

Demandas de customização em edifícios residenciais no Brasil: uma análise de agrupamentos empírico-qualitativa com base no sistema Skeleton/Infill

Customisation demands in residential buildings in Brazil: an empirical-qualitative cluster analysis based on the Skeleton/Infill System

Marianne Costa Avalone 
Diego de Castro Fettermann 

Resumo

A lógica de produção habitacional tem excluído os consumidores do processo decisório, atribuindo-lhes o encargo de adequar a moradia às próprias necessidades após o recebimento das chaves. Isso gera desperdício de recursos, prejuízo à segurança dos moradores e às relações de vizinhança, além de reduzir a vida útil dos edifícios. Assim, torna-se indispensável propor estratégias que minimizem a necessidade de reforma de imóveis recém-construídos. Com o objetivo de esclarecer as demandas de customização em edifícios residenciais no Brasil, investigou-se o escopo das adaptações conduzidas por moradores ao longo da ocupação de uma amostra de 62 apartamentos nas cidades de São Paulo e Santos. A partir dos dados obtidos, realizou-se uma análise de agrupamentos, na qual identificaram-se três padrões de demandas de customização: (1) alteração de acabamentos, equipamentos, leiaute e aberturas; (2) adição de equipamentos não previstos originalmente, como banheiras, e condicionadores de ar; e (3) ampliação por incorporação de áreas comuns pouco acessadas, não reclamadas por outros moradores. Como os dois últimos padrões afetam o esqueleto do edifício, requerendo obras geridas por especialistas, consideram-se abordagens técnicas e legais para viabilizá-las a partir dos conceitos da customização em massa.

Palavras-chave: Customização. Edifícios residenciais. Estudo empírico-qualitativo. Análise de agrupamentos.

Abstract

The logic of housing production has excluded consumers from the decision-making process, assigning to them the responsibility for adapting the dwelling to their own needs after receiving the keys. This leads to waste of resources, it compromises dwellers' safety and neighbourhood relations, and reduces a building's lifespan. Thus, it is necessary to propose strategies to minimise the need for renovations of newly built apartments. To clarify the customisation demands in residential buildings in Brazil, we studied the scope of adaptations carried out by dwellers throughout the occupation span of a sample of 62 apartments in the cities of Sao Paulo and Santos. Based on the collected data, we conducted a cluster analysis, identifying three patterns of customisation demands: (1) alteration of finishing, equipment, layout, and openings; (2) addition of equipment unforeseen in the original design, such as bathtubs and air conditioners; (3) expansion through the addition of common areas with limited access, unclaimed by other dwellers. As the latter two patterns distress the building's skeleton, needing works managed by specialists, we consider technical and legal approaches to enable them through mass customisation.

¹Marianne Costa Avalone

¹Universidade Federal de Santa Catarina
Florianópolis - SC - Brasil

²Diego de Castro Fettermann

²Universidade Federal de Santa Catarina
Florianópolis - SC - Brasil

Recebido em 18/02/19

Aceito em 11/11/19

Keywords: Customisation. Residential buildings. Empirical-qualitative study. Cluster analysis. Skeleton/Infill System.

Introdução

Por constituir o abrigo, essencial à vida humana, e por compor a maior fatia do patrimônio das famílias ao redor do mundo, a habitação pode ser vista tanto como um bem de consumo quanto como um investimento (MORAIS; CRUZ, 2009). Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (INSTITUTO..., 2017), as habitações no Brasil comumente são compradas para uso próprio ou de alguém da família (68,2%). Por essas razões, verifica-se uma demanda por habitações compatíveis com as necessidades de uso das famílias ocupantes.

Porém, grande parte (82%) das empresas de engenharia e construção no Brasil tem equipes compostas de menos de 10 funcionários (CÂMARA..., 2016) – o que fragmenta demasiadamente os processos produtivos no setor. Além disso, os empreendimentos de construção civil geralmente são desenvolvidos em função da montagem *in loco*, com base em uma produção linear, de controle hierárquico e centralizado. Assim, as empresas tendem a adotar uma postura mais conservadora, evitando o envolvimento do consumidor nas decisões para se poupem de conflitos e atrasos.

Em virtude disso, constitui-se um estoque de imóveis-padrão especulativos, diante dos quais as famílias ocupantes são forçadas a realizar reformas para adequá-los às suas necessidades. Ao esquivar-se da responsabilidade de entregar um produto que atenda efetivamente às expectativas do consumidor, a indústria da construção civil vai perdendo a sua credibilidade à medida que gera retrabalho, desperdício de recursos, prejuízo à segurança dos moradores e às relações de vizinhança, além de, segundo Devecchi (2010), minimizar a vida útil dos edifícios.

Em termos mercadológicos, Malard (1992) afirma que edifícios de apartamentos foram teimosamente rejeitados como tipologia habitacional no Brasil, por serem julgados incapazes de oferecer condições decentes de moradia para as populações de baixa renda. Viola (2009) explica que, em vez disso, eram um produto encomendado pelas famílias de alta renda, apesar de não apresentarem conotações elitistas em sua origem. Entende-se, ainda, que o sucesso na implementação de conceitos inovadores em geral está associado ao efeito *trickle-down* (FREIRE; LONDERO, 2014), ou seja, é difícil que o consumidor de baixa renda fique satisfeito em se tornar cobaia de experimentos enquanto a elite exhibe seu sonho de consumo na televisão.

Portanto, embora o mercado de baixa-renda seja o público-alvo em muitos dos estudos em habitação, inclusive alguns dos mais recentes e pautados no uso de estratégias inovadoras similares às pretendidas por este estudo (LAMOUNIER, 2017; TAUBE; HIROTA, 2017), aqui se julga irrelevante esse enfoque, ou mesmo a captura de amostra particular dessa faixa de renda. Em vez de buscar soluções para um segmento de renda específico, ou avaliar os potenciais e as limitações de empreendimentos específicos, esta pesquisa se fundamenta no acúmulo de conhecimentos empírico-qualitativos acerca das demandas de customização em edifícios residenciais, que possam ser analisados quantitativamente, a fim de gerar referenciais para orientar a produção de moradias mais compatíveis com a necessidades de seus habitantes.

Em termos produtivos e operacionais, a aplicação dos conceitos da customização em massa (CM) no setor da construção civil tem sido debatida em diversos países, tais como EUA (KENDALL; TEICHER, 2000), Grã-Bretanha (BARLOW, 1999), Hong Kong (TANG, 2010), Taiwan (TU; WEI, 2013), Japão (NOGUCHI, 2013) e Brasil (ROCHA; FORMOSO; SANTOS, 2012; COSTA, 2016; LAMOUNIER, 2017; TAUBE; HIROTA, 2017). Segundo Pine (1993), Fogliatto, da Silveira e Borenstein (2012), o objetivo da CM é desenvolver, produzir, comercializar e distribuir bens de consumo e serviços acessíveis com variedade suficiente para que virtualmente possa atender às necessidades individuais de cada cliente. O sucesso de sua aplicação tem sido constatado principalmente na manufatura e na prestação de serviços, em vários casos de sucesso, tais como Hewlett-Parker (FEITZINGER; LEE, 1997) e Dell (RO; LIKER; FIXSON, 2007) na indústria de computadores, BMW (PIROOZFAR; PILLER, 2013), Volkswagen, Audi e Mercedes (THUESEN; JENSEN; GOTTLIEB, 2009) na indústria automobilística, Adidas, Nike e Reebok (PILLER; LINDGENS; STEINER, 2012) na indústria de calçados, Pandora e Spotify (GRUEL; PILLER, 2015) nos serviços de *streaming* de música.

Todos esses exemplos, independentemente da categoria do produto ou da indústria, utilizaram as demandas específicas dos consumidores como uma oportunidade para criar valor, em vez de tratar a heterogeneidade da demanda como um problema a ser minimizado.

Gershenson, Prasad e Zhang (2003), Salvador, de Holan e Piller (2009) afirmam que um dos principais requisitos para a implementação da CM na indústria é o princípio de modularização, que consiste no uso de um número limitado de módulos para criar variantes, que, agrupadas em diferentes combinações, produzem uma variabilidade ainda maior. Da mesma maneira, Brandão (2003), Marinho e Barros Neto (2015), Rocha e

Kemmer (2018) explicam que para a construção habitacional, a identificação de módulos que correspondam às demandas de customização dos clientes é fundamental para gerenciar a variedade e manutenção dos ganhos de escala. Porém, conforme Gann (1996), Barlow e Ozaki (2003), Naim e Barlow (2003), o respaldo industrial é tendencioso, pois nele o processo de produção se conclui com a entrega de um produto final, enquanto o espaço edificado tem um ciclo de vida mais longo, e suscetível a intervenções.

Open Building é uma abordagem de modularização designada para a construção civil que sugere o tratamento de edifícios a partir de camadas com atributos e ciclos de vida distintos. Segundo Habraken(2011), Carbone e Eid Mohamed (2017), essa abordagem favorece o prolongamento da vida útil de edificações separando as partes mais suscetíveis à ação do usuário das partes que devem ter um caráter mais permanente. Além disso, sistematiza o processo decisório individual e coletivo em edifícios residenciais a partir de dois módulos distintos por suas propriedades técnicas e sociais/organizacionais: o edifício base (*Support* = suporte) e os equipamentos (*Infill* = recheio) (KENDALL; TEICHER, 2000).

A presente pesquisa se fundamenta em uma vertente do *Open Building* desenvolvida no Japão, constituída pelo sistema *Skeleton/Infill* (SI), proposto por Kobayashi *et al.* (2000) e Kobayashi e Fujimoto (2003). Essa vertente ainda é pouco explorada em seu caráter teórico, principalmente devido à barreira linguística e ao fato de a produção acadêmica japonesa ser mais reservada a publicações nacionais. Entretanto, os frutos da aplicação dessa abordagem têm sido observados já há alguns anos por Patchell (2002), Barlow e Ozaki (2005), Kendall (2010) e Noguchi *et al.* (2016) em vários exemplos de sucesso, de acesso mais favorável, por seu caráter prático. O valor do uso de tal vertente se justifica por caracterizar um sistema que organiza com pragmatismo o produto que constitui cada módulo, sua durabilidade desejável, e sob o comando de quem sua alteração se sujeita. Além disso, a experiência acumulada pelo emprego dessa abordagem contribui para a organização de processos com a implementação da customização de imóveis residenciais a partir de uma via de relacionamento com o consumidor que se estende desde as fases de projeto e construção até a ocupação (KOBAYASHI; FUJIMOTO, 2003; BARLOW; OZAKI, 2005; COSTA, 2016). Essas questões, todavia, serão mais bem aprofundadas a seguir.

Este trabalho busca preencher uma lacuna relacionada às decisões que, por natureza, encontram-se sob o controle do consumidor, mas que, de fato, deveriam ser supervisionadas por especialistas em qualquer fase da vida útil do imóvel. Embora recentemente tenha se constituído no Brasil uma regulamentação sobre a reforma de apartamentos que impõe a contratação de profissionais para alguns tipos de obras (ABNT, 2014), na prática a reconfiguração e adequação espacial de apartamentos tradicionalmente têm sido controladas pelo próprio morador em obras autogeridas, supervisionadas pelo síndico, pouco qualificado. Logo, com base no sistema *Skeleton/Infill*, propõe-se o mapeamento do escopo das adaptações feitas por moradores ao longo da ocupação de alguns edifícios residenciais no Brasil, a fim de identificar padrões nas demandas de customização. Em seguida, avaliam-se os padrões que oferecem algum tipo de risco ao esqueleto dos edifícios, e de que forma a sua gestão por profissionais pode contribuir para aumentar a flexibilidade e a vida útil de edifícios, a partir de conceitos da customização em massa.

Sistema *Skeleton/Infill* como abordagem de modularização

O sistema *Skeleton/Infill* tem origem na noção acumulada por construtores, especialmente em climas mais severos, de construir edifícios com uma casca resistente e duradoura que delimita um espaço, por sua vez, configurado por módulos mais flexíveis que se permitem reorganizar para diferentes atividades (KENDALL; TEICHER, 2000). Em países onde a arquitetura vernacular é feita de materiais leves, essa sistematização foi favorecida. No caso do Japão, por exemplo, as divisórias corredeiras e os tatames constituíam módulos removíveis encaixados em um frame de madeira. Já no Brasil a tradição construtiva com o emprego sobretudo de alvenarias e argamassas inibe que o processo de sistematização aconteça com a mesma facilidade.

Tendo em vista os casos de sucesso da indústria japonesa ressaltados nos últimos 20 anos (PATCHELL, 2002; BARLOW; OZAKI, 2005; KENDALL, 2010; NOGUCHI *et al.*, 2016), esta pesquisa utiliza como base a teoria proposta por Kobayashi *et al.* (2000), Kobayashi e Fujimoto (2003) que coordena grupos de componentes e orienta tomadas de decisão em dois níveis distintos: *Skeleton* (S), mais resistente e duradouro e com mudanças sujeitas à aprovação de um número maior de usuários, e *Infill* (I), mais flexível, efêmero e suscetível a tomadas de decisão individuais. Com o mesmo critério, cada nível é segmentado em outros dois subníveis, descritos em ordem decrescente de vida útil no Quadro 1.

Quadro 1 - Sistema *Skeleton/Infill* proposto por Kobayashi e Fujimoto (2003)

Nível	Subnível	Características	Componentes
S	<i>Base</i>	resistente, duradouro e imutável	fundações, pilares, vigas
	<i>Comum</i>	resistente, duradouro e mutável de acordo a necessidade de manutenção, com aprovação pelo grupo de proprietários	cobertura, vedações, impermeabilizações, escadas, elevadores, instalações e espaços de propriedade coletiva e uso comum
I	<i>Marginal</i>	flexível, efêmero e mutável de acordo a necessidade de manutenção, com aprovação pelo grupo de proprietários	esquadrias e revestimentos e acabamentos externos, sacadas e outras partes de propriedade individual e uso comum
	<i>Interior</i>	flexível, efêmero e mutável, de acordo com a necessidade individual dos proprietários	paredes divisórias, mobiliário, equipo., revestimentos, acabamentos internos e outras partes de propr. indiv. e uso exclusivo

Há, no entanto, controvérsias quanto à aplicabilidade desse sistema em outros países. Costa (2016) observa que, devido aos terremotos, a legislação japonesa é muito rígida e designa as sacadas como rota secundária de fuga, impedindo que estas sejam ocupadas ou alteradas de modo que se bloqueie essa rota. Já em países como o Brasil, a China, a Coreia do Sul e a Indonésia as legislações são menos rigorosas, permitindo inclusive o envidraçamento desses espaços, com nivelamento de piso e remoção de esquadria externos. Nesses casos, com base na apropriação natural dos espaços comuns de acesso limitado pelos moradores, a autora constata que a configuração desses espaços pode se sujeitar a um controle coletivo parcial informal (não regulamentado), limitado aos ocupantes que acessam, ou possuem interesse em determinado bloco, orientação da fachada, ou grupos de pavimentos, sugerindo uma segmentação do subnível marginal, de acordo com a cultura local.

Organização de produtos e processos a partir do sistema *Skeleton/Infill*

Bottom-up (de baixo para cima) e *top-down* (de cima para baixo) são estratégias utilizadas para gestão e organização em vários campos de conhecimento e são assim chamadas porque operam em duas direções complementares de uma estrutura hierárquica, com uma diretriz superior que comanda suas subordinadas, ao mesmo tempo em que as subordinadas trabalham na composição do todo. A Figura 1 ilustra como o sistema *Skeleton/Infill* viabiliza a CM com base nessas duas abordagens, reunindo os interesses de gestores, incorporadores, projetistas, construtores, fabricantes, corretores, proprietários e locatários de imóveis residenciais.

Abordagem *bottom-up* na organização de produtos

O fluxo *bottom-up* inclui esforços que objetivam o aumento da variedade do *Infill*, a modularização e a padronização de edificações, e a inovação de componentes construtivos.

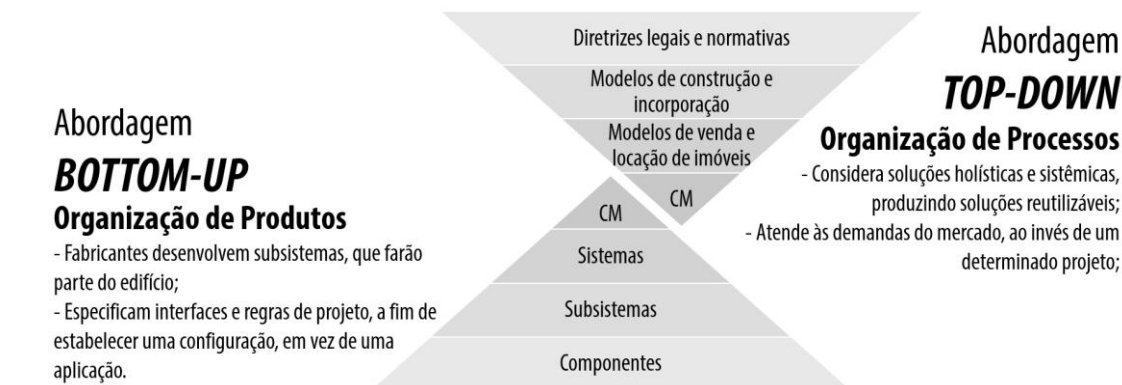
Grandes exemplos de sucesso na adoção da abordagem de customização *bottom-up* no Japão, tanto na estruturação de sua gama de produtos quanto em seu modelo de negócio, são as empresas Toto¹ e Lixil². Essas empresas têm uma gama de produtos fundamentada na modularização e um modelo de negócios inteiramente apoiado na manufatura de módulos que podem ser combinados de inúmeras formas para atender à demanda específica de cada consumidor. Os chamados “*kitchen systems*” (sistemas de cozinha) e “*bathunit*” (unidades de banho) constituem subsistemas (nesse caso ambientes completos) organizados em módulos de componentes customizáveis, como equipamentos, revestimentos, instalações elétricas, entre outros, com uma linha completa de produtos.

Segundo Barlow e Ozaki (2005), tais empresas formam parcerias com construtoras e incorporadoras, fornecendo uma gama de produtos que é atualizada a cada seis meses. Itens opcionais, tais como sistemas de ventilação, geralmente estão inclusos no valor do imóvel, mas podem ser removidos do projeto. Em caso de insatisfação com a gama de acabamentos padrão, o cliente também pode escolher produtos de outros fabricantes, com um custo adicional.

¹Disponível em: <https://jp.toto.com/>.

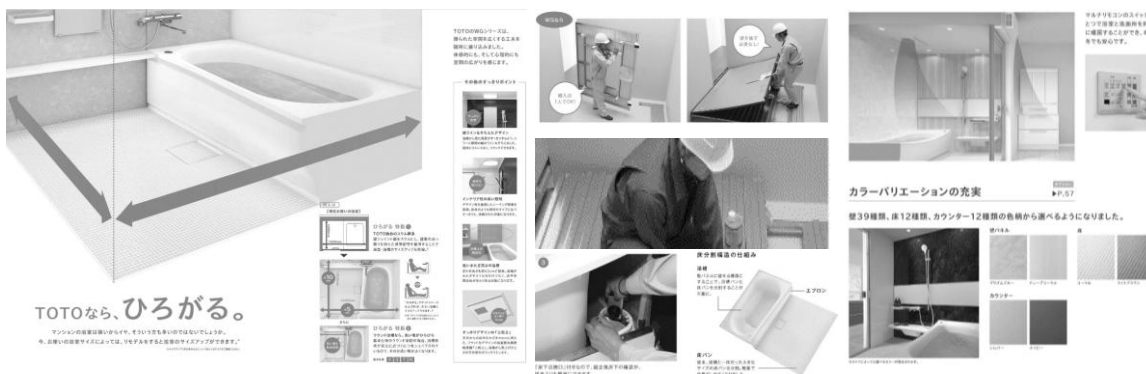
²Disponível em: <https://www.lixil.co.jp/>.

Figura 1 - Abordagens *bottom-up* e *top-down* do sistema *Skeleton/Infill*



Fonte: desenhado pelo autor com base em Hvam *et al.* (2013).

Figura 2 - Subsistemas *Infill*: a unidade de banho japonesa



Fonte: Toto (2019).

Esse processo, no entanto, pode consumir muitas horas de serviço de projetistas, sob o risco de incluir detalhes que não agregam real valor ao consumidor, mas apenas complicam e encarecem o produto final. Assim, para tornar possível a configuração de um produto final que atenda, de fato, às necessidades específicas de um determinado projeto, a partir de uma abordagem *bottom-up*, Hvam *et al.* (2013) defendem as necessidades de coordenar e compatibilizar a intercambialidade entre componentes (módulos), a partir do desenvolvimento de processos e sistemas de composição, além de parcerias entre empresas.

Abordagem top-down na organização de processos

A abordagem *top-down*, por sua vez, é orientada à organização de processos de produção, nesse caso alavancados pela separação técnica e organizacional do *Skeleton* e do *Infill* e inclui esforços para viabilizar, mais do que um projeto específico, a implementação de um sistema.

De acordo com Kobayashi *et al.* (2014), a primeira dessas iniciativas se deu nos anos 1970, na Universidade de Kyoto, com o desenvolvimento do “Sistema de Provisão Habitacional em Duas Etapas”. Na primeira etapa confirma-se a compra ou locação do *Skeleton*, e na segunda o *Infill* é construído, a cargo dos proprietários ou inquilinos (LAMOUNIER, 2017). Porém, no caso da locação, questões acerca da reversibilidade das customizações e dos trâmites durante a troca de inquilinos continuam sem solução até hoje (COSTA *et al.*, 2015; ISO *et al.*, 2015).

Para resolver problemas relacionados à separação dos direitos de propriedade, de uso e de construção, um grupo, liderado por Hideki Kobayashi, propôs um programa de arrendamento imobiliário chamado Método Tsukuba, no qual o arrendatário assumiria as responsabilidades relacionadas à terra ocupada pelo edifício e ao seu *Skeleton*, enquanto o inquilino assumiria as responsabilidades relacionadas ao *Infill*. Tal iniciativa, concluída em 1996, tornou a distinção entre *Skeleton* e *Infill* tão clara para edifícios residenciais quanto já era para edifícios de escritórios (KOBAYASHI *et al.*, 2000).

Porém, a viabilidade das vendas, locações, e registros de “imóveis-esqueleto” ainda carecia de respaldo jurídico. Conforme Hasegawa (2013), em 1998 foi introduzida a primeira emenda constitucional na Lei Nacional de Normas de Construção (*The Building Standard Law of Japan*), que passou a emitir uma espécie de alvará ou habite-se intermediário (*interim inspection*) para edifícios, permitindo a entrega de imóveis antes da conclusão do *Infill* das unidades. Kobayashi *et al.* (2014) acrescentam que em 2002 uma segunda emenda passou a permitir também o registro de imóveis sem acabamentos interiores. Assim, a propriedade dos *skeletons* poderia ser transferida antes da conclusão da obra, e os proprietários ou inquilinos poderiam fazer o pedido do *Infill* dos seus sonhos aos fornecedores de sua preferência.

Kobayashi *et al.* (2014) explicam ainda que após esses encaminhamentos de ordem social iniciaram-se as iniciativas de motivação tecnológica. Primeiramente atualizou-se o sistema de avaliação do desempenho de habitações, em 2007, com a introdução de pés-direitos mais altos, vigas invertidas para permitir uma distância maior entre a laje e o contrapiso e tubulações em *shafts* destacáveis. Matsumoto, Yamamoto e Ohya (2018) afirmam que dois anos depois estabeleceu-se uma lei que promovia a disseminação de “Habitação de Qualidade de Longa Duração” através de uma certificação, em posse da qual, segundo Minami (2016), proprietários de imóveis receberiam benefícios de redução de impostos e aos poucos a habitação SI ganhou reconhecimento por sua flexibilidade e seu potencial de manutenção e atualização contínua.

O desafio da abordagem *top-down* é acumular experiência em vários projetos. Hvam *et al.* (2013) afirmam que isso se faz, em parte, com base no desenvolvimento de sistemas de produção que podem ser replicados em outros projetos, e, em parte, a partir da coleta e armazenamento sistemático de informações de projetos anteriores, em bancos de dados. A viabilização da CM apoiada em uma abordagem *top-down* requer, portanto, o investimento de recursos humanos na organização de processos complexos de produção, em uma perspectiva de longo prazo.

Sistema SI como via de relacionamento de longo prazo com o consumidor

Embora o produto final seja customizado, o processo de customização deve seguir um padrão, que requer tempo para se consolidar. Por exemplo, em um contrato de compra e venda de um imóvel customizado, deve-se fixar um número fixo de reuniões de planejamento com os clientes e um prazo para que elas aconteçam. Quando o processo decisório foge dessa expectativa, o custo da produção se eleva e inviabiliza a proposta. Barlow e Ozaki (2005) explicam que, para padronizar o processo, as empresas de construção japonesas investem muito em serviços pós-venda, a partir dos quais podem acompanhar melhor as expectativas dos clientes. Assim, no primeiro ano de ocupação do imóvel, as empresas realizam vistorias para checar e corrigir quaisquer problemas, fazem inspeções e manutenções de rotina, obras de ampliação e reformas. E, por desdobrarem essa relação com o cliente durante décadas após a venda, aumentam a fidelidade e obtêm novos clientes a partir do marketing de referência.

Similarmente, Douglas (2006), Brandão e Heineck (2003) defendem que o espaço habitado requer processos de projeto e construção mais dinâmicos, que permitam interações com o usuário em curto, médio e longo prazo, seja por meio da convertibilidade de uso, adaptabilidade para o reuso, viabilidade de ampliação horizontal ou vertical, possibilidade de junção ou desmembramento, ou atualização dos acabamentos e sistemas de abastecimento de serviços. Assim, dada a maneira como o espaço é concebido, esses atributos permitem pleno uso e ocupação do edifício, independentemente da pluralidade e da dinâmica das demandas dos habitantes.

Método

Procedimento de coleta de dados

Para delimitar o escopo das demandas de customização em edifícios residenciais no Brasil, foi analisada uma amostra de 62 apartamentos adaptados pelos seus moradores nas cidades de São Paulo e Santos, examinados em um intervalo de três anos (2012-2015). São Paulo foi escolhida em função do caráter metropolitano e do potencial para implementação e disseminação da proposta. Santos foi escolhida por ser a cidade brasileira com o maior percentual de imóveis residenciais do tipo apartamento (63%) (IBOPE INTELIGÊNCIA, 2011 *apud* MARTINS, 2011). Apesar de a densidade absoluta ser de apenas 1.492,2 hab./km², a parte continental do território santista (70%) constitui área de preservação permanente, confinando 99% da população na parte insular, levando a densidade a 36.000 hab./km² em alguns bairros.

O levantamento dependia de indivíduos dispostos a conceder entrevista, permitir visita, fotografia e desenhos de seus imóveis, apontando detalhes das obras realizadas. Devido ao caráter demasiadamente privado dessas informações, e também devido às limitações de duração e custo da pesquisa, julgou-se apropriada a coleta de dados por amostragem intencional não probabilística com base em técnica de bola de neve (PATTON, 2001), de modo que alguns voluntários inicialmente selecionados convidavam outros contatos de suas redes sociais para participar do levantamento. Em seguida, foram agendadas de duas a três visitas em domicílios por dia, com entrevistas realizadas com base em um questionário padrão, com perguntas relacionadas ao perfil da família, ao perfil do imóvel e o escopo das obras realizadas ao longo da ocupação. Em equipes de três pessoas, foram realizadas atividades de fotografia, mensuração e croquis dos imóveis foram conduzidas paralelamente às entrevistas. Então, analisou-se o perfil dos moradores e dos imóveis, ressaltando-se estruturas familiares e espaciais com potencial influência no caráter das obras. Por último, foram desenhadas as plantas baixas antes e depois, avaliando-se o escopo dos elementos modificados ao longo da vida útil dos apartamentos.

Perfil da amostra

A maior parte da amostra (87%) analisada é constituída de imóveis de dois e três dormitórios, com área útil média de 115,47m², construídos há mais de três décadas (mediana = 1986). Comumente comprados por casais sem filhos, ou famílias de estrutura nuclear (66%), após cerca de 12 anos de ocupação, essas famílias amadureceram em outros arranjos, por via de regra, reduzindo o número de ocupantes e, por conseguinte, ampliando a área *per capita*. A presença majoritária de chefes de família seniores (mediana = 60 anos) sugere necessidades de reaproveitamento de dormitórios que foram deixados pelos filhos, de requalificação do espaço total excedente para o único membro restante da família, e de adequação espacial à convivência familiar estendida respeitando a privacidade de avós, tios ou agregados. Além disso, a variância das áreas de banheiros, dependência de empregada e principalmente sacadas e terraços pode indicar redundância, ou necessidade de potencialização do uso desses espaços. Apesar de a amostra incluir algumas famílias de classe baixa e média baixa, a renda familiar mensal média acima de dez salários mínimos sugere um perfil de imóvel relacionado a um contexto urbano denso e gentrificado. As Tabelas 1 e 2 a seguir sumarizam o perfil da amostra analisada.

Nas 62 unidades de apartamento observadas, foram registrados diversos tipos de obras que se repetiam quanto aos componentes modificados, substituídos, removidos ou adicionados. Como forma de aumentar a aderência do conjunto de dados no sistema *Skeleton/Infill* proposto por Kobayashi e Fujimoto (2003) (Quadro 1), optou-se por classificá-los em um espectro similar que varia de acordo com a vida útil e o grau de dependência de tomada de decisões individuais ou coletivas, em um total de nove categorias, como apontado no Quadro 2.

Tabela 1 - Informações gerais da amostra

	Média	Mediana	D.P.	Mín.	Máx.
Valor do metro quadrado construído (R\$)	6.866,00	5.637,00	2.744,00	4.417,00	16.762,00
Renda familiar mensal (R\$)	14.809,00	13.250	8.592,00	980,00	40.000,00
Idade do chefe da família	57,81	60,00	12,95	33,00	84,00
Ano de construção	1987,02	1986,50	15,44	1954	2013
Anos de ocupação do imóvel	14,06	12,00	11,85	0,00	41,00
Número de ocupantes original	3,24	3,50	1,41	1,00	6,00
Número de ocupantes atual	2,48	2,00	1,21	1,00	6,00
Número de cômodos / ambientes	11,16	11,00	2,84	4,00	16,00
Área útil do imóvel (m²)	115,47	120,43	37,54	28,86	211,80
Área total de banheiros (m²)	9,45	10,18	3,42	2,26	20,71
Área da dependência de empregada (m²)	6,24	6,75	3,11	0,00	10,05
Área privativa externa - sacada/terraço (m²)	8,83	6,00	14,89	0,00	87,80

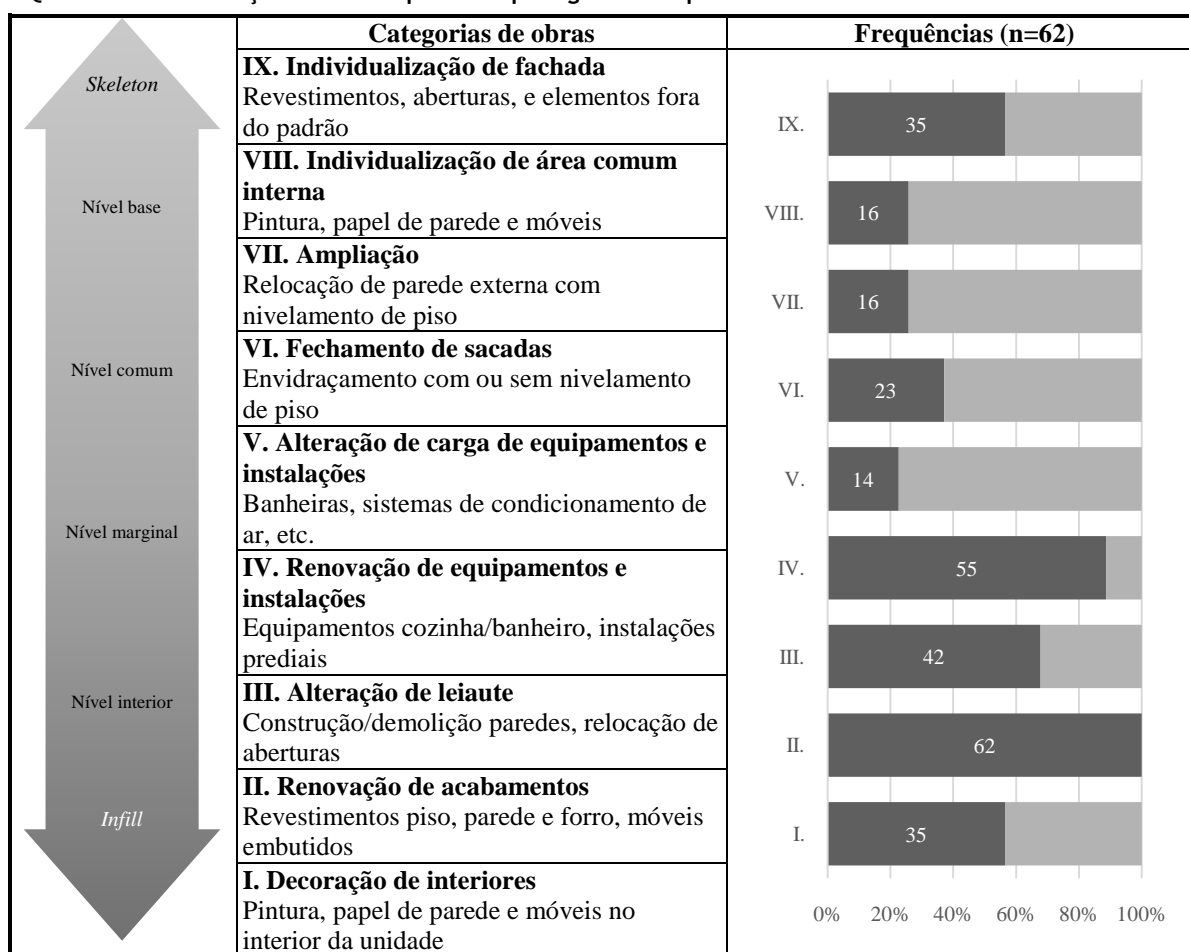
Tabela 2 - Correspondência entre número de dormitórios e estrutura familiar original e atual

	Estrutura familiar original					Estrutura familiar atual					Total
	Solteiro	DINC	Pais Solt.	Nuclear	Extensa	Solteiro	DINC	Pais Solt.	Nuclear	Extensa	
1 Dormitório	2	2	0	0	1	2	2	0	0	1	5
2 Dormitórios	3	6	3	8	1	5	7	3	4	2	21
3 Dormitórios	4	2	4	20	3	7	8	2	12	4	33
4 Dormitórios	0	1	0	2	0	0	2	1	0	0	3
Total	9	11	7	30	5	14	19	5	17	7	62

Nota: Legenda:

- Solteiro = 1 adulto;
- DINC = 2 adultos, sem filho(s) (do Inglês, *doubleincome, no children*);
- Pais Solt. = 1 adulto, com filho(s);
- Nuclear = 2 adultos, com filho(s); e
- Extensa = 1 ou mais adultos, com filho (s) e relativos (avós, ou tios).

Quadro 2 - Classificação das obras pelo escopo e grau de impacto no sistema SI



Fonte: desenhado pelo autor com base em Kobayashi e Fujimoto (2003).

Análise de dados

Primeiramente, buscou-se identificar padrões de demandas de customização entre os 62 casos contidos na amostra analisada. Para tanto, utilizou-se a frequência de cada uma das categorias de obras aplicadas em cada um dos casos analisados. Com esse objetivo foi utilizada a técnica de análise de agrupamentos (cluster), que busca identificar agrupamentos homogêneos e heterogêneos entre si (HAIR JUNIOR *et al.*, 2010). Foi aplicada a análise hierárquica com o método de ligação média (Figura 3) nos grupos com a medida de similaridade de Jaccard, devido à característica binária dos dados (presença/ausência) e por considerar

somente as presenças para a formação dos agrupamentos (MILLIGAN; COOPER, 1986). Baseado na análise do dendrograma e na medida de Silhouette (ROUSSEEUW, 1987), que mensura a coesão entre as ocorrências, busca-se identificar a quantidade de agrupamentos adequada para a amostra analisada. Posteriormente, é realizado o teste qui-quadrado para verificar a independência das frequências de ocorrências de cada categoria de obra nos agrupamentos identificados (EVERITT, 1992; ECHEVESTE; ROZENFELD; FETTERMANN, 2017). Além da significância do teste qui-quadrado também é analisado o resíduo ajustado de cada frequência observada, sendo considerados significativos a 5% os resíduos ajustados superiores a $|1,96|$ (EVERITT, 1992).

Resultados e discussão

O resultado da análise do dendrograma (Figura 2) e da medida de coesão dos agrupamentos identificados (*Silhouette*) demonstra que a segmentação em três agrupamentos apresenta grupos com maior homogeneidade interna e heterogeneidade entre si.

Examinando esses três agrupamentos, foi possível identificar quais das categorias de obra discriminam mais cada um dos agrupamentos identificados. Os resultados do teste qui-quadrado mostram que entre as nove categorias de obras, sete categorias se apresentaram significativas ($p\text{-valor} < 0,05$) para discriminar os agrupamentos identificados. Somente as categorias II. Renovação de acabamentos e IV. Renovação das áreas molhadas não contribuem para caracterizar os padrões de demandas de customização, por se apresentarem com alta frequência (100% e 91,9%) em todos os agrupamentos (Tabela 3).

Observando-se as frequências das categorias de obras é possível identificar que o Agrupamento 1 é discriminado pela presença, significativamente superior em relação aos demais agrupamentos, de casos com obras na categoria I. Decoração de interiores, frequente em 84,4% dos casos. O Agrupamento 2 é discriminado pela presença superior em relação aos demais agrupamentos, de obras nas categorias IX. Individualização de fachada e V. Alteração da carga de equipamentos e instalações, frequentes em 90,9% e 54,5% dos casos classificados nesse agrupamento. Por fim, o Agrupamento 3 é caracterizado pela frequência superior em relação aos demais agrupamentos de obras nas categorias VIII. Individualização de área comum interna (73,7%), VII. Ampliação (78,9%), VI. Fechamento de sacada (100%) e III. Alteração de leiaute (89,5%). Diante disso, foi possível identificar e descrever três padrões de demandas de customização para as obras realizadas nas unidades analisadas:

- (a) alteração de acabamentos, equipamentos, leiaute e aberturas (Agrupamento 1);
- (b) adição de instalações e equipamentos não previstos no projeto original (Agrupamento 2); e
- (c) ampliação da área privativa (Agrupamento 3).

A Figura 4 ilustra como esses padrões interferem no sistema SI.

Figura 3 - Dendrograma usando ligação média (nos grupos)

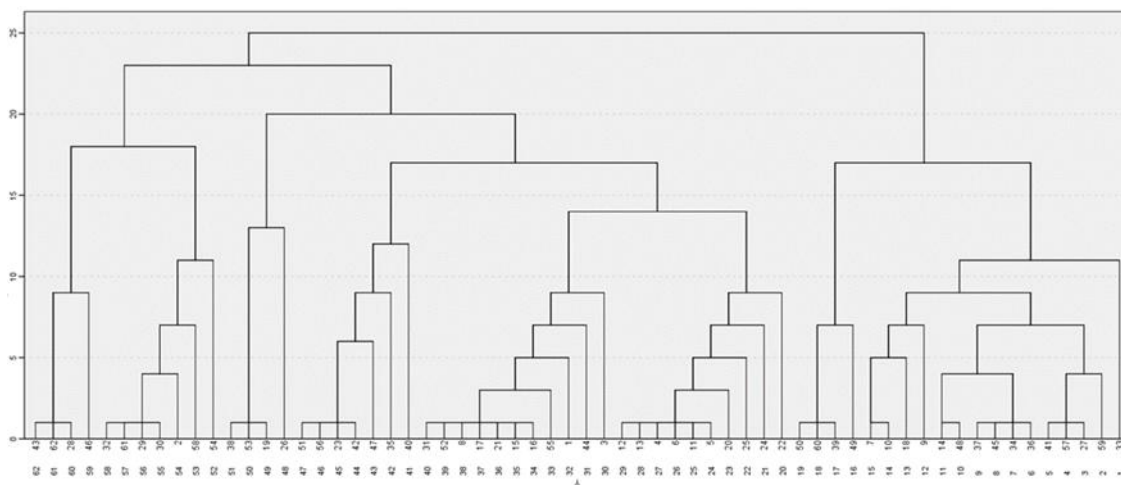
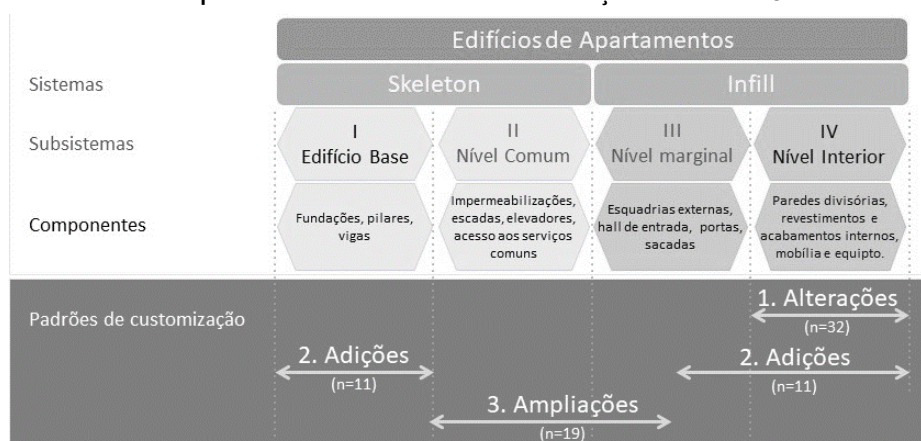


Tabela 3 - Identificação dos padrões de demandas de customização

	Agrupamento 1 (presença/ ausência)	Agrupamento 2 (presença/ ausência)	Agrupamento 3 (presença/ ausência)	Totais (presença/ ausência) e estatística χ^2
IX. Individualização de fachada	10/22	10/1	15/4	35/27
Percentualpresença/ resíduoajustado	31,3% (-4,13)**	90,9% (2,54)*	78,9% (2,37)*	17,49**
VIII. Individualização de área comum interna	2/30	0/11	14/5	16/46
Percentualpresença/ resíduoajustado	6,3% (-3,63)**	0,00% (-2,15)*	73,7% (5,72)**	32,96**
VII. Ampliação	1/31	0/11	15/4	16/46
Percentualpresença/ resíduoajustado	3,1% (-4,21)**	0,00% (-2,15)*	78,9% (6,35)**	40,44**
VI. Fechamento de sacadas	4/28	0/11	19/0	23/39
Percentualpresença/ resíduoajustado	12,5% (-4,14)**	0,00% (-2,80)**	100,0% (6,81)**	47,00**
V. Alteração de carga de equipamentos e instalações	2/30	6/5	6/13	14/48
Percentualpresença/ resíduoajustado	6,3% (-3,17)**	54,5% (2,79)**	31,6% (1,12) ^{NS}	12,19**
IV. Renovação de equipamentos e instalações	30/2	9/2	16/3	55/7
Percentualpresença/ resíduoajustado	93,8% (1,29) ^{NS}	81,8% (-0,79) ^{NS}	84,2% (-0,74) ^{NS}	1,71 ^{NS}
III. Alteração de leiaute	18/14	7/4	17/2	42/20
Percentualpresença/ resíduoajustado	56,3% (-1,99)*	63,6% (-0,32) ^{NS}	89,5% (2,43)*	6,12*
II. Renovação de acabamentos	32/0	11/0	19/0	62/0 ^{NS}
Percentualpresença/ resíduoajustado	100% (0,00) ^{NS}	100% (0,00) ^{NS}	100% (0,00) ^{NS}	0,00
I. Decoração de interiores	27/5	1/10	7/12	35/27
Percentualpresença/ resíduoajustado	84,4% (4,57)**	9,1% (-3,49)**	36,8% (-2,07)*	23,15**

Nota: ^{NS} não significativo, *significante a 5% (resíduo ajustado>|1.96|) e **significante a 1% (resíduo ajustado>|2.58|).

Figura 4 - Interferência dos padrões de demandas de customização no sistema SI



Fonte: desenhado pelo autor com base em Kobayashi e Fujimoto (2003).

Discussão

Com base na análise de agrupamentos e na aderência do conjunto de dados no sistema *Skeleton/Infill*, foram identificados três padrões de demandas de customização, que podem ser interpretados da seguinte maneira:

- (a) **padrão 1: alteração de acabamentos, equipamentos, leiaute e aberturas**– abrange as demandas de customização mais recorrentes, e poderia ser associado com a demarcação do território dos ocupantes. As obras incluem decoração, pintura, papel de parede, revestimentos de piso, parede, forro, iluminação, mobiliário embutido, troca de equipamentos de cozinha e banheiro, construção e demolição de paredes, substituição e relocação de portas;
- (b) **padrão 2: adição de instalações e equipamentos não previstos no projeto original** – ocorre em função da área total de banheiros disponível no projeto original. As obras incluem a subdivisão de banheiros existentes, ou inclusão de equipamentos (banheiras, por exemplo), não previstos pelo projeto original, que possam causar sobrecarga nos sistemas de abastecimento de água e energia, e modificação em geral de acabamentos e elementos que compõem a fachada do edifício; e
- (c) **padrão 3: ampliação da área privativa**– geralmente associada com o melhor aproveitamento do espaço interno ou externo adjacente. Portanto, se uma sacada está adjacente a uma sala ou dormitório cuja largura ou profundidade são inadequadas para acomodar suas funções, é provável que o proprietário opte por incorporar essa área para potencializar o uso desse espaço. As obras incluem incorporação de áreas de circulação externas pouco acessadas, ou não reclamadas por outros moradores, e fechamento de sacadas, com eventual remoção de paredes intermediárias às áreas interna/externa e nivelamento de piso interno/externo e modificação em geral de acabamentos e elementos da fachada do edifício. Dentre os casos observados, um dos mais ousados apropriava-se do vazio adjacente ao elevador para a ampliação de um banheiro de empregada com instalação de ofurô.

Como já argumentado, a viabilização da CM apoiada numa abordagem *top-down* carece de investimento de recursos humanos na organização de processos complexos de produção, em uma perspectiva de longo prazo. Similarmente, a coleta de dados empírico-qualitativos por amostragem intencional não probabilística é um processo trabalhoso, com pouco rendimento para a realização de análises quantitativas que permitam a generalização de resultados. Com esse objetivo, torna-se indispensável construir uma base de dados empírico-qualitativos de maior abrangência, para fundamentar a implementação de uma customização em massa que possa efetivamente responder às demandas de customização do mercado brasileiro, em seus diferentes segmentos.

Observa-se que as demandas do padrão 1, de alteração de acabamentos, equipamentos, leiaute e aberturas, ficam mais reclusas ao *Infill*, e por isso acabam causando pouco impacto na vizinhança, enquanto as demandas dos padrões 2 e 3, de adição de instalações e ampliação da área privativa, acabam impactando o *Skeleton* de alguma forma. Assim, com base no sistema *Skeleton/Infill* foi possível reconhecer demandas de customização que carecem de supervisão técnica, e que se antecipadas a partir da CM poderiam minimizar impactos na segurança e no bem-estar dos moradores, e prolongar a vida útil de edifícios residenciais no Brasil.

Por ora, como contrapartida para os padrões de demandas identificados, ressalta-se o valor da continuidade de pesquisas acerca da modularidade, que priorizem o desenvolvimento *bottom-up* de subsistemas de componentes e interfaces a fim de facilitar alterações de acabamentos, equipamentos, leiaute e aberturas, permitindo, por exemplo, a integração entre componentes fornecidos por fabricantes diferentes, como mobiliário embutido, gesso e iluminação. Similarmente, recomenda-se o emprego de sistemas de tubulações e cabeamentos destacados do esqueleto, com espaço entre a laje e o contrapiso para aumentar a flexibilidade de leiaute, em instalações individuais autônomas e de fácil atualização.

Finalmente, entende-se que na prática é impossível impedir que obras de qualquer tipo aconteçam clandestinamente, mas talvez seja possível orientá-las através de instrumentos de controle específicos. Em virtude disso, recomenda-se uma abordagem *top-down*, apoiada na constituição de instrumentos que se façam cumprir efetivamente por reconhecer as demandas dos consumidores, tais como: manuais de usuário com discriminação dos módulos com base na vida útil e possibilidade de alteração como *Skeleton* e *Infill*, a normatização de sistemas de paredes divisórias que permitam demolição e construção, a normatização de sistemas de instalação predial mais suscetíveis a atualizações, e uma legislação que admita uma área específica nos projetos para a ampliação de imóveis, facilitando a customização de imóveis residenciais sem prejudicar a durabilidade do esqueleto do edifício, exigir obra gerida por responsável técnico, ou cair na ilegitimidade.

Conclusão

Grande parte dos estudos acerca da viabilização da customização em massa de imóveis residenciais tem focado em uma abordagem de modularização com base na manufatura e no preterimento das tomadas de decisão no canteiro de obras (BRANDÃO, 2003; MARINHO; BARROS NETO, 2015; ROCHA; KEMMER, 2018). Essas pesquisas contribuem para a viabilização de obras de tal natureza, com base no gerenciamento de processos relacionados às rotinas de planejamento e gestão.

Entretanto, para atingir o objetivo real da customização em massa, de atender às necessidades individuais em larga escala, o produto final deve ser confrontado com as demandas do consumidor. Por isso, a presente pesquisa se propôs a investigar diretrizes para orientar a produção de moradias mais compatíveis com a necessidades de seus habitantes.

Verifica-se que as demandas com o padrão 1 compreendem uma variedade muito grande de componentes que poderiam ser explorados mais profundamente em futuros trabalhos focados em uma proposta de modularização de componentes passíveis de customização sob o controle exclusivo do consumidor. Além disso, o acúmulo de metadados de natureza empírico-qualitativa, através de pesquisas futuras, poderia ajudar a determinar demandas de customização de diferentes segmentos de mercado, aplicáveis em diferentes ciclos da vida útil do imóvel, como antes da entrega, 5, 10 e 15 anos após ocupação.

Embora ainda pouco explorado pela literatura, a abordagem de modularização proposta pelo sistema *Skeleton/Infill*, consolidado no Japão, permite diferenciar atributos técnicos e sociais que definem o ambiente construído, de organizar a cadeia produtiva em sistemas e subsistemas. Com base nessa abordagem, foi possível reconhecer demandas de customização que carecem de supervisão técnica, e que, a partir da CM, poderiam minimizar impactos na segurança e no bem-estar dos moradores, e prolongar a vida útil de edifícios residenciais no Brasil. Além disso, este trabalho contribui para a literatura existente ao demonstrar como o sistema *Skeleton/Infill* favorece a CM não apenas pelo fluxo *bottom-up*, relacionado à modularização e ao desenvolvimento do produto em si, mas também pelo fluxo *top-down*, que organiza os processos de produção e os conflitos de interesse de diferentes stakeholders.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16280**: reforma em edificações: sistema de gestão de reformas: requisitos. Rio de Janeiro, 2014.
- BARLOW, J. From craft production to mass customisation: innovation requirements for the UK housebuilding industry. **Housing Studies**, v. 14, n. 1, p. 23–42, jan. 1999.
- BARLOW, J.; OZAKI, R. Achieving “customer Focus” in private housebuilding: current practice and lessons from other industries. **Housing Studies**, v. 18, n. 1, p. 87–101, 2003.
- BARLOW, J.; OZAKI, R. Building mass customised housing through innovation in the production system: Lessons from Japan. **Environment and Planning A**, v. 37, n. 1, p. 9–20, 2005.

BRANDÃO, D. Q. Tipificação e aspectos morfológicos de arranjos espaciais de apartamentos no âmbito da análise do produto imobiliário brasileiro. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 35-53, jan./mar. 2003.

BRANDÃO, D. Q.; HEINECK, L. F. M. Significado multidimensional e dinâmico do morar: compreendendo as modificações na fase de uso e propondo flexibilidade nas habitações sociais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 35-48, out./dez. 2003.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Estabelecimentos na construção**. 2016. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/empresas-de-construcao/estabelecimentos-na-construcao>. Acesso em: 15 dez. 2019.

CARBONE, C.; EID MOHAMED, B. Evaluating the utility core in the prefabricated building industry: past, present and future. **Enquiry: A Journal for Architectural Research**, v. 14, n. 1, p. 37-47, 17 dez. 2017.

COSTA, M. *et al.* A comparative study on investment agreements and consumer choice : skeleton infill rental housing: challenges and opportunities in Japan: part 2. In: SUMMARIES OF TECHNICAL PAPERS OF ANNUAL MEETING, Hiratsuka, 2015. **Proceedings [...]** Tokyo: Architectural Institute of Japan, 2015.

COSTA, M. **Open building as an international approach for multi-family housing production**: user-oriented housing practices and opportunities for emerging markets through the si housing perspective. Tese (Doutorado em Urban Environment Systems) Chiba University, Chiba, 2016.

DEVECCHI, A. M. **Reformar não é construir**: a reabilitação de edifícios verticais: novas formas de morar em São Paulo no século XXI. São Paulo, 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

DOUGLAS, J. **Building Adaptation**. 2 ed. Oxford e Burlington: Butterworth-Heinemann, 2006.

ECHEVESTE, M. E. S.; ROZENFELD, H.; FETTERMANN, D. de C. Customizing practices based on the frequency of problems in new product development process. **Concurrent Engineering**, v. 25, n. 3, p. 245-261, set. 2017.

EVERITT, B. S. **The analysis of contingency tables**. 2nd. ed. London: Chapman & Hall/CRC, 1992.

FEITZINGER, E.; LEE, H. L. Mass customization at hewlett-packard: the power of postponement. **Harvard Business Review**, p. 116-123, 1997.

FOGLIATTO, F. S.; DA SILVEIRA, G. J.C.; BORENSTEIN, D. The mass customization decade: An updated review of the literature. **International Journal of Production Economics**, v. 138, n. 1, p. 14-25, jul. 2012.

FREIRE, A. M.; LONDERO, R. R. Publicidade e antropologia do consumo: as contribuições de Grant McCracken. In: INTERCOM – SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESTUDOS INTERDISCIPLINARES DA COMUNICAÇÃO, Palhoça, 2014. **Anais [...]** Palhoça, 2014.

GANN, D. M. Construction as a manufacturing process? Similarities and differences between industrialized housing and car production in Japan. **Construction Management and Economics**, v. 14, n. 5, p. 437-450, set. 1996.

GERSHENSON, J. K.; PRASAD, G. J.; ZHANG, Y. Product modularity: Definitions and benefits. **Journal of Engineering Design**, v. 14, n. 3, p. 295-313, set. 2003.

GRUEL, W.; PILLER, F. A new vision for personal transportation. **MIT Sloan Management Review**, v. 57, n. 2, p. 20-23, 2015.

HABRAKEN, N. J. **Supports**: an alternative to mass housing. 2nd. ed. London: The Urban International Press, 2011.

HAIR JUNIOR, J. F. *et al.* **Multivariate Data Analysis**. 7th. ed. Upper Saddle River: Pearson, 2010.

HASEGAWA, T. Introduction to the building standard law: building regulation in Japan. In: THE BUILDING CENTER OF JAPAN (ed.). **The Building Standard Law of Japan**. Tokyo: The Building Center of Japan, 2013.

HVAM, L. *et al.* Conceptualising the use of system products and system deliveries in the building industry. In: PIROOZ FAR, P. A. E.; PILLER, F. T. (ed.). **Mass customisation and personalisation in architecture and construction**. New York: Routledge, 2013.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua)**. 2017. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- ISO, K. *et al.* Rental customization based on landlord's investment : skeleton infill rental housing: challenges and opportunities in Japan: part 1. In: SUMMARIES OF TECHNICAL PAPERS OF ANNUAL MEETING, Hiratsuka, 2015. **Proceedings [...]** Tokyo:Architectural Institute of Japan, 2015.
- KENDALL, S. Developments Toward a Residential Fit-Out Industry. In: 16th INTERNATIONAL CONFERENCE ON "OPEN AND SUSTAINABLE BUILDING". **Proceedings[...]** CIBW104 - Open Building Implementation and TECNALIA, 2010.
- KENDALL, S.; TEICHER, J. **Residential Open Building**. New York: E & FN Spon, 2000.
- KOBAYASHI, H. *et al.* **Theory and practice of skeleton lease implementation: the Tsukuba method apartments fully explained**. Kyoto: Gakugei Shuppansha, 2000.
- KOBAYASHI, H. *et al.* **Study on the international theory of Open Building including developing countries**. Japan: Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, 2014.
- KOBAYASHI, H.; FUJIMOTO, H. **What is skeleton housing**: considerations about the development of long-lasting housing. Japan: Ministry of Land, Infrastructure and Tourism, 2003.
- LAMOUNIER, R. da F. **Da autoconstrução à arquitetura aberta: o open building no Brasil**. 2017. 509 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.
- MALARD, M. L. **Brazilian low cost housing: interactions and conflicts between residents and dwellings**.1992. Tese (Doutorado em Architectural Studies) - University of Sheffield, Sheffield, 1992.
- MARINHO, J. P.; BARROS NETO, J. de P. Propostas de melhorias no desenvolvimento de empreendimentos habitacionais a partir da aplicação do conceito de arquitetura do produto. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 105–129, out./dez. 2015.
- MARTINS, C. Número de domicílios no Brasil deve crescer em 1,5 milhão em 2011. **Revista Exame**, São Paulo, 5 set. 2011. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br>>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- MATSUMOTO, K.; YAMAMOTO, Y.; OHYA, N. Effect of subsidies and tax deductions on promoting the construction of long-life quality houses in Japan. **International journal of environmental research and public health**, v. 15, n. 11, 2018.
- MILLIGAN, G. W.; COOPER, M. C. A Study of the comparability of external criteria for hierarchical cluster analysis. **Multivariate Behavioral Research**, 1986.
- MINAMI, K. The efforts to develop longer life housing with adaptability in Japan. **Energy Procedia**, v. 96, p. 662–673, 1 set. 2016.
- MORAIS, M. da P.; CRUZ, B. de O. **Urban land markets: improving land management for successful urbanization**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2009.
- NAIM, M.; BARLOW, J. An innovative supply chain strategy for customized housing. **Construction Management and Economics**, v. 21, n. 6, p. 593–602, 13 set. 2003.
- NOGUCHI, M. Commercialisation principles for low-carbon mass customized housing delivery in Japan. In: PIROOZFAR, P. A. E.; PILLER, F. T. (ed.). **Mass Customisation and Personalisation in Architecture and Construction**. Oxon: Routledge, 2013.
- NOGUCHI, M. *et al.* ZEMCH Business Operation in Japan. In: NOGUCHI, M. (ed.) **ZEMCH: Toward the Delivery of Zero Energy Mass Custom Homes**. Cham: Springer International Publishing, 2016.
- PATCHELL, J. Linking production and consumption: the coevolution of interaction systems in the japanese house industry. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 92, n. 2, p. 284–301, 15 jun. 2002.
- PATTON, M. Q. **Qualitative evaluation and research methods**. 3rd. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2001.
- PILLER, F. T.; LINDGENS, E.; STEINER, F. Mass customization at adidas: three strategic capabilities to implement mass customization. **SSRN Electronic Journal**, p. 1–22, 2012.

- PINE, B. J. **Mass Customization: the new frontier in business competition**. Boston: Harvard Business School Press, 1993.
- PIROOZ FAR, P. A. E.; PILLER, F. T. Mass customisation and personalisation in architecture and construction: An introduction. In: PIROOZ FAR, P. A. E.; PILLER, F. T. (ed.) **Mass customisation and personalisation in architecture and construction**. 1 ed. Oxon: Routledge, 2013.
- RO, Y. K.; LIKER, J. K.; FIXSON, S. K. Modularity as a strategy for supply chain coordination: the case of U.S. auto. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 54, n. 1, p. 172–189, 2007.
- ROCHA, C. G. da; KEMMER, S. Integrating product and process design in construction. **Construction Management and Economics**, v. 36, n. 9, p. 535–543, 2 set. 2018.
- ROCHA, C. G.; FORMOSO, C. T.; SANTOS, A. dos. An overview of the customisation strategies developed by four organisations of the house-building sector. In: 20th CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, IGLC 2012. **Proceedings [...]** San Diego, 2012.
- ROUSSEEUW, P. J. Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. **Journal of Computational and Applied Mathematics**, 1987.
- SALVADOR, F.; DE HOLAN, P. M.; PILLER, F. T. Cracking the code of mass customization. **MIT Sloan Management Review**, v. 50, n. 3, p. 71–78, 2009. D
- TANG, G. **Economic analysis of mass customization**. 2010. Dissertação (Mestrado em Industrial Engineering and Logistics Management) The Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong, Hong Kong, 2010.
- TAUBE, J.; HIROTA, E. H. Customização em massa no processo de provisão de Habitações de Interesse Social: um estudo de caso. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 253–268, out./dez. 2017.
- THUESEN, C.; JENSEN, J. S.; GOTTLIEB, S. C. Making the long tail work: reflections on the development of the construction industry the past 25 years. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE ASSOCIATION OF RESEARCHERS IN CONSTRUCTION MANAGEMENT, 25., 2009. **Proceedings [...]** 2009.
- TOTO. **Bath Unit Catalogue**. Disponível em: <https://jp.toto.com/>. Acesso em: 15 dez. 2019.
- TU, K.-J.; WEI, H.-Y. Emerging trends and concepts of mass customization in Taiwan's housing industry. In: PIROOZ FAR, P. A. E.; PILLER, F. T. (ed.). **Mass customisation and personalisation in architecture and construction**. London: Routledge, 2013.
- VIOLA, A. **O espaço de doméstico na cidade de São Paulo: um projeto arquitetônico**. 2009. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

Marianne Costa Avalone

Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas | Universidade Federal de Santa Catarina | Rua Edison Areas, 107, Trindade | Florianópolis - SC - Brasil | CEP 88036-070 | Tel.: (51) 99457-3247 | E-mail: arq.marianne.costa@gmail.com

Diego de Castro Fettermann

Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas | Universidade Federal de Santa Catarina | Rua Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, s/n, Trindade | Florianópolis - SC - Brasil | CEP 88040-900 | Tel.: (48) 3721-7007 | E-mail: dcfettermann@gmail.com

Ambiente Construído

Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar, Centro
Porto Alegre - RS - Brasil
CEP 90035-190
Telefone: +55 (51) 3308-4084
Fax: +55 (51) 3308-4054
www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido
E-mail: ambienteconstruido@ufrgs.br



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License.