



Sistemas, subsistemas e componentes construtivos brasileiros aderentes à metodologia *Open Building*

Rosamônica da Fonseca Lamounier¹, Carolina Albuquerque de Moraes², Rodrigo Rocha de Freitas³, Edésio Rocha Junior⁴, Gabriel de Lima Barbosa⁵, Henrique Nogueira Pereira⁶, Rômulo Vinícius dos Santos⁷, Ruben Gonçalves do Vale⁸

Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix (CEUNIH)
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Resumo

Este relatório tem por objetivo apresentar os resultados parciais do Projeto de Pesquisa “Sistemas, subsistemas e componentes construtivos brasileiros aderentes à metodologia *Open Building*”. Formulado no final de 2017 e com proposta de parceria do Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix com a Universidade Federal de Ouro Preto e a Universidade Federal de Minas Gerais, o projeto tem como o objetivo elaborar uma ferramenta que auxilie diversos agentes nos processos de tomada de decisão para a produção de habitações. Ao longo de 2018, foi realizada uma extensa revisão da literatura sobre o assunto, assim como um amplo levantamento de informações sobre diversos componentes construtivos disponíveis no Brasil, às quais foram sistematizadas em um banco de dados organizado conforme a metodologia de análise por multicritérios. Além dos resultados do projeto, este relatório também apresenta os próximos passos da pesquisa.

Palavras-chave: Sistemas construtivos; *Open Building*; Camadas do edifício; Análise multicritérios; Modularidade e conectividade.

¹ Arquiteta Urbanista, Mestre e Doutora pela Escola de Arquitetura da UFMG. Professora dos Cursos de Arquitetura e Urbanismo do CEUNIH e da Universidade de Itaúna (UIT). rosamonicafl@gmail.com

² Arquiteta Urbanista pela PUC-Minas e Mestre em Engenharia Civil pela UFOP. Professora dos Cursos de Arquitetura e Urbanismo do CEUNIH e da UIT. albuquerque.arq@gmail.com

³ Arquiteto Urbanista pelo CEUNIH e Mestrando em Arquitetura e Urbanismo pela UFMG. rodrigoroachaf@gmail.com

⁴ Arquiteto Urbanista pelo CEUNIH e graduando em Ciência de Dados pelo CEUMIH. edesiorocha@gmail.com

⁵ Graduando em Arquitetura e Urbanismo pelo CEUNIH. c4dtutorias@gmail.com

⁶ Arquiteto Urbanista pelo CEUNIH. stricto@gmail.com

⁷ Graduando em Arquitetura e Urbanismo pelo CEUNIH. vsvromulo@gmail.com

⁸ Arquiteto Urbanista pelo CEUNIH. rubenvalearq@outlook.com



Introdução

O Projeto de Pesquisa “Sistemas, subsistemas e componentes construtivos brasileiros aderentes à metodologia *Open Building*” está sediado no Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix. Vinculado ao grupo de pesquisa LabFlex⁹, o projeto tem como objetivo inicial levantar, sistematizar, prospectar (testar em projeto e em estimativa de custos) e catalogar sistemas, subsistemas e componentes construtivos disponíveis no Brasil e úteis à produção de habitação com o emprego da metodologia *Open Building*¹⁰.

Partindo de um desdobramento proposto pelas conclusões da Tese de Doutorado da docente Rosamônica Lamounier – “Da autoconstrução à arquitetura aberta: o *Open Building* no Brasil” de 2017 – e de discussões iniciais do grupo, buscou-se desenvolver uma ferramenta de orientação (nas fases de projeto e de construção) às escolhas por componentes construtivos que permitam futuros moradores decidir sobre a produção ou modificação de suas habitações. O projeto teve inicialmente a participação dos docentes Rosamônica Lamounier e Ana Maria Saraiva do CEUNIH, Clécio do Vale e Giselle Mascarenhas da UFOP, Denise Morado da EA-UFMG e Rodrigo de Freitas, pesquisador colaborador e egresso do CEUNIH. Dois projetos de pesquisa similares foram submetidos ao final de 2017 (ambos com aprovação), a editais de pesquisa do CEUNIH e da UFOP, com consultoria e apoio do grupo PRAXIS/UFMG. O início das pesquisas se deu em março de 2018.

Metodologia

Inicialmente foram abertos no CEUNIH e na UFOP editais para seleção de monitores de graduação o que tem possibilitado aos alunos uma introdução à pesquisa científica e aprendizado extraclasse. A equipe da UFOP selecionou três graduandos do Curso de Arquitetura e Urbanismo e o CEUNIH formou uma equipe multidisciplinar, com discentes dos cursos de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil e Ciência de Dados.

⁹LabFlex é um Grupo de Pesquisa certificado pelo CNPq, sediado no CEUNIH e liderado pela professora Rosamônica da Fonseca Lamounier. Participam do LabFlex alunos e pesquisadores do CEUNIH, inclusive os autores deste relatório, além de alunos e pesquisadores da UFOP e da UFMG.

¹⁰O termo *Open Building*, dependendo do contexto da discussão, pode ser referir a uma rede internacional de profissionais e acadêmicos *Open Building Implementation*, uma Comissão (CIB W104) do Conseil International du Bâtiment (CIB - Conselho Internacional de Construção); como uma metodologia com princípios e conceitos de projeto, de construção e de gestão; como um *universo/ campo* de produção; ou como um tipo de arquitetura – tipo de projeto e de obra (edifício ou espaço urbano). Enquanto uma metodologia, seus princípios partem de: [1] existência de níveis distintos de intervenção no meio ambiente construído, representados pelo *suporte* e pelo *recheio*, tanto no projeto urbanístico quanto arquitetônico; [2] usuários e habitantes devem fazer parte do processo de tomada de decisão; [3] projeto é um processo com múltiplos participantes, com diferentes tipos de profissionais, agentes ilimitados e aberto a novos; [4] a interface entre os sistemas ou componentes técnico-construtivos deve permitir a substituição de um sistema ou componente por outro de mesma função com o mínimo de perturbação dos sistemas ou componentes existentes. Conectividade: como se diferentes sistemas de *recheio* pudessem ser aplicados a um mesmo *suporte*; [5] ambiente construído está em constante transformação, e mudanças têm de ser reconhecidas, compreendidas e estudadas; [6] ambiente construído é o produto de um contínuo e interminável processo de projeto, no qual o ambiente se transforma parte por parte.



Com o início das atividades, a equipe da UFOP fez um levantamento de edifícios *open building* e de suas estratégias projetuais, especialmente sob a ótica dos sistemas construtivos empregados. Enquanto isso, a equipe do CEUNIH sistematizou os sistemas, subsistemas e componentes mais usuais no campo da construção civil em Minas Gerais, especialmente os sistemas estruturais. Essa tarefa foi muito importante para a estruturação dos passos seguintes, especialmente com o surgimento da ideia e da necessidade de se desenvolver uma ferramenta de avaliação desses sistemas sob a ótica da metodologia Open Building e que será apresentada em detalhes no Apêndice 1.

Já o levantamento de edificações e estratégias do *Open Building* permitiu concluir que não é necessário o emprego de sistemas extraordinários ou de estratégias não usuais para se adequar aos princípios do método. A abordagem de projeto frente às demandas do espaço se revelou muito mais relevante para se alcançar um resultado mais alinhado à metodologia, considerando a produção do espaço como um processo contínuo que envolve projeto, construção e uso, e não como a entrega de um produto.

O levantamento feito pela equipe do CEUNIH possibilitou, junto a uma revisão bibliográfica (DUFFY, 1992; BRAND, 1994; GERAEDTS, 2016), a sistematização dos componentes a partir da divisão e hierarquização das camadas de um edifício. Essa etapa permitiu o início da elaboração de um banco de dados com as informações necessárias para a análise dos componentes quanto a sua adequação à abordagem Open Building.

Como método de análise e comparação entre as informações, decidiu-se pelo método de análise por multicritérios, permitindo assim atribuir diferentes pesos aos parâmetros de avaliação e garantindo ao usuário do método calibrar a importância de um determinado aspecto em relação aos demais. Uma extensa revisão bibliográfica e uma contínua discussão foram necessárias para a definição dos parâmetros, assim como para as escalas de notas e de pesos. Esse procedimento está apresentado no Apêndice 01 deste documento, que consistiu no primeiro artigo (LAMOUNIER *et al.*, 2018) resultante deste Projeto de Pesquisa durante o primeiro semestre de 2018.

Por motivos alheios a sua vontade a docente Ana Maria Saraiva deixou o projeto ao final do primeiro semestre de 2018. No segundo semestre do mesmo ano, a docente Carolina Albuquerque de Moraes passou a contribuir como pesquisadora colaboradora junto à equipe do CEUNIH. Houve também a substituição de alguns monitores.

Nessa segunda etapa, as discussões sobre os parâmetros de avaliação continuaram levando a alterações, por exemplo nas escalas de notas e em algumas terminologias. O preenchimento do banco de dados progrediu – por meio de um processo colaborativo entre as duas equipes, CEUNIH e UFOP – o que permitiu a produção de um segundo artigo (LAMOUNIER *et al.*, 2019, no prelo). Esse último artigo avança na hierarquização dos componentes, incluindo camadas até então só listadas, explica o refinamento dos parâmetros de análise e das escalas de notas e de peso, o que permitirá a aplicação da ferramenta em uma amostra mais completa, possibilitando uma maior comparação entre resultados. Além desses dois artigos, cuja autoria inclui os pesquisadores do CEUNIH,



também foi elaborado simultaneamente um artigo pela equipe da UFOP relacionado a etapa de pesquisa inicial dessa equipe (MASCARENHAS, VALE, 2018).

Resultados e Discussão

Os trabalhos simultâneos das equipes do CEUNIH e da UFOP no primeiro semestre de 2018, permitiram, portanto, a elaboração de dois artigos diferentes, submetidos ao evento internacional *Open Building for Resilient Cities Conference*. Ambos os artigos foram aceitos e publicados nos anais do evento e o artigo da equipe do CEUNIH (LAMOUNIER *et al.*, 2018, Apêndice 1) foi apresentado em Los Angeles pela professora Rosamônica Lamounier em 6 de dezembro de 2018, no The A+D Museum.

O avanço das discussões e preenchimento do banco de dados, decorrentes de um esforço combinado das duas equipes, resultou na produção do segundo artigo já citado (LAMOUNIER *et al.*, 2019, no prelo), o qual já foi aceito para publicação nos anais do evento internacional CIB World Building Congress 2019 'Constructing Smart Cities', que ocorrerá em Hong Kong na China, de 17 a 21 de junho de 2019. A equipe está no momento planejando a publicação deste artigo em uma revista internacional (Journal) vinculada ao CIB e com alto fator de impacto.

Durante a escrita desse segundo artigo, deparou-se com problemas logísticos e práticos no processo de preenchimento do banco de dados, em virtude da extensa quantidade de produtos referentes aos diversos componentes construtivos disponíveis no Brasil. Portanto, as equipes têm, no momento, repensado a pertinência em dar continuidade à estruturação do banco de dados, uma vez que se entende que a elaboração da ferramenta de avaliação dos componentes (ou seja, a metodologia de avaliação) tem se revelado como o resultado mais importante do projeto de pesquisa proposto inicialmente, ao mesmo tempo suficiente para futuros usuários da mesma. De posse da ferramenta e de seu entendimento, a pesquisa e busca pelo componente, subsistema ou sistema construtivo pretendido e a ser avaliado, se torna uma atividade até então já praticada por construtores, autoconstrutores, arquitetos, moradores, empreendedores etc. Portanto, se faz necessária uma adequação para a fase final do projeto de pesquisa, a fim de que ele possa se tornar mais completo em sua aplicabilidade final. Isso aponta para o estabelecimento de conexões da ferramenta construída até o momento com outras abordagens de produção de habitações.

A carência de literatura sobre o tema no Brasil explicita a relevância da investigação proposta, cujos avanços não se limitam à esfera acadêmica, mas visam – com o desenvolvimento da ferramenta de avaliação de componentes construtivos – instrumentalizar o processo de tomada de decisão na prática de produção de habitações, gerando informações objetivas que justifiquem a escolha de sistemas construtivos baseada no grau de autonomia a ser garantido aos moradores.

Considerações Finais



Os resultados até o momento são favoráveis e os testes de aplicação feitos para os artigos foram fundamentais para se refletir sobre a aplicabilidade da ferramenta. As publicações em anais de congressos internacionais criam a possibilidade de intercâmbio entre as discussões da pesquisa e a de outras na mesma área, trazendo a contribuição de pesquisadores com grande experiência no assunto e despertando seu interesse pela produção que começa a ser feita no Brasil, em especial no CEUNIH.

Para o primeiro semestre de 2019, está prevista uma discussão quanto à expansão da aplicação da ferramenta, assim como a finalização do levantamento de informações para que se possa concluir a hierarquização e organização dos componentes construtivos. Para o segundo semestre deste mesmo ano, o último deste Projeto de Pesquisa, planeja-se a complementação da ferramenta por definitivo e o teste de sua aplicabilidade.

Compreendendo a relevância da pesquisa para o cenário nacional da produção de habitações, pretende-se apresentar a ferramenta final num terceiro artigo, em português, publicado em um periódico brasileiro de alto fator de impacto. Uma investigação quanto às melhores estratégias de divulgação dos resultados vem sendo realizada. Entretanto, vislumbra-se a possibilidade de participação em mais um congresso, a fim de trocar experiências e enriquecer ainda mais a discussão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAND, S. **How buildings learn. What happens after they're built**. New York: Penguin Books, 1994.

DUFFY, F. **The Changing Workplace**. Londres: Phaidon Press, 1992.

GERAEDTS, R. FLEX 4.0: a practical instrument to assess the adaptive capacity of buildings. In: Kurnitski, J. (org.). **SBE16: Build Green and Renovate Deep**. Anais. Tallinn e Helsinki: SustainableBuiltEnvironmentConference, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187661021630741X>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

LAMOUNIER, R. *et al.* Adequacy level of Brazilian constructive systems to the Open Building: a research methodology. In: Stephen Kendall (org.). **Open Building for Resilient Cities Conference**. Council Open Building, Los Angeles, California, 2018. pp. 123-134.

LAMOUNIER, R. *et al.* Adequacy level to the Open Building approach of constructive systems applied in Brazil: a evaluation tool (2nd version). In. **CIB World Building Congress 2019 'Constructing Smart Cities'**. Hong Kong, 2019, no plero.

MASCARENHAS, G.; VALE, C. Technological innovations in Brazilian housing production oriented by Open Building methodology. In: Stephen Kendall (org.). **Open Building for Resilient Cities Conference**. Council Open Building, Los Angeles, California, 2018. pp.172-179.



APÊNDICE 01

Nível de adequação de sistemas construtivos brasileiros ao *Open Building*: a construção de uma metodologia de pesquisa*

Rosamônica da Fonseca Lamounier¹¹, Ana Maria Ferreira Saraiva¹², Rodrigo Rocha de Freitas¹³, Denise Morado Nascimento¹⁴

Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix (CEUNIH)
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Resumo

Apesar de amplamente difundida em vários países, a abordagem *Open Building* tem sido muito pouco investigada nos processos de produção do espaço no Brasil, assim como na pesquisa e ensino de arquitetura. Explorando a teoria a partir de seus aspectos tecnológicos, este artigo apresenta uma proposta de metodologia de pesquisa cujo objetivo é avaliar a adequação dos sistemas, subsistemas e componentes construtivos brasileiros aos princípios do *Open Building*, através da coleta, processamento, cruzamento e análise dos dados referentes a esses elementos. Tais elementos estão organizados por camadas – terreno, estrutura, fachada, cobertura, fechamento interno, instalações e mobiliário – configuração baseada simultaneamente nas abordagens de Duffy, Brand e Geraedts, considerando seu comportamento como suporte e/ou como recheio. Essas informações constituirão um banco de dados que alimentará uma ferramenta de avaliação de componentes construtivos em diferentes combinações de cenários e por meio da análise multicritério. Inspirado em Prins, os parâmetros de avaliação serão custo, vida útil, tempo de execução, compatibilidade com outros sistemas (medidos pela sua modularidade e conectividade), complexidade de execução, potencial de modificação e de reuso. As categorias serão delimitadas por atributos tais como tipo arquitetônico, padrão de acabamento e escala de empreendimento praticados por construtoras da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Pretende-se, ao final, desenvolver uma interface gráfica digital que permitirá arquitetos, pesquisadores, empreendedores, construtores e autoconstrutores decidir por edifícios mais flexíveis e adaptáveis.

Palavras-chave: Sistemas construtivos; Open Building; Camadas do edifício; Análise multicritérios; Modularidade e conectividade.

*Artigo publicado originalmente em inglês, nos anais de *Open Building for Resilient Cities Conference*, A+D Museum, Los Angeles, 2018.

¹¹Arquiteta Urbanista, Mestre e Doutora pela Escola de Arquitetura da UFMG. Professora dos Cursos de Arquitetura e Urbanismo do CEUNIH e da Universidade de Itáúna (UIT). Líder do Grupo de Pesquisa do CNPq LabFlex. rosamonicafl@gmail.com

¹²Arquiteta pela UFMG e Especialista pela UnB. Arquiteta Urbanista da URBEL/PBH. anamfs@gmail.com

¹³Arquiteto Urbanista e Mestrando em Arquitetura e Urbanismo pela UFMG. Membro dos grupos de pesquisa PRAXIS/EA-UFMG e LabFlex. rodrigorochaf@gmail.com

¹⁴Arquiteta, Mestre, Doutora e Professora na EA-UFMG. Líder do Grupo de Pesquisa PRAXIS/EA-UFMG. dmorado@gmail.com



Introdução

Pesquisas brasileiras têm criticado a produção padronizada e massificada de habitação realizada no país, de pequenas a grandes escalas, por agentes públicos ou privados, para classes de menor ou maior renda (TRAMONTANO 1998a; MORADO NASCIMENTO & TOSTES 2011; ANITELLI 2011, 2015; LAMOUNIER 2017). Por outro lado, pesquisas também revelam um contingente de pessoas insatisfeitas, por viverem em espaços que não atendem as suas necessidades habitacionais mutantes no tempo (PRAXIS-EA/UFMG 2014; LAMOUNIER 2017).

O presente artigo, que é fruto de pesquisa em andamento¹⁵, visa propor alternativas para a problemática rigidez espacial e consequente ausência de possibilidades de ação do morador sobre o espaço. As investigações aqui apresentadas se baseiam na Teoria dos Suportes, de N. J. Habraken e no conceito de níveis de decisão, do *Open Building*, assim como no método de análise por multicritérios.

Mais especificamente, a pesquisa tem investigado no Brasil sistemas, subsistemas e componentes construtivos adequados à abordagem *Open Building* em seus aspectos tecnológicos enunciados no 4º Princípio do movimento, cuja ideia é:

A interface entre os sistemas técnicos permite a substituição de um dos sistemas por outro de mesma função (como se diferentes sistemas de recheio pudessem ser aplicados a uma mesma construção base). (KENDALL, 2004) [tradução dos autores]

O Grupo LabFlex tem desenvolvido uma ferramenta de avaliação da capacidade adaptativa desses elementos, ou seja, o seu grau de flexibilidade. Este texto apresenta a metodologia de pesquisa que investiga a proposição dessa ferramenta. Tal instrumento se destina a arquitetos, engenheiros, proprietários, construtores, empreendedores, autoconstrutores, pesquisadores, professores e estudantes no processo de tomada de decisão para a produção de edifícios residenciais adaptáveis.

A pesquisa sobre sistemas construtivos sob a ótica da abordagem do *Open Building* se justifica, exatamente devido à proposição da distinção entre os níveis de decisão, coletivo e individual, como sendo o diferencial da teoria. Tais níveis são fundamentalmente de caráter político, mas são representados fisicamente nas partes de um edifício pelo suporte (elementos de longa durabilidade e menos mutáveis) e pelo recheio (unidades separáveis e de menor vida útil).

¹⁵ “Sistemas, subsistemas e componentes construtivos aderentes à metodologia Open Building”, do Grupo LabFlex, sediado no Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, coordenado pela Prof^ªDr^a Rosamônica da Fonseca Lamounier. Participam do projeto as professoras Ana Maria Ferreira Saraiva, Carolina Albuquerque de Moraes, o pesquisador Rodrigo Rocha de Freitas e os estudantes Edésio Rocha Júnior, Ruben Gonçalves do Vale, Henrique Nogueira Pereira e Júlia Cristina Carneiro. O projeto tem parcerias com um grupo de pesquisa do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFOP, coordenado pelo Prof. Dr. Clécio Magalhães do Vale e com o grupo PRAXIS-EA/UFMG, coordenado pela Prof^ªDr^a. Denise Morado Nascimento.



A maioria das pesquisas que tem sido desenvolvida tendo como pressuposto essa separação entre os níveis de decisão, focam em estratégias projetuais, constituindo numa lógica de abordagem extremamente relevante à produção de *open buildings*. Geraedts *et al.* (2014; 2015; 2016a; 2016b), que propõem o método FLEX, e Osman *et al.* (2011), que propõem a AAT, são alguns exemplos. Tais pesquisas se destinam (e exploram em detalhe) a avaliar a capacidade adaptativa de, prioritariamente, edifícios preexistentes, a partir da análise de atributos espaciais que se referem a estratégias ou características projetuais. No entanto, tais estratégias estão estreitamente relacionadas à tecnologia empregada nos projetos e a presente pesquisa foca nesse aspecto.

A ferramenta aqui proposta se difere das citadas anteriormente por se restringir, neste momento, à avaliação de componentes construtivos físicos em si. Embora seja uma meta futura da pesquisa estabelecer correlações da tecnologia com as estratégias de projeto, tais conexões não são abordadas neste artigo. Nesse sentido, a ferramenta pode ser aplicada à análise de sistemas construtivos, ou de parte deles, presentes em edifícios preexistentes, assim como em novos a serem produzidos.

Os critérios ou parâmetros de avaliação dos componentes foram criados à luz da Teoria dos Suportes e do *Open Building*. Ou seja, importa saber em que medida cada componente construtivo atende a requisitos de arquitetura aberta, possibilitando, e facilitando, a separação física entre diferentes níveis de decisão e com isso promovendo a flexibilidade – seja de adaptação, de expansão ou de rejeição (Geraedts&Prins 2014).

No Brasil, este é um campo fértil de investigação, exatamente por não abrigar uma produção habitacional que contemple a questão da flexibilidade espacial e da participação do morador como agente ativo no processo. Já as pesquisas em desenvolvimento que se debruçam sobre o assunto não têm associado essas questões a investigações tecnológicas sobre sistemas construtivos.

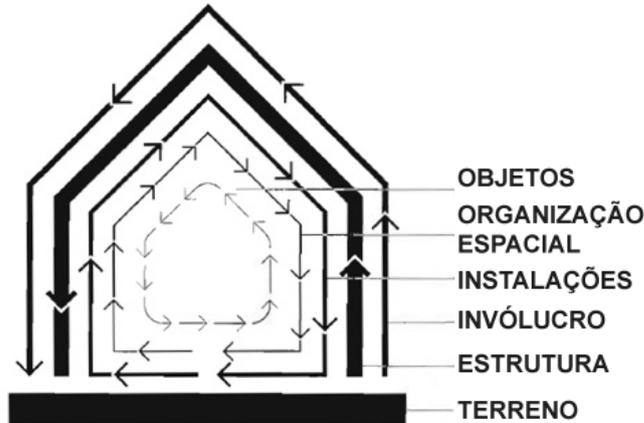
1.0 A FERRAMENTA

1.1. Níveis de decisão, camadas do edifício e elementos

Duffy (1992), Brand (1994) e Geraedts & Prins (2015a) propõem, com objetivos diferentes, porém aproximados, que um edifício seja dividido em camadas, devido aos seus diferentes ciclos de vida funcional, técnico e econômico (de custos)(**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Duffy (1992), por exemplo, afirma que “nosso argumento básico é de que não existe algo como um edifício [...] uma edificação propriamente concebida é o resultado de várias camadas de componentes construtivos de diferentes longevidades” [tradução dos autores], uma vez que o seu objeto de análise é o uso do edifício no tempo, viabilizado pelas suas transformações.



FIGURA 1. Camadas de um edifício



Fonte: BRAND, 1994. Tradução dos autores.

À luz da distinção entre os níveis de decisão propostos por Habraken, a lógica por camadas tem sido utilizada nesta pesquisa para o desenvolvimento do instrumento, já anunciado, que pretende avaliar a capacidade adaptativa de um componente construtivo, ou, o seu grau de flexibilidade. Adotou-se o conceito de capacidade adaptativa, definido por Hermans (2014) e adotado em Geraedts *et al.* (2014; 2015a; 2015b; 2016):

A capacidade adaptativa de um edifício inclui todas as características que o habilita a manter a sua funcionalidade no tempo em virtude das circunstâncias e demandas por mudanças, durante todo o seu ciclo de vida técnica, de forma sustentável e economicamente rentável. A capacidade adaptativa vem sendo considerada como um componente crucial ao analisar a sustentabilidade do estoque imobiliário.[traduzido pelos autores]

Por analogia aos procedimentos adotados por Duffy (1992), Brand (1994) e Geraedts *et al.* (2016), foram criadas para esta pesquisa sete camadas: terreno, estrutura, cobertura, fachada, instalações, fechamentos internos e mobiliário(**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), a fim de estruturar, localizar e agrupar os sistemas, subsistemas, elementos e componentes construtivos mapeados. Para algumas camadas foi necessário definir certos tipos de subcamadas, às quais denominou-se elementos, terminologia baseada em Lopes, Bogéa e Rebello (2006). Na primeira fase da pesquisa focou-se na investigação das camadas estrutura, fachada e fechamentos internos, sendo que na última contemplou-se apenas o elementodivisórias, conforme destacado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

TABELA 1 – Organização de camadas de um edifício

TERRENO	ESTRUTURA	COBERTURA	FACHADA	INSTALAÇÕES	FECHAMENTOS INTERNOS	MOBILIÁRIO
---------	-----------	-----------	---------	-------------	----------------------	------------



Fonte: Autores, 2018.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e a **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, a seguir, ilustram a camada estrutural e o elemento fechamento da camada fachada, acrescidos hierarquicamente das próximas características dos elementos constituintes de um sistema construtivo, assim como das famílias de componentes. Essa categorização tem sido investigada também sob os aspectos de modos de *produção* (*in loco* ou *pré-fabricado*) e tipos de materiais (concreto, aço, cerâmica etc.).

TABELA 2 – Subdivisões da camada estrutura

ELEMENTO	LAJE						VIGA						PILAR				PAREDE/ PAINEL									
	IN LOCO						PF.		I.L.	PRÉ-FABRICADO				I.L.	PRÉ-FABRICADO			IN LOCO	PF.							
MATERIAL							CONC.	AÇO				CONC.	AÇO			CE.	CONCRETO	A.								
COMPONENTE	MACIÇA	COGUMELO	NERVURADA	PROTENDIDA	STEEL DECK	OSB	ALVEOLAR	PRÉ-MOLDADA	MACIÇA	PRÉ-MOLDADA	TUBULAR CIRCULAR	TUBULAR RETANGULAR	CAIXÃO VAZIO	PERFIL H	MACIÇA	ALVENARIA ARMADA	PRÉ-MOLDADO	TUBULAR CIRCULAR	TUBULAR RETANGULAR	CAIXÃO VAZIO	PERFIL H	ALVENARIA	MACIÇA	ALVENARIA	PRÉ-MOLDADA	STEELFRAME

PF: PRÉ-FABRICADO, I.L.: IN LOCO, CONC.: CONCRETO, CE.: CERAMICA, A.: AÇO

Fonte: Autores, 2018.

TABELA 3 – Subdivisões do elemento fechamento da camada fachada

ELEMENTO	FECHAMENTO									
	IN LOCO				PRÉ-FABRICADO					
MATERIAL	CE.	CONCRETO						A.		
COMPONENTE	ALVENARIA	ALVENARIA	PAREDE CELULAR	PAREDE MACIÇA	PRÉ-MOLDADA	AUTOCLAVADA	PRÉ-FABRICADA	PREFABRICADA COM CE.	ALVEOLAR	FRAME COM PLACA CI.

CE.: CERAMICA, A.: AÇO, CI: CIMENTO

Fonte: Autores, 2018.

1.2. Parâmetros de avaliação

Considerando a distinção entre os níveis de decisão proposta por Habraken e pela abordagem Open Building, associada ao conceito de capacidade adaptativa e a alguns parâmetros definidos por Prins¹⁶ (1992), assim como a outros atributos importantes que se deve levar em conta na escolha de um sistema construtivo para determinada obra,

¹⁶Matthijs Prins, em sua Tese de Doutorado (1992), define uma série de termos úteis ao desenvolvimento de um sistema de apoio à tomada de decisão em processos de projetos que envolvem flexibilidade e custos. Seu trabalho tem sido útil para compreender a importância de parâmetros como tempos de vida (técnica, econômica ou funcional), assim como custos relacionados tanto à demanda por flexibilidade quanto à oferta. O autor também discute os tipos de flexibilidade (realocação; extensão; reuso; substituição e reparo) associados aos ciclos de vida dos componentes construtivos.



percebeu-se que o procedimento de análise por multicritérios seria bastante útil na construção desta ferramenta. Conforme explica Bryman (2016, 153-154), a adoção da metodologia de análise por multicritérios, ou múltiplos indicadores,

É um reconhecimento de que existem problemas potenciais com a dependência de apenas um único indicador:

1. É possível que um único indicador classifique erroneamente muitos indivíduos. [...]
2. Uma única pergunta pode precisar ter um nível excessivamente elevado de generalidade e, portanto, pode não refletir o verdadeiro estado de coisas para pessoas que respondem a elas. [...]
3. Você pode fazer distinções melhores. [traduzido pelos autores]

Sendo assim, buscou-se definir os parâmetros de avaliação para componentes construtivos específicos que contemplassem todos os fatores que pudessem influenciar sua capacidade adaptativa.

Foram definidos para esta pesquisa sete parâmetros gerais de avaliação da flexibilidade de um determinado componente construtivo, sendo que alguns apresentam variações (ou 'subparâmetros'). Não foi estabelecido até o momento diferenciação de peso para os parâmetros que apresentassem tais variações. Todos os subparâmetros receberam o mesmo peso que os parâmetros gerais e somaram 10 parâmetros no total: [1] custo; [2] vida útil; [3] tempo de execução; modularidade e conectividade em seus atributos de [4] módulo mínimo, [5] medida máxima e [6] tipo de conexão; requisitos de execução como [7] nível de mão-de-obra ou de empresa a ser contratada e [8] ferramentas ou equipamentos necessários; além de [9] potencial de reuso e [10] potencial de modificação.

Os custos para componentes, insumos ou serviços na construção civil variam muito em termos de unidade de medida. Eles podem ser orçados por área, comprimento, volume, peso, peça, verbas unitárias etc. Após consultas com especialistas, fabricantes e fornecedores, e para inter-relacionar os custos de cada componente instalado, estabeleceu-se uma escala de valores em termos percentuais do custo total da obra (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Essa conversão será explicada em detalhes na próxima seção.

A vida útil média dos componentes construtivos foi definida em anos, baseado em consulta a fabricantes e fornecedores brasileiros variados, o que converge em grande medida com os tempos de vida útil previstos pela abordagem *Open Building* (nível de suporte – 100 a 200 anos; parcelamento das unidades/ casas – 25 anos; nível do recheio – 10 a 20 anos).

Quanto ao tempo de execução, Coutinho *et al.* (2012) alertam que o tempo de execução de obras civis depende de alguns fatores importantes: estação do ano – se inverno/seco ou verão/chuvoso, no caso do Brasil; área construída; valor total da obra; capacidade operacional da empresa; tipo do serviço (se obra ou reforma), entre outros. Em geral, tempos curtos de execução são considerados como o melhor (escala 4), assim como



tempos muito estendidos de execução são considerados como opior (escala 1). Definiu-se, portanto, como no parâmetro custos, uma faixa de escala para tempo de execução que varia em termos percentuais do tempo total de obra. Os cálculos realizados para a definição das faixas de tempo de execução de cada elemento consideraram a média entre os tempos gastos nos respectivos serviços de uma forma mais industrializada ou mais manufaturada. Considerou-se como referência uma obra residencial com tempo total de dois anos e uma variação de 30% em média para cada serviço, se mais manufaturado ou mais industrializado.

No caso dos parâmetros de conectividade e modularidade, a escala de notas para módulo mínimo foi definida com base na Norma Técnica Brasileira de Coordenação Modular para Edificações, a NBR-15.873 de 2010, cujo módulo mínimo padrão para edificações é de 10cm, e na malha *tartan* (de 30cm=10+20) desenvolvida pelo SAR¹⁷ na década de 1960 e que se tornou padrão para coordenação modular adotada na construção em toda a Europa.

Com relação aos vãos máximos, foram realizadas pesquisas junto a diversos fornecedores brasileiros e estabeleceu-se medidas em metros. Já o tipo de conexão varia de monolítica, que praticamente impede substituições, até a direta, sem a necessidade de um terceiro elemento, sendo conectada e desconectada de forma mais imediata.

Já a complexidade de execução, foi definida em termos do grau de especialização da mão-de-obra ou empresa necessária para execução ou instalação do componente; e tipo de ferramenta ou equipamento necessário. O primeiro parâmetro varia de D.I.Y. (*Do It Yourself*, ou “faça você mesmo”) como sendo o melhor, até opior, quando seria obrigatória a contratação de empresa especializada. Já o segundo varia de ferramenta doméstica, como sendo o melhor, até de domínio exclusivo, como sendo o pior.

O potencial de reaproveitamento se refere às possibilidades de reuso, reciclagem ou redução de recursos, oferecidos por um componente específico. Quanto mais possibilidade de reaproveitamento em situações similares (com mesma função) ou não, melhor o componente será avaliado.

Por fim, o potencial de modificação de um determinado componente se refere ao grau de modificação exigido nos demais componentes e camadas. Quanto menos perturbação ele causar nos elementos preexistentes, melhor ele será avaliado.

Portanto, foi definida para todos os parâmetros de avaliação uma escala numérica que varia de 1 a 4 e que corresponde, respectivamente, aos quatro níveis qualitativos de avaliação: pior (1), regular (2), bom (3) e melhor (4). Assim, buscou-se gerar uma escala com número par de notas, ou positivas ou negativas, revelando uma tendência clara do componente a uma avaliação sempre acima ou abaixo da média.

¹⁷Stichting Architecten Research (SAR) ou Fundação para a Pesquisa Arquitetônica, criada por Nicholas John Habraken e alguns pesquisadores, investidores e industriais na Holanda na década de 1960.



TABELA 4 – Faixas de avaliação por parâmetros e por elementos



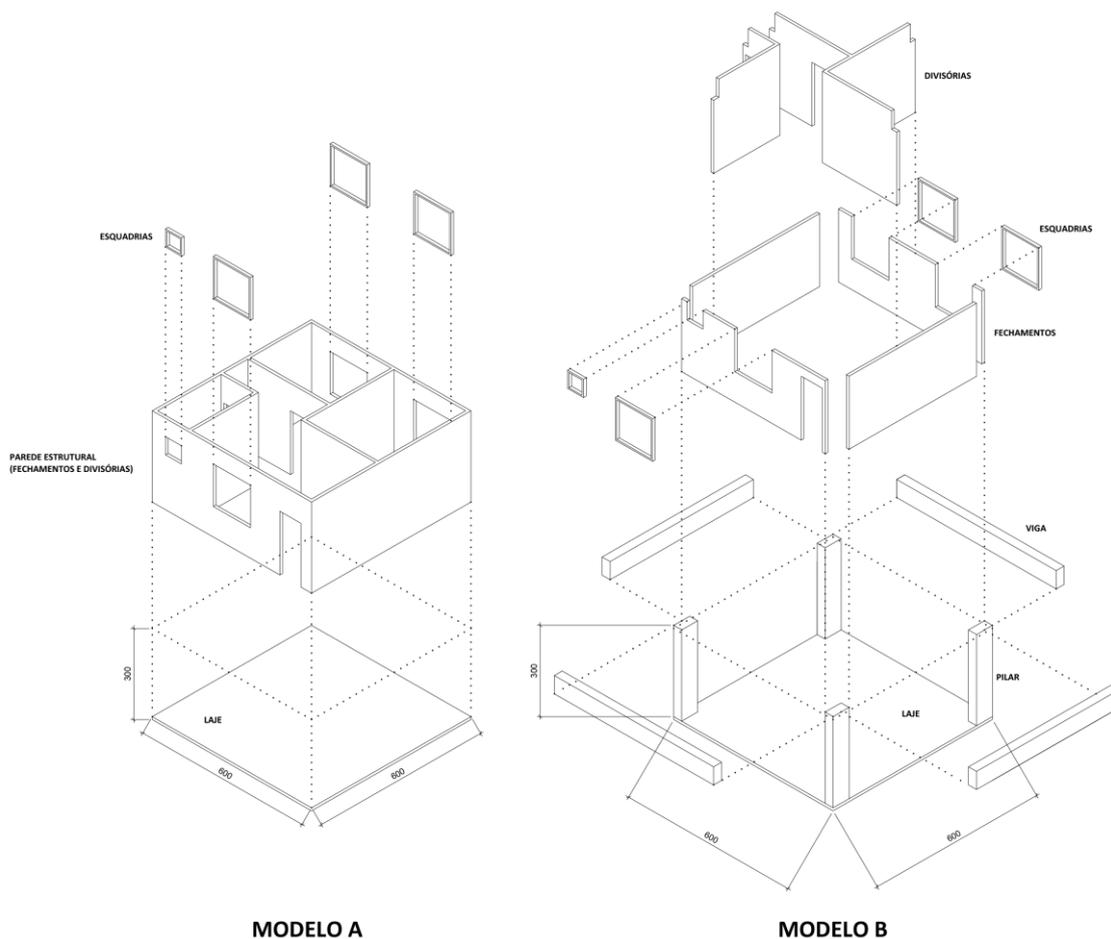
Fonte: Autores, 2018.

1.3. Processo de ajuste do parâmetro ‘custo médio’

Ainda no processo de definição das escalas de notas dos respectivos elementos, percebeu-se que o parâmetro custo precisava sofrer um ajuste, o que é comum na construção metodológica por análise com multicritérios. Conforme dito anteriormente, os custos dos diversos componentes construtivos informados pelos fabricantes, fornecedores e especialistas variam muito em relação a sua unidade de medida – custo por metro quadrado; por metro cúbico; por peça; por peso etc.

Na impossibilidade prática de converter diretamente os custos de cada componente específico em valores percentuais do custo completo da obra conforme descrito na escala de notas da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, decidiu-se realizar a conversão a partir da simulação de um modelo volumétrico construtivo simplificado (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Para realizar a operação, elencaram-se pelo menos dois tipos diferentes de componentes genéricos (elementos) para as camadas em estudo (estrutura, fachada e divisória para a vedação interna).

FIGURA 2. Diagramas dos modelos construtivos



Fonte: Autores, 2018.



O modelo A combina um tipo de laje moldada in loco com parede estrutural para a camada estrutural. A parede estrutural também conforma o elemento fechamento para a camada fachada e o elemento divisória para a camada vedação interna. O modelo também apresenta as esquadrias como um elemento da camada fachada.

O modelo B combina um tipo de laje, de vigas e de pilares mais pré-fabricados (industrializados) para a camada estrutural. A camada fachada tem as esquadrias em destaque como no modelo A. E os elementos fechamento da camada fachada e divisórias da camada vedação interna são independentes dos demais.

Os dois modelos apresentam as mesmas dimensões finais (6m x 6m x 3m), o que possibilita converter o custo de cada elemento (componente genérico) da forma como é praticado no mercado (por metro quadrado, por metro cúbico, por peso etc.), em custo por metro quadrado de construção. Para essa primeira conversão, utilizou-se como referência os custos por metro quadrado de construção definidos pelo CUB-Sinduscon¹⁸, mantendo os valores médios percentuais por camada ou elemento conforme definidos na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Por exemplo, o custo da camada estrutura corresponde em média a 30% do custo total da obra; o custo do elemento fechamento da camada fachada corresponde a 7% e o de esquadrias 13%. Isso se mantém independentemente do componente específico escolhido.

1.4. Valores de avaliação e pesos

Assim como para os valores de avaliação (notas) definidos na seção 1.2., também foi definida para os valores de ponderação (peso) uma escala com quatro níveis: [1] não importante; [2] pouco importante; [3] importante; [4] muito importante (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). A ferramenta em construção apresentará nota para todos os componentes construtivos em estudo, mas propõe que o usuário atribua ponderação aos parâmetros, exatamente porque em cada contexto e dependendo dos critérios de tomada de decisão, alguns parâmetros podem pesar mais do que outros, ainda que a capacidade adaptativa do edifício seja pretendida.

¹⁸ O Custo Unitário Básico da Construção (CUB) é um indicador monetário do setor da construção que é calculado pelos Sindicatos da Indústria da Construção Civil em todo o Brasil, por estado da federação. Ele determina o custo global da obra para fins de cumprimento legal. Os custos por metro quadrado são calculados mensalmente em diferentes cenários, considerando uso, tipologia arquitetônica formal, escala e padrão de acabamento. Para o exercício aqui apresentado, consideraram-se os valores calculados para Minas Gerais em Junho de 2018, a partir da média ponderada dos valores apresentados para usos residenciais. Consideraram-se diferentes tipologias (individual, com 4, 8 e 16 pavimentos, além de projetos de interesse social) e diferentes padrões de acabamento (baixo, médio e alto). O valor por metro quadrado encontrado para o custo de cada componente foi dividido por esta média para se chegar ao custo de cada componente em termos percentuais do custo total da obra.



TABELA 5 – Parâmetros de avaliação, escala de avaliação e peso, e notas por componente construtivo específico

Fonte: Autores, 2018.

A nota final (F) do componente, referente ao seu grau de flexibilidade ou capacidade adaptativa no edifício será, para cada usuário e cenário estudado, calculada pela soma da multiplicação do valor de avaliação (A) pelo fator de peso (P) atribuído a cada parâmetro. O resultado é dado por:

$$F = A1 \times P1 + A2 \times P2 + A3 \times P3 + A4 \times P4 + A5 \times P5 + A6 \times P6 + A7 \times P7 + A8 \times P8 + A9 \times P9 + A10 \times P10$$

2.0 BANCO DE DADOS

A pesquisa tem mapeado, levantado e estruturado num banco de dados, vários componentes construtivos brasileiros empregados, ou passíveis de serem empregados, na produção habitacional, para qualquer padrão de acabamento. Para cada componente, a sistematização das informações se restringe aos 10 parâmetros de avaliação da sua flexibilidade. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** ilustra esse mapeamento com o componente drywall do elemento fechamento interno. A maioria das informações tem sido buscada nos respectivos fabricantes e fornecedores, ou com especialistas da área.

TABELA 6 – Exemplo dos parâmetros de avaliação para o componente Drywall

CAMADA	ELEMENTO	COMPONENTE	PRODUTO	PRODUTOR	CUSTO MÉDIO	VIDA ÚTIL (ANOS)	TEMPO DE EXECUÇÃO
FECHAMENTO INTERNO	DIVISÓRIA	DRYWALL	DRYWALL PADRÃO	KNAUF	R\$110 /m ²	MONTANTE: ≥ 100 PLACA: ≥ 30	10% DO TOTAL
MÓDULO MÍNIMO (cm)	MEDIDA MÁXIMA (m)	TIPO DE CONEXÃO	MÃO-DE-OBRA	FERRAMENTAS/EQUIPAMENTOS	POTENCIAL DE REAPROVEIT.	POTENCIAL DE MODIFICAÇÃO	
MÚLTIPLO DE 20	3,6	POR UMA TERCEIRA PEÇA	PROFISSIONAL ESPECIALIZADO	ESPECIALIZADA E LOCÁVEL	< 30%	INVIÁVEL	

Fonte: Autores, 2018.

Para alimentar inicialmente o banco de dados, escolheu-se componentes estruturais mais usualmente empregados na produção habitacional brasileira, quais sejam: [1] estruturas de concreto moldado in loco (sistema com pilar e viga ou em parede-concreto); [2] alvenaria estrutural (com bloco cerâmico ou de concreto); [3] estruturas metálicas (perfil H, tubular e caixão, além do *steel frame*); [4] estruturas de concreto



pré-moldado (de seção quadrada, retangular e circular, além dos painéis estruturais de concreto); [5] lajes moldadas *in loco* maciça; cogumelo; nervurada e protendida; e lajes pré-fabricadas com vigotas; treliçadas; alveolares e de painéis treliçados.

Já no caso dos componentes das demais camadas, também têm sido mapeados sistemas mais empregados na construção de edifícios de uso não residencial, mas que poderiam ser adotados para esta função.

No caso de fachadas, têm sido classificados diferentes tipos de painéis pré-fabricados de concreto, cerâmico, metálico ou *in loco*. Da mesma forma, têm sido pesquisados componentes diversificados de vedação interna para divisórias (paredes internas de alvenaria com materiais diversos, *drywall* ou *wood frame*), forros, pisos elevados e *shafts* nas mais diversas variações de materiais e modos de execução.

O banco de dados em estruturação contemplará uma seleção dos principais componentes disponíveis no Brasil, para todas as camadas do edifício, exceto para terreno e mobiliário. Todos com notas atribuídas pela ferramenta em construção aos parâmetros de avaliação constituídos. O resultado final possibilitará ao usuário, no processo de tomada de decisão, cruzar dados, atribuindo peso aos parâmetros mais importantes para o cenário em estudo.

3.0 ESTUDO DE CASO: PROCESSO DE VERIFICAÇÃO PARCIAL E APLICAÇÃO DA FERRAMENTA

Na busca por testar a ferramenta em desenvolvimento, verificar sua validação parcial e comparar o grau de flexibilidade entre alguns componentes construtivos de mesma função, buscou-se aplicá-la em alguns casos conhecidos.

Para exemplificar o procedimento, elencou-se os componentes específicos conforme mostrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Cabe ressaltar que a avaliação de um componente construtivo específico não está, neste momento, atrelada a sua combinação com outro componente, nem tampouco a um cenário. Sendo assim, as notas foram atribuídas a partir da base de dados em construção e conforme a escala de notas apresentadas anteriormente na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Elas são as que se mostram na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, a seguir.



TABELA 7 – Exemplo de aplicação da ferramenta em elaboração.

ELEMENTO	PRODUTO	PRODUTOR	IMAGEM	01-	02-	03-	04-	05-	06-	07-	08-	09-P.	10-P.	SUBTOTAL
				CUSTO MÉDIO	VIDA ÚTIL	TEMPO DE EXECUÇÃO	MÓDULO MÍNIMO	MEDIDA MÁXIMA	TIPO DE CONEXÃO	MÃO-DE-OBRA	FER./ EQUIPAMENTOS	DE REAPROVEITAMENTO	DE MODIFICAÇÃO	
LAJE	CONCRETO PRÉ-MOLDADO	INCOBRAZ		4	4	2	1	2	2	3	3	1	1	23
	ALVEOLAR DE CONCRETO	PRECON		4	4	4	1	4	3	2	2	3	2	31
PILAR	CONCRETO PRÉ-MOLDADO	PRECON		2	4	3	3	4	3	2	2	2	3	27
VIGA	CONCRETO PRÉ-MOLDADO	PRECON		2	4	3	3	4	3	2	2	2	3	27
PAREDE	CONCRETO MACIÇO	IN LOCO		4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	19
FECHA_MENTO	ALVENARIA CERÂMICA	BRAÚNAS		2	3	2	1	3	2	3	3	1	2	22
	AQUAPANEL W384	KNAUF		1	2	4	4	4	4	3	3	2	4	31
ESQUADRIA	PRÁTICA STEEL LINE	SASAZAKI		3	2	3	3	1	2	2	3	3	2	24
	SOLUTA LINE	KAWNEER		1	3	3	4	4	4	2	1	3	3	28
DIVISÓRIA	ALVENARIA CERÂMICA	BRAÚNAS		2	3	2	1	3	2	3	3	1	2	22

Fonte: Autores.

Diante das notas atribuídas na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e considerando como exemplo de aplicação da ferramenta um fator de ponderação igual para todos os parâmetros de avaliação, verifica-se que a laje alveolar apresenta uma nota maior do que a laje pré-fabricada; a estrutura pré-moldada recebe melhor



avaliação do que a estrutura em parede-concreto; o fechamento Aquapanel tem melhor desempenho de flexibilidade do que a alvenaria em cerâmica e a linha de esquadrias Kawneer Soluta também é mais flexível do que a linha Sasazaki.

Uma vez que o valor de ponderação será atribuído pelo usuário da ferramenta, logicamente a nota final de cada componente pode ser alterada em função do peso dado a cada parâmetro de avaliação. Por exemplo, os parâmetros de 4 a 10 podem ser vistos com uma relação mais direta com o desempenho de flexibilidade do componente, devido a sua natureza física, estrutural, funcional etc. No entanto, outros parâmetros como custo, vida útil e tempo de execução, podem influenciar ou não a avaliação final, dependendo de outros aspectos da demanda do usuário.

Ressalta-se, no entanto, que custo e vida útil, embora não sejam, aparentemente, parâmetros tão determinantes do alto desempenho de flexibilidade de um componente construtivo específico, eles devem ser analisados conjuntamente, em função do valor de futuro inerente à capacidade adaptativa dos edifícios.

CONCLUSÕES: RECOMENDAÇÕES E PRÓXIMOS PASSOS

Conforme apresentado anteriormente, este artigo foi um importante passo no desenvolvimento de um instrumento para avaliar a capacidade adaptativa de componentes construtivos brasileiros.

Pretende-se com os próximos passos:

- Discutir e avaliar a metodologia junto a possíveis usuários;
- Elaborar e estruturar melhor os conceitos camada, elemento, componente, refinando a descrição dos critérios de avaliação da capacidade adaptativa de componentes construtivos brasileiros;
- Realizar ajustes necessários nas escalas de avaliação dos parâmetros e de suas variações, nas escalas de notas e de valores de ponderação;
- Estudar cenários mais completos e complexos, buscando representar melhor a realidade, ilustrando e discutindo melhor a aplicabilidade da ferramenta;
- Simular cálculos para definir classes de notas finais para os parâmetros;
- Completar a estruturação do banco de dados;
- Elaborar uma interface digital gráfica de consulta ao banco de dados, de aplicação da ferramenta e de visualização dos resultados.

Espera-se com a disponibilização da ferramenta oferecer ao público-alvo maiores recursos no processo de tomada de decisão rumo à produção de edifícios mais adaptáveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio institucional e financeiro concedido pelo CEUNIH.



Referências

ANITELLI, F. **Como nasce um modelo: o projeto de apartamento na cidade de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. São Carlos: Instituto de Arquitetura e Urbanismo da USP, 2011.

ANITELLI, F. **[Re]produção? Repercussões de características do desenho do edifício de apartamentos paulistano em projetos empreendidos no Brasil**. Tese de Doutorado. São Carlos: USP São Carlos, 2015.

BRAND, S. **How buildings learn. What happens after they're built**. New York: Penguin Books, 1994.

BRYMAN, A. **Social Research Methods**. Oxford: Oxford University Press, 2016.

DUFFY, F. **The Changing Workplace**. Londres: Phaidon Press, 1992.

GERAEDTS, R. *et al.* Adaptive capacity of buildings: A determination method to promote flexible and sustainable construction. In: Osman, A. *et al.* (org.). **UIA2014**. Anais. Durban: International Union of Architects world congress, 2014. Disponível em: <<http://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:3c57e976-5af4-4e05-a66d-723604ded852?collection=research>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

GERAEDTS, R. & PRINS, M. The CE meter: an instrument to assess the circular economy capacity of buildings. In: Egbu, C. (org.). **Going north for sustainability: Leveraging knowledge and innovation for sustainable construction and development**. Anais. Londres: CIB International Conference, 2015. Disponível em: <<http://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:8bed6351-cf60-434f-898c-805e3d12b727?collection=research>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

GERAEDTS, R. & PRINS, M. FLEX 3.0: an instrument to formulate the demand for and assessing the supply of the adaptive capacity of buildings. In: Achour, N. (org.). **WBC16 Proceedings: Volume V**, p. 679-690. Anais. Tampere: CIB World Building Congress, 2016a.

GERAEDTS, R. FLEX 4.0: a practical instrument to assess the adaptive capacity of buildings. In: Kurnitski, J. (org.). **SBE16: Build Green and Renovate Deep**. Anais. Tallinn e Helsinki: Sustainable Built Environment Conference, 2016b. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187661021630741X>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

KENDALL, S. **Open Building Concepts**. 2014. Disponível em: <<http://open-building.org/ob/concepts.html>>. Acesso em: 11 ago. 2018.



LAMOUNIER, R. F. **Da autoconstrução à arquitetura aberta: o Open Building no Brasil.** Tese de Doutorado. Belo Horizonte: Escola de Arquitetura da UFMG, 2017.

MORADO NASCIMENTO, D.; TOSTES, S. P. Programa Minha Casa Minha Vida: a (mesma) política habitacional no Brasil. **Vitruvius**. 2011. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.133/3936>>. Acesso em 08 mar. 2014.

OSMAN, A. *et al.* An Adaptability Assessment Tool (ATT) for sustainable Building transformation: towards an alternative approach to residential architecture in: South Africa. In: Gibson, M. & Kendall, S. **Architecture in the Fourth Dimension: Methods and Practices for a Sustainable Building Stock**, p. 83-91. Anais. Boston: Open Building Conference: Architecture in the Fourth Dimension, 2011.

PRAXIS. **Minha Casa, Minha Vida: Estudos Avaliativos na RMBH.** Belo Horizonte: Escola de Arquitetura da UFMG. Disponível em: <www.arq.ufmg.br/praxis>. Acesso em: 07 dez. 2014.

PRINS, M. **Summary and Terminology. Flexibility and costs in the design process.** Tese de Doutorado. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven, 1992.

LOPES, J.M.; BOGÉA, M.; REBELLO, C.P. **Arquiteturas da Engenharia. Engenharias da Arquitetura.** São Paulo: Mandarim, 2006.

TRAMONTANO, M. **Novos modos de vida, novos modos de morar, Paris, São Paulo, Tóquio: uma reflexão sobre a habitação contemporânea.** Tese de Doutorado. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP.