

## RELATÓRIO TÉCNICO **SUBMETAS 8.2.2 e 8.2.3**

Relatório sobre proposta de nova Norma Técnica:  
Plataformas para habitação de interesse social:  
padronização das dimensões arquitetônicas e  
produção industrializada de kits de construção

## RELATÓRIO SOBRE PROPOSTA DE NOVA NORMA TÉCNICA: PLATAFORMAS PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: PADRONIZAÇÃO DAS DIMENSÕES ARQUITETÔNICAS E PRODUÇÃO INDUSTRIALIZADA DE KITS DE CONSTRUÇÃO

Data de elaboração: dezembro, 2022.

Data de revisão: agosto, 2024.

### FICHA TÉCNICA

#### **MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS**

*Secretaria de Desenvolvimento Industrial, Inovação, Comércio e Serviços*

*Departamento de Desenvolvimento da Indústria de Bens de Consumo Não Duráveis e Semiduráveis*

*Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Indústria da Construção Civil*

#### **RECEPETi - Rede Catarinense de Inovação**

*CNPJ: 05.377.815/0001-08*

*Endereço: Rod SC 401, 600 Ed. Inova – Parque Tec. Alfa, João Paulo*

*CEP: 88.030-900*

Rodrigo Broering Koerich  
(Coordenador geral)

Paulo Alfredo Müller Filho  
(Gerente do projeto)

### EQUIPE META 8

#### EQUIPE EXECUTIVA

Sergio Scheer  
(Líder da meta)

Daniela Dietz Viana  
(Coordenadora da equipe técnica de desenvolvimento e pesquisadora)

Dóris Zechmeister Bragança Weinmann  
(Coordenadora da equipe técnica de desenvolvimento e pesquisadora)

Alexandra Staudt Follmann Baldauf  
(Pesquisadora)

Aline Zini  
(Pesquisadora)

Este relatório é referente à proposta de NBR referente às submetas 8.2.2 e 8.2.3

Cynthia dos Santos Hentschke  
(Pesquisadora)

Amanda Rosa Machado  
(Bolsista de iniciação científica)

Gabriel Benvenuto Schaab  
(Bolsista de iniciação científica)

Julia Maria Ferreira Carlos  
(Bolsista voluntária)

Pedro Constantinou Ruwer  
(Bolsista de iniciação científica)

Poliana Antunes  
(Bolsista de iniciação científica)

Sarah Machado Paiva Barreto  
(Bolsista de iniciação científica)

## GRUPO TÉCNICO CONSULTIVO

### I Fabricante de componentes e sistemas

#### ABCEM

Ulysses Barbosa Nunes  
(Diretor Executivo)

Íria Lícia Oliva Doniak  
(Presidente Executiva)

#### ABCIC

Íria Lícia Oliva Doniak  
(Presidente Executiva)

Luis André Tomazoni  
(Diretor Técnico)

#### ABRAMAT

Rodrigo Navarro  
(Presidente Executivo)

Laura Marcellini  
(Diretora Técnica)

Arthur Silva  
(Assessor)

#### AFEAL

Fernando Rosa  
(Gerente Geral)

Antonio Edison Limeira Junior

#### ANFACER

Anderson Vieira  
(Representante)

Claudia Gonçalves  
(Representante)

Ana Paula Margarido  
(Representante)

#### DRYWALL

Luiz Antônio Martins Filho  
(Presidente)

Carlos Roberto de Luca  
(Gerente Técnico)

### II Academia

#### ANTAC

Alexandre Bertini  
(Professor UFC)

Eduardo Luis Isatto  
(Professor UFRGS)

### III Projeto

#### ABRASIP

Milton Henrique Gomes  
(Presidente)

#### ABRAVA

Miguel Ferreirós  
(Representante)

Francisco Pimenta  
(Representante)

#### AsBEA

Fernanda Basques  
(Presidente AsBEA- MG)

Gustavo Bruno Andrade Amorim  
(AsBEA-CE)

#### SINAENCO

Carlos Roberto Soares Mingioni  
(Presidente)

Gustavo Dantas de Castro Lima  
(Representante)

Guy Lapouble  
(Representante)

Késia Alves da Silva  
(Representante)

### IV Construtores

#### CBIC

Leila Sobral  
(Comissão Proj. Inov. & Tecnol.)

## Nota de apresentação

Este relatório resulta em uma proposta de nova Norma Técnica, intitulada como “Plataformas para habitação de interesse social: padronização das dimensões arquitetônicas e produção industrializada de kits de construção”. A proposição de texto, antes apresentada como Apêndice A do presente documento, será encaminhada para a ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas, portanto não está anexada a este relatório.

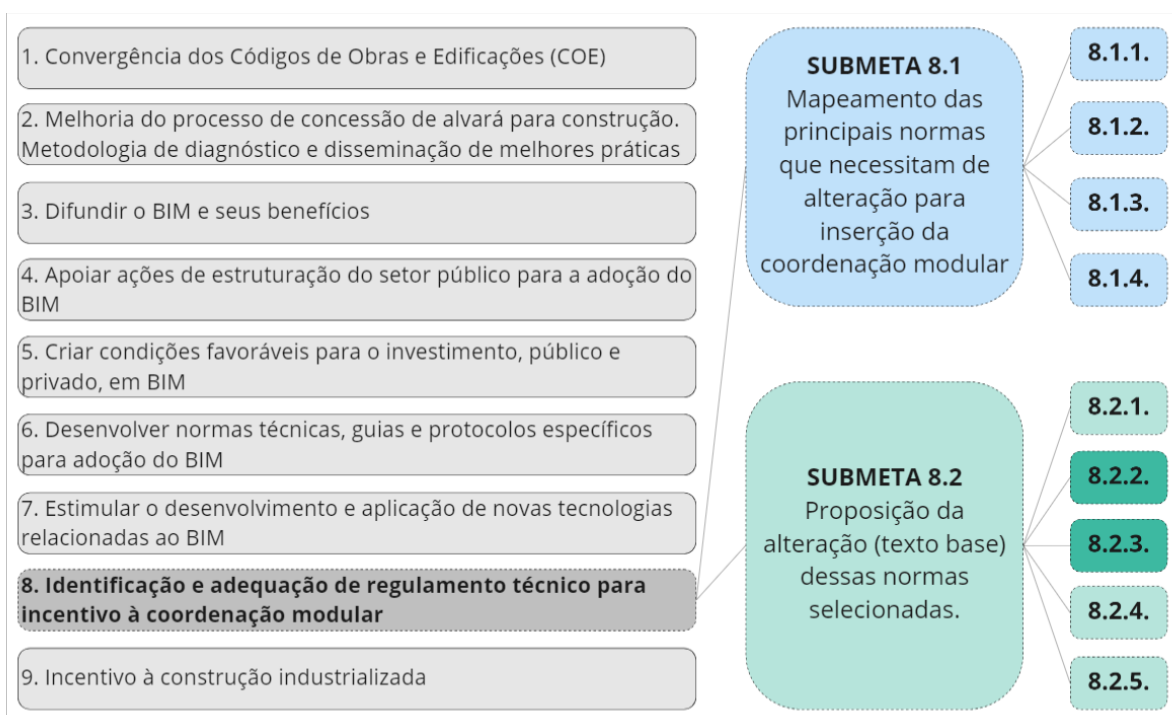
## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>PROPOSTA PARA NOVA NBR</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>10</b>
3.1	CENÁRIOS: NACIONAL E INTERNACIONAL	10
3.2	CÓDIGOS DE OBRAS E NORMATIVAS NACIONAIS	13
3.3	REUNIÕES COM O GTC	14
3.4	REUNIÕES E WORKSHOP DE INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO	15
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>16</b>
4.1	PLATAFORMAS	16
4.2	PADRONIZAÇÃO DAS DIMENSÕES ARQUITETÔNICAS	24
4.3	PRODUÇÃO INDUSTRIALIZADA DE KITS PARA CONSTRUÇÃO	31
4.4	CONTRIBUIÇÕES DO GRUPO TÉCNICO CONSULTIVO (GTC)	38
4.5	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	39
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>42</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Este Relatório Técnico apresenta a entrega referente às etapas 8.2.2 e 8.2.3, pertencentes à META 8 – Identificação e adequação de regulamento técnico para incentivo à coordenação modular, pertencente ao eixo de industrialização, do Edital 3/2019 ME e o Termo de Colaboração celebrado entre o Ministério de Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC) e a Rede Catarinense de Inovação (RECEPETi).

**Figura 1 - As 9 metas do Termo de Colaboração ME RECEPETi, destaques para Meta 8 e suas submetas**



*Fonte: Adaptado do Edital de Chamamento Público no 03/2019*

As submetas 8.2.2 e 8.2.3 são parte de um conjunto de proposições que compõem a Meta 8 do Termo de Colaboração para execução de 'Ações para promover ganho de produtividade e competitividade do setor de construção civil'. Esse conjunto de metas e submetas pode ser observado na Figura 1. As ações 8.2.2 e 8.2.3 (previstas pelo Plano de Trabalho do EDITAL DE CHAMAMENTO PÚBLICO nº 03/2019) correspondem a:

Etapa 8.2.2 - Definição de escopo e texto base de projeto de norma para padronização de dimensões arquitetônicas para habitações de interesse social.

Etapa 8.2.3 - Definição de escopo e texto base de projeto de norma para produção de kits para construção.

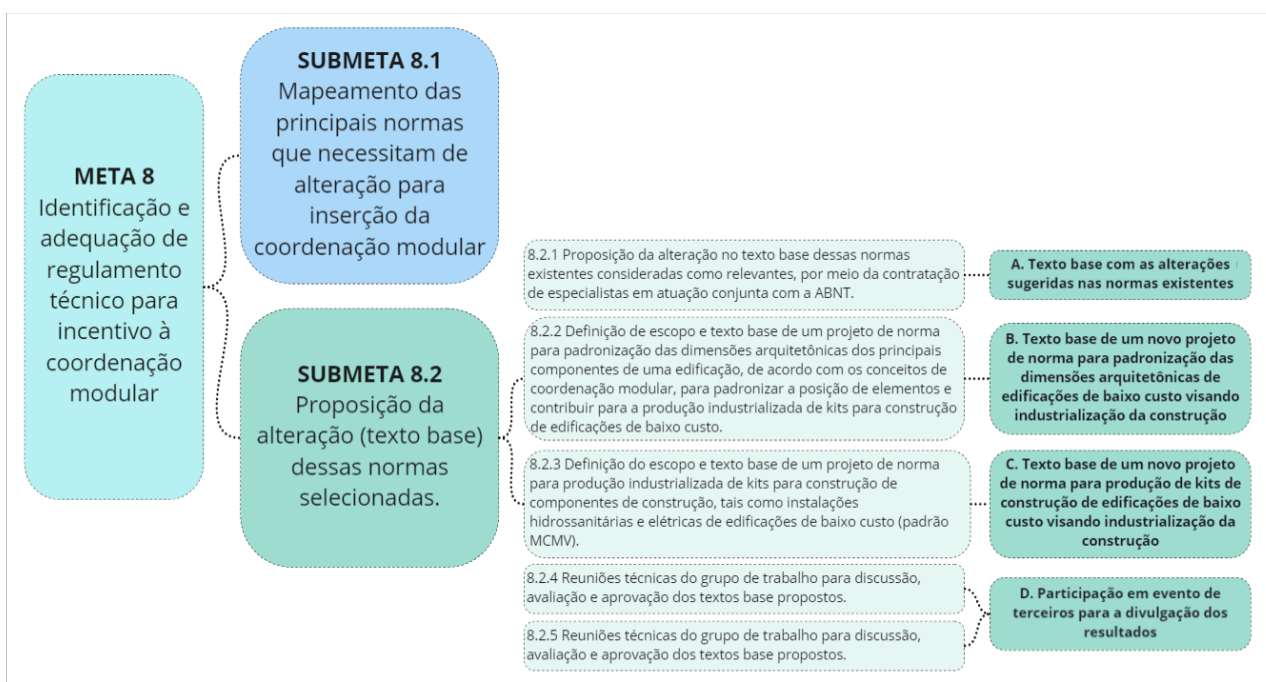
As ações esperadas das etapas são:

Etapa 8.2.2 - Definição de escopo e texto base de um novo projeto de norma para padronização das dimensões arquitetônicas de habitação de interesse social, visando a industrialização da construção.

Etapa 8.2.3 - Definição de escopo e texto base de um projeto de norma para a produção de kits de construção de habitação de interesse social, visando a industrialização da construção.

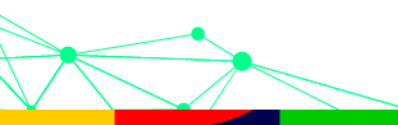
A Figura 2 indica os entregáveis da Meta 8, ressaltando as etapas deste Relatório referente às submetas 8.2.2 e 8.2.3. Este relatório apresenta os entregáveis B e C, listados abaixo.

**Figura 2 - Meta 8 do Termo de Colaboração ME RECEPETi, destaques para as submetas 8.2.2 e 8.2.3**



Fonte: Adaptado do Edital de Chamamento Público no 03/2019

A proposta completa para os entregáveis 8.2.2 e 8.2.3 foi entregue em separado.



## 2 PROPOSTA PARA NOVA NBR

A proposta para uma nova norma técnica para a ABNT, buscando a industrialização da construção, foi intitulada **“Plataformas para habitação de interesse social: padronização das dimensões arquitetônicas e produção industrializada de kits de construção”** e está dividida em três partes:

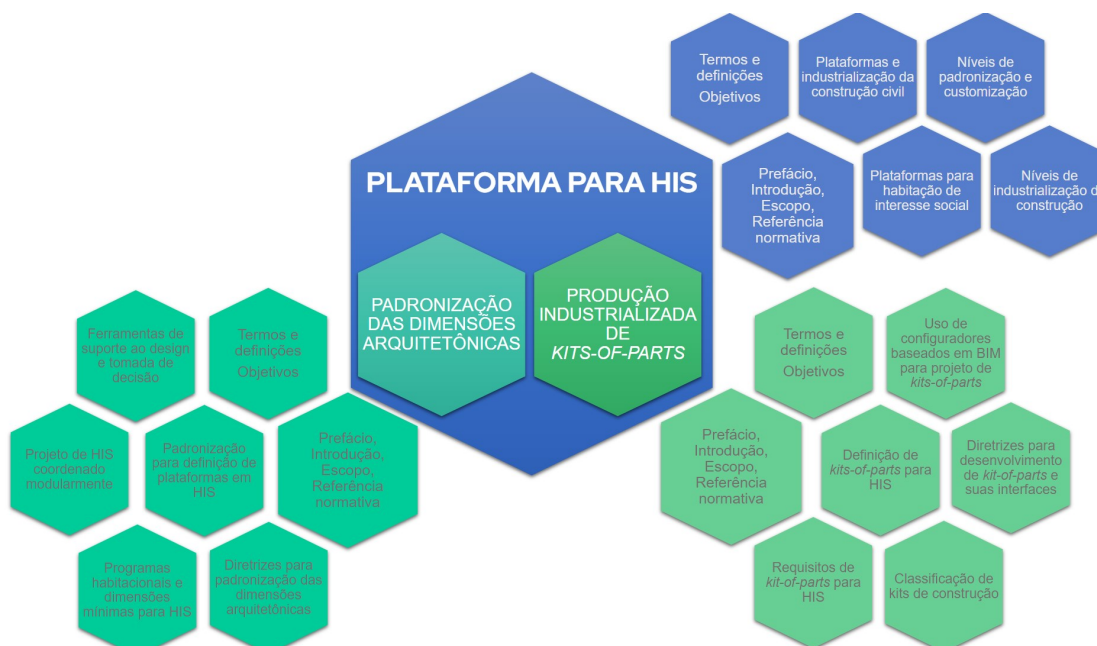
Parte 1: Plataformas;

Parte 2: Padronização das dimensões arquitetônicas;

Parte 3: Produção industrializada de kits para construção.

A parte 1 introduz os conceitos principais e abrange de forma mais geral plataformas para habitações de interesse social. Nas partes 2 e 3 há uma abordagem focada em como utilizar as ferramentas propostas na parte 1, de maneira a viabilizar um certo grau de padronização para HIS e o desenvolvimento de kits para construção. A macro estrutura da proposta é apresentada na Figura 3.

**Figura 3 – Macro estrutura da proposta de nova NBR**



Fonte: Os autores.

Atualmente, no Brasil, a industrialização da construção ainda não é objeto de normativas técnicas específicas, não obstante ser possível lançar mão dos recursos providos por

## RELATÓRIO TÉCNICO – SUBMETAS 8.2.2 e 8.2.3

normas voltadas para componentes, elementos e sistemas específicos. Dessa forma, a proposta de norma aqui apresentada buscou abranger o que vem sendo citado internacionalmente em termos de avanço para a industrialização da construção. A norma baseia-se em conceitos importantes para o setor.

### 3 MÉTODO

Neste capítulo, é apresentado o método utilizado para o desenvolvimento do texto para a proposição da norma que visa a industrialização da construção. São analisadas as referências bibliográficas nacionais e internacionais atuais sobre o tema e as metodologias aplicadas em outros países na busca da industrialização da construção.

Além disso, são apresentados os códigos de obras e demais normativas que trazem as indicações aplicáveis para dimensões arquitetônicas mínimas em projetos de edificações habitacionais. Além da revisão de literatura e normas pertinentes para esse contexto, foi desenvolvido um workshop e foram realizadas algumas entrevistas abertas para embasar a proposta das novas normas.

#### 3.1 CENÁRIOS: NACIONAL E INTERNACIONAL

O desenvolvimento da proposta de norma objeto deste relatório baseou-se na identificação das melhores práticas de regulamentação, nos cenários nacional e internacional, em relação à industrialização da construção e discussão dos conceitos pertinentes para a proposta, como plataforma, padronização e kits para construção. O Quadro 1 traz as principais referências utilizadas ao longo do processo como base para o entendimento e consolidação do tema.

**Quadro 1 - Referências bibliográficas base para o desenvolvimento das propostas de norma visando a industrialização da construção**

AUTOR E ANO	TÍTULO	CONCEITOS ANALISADOS
CIH, 2021	<i>Platform Design Programme: Defining the Need</i>	conceito de kits para construção
CIH, 2022	<i>The Product Platform Rulebook Consultation</i>	plataformas, kits para construção, padronização, família de produtos, variantes, produtos derivados.
Pullen, 2022	<i>Scaling up off-site construction in Southern California</i>	industrialização, kits para construção, níveis de industrialização dos componentes elementos e sistemas, BIM, configurador, arquitetura paramétrica e design generativo

Cao, Bucher, Hall, Lessing, 2021	<i>Cross-phase product configurator for modular buildings using kit-of-parts</i>	configuradores, customização em massa
Goh, e Loosemore, 2017.	<i>The impacts of industrialization on construction subcontractors: a resource based view</i>	conceitos de industrialização, pods
Brutting, Senatore, Fivet, 2021.	<i>Design and fabrication of a reusable kit of parts for diverse structures</i>	reuso, juntas, interfaces, modelo digital, prototipagem
UK Government Cabinet Office, 2020.	<i>The Construction Playbook</i>	Modern Methods of Construction (MMC)
Veloso, Celani, Scheeren, 2018	<i>From the generation of layouts to the production of construction documents: An application in the customization of apartment plans</i>	BIM, arquitetura paramétrica, gramática das formas.
Yuan, Sun, Wang, 2018.	<i>Design for manufacture and assembly- oriented parametric design of prefabricated buildings</i>	BIM, arquitetura paramétrica, fluxogramas
Monizza, Rauch e Matt, 2017.	<i>Parametric and Generative Design for mass customization in the building industry</i>	arquitetura paramétrica, design generativo, customização em massa, uso de sistemas construtivos industrializados, configurador.
Isaac, Bock, Stoliar, 2016.	<i>A methodology for the optimal modularization of building design</i>	módulos pré-fabricados; graph-based methodology; conexões; interfaces
Jensen, Lidelöw, Olofsson, 2015.	<i>Product configuration in construction</i>	customização em massa, modularidade, arquitetura do produto, plataformas de produtos, configuradores, produtos em (ou dentro de) produtos
Bonev, 2015	<i>Enabling mass customization in engineer-to-order Industries: a multiple mass study analysis on concepts, methods and tools</i>	plataforma, arquitetura de produto, espaço de solução, família de produtos

Hentschke, 2014	<i>Método para identificar atributos customizáveis na habitação baseado no modelo conceitual Cadeia Meios-Fim</i>	customização em massa, espaço de solução, ponto de desacoplamento do pedido do cliente,
Algeddawy e ElMaraghy, 2013.	<i>Reactive Design Methodology for product family platforms, modularity and parts integration</i>	plataforma, modularidade, famílias de produtos, interfaces
Howe, Ishii e Yoshida, 2009	<i>Kit-of-parts a review of object-oriented construction techniques</i>	kit-of-parts, automated construction
Sass, 2009	<i>Parametric Constructionist Kits: Physical Design and Delivery System for Rapid Prototyping Devices</i>	prototipagem rápida
Veenstra, Halman, Voordijk, 2006.	<i>A methodology for developing product platforms in the specific setting of the housebuilding industry</i>	kits, plataforma, configurador, customização em massa.
Simpson, 2004.	<i>Product platform design and customization: status and promise</i>	plataforma, família de produtos

Fonte: Os autores.

A revisão da literatura especializada possibilitou a compilação dos principais conceitos e a elaboração de um glossário de termos e definições pertinentes para a proposta de norma objeto do presente relatório. É importante destacar que muitos desses conceitos ainda estão em processo de adaptação pela indústria voltada à construção. Assim, na proposta de norma, esses são utilizados como base, e adaptados para o contexto específico da construção e produção de habitação de interesse social (HIS).

Além disso, a revisão de textos internacionais focados na adoção de plataformas na construção inspiraram a proposta de incorporar esses conceitos articuladores. Nesse contexto, a padronização das dimensões arquitetônicas e a produção industrializada de kits para construção são consideradas passos para alcançar ou operacionalizar um objetivo maior que seria a adoção de plataformas, resultando em benefícios como escalabilidade, racionalização e eficiência, além de promover a industrialização da construção, principalmente a aberta, incentivando a interoperabilidade entre componentes, elementos e sistemas.



### 3.2 CÓDIGOS DE OBRAS E NORMATIVAS NACIONAIS

Concomitante ao trabalho de pesquisa e análise das referências bibliográficas, buscou-se, também, trabalhar com os códigos de obras, portarias de programas governamentais para HIS e normativas nacionais. Estes documentos regem as dimensões arquitetônicas mínimas para projetos habitacionais no Brasil. Assim, buscou-se compreender se há uma padronização da indicação de medidas e quais seriam esses valores.

O Quadro 2 lista os códigos de obras, as normas técnicas e as normas regulamentares estudados para levantamento de dados atualizados.

**Quadro 2 - Normativas, códigos de obras e portarias analisados como referência de base para padronização das dimensões arquitetônicas nas HIS**

NORMA	TÍTULO
NBR 15575 (ABNT, 2021)	Edificações habitacionais — Desempenho
NBR 9050 (ABNT, 2020)	Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos
<b>CÓDIGOS DE OBRAS</b>	
Código de obras de Porto Alegre	
Código de obras de Florianópolis	
Código de obras de Curitiba	
Código de obras de São Paulo	
Código de obras de Belo Horizonte	
Código de obras de Salvador	
Código de obras de Palmas	
Código de obras de Fortaleza	
<b>PORTARIAS</b>	
PORTARIA No 532, DE 23 DE FEVEREIRO DE 2022 (Casa Verde e Amarela)	
PORTARIA No 959, DE 18 DE MAIO DE 2021 (Casa Verde e Amarela)	
PORTARIA No 660, DE 14 DE NOVEMBRO DE 2018 (Casa Verde e Amarela)	

*Fonte: Os autores.*

A partir do estudo dos documentos indicados no Quadro 2, pode-se observar o vasto número de medidas a serem consideradas nos projetos arquitetônicos, levando ao entendimento de que a proposta de norma técnica poderia regulamentar a padronização de dimensões arquitetônicas de forma a facilitar o processo de projeto, porém, sem restringir soluções arquitetônicas. Mais ainda, nos casos das HIS, observou-se que essa proposta não deve isentar ou substituir as diversas dimensões de desempenho associadas à habitação. Ademais, buscou-se, também, alinhar as medidas estudadas nestes documentos, com os conceitos de projeto desenvolvidos na proposta de revisão da norma de coordenação modular ( NBR 15873), promovendo uma industrialização mais aberta entre componentes, elementos e sistemas.

### **3.3 REUNIÕES COM O GTC**

A partir de reuniões com o Grupo Técnico Consultivo - GTC, pode-se desenvolver um debate a partir das necessidades do setor; de como estes intervenientes veem o desenvolvimento, os desafios, barreiras e os próximos passos para a industrialização da construção no Brasil. Focou-se, especialmente, a temática relacionada à padronização de dimensões para HIS e o desenvolvimento de kits para construção.

Buscou-se, assim, entender as expectativas do grupo, considerando-se a situação atual de mercado, para que a proposta de norma técnica seja uma ferramenta à industrialização da construção no Brasil. As reuniões contribuíram para o levantamento e definição de termos vinculados ao tema, além do melhor entendimento de como as normas técnicas, as normas regulamentares e os Códigos de Obras em vigor funcionam e como o desenvolvimento desta nova proposta de norma técnica pode auxiliar o setor da construção civil.

Além das atividades desenvolvidas, após a construção de minuta do texto base da proposta de norma técnica regulamentadora da industrialização da construção essa foi enviada ao grupo consultivo da Meta 8 e ao Ministério da Economia, para que fosse analisada por importantes intervenientes do setor. A partir disso, foram examinadas detidamente as sugestões de adaptações e complementações da proposta de texto.

### 3.4 REUNIÕES E WORKSHOP DE INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

Além das reuniões com o GTC, a equipe executiva realizou algumas reuniões com agentes da indústria da construção e com a Secretaria Nacional da Habitação (SNH) do Ministério do Desenvolvimento Regional. Em decorrência do alinhamento realizado em algumas reuniões, foi organizado pela equipe envolvida com a Meta 8, com participação do Professor Luiz Henrique Ceotto, um Workshop presencial no NORIE/UFRGS focado no debate dos conceitos atuais vinculados à industrialização da construção. Na oportunidade, foram apresentadas as principais referências dos termos e definições abordados ao longo da presente proposta de norma técnica.

Ressalta-se que tais eventos auxiliaram expressivamente na melhoria do texto da proposta de norma técnica objeto deste relatório e na formulação de alguns tópicos específicos.

## 4 RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados das etapas 8.2.2 e 8.2.3 do Plano de Trabalho do Projeto Construa Brasil, referentes à proposição de texto base de norma técnica visando a industrialização da construção.

### 4.1 PLATAFORMAS

A partir das referências nacionais e internacionais consultadas, percebeu-se a necessidade de estabelecer uma abordagem mais ampla na busca de fomentar a industrialização da construção e de uma padronização que permita a escalabilidade de processos e produtos. Dessa forma, a proposta de norma técnica objeto deste relatório, dividida em três partes: começa com uma “norma mãe” direcionada ao conceito de plataformas que abrange, posteriormente, as demais temáticas regulamentadas.

Essa primeira parte da proposta de norma técnica define termos, constituindo assim a base para a definição de plataformas para a habitação de interesse social e incentivando a adoção da coordenação modular e a industrialização da construção. De acordo com o escopo proposto para essa normativa técnica, almeja-se que o conceito de plataforma possibilite o equilíbrio entre flexibilidade e padronização para facilitar o processo de elaboração de projetos, incentivar a criatividade dos projetistas em soluções habitacionais, e, ao mesmo tempo, possibilitar a racionalização de processos e o alcance de economias de escala.

Na Figura 4, é apresentada a estrutura da parte 1 da proposta de norma técnica, na qual é regulamentado o conteúdo relacionado ao conceito de plataformas.

**Figura 4 – Estrutura da parte 1 da proposta de norma: PLATAFORMAS**



*Fonte: Os autores.*

Esta primeira parte da norma é dividida em:

- Prefácio;
- Introdução;
- Escopo;
- Referência normativa;
- Termos e definições;
- Objetivos;
- Plataformas e a industrialização da construção civil;
- Plataformas para habitação de interesse social;
- Níveis de padronização e customização; e
- Níveis de industrialização da construção.

Os principais termos relacionados à temática, abordados ao longo da proposta, estão definidos de forma a tornar inequívoco o entendimento do conteúdo normativo. Com base na pesquisa por referências bibliográficas e textos normativos – nacionais e internacionais –, nas entrevistas com agentes do setor e nas discussões com o GTC ficou evidente que muitos desses termos ainda não estão consolidados no mercado brasileiro, sendo que poderiam ser regulamentados com uma maior profundidade na

na proposta ora descrita. O Quadro 3 traz os termos que foram definidos na parte 1 da proposta de norma técnica.

**Quadro 3 – Termos e definições regulamentados na Parte 1 da proposta de norma técnica**

Termos e definições - Parte 1: Plataformas	
arquitetura de produto	industrialização aberta
alternativas de produto ou produtos derivados	industrialização fechada
<i>building information modeling (BIM)</i>	interface
configurador	kits para construção ( <i>kits-of-parts</i> )
componente (construtivo)	módulo
comunalidade	módulo básico ( <i>basic module</i> )
construção modular	modularidade
construção industrializada	padronização
customização em massa	<i>platform design for manufacturing and assembly (PDfMA)</i>
<i>design for manufacturing and assembly (DfMA)</i>	plataforma
elemento (construtivo)	ponto de desacoplamento do pedido do cliente - PDPC ( <i>customer order decoupling point - CODP</i> )
espaço de solução	produto derivado
família de produtos	sistema
habitação de interesse social (HIS)	variantes de produtos
industrialização	-

Fonte: Os autores.

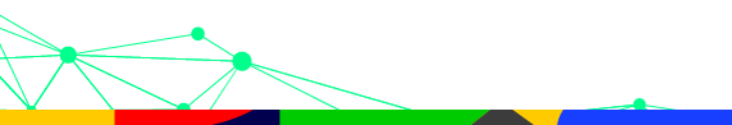
Alguns dos termos inseridos na proposta de norma técnica regulamentadora da industrialização da produção são de uso corriqueiro pelo setor, no entanto, a falta de uma ferramenta institucionalizada de definição dificulta sua divulgação e correta utilização. Considerando a importância da uniformização da linguagem entre os agentes de mercado, alguns termos internacionais já consolidados são mantidos na presente proposta de norma técnica, de forma a facilitar a busca e o entendimento de soluções que vem sendo desenvolvidas no cenário internacional, e que podem ser adaptadas ao desenvolvimento do setor no Brasil.

Na sequência dos termos e definições regulamentados, houve a definição dos objetivos da norma técnica, dentre os quais, destaca-se o aumento da racionalização, produtividade, e eficiência da produção da habitação de interesse social e da promoção da industrialização da construção, principalmente a aberta, dessa forma incentivando a interoperabilidade entre componentes, elementos e sistemas. Ademais, a proposta de norma explicita a ideia de **plataformas e a industrialização da construção civil** buscando assim contextualizar as razões para a adoção do conceito de plataformas como uma ferramenta para atingir os objetivos pretendidos.

A discussão apresentada na proposta de norma técnica tem como referência primária os textos do CIH (2022) e Pullen (2022), entre outros autores mencionados, sendo enriquecida pelas contribuições de agentes do setor entrevistados. Assim, ressalta-se que o conceito de plataformas vem sendo adotado para desenvolver famílias de produtos de forma racionalizada, de forma a alcançar economias de escala por meio da padronização de partes do produto e ou processo. Numa conceituação sucinta e prática, as plataformas são a parte padronizada, reutilizável em diversas variantes de produtos ou processos, compostas por módulos padronizados e módulos variáveis, havendo regras para sua combinação.

No item de **plataformas para habitação de interesse social**, da norma técnica ora apresentada, são explanados:

- a) princípios e regras para definição das plataformas;
- b) abordagens para a definição de plataformas; e
- c) abordagens para a definição de famílias de produtos.

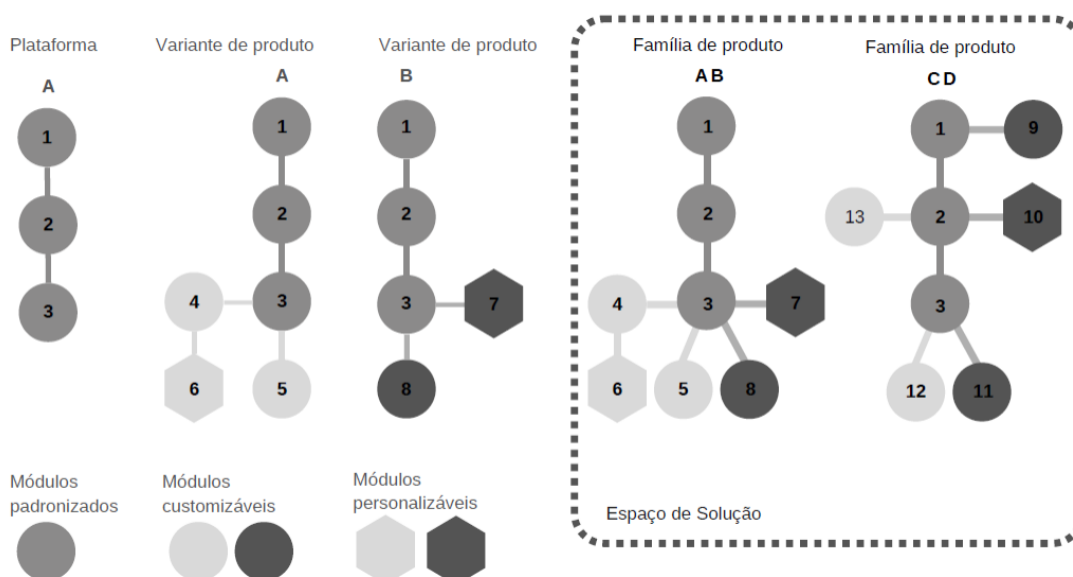


De acordo com o CIH (2022), dentro da definição de plataformas observam-se três tipos de partes do produto habitacional, sendo:

- a) únicas, específicas ou personalizadas;
- b) variáveis ou customizadas; e
- c) comuns ou padronizadas.

Assim, ao combiná-las, é possível estabelecer plataformas, variantes de produtos, famílias de produtos e espaços de solução. Na Figura 5, ilustra-se a combinação das partes padronizadas e variáveis para conformar a plataforma e a configuração de variantes de produtos, além de se mostrar a relação entre um conjunto de conceitos.

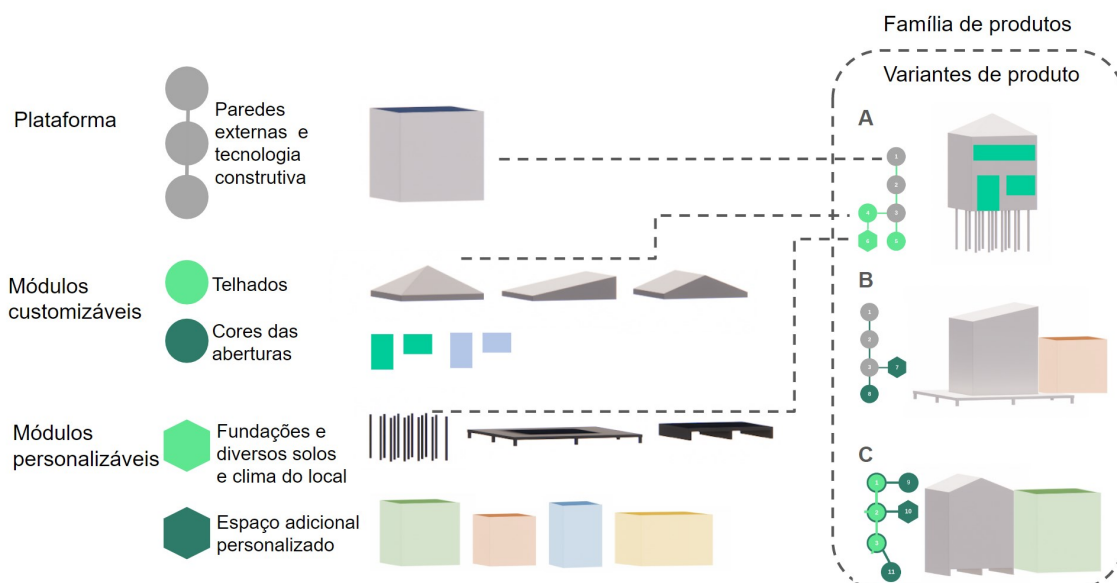
**Figura 5 - Partes do produto padronizadas, customizáveis e personalizáveis e como estas compõem plataformas, variantes de produtos e famílias**



Fonte: Os autores.

Para exemplificar como estes conceitos podem ser operacionalizados na construção civil, foi desenvolvida a Figura 6.

**Figura 6 - Partes do produto padronizadas, customizáveis e personalizáveis em exemplo aplicado para construção civil**



*Fonte: Os autores.*

Na Figura 6, a plataforma está exemplificada pela tecnologia construtiva escolhida e pelas paredes externas, sendo que alguns módulos variáveis podem ser configurados dentro de uma gama de modelos e cores pré-determinados, enquanto outros módulos podem ser personalizados, considerando-se especificidades da edificação como, por exemplo, local de construção, tipo de solo e zona bioclimática. Todas as combinações possíveis entre estas três partes criam as variantes de produtos que podem ser escolhidas dentre as alternativas oferecidas pela empresa, assim, é possível identificar as múltiplas soluções que partem de uma mesma plataforma.

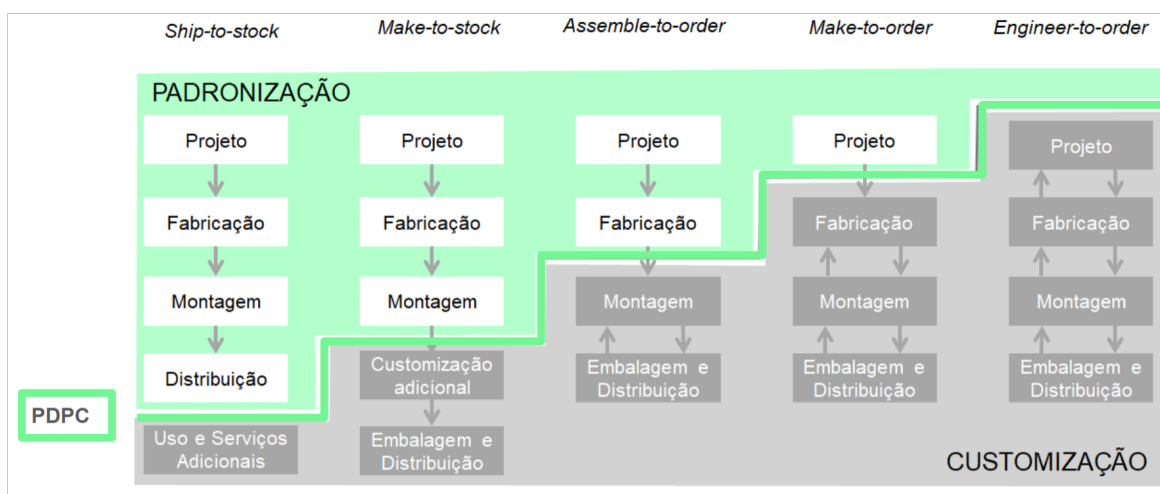
Além das partes constituintes de cada plataforma, foram definidos os princípios e as regras para a definição de plataformas que compreendem:

- padronização e repetitividade;
- configurabilidade;
- comunalidade;
- interfaces compartilhadas;
- qualidade;
- informação estruturada; e
- interoperabilidade e industrialização aberta.

Aqui, ressalta-se que a padronização das dimensões arquitetônicas de alguns ambientes e o estabelecimento de dimensões mínimas devem ser apenas o ponto de partida do projeto. A utilização de plataformas permite que muitos dos aspectos de projeto sejam configuráveis conforme especificidades, possibilitando a adoção da customização em massa na HIS.

Na proposta de norma técnica são abordados aspectos importantes como níveis de padronização, customização e industrialização da construção. Numa escala de padronização *versus* customização é explanado o ponto de desacoplamento do pedido do cliente (PDPC), que define o nível de padronização dos produtos e em qual momento do desenvolvimento ou da produção a diferenciação do produto se inicia. Assim, pode-se trabalhar com diferentes soluções, como produtos padronizados dentro de um portfólio, produtos configurados a partir de peças e módulos padrões, produtos modificados por encomenda e produtos projetados por encomenda. A Figura 7 apresenta o PDPC e o caminho da padronização ou customização de um produto.

**Figura 7 - PDPC, padronização *versus* customização**



Fonte: adaptado de BARLOW et al. 2003, traduzida pelos autores.

Dentro desse contexto de extremos, destaca-se que o uso mais frequente de plataformas, e com mais eficiência, situa-se na configuração intermediária, como por exemplo a montagem por encomenda. A Figura 8 exemplifica, no cenário da construção civil, como os níveis podem ser visualizados.

**Figura 8 - Busca pelo equilíbrio entre padronização e customização a partir de plataformas**



*Fonte: Os autores.*

A partir da Figura 8, consegue-se visualizar que dentro da extrema padronização, encontram-se os produtos massivamente iguais no canteiro de obras; em um cenário intermediário busca-se o equilíbrio entre padronização e flexibilidade, no qual se encontra o conceito de plataformas. Nesse cenário intermediário, produtos e processos podem e devem ser padronizados; no entanto, é necessário considerar as necessidades individuais de cada cliente e de determinadas regiões, agregando, assim, a possibilidade de customização. À direita na figura, apresenta-se o exemplo de um alto nível de customização, no qual a padronização pode estar presente no uso do conhecimento e da repetição de processos já conhecidos.

## 4.2 PADRONIZAÇÃO DAS DIMENSÕES ARQUITETÔNICAS

A segunda parte da proposta de norma técnica estabelece os requisitos para padronização das dimensões arquitetônicas de espaços, componentes, elementos e sistemas para HIS. Essa visa a incentivar a adoção da coordenação modular e industrialização da construção.

É ressaltado na proposta de norma técnica que a falta de padronização, assim como a padronização excessiva dos componentes, elementos e sistemas, e espaços, na construção civil, podem significar retrocessos e perdas tanto para os usuários da HIS quanto para a indústria da construção. Assim, buscou-se trabalhar no equilíbrio entre a comunalidade e intercambialidade e a necessidade de diferenciação e flexibilidade. Na Figura 9, apresenta-se a divisão da parte 2 da proposta de norma técnica, na qual se aborda o conteúdo relacionado à padronização das dimensões arquitetônicas.

**Figura 9 – Estrutura da parte 2 da proposta de norma técnica: PADRONIZAÇÃO DAS DIMENSÕES ARQUITETÔNICAS**



*Fonte: Os autores.*

A terceira parte da proposta de norma é dividida em:

- Prefácio;
- Introdução;
- Escopo;
- Referência normativa;
- Termos e definições;
- Objetivos;
- Padronização de dimensões arquitetônicas para a definição de plataformas;
- Diretrizes para a padronização das dimensões arquitetônicas;
- Programas habitacionais e dimensões arquitetônicas mínimas para HIS;
- Projeto de habitação de interesse social coordenado modularmente;

- Ferramentas de suporte ao design e tomada de decisão.

Buscando complementar a parte 1 da proposta de norma técnica descrita no item anterior deste relatório, foram adicionados termos e definições relacionados, principalmente, ao conteúdo de padronização de dimensões arquitetônicas. O Quadro 5 elenca os termos que foram definidos na parte 2 da proposta de norma técnica.

**Quadro 5 – Termos e definições abordados na Parte 3 da proposta de norma**

<b>Termos e definições - Parte 3: Produção industrializada de kits para construção</b>	
arquitetura paramétrica ( <i>parametric design</i> )	medida modular
abordagens de design generativo ( <i>generative design approaches or techniques</i> )	módulo básico ( <i>basic module</i> )
componente modular	multimódulo ( <i>multimodule</i> )
componente modular	padronização
malha modular ( <i>modular grid</i> )	redundância

Fonte: Os autores.

Dentre os **termos e definições** destacados, buscou-se trabalhar de maneira mais ampla com termos atuais de projeto, como arquitetura paramétrica e design generativo, e, na sequência, apresentar o termo em inglês, uma vez que esses já estão mais consolidados no mercado internacional, facilitando-se, assim, o entendimento e diminuindo falhas de comunicação. Além disso, foram abordados e retomados alguns termos importantes para projetos coordenados modularmente, de forma a consolidar e fomentar a adoção da coordenação modular para projetos em ampla escala.

A definição dos principais termos abordados também está alinhada com os **objetivos** dessa segunda parte da proposta de norma técnica, uma vez que a padronização das dimensões arquitetônicas visa os seguintes objetivos: facilitar a pré-fabricação e promover a industrialização da construção, principalmente a aberta, incentivando a interoperabilidade entre componentes, elementos e sistemas; disseminar e incentivar o uso da coordenação modular na produção da habitação de interesse social; fomentar o uso de BIM, arquitetura paramétrica e projetos generativos na habitação de interesse

social; e aumentar a racionalização, produtividade e eficiência da produção da habitação de interesse social.

Para a adoção das plataformas na habitação de interesse social, é fundamental a reflexão e a mudança de arquiteturas de produto prioritariamente integrais para arquiteturas de produtos modulares. O uso de arquiteturas modulares em edificações requer decomposição em módulos e maximização da reutilização desses mesmos entre os produtos (JENSEN, LIDELow E OLOFSSON, 2015).

A padronização das dimensões arquitetônicas é a base para definição das plataformas, possibilitando benefícios como a maximização da utilização dos módulos, o alcance de economias de escala ou escopo e o incentivo à industrialização aberta. Isso acontece possibilitando-se a intercambialidade entre componentes, elementos e sistemas, assim como de espaços, com módulos que poderiam ser intercambiáveis, buscando-se múltiplas soluções. A Figura 10 apresenta o balanço entre benefícios e requisitos para a padronização das dimensões arquitetônicas.

**Figura 10 – Padronização e definição de plataformas**



*Fonte: Os autores.*

Ainda com referência à Figura 10, observa-se que para alcançar os benefícios indicados, há uma série de requisitos que precisam ser considerados, como, por exemplo, a identificação de comunalidade entre produtos habitacionais; o entendimento de como alguns produtos se repetem, o que se repete e o que funciona ou não dentro de um critério de padronização. A partir disto, busca-se verificar se essas comunalidades atendem às necessidades do mercado, identificando-se nichos e necessidades específicas.

Ao se desenvolver o processo de entendimento dos requisitos, percebe-se que a padronização das interfaces como um dos maiores desafios e como um dos fatores que mais contribui para uma solução que atenda às necessidades de mercado, proporcionando as características necessárias para que as habitações de interesse social sejam funcionais e sejam construídas com economia de escala.

**As diretrizes e requisitos para padronização das dimensões arquitetônicas** incluem:

- a) compreender o objetivo e demanda por padronização das medidas;
- b) analisar diversas fontes de dimensões;
- c) estabelecer faixas de medidas (mínimas e máximas), considerando o diálogo com a coordenação modular; e
- d) criar ferramentas de suporte ao design e à tomada de decisão para o projetista e empresas da indústria da construção.

Além das diretrizes básicas para a padronização das dimensões arquitetônicas, buscou-se explorar, também, critérios de projeto relacionados a **programas habitacionais e dimensões arquitetônicas mínimas para HIS**. Neste contexto, incluiu-se na proposta de norma técnica questões como:

- a) dimensões mínimas da unidade habitacional;
- b) ambientes internos;
- c) ambientes externos;
- d) alturas das unidades habitacionais;
- e) acessibilidade;
- f) ampliação e flexibilidade; e
- g) outros requisitos para unidades habitacionais.

Devido ao vasto número de medidas a serem consideradas e conciliadas no projeto arquitetônico, é necessário estabelecer uma faixa de medidas, entre as mínimas e as máximas admitidas para cada parâmetro, para facilitar o processo de projeto. No caso das HIS, ressalta-se que a padronização das dimensões arquitetônicas não isenta ou substitui a necessidade de considerar as diversas dimensões de desempenho associadas à habitação. A proposta de norma técnica propõe a padronização de dimensões arquitetônicas para facilitar o processo de projeto, porém, sem restringir soluções arquitetônicas. Neste contexto, sugere-se que as dimensões regulamentadas estejam sempre de acordo com a norma técnica de coordenação modular, promovendo uma industrialização mais aberta entre componentes, elementos e sistemas.

O Quadro 6, abaixo, reúne alguns dados que exemplificam o quadro completo presente na proposta de norma técnica. O desenvolvimento deste quadro caracterizou-se como uma ferramenta de estudo e entendimento das dimensões mínimas sugeridas pela literatura, normativa brasileira e códigos de obras de alguns municípios brasileiros. Ao longo do desdobramento do texto normativo apresentado neste relatório entendeu-se que a versão completa deste modelo de quadro pode servir como base para o desenvolvimento de novos projetos habitacionais.

Além disso, o quadro ilustra o quão complexa seria a padronização de dimensões em um contexto que não considera as necessidades de mercado e as particularidades de cada região, uma vez que valores variados são definidos a partir de dimensões de mobiliário mínimo e não considerando as dimensões dos ambientes efetivamente.

**Quadro 6 – Exemplo de áreas mínimas sugeridas na literatura, em normativa brasileira e códigos de obra**

Fonte	1 dormit. até 2 pessoas	2 dormit. até 4 pessoas	3 dormit. até 6 pessoas	Área mín dormit.	Área mín sala	Área mín cozinha	Área mín banheiros	Área mín área serviço
IPT	35,00	43,00	51,00	9,00 ; 8,00	12,00	10,00	2,50	1,50
Neufert	29,94	47,94	65,94	10,00; 18,00	10,97	6,45	2,52	-
Reis e Lay	35,00	43,00	50,00	9,50; 8,00; 7,00	10,00	8,00	2,50	5,00
P.Casa Verde e Amarela	-	36,00 * 39,00 **	-	***	***	***	***	***
NBR 15575				***	***	***	***	***
Código de obras POA	20,00 (JK) 25,00 (1dorm)	32,00	39,00	7,00	-	-	-	-

\* casa térrea com área de serviço externa

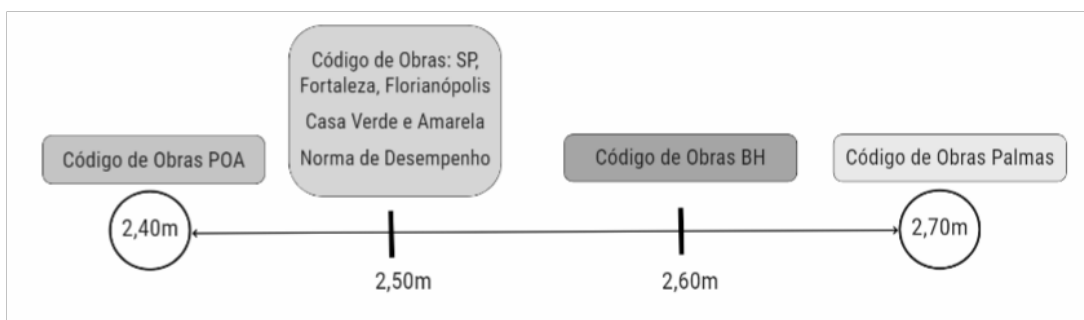
\*\* casas sobrepostas ou apartamento

\*\*\* de acordo com dimensões mínimas de mobiliário e circulação

Fonte: Os autores.

Outro exemplo regulamentado ao longo da proposta de norma técnica refere-se à altura do pé-direito, indicado nas diferentes normas e códigos de obras brasileiros analisados. A Figura 11 informa as diferentes medidas observadas.

**Figura 11 – Alturas de pé-direito de diferentes fontes**



*Fonte: Os autores.*

Como referência, na NBR 15575 (ABNT, 2021) o pé-direito é de 2,50m e mínimo de 2,30m para corredores, vestíbulos, depósitos e instalações sanitárias. Percebe-se, novamente, diferenças entre códigos de obras, normas técnicas e normas complementares analisadas, e, nesse contexto, é importante a definição de regras sobre como essas dimensões funcionam no cenário em que são projetadas e em conjunto com os componentes, elementos e sistemas. Para solução dessa problemática, indica-se o uso de medidas coordenadas modularmente no projeto de habitação de interesse social, com a finalidade de aumentar a racionalização, a produtividade na construção civil e uma industrialização mais aberta.

Na proposta de norma para padronização de dimensões arquitetônicas são retomadas as diretrizes de projetos de habitação de interesse social coordenados modularmente, presentes na proposta de revisão da norma de coordenação modular NBR 15873 (objeto de relatório próprio, acerca da submeta 8.2.1). As diretrizes indicadas são:

- a) estabelecer a lógica de projeto, a definição dos sistemas e a revisão da normativa;
- b) definir a malha modular;
- c) definir o posicionamento dos produtos construtivos em relação à malha modular;
- d) desenvolver o projeto de paginação; e
- e) gerenciar ou revisar interfaces do sistema e entre sistemas.

No âmbito da citada proposta de norma técnica, são apresentadas ferramentas para facilitar o processo de padronização e tomada de decisão, podendo-se também facilitar o uso da coordenação modular. Dentre as ferramentas propostas está a utilização de parâmetros e regras para o design paramétrico, segundo o qual, por exemplo, a partir de um projeto 2D ou modelo 3D, considera-se a discretização decimétrica ou da série numérica 2M ou 3M para a padronização da unidade habitacional de acordo com os critérios de coordenação modular.

Além disso, é regulamentado o uso de configuradores baseados em softwares BIM como ferramenta de suporte à tomada de decisão dos arquitetos, engenheiros e clientes, e, ao mesmo tempo, para reduzir o tempo de projeto e teste de inúmeras configurações possíveis entre múltiplas soluções de combinação e montagem. A padronização das dimensões arquitetônicas pode contribuir para a definição de regras e restrições para o desenvolvimento de objetos paramétricos, assim como na definição de famílias de objetos BIM e bibliotecas.

É importante ressaltar que o BIM é considerado a base da transformação digital no setor de arquitetura, engenharia e construção. Disseminar nacionalmente o BIM é missão da Estratégia BIM BR, instituída por meio do Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018 (GOV BR, 2022). Dentro do projeto do governo federal - Construa Brasil - com 9 metas, percebe-se que 4 (quatro) delas estão diretamente relacionadas ao BIM, e as demais, igualmente, são fortemente direcionadas para o aumento da produtividade por meio da digitalização no país.

Dessa mesma forma, a Meta 9 do Projeto Construa Brasil incentiva os benefícios da digitalização mediante implantação e disseminação da industrialização da construção. Nesse contexto, a utilização do BIM aprimora práticas do setor da construção e traz benefícios, como a redução de erros de compatibilidade, otimização dos prazos, processos mais precisos de planejamento e controle, aumento de produtividade, diminuição de custos e economia dos recursos utilizados nas obras.

### **4.3 PRODUÇÃO INDUSTRIALIZADA DE KITS PARA CONSTRUÇÃO**

Na parte três da proposta de norma técnica são estabelecidos os requisitos para produção industrializada de kits para construção, visando incentivar a industrialização da construção no contexto da habitação de interesse social. O



desenvolvimento do kit para construção envolve a organização de uma série de produtos individuais que se complementam em um formato de conjuntos de componentes padronizados para edifícios, dimensionados de maneira a facilitar o manuseio e a instalação, considerando, também, aspectos de logística de transporte e armazenamento.

Na Figura 12 é apresentada a divisão da parte 3 da proposta de norma técnica, que regulamenta o conteúdo relacionado à produção industrializada de kits para construção.

**Figura 12 – Estrutura da parte 2 da proposta de norma: PRODUÇÃO INDUSTRIALIZADA DE KITS PARA CONSTRUÇÃO**



Fonte: Os autores.

A terceira parte da proposta de norma técnica é dividida em:

- Prefácio;
- Introdução;
- Escopo;

- Referência normativa;
- Termos e definições;
- Objetivos;
- Definição de kit para construção de habitação de interesse social;
- Requisitos de kits para construção de HIS;
- Classificação de kits para construção;
- Diretrizes para desenvolvimento de kits para construção e suas interfaces; e
- Uso de configuradores baseados em BIM para o projeto utilizando kits para construção.

Buscando complementar a parte 1 da presente proposta de norma técnica, foram adicionados termos e definições relacionados, principalmente, ao conteúdo de kits para construção. O Quadro 7 elenca os termos que foram regulamentados na parte 3 da proposta de norma técnica.

**Quadro 7 – Termos e definições regulamentados na Parte 3 da proposta de norma técnica**

<b>Termos e definições - Parte 3: Produção industrializada de kits para construção</b>	
chassi	POD
edificação híbrida ou sistema construtivo híbrido	pré-fabricado
modelagem digital	pré-moldado
módulo volumétrico ou 3D	produção industrializada
painelizado ou 2D	sistema construtivo industrializado

*Fonte: Os autores.*

O conceito de kits para construção, estabelecido na proposta de norma técnica, decorre do conceito de *kit-of-parts* da indústria de bens de consumo. A definição destes kits foi encontrada na literatura atual proposta por Cao et al. (2021), pelo CIH (2021) e por Pullen (2022), indicando a atualidade do uso destes termos pela indústria da construção.

Ressalta-se que os kits, como conjunto de produtos que compõem ou conformam sistemas, possuem alguns pré-requisitos que os diferenciam do conceito de produto

pré-fabricado apenas. Dentre os **requisitos básicos para kits**, destaca-se o fato de poderem ser montados e desmontados repetidamente de acordo com a necessidade. Além disso, fatores como reutilização, flexibilidade, integração, informação estruturada, conexões padronizadas, regras claras de montagem e baixa geração de resíduos são requisitos importantes na conformação de um kit. Esses requisitos também estão atrelados aos princípios e às regras para a definição de plataformas, uma vez que ao tangibilizar o conceito de plataformas, os kits são utilizados em diversos produtos por sua comunalidade de características, funcionalidades ou linha de produção.

Já, dentro da classificação encontram-se os kits:

- a) baseados em juntas, onde se sobressaem os conectores;
- b) baseados em linearidade, onde se sobressaem peças lineares como vigas; c) baseados em painéis, com peças mais volumosas; e
- d) baseados em módulos, onde blocos inteiros são transportados para o local da obra.

A **classificação dos kits de construção** é considerada segundo conceitos com níveis de escalabilidade, podendo conformar produtos ou famílias de produtos, como:

- a) Kits para construção: conjunto de componentes e elementos desenvolvidos, projetados e pré-fabricados para serem facilmente montados na obra (PULLEN, 2022);
- b) Juntas lineares: pré-fabricação de elementos lineares e ou de conexão, que facilitem a montagem e desmontagem dos elementos no canteiro de obras;
- c) Painéis, 2D: pré-fabricação de elementos maiores a serem empilhados para transporte e montagem no canteiro de obras (PULLEN, 2022);
- d) Chassi: elemento estrutural tridimensional, que possibilita a conexão de módulos (CEOTTO, 2021);
- e) Pods: bloco volumétrico autoportante, industrializado, com função específica na edificação. São unidades espaciais industrializadas transportadas para o canteiro de obras a serem conectadas em outros elementos construtivos (CEOTTO, 2021 & GOH e LOOSEMORE, 2017);

- f) Modular volumétrico, 3D: pré-fabricação completa de unidades volumétricas a serem levadas ao canteiro e içadas para sua locação em obra (PULLEN, 2022).

As **diretrizes para desenvolvimento de kits para construção** partiram de uma lógica adotada pelo CIH (2022), e, quando adaptadas para o cenário da industrialização no Brasil, incluem:

- a) verificação de normativas vigentes;
- b) aplicação da coordenação modular;
- c) mapeamento de interfaces;
- d) processo de design dos kits;
- e) criação de fluxogramas de processos de montagem em canteiro e fora do canteiro;
- f) definição dos graus de liberdade do kits de construção;
- g) modelagem em BIM dos produtos;
- h) avaliação do desempenho e de custos; e
- i) definição da especificação do kit.

A verificação de normativas vigentes e aplicação de coordenação modular atentam ao fato de que cada componente, elemento e sistema normalmente é objeto de normativas próprias que determinam, em grande medida, como projetar e pensar determinadas soluções. O uso da coordenação modular, por exemplo, é considerado um dos pilares para se industrializar a construção.

É importante observar a sinergia existente entre a produção industrializada de kits e a aplicação dos princípios da coordenação modular, fato que incentiva a comunalidade e a intercambiabilidade, facilitando, assim, a adoção de soluções para interfaces.

As informações que forem geradas no desenvolvimento do kit devem ser registradas em um documento de especificação, que incluirá:

- a) fluxogramas e instruções de produção;
- b) fluxogramas de montagem;
- c) especificação de interfaces;
- d) desenhos e esquemas;

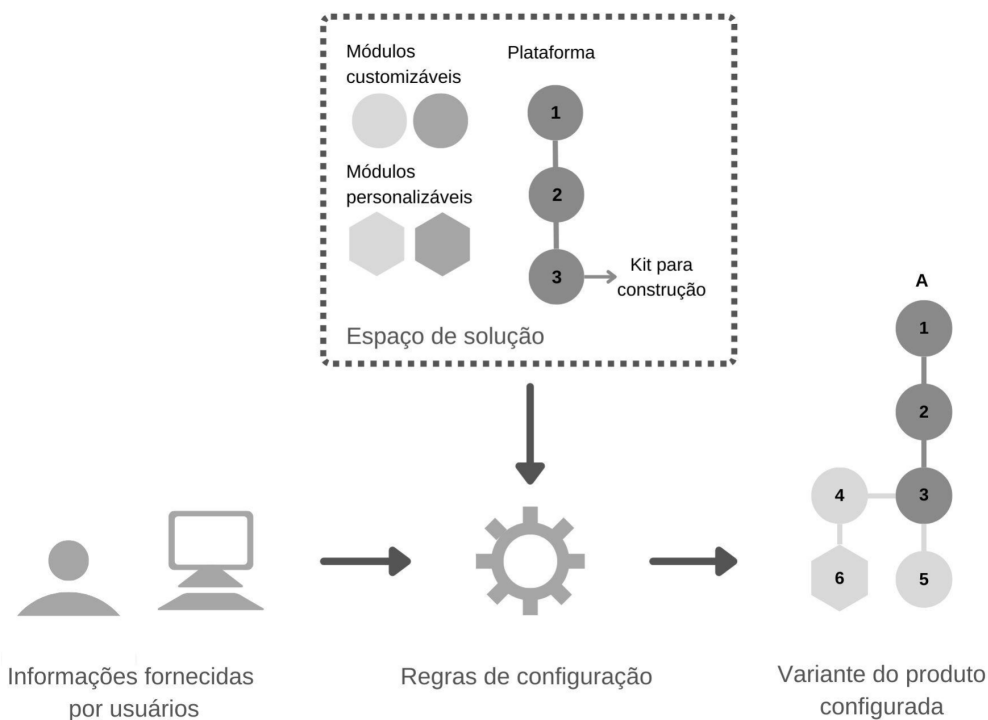
- e) lista de materiais;
- f) indicação de níveis de desempenho;
- g) requisitos de manutenibilidade de acordo com a NBR 15575 (ABNT, 2021); e
- h) etiquetagem para produtos construtivos coordenados modularmente de acordo com a proposta de revisão da norma NBR 15873 (ABNT, 2010).

O uso de ferramentas como o registro de informações de processos e produtos, bem como a etiquetagem proposta pela revisão da norma técnica de coordenação modular (produto relacionado à submeta 8.2.1), constituem incentivo à industrialização aberta, além de possibilitar ganhos de escala, uma vez que um produto pode ser combinado com uma série diferente de soluções em múltiplos sistemas.

Nesse contexto, a customização em massa é uma estratégia de negócios que se reflete no modo de fabricação, permitindo flexibilidade de projeto em um ambiente de produção em massa (VEENSTRA, HALMAN e VOORDIJK, 2006). Uma ferramenta para apoiar a customização em massa na construção industrializada é o **desenvolvimento e uso de configuradores de produtos**. Cao et al. (2021), trazem a definição de configuradores como um sistema de apoio à decisão para combinar os *kits-of-parts* em módulos eficientes para produção sob regras pré-definidas, permitindo a geração rápida de configurações de produtos para atender às necessidades e aos requisitos dos usuários finais.

Esta definição foi esquematizada por meio da Figura 12, apresentada na proposta de norma técnica como uma ferramenta de vincular cada uma das partes descritas anteriormente por meio de uma solução digital que ainda pode ser muito explorada como ferramenta para a industrialização da construção.

**Figura 12 – Configuradores**



Fonte: Os autores.

A industrialização da construção requer considerações e integrações entre fabricação e montagem, pensadas ainda durante a etapa de concepção e planejamento do projeto. Atualmente, a maioria dos projetos executados por meio da modelagem digital em ferramentas BIM não se beneficiam da possibilidade de se lidar com kits bem estabelecidos, refinados por projetos anteriores. Assim, nesse novo cenário proposto, o BIM passaria a apoiar o processo colaborativo entre diferentes partes interessadas, incluindo planejadores, arquitetos, engenheiros e empreiteiros.

## 4.4 CONTRIBUIÇÕES DO GRUPO TÉCNICO CONSULTIVO (GTC)

Durante o período do desenvolvimento desta proposta de norma técnica regulamentadora da industrialização da construção foram realizados encontros para a apresentação dos resultados parciais referentes às etapas de execução do Plano de Trabalho do Projeto Construa Brasil. Nesses encontros, os pontos citados neste relatório foram objeto de discussões das quais resultaram contribuições importantes em relação a linha de abordagem adequada para que o texto de norma técnica se torne uma ferramenta para a industrialização da construção no Brasil. Dentre os tópicos debatidos nesses encontros constam:

- 1) o escopo da proposta deve focar o embasamento e esclarecimento conceitual;
- 2) o aprofundamento do entendimento dos conceitos relacionados, como plataformas, kits, industrialização, construção modular, e disseminá-los na indústria da construção;
- 3) o desenvolvimento de uma proposta focada em inovação;
- 4) a definição dos primeiros passos para que a indústria da construção avance no sentido da industrialização;
- 5) o desenvolvimento não apenas da norma para instruir, mas também pensar em quais outros documentos poderiam ser elaborados para incentivar a sua adoção a longo prazo, como guias, práticas recomendadas entre outros;
- 6) a importância da proposta de norma incorporar diferentes níveis de industrialização devido ao que encontramos no mercado brasileiro da construção civil atualmente. Isso permitirá a inclusão tanto de pequenas quanto grandes empresas, uma vez que a industrialização é um caminho necessário;
- 7) a sugestão de que a proposta final da norma tenha uma parte do escopo mais detalhado, como, por exemplo, o desenvolvimento de um chassi para habitação de interesse social;
- 8) a importância do desenvolvimento de soluções para a construção hierarquizar as decisões a serem tomadas pelas empresas, para que elas possam entender o que é industrialização, podendo, assim, dar os primeiros passos; e
- 9) a sugestão de possíveis agentes da indústria da construção a serem consultados.

Após as reuniões, os escopos e os textos base para novas normas foram disponibilizados ao grupo técnico consultivo e ao Ministério da Economia, para

análise e revisão do seu conteúdo. Os principais apontamentos realizados compreenderam: revisões da língua portuguesa, esclarecimento de alguns trechos do texto em relação à linguagem e sequenciamento de ideias e a tradução de alguns termos provenientes da literatura para facilitar seu entendimento e adoção pelas empresas. A proposta revisada das novas normas técnicas considerou tais sugestões, e ainda, foi revisitada pela equipe executiva.

## 4.5 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As sugestões para trabalhos futuros foram desenvolvidas no decorrer da elaboração da proposta de texto para a norma técnica de plataformas para habitação de interesse social, suas partes de padronização das dimensões arquitetônicas e produção industrializada de kits para construção. As sugestões apresentadas neste item do relatório são provenientes de discussões e n t r e membros do grupo técnico consultivo, desenvolvimento do workshop, troca de informações e palestras ao longo do desenvolvimento do projeto e revisão bibliográfica.

Tais sugestões não estão englobadas no trabalho desenvolvido dentro do escopo e do tempo de projeto abrangidos pela Meta 8, porém a equipe entende que, se futuramente o estudo puder ser ampliado, o desenvolvimento destes temas tende a disseminar a adoção de plataformas e incentivar a industrialização da construção no Brasil. As sugestões para trabalhos futuros são:

- a) estudo de demanda: identificar a demanda por padronização das dimensões arquitetônicas, por exemplo, a baseada em frequências de usos dos ambientes, dimensões e componentes, elementos e sistemas, ou em métricas de comunalidade entre produtos existentes;
- b) correlação com a norma de desempenho NBR 15575 (ABNT, 2021): o vínculo entre a padronização das dimensões arquitetônicas e o desempenho de uma edificação não é apenas dimensional. Aspectos relacionados a fatores de iluminação, ventilação, desempenho térmico e acústico, por exemplo, podem ser estudados em termos de requisitos para o desempenho de componentes, elementos e sistemas;
- c) ergonomia e acessibilidade: aspectos relacionados a estes fatores de forma a poderem sempre ser considerados na adaptação de projetos de HIS, dentro dos conceitos abordados;

- d) política de incentivo ao uso dos conceitos de plataformas: equivalente às políticas vinculadas a adoção do BIM programada e fomentada a longo prazo em todo o setor da construção;
- e) criação de grupo diretivo para ampliação da discussão com agentes interessados na padronização das dimensões arquitetônicas e kits para construção;
- f) desenvolvimento de práticas recomendadas de forma a orientar e facilitar a adoção de plataformas e produção industrializada de kits para construção;
- g) identificação e fomento de oportunidades futuras para o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao uso dos conceitos de plataformas, produção industrializada de kits para construção e o avanço da industrialização na construção;
- h) mapeamento do estado da arte da construção industrializada, buscando ferramentas e desenvolvendo pesquisas para responder: o que é construção industrializada, o que já foi feito, conjuntura atual de mercado, barreiras, e principais intervenientes (*stakeholders*);
- i) identificação e compreensão dos níveis de industrialização da construção no Brasil e possibilidade de adoção e incentivo à sistemas híbridos; e
- j) refinamento e desenvolvimento de indicadores e métricas para avaliar o nível e benefícios do uso de plataformas e industrialização na construção.

## 5 CONCLUSÕES

A partir do estudo conduzido pela equipe técnica da Meta 8 – submetas 8.2.2 e 8.2.3 –, apoiada pelo GTC destacam-se alguns pontos.

De maneira geral, a legislação em vigor no Brasil carece de alinhamento e de definição de conceitos voltados à industrialização do setor da construção civil. A proposta de norma técnica apresentada é uma ferramenta na aplicação do uso de plataformas, da padronização das dimensões arquitetônicas e na produção de kits para construção, sempre buscando atingir economia de escala que traga soluções para os problemas setoriais.

As normas técnicas propostas buscam, por meio da abordagem de conceitos atuais vinculados a casos de sucesso internacionais, como o *Construction Innovation Hub* (CIH), no Reino Unido, e a bibliografia de referência na área, traduzir para linguagem prática a aplicabilidade dessas ferramentas de industrialização de processos, produtos e projetos para a construção brasileira. Nesse sentido, as normas técnicas são um passo inicial para fomentar a industrialização, podendo ainda ser objeto de investigações adicionais e complementação. Assim, seria válido considerar estudos futuros mais específicos, voltados ao entendimento do nível de industrialização do setor, da demanda por padronização das dimensões arquitetônicas, e de correlações mais condizentes com os requisitos da norma de desempenho NBR 15575 (ABNT, 2021).

De maneira mais abrangente, o resultado das metas do eixo de industrialização do Projeto Construa Brasil é um conjunto de propostas de ação para condução pelo próprio setor, não obstante ainda ser necessário algum grau de apoio governamental. Assim, há no cenário atual grande interesse do mercado pelo tema, com muitas ações (de entidades e empresas) e com propostas alinhadas nos seus objetivos gerais. Dessa forma, evidencia-se a necessidade da conjugação de esforços e sinergia para o sucesso na condução da agenda, considerando um forte diálogo intrassetorial, além de uma ordenação do diálogo entre os setores público e privado.

## 6 REFERÊNCIAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575 - Edificações habitacionais: Desempenho. Partes 1 - 6, Brasil, 2021.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15873 - Coordenação modular para edificações, Brasil, 2010.

CAO, J.; BUCHER, D. F.; HALL, D. M.; LESSING, J. 2021. Cross-phase product configurator for modular buildings using kit-of-parts. *Automation in Construction*, V. 123, 2021, 103437, ISSN 0926-5805.

CEOTTO, L. H. Plataformas e *Kits of Parts*. 2022. in Workshop de Industrialização na Construção. Porto Alegre, NORIE/UFRGS.

CIH., 2021. Platform Design Programme: Defining the Need. Construction Innovation Hub. UK Research and Innovation. Jan. 2021.

CIH., 2022. The product platform rulebook. Construction Innovation Hub. UK Research and Innovation. May. 2022.

GOH, E. e LOOSEMORE, M., 2017. The impacts of industrialization on construction subcontractors: a resource based view. *Construction Management and Economics*, Taylor & Francis Journals, vol. 35(5), p. 288-304.

GOVBR - Governo Federal, Ministério da Economia. Meta Difundir o BIM e seus Benefícios, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/ambiente-de-negocios/competitividade-industrial/construa-brasil/metas/difundir-o-bim-e-seus-beneficios>. Acesso em: 09 jun 2022.

JENSEN, P.; LIDELÖW, H.; OLOFSSON, T. 2015. Product configuration in construction. *Int. J. Mass Cust.* 2015, 5, 73–92.

PULLEN, T. 2022. Scaling Up Off-Site Construction in Southern California. A terner center report for housing innovation. UC BERKELEY - Feb. 2022.

VEENSTRA, S.; HALMAN, J. I. M.; VOORDIJK, J. T. 2006. A methodology for developing product platforms in the specific setting of the housebuilding industry. *Research in Engineering Design*, 2006. 17(3), pp. 157-173.