

Nº 179993

Avaliação de desempenho de sistemas leves

Maurício Marques Resende

*Palestra apresentada no
CONSTRULEV EXPO, 2025,
São Paulo. 25 slides*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública. **PROIBIDO REPRODUÇÃO**



AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE SISTEMAS LEVES

Construlev Expo 2025

Mauricio Marques Resende

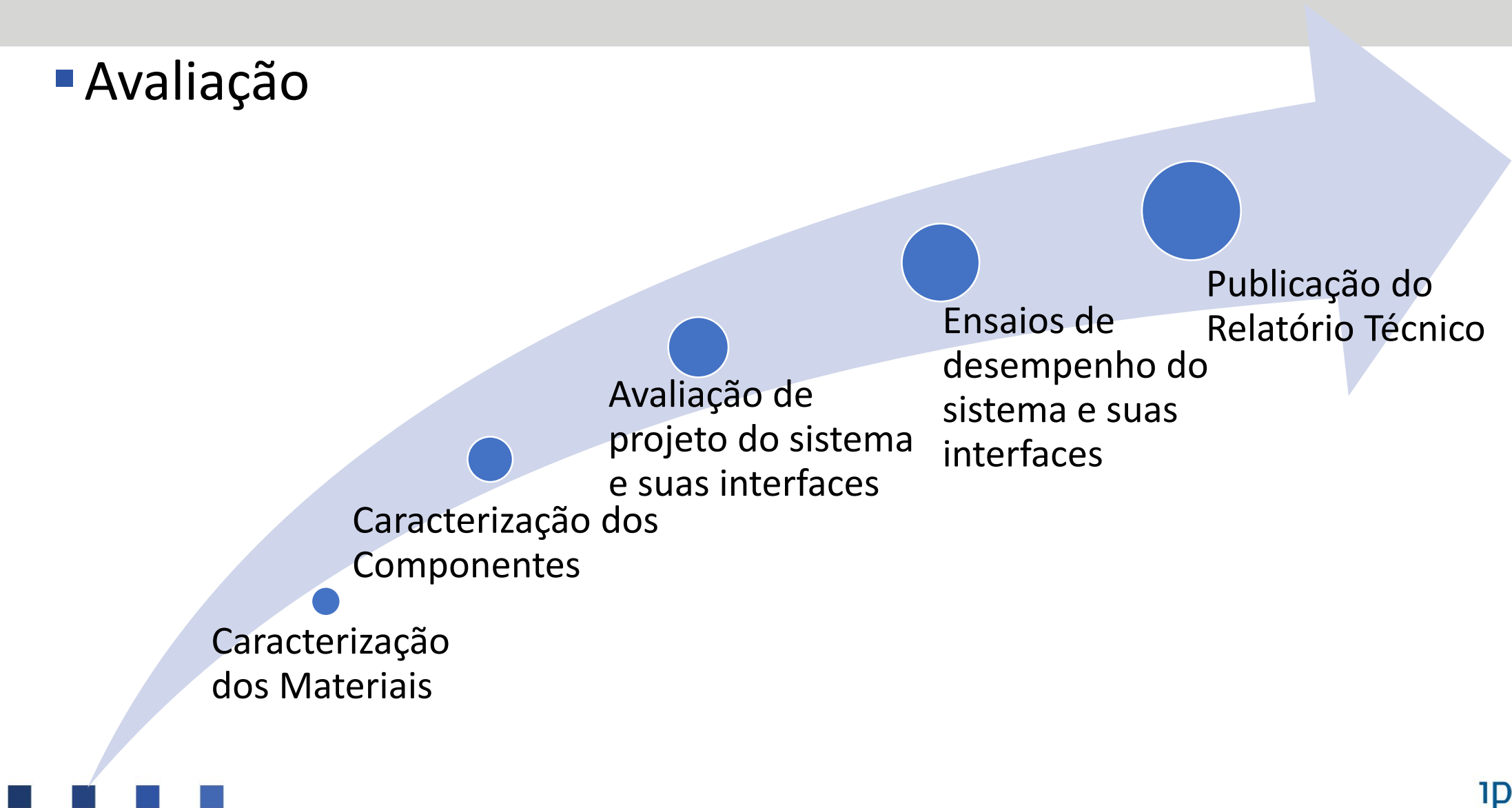
SUMÁRIO

- Processo de Avaliação
 - Sistema Inovador – Diretriz SINAT e DATEC
 - Sistema Convencional – Norma e FAD
- Construção Leve
- Estudos de casos
 - DATEC
 - FAD
- Desafios
- Conclusões



PROCESSO DE AVALIAÇÃO

■ Avaliação



PROCESSO DE AVALIAÇÃO

■ Requisitos e critérios de Desempenho

Segurança

- Estrutural
- Contra fogo
- Uso e operação

Habitabilidade

- Estanqueidade
- Desempenho térmico
- Desempenho Acústico
- Desempenho lumínico
- Saúde, higiene e qualidade do ar
- Funcionalidade e acessibilidade
- Conforto tátil e antropodinâmico

Sustentabilidade

- Durabilidade
- Manutenibilidade
- Impacto ambiental

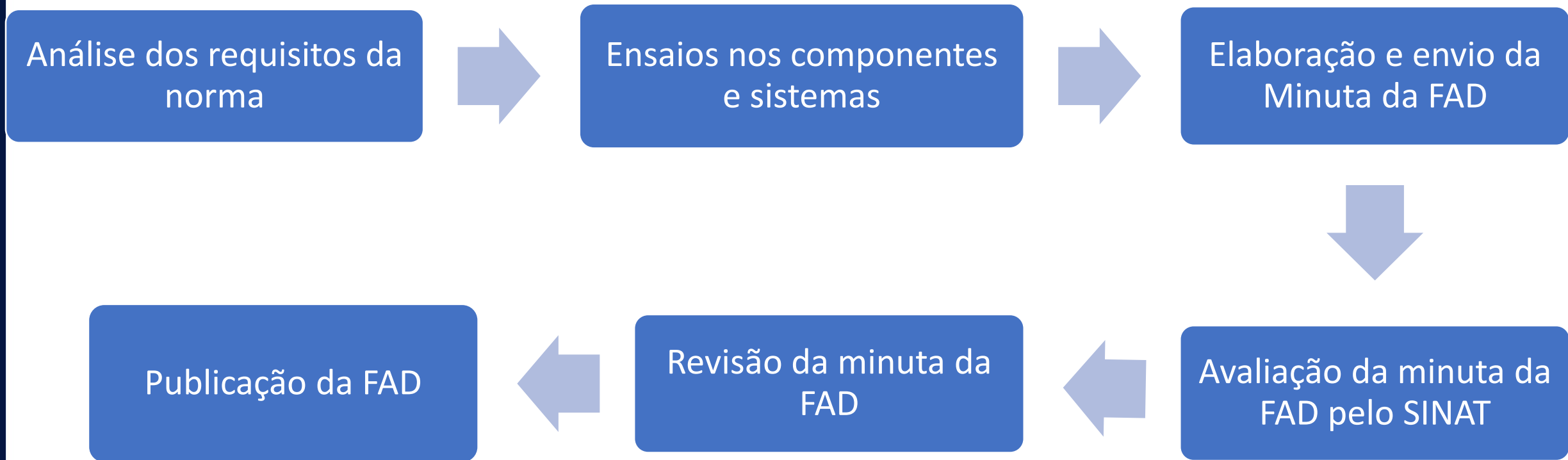
SISTEMAS INOVADORES - AVALIAÇÃO

- Como acontece a avaliação de um sistema inovador no Brasil?



SISTEMAS INOVADORES - AVALIAÇÃO

- Como acontece a avaliação de um sistema convencional no Brasil?



SISTEMA LEVE NO BRASIL

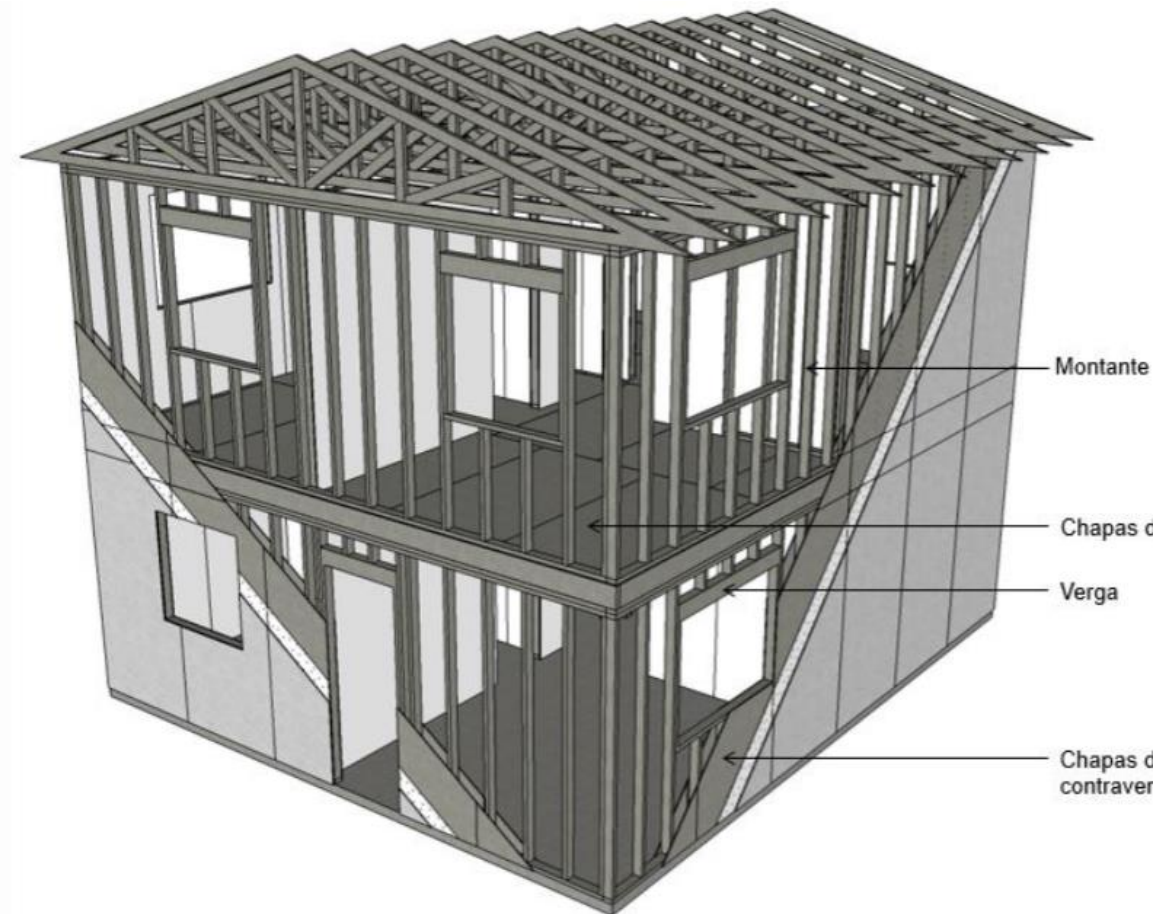
■ Drywall

- Vedação Vertical Interna sem função estrutural
- Normas de chapa de gesso para drywall
 - IPT (Cláudio Mitidieri) coordenou a primeira versão da norma
 - ABNT NBR 14751-1; ABNT NBR 14715-2; ABNT NBR 16831
- Norma para sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall — Projeto, desempenho, procedimentos executivos para montagem e manutenção de paredes, forros e revestimentos
 - ABNT NBR 15758
- Normas de componentes do sistema construtivo em chapas de gesso para drywall
 - ABNT NBR 15217 (Perfilados); ABNT NBR 17235 (Parafusos); ABNT NBR 16726 (Lã de vidro); ABNT NBR 16832 (Lãs de PET); ABNT NBR 17237 (Fitas e massas); ABNT NBR 17236 (Dispositivos sustentadores para forros)



SISTEMA LEVE NO BRASIL

- Light Wood Frame
 - Sistemas formados por peças leves de madeira maciça serrada, ou produto derivado de madeira, com fechamentos em chapas unidas às peças de madeira



SISTEMA LEVE NO BRASIL

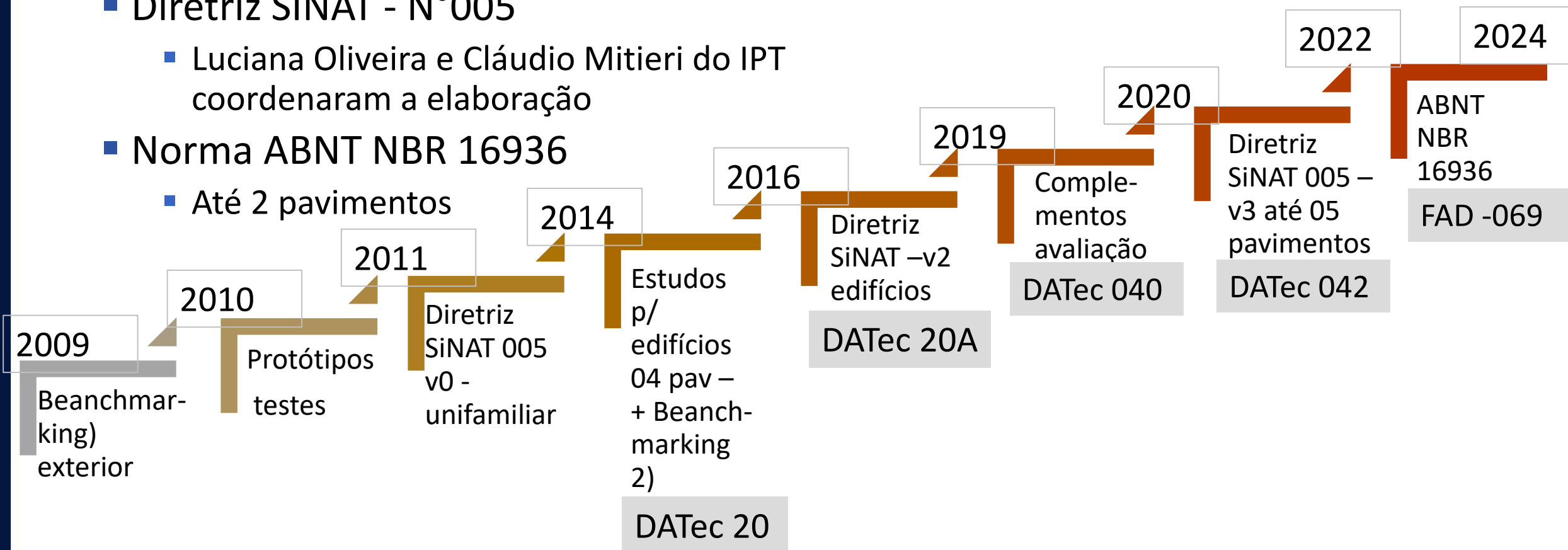
■ Light Wood Frame

■ Diretriz SINAT - N°005

- Luciana Oliveira e Cláudio Mitieri do IPT coordenaram a elaboração

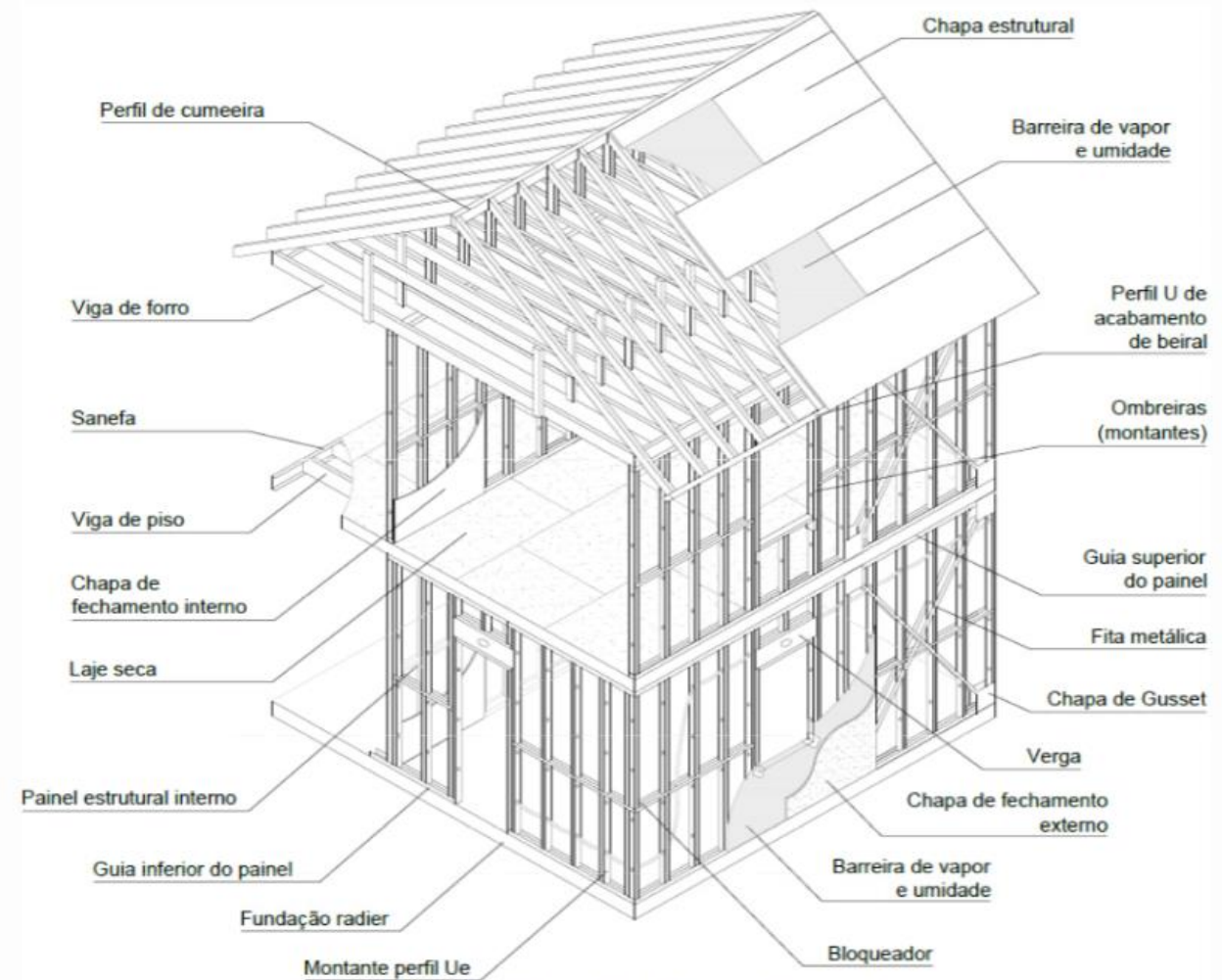
■ Norma ABNT NBR 16936

- Até 2 pavimentos



SISTEMA LEVE NO BRASIL

- Light Steel Framing
 - Sistemas estruturados por perfis leves de aço formados a frio, com revestimento metálico e fechamentos em chapas delgadas.



SISTEMA LEVE NO BRASIL

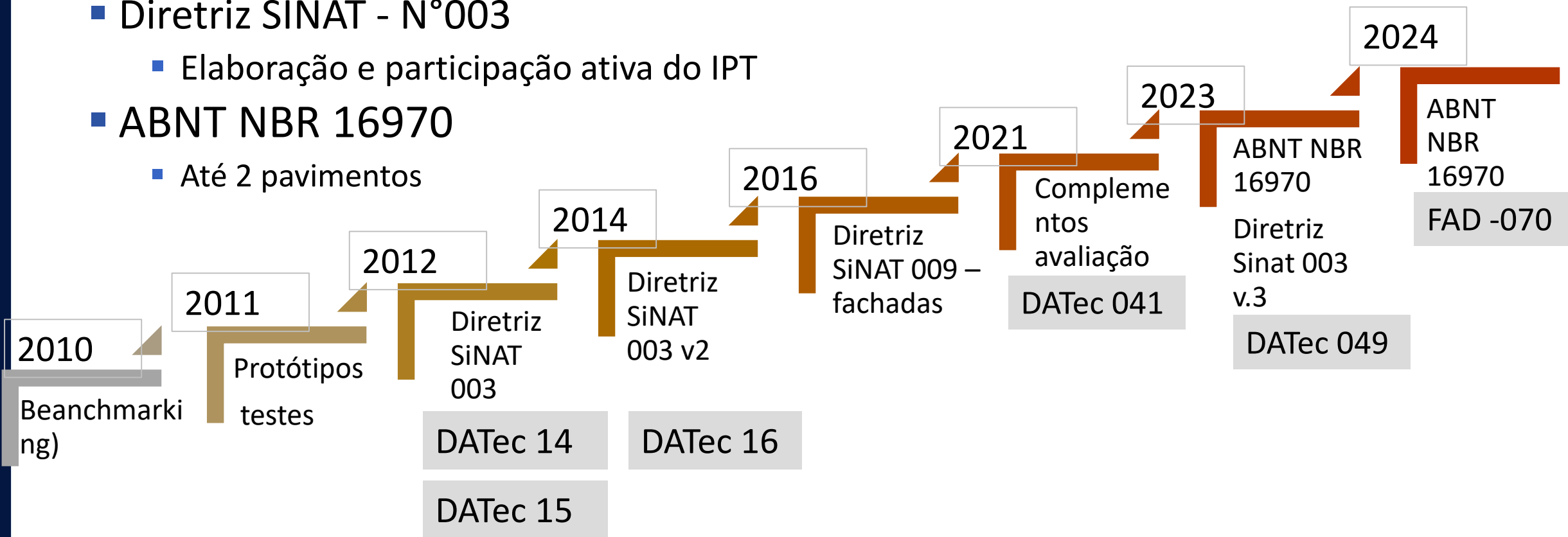
■ Light Steel Framing

■ Diretriz SINAT - N°003

- Elaboração e participação ativa do IPT

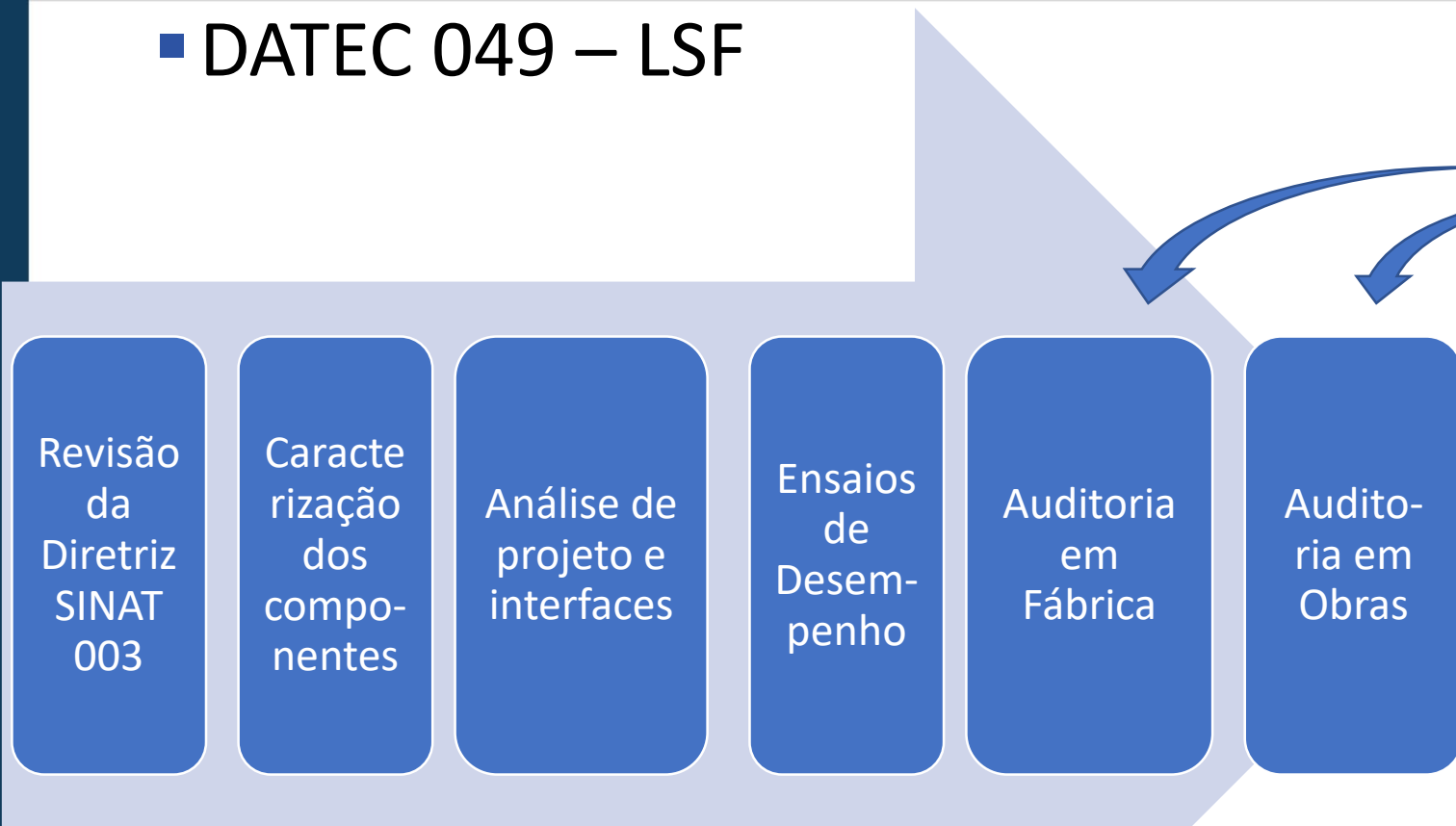
■ ABNT NBR 16970

- Até 2 pavimentos



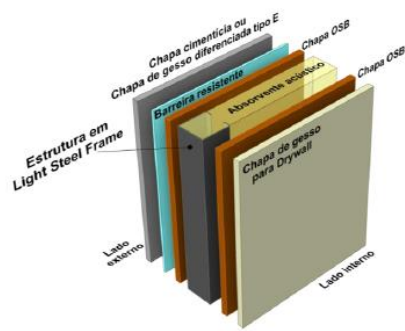
ESTUDOS DE CASOS

■ DATEC 049 – LSF

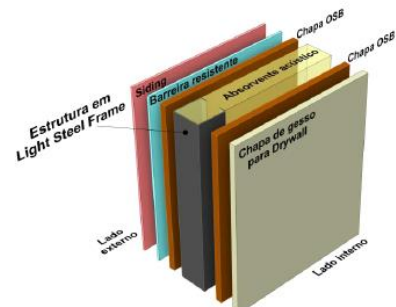


| | | |
|---|--|---|
|  <p>Av. Prof. Almeida Prado, 532 Cidade Universitária - Butantã CEP 05508-901 São Paulo - SP Tel: (11) 3767-4164 Fax: (11) 3767-4961 lcs@ipt.br / www.ipt.br</p> | <p>Produto</p> <p>Sistema construtivo Steel Panel Quick House para unidades unifamiliares e multifamiliares, isoladas ou geminadas, de até dois pavimentos</p> <p>Proponente</p> <p>Metalúrgica Big Farm Ltda. Rua Antonio Frederico Ozanan, 555, Pavilhão 1, Canoas, RS. CEP 92.420-360, Tel: (51) 3361-6017 Home page: http://www.quickhouse.com.br e-mail: quickhouse@quickhouse.com.br</p> |  |
| <p>Emissão Outubro de 2024</p> <p>Validade Setembro de 2026</p> | <p><i>Considerando a avaliação técnica coordenada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT, e a decisão dos Técnicos Especialistas indicados conforme a Portaria nº 2.795, de 27 de novembro de 2019, do Ministério do Desenvolvimento Regional, concede-se ao produto da Metalúrgica Big Farm o Documento de Avaliação Técnica Nº 049A. Esta decisão é restrita às condições de uso definidas para o produto, destinado à construção de unidades unifamiliares e multifamiliares, isoladas ou geminadas, de até 2 pavimentos e às condições expressas nesse Documento</i></p> | <p>DATEC Nº 049 A</p> |

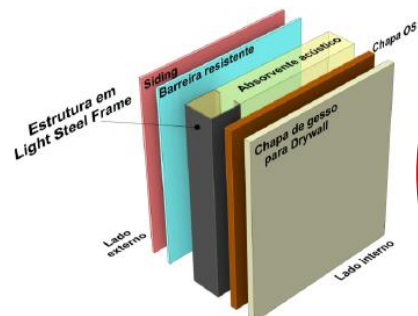
REVISÃO DA DIRETRIZ SINAT 003



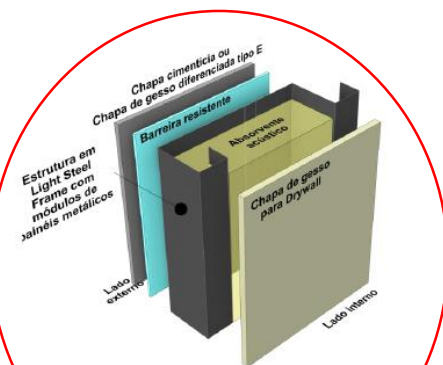
(a) Fechamento externo com chapa cimentícia ou chapa de gesso reforçada com fibra de vidro com contraventamento em chapa de OSB interno e externo



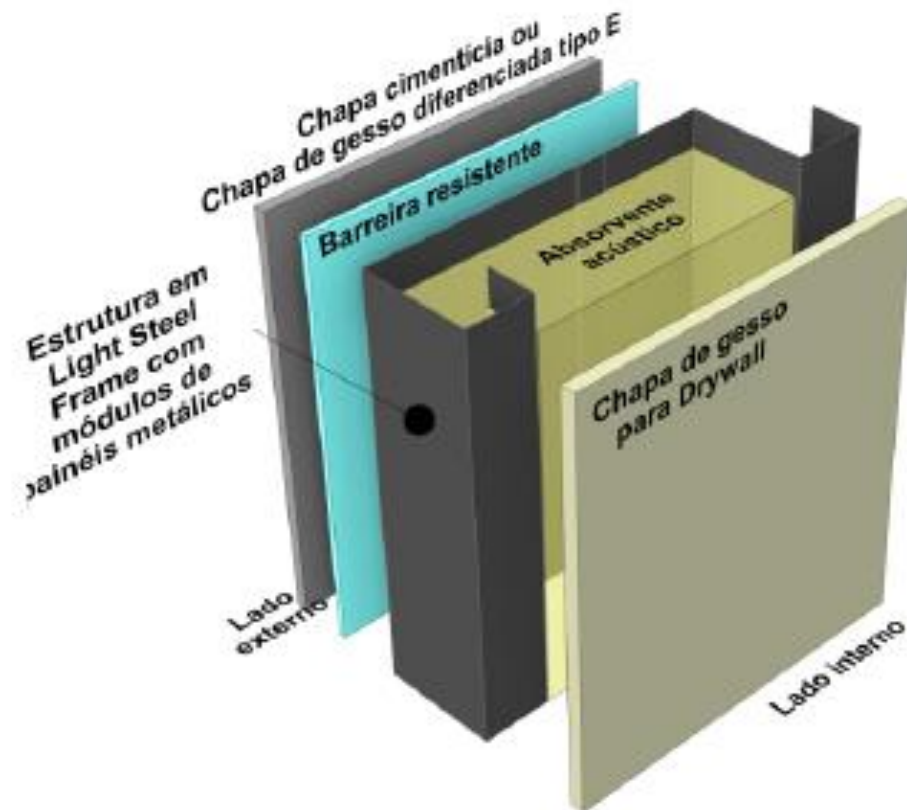
(b) Fechamento externo com siding com contraventamento em chapas de OSB interno e externo



(c) Fechamento externo com siding com chapa de OSB interno

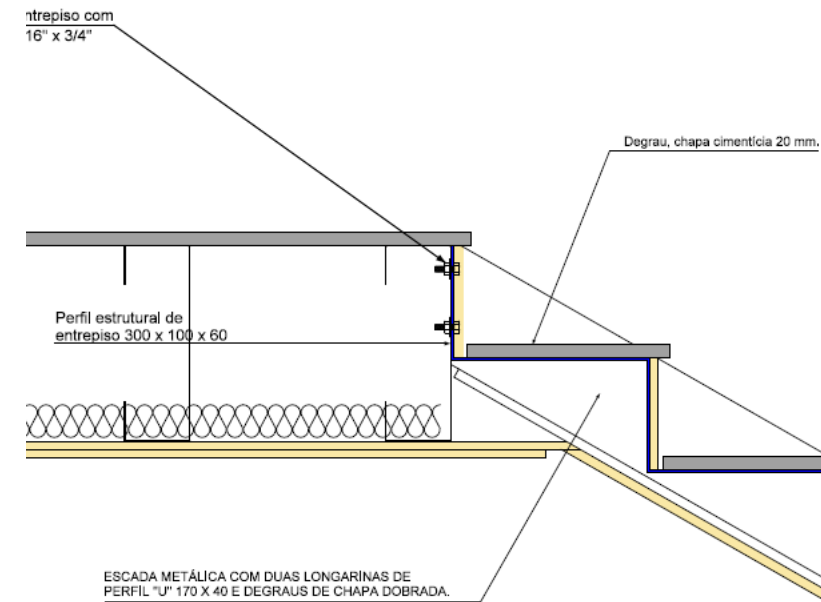
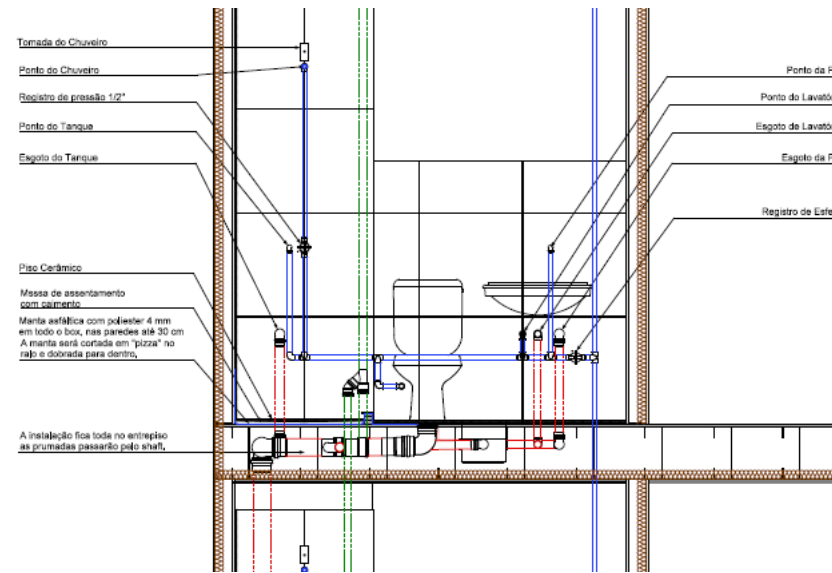
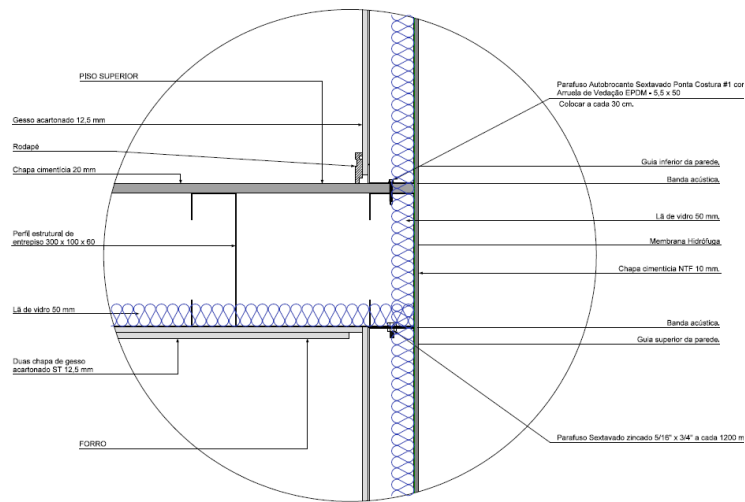


(d) Fechamento externo com chapa cimentícia e/ou chapa de gesso reforçada com fibra de vidro com contraventamento em módulos metálicos

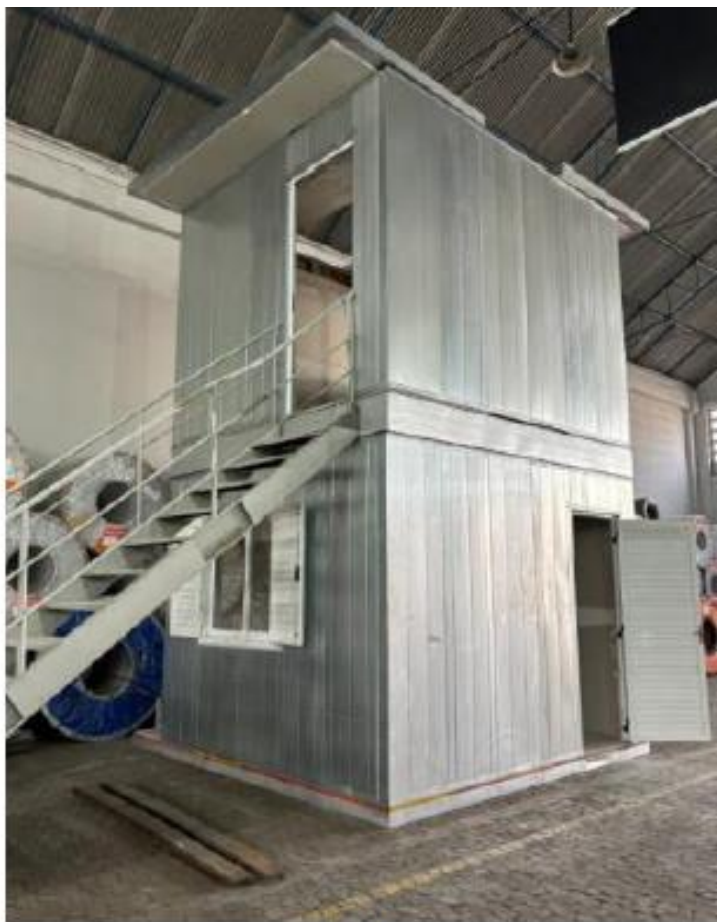


(d) Fechamento externo com chapa cimentícia e/ou chapa de gesso reforçada com fibra de vidro com contraventamento em módulos metálicos

ANÁLISE DE PROJETO E INTERFACES



ENSAIOS DE DESEMPENHO



Protótipo



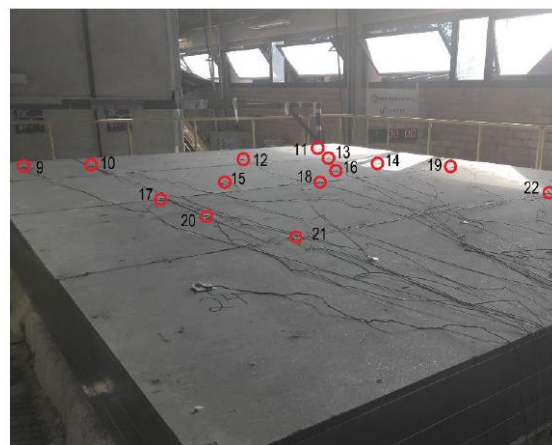
Impacto de corpo mole de
entrepiso



Ensaio de acústica



ENSAIOS DE DESEMPENHO



Resistência ao fogo de entpiso

Tabela 4.1 –Critérios de avaliação para a Habitação 1, obtidos a partir dos resultados das simulações da edificação de referência ($PHFT_{UH,ref}$; $Tomáx_{app}$; $Tomín_{app}$)

| Critério | Z1 | Z2 | Z3 | Z4 | Z5 | Z6 | Z7 | Z8 |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $PHFT_{UH,ref}$ | 67% | 47% | 73% | 71% | 60% | 46% | 27% | 39% |
| $Tomáx_{app,ref}$ | 31,4°C | 36,3°C | 32,5°C | 32,6°C | 34,8°C | 36,2°C | 37,7°C | 38,5°C |
| $Tomín_{app,ref}$ | 11,8°C | 10,2°C | 13,5°C | 17,6°C | - | - | - | - |

NOTAS:

- $PHFT_{UH,ref}$ é a porcentagem média de horas dentro das faixas de temperatura de conforto obtida pela habitação com sistema construtivo de referência já multiplicada por 0,9.
- $Tomáx_{app,ref}$ é a temperatura operativa máxima anual obtida em ambientes da habitação com o sistema construtivo de referência, já somando-se 2 °C.
- $Tomín_{app,ref}$ é a temperatura operativa mínima anual obtida em ambientes da habitação com o sistema construtivo de referência, já subtraindo-se 1 °C.

Tabela 4.2 - Grandezas e Níveis de desempenho obtidos para a **HABITAÇÃO 1, em avaliação** ($PHFT_{UH,real}$; $Tomáx_{app,real}$; $Tomín_{app,real}$)

| Indicador | Z1 | Z2 | Z3 | Z4 | Z5 | Z6 | Z7 | Z8 |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $PHFT_{UH,real}$ | 81% | 64% | 84% | 74% | 72% | 58% | 41% | 53% |
| $Tomáx_{app,real}$ | 30,4°C | 35,2°C | 31,8°C | 32,5°C | 34,8°C | 35,1°C | 36,8°C | 37,9°C |
| $Tomín_{app,real}$ | 14,6°C | 12,2°C | 16,2°C | 18,2°C | - | - | - | - |

Desempenho térmico



AUDITORIA EM FÁBRICA

| Item | Montagem dos Painéis | | | | | | |
|----------|---|---|--|------------|---|----|----|
| | Itens Verificados | Indicador de Conformidade | Método de Verificação | Evidências | C | NC | OM |
| 1 | Especificação dos materiais | | | | | | |
| 1.1 | Chapas cimentícias | Diretriz SINAT 003 | | | | | |
| 1.2 | Chapas de gesso para drywall | Diretriz SINAT 003 | | | | | |
| 1.3 | manta asfáltica | Diretriz SINAT 003 | | | | | |
| 1.4 | parafusos para fixação dos painéis no radier | Diretriz SINAT 003 | | | | | |
| 1.5 | parafusos para fixação das chapas cimentícias | Diretriz SINAT 003 | | | | | |
| 1.6 | parafusos para fixação da chapas de gesso | Diretriz SINAT 003 | | | | | |
| 1.7 | pinos/ ancoragens | Diretriz SINAT 003 | | | | | |
| 2 | Projetos e procedimentos | | | | | | |
| 2.1 | Projeto de Implantação e de arquitetura das unidades habitacionais do empreendimento | Diretriz SINAT 003 e RTA | Verificação em projeto | | | | |
| 2.2 | Projetos de fundação das unidades habitacionais do empreendimento | Diretriz SINAT 003 e RTA | Verificação em projeto | | | | |
| 2.3 | Projetos estruturais e detalhes do sistema construtivo das unidades habitacionais do empreendimento | Diretriz SINAT 003 e RTA | Verificação em projeto | | | | |
| 2.3.1 | Detalhes da interface entre base dos quadros estruturais e elemento de fundação | Diretriz SINAT 003 e RTA | Verificação em projeto | | | | |
| 2.3.2 | Planta das paredes, incluindo paginação das paredes, mostrando posicionamento das juntas entre chapas de fechamento interno e externo | Conforme projeto e RTA | Verificação em projeto | | | | |
| 2.3.3 | Detalhe da fixação das chapas cimentícias e chapas de gesso para drywall com indicação de uso de chapas Standard e chapa FU | Conforme projeto e RTA | Verificação em projeto | | | | |
| 2.3.4 | Detalhes do apoio entre perfis da estrutura da cobertura e da parede | Conforme projeto e RTA | Verificação em projeto | | | | |
| 2.3.5 | Detalhes do posicionamento dos isolantes (lá de PET) interno às paredes e sobre forros, com no mínimo 100 mm de espessura | Conforme projeto e RTA | Verificação em projeto | | | | |
| 2.3.6 | Detalhe entre parede e elementos de instalações pluviais, como rufos e calhas | Conforme projeto e RTA | Verificação em projeto | | | | |
| 2.3.7 | Detalhe de interface entre parede e esquadras, incluindo requadros, fixações, reforços e vedações | Conforme projeto e RTA | Verificação em projeto | | | | |
| 2.3.8 | Detalhe de interface das paredes com instalações hidráulicas e elétricas | Conforme projeto e RTA | Verificação em projeto | | | | |
| 2.3.9 | Detalhe de interface das paredes com instalação de | Conforme projeto e RTA | Verificação em projeto | | | | |
| 2.3.10 | Detalhe da interface entre parede e piso interno de área seca e molhada | Conforme projeto e RTA | Verificação em projeto | | | | |
| 2.3.11 | Detalhe da interface entre parede e piso externo | Conforme projeto e RTA | Verificação em projeto | | | | |
| 2.4 | Procedimento de armazenamento dos materiais - local no canteiro e lógica do armazenamento | Conforme projeto e RTA | Verificação em projeto | | | | |
| 2.4.1 | Armazenamento dos materiais na fábrica | | | | | | |
| 2.4.2 | Armazenamento dos materiais na obra | | | | | | |
| 2.5 | Procedimento de montagem dos painéis - Existência e aplicabilidade do procedimento de execução/ Sequência de montagem na fábrica | Conforme projeto e procedimentos específicos | Verificação em projeto das sequencia de montagem e conformidade com especificações e detalhes de | | | | |
| 2.6 | Procedimento de instalação dos painéis em local definitivo - Mapa de montagem | Conforme projeto e procedimentos específicos | Verificação em projeto das sequencia de montagem e conformidade com especificações e detalhes de | | | | |
| 3 | Manual técnico de uso e manutenção do | | | | | | |
| 3.1 | Definição da VUP | Particularização das normas [pertinentes ao sistema construtivo | Verificação do caderno de manual de uso e manutenção | | | | |
| 3.2 | Definição de cronogramas para inspeção, visando manutenção preventiva | Particularização das normas [pertinentes ao sistema construtivo | Verificação do caderno de manual de uso e manutenção | | | | |
| 3.3 | Definição de formas de realizar manutenções preventivas | Particularização das normas [pertinentes ao sistema construtivo | Verificação do caderno de manual de uso e manutenção | | | | |

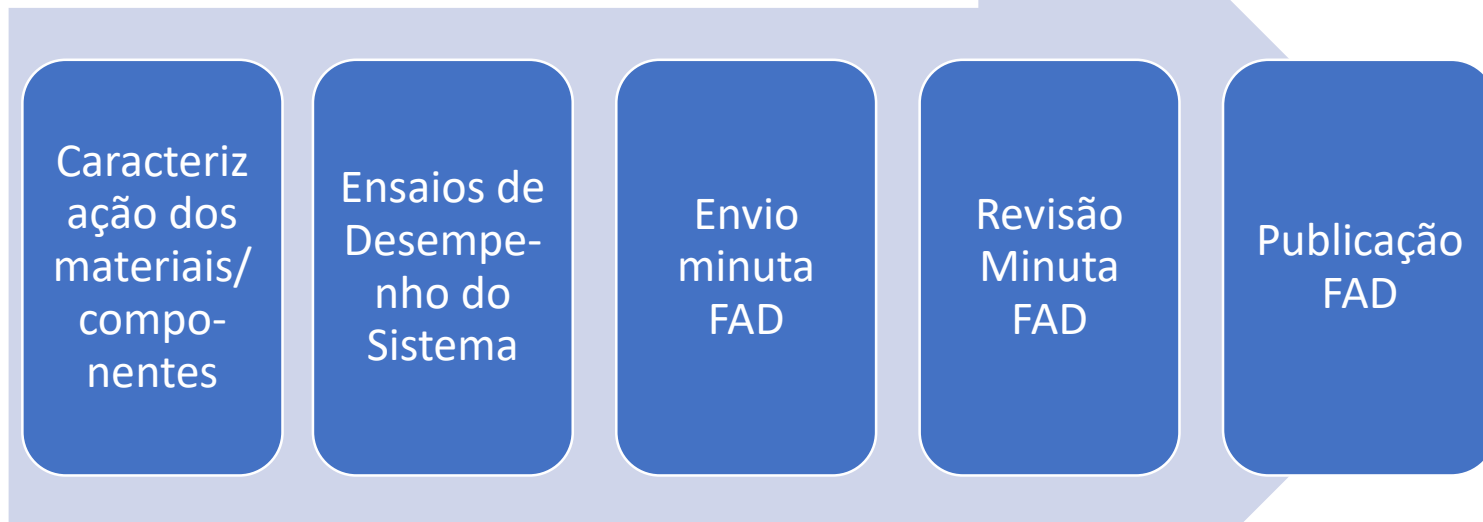




AUDITORIA EM OBRA E EM EDIFICAÇÕES EM USO



ESTUDO DE CASO

- FAD 070 – LSF
- Norma ABNT NBR 16970



| | | |
|--|--|--|
|  <p>Av. prof. Almeida Prado, 532, CEP 05508-901, Cidade Universitária, São Paulo, SP – Tel. (11) 3767-4000 www.ipt.br</p> | <p>Sistema de vedação vertical em painéis pré-fabricados de <i>light steel frame</i> para casas térreas isoladas e geminadas</p> <p>Proponente Tego Frame Construção e Inovação Ltda. Avenida Alfredo Folchini, 1030, Vila Toninho, São José do Rio Preto, SP - CEP 15.081-500, Tel: (17) 3222-0700 Home page: http://www.tegoframe.com.br e-mail: egorayeb@tegoframe.com.br</p> |  <p>SINAT</p>  |
| <p>Emissão Agosto de 2024</p> | <p>Considerando a avaliação técnica coordenada pela ITA IPT e a decisão dos Técnicos Especialistas, indicados conforme a Portaria nº 3.259, de 29 de dezembro de 2020, do Ministério de Desenvolvimento Regional, a Secretaria Nacional de Habitação resolveu conceder ao Sistema de vedação vertical em painéis pré-fabricados de <i>light steel frame</i> para casas térreas isoladas e geminadas, a Ficha de Avaliação de Desempenho N° 070, em Agosto de 2024. Esta decisão é restrita às condições de uso definidas para o produto.</p> | <p>FAD n° 070</p> |

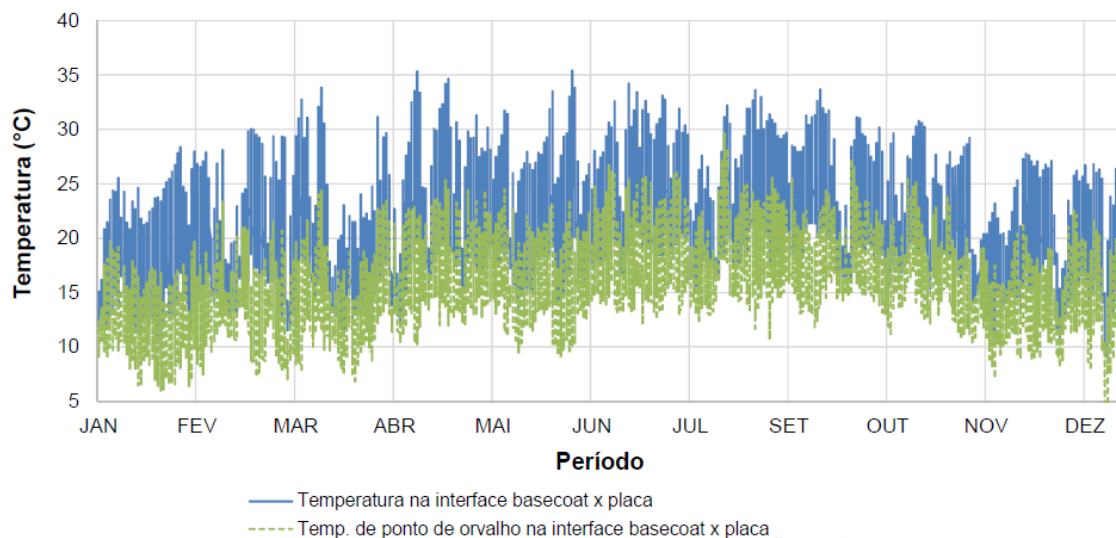
DESAFIOS

- Durabilidade
 - Desempenho higrotérmico
 - Condições climáticas
 - Umidade relativa ambiental
 - Intensidade das chuvas nas fachadas
 - Condensação superficial
 - Pontes térmicas
 - Simulação
 - Homogeneização dos dados de entrada
 - Homogeneização da definição do clima interno
 - Homogeneização dos dados de saída

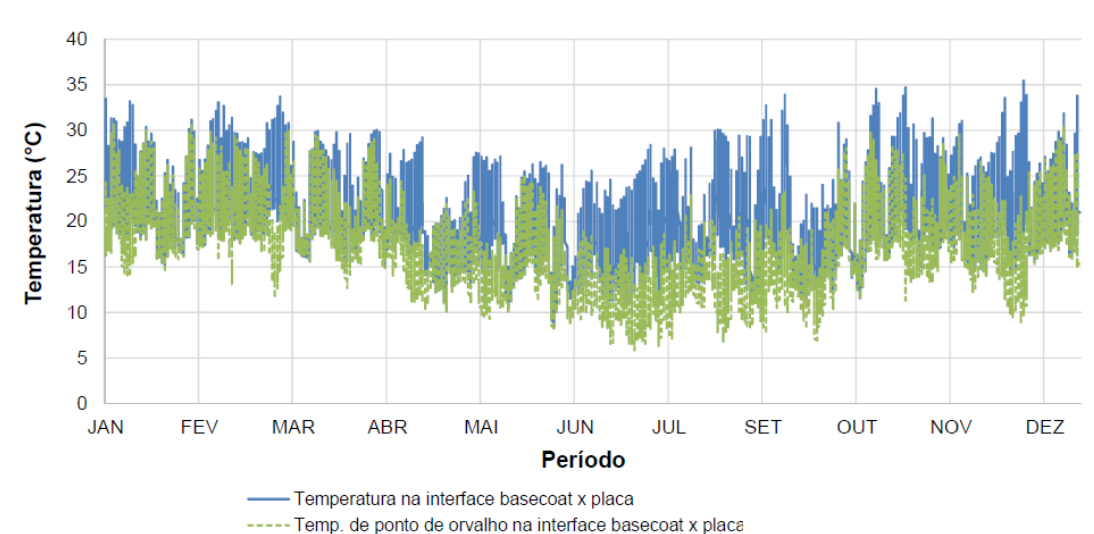


DESAFIOS

- Durabilidade
 - Desempenho higrotérmico
 - Simulação



Basecoat 1

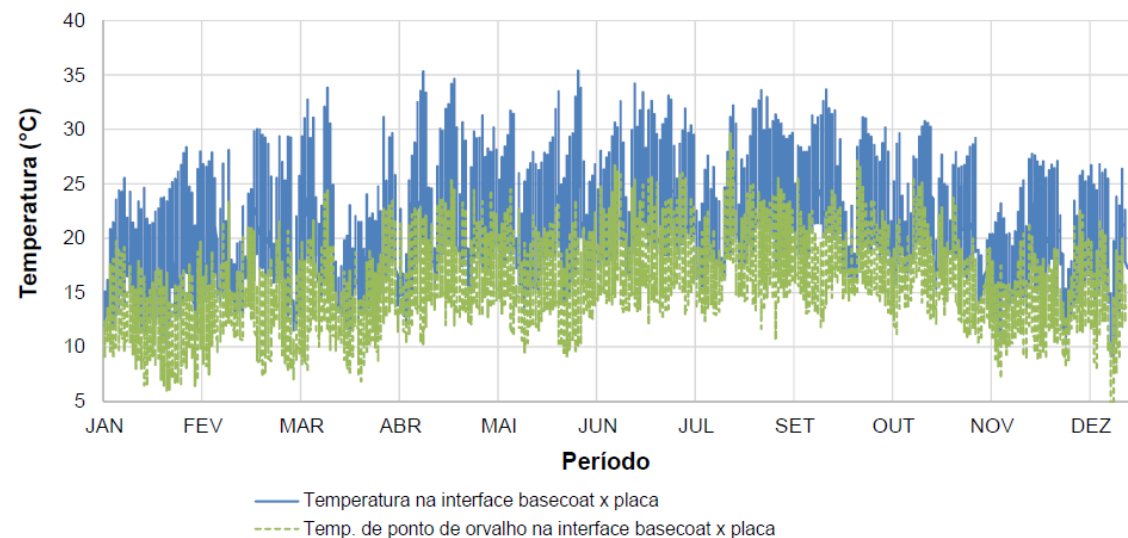


Basecoat 1 – alteração do coeficiente de absorção capilar

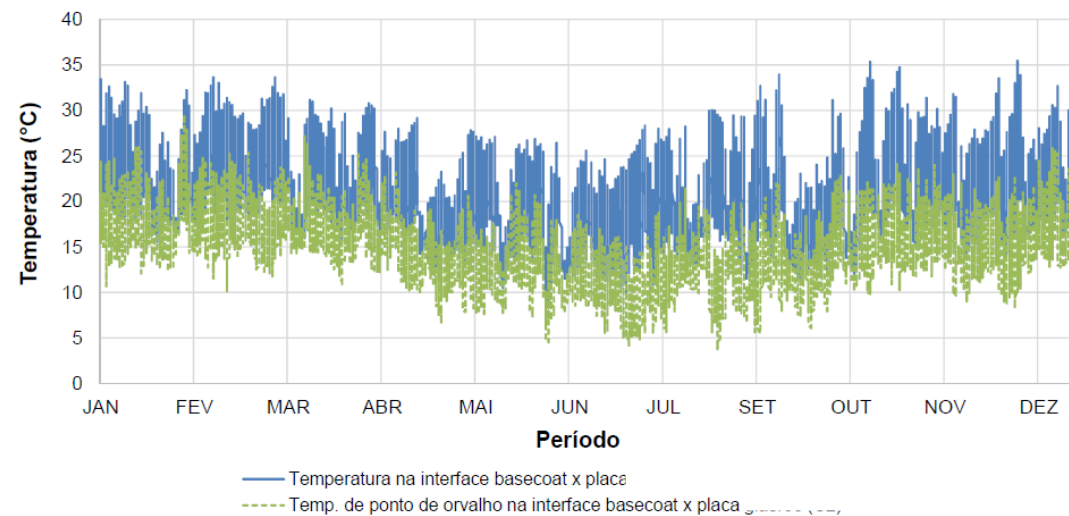


DESAFIOS

- Durabilidade
 - Desempenho higrotérmico
 - Simulação



Clima interno da EN 15026

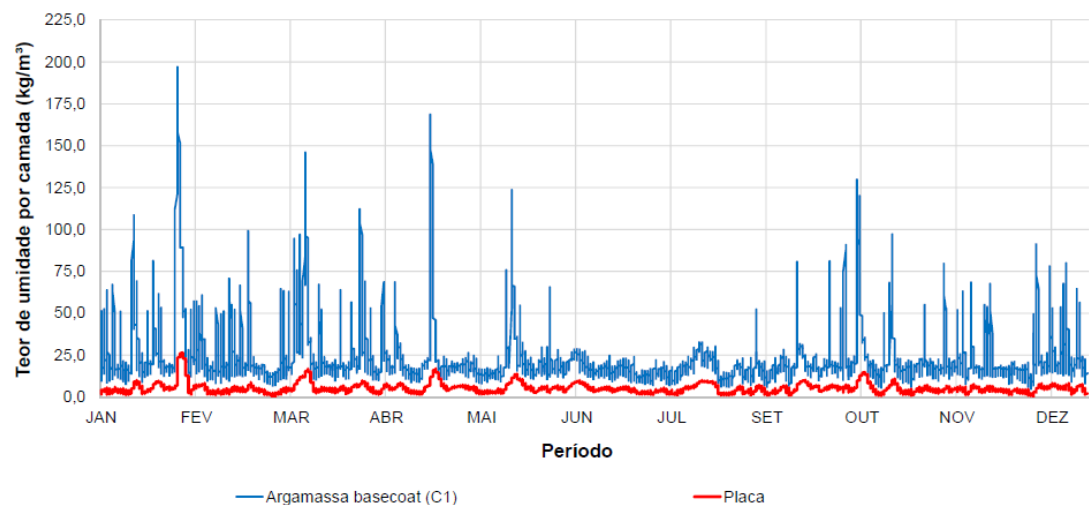


Clima interno pelo Energyplus com 0,1 ren/hora

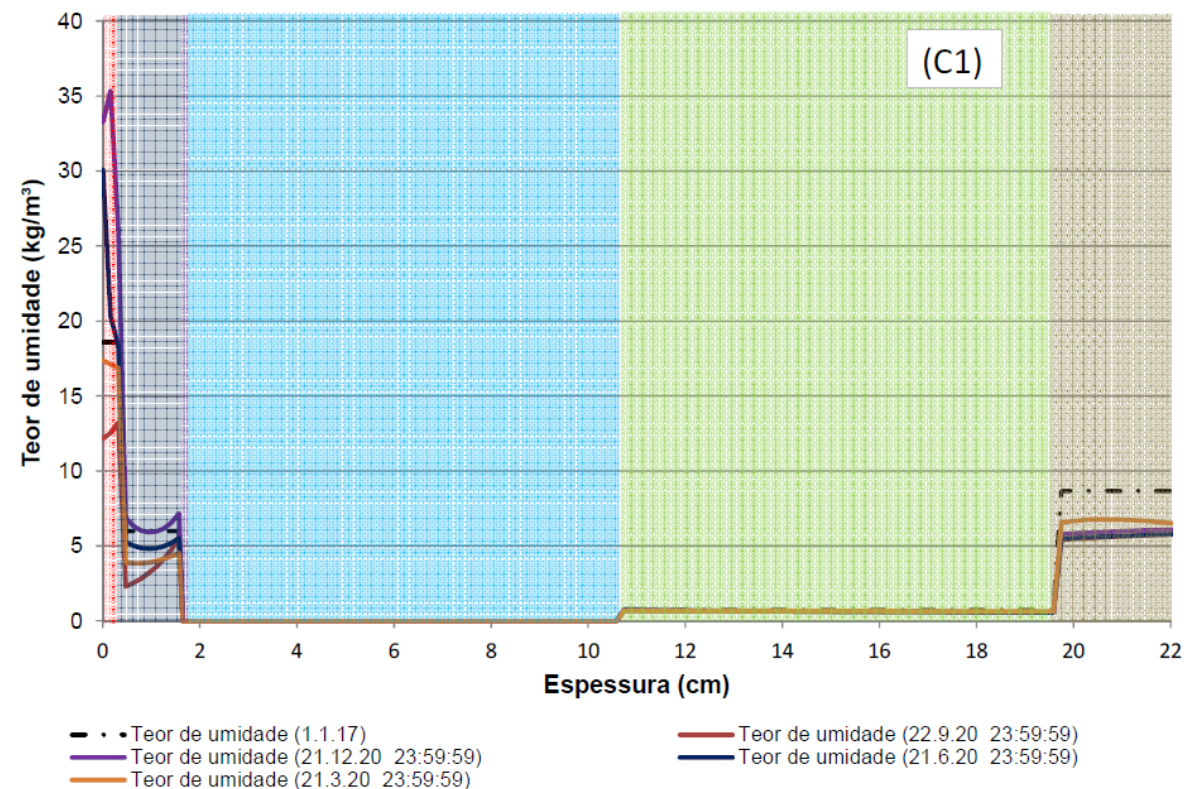


DESAFIOS

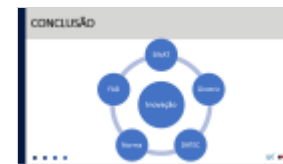
- Durabilidade
 - Desempenho higrotérmico
 - Simulação



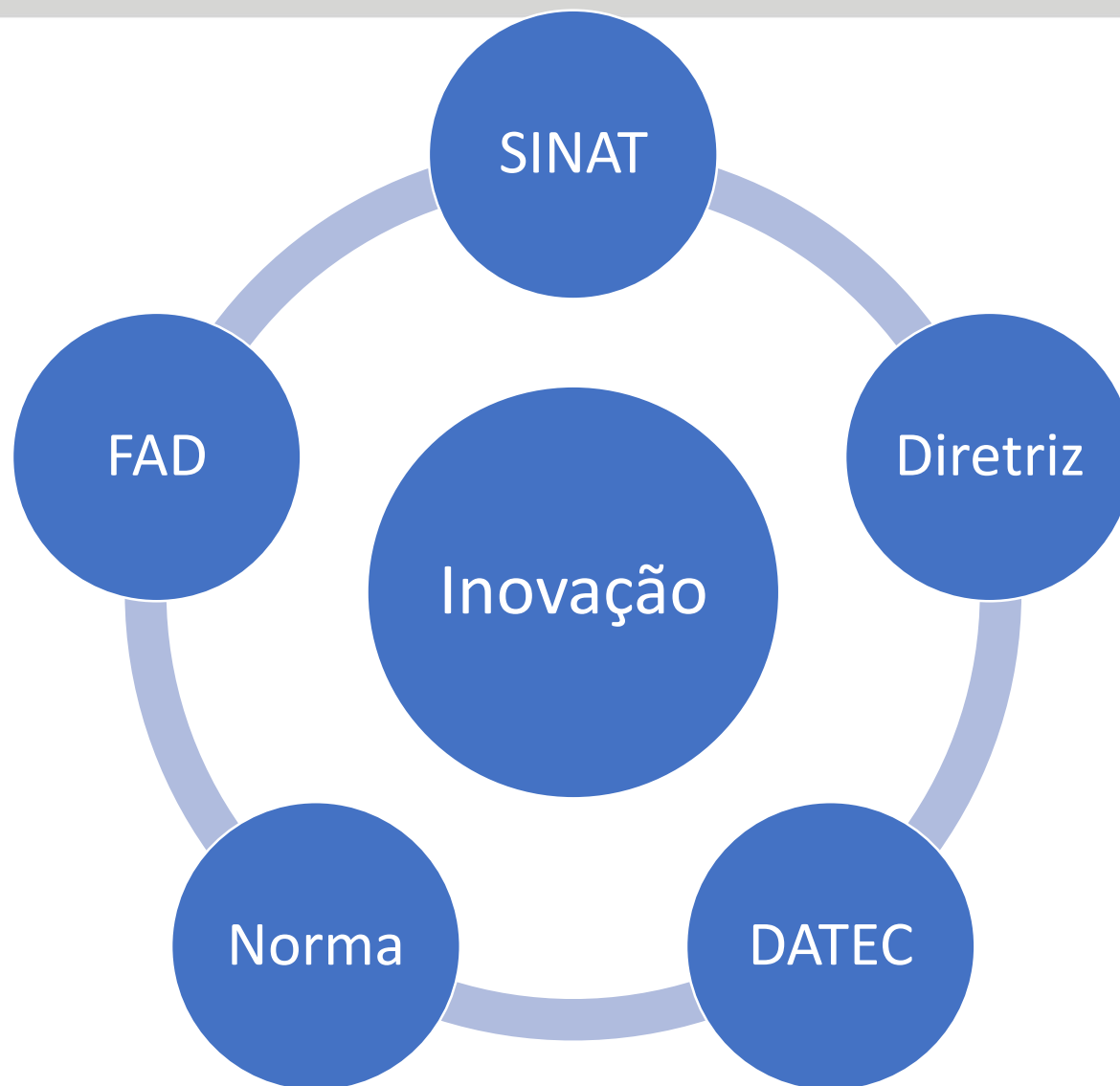
Teor de umidade por camada (kg/m²) x Período



Perfis de umidade (kg/m²) x Espessura



CONCLUSÃO



Obrigado!

- Mauricio Marques Resende
- mresende@ipt.br

 [linkedin.com/school/iptsp/](https://www.linkedin.com/school/iptsp/)

 [instagram.com/ipt_oficial/](https://www.instagram.com/ipt_oficial/)

 [youtube.com/@IPTbr/](https://www.youtube.com/@IPTbr/)

www.ipt.br

 **ipt**
INSTITUTO DE
PESQUISAS
TECNOLÓGICAS

 **SÃO
PAULO**
GOVERNO
DO ESTADO