



Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

REQUISITOS DE FLEXIBILIDADE E CONSTRUTIBILIDADE PARA A EVOLUÇÃO PROJETUAL EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS ¹

BORGES, Aline Vieira (1); LIBRELOTTO, Lisiane Ilha (2)

(1) UFSC, alinevieiraborges@gmail.com

(2) UFSC, lisiane.librelotto@gmail.com

RESUMO

A construção civil é considerada um dos segmentos mais conservadores do mercado, sendo considerada como um sistema baseado na repetição massiva e de inflexibilidade construtiva. Neste sentido, esta pesquisa busca trazer uma discussão relacionada aos fundamentos e conceitos da flexibilidade arquitetônica e da construtibilidade com o objetivo de demonstrar como a aplicação de estratégias relacionadas a estes conceitos podem facilitar o uso da edificação ao longo de sua vida útil, além de facilitar seu processo evolutivo e nas relações com os usuários. Estes fundamentos e conceitos foram explorados a partir da revisão sistemática da literatura acerca dos temas abordados em bases de dados nacionais e internacionais, reconhecidas no âmbito acadêmico. Como resultados desta pesquisa, observa-se que implementação das estratégias de flexibilidade e construtibilidade promovem edificações mais sustentáveis e manuteníveis ao longo do tempo, tornando um recurso projetual e mercadológico para a construção civil.

Palavras-chave: Flexibilidade. Construtibilidade. Projeto. Habitação. Residencial.

ABSTRACT

Civil construction is considered one of the most conservative segments of the market, being considered as a system based on massive repetition and constructive inflexibility. In this sense, this research seeks to bring a discussion related to the fundamentals and concepts of architectural flexibility and constructability with the aim of demonstrating how the application of strategies related to these concepts can facilitate the use of the building throughout its useful life, in addition to facilitating its evolutionary process and relations with users. These foundations and concepts were explored from the systematic review of the reading about the topics covered in national and international databases recognized in the academic scope. As a result of this research, it is observed that the implementation of flexibility and constructability strategies promote more sustainable and maintainable buildings over time, becoming a project and marketing resource for civil construction.

Keywords: Flexibility. Constructability. Project. Housing. Residential.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é considerada um dos segmentos mais conservadores do mercado, sendo considerada como um sistema baseada na repetição massiva e de

¹ BORGES, Aline Vieira; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. Requisitos de flexibilidade e construtibilidade em edificações residenciais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

inflexibilidade construtiva. Em contrapartida, um dos principais desafios para que se promova uma maior sustentabilidade do setor é a promoção de uma mudança no conceito da arquitetura tradicional, em busca de projetos mais flexíveis, otimizando o consumo de matérias-primas, reduzindo a produção de resíduos e potencializando a qualidade do ambiente construído ao longo de sua vida útil (FIALHO et al, 2018).

Existe uma tendência mundial de conscientização sobre o uso racional dos recursos naturais, e assim, fortalecendo a necessidade de formas de construir mais sustentáveis. Neste sentido, o uso de tecnologias construtivas industrializadas, em oposição aos sistemas tradicionais, permitem um maior controle de qualidade, padronização dos processos, maior planejamento, uso de materiais inovadores, menor desperdício e impacto no meio ambiente (KAPP, OLIVEIRA, 2006).

Esta pesquisa busca trazer uma discussão relacionada aos fundamentos e conceitos da flexibilidade arquitetônica e da construtibilidade, com o objetivo de demonstrar como a aplicação de estratégias relacionadas a estes conceitos podem facilitar o uso da edificação ao longo de sua vida útil, além de facilitar seu processo evolutivo e nas relações com os usuários. Estes conceitos foram explorados a partir da revisão sistemática da literatura acerca dos temas abordados em bases de dados nacionais e internacionais, reconhecidas no âmbito acadêmico.

Conforme Brandão (2006) existem estratégias que podem minimizar os efeitos da padronização dos elementos construtivos, promovendo a personalização da habitação, e preservando sua qualidade. Neste sentido, a flexibilidade e a construtibilidade garantem a máxima eficiência e eficácia, promovendo a facilidade de construção e evolução da edificação.

Ainda conforme Brandão (2006), projetos para habitações devem ser concebidos de modo a se adaptarem ao uso ao longo de sua vida útil. Tornando-os assim adaptáveis e manuteníveis ao longo do tempo, adequando-se as mudanças dos seus usuários e permitindo-se reinventar ou preservar a identidade dos diversos modos de morar.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Em relação aos objetivos, a pesquisa será exploratória, uma vez que esta proporciona o levantamento de informações sobre determinado fenômeno ou problema, de forma a aumentar a familiaridade com ele e formular problemas e hipóteses mais precisos (GIL, 1999). Com base nos objetivos exploratórios desta pesquisa, foram realizadas revisões bibliográfica e revisão sistemática da literatura (RSL).

O primeiro passo da RSL foi definir o protocolo da pesquisa com o apoio do *software* Mendeley. No protocolo, identificaram-se os objetivos da revisão, as bases de dados que seriam utilizadas na busca dos artigos e as *strings* de busca (combinação de palavras-chave e filtros), conforme Quadro 01:

Quadro 1 – Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa

Campos do Protocolo	Conteúdo
Objetivo	Identificar e analisar pesquisas atuais sobre a flexibilização de projetos arquitetônicos para edificação unifamiliar.
Questões de Pesquisa	Pergunta primária Quais pesquisas já foram ou vem sendo realizadas sobre a flexibilidade de projetos de edificação unifamiliar atualmente? Perguntas secundárias

	<p>a) Quais periódicos vêm publicando resultados de pesquisas que envolvam questões sobre a flexibilidade de projetos de edificação unifamiliar?</p> <p>b) Quais os objetivos e abordagens das publicações levantadas?</p> <p>c) Quem são os seus principais pesquisadores, suas instituições e países de origem?</p>
Bases de Dados	Web of Science; Scopus; Scielo.
Palavras-chave	Flexibilidade; projeto arquitetônico; edificação unifamiliar. (flexibility) AND (architecture) AND ("single family housing" OR housing)
Filtros	Ano de publicação: 2010 a 2020 Tipo de publicação: Artigos, teses e dissertações Idioma: Inglês e Português Área da pesquisa: Arquitetura, Engenharia, Ciências Sociais, Ciências Ambientais, Artes e Humanidades.
Crítérios de inclusão e de exclusão	Inclusão: Flexibilidade no projeto de arquitetura Exclusão: Não trata de Flexibilidade; não é da área da arquitetura / construção; não está nos idiomas selecionados; o texto completo não foi encontrado.

Fonte: Os autores (2020)

As etapas de seleção e classificação dos resultados foram realizadas através do software Mendeley, sendo que na primeira etapa, foram selecionados 54 resultados, e descartados 100, seguindo os critérios de inclusão e/ou exclusão.

A revisão bibliográfica e RSL foram realizadas com o objetivo de explorar a flexibilidade sob a ótica de diversos autores, além de explorar suas relações com a construtibilidade aplicável a um projeto arquitetônico residencial.

3 CONCEITO DE FLEXIBILIDADE NA ARQUITETURA

A flexibilidade na arquitetura foi tratada ao longo dos anos sob diversas abordagens. A Tabela 01 apresenta um panorama do conceito de flexibilidade arquitetônica de acordo com autores identificados na revisão da literatura.

Tabela 1 – Conceitos sobre flexibilidade

Autor	Ano	Conceito
Rabeneck, Sheppard, Town	1973	A habitação flexível deve ser capaz de oferecer escolha e personalização; O conceito de flexibilidade lida com a técnica construtiva e distribuição de serviços.
Hertzberger	1991	No desenho flexível não existe uma solução única, preferível a todas as outras; Edificações polivalentes.
Groák	1992	A flexibilidade chama a atenção para a capacidade de responder várias disposições físicas possíveis.
Maccreeanor	1998	A flexibilidade não implica a necessidade de mudanças intermináveis nem a ruptura com a fórmula tradicional.
Schneider, Till	2005	A flexibilidade na habitação é alcançada alterando a matriz física do edifício.
Brandão	2006	Definição das categorias básicas da flexibilidade arquitetônica: a flexibilidade inicial e a flexibilidade contínua.
Khan e Dhar	2012	Flexibilidade em quatro níveis: 1. Suporte; 2. Envoltória do edifício; 3. Núcleo de Serviço; 4. Divisórias internas.
Barth	2017	Primeiro grau da flexibilidade: oportunidade de adaptabilidade; Segundo grau da flexibilidade: Inclusão

de diferentes arranjos físicos e modificações ao longo do uso.

Fonte: Elaborado pela autora (2020) com base em Rabeneck, Sheppard, Town (1974), Hertzberger (1991), Groák (1992), Maccreeanor (1998), Schneider e Till (2005), Brandão (2002), Khan e Dhar (2012), Barth (2017).

Ao analisar as proposições feitas pelos autores acerca da flexibilidade, é possível definir que um projeto flexível é aquele que permite uma grande variedade de arranjos espaciais, usos e ampliações ao longo de sua vida útil, possibilitando ainda, que o usuário tenha autonomia sobre as modificações que desejar executar em sua habitação.

Neste sentido, a flexibilidade habitacional torna-se um importante mecanismo para estreitar a lacuna existente, em muitos projetos, entre seu projetista e o usuário final. A flexibilidade desta forma, traduz-se no grau de liberdade que dará a edificação, a possibilidade de adequar-se aos mais diversos estilos de vida. Legonde (2017) afirma que a multifuncionalidade de uma edificação permite que ela se torne menos obsoleta ao longo do tempo, mais construtível durante sua concepção, permitindo adequações de ordem estética e funcional.

2.1 Estratégias de flexibilidade arquitetônica

A flexibilidade arquitetônica pode ser promovida em uma edificação através de uma série de decisões tomadas por seus projetistas. As estratégias apresentadas na Tabela 02, não esgotam as inúmeras possibilidades de se atribuir maior flexibilidade a uma edificação, no entanto, elas buscam explorar o tema dentro do objeto desta pesquisa, considerando aspectos projetuais da flexibilidade inicial e contínua, aspectos construtivos, ações dos usuários, intervenções privadas ou coletivas.

Tabela 2 – Estratégias de flexibilidade

Estratégia	Definição
Adaptabilidade	A adaptabilidade na habitação refere-se a unidades habitacionais que podem ser facilmente alteradas consoantes às circunstâncias, proporcionando alterações funcionais nos ambientes, sem intervenção construtiva, resultando em alternativas de uso (LEGONDE, 2017).
Ampliabilidade	Representa a ampliação da casa mínima, ou do módulo inicial, de forma que mantenha sua funcionalidade e integração do projeto original (BRANDÃO, 2006). É promovida principalmente na concepção do projeto, onde já são previstas algumas opções de ampliação residencial.
Open Building	Construção aberta é um conjunto de ideias sobre construção de edificações, incluindo: a ideia de que usuários, bem como profissionais podem tomar decisões de planejamento; a ideia que a interface entre sistemas técnicos deve permitir realocação entre sistemas que desempenhem a mesma função, e a ideia que o ambiente construído está em constante transformação, requerendo que a mudança seja compreendida por profissionais para elaborar ambientes confortáveis e sustentáveis
Cômodo Autônomo	Ambiente multifuncional e que poderá atender diversas situações do usuário: um quarto extra, um escritório, entre outras diversas situações que podem surgir ao longo do tempo. O cômodo autônomo torna-se uma estratégia de flexibilidade em destaque, incentivado pelo trabalho autônomo e pelo teletrabalho, ambos símbolos dos modos de

	vida contemporâneos e acentuado pelo avalassadores efeitos da pandemia global do Covid-19.
Divisórias leves	As divisórias leves por outro lado, são componentes de fácil instalação e manutenção, contribuindo amplamente para as adaptações internas dos ambientes, sendo assim, uma estratégia complementar a outras, como por exemplo, a adaptabilidade e o Open Building.
Modularidade	Os edifícios modulares são compostos por algumas unidades modulares de volume básico, ou seja, a partir de um módulo inicial, a combinação de 2 ou mais irão possibilitar o projeto de uma edificação.
Núcleo de serviços	Os núcleos de serviços são denominados área da habitação que necessitam de maior infraestrutura, como instalações hidrossanitárias, elétrica e qualquer outro tipo de instalação específica para sua funcionalidade. As áreas de circulação horizontais e verticais são ainda denominadas, núcleos de circulação.
Refuncionalização	A refuncionalização é a alteração da função original do cômodo, através de adaptação ou crescimento na área original (JORGE, 2012). Muitos edifícios históricos ou indústrias tiveram suas funções original alteradas e, após reformulações, tem funções residenciais em larga escala, contribuindo para a sustentabilidade destas edificações, prolongando sua vida útil.

Fonte: Elaborado pela autora (2020) a partir de Jorge (2012), Brandão (2006), Legonde (2017).

As estratégias para a mencionadas, contribuem para uma maior flexibilização de projetos arquitetônicos residenciais, e podem ter suas potencialidades maximizadas a medida de que sejam aplicados de forma cumulativa no processo projetual. A flexibilidade de uma edificação, pode ainda ser facilitada pelo ótimo uso e conhecimentos dos seus requisitos em construção e execução, o que é promovido através da construtibilidade. As estratégias e flexibilidade atribuídas aos princípios da construtibilidade promovem e facilitam a evolução da edificação.

3 O PAPEL DA CONSTRUTIBILIDADE NA FLEXIBILIDADE ARQUITETÔNICA

Os sistemas que envolvem a construção civil estão em constante evolução de seus processos de negócios, estruturas de dados, interfaces de usuário, novas tecnologias, integração com novos sistemas construtivos, entre outras inovações que buscam atender demanda de mercado e dos usuários. Neste contexto, a flexibilidade e a construtibilidade são qualidade chave que permitem, através da aplicação de seus requisitos, projetos arquitetônicos mais eficientes e eficazes, sendo considerados conceitos complementares entre si (CARBON, NAAD, 2010).

Os debates mais centrados no termo construtibilidade começaram a surgir no final da década de 70, inicialmente no Reino Unido e, posteriormente nos Estados Unidos, apresentando um conceito que surgiu com o intuito de trazer respostas à complexidade dos processos produtivos da construção civil e a falta de integração entre o projeto e a construção (GRIFFITH, SIDWELL, 1997).

A construtibilidade é definida como sendo o ótimo uso dos conhecimentos de construção e a experiência em planejamento, engenharia, suprimentos e operações de campo para atingir o melhor desempenho de um projeto (CII, 1987).

O'Connor e Tucker (1986) contribuíram para o conceito desenvolvido na Europa ao definirem construtibilidade como "a capacidade das condições de projeto em garantir a utilização ótima dos recursos de construção ao longo do seu ciclo de vida", ressaltando assim, a importância da aplicação deste conceito nas etapas de projeto como medida para a busca da eficiência das construções e relacionando-se com a

importância da flexibilidade adotada na fase de projeto (flexibilidade permitida) e também durante o uso (flexibilidade projetada).

Após o início da discussão na Europa, alguns estudos sobre construtibilidade começaram a surgir também nos Estados Unidos. O termo utilizado ficou conhecido como “constructability” e trazia em suas definições uma visão holística sobre a temática, considerando a sua aplicabilidade em longo de todas as etapas do processo construtivo, alguns autores avançaram ainda mais na aplicação do conceito, e estendem o escopo até as etapas de uso, manutenção e desconstrução, etapas estas, fundamentais para a garantia da flexibilidade da edificação (RODRIGUES, 2005).

Como mencionado anteriormente, a construtibilidade pode-se mais racionalmente planejada a aplicada no projeto, através da implementação de seus principais requisitos. Os princípios construídos para ilustrar o potencial da construtibilidade são mostrados na bibliografia sob a ótica de diversos autores e em momentos diferentes da história. A tabela32 abaixo ilustra esta relação entre alguns autores da temática e seus pontos em comum.

Tabela 3 – Princípios da Construtibilidade

1	GRIFTH (1986); O'CONNOR e TUCKER (1986); CII (1993); NIMA et al (2002).	Simplificar pela redução do número de partes e passos.
2	GRIFTH (1986); O'CONNOR e TUCKER (1986); CII (1993); NIMA et al (2002).	Padronizar elementos do projeto e processos construtivos.
3	O'CONNOR e TUCKER (1986); O'CONNOR et al (1987); CII (1993); NIMA et al (2002).	Promover acessibilidade para pessoas, materiais e equipamentos.
4	O'CONNOR e TUCKER (1986); CII (1993); NIMA et al (2002).	Facilitar construção sob condições climáticas adversas.
5	O'CONNOR e TUCKER (1986); CII (1993); NIMA et al (2002).	Otimizar os processos de construção.
6	SAFFARO et al (2004).	Promover a manutenibilidade.
7	HELLANDER e WILLÉN (1999)	Minimizar o tempo de percepção, decisão e manipulação das operações de montagem manual.

Fonte: RODRIGUES (2005) adaptado pela autora.

É possível observar que as principais propostas para a promoção da construtibilidade das edificações, convergem com as estratégias para a flexibilização arquitetônica, facilitando a combinação destes dois importantes conceitos. Dentre estes pode-se destacar a simplificação do número de partes e passos e padronização dos elementos, que podem ser traduzidas em modularidade de elementos, por exemplo. Além disto, a promoção da manutenibilidade está intimamente relacionada a flexibilidade arquitetônica, uma vez que esta prevê mudanças possíveis ou futuras na edificação como conceito fundamental.

A combinação de flexibilidade e construtibilidade facilitam a evolução de uma construção. Dentro do contexto de evolução da edificação, a construtibilidade é particularmente importante, pois certos tipos de requisitos de mudança podem ocorrer repetidamente, sendo necessário construir sistemas simples para o uso e alterações por parte de seus usuários. (CARBON, NAAD, 2010).

As decisões de flexibilidade e construtibilidade precisam estar alinhados, de forma a promover com excelência a sustentabilidade da edificação ao longo de sua vida útil, garantindo através da flexibilidade condições de alterações do seu uso, e por

meio da construtibilidade, garantir o melhor desempenho da edificação em todas as suas fases.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A participação ativa do usuário tem sido cada vez mais ativa em todos os setores da economia. Com a construção civil, isto não tem sido diferente, uma vez que os métodos tradicionais de projeto e de construção vem se transformando constantemente, bem como o estilo de vida e de trabalho das pessoas.

As várias estratégias possíveis para a flexibilização da arquitetura e facilidade de construir (construtibilidade) tem se tornado além de um recurso projetual, um recurso mercadológico (BRANDÃO, 2006).

A flexibilidade deve contribuir para que os projetistas possam tomar decisões arquitetônicas que facilitem as modificações e alterações na edificação ao longo da sua vida útil durante a sua evolução. Já a construtibilidade é o meio pelo qual garantir-se-á estas edificações a facilidade de construir, alterar e manter pelo mesmo período (CARBON, NAAB, 2010).

As decisões de flexibilidade construtibilidade precisaram estar alinhadas uma com a outra. A exploração da flexibilidade só funciona com eficiência, por exemplo, se as etapas necessárias puderem ser mapeadas para elementos e procedimentos arquitetônicos para que possam ser manipulados pelas pessoas envolvidas durante todos os processos de uma edificação: projeto, execução e uso.

Todos os conceitos e estratégias apresentado ao longo desta pesquisa, podem promover projetos arquitetônicos mais flexíveis e com maior construtibilidade e manutenibilidade, mas não esgotam a temática, que ainda se apresenta com muitos caminhos para pesquisas futuras.

Após a apresentação de estratégias para a flexibilidade e para a construtibilidade arquitetônica, uma conclusão para esta pesquisa, é de que estes princípios estão fortemente relacionados entre si. Seja na fase de concepção projetual, na construção ou uso da edificação, de tal forma que suas potencialidades se tornam maximizadas quando planejadas de forma conjunta, na busca de construções mais evolutivas.

Desta forma, através de princípios da flexibilidade e da construtibilidade, é possível perceber ganhos que podem ser obtidos na qualidade da habitação com a implementação de estratégias construtivas, em muitos casos, de simples implementação.

É fundamental planejar edificação não apenas para a construção em si, mas também para as todas as etapas e possíveis multiusos que serão desenvolvidos ao longo de toda sua vida útil.

REFERÊNCIAS

BARTH, Fernando. Flexible design processes to reduce the early obsolescence of buildings. In: **International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES)**. Volume 6, Issue 8, August 2017.

BRANDÃO, D. Q. Avaliação da qualidade de arranjos espaciais de apartamentos baseada em aspectos morfo-espaciais e variáveis geométricas que influenciam na racionalização construtiva. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.6, n.3, p. 53-67, jul/set. 2006.

CARBON, R.; NAAB, M.. Architectural design for flexibility and buildability to facilitate evolution. **Kaiserslautern Germani: ResearchGate**, January, 2010.

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE. **Constructability: a primer**. CII publicatin n 3-1. 2 ed, The University of Texas at Austin, 1987.

FIALHO, Beatriz Campos et al. Coordenação Modular e BIM: contribuições a partir do estudo do Edifício E1 da Escola de Engenharia de São Carlos. **Arq.urb**, São Paulo, v. 22, p.43-65, maio 2018. Quadrimestral. Disponível em: <<https://www.usjt.br/arq.urb/numero-22/3-beatriz-campos.pdf>>. Acesso em: 14 mar.2020.

GRIFFITH, A. SIDWELL, A.C. Development of constructability concepts, principles and practices. **Journal Engineering Construction and Architcetural Management**.1997.

GROÁK, S. **The Idea of Building: Thought and action in the design and production building**. E&FN Spon, London, 1992.

HERTZBERGER, H. **Lições de arquitetura**. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2006.

KAPP, Silke; OLIVEIRA, Natália Mara Arreguy. Produção seriada e individualização na arquitetura de moradias. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, Belo Horizonte, v. 13. N. 14, p. 159-181, dez. 2006)

KHAN, T. H.; DHAR, T. K. Flexibility in Hong Kong private housing. **Open house international**, v. 37, nº 3, 2012.

LEGONDE, C. K. **Flexibilidade em edificações residenciais: diretrizes de projeto e análise da aplicação no mercado imobiliário brasileiro**. Dissertação de mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, São Leopoldo, RS, 2017.

O'CONNOR, J.T, TUCKER, R. L. Industrial Project constructability improvement. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 112, n.1, 1986.

RABENECK, A; SHEPPARD, D.; TOWN, P. Housing Flexibility? **Architectural Design**. V.43, p.698-727.1973.

RODRIGUES. M.B. **Diretrizes para a integração dos requisitos de construtibilidade ao processo de desenvolvimento de produto de obras repetitivas**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SCHNEIDER, T.; TILL, J. Flexible Housing: Opportunities and Limits. **Theory**, v. 9, n. 2, p. 157-166, 2005.

VASCONCELOS, Cláudia Q. de. **Análise da compactidade, funcionalidade e flexibilidade em habitações de dimensões reduzidas: estudos de caso em edifícios de Florianópolis-SC**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Florianópolis: UFSC, 2017.

WONG, W. H.; LAM, P. T. I.; CHAN, E. H. W.; SHEN, L. Y. A study of measures to improve constructability. **Internacional Journal of Quality and Reability Management**. v. 24, n. 6, p. 586-601. Fev. 2006.