações contra as construtoras. A durabilidade dos elementos construtivos das unidades habitacionais também é alvo de reclamações, principalmente dos conjuntos que atendem a faixa I (0 a 3 salários mínimos) do programa federal MCMV.<sup>4</sup>

Com prazos de financiamento chegando a 30 anos, a durabilidade dos empreendimentos passaram a ser alvo de atenção das instituições bancárias, já que no caso de retomada do imóvel em caso de inadimplência, o estado de conservação do imóvel influenciará o valor obtido na retomada dele, tornando o financiamento de imóveis de baixa durabilidade uma operação claramente deficitária para os órgãos financiadores (BORGES, 2008).

Em 2013, a publicação da revisão da NBR 15.575 trouxe pontos de apoio para todas essas questões e buscou criar uma evolução qualitativa em torno da habitação como um todo.

Primeiramente publicada em 2008 e restrita a edificações de cinco pavimentos, a ABNT NBR 15.575 gerou bastante barulho. Alegando que a mesma era muito exigente, o setor produtivo da indústria da construção civil queixou-se bastante, levando a norma a ser revisada, mesmo antes de iniciar seu prazo de exigibilidade. Novas revisões foram lançadas em 2010 e 2012, mas apenas em 2013, quando foi publicada a revisão que estendia sua aplicabilidade para qualquer edificação residencial, ela passou a ser amplamente estudada e considerada pelo principais agentes do mercado.

Apesar de não trazer novos conceitos em relação as revisões anteriores, ao ter a sua abrangência ampliada, a NBR 15575:2013 conseguiu finalmente ter seu teor notado por toda cadeia construtiva, inclusive adquirentes e instituições bancárias, trazendo

---

<sup>4</sup> CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **De Olho na Qualidade já fez mais de 227 mil atendimentos.** 2014. Disponível em: <<http://www20.caixa.gov.br/Paginas/Noticias/Noticia/Default.aspx?newsID=513>>. Acesso em: 23 de jan. 2016.

definitivamente termos como “desempenho térmico e lumínico”, “durabilidade” e “vida útil de projeto” para a atenção cotidiana.

Essa atenção também se justifica pela maneira que a norma distribui a responsabilidade dos intervenientes no processo de produção de uma edificação: projetistas, construtores, fornecedores e também os moradores: todos possuem compromissos e condutas a tomar para que a norma seja contemplada e o edifício possua uma durabilidade e desempenho mínimo, garantindo o seu status de bem-durável como lhe é devido.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Dentro os itens apresentados na NBR 15575, a Vida Útil de Projeto (VUP) é o que trouxe mais questionamentos ao mercado, além de trazer responsabilidades para os três principais “*stakeholders*” dos empreendimentos residências: projetistas (planejamento); construtoras (execução) e moradores (manutenção).

Apesar de já ser objeto de normas internacionais (ISO 15.686, 2011) e publicações a mais de 25 anos (Architectural Institute of Japan, 1993), o conceito de VUP era praticamente desconhecido no mercado brasileiro de incorporação imobiliária antes de ser apresentado na NBR 15575, sendo mais divulgado entre empreendimentos de infraestrutura com utilização de concreto armado.

Pode-se perceber a importância da consideração de VUP no desenvolvimento dos empreendimentos residenciais brasileiros ao notar-se que considerando uma vida útil de 50 anos para edifícios residenciais (mínimo estabelecido pela norma), haveria uma necessidade de se construir anualmente 1,2 milhão de habitações apenas para suprir a necessidade de reposição do estoque residencial.<sup>5</sup>

Como uma nova condição no desenvolvimento de empreendimentos imobiliários, a VUP foi inicialmente relacionada erroneamente com diferentes conceitos já existentes como garantia ou mesmo vida útil real da edificação.

---

<sup>5</sup> ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15.575-1:2013** Edificações habitacionais – Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013. p. 53.

Junto disso, a ausência de informações cientificamente documentadas sobre durabilidade da maioria dos materiais, componentes e sistemas regularmente empregados na construção de empreendimentos habitacionais vem dificultando a incorporação da VUP junto aos principais responsáveis por sua determinação e emprego, que são os incorporadores/construtores e projetistas.

Considerando os sistemas e subsistemas que compõe o edifício, o envelope da edificação (conjunto composto pelos fechamentos verticais, cobertura e esquadrias) atrai grande atenção quando se trata de questões de durabilidade e manutenção, devido à sua exposição às intempéries, pois está permanentemente exposto à chuvas ácidas, radiação solar, cargas de vento, entre outros. Portanto, em função da durabilidade de cada um dos componentes construtivos (que formam cada sistema do edifício), a qual é diretamente influenciada pelos agentes de degradação, deve-se estabelecer um plano de manutenção, considerando a VUP daquele sistema. Tal plano de manutenção deve ser elaborado pelos projetistas e construtora.

Com o serviço de projeto de arquitetura sendo responsável por uma visão abrangente da edificação (ASBEA, 2015), se busca em seus produtos finais (desenhos, memoriais, especificações, etc...) a consolidação das informações fornecidas por todos os especialistas complementares, desde estrutura, hidráulica, elétrica e paisagismo, passando por consultores de sustentabilidade, esquadrias, segurança e, mais recentemente, desempenho.

Assim, ao analisar o projeto de arquitetura, se espera encontrar indícios e características de todas as especialidades desenvolvidas ao decorrer do processo de projeto, incorporando suas características essenciais aos desenhos e informações fornecidos, deixando o detalhamento mais específico para cada especialidade complementar.

### 1.3 OBJETIVO DO TRABALHO

Atentando-se a este novo cenário que se desenvolve no mercado brasileiro, no qual o aumento das exigências de durabilidade das edificações tem se tornado um importante ponto de atenção e estudo, (tanto com relação à publicação da NBR

15.575:2013 quanto com questões econômicas e de mercado), o presente trabalho objetiva analisar como o conceito de VU é considerado nos projetos de arquitetura do envelope de edifícios residenciais.

Para tanto, pretende-se observar como a consideração da VUP ocorre durante todas as etapas de projeto de arquitetura da fachada, esquadrias e cobertura (envelope) de edifícios, desde os estudos iniciais de viabilidade, passando pela entrega final do projeto e prolongando até a entrega de orientações (plano de manutenção) para elaboração do manual de uso e operação da edificação.

#### 1.4 LIMITES DA PESQUISA

O objeto desta monografia é o estudo da relação entre o conceito de vida útil e projeto e projetos de arquitetura do envelope de edifícios residenciais.

Assim, do ponto de vista de durabilidade, serão discutidos aspectos mais conceituais do que técnicos, por exemplo, critérios relativos à resistência a choque térmico e a UV (ultra violeta), não serão abordados.

Quanto aos projetos, o foco é o projeto de arquitetura visto que ele é o responsável por compatibilizar as informações de todas as disciplinas de projeto, além de determinar a solução estética da edificação, influenciando diretamente a solução técnica a ser adotada.

A intenção ao focar o estudo no envelope do edifício é de conseguir observar com mais atenção o processo de projeto, especificação e detalhamento de um importante sistema da edificação, que demandaria mais tempo de trabalho caso fosse observado a edificação por inteiro, além de dificultar a possibilidade de observar especificidades no projeto e no processo de elaboração do mesmo.

#### 1.5 MÉTODO DE PESQUISA

Para o desenvolvimento do trabalho, duas atividades principais foram desenvolvidas: levantamento bibliográfico e estudos de caso.

Com o levantamento bibliográfico procurou-se compreender a adoção e uso da VUP em outros países onde a aplicação do conceito já se encontra amadurecido, como Japão, Suécia, Canadá e Reino Unido, entre outros países. A leitura ajudou a compreender a evolução do uso da VUP nesses países, observando sua adoção pela indústria, projetistas e mercado, além de elencar os métodos e ferramentas utilizados para buscar atingir os valores de VUP estimados no início do projeto e como o acompanhamento é feito.

Os estudos de caso foram elaborados junto a escritórios que possuam em seu cotidiano o desenvolvimento de empreendimentos residenciais multifamiliares. Em cada escritório foi realizada duas atividades: primeiro uma entrevista com o coordenador de projeto, questionando a abordagem da equipe durante o desenvolvimento do projeto quanto a aspectos de durabilidade e manutenção, inclusive na pós entrega do projeto, com o acompanhamento das obras e do desenvolvimento do manual de operação e manutenção do edifício. Para o desenvolvimento desta atividade foi elaborado um roteiro constante no apêndice A deste trabalho.

A segunda atividade consistiu na análise da documentação completa do projeto (desenhos, memorial descritivo, caderno de especificações, manual de uso e operação da edificação, etc...) e na avaliação de como questões de manutenção, durabilidade e VUP foram inseridas e especificadas. Visando homogeneizar e orientar esta análise dos projetos, foi elaborado um *check-list*, constante do apêndice B.

Ao combinar os dados de ambas atividades e comparar o processo de projeto dos escritórios analisados, obteve-se uma ideia geral de como os arquitetos atuam atualmente frente a questões que influenciam a vida útil da edificação, comparando com as atuais exigências determinadas pela NBR 15.575. Ressalta-se que não se pode generalizar a atuação de todo o mercado de arquitetura apenas com base em dois estudos de caso, mas sim demonstrar mudanças e dificuldades encontradas na busca de atendimento VUP no desenvolvimento do projeto do envelope da edificação.

## 1.6 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

Capítulo 1 – Introdução: Contextualização, justificativa, objetivos, limites do trabalho e método da pesquisa.

Capítulo 2 – Vida útil e conceitos correlatos: no segundo capítulo, busca-se apresentar os conceitos de vida útil, vida útil de projeto e correlatos, demonstrando suas definições e aplicações em normas internacionais, em conjunto de um breve histórico da pesquisa e aplicação da vida útil em edificações. No final, demonstra-se como o conceito está inserido na norma de desempenho NBR 15.575.

Capítulo 3 – Processo de projeto de edificações e vida útil: neste capítulo realiza-se uma sucinta análise do processo de projeto de edificações, conforme o atual mercado imobiliário, enquanto correlaciona-se as fases de projeto com a consideração de VU.

Capítulo 4 – Estudos de caso: descrevem-se os dois estudos de caso realizados, ambos divididos em duas partes: entrevista e análise de projeto.

Capítulo 5 – Considerações finais: apresentação das conclusões deste trabalho, realizando uma conexão entre os tópicos estudados, resultando em sugestões de aprimoramento para o processo de projeto de arquitetura do envelope da edificação.

## 2 VIDA ÚTIL E CONCEITOS CORRELATOS

A publicação da norma de desempenho brasileira NBR 15575 introduziu termos pouco comuns no cotidiano dos participantes da cadeia da construção civil. Juntamente de termos como vida útil, obsolescência e desempenho, novas preocupações e responsabilidades levaram os projetistas mais atentos a buscarem maiores informações sobre o novo cenário que a norma apresentava.

Tal busca muitas vezes acabava gerando mais dúvidas do que esclarecimentos, como a confusão entre a delimitação entre vida útil e garantia, assunto que vai além do ambiente da construção civil, contando inclusive com jurisprudência no Supremo Tribunal de Justiça.<sup>6</sup>

Mesmo dentro de textos mais técnicos, como normas e códigos de construção, encontra-se diferentes conteúdos para um mesmo termo ou definições muito abrangentes, com pouca base para aplicação prática (SANTOS, 2010).

Visando o estabelecimento de um campo comum para a aplicação desses conceitos, apresenta-se nesse capítulo uma compilação dos principais termos para o estudo de vida útil, conforme apresentados nos principais documentos publicados sobre o assunto.

Estabelecida uma base comum de definições, apresenta-se a evolução do estudo de vida útil das edificações, com cronologia dos principais marcos e sua adoção nos países onde sua aplicação encontra-se consolidada.

Em seguida é demonstrado os principais métodos para previsão de vida útil para na última parte deste capítulo, expor como a VU e a VUP estão presentes na NBR 15.575.

---

<sup>6</sup> GUGLINSKI, Vitor. **Jurisprudência comentada: STJ - 4ª Turma - Direito do Consumidor. Vício oculto. Defeito manifestado após o término da garantia contratual. Observância da vida útil do produto**, 2014. Disponível em: <<http://jus.com.br/artigos/26466/jurisprudencia-comentada-stj-4-turma-direito-do-consumidor-vicio-oculto-defeito-manifestado-apos-o-termino-da-garantia-contratual-observancia-da-vida-util-do-produto-resp-984-106-sc#ixzz3owBeJ0uE>>. Acesso em: 17 de jan. 2016.

## 2.1 CONCEITOS DE VIDA ÚTIL (VU) E VIDA ÚTIL DE PROJETO (VUP)

Diversos conceitos e terminologias aparecem nos documentos estudados, alguns bem definidos em normas como a ISO 15868 e NBR 15575, outros ainda necessitando de uma consolidação mais específica. Nesse sentido, destacam-se os trabalhos de John (2001) e Santos (2010) que trazem uma grande compilação de termos traduzidos ao português, tendo como principal referência a ISO 15686-1.

### 2.1.1 Vida útil

Vida útil é o período de tempo em a performance de um material, sistema, componente ou produto qualquer é atingida ou excedida. Dessa maneira, diferentes expectativas de desempenho sobre um mesmo produto podem levar a diferentes períodos de vida útil.

Na ISO 15868-1, vida útil é definida como “período de tempo após a instalação durante o qual a edificação ou seus componentes atingem ou excedem o desempenho requerido”.

O conceito pode ser aplicado a praticamente qualquer objeto, como automóveis (tempo em que ele mantêm sua função de transporte), alimentos (vida útil igual ao prazo de validade) ou até mesmo um ser humano. Para ser atendida e até mesmo prolongada, é necessário que o uso dos materiais atendam as condições de utilização, de manutenção, de natureza e de sua vizinhança. Utilizando os exemplos citados anteriormente, uma garrafa de leite aberto apenas atenderá sua validade, se guardado sob refrigeração, assim como um carro deve trocar o óleo, pneus e realizar inúmeras outras manutenções previstas para manter-se funcionando e atingir sua vida útil pretendida.

O mesmo pode-se considerar de uma edificação, que através do desempenho dos sistemas que a compõe, permanece atendendo o proposito para o qual foi projetado. O desempenho dos sistemas e seus materiais pode e deve ser mantido acima dos níveis mínimos requisitados através de manutenções periódicas previstas já no desenvolvimento do projeto, no momento em que se estabeleceu a vida útil de projeto (VUP) dos mesmos e da edificação, conforme é ilustrado no gráfico 1 abaixo.

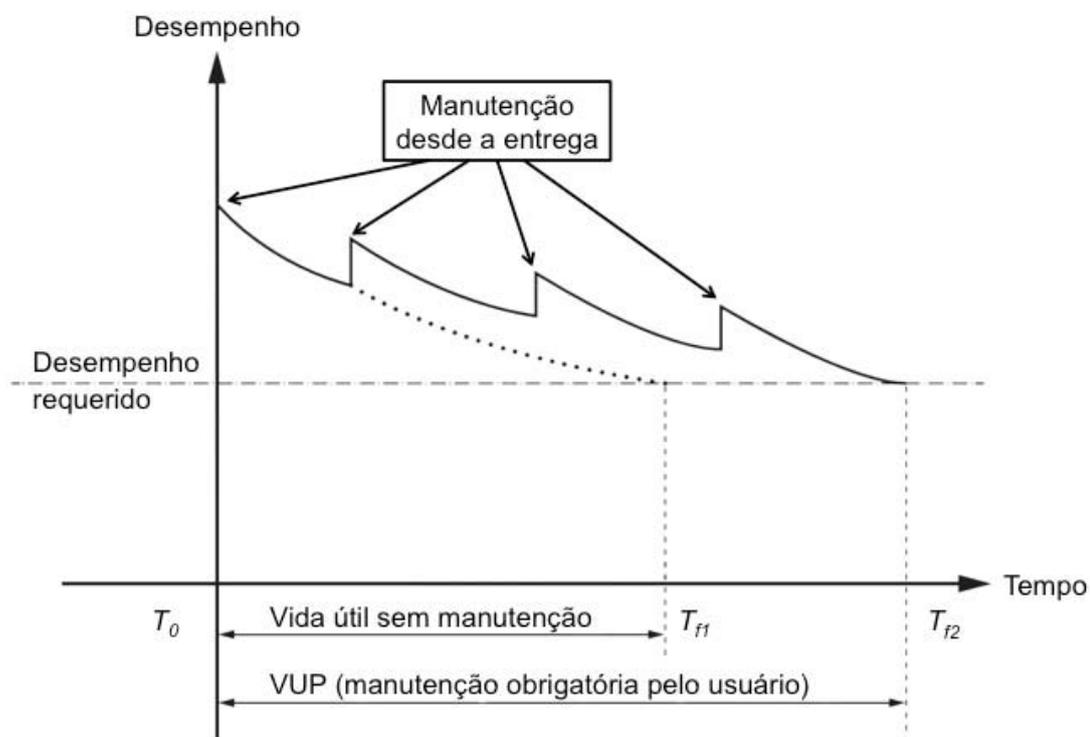


Gráfico 1 – Desempenho ao longo do tempo e vida útil

Fonte: ABNT NBR 15.575:2013

Borges (2008) indica que a responsabilidade pelo desempenho e vida útil da edificação é dividida entre quatro agentes, que ele chama de “sócios no desempenho”: Empreendedor, projetistas, construtor e usuário. A cada um deles recai uma responsabilidade diferente, que deve ser exercida em um momento diferente.

Na Tabela 1 abaixo, é descrita a função que deve ser realizada por cada responsável na cadeia de atendimento a vida útil da edificação.

	FUNÇÃO
EMPREENDEDOR	Responsável pela concepção do empreendimento e sua viabilidade, deve determinar o nível de desempenho desejado da edificação e sua vida útil, estando sempre disposto a investir recursos em propostas que atendam aos requisitos do nível escolhido.
PROJETISTAS	Informados pelo empreendedor dos níveis de desempenho requeridos, os projetistas são responsáveis por determinar soluções e especificar sistemas e componentes que atendam aos mesmos. Cientes da localização geográfica da edificação e suas condições de entorno, também são responsáveis por repassar instruções de operação e uso, assim como manutenções requeridas, para que se atinja a VU especificada.
CONSTRUTORES	Devem executar a obra conforme especificado por todos os projetista, atendendo precisamente o que foi especificado, utilizando sempre materiais, elementos e componentes de sólida procedência e aplicando-os conforme normas técnicas e melhores práticas do mercado.
USUÁRIOS	Ao adquirirem a edificação (ou parte dela, como apartamentos de um empreendimento vertical), devem conhecer a VUP estabelecida, aceitando-a e comprometendo-se a realizar as manutenções preventivas e corretivas conforme estabelecido pelos outros intervenientes nos Manuais de Uso e Operação da Edificação para atende-la.

Tabela 1 - Responsabilidades para atendimento da VUP da edificação  
 Fonte: BORGES (2008)

### 2.1.2 Vida útil de projeto

De acordo com a NBR 15575-1 (2013, p. 10), vida útil de projeto é:

[...] período estimado de tempo para o qual um sistema é projetado, a fim de atender aos requisitos de desempenho estabelecidos nesta Norma, considerando o atendimento aos requisitos das normas aplicáveis, o estágio do conhecimento no momento do projeto e supondo o atendimento da periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção.

Já a ISO 15.686-1 (2011) traz uma definição mais sucinta, definindo VUP como “a vida útil considerada pelo projetista como base para suas especificações.”

Ambas definições não trazem um importante elemento que é o proprietário do empreendimento, normalmente a incorporadora e/ou construtora, conforme expresso na norma canadense CSA S478-95 apud Santos (2010), onde VUP é descrita como “vida útil especificada pelo projetista de acordo com as expectativas (ou requisitos) dos donos do edifício ou construção”.

Assim torna mais claro que VUP é o período (em anos) que será considerado pelo projetista no desenvolvimento e especificação dos sistemas e materiais pelo qual é responsável. A determinação da VUP escolhida está diretamente ligada com a durabilidade pretendida da edificação (SANTOS, 2010), cabendo tal determinação a decisão do proprietário do empreendimento, que deverá equacionar a relação entre durabilidade X custos de construção.

Determinada a VUP da edificação, obtém-se a VUP mínima que deve ser considerada para cada sistema ou elemento da edificação. O período mínimo considerado para cada elemento da edificação é determinado pelas condições de acesso e manutenção de cada um, conforme pode-se observar na tabela da ISO 15686-1 inserida abaixo.

VUP da edificação	Componentes inacessíveis ou estruturais	Componentes com substituição cara ou difícil *	Principais componentes substituíveis	Elementos manuteníveis
Ilimitado	Ilimitado	100	40	25
150	150	100	40	25
100	100	100	40	25
60	60	60	40	25
25	25	25	25	25
15	15	15	15	15
10	10	10	10	10

NOTA 1 Componentes facilmente substituídos podem apresentar tempo de vida de projeto de três a seis anos.  
 NOTA 2 Um VUP ilimitada deve raramente ser utilizada já que reduz significativamente opções de projeto.

\* Incluindo drenagem profunda.

Tabela 2 - VUP mínima sugerida para componentes da edificação  
 Fonte: ISO 15.686-1 (2011)

### 2.1.3 Fim da vida útil

Atinge-se o fim da vida útil de um material, sistema ou edificação quando o desempenho de uma de suas funções (ou mais de uma) passa a ser inferior ao requerido no seu uso, deixando o mesmo de cumprir a função para o qual foi originalmente projetado.

Apesar de parecer de simples, a determinação do fim de vida útil pode ser de difícil definição, já que a necessidade de desempenho de um material ou sistema pode ser diferente dependendo do uso e do nível pretendido.

Ao contrário do senso comum, durabilidade não é uma propriedade do material, mas o resultado da interação entre o material e o ambiente que o cerca, incluindo aspectos de microclima. Assim, um mesmo material apresenta funções de desempenho versus tempo diferentes para diferentes condições de exposição (JOHN, 2006).

Como exemplo, podemos citar um sistema de aquecimento solar de água, instalado em duas residências, uma na região sul e outra na região norte. Ao longo dos anos, o sistema vai perdendo a sua eficiência e conseguindo esquentar menos a água em seu reservatório. No entanto, por estar localizada em uma região mais quente, a residência no norte poderá utilizar o sistema por mais tempo, já que necessita de apenas poucos graus de aquecimento na água, enquanto a residência na região sul precisa de um desempenho maior do sistema. Dessa maneira pode-se afirmar que o mesmo material/sistema pode ter uma vida útil diferente de caso a caso.

O fim da vida útil pode ocorrer por falha resultante da sua deterioração, na sua mudança de utilização ou por mudança no requisito (ver obsolescência abaixo). Conforme a causa que ocasionou o fim de sua vida útil, existem várias possibilidades de ações seguintes, indo desde uma grande requalificação da edificação (*retrofit*), mudança de uso ou até mesmo a sua demolição (AIKIVUORI, 1999).

### 2.1.4 Obsolescência

A ISO 15.868 (2011, p. 2) define obsolescência como “perda de aptidão de um determinado item para desempenhar satisfatoriamente as suas funções devido a alterações no nível de desempenho exigido.”

Algumas vezes, as edificações e/ou seus sistemas e materiais podem chegar ao fim de sua vida útil sem que haja degradação dos seus materiais e sistemas, ocorrendo o mesmo apenas por mudanças nas necessidades dos seus usuários que podem ser decorrentes de evolução tecnológica, mudança de cultura pelos usuários, razões econômicas, sociais ou desaparecimento da função da edificação (JOHN, 2006).

A obsolescência de uma edificação pode ocorrer por diversos motivos. Flanagan et al. apud Aikivuori (1999) lista os seguintes pontos que levam a obsolescência de uma edificação:

- Obsolescência econômica;
- Obsolescência funcional;
- Obsolescência tecnológica;
- Obsolescência social;
- Obsolescência de localização;
- Obsolescência legal;
- Obsolescência estética e visual;
- Obsolescência ambiental.

A obsolescência de edificações representa uma parcela significativa das intervenções e reformas realizadas em edificações. Em pesquisa realizada na cidade de Oulu na Finlândia no início da década de 1990, Aikivuori (1999) identificou em um levantamento empírico que 26% dos projetos de reforma de edifícios ocorriam por mudança de uso e apenas 17% devido a falhas decorrentes de deterioração dos mesmo.

Estando este trabalho focado no estudo da vida útil e vida útil de projeto das edificações, não será aprofundado o estudo na questão da obsolescência das edificações, mas identificamos o assunto como de muita importância para ser abordado em estudos que tratem da maximização da VU.

## 2.2 HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DOS ESTUDOS DE VIDA ÚTIL NA EDIFICAÇÃO

Os estudos de desempenho e durabilidade em edificações passaram a se desenvolver principalmente após a segunda metade do século XX, mas alguns documentos antigos trazem menções ao estudo do desempenho e durabilidade das construções.

Apesar de ser um conjunto de normas para a construção, o código Hamurabi contém a primeira menção documentada ao desempenho esperado de uma edificação (BORGES, 2008). Como um conjunto de 282 leis escritas, o código buscava padronizar as leis da Mesopotâmia e garantir uma cultura jurídica comum. O artigo 229 traz a seguinte disposição:

Art. 229 - o construtor fez uma casa para um homem e seu trabalho não foi forte, e se a casa cair e matar o dono da casa, então o construtor deve ser morto.

Apesar de não ter sido escrito como uma norma de construção, entende-se que a estrutura da casa deve ser construída de maneira a não colapsar e causar acidentes.

Já o primeiro estudo documentado sobre a durabilidade das edificações foi realizado pelo arquiteto romano Vitruvius, que em torno do ano 25 a.C. acompanhou por dois anos o desgaste de uma edificação de pedra (VITRUVIUS apud RUDBECK, 1999). Desde então, estudos diversos seguiram esse, mas de forma esporádica, até o início da década de 70, quando iniciam-se um grupo de trabalho em durabilidade de edificações pela ASTM (*The American Society for Testing and Materials*) e congressos regulares da DBMC (*International Conference on Durability of Buildings Materials and Components*).

A partir do trabalho de Frohnsdorff e Martin (1996) e Santos (2010), montou-se abaixo a cronologia dos principais eventos que marcaram o desenvolvimento dos estudos de durabilidade e vida útil das edificações:

1974 - Forma-se o primeiro grupo de trabalho na ASTM (*The American Society for Testing and Materials*) para estudo de durabilidade de

edificações (ASTM E06.22, Durability Performance of Building Construction);

1978 - Publicada a norma ASTM E-632, que trata da normatização dos testes de envelhecimento acelerado para auxílio na previsão de vida útil de componentes e materiais para edificações;

1978 - Ocorre em Ottawa, Canadá, o 1o DBMC, conferência internacional sobre durabilidade de componentes e materiais para edificações;

1980 - ISO 6240 Performance standards in building - contents and presentation: base para o desenvolvimento de normas seguintes que visassem o desempenho de sistemas e materiais para edifícios;

1982 - Formado a comissão conjunta CIB W80/RILEM - Previsão de vida útil de edifícios, materiais e componentes;

1989 - Publicação pela RILEM - Recomendações Técnicas, Metodologias Sistemáticas para Previsão de Vida Útil de Materiais e Componentes da Edificação;

1992 - Publicado o AIJ (Architectural Institute of Japan) Principal guide for service life planning of buildings;

1992 - Publicada a norma britânica BS 7543:1992 - Guia para a Durabilidade de Edifícios e Elementos, Produtos e Componentes da Edificação;

1992 - Aprovado o Código de Obras da Nova Zelândia, baseando a maioria das suas exigências em desempenho e trazendo requisitos de VUP para sistemas e componentes da edificação;

1992 - conferência no Rio de Janeiro "United Nations Conference on Environment and Development - UNCED", onde se definiu a necessidade de alcançar uma maior sustentabilidade das construções;

1993 - Formada a comissão ISO TC59/SC3/WG9 Vida Útil de Projetos de Edificações;

1995 - Publicada a norma canadense CSA S478-1995 - Diretrizes sobre Durabilidade em Edificações;

1998 - criação da ISO TC 59 SC14 (Planejamento da vida útil) para elaboração das diversas partes da ISO 15686 Buildings and Constructed Assets – Service Life Planning;

1999 - Agenda 21 (consequência da UNCED 1992) desenvolvida pelo International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB) com o objetivo de alcançar um desenvolvimento sustentável da construção;

2000 - Publicação da ISO 15686-1:2000 Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 1: General principles and framework.

Dos eventos e documentos citados acima, destaca-se o AIJ Principal Guide for Service Life Planning of Buildings, que serviu como um regulamento e guia para a provisão da vida útil das construções, seus sistemas e materiais (SANTOS, 2010). Ele foi um dos primeiros documentos publicados com um viés prático para aplicação e regulamentação de durabilidade da construções, aplicado a cada fase do ciclo de vida das construções.

Em seguida, surgiram novos regulamento regionais que tratavam da construção de edificações a partir de uma abordagem de vida útil e desempenho como o *New Zealand Building Code* (NZBC) e a norma canadense S478-9514 *Guideline on Durability in Buildings*.

A partir do ano 2000, foram lançadas as partes seguintes da norma ISO 15686, que se tornou a principal referência na normatização da vida útil de edificações, em um total de onze partes, conforme lista abaixo:

Part 1: General principles and framework (Princípios gerais e estrutura);

Part 2: Service life prediction procedures (Procedimentos de previsão de vida útil);

Part 3: Performance audits and reviews (Auditorias e avaliações de desempenho);

Part 4: Service Life Planning using Building Information Modelling (Planejamento da vida útil usando modelagem da informação do edifício);

Part 5: Life-cycle costing (Custo de ciclo de vida);

Part 6: Procedures for considering environmental impacts (Procedimentos para consideração de impactos ambientais);

Part 7: Performance evaluation for feedback of service life data from practice (Avaliação de performance para realimentação de dados de vida útil da prática);

Part 8: Reference service life and service life estimation (Vida útil de referência e estimativa de vida útil);

Part 9: Guidance on assessment of service-life data (Orientação sobre avaliação de dados de vida útil);

Part 10: When to assess functional performance (Quando avaliar o desempenho funcional);

Part 11: Terminology (Terminologia).

A ISO 15686 abrange todo o ciclo de vida da edificação, desde a sua iniciação e planejamento, passando pelo projeto, construção, comissionamento, operação, manutenção, chegando até a sua reforma, desconstrução e eliminação dos seus resíduos através da reciclagem ou reuso.

Na Parte 8: Reference Service Life and Service Life Estimation é apresentado orientações na provisão, seleção e formatação de dados sobre vida útil de referência (VUR) e como utilizar esses dados de maneira a calcular a vida útil estimada usando o método de fator, apresentado na próxima parte do presente capítulo.

## 2.3 METODOLOGIAS PARA PREVISÃO DE VIDA ÚTIL

Desde o início da formação dos grupos de estudo de vida útil nas diversas organizações, a discussão sobre métodos para a previsão da vida útil de edifícios e seus sistemas/materiais dos esteve presente junto a diversos autores e publicações, a maioria estabelecida sobre bases teóricas (HOVDE, 2002).

A partir da década de 1990, documentos publicados que descreviam métodos de previsão de vida útil e durabilidade, com Principal Guide AIJ, ISO 15686:2000, BS 1999, trazem recomendações e explicações de dados necessários para uso de seus métodos, assim como maneiras de avaliar os dados resultantes e utiliza-los de uma maneira segura.

Muitos dos documentos ressaltam que a previsão da vida útil é sujeita a muitas variáveis, como qualidade do material, condições ambientais, instalação, operação e manutenção, e não pode ser considerada uma ciência exata.

Existem três categorias de métodos para a previsão de vida útil, cada qual com suas vantagens e desvantagens, dependendo do cenário de aplicação e dados disponíveis: métodos determinísticos, métodos de engenharia e métodos probabilísticos.

Neste capítulo não pretende-se apresentar todos os métodos existentes, mas apenas demonstrar as principais existentes e suas indicações de uso.

### 2.3.1 Métodos determinísticos

Um método, ou modelo, determinístico é um modelo matemático onde as mesmas entradas produzirão invariavelmente as mesmas saídas, não contemplando-se a existência do azar ou do princípio da incerteza.

O uso de modelos desta natureza está relacionado na criação de ambientes simulados para estudos de cenários ou para criar modelos de gestão em que se busca reduzir graus de incerteza.

No entanto, quanto maior for a complexidade nas relações entre um grande número de variáveis, menos adequado se torna o seu uso, por torna-se próximo de modelos probabilístico ou estocásticos.

Por serem métodos simples e de fácil compreensão, os mesmo costumam ser criticados quando bordam eventos complexos como é o caso de fenômenos de degradação.

### 2.3.1.1 Método Fatorial

Elaborado como o método determinístico, foi apresentado através da ISO 15686-1 em 2000 e elaborado baseando-se no método apresentado no guia da AIJ 1993 (HOVDE, 2002). Atualmente é o método que possui maior aceitação na comunidade científica, possuindo também grande aplicação prática pela sua elevada operacionalidade (SANTOS, 2010).

Sua formula é bastante simples e consiste na multiplicação da vida útil de referência (VUR) por fatores relacionados com aspectos que influenciam sua durabilidade, como qualidade do material, projeto e execução, níveis de manutenção, entre outros.

A formula do Método Fatorial segue representada abaixo:

$$VUE = VUR \times fA \times fB \times fC \times fD \times fE \times fF \times fG$$

Onde:

VUE - vida útil estimada;

VUR - vida útil de referência;

fA – Fator de qualidade do material ou componente;

fB – Fator de nível de qualidade do projecto;

fC – Fator de qualidade da execução;

fD – Fator de características do ambiente interior;

fE – Fator de características do ambiente exterior;

fF – Fator de características do uso;

fG – Fator de nível de manutenção.

Valores sugeridos pela norma para adoção em cada fator:

0,80 - influência negativa

1,00 - sem influência

1,20 - influência positiva

A simplicidade da fórmula baseia-se em dois principais aspectos que devem ser de conhecimento do projetista para sua aplicação. O primeiro é a vida útil de referência (VUR), informação que deve ser fornecida pelo fabricante do material, podendo ser obtida através de observações in loco e ensaios de envelhecimento acelerado, entre outros métodos, sempre de maneira controlada e com o acompanhamento de laboratórios e institutos de pesquisas.

Já o segundo aspecto é a análise de todas as características do empreendimento, considerando desde a sua localização, construção, uso e manutenção, levando o projetista a buscar informações junto ao empreendedor e/ou construtor que vão desde a localização do empreendimento até a qualificação da mão de obra e qualidade do canteiro de obra.

#### 2.3.1.2 Método simplificado

No ano de 2007, a Scottish Building Standards Agency (SBSA – Agência Escocesa de Normas para Edificação) desenvolveu um estudo que buscava analisar a possibilidade de incluir a definição e exigência de VUP para edificações nas normas escocesas.

Além de apresentar as principais normas internacionais que regulam a vida útil de edificações e seus métodos (como a ISO 15686 e o método fatorial), o estudo da SBSA demonstra um método alternativo, mais simples que o método fatorial, mas que busca manter a classificação base de componentes como substituíveis, manuteníveis ou vitalícios. O método também inclui a classificação de elementos estruturais e não estruturais.

A principal diferença acontece no processo de avaliação dos componentes. Ao invés de basear-se em fatores, o método simplificado baseia-se na classificação dos

elementos em substituíveis, manuteníveis e vitalícios para identificar a possível VUP de cada material ou componente da edificação. Abaixo, na Tabela 3, verifica-se um modelo de ficha a ser preenchida para cada componente:

<b>Elemento:</b>		<b>Estrutural</b> Assinale:	<b>Não Estrutural</b> Assinale:
<b>Descrição:</b>			
<b>Tempo de vida máximo do elemento:</b>		(anos)	
	<b>Substituível</b>	<b>Manutenível</b>	<b>Vitalício</b>
Características do elemento			
Detalhes	<i>Inserir informações sobre cronograma de substituição</i>	<i>Inserir informações sobre cronograma de manutenção</i>	

Tabela 3 - Formulário de método simplificado de avaliação  
Fonte: SBSA – Design life of Buildings: A scoping study. 2007

Essa abordagem simplificada pode ajudar a superar muitos dos “fatores desconhecidos” que podem surgir quando utilizando o método fatorial (SBSA, 2007).

O estudo admite que esse método não traz uma riqueza de detalhes e informações se comparado com outros já desenvolvidos, mas acredita que o mesmo possa ser utilizado como uma primeira abordagem para a consideração de VUP de elementos do edifício, já imaginando-se uma versão mais detalhada em futuras revisões dos regulamentos normativos.

### 2.3.2 Métodos Probabilísticos

O uso de métodos probabilísticos para previsão da vida útil possui como característica o uso de grandes dados para a elaboração de modelos matemáticos que buscam caracterizar a degradação e incertezas que possam ocorrer no período de tempo analisado (SANTOS, 2010).

Pelo uso baseado em um grande número de dados que devem ser previamente analisados e armazenados, esses métodos exigem um trabalho periódico de levantamento e registro de desempenho do objeto analisado, sendo necessária uma boa base de informação acumulada para que suas previsões possam se tornar críveis. Assim seu emprego torna-se recomendado para ambientes onde exista certa repetição das soluções adotadas e possibilidade de acompanhamento periódico do objeto de estudo, como grandes empreendimentos de infraestrutura (MOSER; EDVARDSEN, 2002).

### 2.3.2.1 Cadeias de Markov

Dentro da matemática, a cadeia de Markov é um processo estocástico (coleção de variáveis aleatórias indexadas por um conjunto de índices) no qual a probabilidade do sistema estar em um determinado estado ( $i$ ) em um determinado período ( $n+1$ ) depende apenas do estado em que o sistema está no período presente ( $n$ ). Ou seja, em um processo markoviano, apenas interessa o estado imediato.

Dentro do estudo de degradação de materiais e sistemas, utiliza-se o modelo de Markov como método para simular a probabilidade da mudança do nível de degradação ao longo de determinado período de tempo (SANTOS, 2010). Na simulação, divide-se a estrutura em um certo número de componentes que deterioram randomicamente. Estabelece-se o principal parâmetro de deterioração para cada segmento, em conjunto com a deterioração variável de acordo com o tempo (HOVDE; MOSER, 2004).

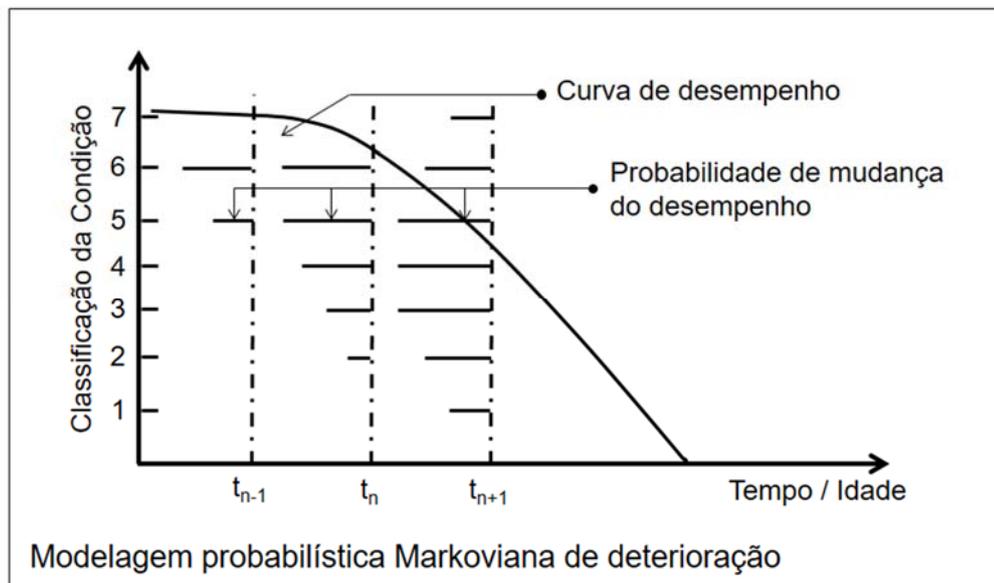


Gráfico 1 - Função de deterioração de Markov  
 Fonte: HOVDE e MOSER (2004)

### 2.3.3 Métodos de Engenharia (*Engineering Design Methods for Service Life Prediction*)

Considerados como um método que combina as vantagens de cada um dos métodos apresentados anteriormente, incorporando a simplicidade de métodos determinísticos com a incorporação de processo de degradação com dados probabilísticos, assimilando a variabilidade que ocorre em situações reais com uma abordagem menos complexa e mais acessível.

Utilizando um método de engenharia, Moser e Edvardsen (2002) demonstram uma adaptação do método fatorial para previsão da vida útil de uma fachada de vidro. Os fatores aplicados na equação alteram-se de acordo com a orientação de cada lado da fachada, gerando resultados distintos para cada um deles.

Para gerar os fatores distintos, utilizou-se o método Delphi para aquisição de dados.

#### 2.3.3.1 Aquisição de dados pelo método recursivo Delphi

O método Delphi é uma técnica de comunicação estruturada originalmente desenvolvida como um método de previsão interativo e sistemático baseado em um painel de especialistas. Nesse painel, os especialistas respondem a questionários em

duas ou mais rodadas. Após cada rodada, o organizador do painel apresenta um sumário anônimo das respostas anteriores, com suas respectivas razões de escolha. Após essa rodada, os especialistas são encorajados em revisar as suas respostas, tendo em vista a opinião de seus pares na rodada anterior. Acredita-se que durante esse processo, a amplitude de respostas será cada vez menor e que o grupo irá convergir para a resposta “correta”.

Moser e Edvardsen (2002) utilizaram o painel de especialistas para definir cada um dos fatores dentro da equação do método fatorial. Com os fatores definidos, calculou-se a vida útil de cada fachada do edifício.

Uma terceira etapa foi a revisão dos resultados e dos principais parâmetros dominantes. Essa análise mais sensível permite um ajuste fino dos resultados finais em conjunto com as experiência prática dos especialistas, chegando a um resultado bem próximo a realidade.

#### 2.3.3.2 Análise do modo e efeito de falha (FMEA - Failure Modes and Effects Analysis)

Desenvolvida por engenheiros de qualidade no final da década de 1950 para estudar problemas que poderiam advir da falha de sistemas militares, a análise do modo e efeito de falha (FMEA - sigla a partir da expressão original em inglês) é uma ferramenta de projeto usada para analisar sistematicamente falhas postuladas de componentes e identificar seus efeitos resultantes na operação de sistemas. Desenvolvido inicialmente dentro da indústria aeronáutica, teve seu uso expandido também para as indústrias espacial, nuclear, química e automóvel, demonstrando atualmente vantagens na sua utilização na indústria da construção civil (SANTOS, 2010).

Como um dado de entrada do processo FMEA são necessárias análises funcionais, baseado na experiência com produtos e processos similares, para determinar modos de falhas em todos os níveis do sistema. A partir deste ponto, a análise é utilizada para estruturar um plano de mitigação para redução da probabilidade de falhas e também na redução da severidade das mesmas, caso elas ocorram. No entanto, a probabilidade de falha apenas pode ser estimada ou reduzida

ao compreender-se seu mecanismo de falha. Idealmente, tal probabilidade pode ser reduzida para “impossível de ocorrer” ao eliminar-se a causa-raiz. Torna-se assim de suma importância a inclusão no FMEA de uma quantidade apropriada de informações sobre causas de falhas no sistema.

## 2.4 VIDA ÚTIL E NBR 15.575

Após diversas edições e adiamentos para entrada em vigor, a NBR 15.575 tornou-se válida com a sua edição de 2013 em julho do mesmo ano. As edições anteriores eram limitadas a edificações residenciais com até cinco pavimentos e se tornaram vigentes, mas sua aplicação foi postergada para possibilitar uma melhor adequação de toda a cadeia da construção civil aos novos requisitos que foram apresentados. O adiamento possibilitou a realização de uma ampla reunião com a sociedade técnica, que levou ao ajuste de alguns dos pontos na norma original. Dessa forma, chegou-se a edição atual, publicada com o objeto-foco ampliado, abrangendo edifícios residenciais de qualquer altura<sup>7</sup>.

A norma divide-se em seis partes, conforme listagem abaixo:

- Parte 1: Requisitos gerais;
- Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais;
- Parte 3: Requisitos para os sistemas de piso;
- Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE;
- Parte 5: Requisitos para os sistemas de cobertura;
- Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

A primeira parte traz todos os requisitos e critérios que serão aplicados em cada um dos sistemas avaliados pelas outras partes, incluindo um glossário dos principais termos utilizados na norma (incluindo extensas descrições de termos como “vida útil”, “vida útil de projeto”, “prazo de garantia”, entre outros), um capítulo dedicado a

---

<sup>7</sup> BATTAGIN, Inês Laranjeira da Silva. Análise do uso do concreto e seus produtos na construção de habitações sob a ótica da Norma de Desempenho. **Revista Concreto & Construções**, São Paulo, n. 70, p. 32-41, abr – jun 2013.

durabilidade e manutenibilidade, além de um anexo que é analisado o conceito de VU, VUP e durabilidade em conjunto com o desempenho da edificação e seus sistemas.

O capítulo 14 da NBR 15.575-1, que traz os requisitos que devem ser considerados nos conceitos de durabilidade e manutenibilidade da edificação, estabelece que projetistas, construtores e incorporadores são as partes responsáveis pelo estabelecimento dos valores teóricos de VUP, que deverão ser confirmadas através da aplicação de metodologias presentes em normas nacionais e internacionais, explicitando a ISO 15686 em suas diversas partes. Dessa maneira, a NBR 15.575 não estabelece uma metodologia própria de determinação e verificação de VUP do edifício e seus sistemas.

O anexo C da primeira parte da norma apresenta um estudo bem completo sobre durabilidade e vida útil.

#### 2.4.1 Vida útil de projeto de subsistemas

A norma brasileira de desempenho de edificações sub classificou a edificação em 6 sistemas, conforme a Tabela 4 abaixo, estabelecendo diferentes VUPs mínimas para cada uma delas, sendo a VUP do sistema de estrutura obrigatoriamente igual a VUP adotada para a edificação.

Sistema	VUP (anos)		
	Mínimo	Intermediário	Superior
Estrutura	≥ 50	≥ 63	≥ 50
Pisos internos	≥ 13	≥ 17	≥ 20
Vedação vertical externa	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Vedação vertical interna	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Cobertura	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Hidrossanitário	≥ 20	≥ 25	≥ 30

\* Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento à ABNT NBR 14037

Tabela 4 - Vida útil de projeto mínima, intermediária e superior  
Fonte: ABNT NBR 15.575-1 (2013)

Além dos valores mínimos para cada sistema, a norma também institui níveis intermediário e superior, buscando balizar o mercado brasileiro de construção ao que é tecnicamente possível de ser obtido, ao empregar-se materiais e componentes junto às técnicas e processos correspondentes.

A NBR 15.575-1 (no Anexo C da norma) também exemplifica a possibilidade de estabelecer a VUP de qualquer parte da edificação, parametrizando a mesma, bastando classificar a categoria da parte (substituível, manutenível ou não manutenível), o efeito das falhas do componente no desempenho da edificação e o custo de manutenção e reposição ao longo de sua vida útil.

Ao final desta parte da norma, explicita-se a necessidade do estabelecimento de programas de manutenção pelos usuários das edificações, valendo-se da inspeção predial como importante ferramenta de avaliação geral das edificações, fornecendo subsídios e orientações necessárias ao programa.

Expõe-se ainda que o conceito de durabilidade, VUP e manutenibilidade está sendo incitado pela publicação da NBR 15575, porém esse conceito extrapola tal norma e alguns critérios de durabilidade, por exemplo de componentes construtivos, não se encontram na norma, pois esta é direcionada para o sistema do edifício, ou seja, existe critério para o sistema de vedação, mas não para placa de revestimento ou fechamento que compõe esse sistema. O projetista precisa buscar essa informação com fornecedores.

## 2.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Ao analisar os aspectos correlacionados a vida útil da edificação apresentados, juntamente com o histórico de desenvolvimento da pesquisa sobre o tema e principais normas que abrangem o assunto, percebe-se um alto nível de complexidade que circunda o assunto e seus diversos ângulos.

Não espanta todas as dúvidas que surgiram entre todos os envolvidos na cadeia de construção imobiliária brasileira, quando a ABNT traz o tema para o cenário brasileiro com a publicação da NBR 15.575:2013 e estabelece critérios de VUP, sem fornecer métodos ou ferramentas claras para o seu atendimento, apenas citando fontes bibliográficas, normas estrangeiras ou ensaios técnicos para tal.

Todo o processo de adaptação do mercado à norma vem sendo longo, com discussões em diversas esferas, como as associações de classe, meios acadêmicos e entre projetistas, buscando o aprimoramento de todo o setor e tornar viável a aplicação dos conceitos na prática de projeto.

Observa-se também que apesar de ser apresentado neste capítulo metodologias para previsão de vida útil (item 2.3), sua aplicação prática no Brasil ainda não está formatada e disseminada. Estas metodologias ainda estão numa esfera mais conceitual, sendo apresentada pela ISO 15.686 e outras normas e regulamentos internacionais. Assim, não se estabeleceu ligações com essas metodologias e os estudos teóricos e práticos do processo de projeto feitos neste trabalho. As análises sobre definições de vida útil feitas foram mais qualitativas e empíricas.

## **CAPÍTULO 3 - PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES E VIDA ÚTIL**

Como forma de subsidiar a análise que o impacto da consideração da vida útil durante o processo de projeto de arquitetura, mais precisamente o envelope da edificação, o capítulo atual busca revisar e analisar a bibliografia e a prática do processo de projeto de edificações, verificando como informações de VU inserem-se neste processo.

Dentro da bibliografia estudada, destaca-se a NBR 13.531:2004 - Elaboração de projetos de edificações - Atividades técnicas, norma técnica da ABNT que estabelece as atividades técnicas de arquitetura e engenharia, padronizando suas diversas fases e conteúdo esperado em cada uma delas, e também o conjunto de Manuais de Escopos de Serviços, em especial os que tratam os serviços de arquitetura e urbanismo e coordenação de projetos.

Lançados em 2000 e revisados em 2012, os manuais foram desenvolvidos tendo como base a NBR 13.531, buscando apresentar diretrizes que tornem a responsabilidade de cada projetista mais clara, eliminando dúvidas nas relações entre contratantes, projetistas, fornecedores e construtores. Os manuais também buscam complementar a norma, com as práticas atuais do mercado imobiliário. Souza et al. (2005) citam que se anteriormente desenvolvia-se empreendimento com até seis disciplinas de projeto, hoje percebe-se um total de quinze ou mais especialidades de projetos e consultorias, como vedações verticais, impermeabilização, automação, sustentabilidade, esquadrias, entre várias outras.

### **3.1 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE EDIFICAÇÕES**

O primeiro ponto é identificar e analisar as etapas que compõe o processo de projeto da edificação e, por consequência, o projeto de arquitetura.

Na Tabela 5 abaixo, demonstra-se a correlação entre as etapa de projeto definidas pela NBR 13.531, mais antiga e sucinta, e as fases definidas no Manual de Escopo, com mais fases e atualizado com a prática corrente do mercado.

	DENOMINAÇÃO	ESCOPO	SUBFASES
FASE A	CONCEPÇÃO DO PRODUTO (Estudo preliminar conforme NBR 13.531)	Conjunto de informações de caráter técnico, legal, financeiro e programático que deverão ser levantadas e que nortearão a definição do partido arquitetônico e urbanístico, das soluções de sistemas e do produto imobiliário pretendido.	LV – Levantamento de Dados
			PN – Programa de Necessidades
			EV – Estudo de Viabilidade
FASE B	DEFINIÇÃO DO PRODUTO (Anteprojeto conforme NBR 13.531)	Definição do Partido Arquitetônico e Urbanístico fruto da análise e consolidação das informações levantadas na etapa anterior.	EP – Estudo Preliminar
			AP – Anteprojeto
			PL – Projeto Legal
FASE C	IDENTIFICAÇÃO E SOLUÇÃO DE INTERFACES (Projeto básico ou pré-executivo conforme NBR 13.531)	Consolidação do Partido Arquitetônico considerando a interferência e compatibilização de todas as disciplinas complementares e suas soluções balizadas pela avaliação de custos, métodos construtivos e prazos de execução.	PB – Projeto Básico
FASE D	DETALHAMENTO DE ESPECIALIDADES (Projeto executivo conforme NBR 13.531)	Detalhamento geral de todos os elementos, sistemas e componentes do empreendimento gerando um conjunto de informações técnicas claras e concisas com objetivo de fornecer informação confiável e suficiente para a correta orçamentação e execução da obra.	PE – Projeto Executivo
FASE E	PÓS ENTREGA DO PROJETO	Garantir a plena compreensão e utilização das informações de projeto, bem como sua aplicação correlata nos trabalhos de campo.	
FASE F	PÓS ENTREGA DA OBRA	Analisar e avaliar o comportamento da edificação em uso, para verificar e reafirmar se os condicionantes e pressupostos de projeto foram adequados e se eventuais alterações, realizadas em obra, estão compatíveis com as expectativas do empreendedor e usuários.	<i>As Built</i>

Tabela 5 - Fases do projeto de arquitetura

Fonte: Manual de Escopo de Projetos de Arquitetura e Urbanismo, AsBEA 2012 e ABNT NBR 13.531:1995

Analisando a relação entre as fases definidas pelas duas fontes, percebe-se um grande alinhamento entre elas, mas com os Manuais de Escopo criando subdivisões das primeiras etapas, ressaltando grande importância das mesmas, e estabelecendo fases que ocorrem após a entrega do projeto, demonstrando que os serviços dos projetistas deve continuar a ocorrer durante o desenvolvimento e entrega da obra.

Para a análise do processo de projeto a seguir, será adotado as fases contidas no Manual de Escopo, por entender que a mesma descreva de forma mais completa todo o desenvolvimento, mas mantendo a correlação com a nomenclatura padrão da NBR 13.531.

### 3.2 CONCEPÇÃO DO PRODUTO (ESTUDO PRELIMINAR)

Nesta etapa inicial do processo de projeto, busca-se primeiramente realizar um levantamento completo de todas as condicionantes que envolvem o empreendimento, tanto de caráter técnico (condições e característica do terreno e entorno, zoneamento, restrições legais, etc.) como de caráter mercadológico (usos previstos, mercado-alvo pretendido, características básicas do empreendimento).

Conforme Souza et al. (2005), a ênfase a ser dada em cada um desses aspectos depende do tipo de cliente e especificidades do empreendimento.

Pela experiência do autor, entende-se ser esse o momento em que deve ser definida a VUP do edifício e, conseqüentemente, de cada sistema que o compõe. John (2006) expõe que “a estimativa de vida útil de um produto nas condições de uso é um dos requisitos para a realização de uma análise do ciclo de vida de produto”. A estimativa também é importante para a avaliação do desempenho econômico global do produto, considerando custos de manutenção e mesmo de demolição.

Assim, determinando-se VUP pretendida logo no início do desenvolvimento do projeto, estabelece-se uma base para melhor análise da viabilidade do empreendimento, com todos os projetistas iniciando seus serviços com essa informação disponível.

Na finalização da etapa, todas as informações devem ser compiladas em documentos como briefing, programa de necessidades e relatórios diversos, que irão subsidiar o trabalho dos envolvidos nas etapas seguintes.

### 3.3 DEFINIÇÃO DO PRODUTO (ANTEPROJETO)

Com a finalização da etapa anterior e contratação de todos os projetistas e consultores necessários, inicia-se a fase de definição do produto, onde será desenvolvido todo o partido arquitetônico e os demais elementos da edificação, consolidando todas as informações necessárias e verificando sua viabilidade econômica, física e legal (ASBEA, 2012).

Em um primeiro momento o projetista de arquitetura deve desenvolver o estudo preliminar, atendendo aos requisitos e restrições identificadas na etapa anterior. Com

a aprovação do estudo apresentado, solicita-se aos demais projetistas e consultores que analisem a proposta e emitam seus comentários iniciais, juntamente com definições prévias, como o sistema estrutural e croquis de locação e pré-dimensionamento de elementos da estrutura, sistemas hidráulicos e elétricos e croquis dos espaços técnicos necessários, entre outros.

Com os estudos completos em mão, realiza-se a consolidação do estudo preliminar, que irá gerar a base para desenvolvimento dos anteprojetos (SILVA; SOUZA, 2003).

Nesse momento, com as soluções ainda em caráter preliminar, não se encontram elementos suficientes para uma análise mais profunda sobre VU e manutenção dos sistemas da edificação. A maior responsabilidade nesse aspecto encontra-se com o projetista de arquitetura, que deve cuidar para que a forma da edificação, resultada do estudo preliminar, não crie espaços de difícil acesso ou inacessíveis, que prejudiquem a manutenibilidade do edifício e de suas partes. É também importante que todas as definições de soluções e sistemas tenham considerado a VUP estabelecida na etapa anterior.

A evolução dos estudos apresentados, inter-relacionando-os, irá gerar a solução preliminar dos demais sistemas, como fachada, cobertura, pisos, acabamentos internos e externos e outros.

Pela experiência do autor, essas definições ocorrem normalmente em conjunto com o contratante e realizando consultas junto aos fornecedores. Para subsidiar a escolha, solicita-se informações técnicas, catálogos e amostras dos materiais que pretende-se selecionar, devendo ser requerido também informações sobre durabilidade e manutenção. É importante que haja o registro das informações recebidas, pois serão utilizadas em etapas posteriores, como especificações técnicas no memorial descritivo e Manual de Proprietário, ou mesmo subsidiar a decisão de algum ensaio técnico necessário *in loco*.

A consolidação dos anteprojetos irá gerar a base de desenhos e informação destinados a elaboração dos respectivos Projetos Legais, destinados ao protocolo em diversas entidades públicas, necessário para concessão do alvará de construção e da incorporação imobiliário, que permitirá a comercialização das unidades do empreendimento (SOUZA et al., 2005).

### 3.4 IDENTIFICAÇÃO E SOLUÇÃO DAS INTERFACES (PRÉ-EXECUTIVO)

Regularmente chamada Projeto Básico ou Pré-Executivo, esta etapa inicia-se após a obtenção das autorizações de construção junto aos órgãos públicos competentes e visa consolidar todas as soluções e decisões necessárias para o intercâmbio entre os envolvidos no processo (ASBEA, 2012).

Portanto, nesta fase busca-se a definição completa de todas as características das tecnologias construtivas e especificações de materiais, considerando todos os requisitos definidos anteriormente para cada sistema, incluindo durabilidade e manutenção, estabelecendo critérios técnicos que possibilitem a escolha de alternativas para um mesmo sistema (SILVA; SOUZA, 2003).

O projeto resultante dessa etapa deve possuir todas as interfaces entre as diversas especialidade resolvidas, através da negociação das soluções de suas interferências, possibilitando a realização de avaliações confiáveis de custos, métodos construtivos e cronograma de execução (SOUZA et al., 2005).

### 3.5 DETALHAMENTO DE ESPECIALIDADES (PROJETO EXECUTIVO)

A partir dos produtos aprovados da etapa anterior, executa-se o detalhamento de todos os elementos construtivos do empreendimento, gerando uma base de referências capazes de permitir a perfeita avaliação dos custos e prazos de construção, além da plena compreensão de todos os serviços a serem executados (ASBEA, 2012).

Silva e Souza (2003) afirmam que, caso tenha sido assegurada a plena troca de informações na fase anterior, o desenvolvimento do projeto executivo ocorre com os projetistas trabalhando de maneira independente, com pouca troca de informações entre eles (salvo em caso de alterações de definições e soluções anteriores, o que acarretaria em um retorno a fases anteriores de projeto).

Com relação às considerações de durabilidade e manutenção da edificação, entende-se que essa etapa seja de extrema importância para que o projeto de produção da edificação continue levando esses aspectos em consideração, tanto na especificação de sistemas, materiais e elementos que sejam manuteníveis e/ou substituíveis, quanto no desenho e indicação de equipamentos e espaços técnicos que permitam a realização das atividades de manutenção do edifício.

### 3.6 PÓS ENTREGA DO PROJETO

Etapa que já não consta com nenhuma fase correlata na NBR 13.531:2004, a Pós Entrega do Projeto visa assegurar que todo o projeto e suas informações sejam plenamente compreendidas e bem aplicadas no canteiro de obras.

Conforme os manuais de escopo da AsBEA e AGESC, as atividades previstas nesta etapa vão desde a apresentação dos projetos executivos à equipe de obras, esclarecendo desde a organização dos documentos até soluções técnicas adotadas, passando por visitas (solicitadas ou não) a obra, até a resposta as solicitações de esclarecimento dos projetos e eventuais revisões que possam ser necessárias.

Por final, deve-se realizar uma análise crítica do manual de utilização e manutenção das áreas comuns e privativas do edifício, avaliando a coerência das informações contidas no manual com as definições e especificações dos projetos executivos e “*as built*”, sugerindo adequações em divergências que possam existir no texto. Silva e Souza (2003) avaliam que deve ser parte do escopo e contrato dos projetistas “o fornecimento das partes referentes às orientações relativas a sua especialidade.”

### 3.7 PÓS ENTREGA DA OBRA

Nesta fase, última do processo de desenvolvimento do projeto de edificações, busca-se realizar uma avaliação completa de todo o processo, analisando desde se pressupostos iniciais foram corretamente definidos, passando pelo exame de eventuais alterações realizadas em obra, até uma completa avaliação pós ocupacional (APO) junto aos usuários do empreendimento.

À coordenação de projetos, junto do empreendedor, cabe a consolidação da avaliação dos projetistas de projetos, alimentando o sistema de qualificação de projetistas do contratante. Juntamente com a APO, que deve ser realizada pelo menos após seis meses de ocupação da edificação, o empreendedor possuirá um importante ferramenta para avaliação dos sistemas construtivos empregados, soluções especificadas, produtos, fornecedores e a também da própria execução da obra (SILVA; SOUZA, 2003).

### 3.8 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Analisando todas as etapas de desenvolvimento do projeto de arquitetura com enfoque no mercado imobiliário, conclui-se que existe a presença de atividades que envolvam a análise da VU de elementos e materiais da edificação em todas elas.

Percebe-se também as diferentes responsabilidades e presença de todos os envolvidos em diferentes etapas, demonstrando a importância de uma eficiente coordenação de projetos para o bom andamento do processo.

A realização dos estudos de caso, no próximo capítulo, buscará identificar na prática o impacto da consideração de VU no processo do projeto de arquitetura do envelope da edificação (além dos outros objetivos deste trabalho).

## 4 ESTUDOS DE CASO

### 4.1 INTRODUÇÃO

Após mais de dois anos de vigência da NBR 15.575:2013, o presente trabalho buscou analisar qual foi o impacto da mesma no desenvolvimento do envelope da edificação no projeto de arquitetura. Para conseguir tal informação, realizaram-se dois estudos de caso com duas empresas de arquitetura com perfis diferentes e que atuam em condições de mercado também bastante distintas.

Adotou-se o estudo de caso como método de pesquisa pelo fato de estarmos lidando com o estudo de um evento contemporâneo, buscando responder questões de “como” e “porque”, explorando uma situação onde a ação estudada ainda não possui resultados claros ou específicos, conforme definido por Yin (1989).

Os estudos de caso foram realizados através de duas etapas distintas:

#### 4.1.1 Entrevista

Com um roteiro de perguntas já elaboradas (disponíveis no apêndice A), realizou-se uma entrevista presencial com o arquiteto coordenador do escritório, tratando de assuntos que iniciavam na caracterização do escritório, verificando seu tempo de existência e quantidade de projetos já elaborados, passando pela metodologia de desenvolvimento do projeto do envelope das edificações até a consideração de vida útil e vida útil de projeto na especificação e detalhamento do mesmo.

As perguntas centraram-se no cotidiano do escritório como um todo, sem focar em um projeto específico nesta etapa, buscando verificar como é a consideração da VU dos sistemas que compõe a fachada

#### 4.1.2 Análise de projeto

A segunda etapa consistiu na análise de toda a documentação disponível do projeto de arquitetura, focando nas informações que descreviam o envelope da edificação, tanto de maneira gráfica (através de desenho em plantas, cortes, elevações, detalhes, etc....) quanto escrita, com memoriais descritivos ou notas nas peças gráficas.

Analisou-se também, quando disponível, informações que complementassem o projeto do envelope elaborado pelos responsáveis pela arquitetura, como documentos elaborados por consultores especializados em acústica, térmica, esquadrias, entre outros.

O *check-list* utilizado como base para análise dos projetos estudados encontra-se no apêndice B do presente trabalho.

#### 4.2 ESTUDO DE CASO UM – PEQUENO ESCRITÓRIO DE PROJETOS DE ARQUITETURA

O primeiro estudo de caso foi realizado com um pequeno escritório de arquitetura localizado em São José dos Campos, município localizado no interior do Estado de São Paulo.

Apesar de pequeno, contando com um total de quatro arquitetos em seu quadro de funcionários, o escritório conta com bastante experiência, com vinte e cinco anos passados desde a sua fundação e mais de um milhão de metros quadrados projetados, com a tipologia indo desde residências e edifícios comerciais e residenciais até shopping centers, hotéis e centros educacionais. Considerando o mercado imobiliário residencial, o escritório conta com cerca de quarenta projetos de empreendimentos residenciais elaborados, sendo que oito deles estão em desenvolvimento.

#### 4.2.1 Estudo de caso um - Entrevista

Descreve-se a seguir a compilação das entrevistas realizadas com o sócio arquiteto deste estudo de caso.

Considerando o envelope da edificação, o principal critério considerado na escolha das soluções especificadas são as tendências presentes no mercado imobiliário, conforme vertente solicitada pela incorporadora.

O entrevistado cita que em alguns casos, as incorporadoras deixam o estilo mais livre, enquanto outras já solicitam qual deve ser o estilo de fachada a ser seguido. Com essa definição, já se tem em vista o material a ser utilizado: por exemplo, com a escolha do estilo neoclássico, segue-se para uso de massa texturizada em conjunto com molduras em EPS (poliestireno expandido). Já a adoção de um estilo mais contemporâneo permite o uso mais extenso de vidro e cerâmica.

No momento de realizar as especificações técnicas da solução definida para o envelope da fachada, as mesmas são designadas preliminarmente com um viés mais econômico, de forma a viabilizar o empreendimento dentro da faixa de preço pretendida. Assim atende-se também uma questão comercial, de que o empreendimento deve ser vendido (considerando todas as informações contidas em de imagens de publicidade, plantas ilustradas, memoriais de venda, etc...) o mais próximo do que será executado, chegando em uma etapa de pré-executivo de maneira bem rápida.

Soluções técnicas mais avançadas, como no caso de edifícios comerciais com pele de vidro, desenvolve-se o trabalho em conjunto com consultorias especializadas, que trazem a melhor solução para o objetivo estético pretendido pela arquitetura.

Com a nova norma de desempenho e o surgimento das consultorias especializadas nela, novos requisitos surgiram, que já devem ser considerados desde o início no estudo preliminar, mas ainda assim, determinações mais técnicas são sempre realizadas pelas incorporadoras/construtoras, devendo ser acatadas e incorporadas no projeto arquitetônico.

Quanto a consideração de questões de manutenção e durabilidade na especificação do envelope da edificação, o entrevistado realiza uma extensa pesquisa através de

publicações especializadas e feiras do setor, tanto para questões de forma (estética) quanto para características técnicas.

O arquiteto cita o caso de um empreendimento no litoral, no qual o empreendedor necessitava de uma solução técnica mais acessível financeiramente e, dependendo das condições de mercado na época do lançamento do empreendimento, o revestimento poderia ser “atualizado” para uma melhor solução. Assim, pesquisou-se soluções de menor custo, como massas texturizadas que possuísem resistência a maresia, mas que fosse mais barata que um revestimento cerâmico. Foi levantada a necessidade e periodicidade de manutenção de ambas as soluções, para comparação do custo global das mesmas.

Mas mesmo com o processo de manutenção pensado, acontece da construtora alterar a especificação do material escolhido por questões de negociação com fornecedores, assim o escritório não chega a repassar essas informações de maneira oficial, ficando a cargo da relação entre construtora e fornecedor o estabelecimento dos processos de instalação e manutenção das soluções finais.

Mesmo assim, o arquiteto menciona sempre manter-se em vista a exequibilidade e manutenção do envelope da edificação durante o desenvolvimento de todas as etapas do projeto de arquitetura.

Questionado sobre a participação do escritório durante a elaboração do Manual de Uso e Operação da Edificação e/ou Manual do Proprietário, o arquiteto conta que já houve casos em que existiu uma pequena participação do escritório, na forma de verificação e revisão dos mesmos, mas no geral o escritório é contatado apenas para realizar algum detalhe específico para ser incluído no manual, sem ter participação ativa no seu conteúdo.

Ao entrar nas questões que tratam mais especificadamente da NBR 15.575:2013, questiona-se o entrevistado sobre o conhecimento do escritório e seus colaboradores com relação à norma de desempenho e seus principais aspectos. Informa-se que o escritório possui conhecimento da norma e sempre busca a qualificação da equipe quando possível, além do conhecimento obtido através do contato com consultorias contratadas pelos clientes para assessorar o cumprimento do atendimento à norma.

No entanto, o arquiteto reconhece que essa atualização vem ocorrendo mais pela pressão do mercado, que passou a exigir que o escritório atenda aos requisitos da mesma.

Quanto à consideração da vida útil antes da publicação da norma, a mesma estava incluída dentro do processo inteiro de escolha dos materiais para a edificação, mas não como um item principal. Buscava-se mais informações de desempenho em obras que já haviam sido aplicadas, se houve reclamações de moradores, patologias, etc... Mas sem uma documentação específica das informações levantadas.

Já com a norma editada e vigente após julho de 2013, notou-se uma maior exigência de clientes específicos para atendimento de seus requisitos, mas o arquiteto ressaltou que se espanta com algumas incorporadoras e construtoras que não possuem ideia alguma sobre a norma de desempenho.

Ele alega que isso pode ser decorrência de um grau de informalidade que existe no mercado local, onde investidores juntam-se em grupos para formar parcerias e contratam construtoras terceiras para executar a obra. Por não possuírem formação técnica, o grupo acaba tendo um nível de exigência mais baixo com a construtora e o edifício final.

Junto aos clientes que buscam seguir todas as exigências técnicas em suas construções, observa-se a contratação de consultorias especializadas para realizar análises em todos os projetos, sob a ótica dos requisitos exigidos pela NBR 15.575:2013.

O arquiteto acredita que ainda há muita mudança a ocorrer na relação com as construtoras, tendo em vista que ela ainda não conhece nenhuma edificação que foi entregue com a vigência da norma de desempenho. Ela também cita que uma tendência do mercado será de utilizar o atendimento da norma como fator positivo na publicidade para comercialização dos edifícios.

Com relação às alterações em seus processos internos após a vigência da norma, menciona-se o aumento de requisitos a serem atendidos por todos os projetistas envolvidos no desenvolvimento do empreendimento, que repassam novas questões que devem ser absorvidas pela arquitetura e que necessitam de consideração desde

o início do desenvolvimento do projeto, tornando necessário um maior desenvolvimento do projeto em etapas iniciais, como estudo preliminar e anteprojeto, com um maior número de definições nessas etapas, tendo grande influência no cronograma de desenvolvimento de todos.

Outro ponto tratado foi com a exigência de Vida Útil de Projeto (VUP) e o impacto de sua consideração nas diversas etapas de projeto. O arquiteto afirma que existe uma integração grande entre a arquitetura e outros projetistas, como estrutura por exemplo, para que possa ser atendida a VUP mínima no empreendimento. Até o presente momento, não se chegou a realizar nenhum estudo específico para analisar se as soluções propostas atendem ou não a VUP necessária, mas busca-se especificar componentes que tenham uma qualidade superior ao que era especificado anteriormente, como caixilhos e vidros de linhas superiores.

#### **4.2.2 Estudo de caso um - Análise de projeto**

O projeto analisado no presente estudo de caso é um empreendimento residencial de médio padrão, um bloco e quinze pavimentos, totalizando 52 unidades autônomas com aproximadamente 97 metros quadrados, numa configuração padrão de três dormitórios, localizado no bairro Jardim Aquarius, no município de São José dos Campos.

Implantado em um terreno com 1150 m<sup>2</sup>, o empreendimento também conta com dois pavimentos subsolos, para guarda de veículos automotores e área de lazer composta por salão de festas e jogos, sala de ginástica, churrasqueira coletiva, piscina coberta e aquecida e sauna.

A verificação inicial dos documentos disponibilizados pelo escritório responsável pelo projeto de arquitetura mostra uma realização completa dos desenhos necessários a execução da obra. Existem plantas de todos os pavimentos, além de todas as fachadas e um bom número de cortes realizado por diversas partes da edificação. As elevações representam uma fachada em estilo neoclássico, incluindo desenhos dos detalhes das molduras em EPS.

O detalhamento realizado conta com a ampliação de todas as áreas molhadas, como banheiros, cozinha e vestiários, além de ampliações diversas com cortes e elevações das paredes internas. Detalha-se também todas as portas e esquadrias, com plantas e elevações ampliadas de todos os elementos.

Já o Memorial Descritivo apresentado contém apenas descrição sucinta do edifício, com a definição dos acabamentos de cada ambiente.

Em uma análise mais generalista, observando todos os sistemas da edificação, pode-se observar a existência de poucas informações não gráficas (como notas, descrições e chamadas) disponíveis nas peças de projeto. Tais informações poderiam indicar requisitos a serem atendidos, como normas, índices técnicos ou mesmo orientações gerais. Isso se estende a todas as especificações dos materiais de acabamentos, que são indicados apenas através de suas características físicas gerais (como cor e tamanho) e fabricante.

Quanto as soluções de forma, espaços e elementos previstos que permitam uma plena manutenção da edificação, mesmo em suas áreas de acesso mais complicado, o projeto mostra-se bem resolvido, com acessos previstos em shafts que necessitam de inspeções frequentes e escada marinheiro para acesso ao último pavimento, de acesso a caixa d'água superior. Apenas a cobertura da piscina climatizada tem manutenção mais complicada, sendo necessário o uso de escada portátil para acesso.

Após análise das características e soluções gerais do projeto de arquitetura, seguiu-se para um estudo pormenorizado dos sistemas que compõe o envelope da edificação, iniciando pela solução de fachada apresentada.

Pelas informações demonstradas no conjunto de todos os documentos apresentados, poucas informações técnicas podem ser extraídas. Através das plantas e elevações, identifica-se que a solução escolhida foi o uso de alvenaria revestida externamente com massa texturizada e internamente com pintura branca sobre gesso. Não é indicado o tipo de alvenaria a ser utilizada e a indicação de sua espessura consta apenas em cotas nas plantas. A documentação também não traz nenhuma indicação a processos de manutenção requeridos para a solução especificada.

As especificações da solução de cobertura seguem da mesma maneira, apenas com informações gráficas e poucas determinações técnicas. A cobertura da edificação foi solucionada com telhado de fibrocimento 8mm com inclinação de 9% sobre a laje do último pavimento. A espessura do telhado e sua inclinação são as únicas informações complementares existentes e não se localizou cortes ou detalhes que demonstrassem a estrutura do telhado ou seu encontro com a platibanda. Também não existe indicação de rufos ou sistemas complementares ao telhado.

Para acesso a cobertura e sua manutenção, nota-se que a posição e dimensão da calha de concreto foi determinada para que a circulação de manutenção fosse realizada sobre ela, sem ter que pisar sobre o telhado. No entanto, qualquer outro aspecto de manutenção não se encontra especificado.

Por final, analisou as soluções apresentadas para as esquadrias externas e suas especificações. Os desenhos apresentam as mesmas como sendo em alumínio, com detalhes de suas formas, sentidos de abertura e dimensões gerais. Os vidros são especificados apenas com características de suas cores, sem outras informações como espessura, tipo ou desempenho técnico (fator solar e coeficiente de sombreamento).

Para o empreendimento, não foi contratado um consultor que realizasse um detalhamento técnico das esquadrias, ficando essa tarefa a cargo do fornecedor a ser contratado.

#### 4.3 ESTUDO DE CASO DOIS - ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA DE MÉDIO / GRANDE PORTE

O segundo estudo de caso foi realizado com um escritório de arquitetura que possui um perfil oposto ao escritório do primeiro estudo de caso. Localizado no município de São Paulo e com mais de 45 anos de mercado, a empresa estima ter desenvolvido mais de mil projetos durante esse período, indo desde residências e empreendimentos comerciais até planejamento urbanos, edificações de uso misto e logística. Desse total, calcula-se que cerca de 400 sejam de empreendimentos residenciais multifamiliares e de uso misto.

Atualmente o escritório conta com cerca de 50 funcionários e presta serviços de arquitetura para as principais incorporadoras e construtoras, podendo ser considerada um escritório de porte médio / grande de acordo com os padrões do mercado brasileiro de arquitetura.

#### **4.3.1 Estudo de caso dois – Entrevista**

Descreve-se a seguir a compilação da entrevista realizada com o coordenador de projetos do escritório deste estudo de caso.

A entrevista foi iniciada questionando-se os principais critérios que são levados em consideração na escolha das soluções para o envelope de edificações residenciais. O arquiteto menciona que dependendo do padrão do empreendimento, pode haver mais ou menos liberdade para escolha das soluções de envelope. Em um empreendimento de alto padrão, existe mais liberdade para escolha de diferentes soluções. Já em empreendimentos com padrão médio ou baixo, a solução tendem a partir do empreendedor desde os estudo iniciais. Mas mesmo os que possuem padrões mais altos, é difícil conseguir especificar soluções inovadoras que sejam muito diferente que a construtora está acostumada a utilizar.

O entrevistado cita que no projeto que será analisado nesse estudo de caso, sendo de alto padrão e estando em rota de aviões, houve um trabalho maior para atender a norma de desempenho no quesito acústico. Assim, houve maior liberdade no desenvolvimento da fachada, mas não foi permitido sair do padrão de alvenaria de concreto com revestimento em massa e cerâmica. Com a definição foram realizados estudos de térmica e acústica, e com o que foi especificado, passou-se nos quesitos da norma, sem necessidade de alterações no projeto.

Indagado sobre até qual nível de detalhamento técnico as soluções especificadas iam, foi explicado que dentro do que proposto pela arquitetura, consultores especializados avaliam e realizam ajustes nas especificações, como a determinação de espessura do vidro das esquadrias, tipo de impermeabilização a ser utilizada na cobertura, entre outras definições. Assim, as especificações mais técnicas partem desses consultores especialistas ou, quando na ausência deles, da própria construtora.

Já as considerações sobre manutenção e durabilidade do envelope da edificação são trazidas mais em torno da forma e elementos do projeto de arquitetura, de maneira que não existam espaços inacessíveis ou de difícil acesso, que possam trazer problemas no momento de realização de serviços no envelope da edificação.

No projeto também se busca prever ganchos para fixação de equipamentos para manutenção de fachada e escadas-marinheiro, mas não se entra em questões específicas de manutenção dos materiais especificados, como, por exemplo, a periodicidade para pintura da fachada.

Como o processo formal de manutenção não chega a ser considerado pelo projeto de arquitetura, a pouca troca de informações que existe sobre o assunto é mais um questionamento da própria construtora ao solicitar informações de espaços e soluções que permitam uma melhor manutenção do envelope. Já com relação a questões técnicas, não há nenhuma troca de informações.

Essa ausência de diálogo entre arquiteto e construtora sobre manutenção fica mais evidente com a afirmação do entrevistado que até o momento, nunca houve participação do escritório na elaboração de qualquer manual de uso e operação, com qualquer empreendimento ou construtora. Existe uma expectativa de que passe a existir algum tipo de participação nos próximos, justamente como forma de atender plenamente as exigências da norma de desempenho.

Passando para as questões que versam sobre o atendimento a NBR 15.575:2013 e a consideração de vida útil, questiona-se o conhecimento do escritório e seus funcionários sobre a norma de desempenho. É apontado que todos os arquitetos do escritório passaram por um curso técnico específico sobre a norma, onde se obteve um conhecimento mais geral da mesma. Sente-se falta de algum curso que demonstre uma aplicação mais prática, como processos e padrões que auxiliem para o seu atendimento.

Na busca de estar preparada para as solicitações do mercado, estudou-se a possibilidade de contratação de consultores terceiros pelo próprio escritório, quando não houvesse a contratação pelo cliente, mas que não chegou a efetivar-se pela questão de custo. Assim criou-se o cargo de responsável por analisar os projetos e implementar processos e *check-list* para buscar o atendimento de normas que incidam

na sua área de atuação, como a própria norma de desempenho, acessibilidade, instruções técnicas do Corpo de Bombeiros, entre outros regulamentos técnicos.

A criação desse cargo justifica-se por uma mudança de postura dos principais clientes do escritório, que com a vigência da norma passaram a exigir que os projetistas contratados atendessem aos requisitos exigidos por ela. Em alguns casos, mesmo projetos protocolados em prefeitura antes de julho de 2013 (ou seja, antes da vigência da norma) existe a preocupação de atendimento da mesma, como forma de preparação para os próximos empreendimentos onde a aplicação já vai ser obrigatória.

O interesse das construtoras no atendimento a norma é vista como um ponto positivo para o arquiteto, principalmente pela maior capacidade das construtoras/incorporadoras de conseguir as informações necessárias para atendimento da normas, através de solicitações ao fornecedores ou mesmo de ensaios realizados em apartamentos piloto, por exemplo. A obtenção de dados de desempenho junto a fornecedores é uma das principais dificuldades enfrentadas pelo escritório para atendimento à norma.

De todos os requisitos apresentados notou-se uma grande preocupação das construtoras em busca de atendimento das exigências de acústica dos empreendimentos, já que esse quesito já é um dos principais pontos de reclamação dos clientes nos empreendimentos entregues mesmo antes da publicação da norma de desempenho.

Essa preocupação com a principal reclamação dos clientes reflete também na incerteza das construtoras de como a norma será aplicada em perante casos de reclamantes em juízo. Como exemplo, mostra-se a questão da norma de desempenho trazer como referência em um anexo a quantidade e dimensão mínima de mobiliário para empreendimentos residenciais. Mesmo estando em um anexo e tratado como referência (sem obrigatoriedade de atendimento), sempre que solicitado, os consultores informam ser recomendado seguir as suas medidas, pois o mesmo pode ser usado como referência por um juiz em caso de reclamação oficial.

Outros questionamentos na aplicação prática da norma surgem em diversos itens. No caso ventilação e iluminação de salas/dormitórios, fica a dúvida com relação de como

proceder para cálculo da área do dormitório. Por exemplo, se deve ou não ser considerar a área do closet para cálculo de iluminação e ventilação e também em como calcular a área da sala em casos que haja a ampliação da mesma, com a retirada de um dormitório. Não se sabe se o cálculo deve atender a todas as situações previstas ou apenas aquela que será padrão e entregue na maioria dos apartamentos.

Já nos requisitos de acústica, boa parte dos apartamentos são entregues com o piso de áreas sociais e privativas no contra piso, ou seja, sem revestimentos superiores. Nesse caso, a questão é se o piso sem o revestimento final já deve atender aos requisitos de acústica ou se é permitido considerar no cálculo um revestimento mínimo adicional que será instalado por conta do proprietário final.

A referência a outras normas citadas na NBR 15.575 também trouxe dúvidas em como atender certas solicitações. Como exemplo, ele traz a referência que a norma de desempenho faz ao atendimento da NBR 9077, norma de 2001 que trata sobre as saídas de emergências em edificações. De acordo com a NBR 9077, edifícios com mais de 20 pavimentos devem possuir elevadores de emergência enclausurados, item não exigido em códigos de obra municipais ou mesmo em instruções técnicas do corpo de bombeiros, sendo assim, ignorado pela maioria das construtoras.

Considerando os impactos da edição da norma no desenvolvimento do projeto, o arquiteto informa alguns dos aspectos iniciais do projeto que são exigidos pela norma, como a verificação das condições do entorno do terreno do empreendimento, poluição sonora, acessos, orientação solar, etc...., já eram verificados anteriormente, mas mesmo assim são considerados itens importantes pois acabaram se tornando uma ferramenta adicional para defesa do partido inicial tomado pela arquitetura.

Dentro do cronograma de desenvolvimento do projeto, percebeu-se um aumento no tempo necessário para elaboração e entrega do anteprojeto, devido a antecipação de informações complementares necessárias e também o aumento de informações necessárias do próprio projeto de arquitetura, que anteriormente era entregue em etapas posteriores e foram antecipadas para o anteprojeto.

Ainda não foi possível verificar o impacto sobre o cronograma total do projeto, mas acredita-se que o mesmo também será estendido com a influência do NBR 15.575.

Nota-se também um impacto sobre os prazos das revisões realizadas em projeto, já que as mesmas também devem ser verificadas sobre todos os envolvidos. Como exemplo, foi realizada uma revisão na composição das cores da fachada que já havia sido simulada. A mudança fez necessário a realização de uma nova simulação para validação da nova solução solicitada pelo construtora.

Considerando apenas os impactos percebidos pela consideração da VUP nos projetos, ainda não houve nenhuma alteração em soluções de projeto, métodos ou procedimentos para o atendimento a mesma. Ainda não houve definição junto a nenhum cliente de como o questão de VUP deverá estar demonstrada no projeto, se será dentro de memorial, do manual de proprietário ou de alguma outra maneira. Entende-se que o atendimento integral a VUP dependerá da manutenção a ser realizada pelo proprietário após a entrega do mesmo, de acordo com as instruções definidas no manual de uso e operação da edificação.

Além disso, o arquiteto crê que o atendimento da VUP depende de questões além da alçada atual do projeto de arquitetura, como uma especificação mais técnica de alvenarias e coberturas, indo desde o material/fornecedor até pormenores da execução do mesmo. Tais aspectos não são desenvolvidos hoje no projeto de arquitetura e surgem apenas quando há a contratação de um consultor específico para tal.

A consideração da VUP vem permeando todo o desenvolvimento do projeto, com os consultores realizando análise do mesmo e também nas conversas com fornecedores. No caso de um dos revestimentos escolhidos, massa texturizada, o fornecedor informou não possuir dados suficientes para determinar se a solução escolhida atende ou não a VUP mínima determinada pela norma.

O arquiteto também menciona dúvida em de como atender a VUP considerada, na frequente situação de quando as especificações realizadas pelo projeto de arquitetura são alteradas durante a construção para atender aspectos orçamentários.

#### **4.3.2 Estudo de caso dois - Análise de projeto**

O projeto de arquitetura apresentado para o estudo de caso é um empreendimento residencial composto por um bloco com 20 pavimentos e três subsolos, totalizando 38 unidades residenciais com quatro dormitórios (sendo duas suítes), em um terreno de formato irregular com aproximadamente 2.250 m<sup>2</sup>, localizado no bairro de Moema, município de São Paulo.

O empreendedor é uma grande incorporadora multinacional, com mais de três décadas de atuação no mercado imobiliário brasileiro.

Desenvolvido para como um empreendimento de alto padrão, a edificação conta com ampla área de lazer com salão de festas, brinquedoteca, sala de ginástica, sauna, piscinas coberta e descoberta, quadra recreativa e playground.

O projeto de arquitetura ainda não se encontrava em sua revisão final do projeto executivo, mas todo o seu detalhamento estava bastante desenvolvido. Foram apresentadas as plantas de todos os pavimentos, elevações e um grande número de cortes passando em diversas posições da edificação. A fachada foi desenvolvida com um estilo contemporâneo, sendo composto principalmente de massa texturizada com trechos em cerâmica e brises de alumínio.

Os desenhos apresentados seguem, conforme experiência do autor, o mesmo padrão de informações observado em outros projetos de mesmo nível, com um ótimo nível de desenho técnico, mas com poucas informações não gráficas disponíveis.

As especificações dos materiais de acabamentos internos e externos são apresentados apenas através de suas características físicas, como formato e cor, além da indicação de modelo e fabricante.

Observando soluções da forma e equipamentos que permitam o acesso e manutenção a todos os espaços necessários, o projeto possui uma forma regular, não criando abas ou espaços de difícil acesso em sua fachada. Pavimentos altos sem acesso regular são sempre acessíveis através de escada marinho, inclusive a cobertura da piscina.

Em uma análise específica do projeto de fachada não foi localizada a especificação do tipo de alvenaria. O mesmo apenas foi identificado pelo relatório inicial de desempenho térmico, disponibilizado para consulta pelo escritório de arquitetura, elaborado por consultor contratado para avaliação de atendimento a NBR 15575:2013.

Como mencionado anteriormente, os revestimentos internos e externos são especificados pela suas características físicas, como material, cor e textura, sem indicação de requisitos técnicos, forma de instalação, manutenção ou normas a serem atendidas. No relatório de desempenho térmico são apresentadas alguns dados técnicos adicionais para o estudo do mesmo, como índices de transmitância térmica, capacidade térmica e densidade, que foram retirados de literatura específica, como a NBR 15220:2005 que trata do desempenho térmico das edificações.

Não foi localizada referência a elementos de manutenção ou proteção à fachada, como ganchos para fixação de balancim, rufos, pingadeiras, assim como indicação a processos de manutenção para o sistema de fachada.

Seguindo para análise da solução de cobertura do edifício, nota-se que, devido a existência de unidades “duplex” no último pavimento, a cobertura da edificação acaba ocorrendo em dois níveis diferentes.

No nível inferior, a cobertura funciona como piso do terraço descoberto acessível através do andar superior do apartamento da cobertura. O pavimento possui função recreativa, com piscina e piso cerâmico. As soluções são caracterizadas através de suas dimensões e tonalidade, com indicação de modelo e fabricante, sem informar suas camadas intermediárias, como impermeabilização ou tratamento térmico.

No pavimento mais alto, pela necessidade de grande área de painéis solares para aquecimento de água (exigência da Prefeitura Municipal de São Paulo), o empreendimento utiliza laje impermeabilizada descoberta como solução de cobertura. Em planta é indicada a previsão de isolante térmico de 1,5cm, sem mencionar demais características técnicas, referências de detalhes em outros documentos ou pormenores construtivos referentes a impermeabilização ou outras questões.

No detalhamento de caixilhos especifica-se os mesmos como em como alumínio com pintura eletrostática branca. Já os vidros são especificados em sua cor (incolor) e meio de fabricação (laminado, temperado ou comum), sem indicação de espessura. Uma nota na folha índice de esquadrias indica que para especificações de perfis e vidros, deve-se seguir o projeto de acústica elaborado por projetista especializado.

A folha resumo do detalhamento de caixilhos indica que os desenhos são esquemáticos e que os desenhos de fabricação devem ser enviados aos arquitetos para aprovação do mesmo, não existindo nenhum pormenor construtivo no detalhamento das esquadrias.

Quanto as especificações, indica-se que as soluções devem atender a NBR 15.575 além de estarem de acordo com outras normas da ABNT e instruções técnicas do Corpo de Bombeiros.

#### 4.4 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Os estudos de caso demonstram que os escritórios analisados possuem conhecimento da norma de desempenho e buscam aplica-la, mas acabam esbarrando na falta de experiência prática para sua aplicação e na ausência de ferramentas e informações que auxiliem o processo.

Ambos afirmam conhecerem os requisitos de VUP no desenvolvimento do envelope da edificação e dizem levar em consideração aspectos de durabilidade na especificação do mesmo, mas não ocorre um registro formal sobre a VUP considerada ou requisitos de manutenção necessários para atendimento da mesma.

Também é citada em ambos os estudos a necessidade de um maior desenvolvimento do projeto em etapa anteriores ao projeto executivo, como forma de melhor atender aos requisitos de durabilidade. O problema está na dificuldade em adaptar o cronograma de desenvolvimento do projeto à nova exigência estabelecida pela norma, pois os principais contratantes requerem uma rápida aprovação do projeto legal nos órgãos responsáveis, deixando grande parte do desenvolvimento para etapas posteriores do processo de projeto.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão bibliográfica de temas correlatos a VU, juntamente com os dois estudos de caso, revelam questões que vão além da consideração de conceitos de durabilidade e manutenção no projeto e especificação do envelope de edificações residenciais.

Mesmo com grandes diferenças do mercado de atuação e porte dos escritórios, ambos estudos de caso mostraram os escritórios e seus arquitetos cientes dos conceitos apresentados pela NBR 15.575, inclusive recebendo-os de forma positiva, encarando seu atendimento como um desafio e também como uma nova ferramenta de apoio para decisões de projeto.

O grande problema vem na aplicação prática da norma. A análise dos projetos demonstrou que os mesmos continuam sendo projetados sem que haja qualquer menção à requisitos técnicos de desempenho, durabilidade e manutenção.

Uma das razões encontradas confirma a constatação da AsBEA que “atualmente, de forma geral, a classe dos arquitetos vem paulatinamente perdendo terreno, tanto no processo de tomada de decisões do próprio processo criativo da concepção como da elaboração técnica fragmentada dos projetos.”<sup>8</sup> Ambos os escritórios afirmaram existir grandes restrições desde as etapas preliminares de desenvolvimento do projeto, partindo desde questões estéticas até especificações técnicas finais.

Além das restrições, também citam-se as alterações de especificações e soluções realizadas durante a obra, justificadas na maioria das vezes por questões orçamentárias.

Essa situação acabou levando os arquitetos a realizarem detalhamentos e especificações cada vez mais sucintos, relegando importantes decisões para serem realizadas pela equipe de obra.

A ausência de informações técnicas que deveriam ser providenciadas pelos fornecedores de materiais de construção, e que deveriam ser solicitadas pelos projetistas, agrava o quadro presente. A AsBEA (2015) afirma que muitos setores da indústria nacional de materiais de construção acabaram acomodando-se perante o

---

<sup>8</sup> ASBEA. **Guia para arquitetos na aplicação da norma de desempenho. ABNT NBR 15.575: 2015**, Indústria Imobiliária.

desenvolvimento e certificação de seus produtos. A entidade acredita que a edição da norma de desempenho, juntamente com iniciativas governamentais, esse quadro possa ser revertido.

Entende-se ser necessário que os arquitetos readquiram o controle pleno sobre as especificação dos seus projetos, resgatando boas práticas já utilizadas. O retorno a esse cenário exige qualificação, pesquisa e estudo dos elementos e sistemas construtivos a serem escolhidos.

O conhecimento do comportamento em uso dos inúmeros materiais, componentes, elementos e sistemas construtivos que compõe a edificação também é fundamental para a correta especificação dos projetos. Pela experiência do autor, muitos projetistas de arquitetura, quando envolvidos no desenvolvimento de projetos de empreendimentos residenciais, deixam de realizar as atividades descritas nas etapas de pós entrega do projeto e pós entrega da obra, perdendo a possibilidade de verificar *in loco* as soluções especificadas em execução ou executadas, não retroalimentando seu processo de projeto e descartando a evolução de novas soluções, detalhamentos e especificações necessárias. A realização de Avaliações Pós Ocupação nos projetos desenvolvidos poderia ser uma valiosa ferramenta para analisar o atendimento a requisitos de desempenho da edificação e identificação de erros de projeto.

Com a consolidação desse novo cenário, sugere-se que seja desenvolvida uma nova maneira de realizar a especificação dos elementos e materiais da construção, não apenas por características físicas como cor e formato, mas incluindo aspectos de durabilidade, resistência a ataques químicos, choques térmicos, intempéries, machas, destacamentos, entre outras características. Essas informações deverão ser solicitadas aos seus fornecedores, que devem realizar uma caracterização pelo seu desempenho através de ensaios, simulações e outras informações técnicas, compilando-as catálogos completos que deverão ser disponibilizados ao mercado.

De posse dessas informações, o arquiteto deve anexar as informações recebidas, como fichas e laudos técnicos, no conjunto de desenhos e memoriais descritivos a serem entregues para a execução da obra.

Somente assim, em conjunto com a plena compatibilização com demais materiais da edificação, será possível o completo atendimento da VU pretendida em projeto.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13.531:1995** Elaboração de projetos de edificações - Atividades técnicas. Rio de Janeiro, 1995. 10p.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 15.575-1:2013** Edificações habitacionais – Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013. 71p.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 15.575-4:2013** Edificações habitacionais – Desempenho - Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013. 63p.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 15.575-5:2013** Edificações habitacionais – Desempenho - Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2013. 73p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS GESTORES E COORDENADORES DE PROJETO. **Manual de escopo de serviços para coordenação de projetos**. 2012. São Paulo: Indústria Imobiliária.

AIKIVUORI, A.M. Critical loss of performance – What fails before durability. In: LACASSE, M.A. e VANIER, D.J. **Durability of Building Materials and Components 8**. Ottawa: Institute for Research in Construction, 1999. p. 1369-1376.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Guia para arquitetos na aplicação da norma de desempenho ABNT NBR 15.575**. 2015. São Paulo: Indústria Imobiliária.

\_\_\_\_\_. **Manual de escopo de serviços de arquitetura e urbanismo**. 2012. São Paulo: Indústria Imobiliária.

BATTAGIN, Inês Laranjeira da Silva. Análise do uso do concreto e seus produtos na construção de habitações sob a ótica da Norma de Desempenho. **Revista Concreto & Construções**, São Paulo, n. 70, p. 32-41, abr – jun 2013.

BORGES, Carlos Alberto de Moraes. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. 2008. 263 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **De Olho na Qualidade já fez mais de 227 mil atendimentos**. 2014. Disponível em:

<<http://www20.caixa.gov.br/Paginas/Noticias/Noticia/Default.aspx?newsID=513>>. Acesso em: 23 de jan. 2016.

\_\_\_\_\_. **Mercado imobiliário deve fechar 2014 com 9% do PIB, diz vice-presidente de Habitação da CAIXA**. 2014. Disponível em: <<http://www20.caixa.gov.br/Paginas/Noticias/Noticia/Default.aspx?newsID=1732>>. Acesso em: 17 de jan. 2016.

FROHNSDORFF, G.J.; MARTIN, J.W. Towards prediction of building service life: the standard imperative. In: SJÖSTRÖM, C. **Durability of buildings material and componentes 7** (Volume two). Londres: E & FN Spon, 1996. p. 1417 – 1428.

GUGLINSKI, Vitor. **Jurisprudência comentada: STJ - 4ª Turma - Direito do Consumidor. Vício oculto. Defeito manifestado após o término da garantia contratual. Observância da vida útil do produto**, 2014. Disponível em: <<http://jus.com.br/artigos/26466/jurisprudencia-comentada-stj-4-turma-direito-do-consumidor-vicio-oculto-defeito-manifestado-apos-o-termino-da-garantia-contratual-observancia-da-vida-util-do-produto-resp-984-106-sc#ixzz3owBeJ0uE>>. Acesso em: 17 de jan. 2016.

HOVDE, Jostein; MOSER, Konrad. **Performance based methods for service life prediction**. CIB W080 Report, 2004. 107p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 15.686-1: Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 1: General principles and framework**. Genebra, 2011. 21p.

JOHN, Vanderley Moacyr et al. Durabilidade de componentes da construção. In: SATTLER, Miguel Aloysio , PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. **Coletânea Habitare - Construção e Meio Ambiente**. 7 ed. Porto Alegre: ANTAC, 2006. cap. 2, p. 20-57.

MARQUES, Washington. **História do mercado imobiliário brasileiro nos últimos 50 anos**. 2007. Disponível em: <<http://www.ademi-pe.com.br/noticias/ademinews/n65/news04.html>> Acesso em: 17 de jan. 2016.

MOSER, K.; EDVARSEN, C. Engineering design methods for service life prediction. In: 9DBMC. **Durability of buildings material and componentes 9**. Brisbane: CSIRO, 2002. 10p.

RUDBECK, Claus. **Methods for designing building envelope components prepared for repair and maintenance**. 1999. 212p. Tese (Doutorado) - Department of Buildings and Energy, Technical University of Denmark, Lyngby, 1999.

SANTOS, Marisa Raquel Pinto. **Metodologias de previsão da vida útil de materiais, sistemas ou componentes da construção**. Revisão bibliográfica. 2010. 149p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2010.

SCOTTISH BUILDING STANDARDS AGENCY. **Design life of buildings – a scoping study**. Livingston: SBSA, 2007. 37p.

SILVA, Maria Angelica Covelo; SOUZA, Roberto de. **Gestão do processo de projeto de edificações**. São Paulo: Nome da Rosa, 2003.

SIQUEIRA, André. **Novos alicerces para o mercado imobiliário**. Revista Carta Capital, dez. 2010. Disponível em: < <http://www.cartacapital.com.br/economia/novos-alicerces-para-o-mercado-imobiliario/>>. Acesso em 16 de jan. 2016.

SOUZA, Ana Lúcia Rocha de; et al. O processo de projeto e sua gestão. In: MELHADO, Silvio Burratinno (coord). **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: Nome da Rosa, 2005. Capítulo 2.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5a edição. Porto Alegre: Bookman, 2015. 320 p.

## APÊNDICE A – ESTUDO DE CASO - QUESTIONÁRIO DA ENTREVISTA

### QUESTÕES PRELIMINARES - CARACTERIZAÇÃO DO ENTREVISTADO

Escritório:

Nome do entrevistado:

Cargo\função do entrevistado:

Fundação do escritório:

Quantidade de projetos realizados (número/m<sup>2</sup>):

Número de funcionários:

Quantidade de empreendimentos residenciais multifamiliares realizados (número/m<sup>2</sup>):

Quantidade de empreendimentos residenciais multifamiliares em desenvolvimento (número/m<sup>2</sup>):

### QUESTIONÁRIO

#### DESENVOLVIMENTO DO PROJETO / ESPECIFICAÇÃO DO ENVELOPE

1. Considerando o envelope (fachada, cobertura e esquadrias) do edifício, quais critérios são considerados na escolha das soluções especificadas?
2. Na especificação do envelope, as soluções técnicas são definidas até que nível? (Caixilho alumínio / PVC, revestimento de fachada monocamada / multicamada, uso de telha ou laje impermeabilizada)
3. Qual é o grau de importância dada para questões de manutenção e durabilidade na especificação do envelope?
4. O escritório repassa à construtora/incorporadora os processos de manutenção considerados na especificação do sistema?
5. O arquiteto/escritório possui alguma participação durante a elaboração do Manual de Uso e Operação da Edificação e/ou Manual do Proprietário? De que maneira?

## ATENDIMENTO DA NBR 15.575 / CONSIDERAÇÃO DE VIDA ÚTIL

6. O arquiteto/escritório possui conhecimento da nova norma de desempenho NBR 15.575/2013? Qual grau de conhecimento?
7. Antes da publicação da NBR 15575:2013, como era considerada a vida útil de projeto da edificação durante o desenvolvimento do projeto? Questionava-se aos fornecedores a durabilidade de sistemas/materiais especificados, assim como métodos e custos de sua manutenção? Havia uma documentação dessa questão?
8. O arquiteto/escritório notou alguma pressão / exigência do mercado / clientes em relação a novas demandas relacionadas com a NBR 15.575?
9. A edição da NBR 15.575 teve impacto no método/desenvolvimento de projetos após sua edição? Qual foi?
10. Observando a exigência de consideração de VUP mínima estabelecida pela norma, de que maneira o escritório busca atender os valores estabelecidos pela mesma?
11. Após mais de dois anos de vigência da NBR 15.575, notou-se alguma mudança na relação entre o escritório e as construtoras/clientes?
12. O escritório busca ou já buscou a contratação de especialista terceiros, como forma de atender aspectos específicos da NBR 15575:2013?

## APÊNDICE B – ESTUDO DE CASO - *CHECKLIST* DE PROJETO

### CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

Caracterização da construtora/cliente:

Localização:

Dimensões do terreno:

Número de blocos, andares e unidades autônomas:

Subsolos:

### ANÁLISE DE PROJETO EXECUTIVO

1. Verificação da quantidade de documentos
  1. Plantas de todos os pavimentos diferentes
  2. Quantidade de cortes e elevações
  3. Ampliações e detalhes
  4. Folhas de portas e caixilhos
  5. Memorial descritivo
  
2. Tipo de informações inseridas no projeto
  1. Informações complementares as informações gráficas
  2. Informações / elementos previstos para facilidade de manutenção (acesso a shafts / passadiços / escadas)
  3. Existência de espaços inacessíveis ou de difícil manutenção
  4. Como os materiais são descritos? Através de marcas ou características? São indicados parâmetros de desempenho ou normas a serem atendidas?
  
3. Envelope do edifício (fachada, cobertura e esquadrias)
  1. Especificação da solução de fachada
    1. Alvenaria - bloco cerâmico, de concreto, outros materiais, dimensões, espessura, características gerais, desempenho (resistência física, térmico, acústico)

2. Revestimento externo - material, camadas, espessura, fixação, estruturas complementares, características (resistência física, térmico, acústico).
  3. Revestimento interno - material, camadas, espessura, fixação, estruturas complementares, características (resistência física, térmico, acústico).
  4. Especificação da manutenção do sistema de fachada
- 
2. Especificação da solução de cobertura
    1. Solução da cobertura adotada (laje impermeabilizada, laje com cobertura complementar, outros)
    2. Características da solução (desempenho, resistência física, térmico, acústico)
    3. Detalhamento do sistema especificado (impermeabilização, telhados, calhas, rufos, pingadeiras)
    4. Especificação da manutenção do sistema de cobertura
- 
3. Especificação dos sistemas de esquadrias
    1. Solução adotada de esquadrias (PVC, alumínio, madeira, ferro)
    2. Características da solução (desempenho, resistência física, térmico, acústico, tipos de perfis escolhidos, vidros, venezianas externas ou internas)
    3. Existência de projeto específico para esquadrias
    4. Detalhamento complementar às esquadrias (fixações de marcos e contramarcos, soleiras, pingadeiras, vedações)
- 
4. Caso VUP tenha sido adotada para sistemas e subsistemas, tal informação encontra-se explícita?