

 <p>Rua Serra da Canastra, 391 - Cordeiro, Recife – PE, CEP 51640-310</p> <p>Tel: (81) 3366-6444</p> <p>https://tecomat.com.br/</p>	<p>Produto Sistema Construtivo</p> <p>Sistema construtivo GCE de paredes de concreto moldadas no local com formas metálicas Coffor incorporadas</p> <p>Proponente GCE S/A</p> <p>SCIA Quadra 14, conjunto 06 - Lote 1 - Guará/DF - CEP: 71250-130 Home page: https://www.gce.com.br/ Tel:+ 55 (61) 3363-9039 E-mail: gce@gce.com.br</p>	 <p>SINAT</p>
<p>Emissão Dezembro de 2023</p> <p>Validade Novembro de 2025</p>	<p><i>Considerando a avaliação técnica coordenada pela Tecomat Engenharia Ltda., e a decisão do Comitê Técnico de 12/12/23, a Comissão Nacional, em sua reunião de 12/12/23, resolveu conceder ao “Sistema construtivo GCE de paredes de concreto moldadas no local com formas metálicas Coffor incorporadas” o Documento de Avaliação Técnica N°048. Esta decisão é restrita às condições expressas nesse Documento de Avaliação Técnica.</i></p>	<p>DATEc Nº 048</p>

Considerações adotadas na avaliação técnica do sistema construtivo GCE de paredes de concreto moldadas no local com formas metálicas Coffor incorporadas, doravante denomina “sistema Coffor”:

- Para a avaliação do sistema Coffor, foram considerados como elementos inovadores as paredes de concreto moldadas no local com formas metálicas incorporadas. As paredes são associadas e concretadas simultaneamente a elementos estruturais convencionais, vigas, pilares e lajes;
- Os componentes e elementos convencionais não foram considerados nesta análise e devem atender às normas técnicas correspondentes (por exemplo, fundações, sistema de cobertura e telhado com telhas cerâmicas, esquadrias internas e externas, sistemas de piso, instalações hidráulicas, elétricas e de gás). Entretanto, as interfaces entre esses os elementos convencionais e o sistema inovador foram objeto de avaliação;
- A avaliação técnica foi realizada considerando-se o emprego do sistema Coffor em casas térreas isoladas ou geminadas, casas sobrepostas isoladas ou geminadas, sobrados isolados ou geminados e edificações multifamiliares de múltiplos pavimentos;
- A estanqueidade à água proveniente de fontes internas e externas foi avaliada por meio da análise de projetos e ensaio em campo com intuito de avaliar a estanqueidade à água na interface entre as esquadrias externas e a parede;
- O critério de desempenho higrotérmico é atendido para as oito zonas bioclimáticas, desde que observadas as condições descritas no item 5.4.1 e 5.4.2;
- O índice de isolamento acústico medido em laboratório para a parede composta do sistema Coffor foi de 47dB e a diferença padronizada de nível ponderada (DnT,w) obtida em ensaio em campo foi de 53 dB, resultados que demonstram o potencial de atendimento a todas as condições de uso dos SVVEI.

- A avaliação de durabilidade compreendeu ensaios de resistência a calor e choque térmico; inspeção técnica em uma casa piloto de 7 anos de idade já habitada; e avaliação de cobrimento de concreto dos componentes metálicos não galvanizados. O uso do sistema Coffor está limitado às classes de agressividade ambiental I e II, conforme definido na ABNT NBR 6118, desde que adotadas as respectivas concretos com características especificadas em 3.1.2;
- O sistema Coffor deve ser objeto de monitoramento constante pelo detentor da tecnologia, principalmente no que se refere às formas metálicas incorporadas que constituem as paredes, informando periodicamente a ITA e o SINAT sobre eventuais ocorrências e providências.

1. Descrição do produto (sistema Coffor)

O sistema Coffor, objeto deste DATec, consiste na execução de paredes de concreto moldadas no local com formas metálicas Coffor que ficam incorporadas às vedações verticais, e destina-se à produção de casas térreas, isoladas ou geminadas, sobrados isolados ou geminados e edificações multifamiliares de múltiplos pavimentos.

As paredes são concretadas simultaneamente a elementos estruturais convencionais, vigas, pilares e lajes, compondo um sistema estrutural e de vedação monolítico.

O concreto utilizado no sistema Coffor possui massa específica seca, podendo variar entre 2.000kg/m³ a 2.400kg/m³ e resistência característica à compressão (f_{ck}) entre 25MPa e 40MPa, conforme definido no projeto estrutural específico da edificação.

As formas incorporadas Coffor considerados neste DATec possuem painéis de face com afastamento entre si de 16cm, o que confere à parede tal espessura de concreto. O detalhamento das formas Coffor, procedimento executivo das paredes bem como interfaces com os sistemas convencionais são apresentadas no item 3 deste DATec.

A Figura 1 apresenta edificação multifamiliar de múltiplos pavimentos em execução que utiliza o referido sistema Coffor.



Figura 1 – Edificação multifamiliar de múltiplos pavimentos em execução com o sistema Coffor.

1.1 Condições e limitações de uso

As paredes de concreto com formas metálicas incorporadas não podem ser total ou parcialmente demolidas. Não são permitidas quaisquer modificações nas paredes executadas pelo usuário, por exemplo, abertura de vãos de portas e rasgos para instalações hidráulicas e elétricas.

O uso das paredes de concreto moldadas no local com formas metálicas incorporadas, tal qual descrito nesse DATec está limitado às classes de agressividade ambiental I e II, desde que adotadas as respectivas classes de concreto conforme detalhado no item 3.1.2 deste documento, e que sejam garantidas as espessuras de revestimento de zinco nos componentes das formas incorporadas conforme detalhado no item 3.1.1 deste DATec.

Os cuidados na utilização constam no manual de instruções do sistema Coffor, elaborado pelo proponente.

2. Diretriz para avaliação técnica

A Tecomat Engenharia realizou a avaliação técnica de acordo com a Diretriz SiNAT nº 018 - Diretriz para Avaliação Técnica de paredes de concreto moldadas no local com fôrmas metálicas incorporadas, publicada em setembro de 2023.

3. Informações e dados técnicos

3.1 Especificações técnicas e detalhes construtivos

3.1.1 Formas metálicas Coffor

As formas metálicas Coffor são os principais componentes inovadores do sistema Coffor sendo compostas por 4 componentes, conforme apresentado nas Figura 2 a Figura 4 e detalhados em seguir.

As formas Coffor consideradas neste DATec possuem painéis de dimensões padrão de 110cm x 270cm (largura x altura) e 16cm entre painéis de face (espessura do concreto confinado), podendo ser seccionada em dimensões menores de acordo com a necessidade do projeto.

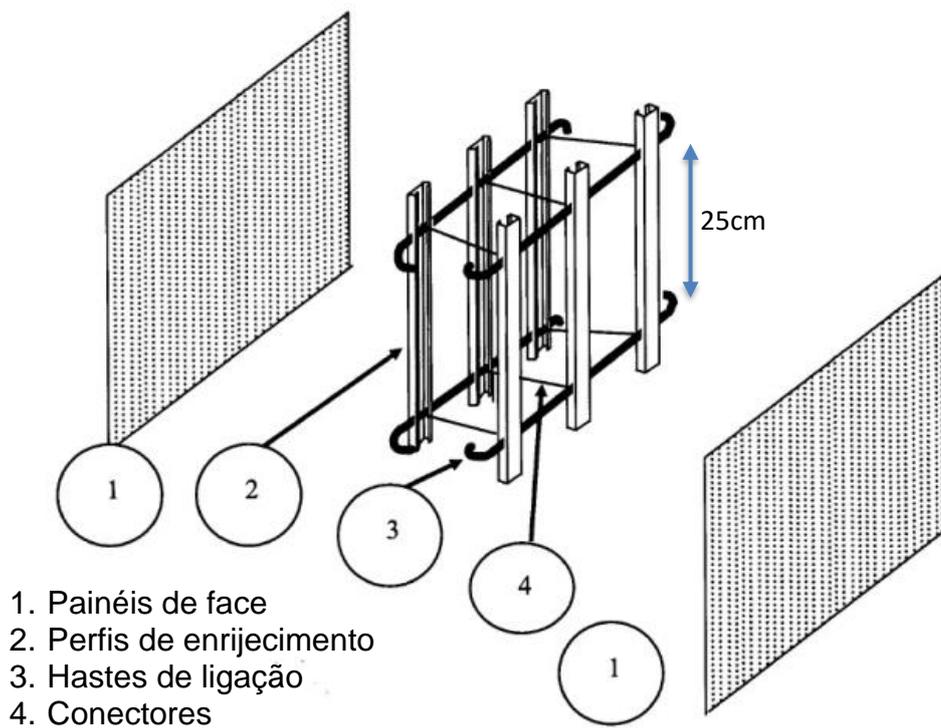


Figura 2 - Componentes das formas incorporadas Coffor (Perspectiva)

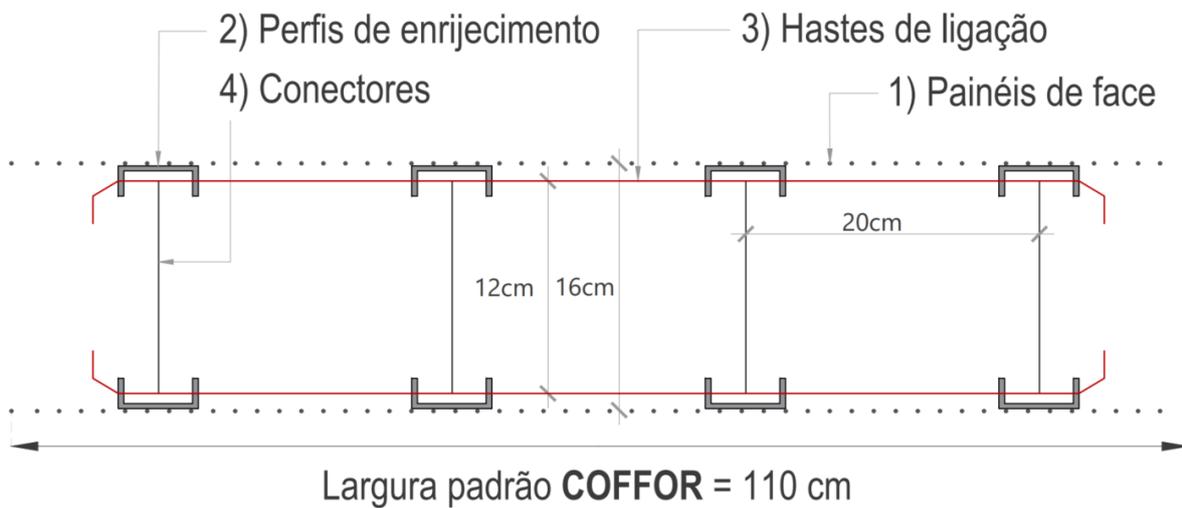


Figura 3 - Componentes das formas incorporadas Coffor (Seção transversal)

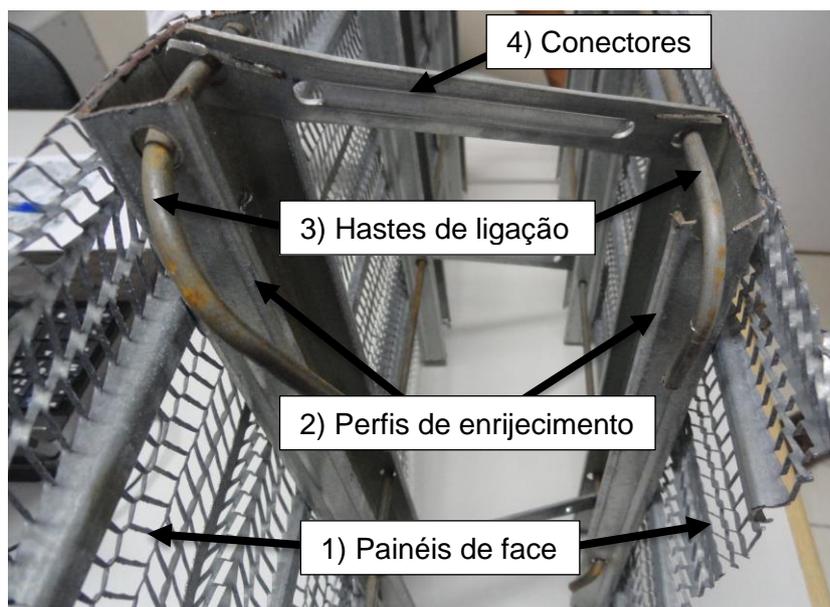


Figura 4 - Componentes das formas incorporadas Coffor (Foto)

1. **Painéis de face:** Malha metálica expandida, feita a partir de chapa de aço galvanizado a quente Z 275 (ABNT NBR 7008-1), espessura de 0,42 mm. A malha metálica expandida confere uma estrutura com aberturas irregulares de arestas de até 10mm e possui “nervuras” com largura de aproximadamente 10mm com espaçamento entre si em 90mm (Ver Figura 5). A espessura final da malha expandida é de 5mm. A ligação entre os painéis de face e os perfis de enrijecimento é realizada mecanicamente nas “nervuras” da malha expandida (Ver Figura 6).



Figura 5 – Forma incorporada Coffor com detalhe para a distância entre “nervuras” do painel de face



Figura 6 – Detalhe da ligação entre os painéis de face e o perfil de enrijecimento

2. **Perfis de enrijecimento:** Perfis de aço galvanizado a quente Z 275 (ABNT NBR 7008-1), formados a frio tipo “U enrijecido” (ABNT NBR 6355) com designação “Ue 50 x 20 x 3 x 0,6” (Ver Figura 7).

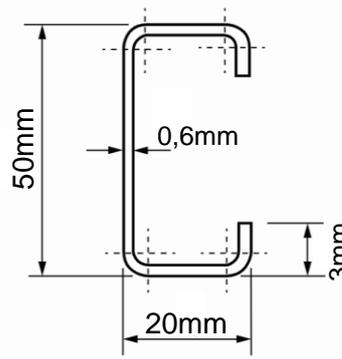


Figura 7 - Seção transversal do perfil de enrijecimento

Os perfis de enrijecimento possuem furos nas suas abas laterais para a passagem das hastes de ligação conforme apresentado nos detalhes esquemáticos das Figura 8 e Figura 9.

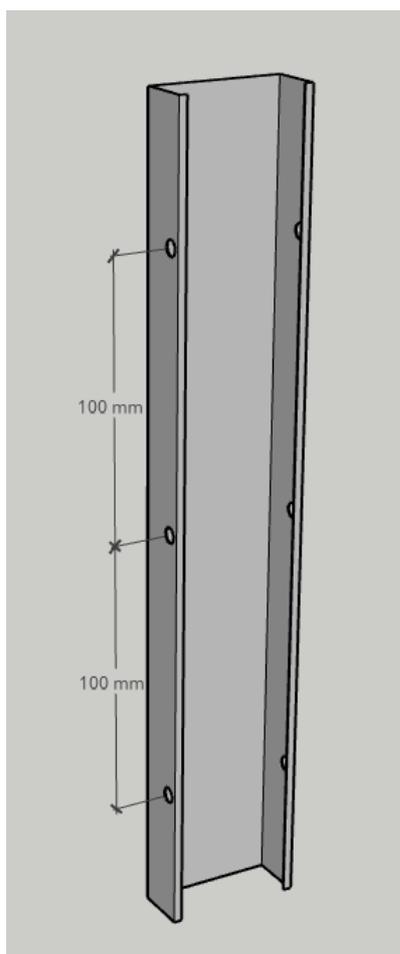


Figura 8 - Detalhe esquemático do perfil de enrijecimento

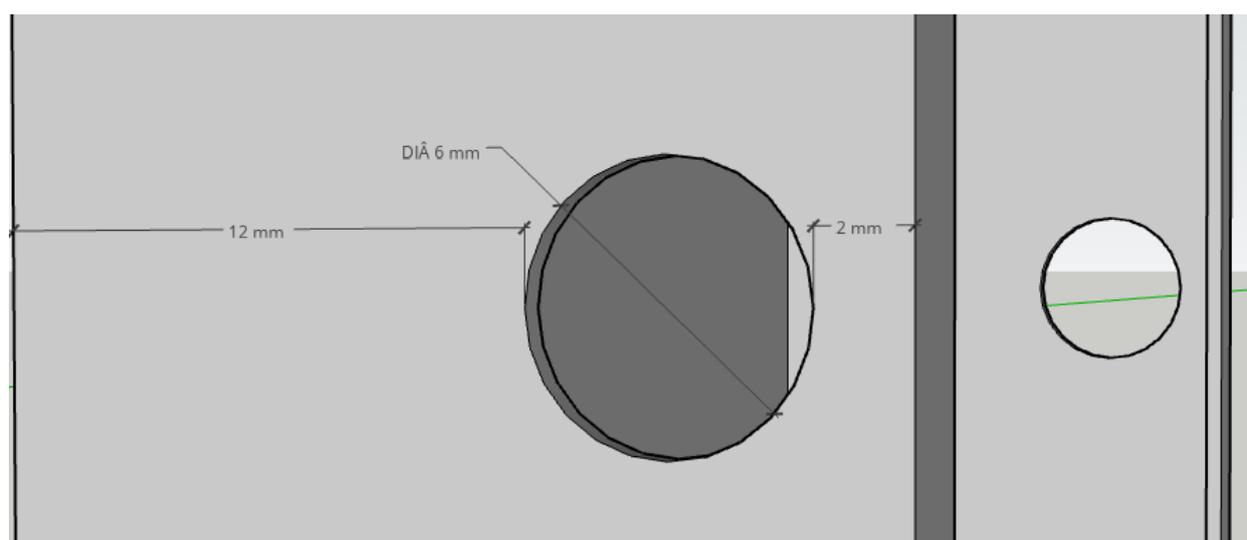


Figura 9 - Corte da seção transversal do perfil de enrijecimento com dimensões e posicionamento dos furos

3. **Hastes de ligação:** Fios de aço CA 60 com diâmetro nominal de 4,3 mm (ABNT NBR 7480) que traspassam os perfis de enrijecimento e são ligados aos conectores.
4. **Conectores:** componentes metálicos galvanizados a quente Z 140 (ABNT NBR 7008-1). Os conectores ficam ligados às hastes horizontais e definem a distância de 16cm entre painéis de face, determinando, assim, a espessura da parede de concreto. A Figura 10 apresenta detalhe esquemático dos conectores

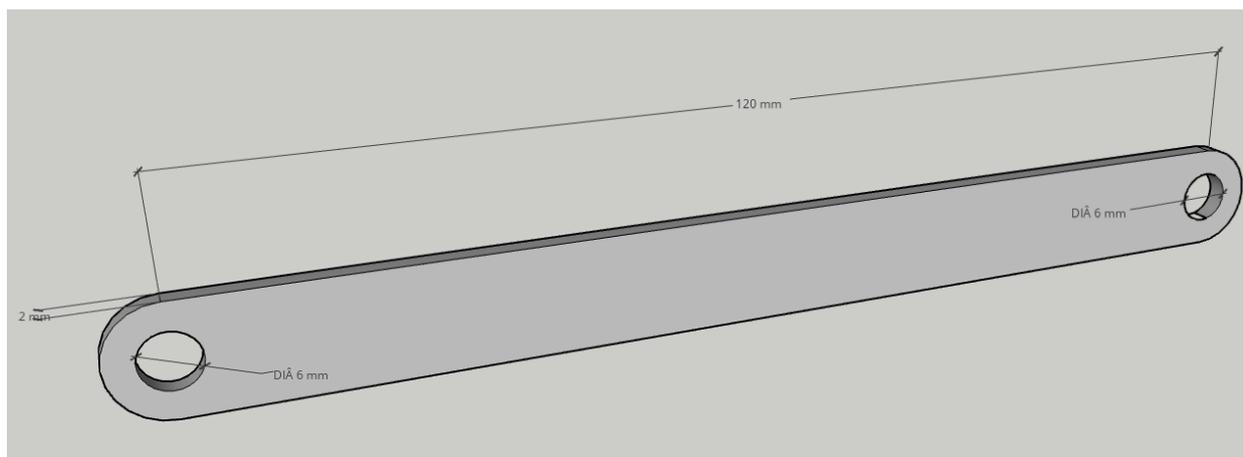


Figura 10 - Detalhe esquemático dos conectores

3.1.2 Concreto

O concreto utilizado para preenchimento das formas metálicas incorporadas Coffor e composição das paredes, pilares, vigas e lajes é de classe normal (C), conforme definição da ABNT NBR 8953 e deve possuir as seguintes propriedades:

- a) Relação água/cimento
 $a/c \leq 0,60$ para classe de agressividade I; e
 $a/c \leq 0,55$ para classe de agressividade II.
- b) Diâmetro máximo do agregado graúdo: 12,5 mm;
- c) Resistência característica à compressão (f_{ck}) aos 28 dias:
 $25\text{MPa} \leq f_{ck} \leq 40\text{MPa}$ para classe de agressividade I, e
 $30\text{MPa} \leq f_{ck} \leq 40\text{MPa}$ para classe de agressividade II;
- d) Classe de consistência do concreto no estado fresco: S160 (ABNT NBR NM 67);
- e) Massa específica do concreto no estado endurecido $\geq 2.200 \text{ kg/m}^3$;
- f) Absorção de água $\leq 6,0 \%$;
- g) Índice de vazios $\leq 13,0 \%$.

3.1.3 Armadura

As armaduras empregadas nas paredes são compostas de barras de aço CA-50, conforme definido na ABNT NBR 7480 e são dispostas nos sentidos horizontal e vertical com diâmetro e espaçamento entre barras a ser definido no projeto estrutural específico, desenvolvido com base na ABNT NBR 16055.

As armaduras das paredes são posicionadas na linha neutra da parede e não possuem ligação ou contato com as formas Coffor.

As armaduras empregadas nos elementos estruturais, vigas, pilares e lajes, associados às paredes também são compostas de aço CA-50, conforme definido na ABNT NBR 7480, com diâmetro e posicionamentos definidos em projeto estrutural específico que deve ser desenvolvido em atendimento à ABNT NBR 6118.

3.1.4 Interface entre paredes e pilares, vigas e lajes

As paredes são associadas a elementos estruturais convencionais, vigas, pilares e lajes, que são concretadas simultaneamente.

As ligações e ancoragem entre armaduras dos elementos construtivos devem seguir o projeto estrutural específico.

3.1.5 Interface entre paredes e instalações

As instalações elétricas são embutidas nas paredes. As tubulações (eletrodutos) são posicionadas nas formas Coffor antes da concretagem. Para posicionamento das caixas elétricas são realizados cortes nos painéis de face nos locais indicados no projeto, cuidando para que não coincidam com os perfis de enrijecimento, que não devem ser seccionados.

O posicionamento das caixas elétricas é realizado com a instalação da base para suporte de caixa elétrica Coffor (Ver Figura 11), fixadas na forma Coffor com a utilização de parafusos autobrocantes que são retirados após a concretagem para remoção das bases de suporte.



Figura 11 - Base para suporte de caixa elétrica Coffor

As caixas elétricas são posicionadas na base e, após a caixa elétrica estar conectada às tubulações elétricas, é colocada a tampa da base (Ver Figura 12) finalizando a preparação para a concretagem da parede. O procedimento deve ser realizado em todas as caixas elétricas.

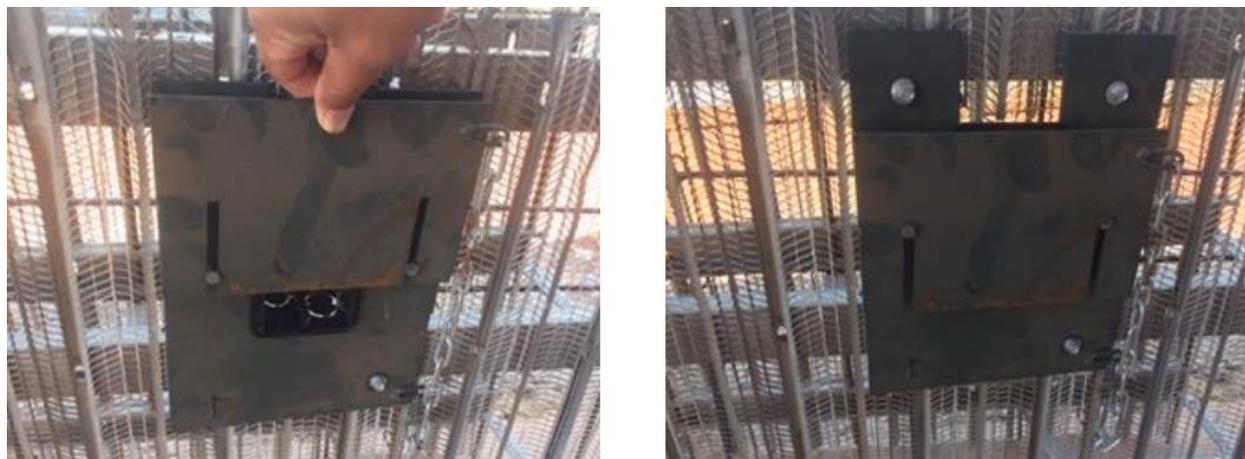


Figura 12 – Posicionamento das caixas e fechamento da base de suporte de caixa elétrica Coffor

Após 24h da concretagem, o sistema de fixação das caixas poderá ser removido para ser reutilizado nas próximas concretagens, podendo ser reutilizado indefinidamente, enquanto apresentar suas características originais.

As instalações hidráulicas, sanitárias e de gás não podem ser embutidas nas paredes, as tubulações ficam aparentes e as prumadas posicionadas em shafts.

3.1.6 Interface entre paredes e esquadrias

Para concretagem das paredes são utilizadas formas de madeira nas faces laterais e superior dos vãos das janelas e portas, conforme exemplificado na Figura 13.



Figura 13 – Fechamento do vão de esquadrias com formas de madeira para concretagem

As formas utilizadas para conformação dos vãos de janelas são removíveis e compostas por fechamento laterais e superior. Por não possuir a face inferior, a remoção das formas após a concretagem é facilitada.

As janelas são fixadas lateralmente às paredes com buchas e parafusos (Ver Figura 14). Após a fixação das janelas é realizada aplicação de silicone em todo perímetro da interface externa parede/esquadria.



Figura 14 - Fixação das janelas com parafusos na face lateral

As portas são fixadas no vão com espuma expansível de PUR em todo o perímetro da interface parede/porta, conforme exemplificado na Figura 15.



Figura 15 – Fixação de porta com espuma expansível de PUR

3.1.7 Revestimentos das paredes

As paredes de concreto com fôrmas metálicas Coffor incorporadas são revestidas com argamassa convencional com espessura mínima de 1cm nas faces internas, e espessura mínima de 2 cm nas faces externas (fachadas). Espessuras maiores poderão ser utilizadas de acordo com a necessidade de regularização das paredes.

3.2 Procedimento de execução

A sequência de atividades para execução das paredes moldadas no local com formas metálicas Coffor incorporadas, apresentada a seguir, foi constatada nas visitas técnicas e na auditoria realizada na obra do empreendimento Residencial Julieta, executada pela GCE/SA em Brasília – DF.

3.2.1 Recebimento e armazenamento das formas Coffor no canteiro

No recebimento das formas Coffor deve é verificada a quantidade de painéis em relação ao descrito na Nota Fiscal, bem como o laudo técnico com especificação das espessuras de revestimentos de zinco dos componentes galvanizados.

O armazenamento das formas Coffor na obra deve ser feito sem contato com o solo, preferencialmente sobre paletes ou pontaletes de madeira.

3.2.2 Corte das formas metálicas Coffor

Para cada edificação é desenvolvido “projeto de montagem das formas Coffor” específico, contendo as dimensões e posicionamento de cada painel, ilustrado com a prancha apresentada na Figura 16.



Figura 18 – Painéis cortados e identificados conforme projeto de montagem de formas Coffor

3.2.3 Transporte e armazenamento das formas no local de montagem

Após corte e identificação, as formas Coffor são transportadas manualmente para o local de montagem, sendo armazenadas no ambiente da unidade habitacional especificada no projeto de montagem das formas Coffor (Ver Figura 19).

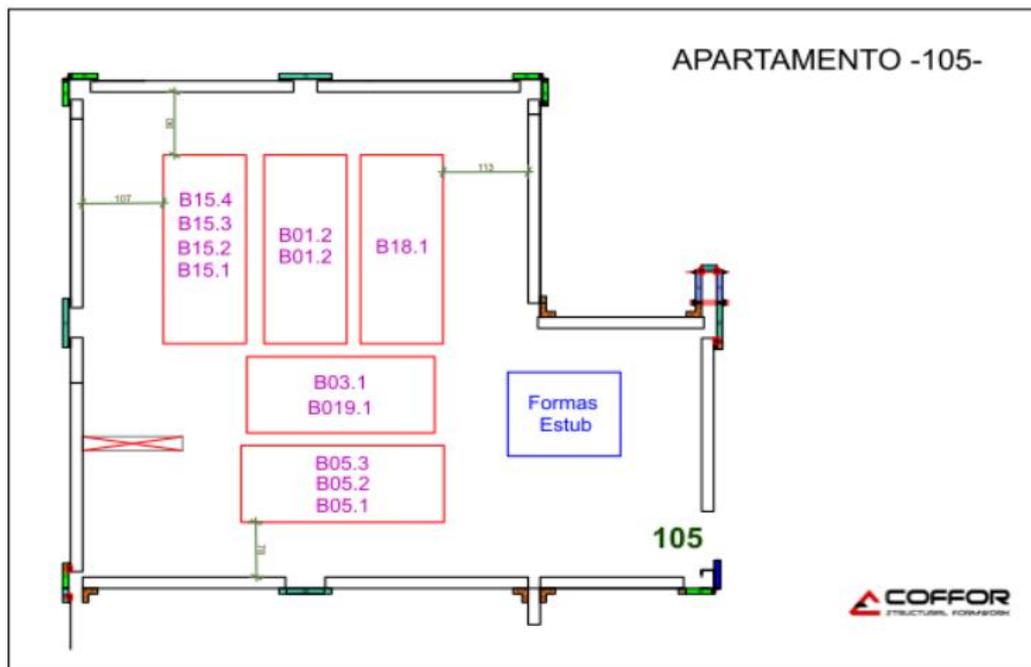


Figura 19 - Prancha com orientação de armazenamento do projeto de montagem de formas Coffor

3.2.4 Marcação das paredes

As Marcações das paredes serão feitas de acordo com o Projeto de Fôrmas. As marcações são realizadas preferencialmente com auxílio de topografia. As Marcações das paredes podem ser feitas com tinta, linha de giz (com pó) ou similar, no piso (Ver Figura 20).

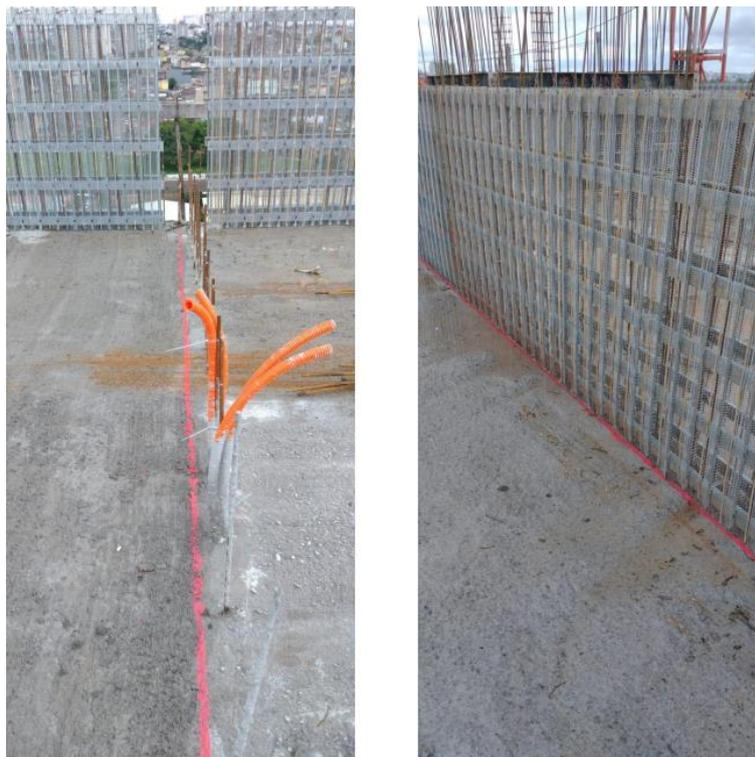


Figura 20 - Marcação realizada (esquerda) e formas posicionadas conforme marcação (direita)

3.2.5 Posicionamento das armaduras e formas (1ª etapa)

A primeira etapa consiste na montagem das formas Coffor e armação das paredes até altura de 1,10m. Nessa etapa também são posicionadas as armaduras e formas dos pilares.

Após a conclusão das marcações das paredes, são posicionadas as armaduras verticais, seguindo as esperas já deixadas na laje de piso e de acordo com o projeto de estrutura específico, respeitando os traspases previstos.

Com as armaduras verticais das paredes posicionadas, são fixadas esperas para as armaduras horizontais (Ver Figura 21). As esperas são feitas com arame recozido nº18 e são dispostas de forma a garantir o espaçamento entre barras prevista no projeto de estrutura.



Figura 21 – Posicionamento das esperas para as armaduras horizontais

O posicionamento das formas Coffor é realizado manualmente e seguindo o projeto de montagem específico e a marcação realizada no piso. A **Figura 22** ilustra prancha de projeto de montagem das formas Coffor.

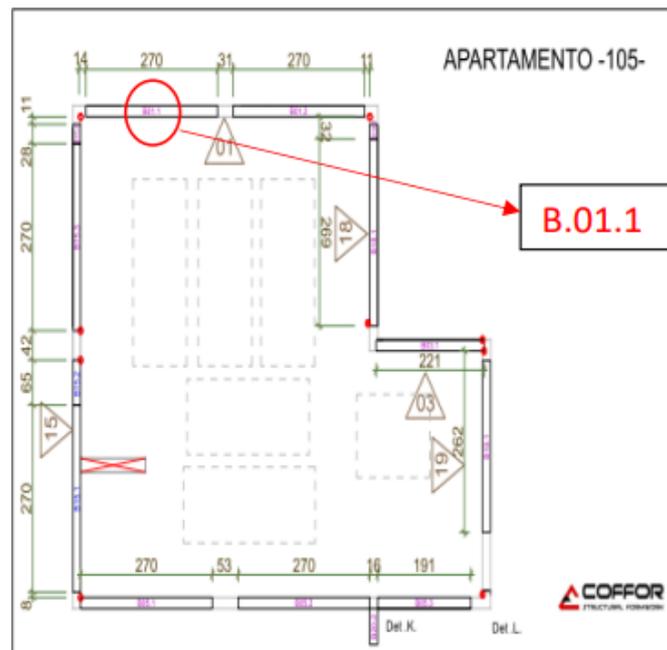


Figura 22 – Exemplo de prancha de posicionamento das formas Coffor do projeto de montagem

Com as formas Coffor no local, são posicionadas as armaduras horizontais das paredes e finalizada as armações dos pilares, conforme ilustrado na Figura 23.



Figura 23 – Armadura horizontal da parede posicionada (esquerda) e armação de pilar (direita)

Com as formas Coffor e armaduras posicionadas é realizado o fechamento das formas dos pilares com formas metálicas e/ou de madeira removíveis. As formas dos pilares traspassam as formas Coffor de 2 a 10 centímetros de modo a garantir uma maior estabilidade no encontro pilar e parede e evitar perda de concreto nesta interface durante a concretagem. A **Figura 24** apresenta fotos do fechamento de pilares e interface das formas removíveis com a forma Coffor.

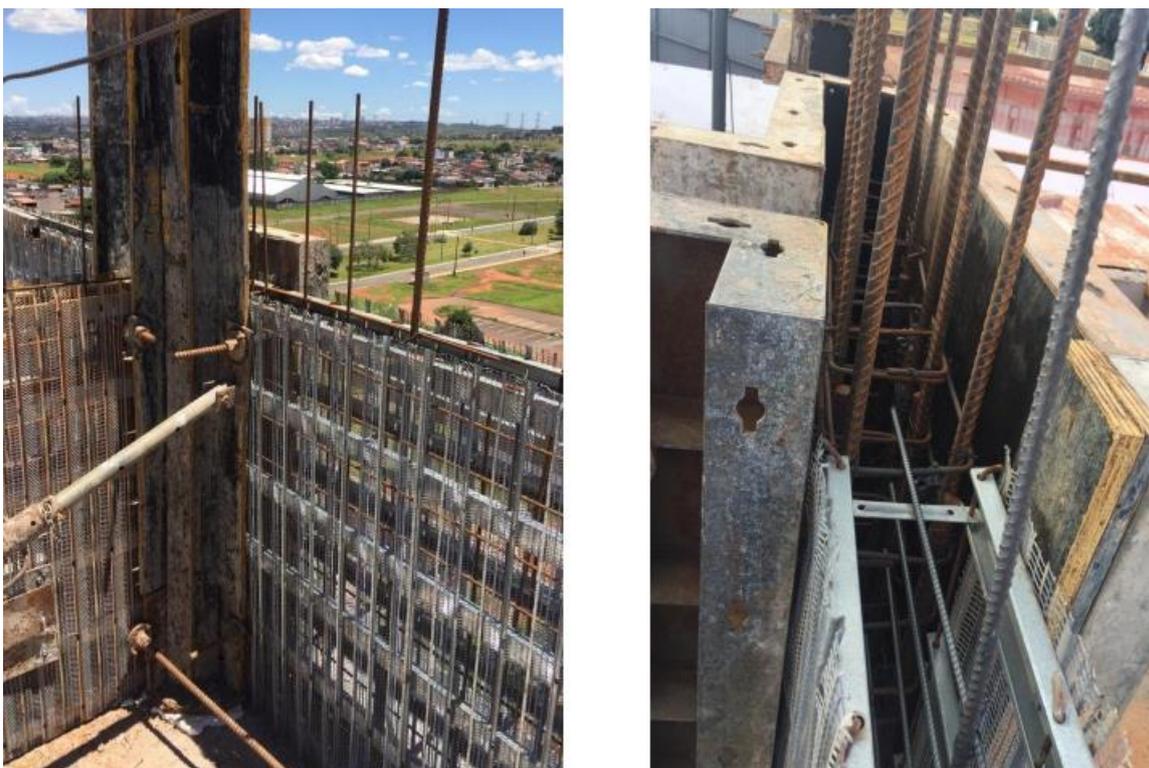


Figura 24 – Fotos ilustrativas da interface das formas removíveis com a forma Coffor

Caso necessário e previsto no projeto de montagem Coffor, é possível fazer ligação entre dois trechos de formas Coffor. Quando a situação ocorrer deve ser utilizada sarrafo de madeira com largura de 10 cm na interface com fixação com parafusos autobroncantes e amarração feita com arame recozido nº18 em pelo menos dois pontos (Ver **Figura 25**).



Figura 25 - Formas Coffor posicionadas com destaque na interface entre trechos de forma distintos

3.2.6 Posicionamento das instalações elétricas nas paredes

As tubulações elétricas, eletrodutos, são posicionados no interior das formas Coffor na mesma etapa do posicionamento das armaduras horizontais, de forma a estarem acessíveis nos pontos que terão caixas elétricas, conforme projeto.

Na sequência as caixas elétricas são posicionadas nas formas Coffor utilizando os suportes de caixa elétrica Coffor detalhados no item 3.1.5 deste DATec.

3.2.7 Escoramento das formas Coffor (1ª Etapa)

O escoramento das formas Coffor é realizado com mãos francesas fixadas no piso e posicionadas de forma a garantir o prumo e alinhamento das formas. A Figura 26 apresenta trechos de formas Coffor posicionadas e devidamente escoradas.



Figura 26 – Formas Coffor posicionadas e escoradas

Para escoramento das formas Coffor são utilizadas mão francesas, apenas no lado interior, distribuídas para fixação e estabilização das paredes COFFOR a uma distância estabelecida em projeto (Ver Figura 27), de modo a garantir nivelamento. Para fixação da mão francesa pode se utilizar parafuso chumbador, rosqueáveis ou similares, de modo a garantir estabilização.

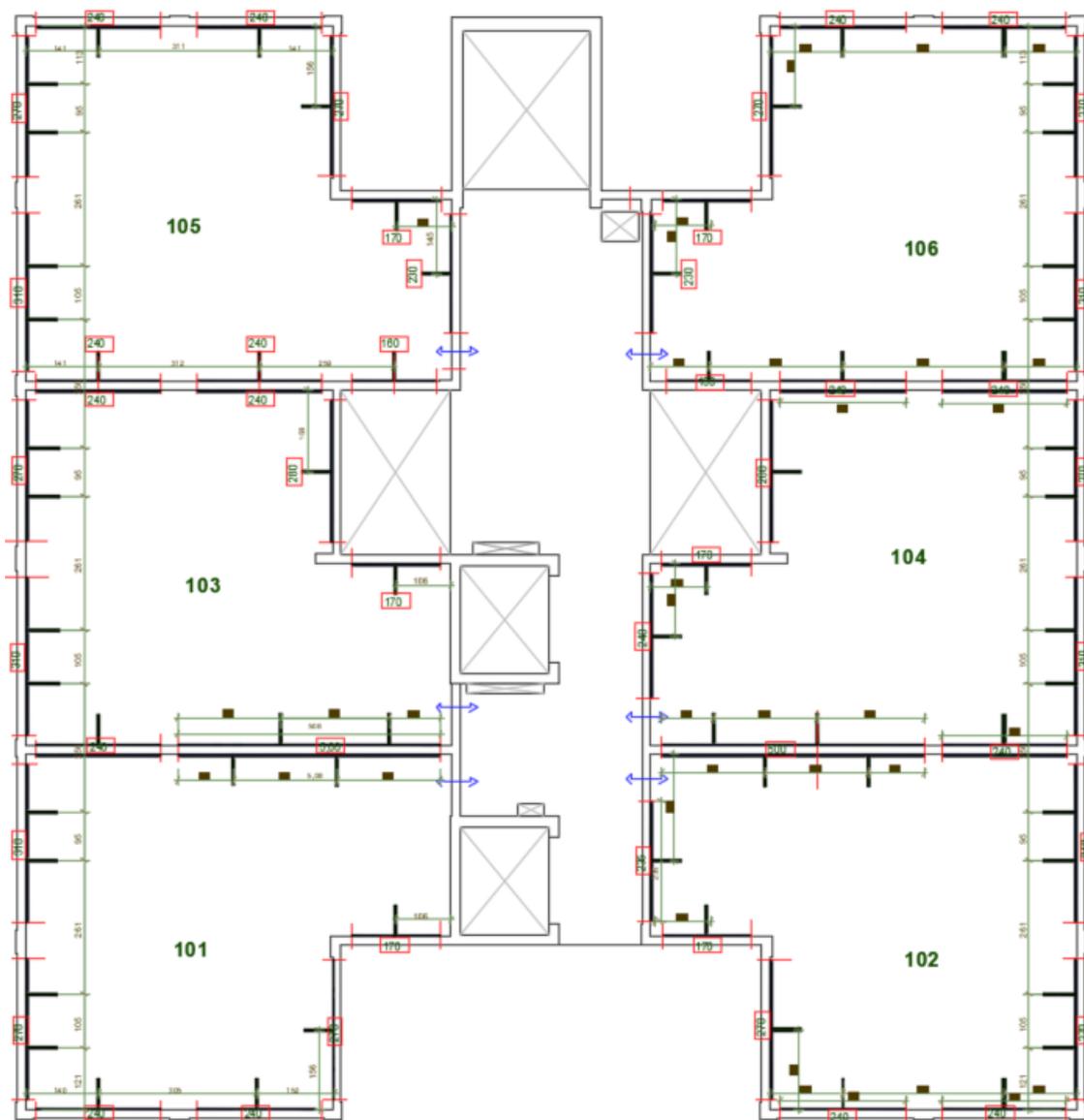


Figura 27 - Exemplo de projeto de escoramento das formas Coffor com mãos francesas

3.2.8 Formas de vãos de portas

Nos vãos de portas são utilizadas formas convencionais de madeira e/ou metálicas (Ver Figura 28). As formas das portas são posicionadas antes da primeira etapa de concretagem e permanecem até a concretagem total das paredes, vigas, pilares e lajes do pavimento.

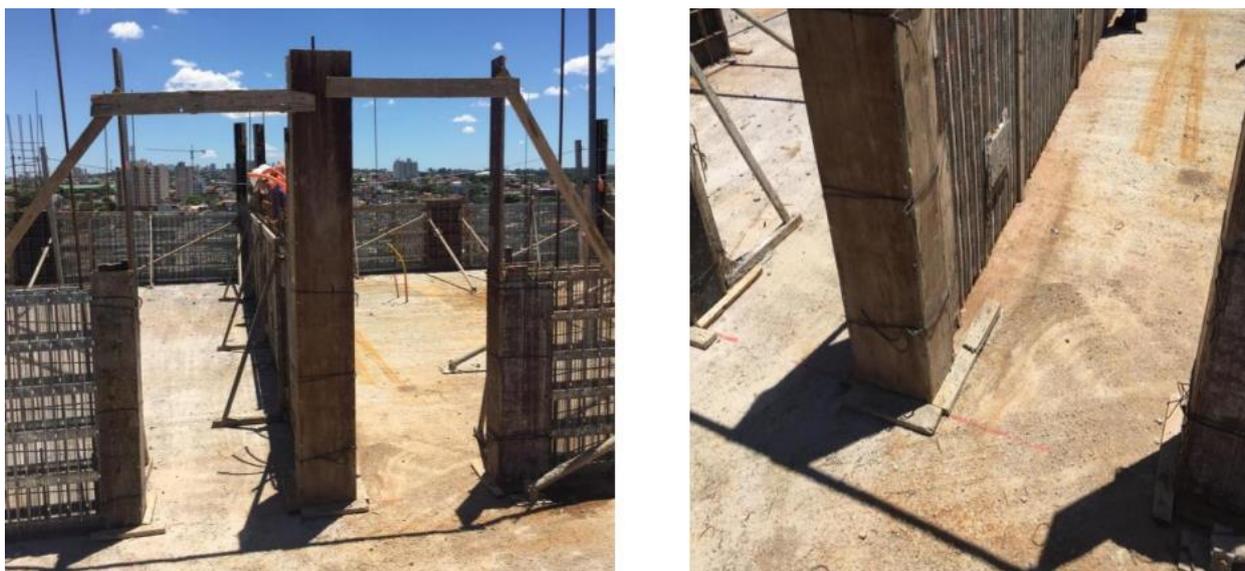


Figura 28 – Exemplo de formas utilizadas em vãos de portas

3.2.9 Concretagem (1ª Etapa)

No recebimento do concreto na obra é determinada sua consistência pelo ensaio de abatimento do tronco de cone e, caso esteja dentro da especificação, são moldados os corpos de prova para controle tecnológico da resistência à compressão do concreto endurecido.

O lançamento do concreto é realizado com bomba de concreto, tubulação e mangote, conforme exemplificado na Figura 29.



Figura 29 – Lançamento do concreto com bomba de concreto e mangueira

Uma característica das formas Coffor é permitir a completa visualização da concretagem através da malha do painel, evitando vazios de concretagem.

Imediatamente após o Lançamento do Concreto no interior das paredes, o concreto extravasado pode ser regularizado para evitar espessuras excessivas de revestimento.

3.2.10 Retirada dos escoramentos (1ª Etapa)

Para retirar as escoras das paredes é necessário aguardar o período mínimo de 12 horas, após esse período pode removê-las por completo para dar início às próximas etapas.

3.2.11 Posicionamento das armaduras e formas (2ª etapa)

Após a conferência dos serviços de fundo de viga e a laje devidamente assoalhada o posicionamento das armaduras e formas do segundo trecho das paredes, a partir de 1,10m, pode ser iniciada.

São posicionadas as armaduras verticais, seguindo as esperas do primeiro trecho da parede e de acordo com o projeto de estrutura específico.

Com as armaduras verticais das paredes posicionadas são fixadas esperas para as armaduras horizontais (Ver Figura 21). As esperas são feitas com arame recozido nº18 e são dispostas de forma a garantir o espaçamento entre barras prevista no projeto de estrutura.

O posicionamento das formas Coffor é realizado manualmente e seguindo o projeto de montagem específico. A **Figura 30** apresenta exemplo de posicionamento das formas Coffor para concretagem da segunda etapa das paredes.



Figura 30 – Posicionamento das formas Coffor (2ª etapa)

Na sequência são posicionadas as barras horizontais das paredes e armaduras dos pilares, conforme detalhado no projeto estrutural específico. A **Figura 31** apresenta imagens do processo de armação do segundo trecho de paredes e pilares.



Figura 31 - Posicionamento das armaduras horizontais no segundo trecho das paredes

3.2.12 Formas de vãos de janelas

Nos vãos de janelas são utilizadas formas convencionais de madeira e/ou metálicas conforme detalhado no item 3.1.6 deste DATec.

3.2.13 Posicionamento das instalações elétricas nas paredes

As tubulações elétricas, eletrodutos, são posicionados no interior das formas Coffor, de forma a estarem acessíveis nos pontos que terão caixas elétricas, conforme projeto.

Na sequência as caixas elétricas são posicionadas nas formas Coffor utilizando os suportes de caixa elétrica Coffor detalhados no item 3.1.5 deste DATec.

3.2.14 Montagem das formas das lajes e vigas

A montagem das formas removíveis das lajes e vigas é realizada após o posicionamento das armaduras e tubulações elétricas, eletrodutos, nas paredes, sendo executada de forma convencional e de acordo com as especificações do projeto específico de formas.

3.2.15 Escoramento das formas coffor (2ª etapa) e vigas e pilares

O segundo trecho das formas Coffor, acima de 1,10 m, são apoiados diretamente sobre o primeiro trecho de parede já concretada, de forma com que as formas fiquem alinhadas e em prumo. Para alinhamento e prumo das formas é realizado escoramento conforme previsto em projeto.

Quando houver vazios entre o trecho inferior e superior das formas deve ser utilizado sarrafo de madeira com largura de 10 cm na interface com fixação com parafusos autobroncantes e amarração feita com arame recozido nº18 em pelo menos dois pontos.

3.2.16 Armação das lajes e vigas

Após o posicionamento das formas dos vãos das janelas e posicionamento das instalações elétricas das paredes, é realizado a armação e o fechamento de todas as vigas externas, bem como a armação das lajes. A Figura 32 ilustra a armação das lajes e vigas.



Figura 32 – Armação das lajes e vigas

3.2.17 Posicionamento das instalações elétricas nas lajes

O posicionamento das instalações elétricas na laje, realizado seguindo projeto específico é ilustrado na Figura 33.



Figura 33 - Posicionamento das instalações elétricas nas lajes

3.2.18 Concretagem (2ª Etapa)

No recebimento do concreto na obra é determinada sua consistência pelo ensaio de abatimento do tronco de cone e, caso esteja dentro da especificação, são moldados os corpos de prova para controle tecnológico da resistência à compressão do concreto endurecido.

O lançamento do concreto é realizado com bomba de concreto, tubulação e mangote sendo iniciado pelas paredes seguindo para as lajes na sequência. A Figura 34 ilustra a segunda etapa do processo de concretagem.



Figura 34 – Lançamento do concreto com bomba de concreto e mangueira

O concreto utilizado é fluido, mas deve ser vibrado com vibrador de imersão quando necessário. Uma característica das formas Coffor é permitir a completa visualização da concretagem através da malha do painel, evitando vazios de concretagem.

Imediatamente após o lançamento do concreto no interior das paredes, o concreto extravasado deve ser regularizado para evitar espessuras excessivas de revestimento.

3.2.19 Revestimento das paredes

As paredes de concreto com fôrmas metálicas Coffor incorporadas são revestidas com argamassa convencional com espessura mínima de 1cm nas faces internas, e espessura mínima de 2 cm nas faces externas (fachadas). Espessuras maiores poderão ser utilizadas de acordo com a necessidade de regularização das paredes.

4. Diretriz para avaliação técnica

A ITA realizou a avaliação técnica de acordo com a DIRETRIZ SINAT Nº 018 – Paredes de concreto moldadas no local com formas metálicas incorporadas, publicada em setembro de 2023.

5. Avaliação técnica

A avaliação técnica foi realizada partir da análise de projetos, ensaios laboratoriais, ensaios in loco, verificações analíticas do comportamento estrutural e vistorias em obra em andamento.

A avaliação técnica realizada é apresentada nos subitens a seguir e detalhada nos documentos técnicos relacionados no item 7 deste documento.

5.1 Desempenho estrutural

O desempenho estrutural das paredes de concreto moldadas no local com formas metálicas Coffor incorporadas foi avaliado a partir da análise de projeto e dos resultados dos ensaios de resistência a impactos de corpo mole e corpo duro, resistência a solicitações transmitidas por portas, resistência à ação de peças suspensas e resistência a ações em parapeitos.

5.1.1 Concepção estrutural, ELU e ELS

Foi feita uma análise do memorial de cálculo do empreendimento Residencial Julieta, auditado no processo de avaliação técnica, no qual se consideram as ações permanentes e acidentais e as combinações de ações.

A premissa estrutural adotada considerou as vigas, pilares e lajes, dimensionadas pela ABNT NBR6118, atuando de forma monolítica com as paredes, dimensionadas segundo premissas da ABNT NBR 16055.

Apresentam-se os deslocamentos horizontais, por ações devidas ao vento, os esforços axiais, os momentos fletores e as forças cortantes atuantes nas paredes e elementos estruturais associados, pilares, vigas e lajes. A concepção estrutural e as verificações da estabilidade e resistência do sistema estrutural (Estado Limite Último) e limites de deslocamentos, fissuras e ocorrência de falhas (Estado Limite de Serviço) das paredes, pilares, vigas e lajes seguiram premissas e atender aos limites das ABNT NBR 6118, ABNT NBR 16055, ABNT NBR 6120 e ABNT NBR 6123.

Portanto, verificou-se que o Sistema Construtivo apresenta potencial para resistir adequadamente às solicitações, considerando o Estado Limite Último e de Serviço, dada a configuração estrutural do projeto exemplo analisado.

Ressalta-se que para cada empreendimento deve ser desenvolvido um projeto estrutural específico e memória de cálculo, por profissional habilitado.

5.1.2 Resistência a impactos de corpo mole e corpo duro

As paredes de concreto moldadas no local com formas metálicas Coffor incorporadas foram submetidas a impactos de corpo mole e corpo duro em ensaios realizados em campo, na obra de construção do Residencial Julieta.

Foram realizados impactos de corpo mole em parede com energias de 120J, 180J, 240J, 360J, 480J, 720J e 960J, não sendo verificados rompimentos, fissuras ou destacamentos e não foram verificados deslocamento instantâneo nem residual, o que resultou no atendimento aos critérios quanto à resistência a impactos de corpo mole especificados na NBR 15.575- 4.

Foram realizados impactos de corpo duro em parede com energias de 2,5J e 10J, não sendo verificadas ocorrência de falhas, rupturas nem traspases, o que resulta no atendimento aos critérios quanto à resistência a impactos de corpo mole especificados na NBR 15.575- 4.

Os ensaios de resistência a impactos de corpo mole e corpo duro e respectivas apresentação dos resultados estão disponíveis nos relatórios RLT.DSP-099.22-02 e RLT.DSP-100.22-00.

5.1.3 Ações transmitidas por portas

Foi realizado ensaio de solicitações transmitidas por porta em campo, na obra de construção do Residencial Julieta. A porta foi fixada pelo proponente com espuma expansível de poliuretano em toda interface entre o marco da porta e a parede.

A porta foi submetida a 10 operações de fechamento brusco e a impacto de corpo mole de 240 J no centro da folha, no sentido de fechamento, não sendo verificadas ocorrência de rupturas, fissuras, destacamento do marco, cisalhamentos, destacamentos das juntas ou perda de estabilidade da parede, o que resulta no atendimento aos critérios quanto à resistência a impactos de corpo mole especificados na NBR 15.575- 4.

O ensaio de resistência às ações transmitidas por portas para as paredes e respectiva apresentação dos resultados estão disponíveis no relatório RLT.DSP-101.22-00.

5.1.4 Cargas transmitidas por peças suspensas

Foi realizado ensaio para determinação de resistência às solicitações de peças suspensas em campo, na obra de construção do Residencial Julieta. As mãos francesas padrão utilizadas no ensaio foram fixadas às paredes com bucha de nylon S10 e parafusos sextavados com rosca soberba sendo os furos para fixação das buchas realizados com broca diamantada.

O ensaio foi realizado em duas paredes, a primeira revestida com 2 cm de argamassa e a segunda revestida com 2 cm de argamassa e placas cerâmicas. Em ambas as paredes foram aplicados carregamentos de 120 kgf por um período 24 horas, não sendo verificadas fissuras, deslocamento ou falhas na fixação, o que resulta no atendimento aos critérios quanto à resistência a impactos de corpo mole especificados na NBR 15.575- 4.

Os ensaios de resistência às solicitações de peças suspensas nas paredes e respectiva apresentação dos resultados estão disponíveis no relatório RLT.DSP-558.22-01.

5.1.5 Ações em parapeitos

Foi realizado ensaio para determinação de resistência a esforços em parapeitos em campo, na obra de construção do Residencial Julieta.

O parapeito ensaiado possuía vão de 2 m de comprimento e 1,10 m de altura. Foram realizados esforços estáticos horizontais, esforços estáticos verticais e impacto de corpo mole, nesta sequência, sendo aplicados as cargas e energias de impacto detalhados na Figura 35.

Esforço Estático Horizontal			
<i>Pré-Carga Linear (kg/m)</i>		<i>Pré-Carga Total Adotada</i>	
20,0		40,0	
<i>Carga de Uso Linear (kg/m)</i>		<i>Carga de Uso Total Adotada</i>	
40,0		80,0	
<i>Carga de Segurança Linear (kg/m)</i>		<i>Carga de Segurança Total Adotada</i>	
68,0		136,0	
Esforço Estático Vertical			
<i>Carga de Segurança Linear (kg/m)</i>		<i>Carga de Segurança Total Adotada</i>	
68,0		136,0	
Resistência a Impactos			
<i>Energia de Impacto (J)</i>	120	<i>Saco (kg)</i>	40,0
	180		
	240		
	480		

Figura 35 - Cargas e energias de impacto aplicados no ensaio em parapeito
(Fonte: Relatório de ensaio RLT.DSP-102.22-00, emitido pela Tecomat Engenharia)

Não foram verificados deslocamentos nos esforços estáticos horizontais e verticais, atendendo aos critérios da ABNT NBR 14718 e não foram verificadas ocorrências nos impactos de corpo mole, atendendo aos critérios da ABNT NBR 15575-4.

O ensaio de resistência para determinação de resistência a esforços em parapeitos e respectiva apresentação dos resultados estão disponíveis no relatório RLT.DSP-102.22-00.

5.2 Segurança contra incêndio

5.2.1 Dificultar a inflamação generalizada

Para revestimento das paredes de concreto moldadas no local com fôrmas metálicas Coffor incorporadas está previsto o uso de argamassa ou argamassa e placas cerâmicas, materiais considerados incombustíveis. Portanto, o requisito foi considerado atendido.

5.2.2 Dificultar a propagação de incêndio

Para revestimento das paredes de concreto moldadas no local com fôrmas metálicas Coffor incorporadas está previsto o uso de argamassa ou argamassa e placas cerâmicas, materiais considerados incombustíveis. Portanto, o requisito foi considerado atendido.

5.2.3 Resistência ao fogo de elementos estruturais e de compartimentação

Para análise da resistência ao fogo das paredes do sistema Coffor, foi realizado o ensaio para determinação do tempo de resistência ao fogo (TRF) por meio do procedimento descrito na ABNT NBR 5628 - Componentes construtivos estruturais - Determinação da resistência ao fogo, em conjunto com a ABNT NBR 16965 - Ensaio de resistência ao fogo de elementos construtivos - Diretrizes gerais, verificando as características de (a) capacidade portante, (b) integridade e (c) isolamento térmica.

Os resultados mostram que o Sistema Coffor apresentou tempo de resistência ao fogo de 120 minutos sendo aplicado carregamento linearmente distribuído no valor de 18,5 tf/m, cumprindo durante esse período, os requisitos de resistência mecânica, estanqueidade e isolamento térmico.

O ensaio de determinação do tempo de resistência ao fogo e respectiva apresentação dos resultados estão disponíveis no relatório N° 4853/2022.

5.3 Estanqueidade

A estanqueidade à água do sistema foi avaliada por meio de ensaios em campo na obra de construção do Residencial Julieta.

Foram realizados ensaios em duas paredes compostas pelo sistema Coffor segundo método de previsto no anexo C da ABNT NBR 15575-4. Em ambos os ensaios, não foram observadas infiltrações, formação

de gotas de água aderentes na face interna, nem manchas ou vazamentos, atendendo-se aos critérios da ABNT NBR 15.575-4.

O ensaio de estanqueidade à água de chuva em fachadas e respectiva apresentação dos resultados estão disponíveis no relatório RLT.DSP-103.22-00.

As soluções de interfaces entre as paredes executadas sistema Coffor e esquadrias externas são equivalentes às das paredes de concreto moldadas no local convencionais, que seguem premissas da ABNT NBR 16055.

5.4 Desempenho higrotérmico

5.4.1 Desempenho térmico

Foi feita simulação computacional para avaliar o desempenho térmico das edificações que empregam o sistema Coffor, objeto deste DATec, conforme a ABNT NBR 15575-4 e o Protocolo de Avaliação do Desempenho Térmico de Sistemas Construtivos para Habitações por Simulações Computacionais do SINAT, publicado em 21/08/21, para as oito zonas climáticas da ABNT NBR 15220-3, considerando a tipologia de apartamento (edificações habitacionais multifamiliares de múltiplos pavimentos), conforme projeto padrão estabelecido no Protocolo do SINAT, como descrito no Relatório Técnico RLT.DSP-573.22-00 para as quais foram consideradas, resumidamente, as características apresentadas nas Figura 36, Figura 37, Figura 38 e Figura 39.

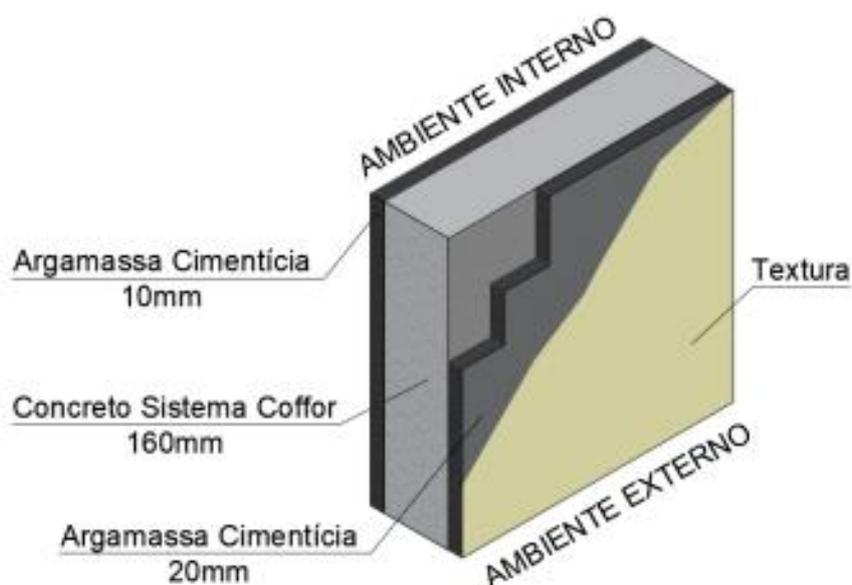


Figura 36 - SVVE considerado na simulação computacional de desempenho térmico

Materiais Opacos			
Material	Condutividade Térmica (W/m.k)	Densidade (kg/m ³)	Calor Específico (J/kg.k)
Argamassa de Revestimento Externo	1,00	1800	1000
Argamassa de Revestimento Interno	1,00	1800	1000
Concreto Armado	2,30	2400	1000

Figura 37 - Propriedades térmicas dos materiais utilizados
(Fonte: Relatório Técnico RLT.DSP-573.22-00, emitido pela Tecomat Engenharia)

Elemento	Fator solar (FS)	Transmitância térmica (Ut) (W/m ² .K)
Elementos transparentes	0,87	5,70

Figura 38 - Propriedades térmicas do material translúcidos, extraídas do protocolo SiNAT
(Fonte: Relatório Técnico RLT.DSP-573.22-00, emitido pela Tecomat Engenharia)

Absortância à radiação solar da superfície externa do sistema de vedação vertical	
$\alpha_t = 3$ anos	Representação
0,33	M0,33
0,39	M0,39
0,45	M0,45
0,52	M0,52
0,58	M0,58
0,65	M0,65
0,72	M0,72
0,79	M0,79
0,86	M0,86

Figura 39 - Hipóteses de absortâncias das superfícies externas dos SVVE
(Fonte: Relatório Técnico RLT.DSP-573.22-00, emitido pela Tecomat Engenharia)

Os resultados da simulação indicam que as edificações executadas com o sistema Coffor atendem ao desempenho térmico mínimo previsto na norma ABNT NBR 15575 nas condições apresentadas na Figura 40.

Modelo	Atendimento ao nível mínimo							
	ZB 01	ZB 02	ZB 03	ZB 04	ZB 05	ZB 06	ZB 07	ZB 08
M0,33	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
M0,39	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
M0,45	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
M0,52	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
M0,58	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Vermelho
M0,65	Verde	Verde	Verde	Verde	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho
M0,72	Verde	Verde	Verde	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho
M0,79	Verde	Verde	Verde	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho
M0,86	Verde	Verde	Verde	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho

NOTAS:
 ZB é o zoneamento bioclimático correspondente;
 M_x, onde M indica "modelo" e x representa a taxa de absorvância solar do sistema de vedação vertical externo;
 As células coloridas em verde representam que a unidade habitacional atendeu ao nível mínimo; já as coloridas em vermelho indicam que a unidade habitacional não atendeu ao nível mínimo;

Figura 40 - Perfil de atendimento ao desempenho térmico
 (Fonte: Relatório Técnico RLT.DSP-573.22-00, emitido pela Tecomat Engenharia)

Os resultados detalhados das temperaturas operativas mínimas (T_{omin}), temperaturas operativas máximas ($T_{\text{omáx}}$) e percentuais de horas ocupadas dentro da faixa de temperatura operativa (PHFT) de cada unidade para cada hipótese considerada está apresentado no relatório técnico RLT.DSP-573.22-00.

5.4.2 Período de condensação

Foi realizada simulação computacional para avaliar o desempenho higrotérmico das edificações que empregam o sistema Coffor, conforme Protocolo de Avaliação do Desempenho Térmico de Sistemas Construtivos para Habitações por Simulações Computacionais do SINAT, publicado em 21/08/21, para as oito zonas climáticas da ABNT NBR 15220-3.

Para a análise foi considerando a tipologia de apartamento (edificações habitacionais multifamiliares de múltiplos pavimentos) conforme projeto padrão estabelecido no Protocolo do SINAT.

Foram consideradas, resumidamente, as características apresentadas nas Figura 36, Figura 37, Figura 38 e Figura 39.

O relatório técnico RLT.DSP-723.23-00 detalha o método de avaliação e explicita os resultados obtidos, apresentados resumidamente na Figura 41 a seguir.

Modelo	Período Ocupado							
	ZB 01	ZB 02	ZB 03	ZB 04	ZB 05	ZB 06	ZB 07	ZB 08
M0,33								
M0,52								
Modelo	Período Desocupado							
	ZB 01	ZB 02	ZB 03	ZB 04	ZB 05	ZB 06	ZB 07	ZB 08
M0,33								
M0,52								

NOTAS:
 ZB é o zoneamento bioclimático correspondente;
 Mx, onde M indica "modelo" e x representa a taxa de absorção solar do sistema de vedação vertical externo;
 As células coloridas em verde representam que a unidade habitacional atendeu ao nível mínimo; já as coloridas em vermelho indicam que a unidade habitacional não atendeu ao nível mínimo.

Figura 41 – Perfil de atendimento ao desempenho higrotérmico
 (Fonte: Relatório Técnico RLT.DSP-723.23-00, emitido pela Tecomat Engenharia)

5.5 Desempenho acústico

5.5.1 Avaliação de desempenho acústico realizada em laboratório

Foi realizado ensaio em laboratório segundo as normas ISO 10140-2 e ISO 717-1, para determinação do índice de redução sonora ponderado (R_w) da parede cega (sem aberturas) do Sistema Coffor.

O índice de redução sonora ponderado (R_w) obtido em ensaio para a parede cega foi de 47 dB.

O ensaio de determinação de isolamento sonora ponderado e respectiva apresentação dos resultados estão disponíveis no relatório técnico N° 4842/2022.

5.5.2 Avaliação de desempenho acústico realizada em campo

A diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$) para as paredes internas que utilizam o sistema Coffor foi determinada em campo, em ensaio realizado em paredes de geminação na obra de construção do Residencial Julieta. Os ensaios foram realizados segundo as normas ISO 717-1 e ISO 16283-3.

A diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$) obtida em ensaio para a parede cega foi de 53 dB.

O ensaio de determinação da diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$) e respectiva apresentação dos resultados estão disponíveis no relatório técnico RLT.DSP.AVI-011.22-00.

5.6 Durabilidade e manutenibilidade

5.6.1 Análise dos mecanismos de deterioração do concreto

O concreto utilizado no sistema Coffor, com caracterização apresentada no item 3.1.2 deste documento, possui propriedades com potencial de prevenir a penetração de agentes agressivos e, conseqüentemente, a possível deterioração do concreto e da armadura.

5.6.2 Análise dos mecanismos de deterioração das armaduras e formas incorporadas

A análise dos mecanismos de deterioração das armaduras e formas metálicas incorporadas às paredes do sistema Coffor foi avaliada mediante análise de detalhes construtivos especificados em projeto e nos manuais técnicos do sistema construtivo disponibilizados pelo proponente, e Inspeção em edificação após 07 anos de ocupação.

As armaduras especificadas no dimensionamento estrutural são centralizadas na linha neutra das paredes. Considerando a espessura total de concreto de 160 mm, prevista para as paredes do sistema Coffor, e barras horizontais e verticais com diâmetro de 6,3 mm, conforme utilizado no projeto da edificação auditada, o Residencial Julieta, o cobrimento final das armaduras é de 73,7 mm, ou seja, muito acima do especificado para a classe de agressividade II na ABNT NBR 6118. Dessa forma, concluímos que as armaduras de aço carbono especificadas no dimensionamento estrutural, mesmo que possuam diâmetros maiores, estarão protegidas pela passivação no ambiente alcalino do concreto.

A análise dos mecanismos de deterioração das formas Coffor que ficam incorporadas às paredes após a concretagem foi realizada considerando duas condições, uma para os componentes com proteção galvânica e outra para o elemento sem proteção galvânica.

A análise da durabilidade dos componentes galvanizados das formas Coffor foi realizada através de inspeção técnica em uma casa piloto de 7 anos de idade já habitada localizada em Sumaré – SP, ambiente com classe de agressividade II, segundo classificação da ABNT NBR 6118. Na inspeção foram extraídos testemunhos (Figura 42 e Figura 43) para a realização de ensaios de caracterização físicas e mecânicas do concreto e análise da perda de espessura de zinco dos painéis de face das formas Coffor.



Figura 42 – Testemunho extraído na inspeção técnica

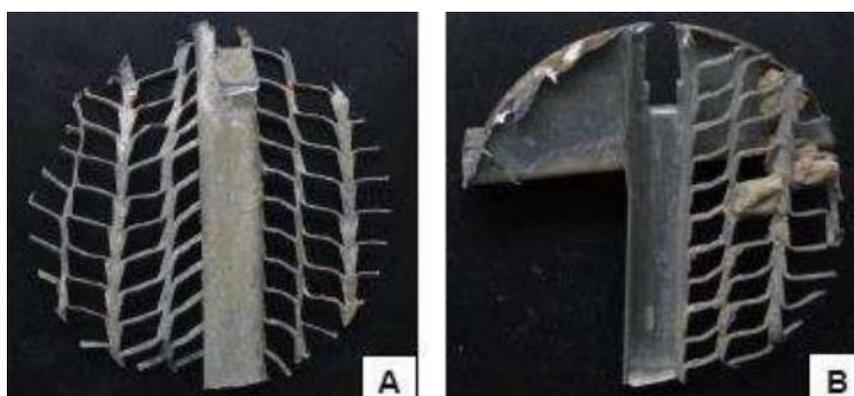


Figura 43 - Detalhe dos painéis de fase da forma Coffor do testemunho extraído na inspeção técnica

Considerando o revestimento de zinco na produção dos painéis de 275 g/m² e que a massa específica do zinco é de 7,14 g/cm³, a espessura de revestimento na fabricação dos painéis é de 38,5µm (total, ou seja, a somatória dos dois lados). A Figura 44 apresenta resumidamente os resultados obtidos nas análises das amostras extraídas.

Amostra	Lado da peça	Espessura média (µm)	Espessura total (µm)	Perda de espessura média (µm)	Perda de espessura/ano (µm/ano)
Frente/revestida com argamassa	A	18,5	36,4	2,1	0,23
	B	17,8			
Fundo / amostra exposta	A	19,0	36,7	1,8	0,20
	B	17,7			

Figura 44 - Resultados obtidos na análise de espessura de zinco
(Fonte: Parecer Técnico PhD 235/2019, emitido pela PhD Engenharia)

Diante dos resultados obtidos, considerando uma perda de espessura média por ano de 0,21 µm e a espessura de zinco total de 38,5µm, conclui-se que a proteção galvânica e, conseqüentemente, a vida útil dos componentes galvanizados é superior a 50 anos, mínimo estabelecido para sistemas estruturais na ABNT NBR 15575.

A análise da durabilidade do componente não galvanizado da forma Coffor, haste de ligação, foi realizada considerando que todo aço carbono é protegido por um ambiente de elevada alcalinidade com pH igual superior a 12. O concreto comum a base de cimento Portland, caso do concreto caracterizado para o sistema Coffor, apresenta pH de seu extrato aquoso com elevada alcalinidade, da ordem de 12,6. Portanto todo aço carbono (armadura) imersa num concreto comum estará sempre passivado nos primeiros anos de idade. Tratando-se de um concreto comum, cabem as recomendações normativas da ABNT NBR 6118 para o dimensionamento das espessuras de cobertura e a especificação do concreto, considerando uma vida útil de projeto (VUP) de 50 anos. A Figura 45 apresenta recorte das especificações da qualidade de concreto e a Figura 46 das especificações de cobertura da ABNT NBR 6118.

Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40
^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655. ^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado. ^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.					

Figura 45 - Correspondência entre classe de agressividade ambiental e qualidade do concreto
(Fonte: ABNT NBR 6118)

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\Delta c = 10$ mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga ^b /pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Para concretos de classe de resistência superior à mínima exigida, os cobrimentos definidos na Tabela 7.2 podem ser reduzidos em até 5 mm.

Figura 46 - Correspondência entre classe de agressividade ambiental e cobrimento do concreto
(Fonte: ABNT NBR 6118)

Considerando as paredes do presente sistema Coffor enquadradas como elemento viga/pilar, os cobrimentos nominais especificados para as classes de agressividade I e II, são 25 mm e 30 mm, respectivamente.

Contudo, diante da condição do sistema Coffor, onde a execução não interfere no cobrimento, podemos considerar a tolerância de execução igual a zero ($\Delta c = 0$). Dessa forma, os cobrimentos mínimos para as classes de agressividade I e II, são de 15 mm e 20 mm, respectivamente.

Levando em consideração, ainda, os parâmetros de qualidade do concreto especificados para o sistema Coffor no item 3.1.2 e a consideração da ABNT NBR 6118, apresentados na Figura 46, de que “para concretos de classe de resistência superior à mínima exigida, os cobrimentos definidos na Tabela 7.2 podem ser reduzidos em até 5mm”, o cobrimento mínimo para a classe de agressividade I e II, pode ser reduzido em 5mm.

Dessa forma, levando em consideração os parâmetros da ABNT NBR 6118, as condições do sistema Coffor e a limitação de uso nas classes de agressividade I e II, o cobrimento mínimo de concreto para garantir a passagem das hastes de ligação é de 15 mm.

Por fim, analisando o posicionamento das hastes de ligação das formas Coffor e seu cobrimento de concreto de 17 mm (Figura 47), concluímos atendido o requisito de durabilidade.

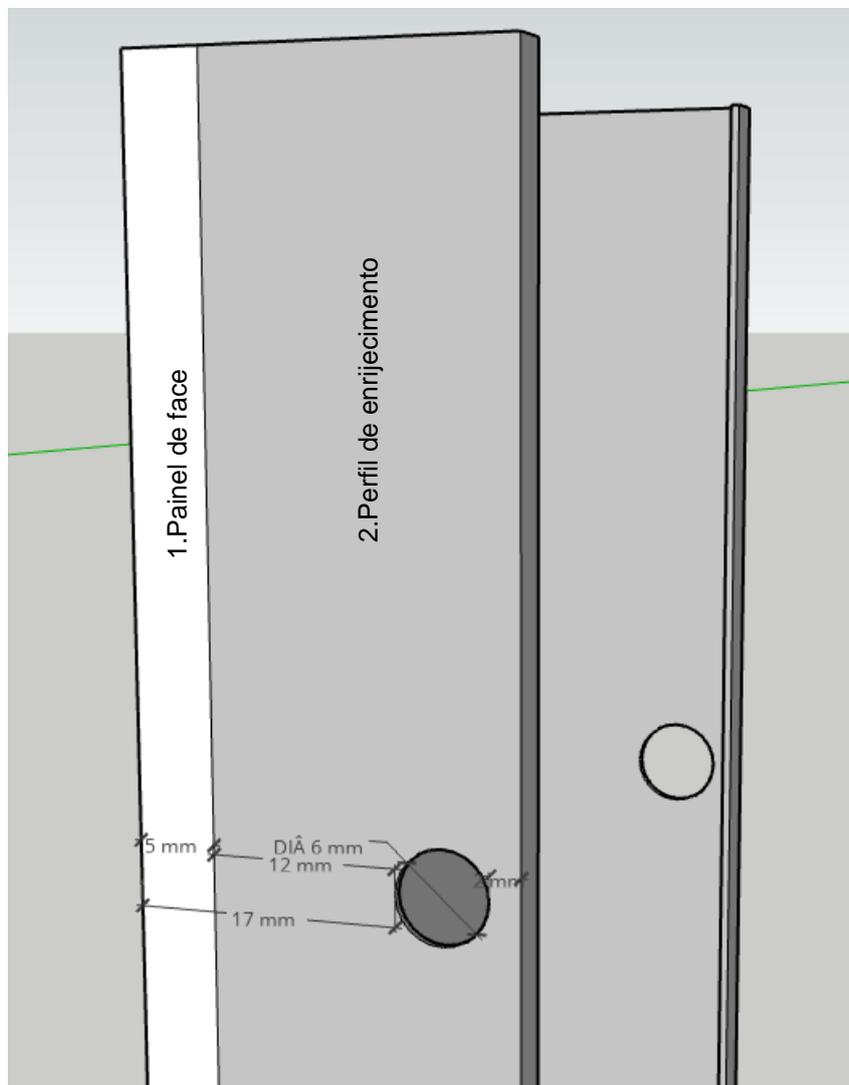


Figura 47 – Detalhe esquemático do cobrimento da haste de ligação

5.6.3 Resistência à ação de calor e choque térmico

Foi feito ensaio para verificação da resistência à ação de calor e choque térmico de dois exemplares de parede do sistema Coffor com 1,20 m de altura e 2,40 m de largura.

O resultado do ensaio indicou que não houve nenhuma intercorrência nos exemplares. Portanto, o sistema Coffor avaliado atende ao critério de desempenho relativo à resistência à ação de calor e choque térmico.

O ensaio de verificação da resistência à ação de calor e choque térmico e respectiva apresentação dos resultados estão disponíveis no relatório técnico N° 4841/2022.

6. Controle da qualidade

Foi realizada auditoria técnica inicial em edificação de múltiplos pavimentos em execução com o sistema Coffor.

A análise dos Relatórios de Auditoria Técnica Inicial foi feita considerando-se as exigências da Diretriz SINAT nº 018 – *Paredes de concreto com formas metálicas incorporadas*. Foi verificado que os relatórios elaborados contemplam os itens referentes ao controle de qualidade exigidos pela Diretriz SINAT nº 018:

- Recebimento dos materiais no canteiro de obras;
- Aceitação do concreto fresco e endurecido;
- Controle da qualidade na montagem das formas Coffor;
- Controle da qualidade no processo de concretagem das paredes;
- Inspeção visual após finalização das paredes.

O detentor da tecnologia desenvolveu documento, denominado manual de instruções Coffor, para orientar o projeto e execução de obras que utilizam o sistema Coffor, bem como orientar a implementação do controle de qualidade dos processos envolvidos.

Esse documento contém descrição do sistema Coffor, indicações de recebimento e armazenamento das formas Coffor no canteiro de obras, bem como relação de equipamentos de trabalho necessários.

Destaca-se que o manual de instruções Coffor, desenvolvido pelo proponente, detalha o processo executivo do sistema Coffor.

As diretrizes para elaboração do Manual de Uso e Manutenção de habitações construídas com o sistema Coffor (Manual do Proprietário) constam no capítulo de uso, operação e manutenção das paredes executadas em concreto com utilização de painéis Coffor.

Durante o período de validade deste DATec serão realizadas auditorias técnicas a cada, no máximo, 6 (seis) meses para verificação dos controles realizados pela construtora com acompanhamento do proponente. Para renovação deste DATec serão apresentados os relatórios de auditorias técnicas (incluindo verificação de unidades em execução e verificação do comportamento de unidades em uso), considerando amostras representativas da produção de unidades habitacionais no país.

7. Fontes de informação

As principais fontes de informação são os documentos técnicos do detentor da tecnologia e os Relatórios Técnicos de ensaios e de auditorias.

7.1 Documentos do detentor da tecnologia

- Manual de instruções Coffor Rev8 (28JAN2022);
- Projeto de arquitetura – Residencial Julieta;
- Projeto de estrutura – Residencial Julieta;
- PQO Residencial Julieta;
- Fichas de verificação de serviço – Residencial Julieta;
- Procedimentos executivos – Residencial Julieta.

7.2 Relatórios Técnicos, de Ensaios e de Auditorias

Os relatórios que complementam esse documento são:

- Relatório de ensaio RLT.DSP-099.22-02, relativo ao ensaio de resistência a impactos de corpo mole, Tecomat Engenharia, fevereiro/2022;
- Relatório de ensaio RLT.DSP-100.22-00, relativo ao ensaio de resistência a impactos de corpo duro, Tecomat Engenharia, fevereiro/2022;
- Relatório de ensaio RLT.DSP-101.22-00, relativo ao ensaio de resistência a solicitações transmitidas de portas para paredes, Tecomat Engenharia, fevereiro/2022;
- Relatório de ensaio RLT.DSP-101.22-00, relativo ao comportamento de parapeito do sistema Coffor, Tecomat Engenharia, fevereiro/2022;
- Relatório de ensaio RLT.DSP-558.22-00, relativo à determinação da capacidade de suporte das paredes do sistema Coffor a cargas suspensas, Tecomat Engenharia, fevereiro/2022;
- Relatório de ensaio N° 4853/2022, relativo à determinação do tempo de resistência ao fogo do sistema Coffor, UNISINOS - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, julho/2022;

- Relatório de ensaio RLT.DSP-103.22-00, relativo à verificação da estanqueidade à água proveniente de chuvas do sistema Coffor, Tecomat Engenharia, fevereiro/2022;
- Relatório técnico RLT.DSP-573.22-00, relativo à avaliação do desempenho térmico do sistema Coffor por simulação computacional, Tecomat Engenharia, setembro de 2022;
- Relatório técnico RLT.DSP-723.23-00, relativo à avaliação da condensação por simulação computacional do sistema Coffor, Tecomat Engenharia, outubro/2023;
- Relatório de ensaio RLT.DSP.AVI-011.22-00, relativo ao ensaio para determinação do D_{nTw} (Diferença padronizada de nível ponderada de paredes interna) do sistema Coffor, Tecomat Engenharia, fevereiro/22;
- Relatório de ensaio nº 4842/2022, relativo ao índice de redução sonora ponderado (R_w) do sistema construtivo Coffor. UNISINOS - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, julho/2022.
- Parecer técnico PhD 235/2019, relativo à Durabilidade do sistema Coffor, PhD Engenharia, outubro/2021;
- Relatório de ensaio Nº 4841/2022, relativo à determinação do comportamento do sistema Coffor à ação de calor e choque térmico, UNISINOS - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, julho/2022.
- Relatório de auditoria técnica inicial RLT.TCN-1433.21-00, relativo à auditoria técnica realizada entre 26/10/21 e 27/10/21, Tecomat Engenharia, novembro/2021;
- Relatório de auditoria técnica inicial RLT.DSP-149.22-00, relativo à auditoria técnica realizada entre 20/01/22 e 21/01/22, Tecomat Engenharia, março/2022.

7.3 Referências normativas

- ABNT NBR 5628 – Componentes construtivos estruturais – Ensaio de resistência ao fogo;
- ABNT NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto;
- ABNT NBR 6120 – Ações para o cálculo de estruturas de edificações;
- ABNT NBR 6123 – Forças devido ao vento em edificações;
- ABNT NBR 6355 – Perfis estruturais de aço formados a frio - Padronização;
- ABNT NBR 7008-1 – Chapas e bobinas de aço revestidos com zinco ou liga de zinco-ferro pelo processo contínuo de imersão a quente – Parte 1 - Requisitos;
- ABNT NBR 7480 – Aço destinado às armaduras para estruturas de concreto armado - Requisitos;
- ABNT NBR 8953 – Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência;
- ABNT NBR 14718 – Esquadrias – Guarda-corpos para edificação – Requisitos, procedimentos e métodos de ensaio;

- ABNT NBR 15220-3 – Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social;
- ABNT NBR 15575-1 – Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais;
- ABNT NBR 15575-4 – Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE;
- ABNT NBR 16055 – Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos;
- ABNT NBR 16965 – Ensaio de resistência ao fogo de elementos construtivos – Diretrizes gerais;
- ABNT NBR NM 67 – Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone;
- ABNT NBR ISO 717-1 – Acústica – Classificação de isolamento acústico em edificações e elementos de edificações;
- ISO 10140-2 – Acoustics – Laboratory measurement of sound insulation of Building elements;
- ABNT NBR ISO 16283-3 – Acústica – Medição de campo do isolamento acústico nas edificações e nos elementos de edificações – Parte 3: Isolamento de fachada a ruído aéreo;

8. Condições de emissão do DATec

Este Documento de Avaliação Técnica, DATec, é emitido nas condições descritas, conforme Regimento Geral do SINAT – Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de Produtos Inovadores, Capítulo VI, Art. 20:

- a) o Proponente é o único responsável pela qualidade do produto avaliado no âmbito do SINAT;
- b) o Proponente deve produzir e manter o produto, bem como o processo de produção, nas condições de qualidade e desempenho que foram avaliadas no âmbito do SINAT;
- c) o Proponente deve produzir o produto de acordo com as especificações, normas e regulamentos aplicáveis, incluindo as Diretrizes SINAT;
- d) o Proponente deve empregar e controlar o uso do produto, ou sua aplicação, de acordo com as recomendações constantes do DATec concedido e literatura técnica da empresa;
- e) a ITA e as diversas instâncias do SINAT não assumem qualquer responsabilidade sobre perda ou dano advindos do resultado direto ou indireto do produto avaliado.

A Proponente GCE/SA. compromete-se a:

- a) manter o produto, Sistema Construtivo GCE de paredes de concreto moldadas no local com forma metálicas Coffor incorporadas, seus componentes e o processo de produção alvo deste DATec no mínimo nas condições gerais de qualidade em que foram avaliados neste DATec, elaborando projetos específicos para cada empreendimento;
- b) produzir o produto de acordo com as especificações, normas técnicas e regulamentos aplicáveis;
- c) manter a capacitação da equipe de colaboradores envolvida no processo;
- d) manter assistência técnica, por meio de serviço de atendimento ao cliente/construtora e ao usuário final.

O produto deve ser utilizado de acordo com as instruções do produtor e recomendações deste Documento de Avaliação Técnica.

O SINAT e a Instituição Técnica Avaliadora, no caso a Tecomat Engenharia, não assumem qualquer responsabilidade sobre perda ou dano advindos do resultado direto ou indireto deste produto.

Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat – PBQP-H

Sistema Nacional de Avaliações Técnicas – SINAT

Brasília, DF, 12 de dezembro de 2023.