

FACULDADE EVANGÉLICA DE JARAGUÁ
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

GEOVANI AIRES ASSIS DE PAULA
RAFAEL DE SOUZA TEIXEIRA

ANÁLISE DE EXECUÇÃO DE ESTRUTURA DE EPS EM RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR EM JARAGUÁ - GO

GEOVANI AIRES ASSIS DE PAULA
RAFAEL DE SOUZA TEIXEIRA

ANÁLISE DE EXECUÇÃO DE ESTRUTURA DE EPS EM RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR EM JARAGUÁ - GO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à banca examinadora do curso de Engenharia Civil da Faculdade Evangélica de Jaraguá, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro civil.

Orientador(a): **Prof. Esp. Aurélio Caetano Feliciano**

GEOVANI AIRES ASSIM DE PAULA
RAFAEL DE SOUZA TEIXEIRA

ANÁLISE DE EXECUÇÃO DE ESTRUTURA DE EPS EM RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR EM JARAGUÁ - GO

Trabalho de Conclusão de Curso DEFENDIDO e APROVADO em ____ de _____ de 201__, pela Banca Examinadora do Curso de Engenharia Civil, constituída pelos membros:

Prof. Esp. Aurélio Caetano Feliciano

- Orientador -

Prof. Msc. Joaquim Parada

- Coordenador do Curso de Engenharia Civil -

AGRADECIMENTO

Queremos agradecer primeiramente a Deus, que sem ele nada é possível, agradecer fortemente a nossas famílias que sempre acreditaram em nosso potencial e sempre nos apoiaram nas nossas decisões. Aos novos amigos desta feliz etapa em que foi vivida.

Agradecer ao nosso querido professor e orientador Esp. Aurélio Caetano Feliciano por toda orientação, atenção e dedicação em nos ajudar a construir este trabalho.

Agradecer ao Engenheiro Civil Henrique Nunes de Bastos que foi o grande responsável pela oportunidade de conhecer este método construtivo e por nos oferecer emprego juntamente com aprendizado em seu escritório e nas obras que por elas era responsável.

SUMÁRIO

RESUMO	6
1 INTRODUÇÃO	6
2 ESTUDO DE CASO	8
2.1 Preparação do terreno – Início da obra	8
2.2 Fundação	9
2.3 Paredes	11
2.4 Argamassa estrutural	16
2.5 Laje	17
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4 CONCLUSÃO	21
REFERÊNCIAS	22
ANEXO A – Check-list	23
ANEXO B – Projetos arquitetônicos	24
ANEXO C – Modelo de detalhamento de parede em EPS	32
ANEXO D – 3d e obra finalizada	33

ANÁLISE DE EXECUÇÃO DE ESTRUTURA DE EPS EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM JARAGUÁ - GO

Geovani Aires Assis de Paula¹
Rafael de Souza Teixeira²
Aurélio Caetano Feliciano³

RESUMO

Por muitas décadas os blocos cerâmicos ligados por argamassa de assentamento foram o método de vedação mais comum no Brasil. Em 1980 um novo método denominado Método Monolite foi desenvolvido por uma empresa italiana chamada Monolite, a fim de atender essas condições climáticas severas e de resistência, buscando conforto e segurança ao usuário, pois se localizava em uma região de invernos rigorosos e sujeita a terremotos. Este procedimento utiliza o núcleo de placas de Poliestireno Expandido, e as laterais são constituídas por telas de aço eletro soldadas e coberto com argamassa. Essa tecnologia veio ao Brasil na década de 90, no entanto ainda é pouco empregado nos dias atuais devido à falta de conhecimento a respeito de suas características e qualidades. O desenvolvimento deste trabalho tem como objetivo geral analisar a execução da estrutura de uma residência em um sistema construtivo em (EPS) na cidade de Jaraguá-GO e detalhar todo o método, a obtenção do material, todos os processos de montagem, além de apontar as vantagens e desvantagens da utilização do EPS na construção civil. Por intermédio da confecção deste trabalho final de graduação foi possível afirmar que este novo método construtivo proporciona melhorias na qualidade da construção civil, e o profissional engenheiro civil é o principal responsável intermediador das tecnologias disponibilizadas pelo mercado. Por se tratar de um processo construtivo inovador, esta tecnologia, quando definida sua utilização em um projeto, seja estrutural ou arquitetônico, deve ressaltar as características, propriedades do material, as limitações e dimensões dos painéis, não se admitindo adaptações futuras, o que impacta diretamente os princípios da utilização deste método na construção. A realização da obra desenvolvido para execução em painéis monolíticos de EPS pré-fabricados explica a importância do conhecimento do sistema construtivo destinado a obra, para que o projeto esteja ajustado com informações relacionadas à empresa fornecedora das peças pré-fabricadas e à empresa de execução. Destacando-se a importância da adequabilidade do projeto as necessidades da tecnologia construtiva, visando as limitações e potencialidades da mesma.

Palavra-chave: Método Construtivo; EPS (Poliestireno Expandido); Paredes de EPS.

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Civil – Faculdade Evangélica de Jaraguá. E-mail: geovani_airesdepaula@hotmail.com.

² Acadêmico do curso de Engenharia Civil – Faculdade Evangélica de Jaraguá. E-mail: rrafael_st@hotmail.com.

³ Professor, especialista, orientador do curso de Engenharia Civil – Faculdade Evangélica de Jaraguá. E-mail: aureliocfeng@gmail.com.

1 INTRODUÇÃO

Por muitas décadas o método construtivo de vedação mais utilizado no Brasil foram os blocos cerâmicos ligados por argamassa de assentamento. Portanto a população habituou-se ao seu tempo de construção, seus resíduos gerados, sua grande movimentação de materiais e com esta especialidade de mão de obra.

O Brasil é um país que se encontra entre as principais economias do mundo com grandes tendências a crescer. Todos os setores do país estão em crescimento e desenvolvimento, o que torna necessário o investimento na infraestrutura do país. Ao se focar obras construtivas, tende-se a buscar novos sistemas construtivos que englobem rapidez, economia, eficiência, sustentabilidade, resistência e durabilidade.

Uma empresa italiana chamada Monolite desenvolveu um novo método, denominado Método Monolite, na década de 80, em uma região de invernos rigorosos e sujeita a abalos sísmicos, a fim de atender essas condições climáticas severas e de resistência, buscando conforto e segurança ao usuário. Este método utiliza o núcleo de placas de Poliestireno Expandido, e as laterais são compostas por telas de aço eletro soldadas e revestidas com argamassa. Chegou ao Brasil na década de 90, porém é ainda pouco utilizado nos dias atuais (BERTOLDI, 2007).

Fato que influencia a sua pouca procura no mercado é por ser pouco popularizado, ainda que seja uma boa alternativa, englobando várias qualidades como: resistência, desempenho térmico, diminuição de tempo de execução, facilidade de aplicação, assim diminuindo o tempo gasto com mão de obra e a diminuição dos resíduos da obra, destacando-se que grande quantidade dos resíduos são reaproveitados.

O atraso do aprimoramento técnico vem da dificuldade de se inserir ao público novas tecnologias na construção civil, isto por motivos culturais, onde a maioria da população já está acostumada com a tal forma de construção em que já está consolidada, no caso o de bloco cerâmico. Outro fator deve-se também a falta da mão de obra especificada e a pouca flexibilidade do setor da construção civil a aceitação de métodos construtivos.

Apresenta versatilidade de uso, podendo atender até os projetos mais dinâmicos, aumento na produtividade do canteiro de obras, baixo impacto ambiental e boa durabilidade, unindo serviço com a boa qualidade de produto (ABRAPEX, 2000).

Segundo Alves (2015) EPS é uma sigla internacional do Poliestireno Expandido melhor conhecido como ISOPOR® marca registrada da Kanuf Isopor LTDA. É um material resultante do petróleo decorrente da polimerização do estireno em água. O material no estado compacto o EPS é um material rígido, incolor, transparente e de peso leve. Foi descoberto na Alemanha em 1949 pelos químicos Fritz Stasny e Karl Buchholz.

Os derivados de EPS são inodoros, não poluentes, fisicamente estáveis, são totalmente reaproveitáveis e recicláveis e podem voltar à ser matéria-prima novamente. (ABRAPEX,2000).

Segundo Amianti (2005) o processo de transformação da matéria-prima em poliestireno expandido acabado é realizado em três fases:

- A pré-expansão onde o material é colocado em máquinas especiais os pré – expansor, com o vapor de água, o agente expansor incha o poliestireno deixando o seu volume cerca de 50 vezes maior que o original. Resultando em partículas granulares de EPS, que é armazenado para estabilização.
- O Armazenamento Intermediário é a fase de estabilização do material, onde o granulado de EPS esfria criando espaços dentro das células. E é neste processo que o espaço dentro das células é preenchido por ar.

- A moldagem, após o material ter sido estabilizado é colocado em formas e mais uma vez exposto a vapor de água, em um câmara totalmente vedada onde é aplicado o vácuo. As pérolas expandem-se e moldam-se no formato desejado e como elas estão submetidas ao calor e dentro de um recipiente vedado suas esferas expandidas se unificam, se tornando leve, com significativa dureza e com grande quantidade de ar.

As malhas que fazem parte dos painéis construtivos são segundo (ALVES, 2015), são feitas com aço de alta resistência, com tensão superiores a 600 MPa, com limite de escoamento de 600 N/mm² e limite de ruptura de 680 N/mm². O aço a ser usado poderá ser do tipo comum, assim obtendo um material resistente a corrosão, garantindo a estabilidade e integridade no decorrer do tempo.

O objetivo principal da utilização destes reforços é tornar a estrutura única, unindo toda a montagem e reforçar possíveis pontos críticos da estrutura, como os vãos que são abertos para portas e janelas. Onde são utilizados três tipos de reforços feitos com arame de aço galvanizado sendo eles reforço “liso”, reforço “U” e reforço “L”.

O reforço liso é usado para reforçar as concentrações de esforços que estão presentes nas aberturas de portas e janelas. Reforço U é usado em todo perímetro das aberturas evitando assim que o revestimento dos painéis seja aplicado diretamente no EPS. Reforço L aplicado em todo encontro de paredes perpendiculares (ALVES, 2015).

O Brasil segundo Alves (2015) recicla cerca de 35% do EPS que consome anualmente, esta porcentagem se compara com o dos países desenvolvidos da Europa. Percebe-se a falta de interesse na população em tornar este número ainda maior.

Após ser reciclado e tratado, o EPS volta ao seu estado natural, e a Construção Civil é o mercado que utiliza a maior quantidade de EPS reciclado, chegando a 80%. Utilizado em telhas termo acústicas, lajotas, concreto leve, decks de piscinas e dentre várias outras opções. Mas com este novo método construtivo que surgiu no mercado, onde se utiliza as canaletas em EPS, os painéis em EPS (paredes), e toda a base da laje em EPS, estes números podem crescer. E com o crescimento deste método, a reciclagem e a utilização deste material reciclado está aumentando cada vez, melhorando o desenvolvimento do país, pois é um método construtivo eficiente, que os resíduos da obra são reciclados e reutilizados, de modo, gerando empregos, preservando o meio ambiente e respondendo positivamente a economia.

O desenvolvimento deste trabalho tem como objetivo geral analisar a execução da estrutura de uma residência em um sistema construtivo em (EPS) na cidade de Jaraguá-GO. Onde será feito uma análise e o detalhamento de todo o método construtivo, a obtenção do material, todos os processos de montagem.

Também serão apontadas as vantagens e desvantagens da utilização do EPS na construção civil, parâmetros que caracterizam o desempenho térmico do sistema de vedação em EPS na edificação. Analisar a facilidade de manuseio é fundamental, e devido as suas características de leveza e resistência, o painel é manuseado por um funcionário apenas, o que acelera a montagem, diminuindo os custos.

2 ESTUDO DE CASO

2.1 Preparação do terreno – Início da obra

Para dar início a uma construção é preciso ter toda uma preparação do terreno, incluindo, por exemplo: verificação da necessidade de limpeza deste, nivelamento quando necessário, providenciar água e energia, entre outros. É necessária, antes do início da obra a adequação a fim de que se instale o canteiro de obras e sua execução, de acordo com o planejado pelo engenheiro.

Este estudo de caso que será realizado na cidade de Jaraguá-GO, em um terreno totalmente despreparado para que se desse início a obra como é mostrado na figura 01.

Figura 1 - Terreno inicial



Fonte: Próprio autor, 2018.

Nem todo terreno é perfeitamente plano, a maioria são desnivelados. Neste caso, para a construção da residência, foi necessário contratar uma empresa de terraplanagem para deixá-lo no nível desejado pelo engenheiro que executou a obra como é citado no item 1.1 do anexo A. Havia um grande desnível no terreno, por isso foi necessário retirar terra do fundo do lote e aterrar a frente com uma pá-mecânica. A terra excedente foi transportada e descartada por um caminhão várias vezes.

Depois do nivelamento, houve sua limpeza. Instalou-se um conjunto de tapumes no local em todas as divisas, incluindo um muro de arrime no fundo para garantindo a segurança devido a retirada de terra. A construção de muro ou tapume é muito importante e necessária, e visa à segurança dos vizinhos, pedestres e até pessoas curiosas que se aproximam da obra, evitando o contato com os resíduos e maquinários da obra.

Outra etapa importante durante esses preparos iniciais é a instalação dos fornecimentos elétricos e hidráulicos. Ambas tem que seguir o padrão exigido pela concessionária local fornecedora, item 1.4 anexo A. A instalação hidráulica é pelo vulgarmente chamado de "cavelete de água", e a energia com o padrão e relógio da concessionária.

A ligação da energia é importante para o funcionamento das máquinas da obra, como betoneiras, serras de carpintaria, serras de ferragem, vibradores e demais outros equipamentos fundamentais para o andamento da obra.

Depois que o terreno estava todo organizado para começar a obra foi alugado um contêiner para servir de depósito de matérias e ferramentas, dando início a obra propriamente dita.

Figura 2 - Terreno preparado para construir



Fonte: Próprio autor, 2018.

2.2 Fundação

A fundação da residência foi composta por 21 estacas, a maioria escavada mecanicamente com um trator e trado, item 2.2 anexo A. Todas com o diâmetro de 30 cm e com a profundidade de 2,5m, valor alterado do projeto original demonstrado no anexo B. Todas estas estacas foram concretadas com armação (coluna pop 5/16) e traço de 25 MPa. Também é composta por 102 metros de viga baldrame que também utiliza a mesma armação e traço de concreto das estacas.

A forma desta viga baldrame são as canaletas de EPS, estas apresentam com a funcionalidade de impermeabilizar toda base como é citado no item 2.8 do anexo A, e também acelerar o processo na construção da base, pois as canaletas chegam aos clientes com tamanho de até 4 metros, variando a dimensão desejada.

Por isso, as canaletas apresentam a grande vantagem de diminuir a mão de obra em carpintaria e os gastos com tabuas para construir as formas da viga baldrame, que depois que são desinformadas. Elas não serão mais utilizadas, pois trincam ou envergam. As canaletas são de fácil montagem devida sua leveza e facilidade em moldar conforme as necessidades da obra. Então a utilização desde método promove uma economia grande nas fundações.

Este material, como já citado, é leve e resistente, facilitando e acelerando o desempenho da obra. Também melhoram-se muito as características do concreto por vários fatores, um deles é que o concreto necessita de água na cura para se adquirir melhor resistência, então as canaletas por serem impermeáveis vedam. Logo, a água do concreto não ascende no terreno ou infiltra nas tabuas.

Em seguida escavaram-se os locais onde seriam colocadas as estacas. Nivelou-se o terreno, com areia no fundo de cada valeta, agilizando o serviço. Em seguida deu-se a montagem das canaletas nos locais como demonstra a figura 04.

Depois de todas devidamente montadas nos locais corretos, averiguou-se seu nível. Um fato muito importante foi a introdução de um cano de 100mm na viga baldrame na saída de esgoto de cada banheiro, evitando que seja necessária a perfuração da fundação depois de pronta. Isto adiantou as instalações dos encanamentos.

Figura 3 - Montagem das canaletas



Fonte: Próprio autor, 2018.

A figura 04 mostra a canaleta preparada para receber o concreto, com em seu interior a armação amarrada e as tubulações necessárias. Estes pedaços de EPS dentro das canaletas servem como um espaçador, citado no item 2.4 do anexo A.

Figura 4 - Canaletas prontas para concretagem



Fonte: Próprio autor, 2018.

Após a concretagem de todas canaletas, retirou-se o excesso de terra dos comodos para preparação do contrapiso. A concretagem foi feita com o traço manual e, utilizou-se uma betoneira, uma vez que a obra era de pequeno porte e não requeria concreto usinado. O traço da concretagem do contrapiso é de 20MPa. A figura 05 mostra toda fundação da obra concretada, inclusive o contrapiso, somente aguardando o endurecimento do concreto por 1 dia para não haverem problemas quando começar a montagem das paredes de EPS.

Figura 5 - Contra piso concretado



Fonte: Próprio autor, 2018.

Na imagem nota-se que foram deixados somente 5 arranques necessários para os únicos pilares que haverá na obra. A utilização de paredes de EPS reduz a quantidade de pilares quase a zero, contudo, conforme requerido pelo cliente (devido a presença de grandes vãos na garagem da residência e estética), houve a necessidade de pilares robustos.

2.3 Paredes

Paredes de EPS são um produto inovador, altamente resistente e muito seguro. Desenvolvidas para resistir a terremotos. Suas especificações técnicas são: de 5 cm a 30 cm largura e 6m de altura para um único painel, variando o modelo com a partir de 15cm x 15cm na malha 3.4 até 10cm x 10cm com a malha 5.0.

A residência é composta por 87 metros corridos de paredes, com pé direito de 3 metros, totalizando 261 metros² de paredes de EPS. A montagem dos painéis é simples e rápido devido os painéis chegarem com a altura específica do projeto, neste caso com 3 metros.

O primeiro passo para montagem das paredes é a fixação de hastes de ferro 8mm de diâmetro, CA-50, com altura de 30 cm acima do nível da fundação e 10 cm engastado na fundação com espaçamento de 30 cm entre eles, estas hastes são fixadas linearmente por toda viga baldrame, exceto em vãos para portas.

Esse procedimento é realizado para anexar as paredes e fixar levantar os painéis. Esta perfuração da viga baldrame é feita por furadeira profissional e as hastes são fixadas por pressão de uma marreta, como é demonstrado na figura 06.

Figura 6 - Fixação das hastes de aço na baldrame.



Fonte: Próprio autor, 2018.

Na próxima etapa os painéis serão montados, anexando-os às hastes de aço, e alinhando conforme o prumo e esquadro especificado no projeto, item 3.3 do anexo A. Depois de montadas as paredes, são feitos os recortes dos vãos para a posterior instalação de janelas e portas.

Depois de feitos os recortes, inicia-se a montagem dos reforços. Estes serão executados com telas eletro soldadas de aço, tendo a função de fortalecer os cantos recortados. Justifica-se tal procedimento por desenvolver uma maior resistência a trincas e fissuras perto das janelas e portas, fato muito observado em residências de alvenaria convencional. Estes reforços são fixados por meio de arame recozido nº 18, torcidos. Nos encontros entre paredes é colocada armadura de reforço do tipo L em ambos os lados. O comprimento do transpasse das malhas de reforço devem ser de no mínimo 20 cm para cada extremidade, e muito bem fixadas.

Figura 7 - Reforço em forma de L no canto e de U na abertura da porta.



Fonte: Próprio autor, 2018.

O reforço de armadura tipo U formando 180° é utilizado nas aberturas de portas, janelas e extremidades livres, satisfazendo o transpasse mínimo de 15 cm nas extremidades.

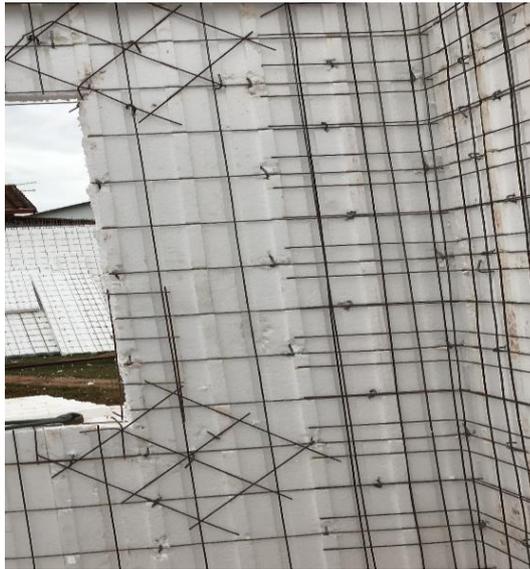
Figura 8 - Reforço em forma de U na abertura da janela



Fonte: Próprio autor, 2018.

Também são adicionadas malhas de reforços nos cantos existentes nas aberturas, alinhando num ângulo de 45° em ambos os lados, de forma oblíqua para evitar e combater deformações e fissuras. Como demonstra a figura 10.

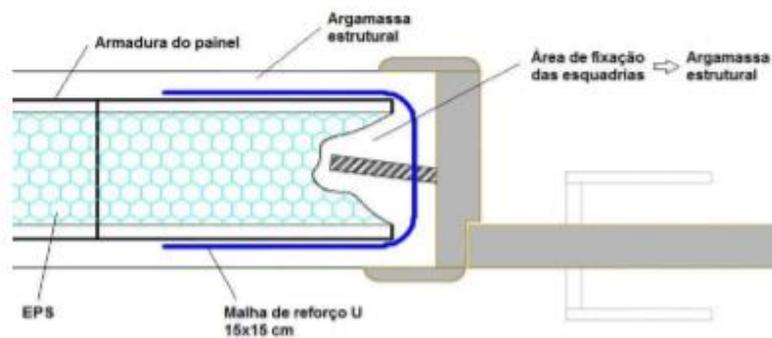
Figura 9 - Reforços de canto e lateral



Fonte: Próprio autor, 2018.

Além da aplicação das armaduras de reforço, na montagem das esquadrias é retirado parte do EPS no local onde os fixadores estarão localizados, aumentando o reforço do núcleo com argamassa estrutural (Figura 10).

Figura 10 - Fixação das esquadrias



Fonte: MEDEIROS, 2017.

Finalizada a fixação de todos os painéis e aplicação dos reforços, inicia-se a execução das instalações elétricas, hidro sanitárias e demais cabeamentos como é citado no item 3.5 do anexo A. Para tal, executa-se aberturas nos painéis (sulcos) com a utilização de soprador térmico para ser assentado os tubos, conduites e demais elementos necessários. Na figura 11 o operário está realizando o processo citado acima com o soprador térmico.

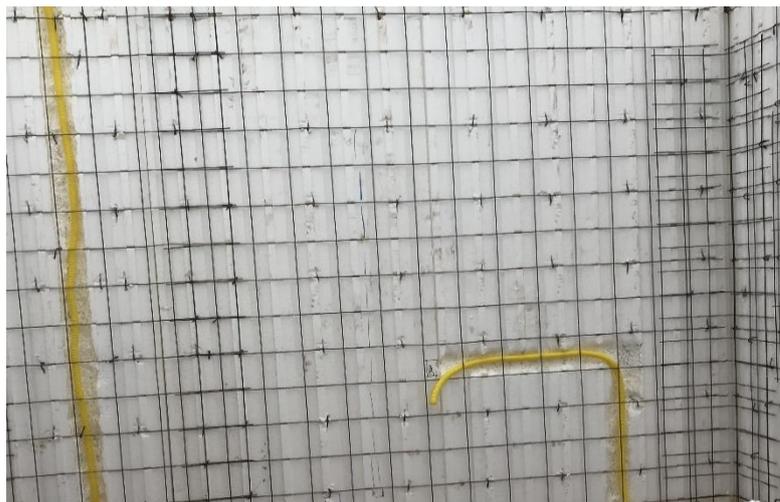
Figura 11 - Execução dos sulcos com soprador térmico



Fonte: Autores, 2018

Na figura 12 observa-se que os conduites já estão devidamente fixados nas paredes e todos os reforços já foram amarrados. Resta então a argamassa estrutural nas paredes.

Figura 12 - Conduites passados nas paredes



Fonte: Próprio autor, 2018.

A figura 13 apresenta a execução do sistema hidráulico do banheiro, neste caso se faz os sulcos antes do chapisco e a aplicação do encanamento pode ser feita antes ou após este.

Figura 13 - Montagens do sistemas Hidráulico



Fonte: Próprio autor, 2018.

Para a conclusão da montagem das paredes utilizam-se elementos de travamento para fixar os painéis montados. Nesta obra empregaram-se escoras e régua metálicas, garantindo a produtividade e ajuste. Por sua vez, as paredes devem obedecer a um perfeito alinhamento, com o prumo certo e travados de tal maneira que quando o reboco for instalado na parede, a laje for montada e promover-se a concretagem, o impacto desses fatores não provoque um desalinhamento.

Figura 14 - Travamento das pares



Fonte: Próprio autor, 2018.

2.4 Argamassa estrutural

Neste sistema construtivo, uma etapa fundamental no revestimento trata da aplicação de chapisco em toda a obra, a fim de promover a fixação do emboço. Objetivando aumentar a

produtividade da obra utilizou-se a projeção mecânica, e em um dia de serviço, com a utilização de somente um compressor de ar (maquina responsável pelo lançamento do chapisco nas paredes), deu-se toda aplicação do chapisco.

A NBR 11.173 de 06/1990 (Projeto e execução de argamassa armada – Procedimento) exige um cobrimento da armadura mínimo de 4mm em ambientes protegidos e 6mm nos não protegidos, a fim de garantir que a malha eletro soldada, de forma segura, possa desenvolver sua função estrutural sem que haja corrosão da mesma, prejudicando a obra ao passar do tempo.

O reboco é a parte final da argamassa estrutural, o acabamento. Quando se utiliza a alvenaria convencional a média de espessura desde reboco é de 10 mm, porem ele é somente um revestimento. No caso das paredes de EPS esse reboco deve ter uma espessura média de 25 mm, realizado nesta obra, pois a sua função estrutural é fundamental na resistência das paredes, citado no item 3.6 do anexo A. Outro fator a ser ressaltado é o traço desta argamassa estrutural, 20MPa.

Figura 15 - Paredes travadas e chapiscada.



Fonte: Próprio autor, 2018.

2.5 Laje

A residência é composta por 120 m² de laje, onde foi usado o método de laje fácil composta de EPS. Na aplicação deste método todas as paredes já estavam rebocadas e com as instalações devidamente instaladas, previsto no item 4.3 do anexo A.

Devido às dificuldades da laje convencional, optou-se por desenvolver a laje fácil de EPS, com uma de espessura 10 cm, e dimensões de 1,20 x 4,00m, com principal objetivo de ser a forma da viga. Neste método de laje as treliças (vigas) são concretadas juntamente com a laje que já vem com as formas como demonstra a figura 16.

Figura 16 - Montagens e concretagem da laje.



Fonte: Próprio autor, 2018.

Com a laje fácil o processo da concretagem é único evitando patologias e acidentes, assim interferindo diretamente na resistência da laje, como é afirmado no item 4.7 do anexo A. Este método traz o aumento da resistência evitando rachaduras e trincas, ganhando velocidade na construção, uma vez que o EPS é leve e atinge longos vãos, resultando num aumento significativo da produtividade na mão de obra.

Em uma laje pode se ressaltar que o escoramento é parte fundamental da laje, onde neste caso foi utilizado o espaçamento de 80 cm entre uma escora e outra ressaltado pelo item 4.1 do anexo A, tendo a total garantia que o material utilizado no escoramento resistirá ao peso lançado. E para finalizar a laje foi concretada com material preparado *in-loco* e resistência aproximada exigida pelo engenheiro. Conforme a NBR-15696 de 04/2009 (Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos) o escoramento foi retirado nos dias previstos no item 4.8 do anexo A.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estas paredes em EPS de são um produto inovador no ramo da construção civil, impermeável, acústico, térmico, e leve, apesar de ser uma parede estrutural. A questão estrutural é outra vantagem importante, pois este método foi criado para alta resistência de deformação e absorção de impactos, de modo que elimine possíveis patologias derivadas destas consequências. A leveza influencia muito, pois a carga por m^2 é inferior 60% quando comparado com o método de alvenaria convencional. O tempo é um fator fundamental na construção civil, de suma importância, e com a utilização das paredes este pode ser reduzido pela metade quando comparado com o método convencional segundo a Paredes Betel.

As estimativas de preço do m^2 de cada método construtivo é um fator decisivo para a definição do mesmo, mas não existe uma construção idêntica à outra, todo projeto e terreno têm suas características únicas e método construtivo adequado para que seja eficaz e executável financeiramente. Não é possível uniformizar o preço de um serviço personalizado como é o método de painéis monolíticos em EPS, somente realizar uma comparação considerando as vantagens e desvantagens e por meio da análise, determinar a opção do ideal para cada construção.

No Brasil as estruturas mais comuns são em blocos de vedação em concreto e estrutural em concreto armado é o tipo mais empregado, portanto com maior mão de obra especializada para executá-la. Já a alvenaria estrutural em EPS, necessita de um maior cuidado tanto na escolha de uma mão de obra especializada, quanto na elaboração de um projeto específico, além do mais a mesma não pode sofrer mudanças radical nas paredes estruturais, sendo que essas mudanças devem ser analisadas pelo engenheiro estrutural responsável para observar se é possível a realização das mesmas.

O ponto chave desse modelo de construção é uma obra mais rápida e eficiente conseguindo alcançar os percentuais de 12,16% de economia em custos, com tudo, esse percentual tende a diminuir quando se tem um projeto de maior complexibilidade e o projeto sendo simples o percentual pode aumentar (LUEBLE, 2018).

Comparando-o ao sistema convencional, pode-se chegar às seguintes conclusões:

- Maior agilidade aos projetos.
- Possibilita ganhos ambientais de conforto e economia em toda a sua execução e principalmente no seu, não descarte (reciclagem), permitindo que o mesmo recurso seja implementados em novos setores.
- O EPS é um plástico inerte, não tóxico, versátil e 100% reciclável.
- Fácil manejo, o que assegura uma economia de aproximadamente de 20% no prazo de construção.

O sistema de painéis monolíticos de poliestireno, é novo e inovador no Brasil, que é usado substituindo as paredes convencionais, sendo um sistema pré-fabricado, modular, leve, o painel estrutural proporcionou um novo e moderno sistema de construir, ao sintetizar as vantagens do modelo convencional, elimina vigas e pilares, pois se utiliza argamassa estrutural.

Segundo MAZUCO, 2018 com a aplicação das argamassas os painéis se tornam micro pilares, ao longo das paredes derivando em edifícios uno-líticas, resistentes a terremotos. Algumas vantagens:

- Facilidade de manuseio do material e de aplicação;
- Resistência antissísmica, tremor de terra;
- Economia de materiais, proporcionando menor custo;
- Isolamento térmico e acústico;

- Versatilidade de projeto possibilitando assumir formas diferentes;
- Canteiro limpo, fácil limpeza do local, pois gera menos resíduos.

O emprego dos painéis monolíticos no ramo da construção civil tem ligeira vantagem sobre às alvenarias e vedações convencionais, um dos fatores que torna isso possível é que a montagem é facilitada, resultando em uma alta produtividade na execução. O EPS é utilizado também nas lajes, blocos este por sua vez possui sucros e linhas salientes, resultando uma maior resistência na concretagem e aderência. Também contribui para um melhor uso da eletricidade, promovendo maior isolamento térmico da edificação gerando economia de energia.

Pontos positivos relevantes:

- Diminui as cargas nas fundação;
- Lajes em EPS se tornam leves;
- A mão de obra mesmo precisando de treinamento para a executar os serviços se torna barato, pois a execução é rápida;
- Fácil de manusear e transportar;
- Maior aderência dos revestimentos;
- Proporciona a cura certa do concreto.

4 CONCLUSÃO

Através da construção deste trabalho final de graduação espera-se validar os objetivos discutidos inicialmente, que propõem o estudo de caso da análise de uma residência com o Método Monolite, fundamentado em analisar o sistema estrutural em EPS, apontar as principais vantagens, e realizar um *check-list* apontando as principais etapas da execução de uma obra, buscando melhorias na qualidade da construção civil.

A análise do desempenho estrutural desta obra atendeu o objetivo principal deste trabalho que emprega a tecnologia de um novo método construtivo a um projeto estrutural e arquitetônico. Através deste estudo de caso é possível apontar as características e benefícios que este método possui, detalhando por partes de como é realizada a montagem dos painéis monolíticos de EPS. E as características do Método Monolite, permitiram uma visão ampla do potencial deste novo método construtivo que se tem a metodologia construtiva menos conhecida, porém a execução é simples e a obra se torna rápida e limpa se comparado com o método construtivo convencional.

É possível concluir que o Sistema Monolite é muito eficaz em obras que as edificações são compostas de estruturas simples e com apenas o uso de paredes sanduíche como peças estruturais, diminuindo assim o custo da edificação. E o Engenheiro Civil é o principal intermediador de novas tecnologias construtivas com o a população, buscando eficiência, qualidade, conforto, resistência, redução de custos e redução de impactos ambientais, dentre vários outros.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.

_____-ABNT. NBR 15696: **Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto — Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos**. Rio de Janeiro, 2009.

ABRAPEX / PINI, **Manual de utilização do EPS na Construção Civil**, São Paulo.

ABRAPEX – **O EPS na Construção Civil**. São Paulo. 1998.

ALVES, J. P. de O. **Sistema construtivo em painéis de EPS**. Brasília, DF. 2015. Disponível em:

<https://repositorio.ucb.br/jspui/bitstream/123456789/8028/1/Jo%C3%A3oPauloDeOliveiraAlvesTCCGRADUACAO2015.pdf>. Acesso em: 11 abril. 2019, 16:05.

BARRETO, M. N. **Casa EPS: edifício residencial em painéis monolíticos de poliestireno expandido**. Natal, RN. 2017. Disponível em:

http://monografias.ufrn.br:8080/jspui/bitstream/123456789/6379/1/CasaEPS_Barreto_2017.pdf. Acesso em: 02 maio. 2019, 09:02.

BERTOLDI, R. H. **Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis**. Florianópolis, SC. 2007. Disponível em:

<https://core.ac.uk/download/pdf/303708145.pdf>. Acesso em 01 maio. 2019, 11:09.

LUEBLE, A. R. C. P, 2004 - **Construção de Habitação Com Paineis de EPS e argamassa armada**. 2004. (1) UNERJ - Centro Universitário de Jaraguá do Sul. Acesso em 20 de abril de 2019, 20:01.

MAZUCO, Rafael; LIMA, Matheus. **Painéis monolíticos em eps na construção civil**.

Bragança Paulista, SP. 2018. Disponível em:

<http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/3105.pdf>. Acesso em: 28 de abril. 2019, 16:02.

SIQUEIRA, T. E. **Análise de desempenho e custos de sistemas de vedação em EPS**. Pato Branco, PR. 2017. Disponível em:

http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8614/1/PB_COECI_2017_1_16.pdf. Acesso em: 18 março. 2019, 13:55.

ANEXO A – Check-list

CHECK-LIST			
ITEM	DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DA OBRA		
1	TERRENO	SIM	NÃO
1.1	Houve devida preparação do terreno?		
1.2	Foi necessário limpeza mecanizada do terreno?		
1.3	Houve ligação de água e energia na obra?		
1.4	A ligação de água e energia foram feitas conforme exigências das concessionaras?		
2	FUNDAÇÃO	SIM	NÃO
2.1	As locações das estacas estão em conformidade com o projeto.		
2.2	Todas as estacas foram escavadas mecanicamente?		
2.3	A profundidade e as escavações estão sendo executadas dentro das dimensões de projeto.		
2.4	As armações lançadas nas estacas estão com as barras limpas, com espaçadores e bitolas conforme projeto.		
2.5	Na armação, os espaçadores instalados irão garantir o cobrimento mínimo prescrito na NBR 6118.		
2.6	Montagens das canaletas		
2.7	As barras de aço estão limpas antes de serem colocadas nas fôrmas.		
2.8	Houve impermeabilização das canaletas?		
2.9	A concretagem das canaletas foi executada somente em uma etapa?		
2.10	A concretagem do contra-piso foi executada somente em uma etapa?		
2.11	O projetista de fundação acompanhou parte dos serviços executados.		
2.12	Foram coletados corpos de prova para análise de resistência do concreto lançado nas fundações e blocos.		
3	PAREDES	SIM	NÃO
3.1	A locação dos eixos das paredes está conforme projeto.		
3.2	Foram realizado todas as montagens das paredes?		
3.3	Foram verificados os prumos nos pontos principais da obra, cantos externos, pilares.		
3.4	A especificação (seção) dos cabos elétricos instalados está em conformidade com o projeto elétrico.		
3.5	Todas as instalações elétricas, hidráulicas, gás e esgoto foram revisadas antes do início do revestimento.		
3.6	A execução de chapisco ou reboco ultrapassou as espessuras permitidas e especificadas em projeto?		
3.7	Foi utilizado aditivos impermeabilizantes nas áreas externas?		
4	LAJE	SIM	NÃO
4.1	O escoramento realizado na laje está conforme projeto.		
4.2	As fôrmas e armaduras foram verificadas e estão conforme projeto.		
4.3	As tubulações de elétrica e hidráulica embutidas no concreto estão conforme projeto.		
4.4	O EPS está sendo armazenado em lugar adequado.		
4.5	A montagem do EPS da laje foi feita corretamente?		
4.6	A montagem da ferragem foi realizada de acordo com o projeto?		
4.7	A concretagem foi concluída em uma etapa?		
4.8	Retirada das escoras após 28 dias		

Tabela 1 – Check-list

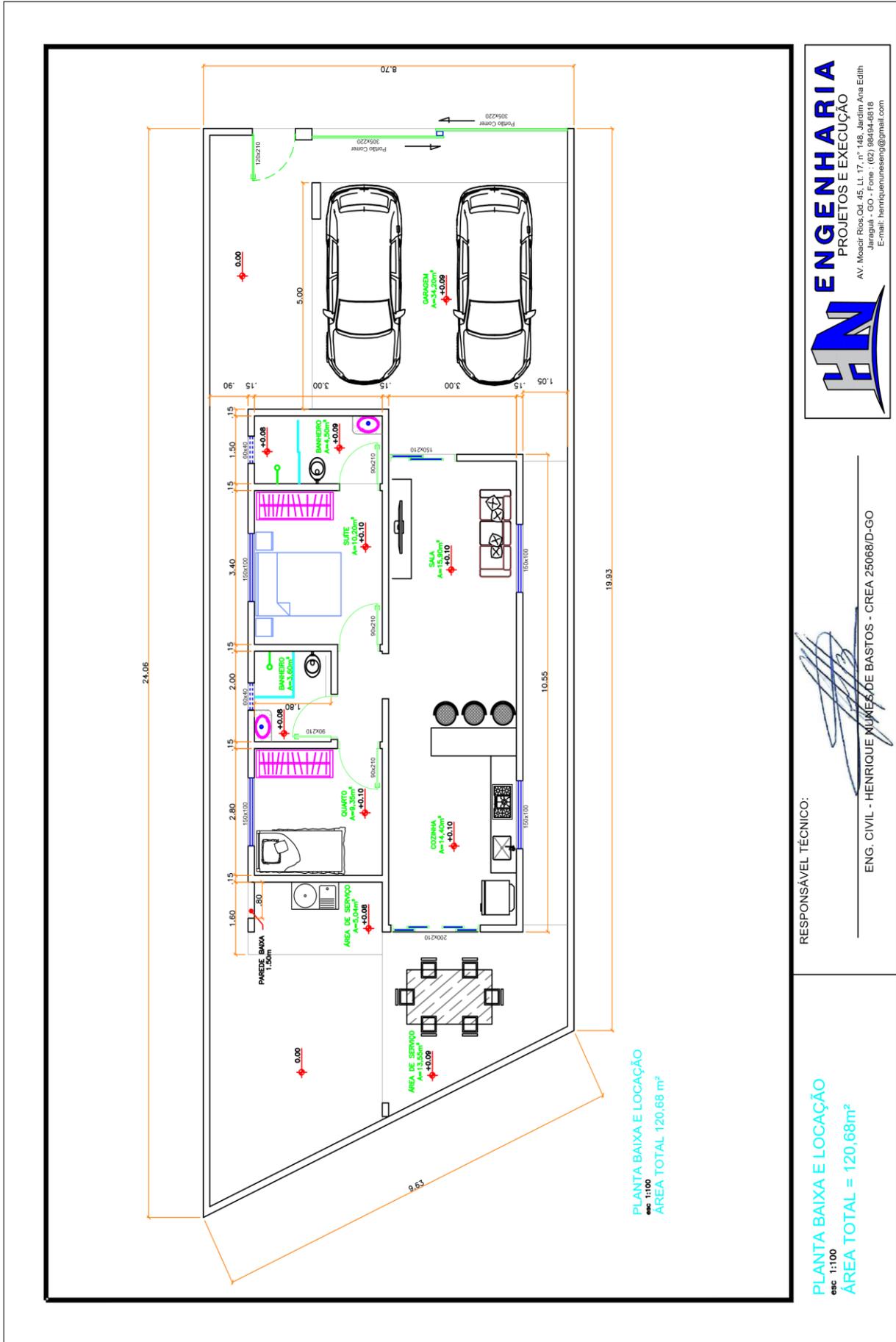


Figura 18 – Planta baixa

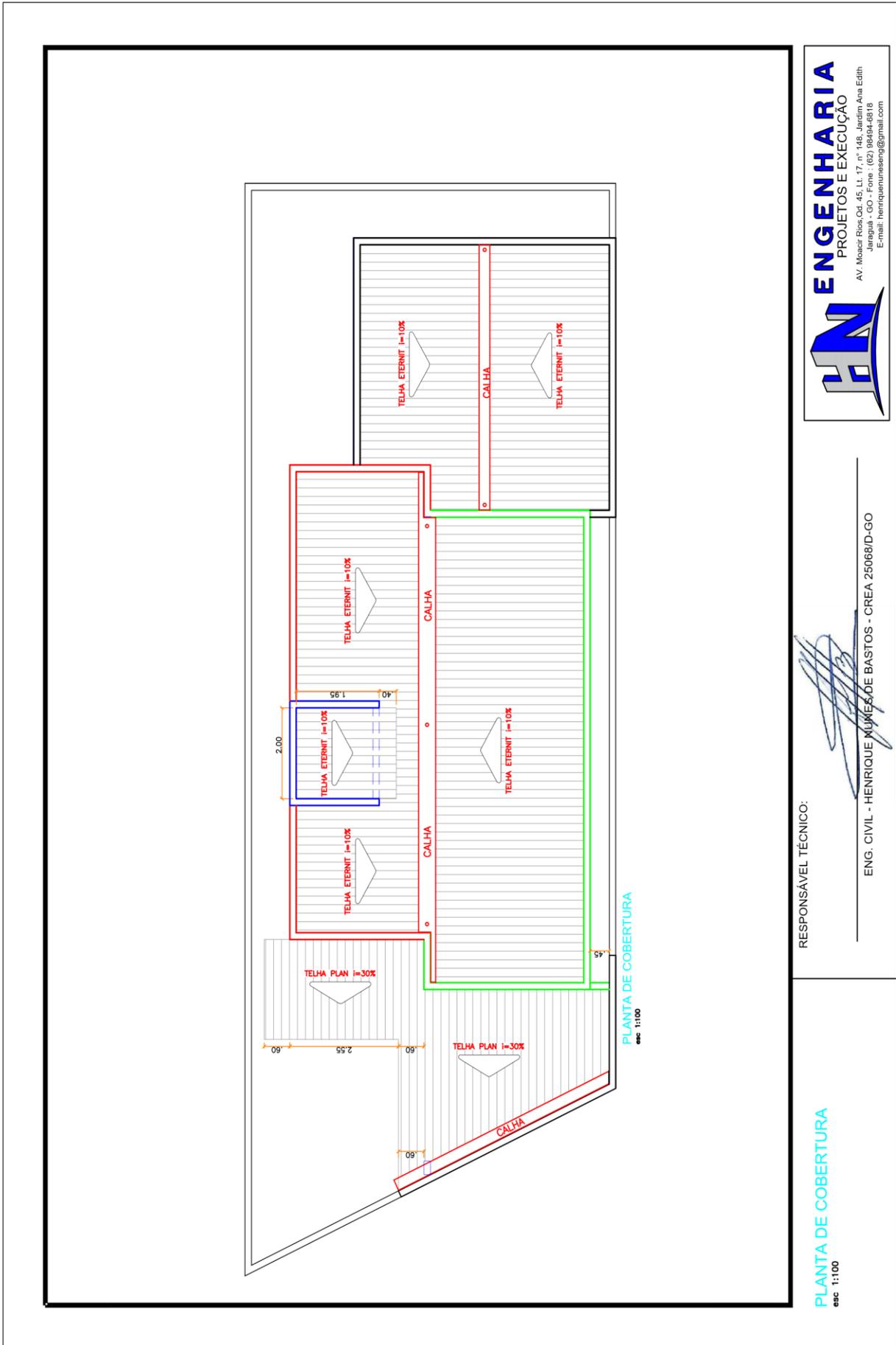
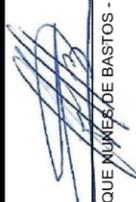


Figura 19 – Planta de cobertura

HN ENGENHARIA
 PROJETOS E EXECUÇÃO
 AV. Moisés Bica, Cid. 45, Lt. 17, nº 148, Jardim Ana Edith
 Jaraguá - GO - Fone: (62) 96494-6818
 E-mail: henriqueneeng@gmail.com

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

 ENG. CIVIL - HENRIQUE NUNES DE BASTOS - CREA 25068/D-GO

PLANTA DE COBERTURA
 esc 1:100

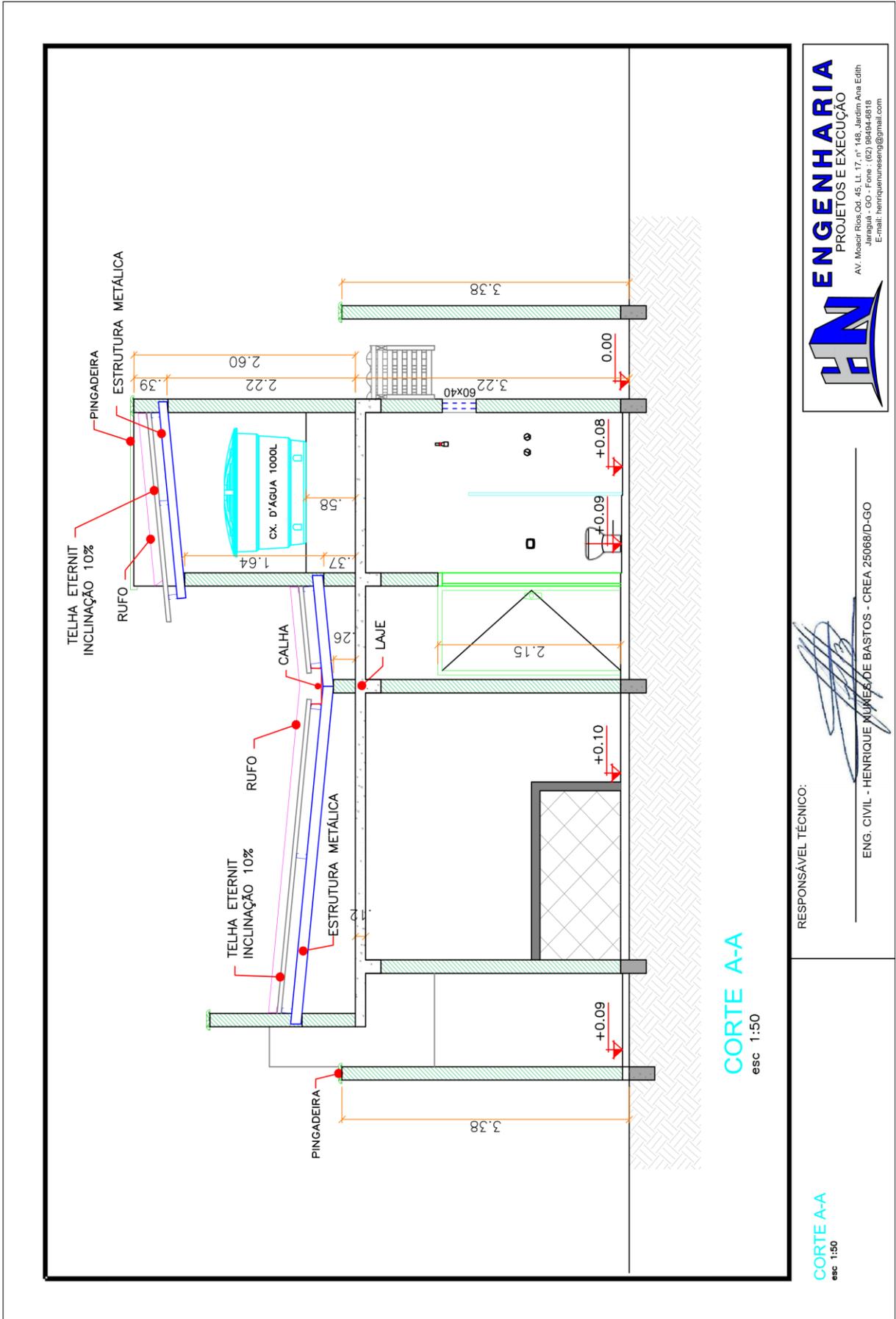
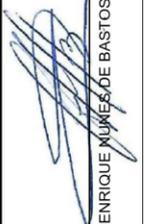


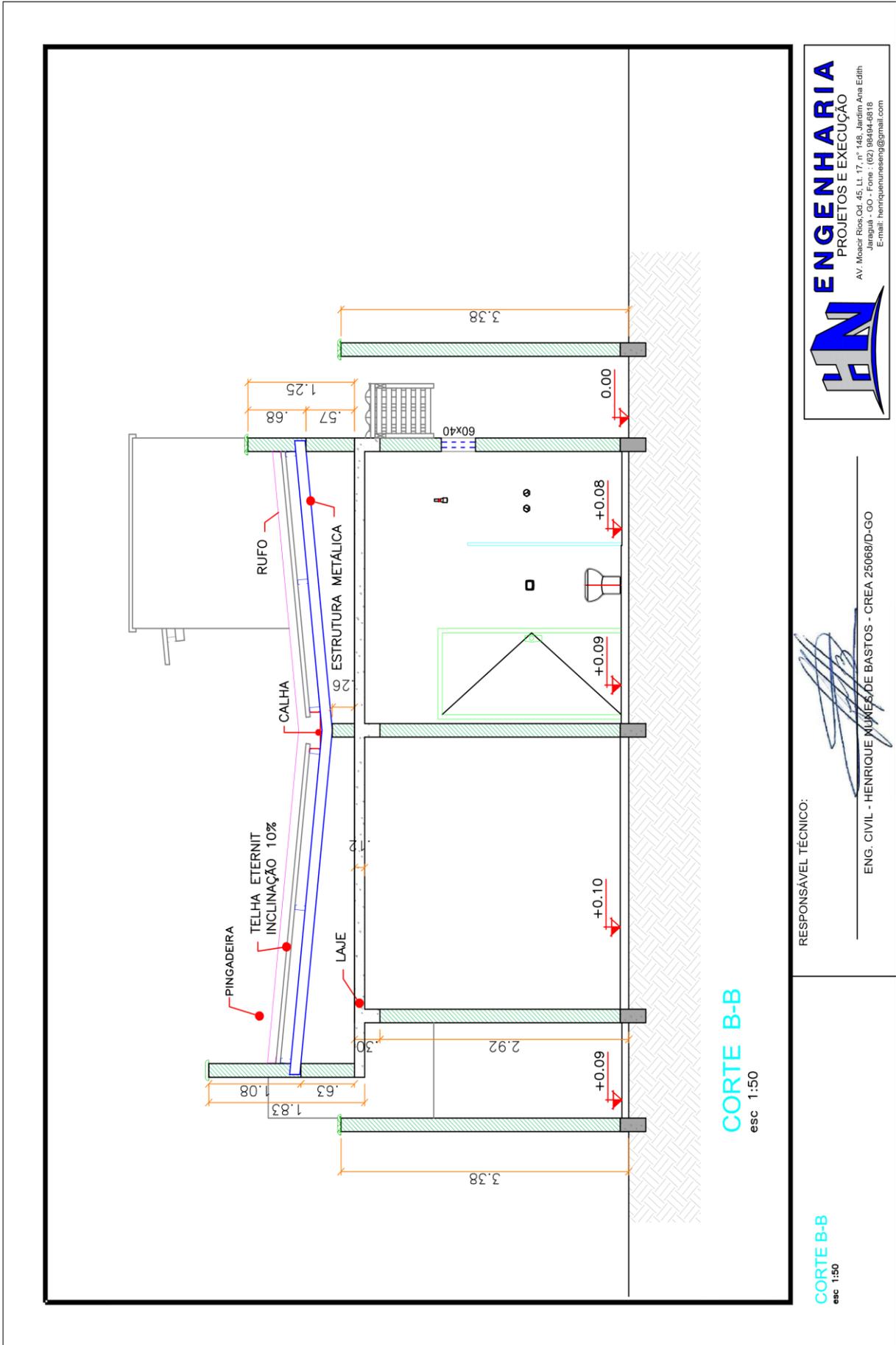
Figura 20 – Corte A-A

HN ENGENHARIA
 PROJETOS E EXECUÇÃO
 Av. Moacir Rios, Cq. 45, Lt. 77, nº 148, Jardim Ana Edith
 Jangadeira - GO - Fone: (62) 98694-4818
 E-mail: henriquenuneseng@gmail.com

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

 ENG. CIVIL - HENRIQUE NUNES DE BASTOS - CREA 25068/D-GO

CORTE A-A
 esc 1:50

CORTE A-A
 esc 1:50



CORTE B-B
esc 1:50

HN
ENGENHARIA
PROJETOS E EXECUÇÃO

AV. Moscir Reis, Od. 45, Lt. 17, nº 148, Jardim Ana Edith
Jatapuá - GO - Fone: (62) 98494-8818
E-mail: henriqueneeseng@gmail.com

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

[Handwritten Signature]

ENG. CIVIL - HENRIQUE MUXES DE BASTOS - CREA 25068/D-GO

CORTE B-B
esc 1:50

Figura 21 – Corte B-B

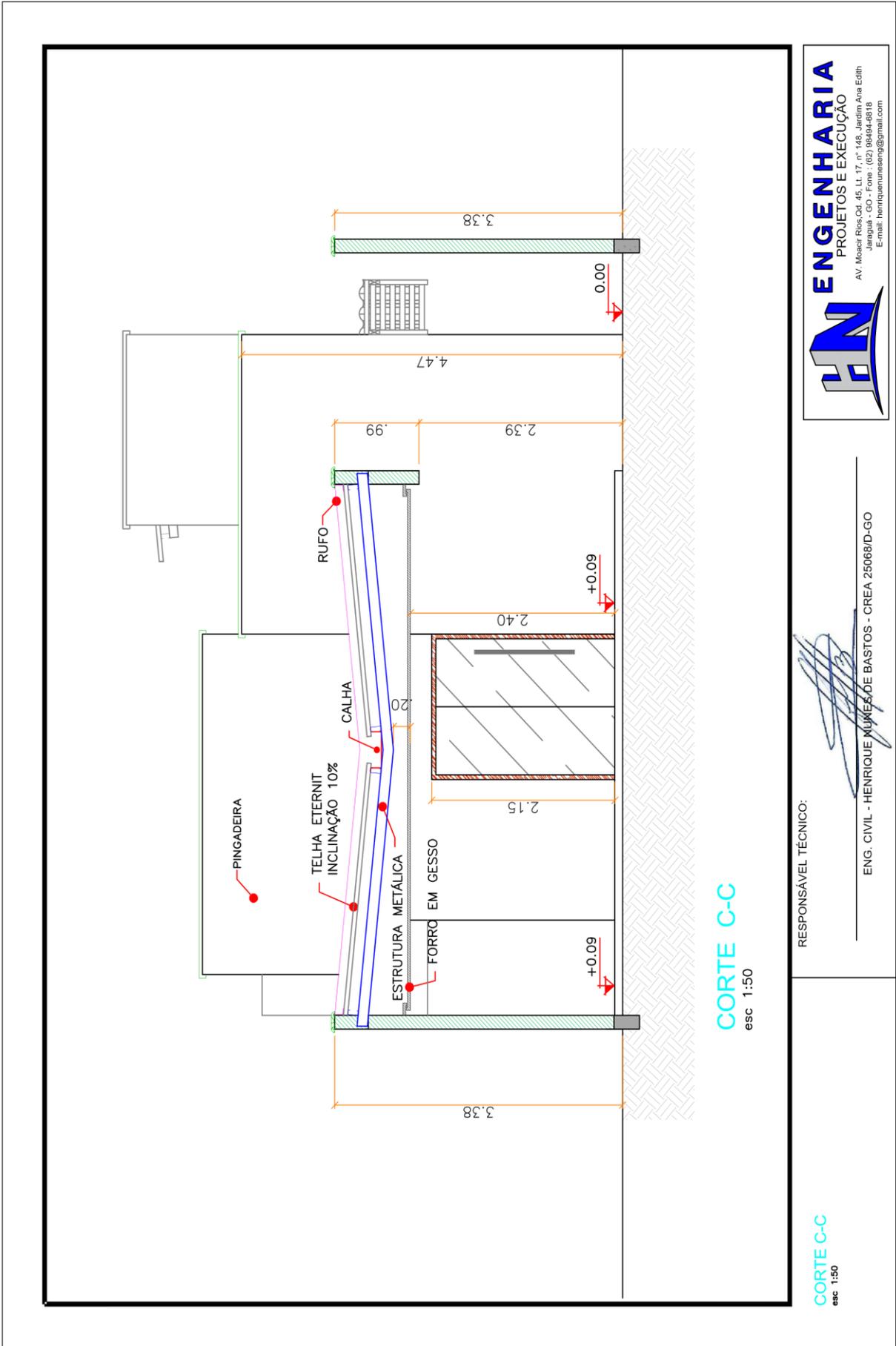


Figura 22 – Corte C-C

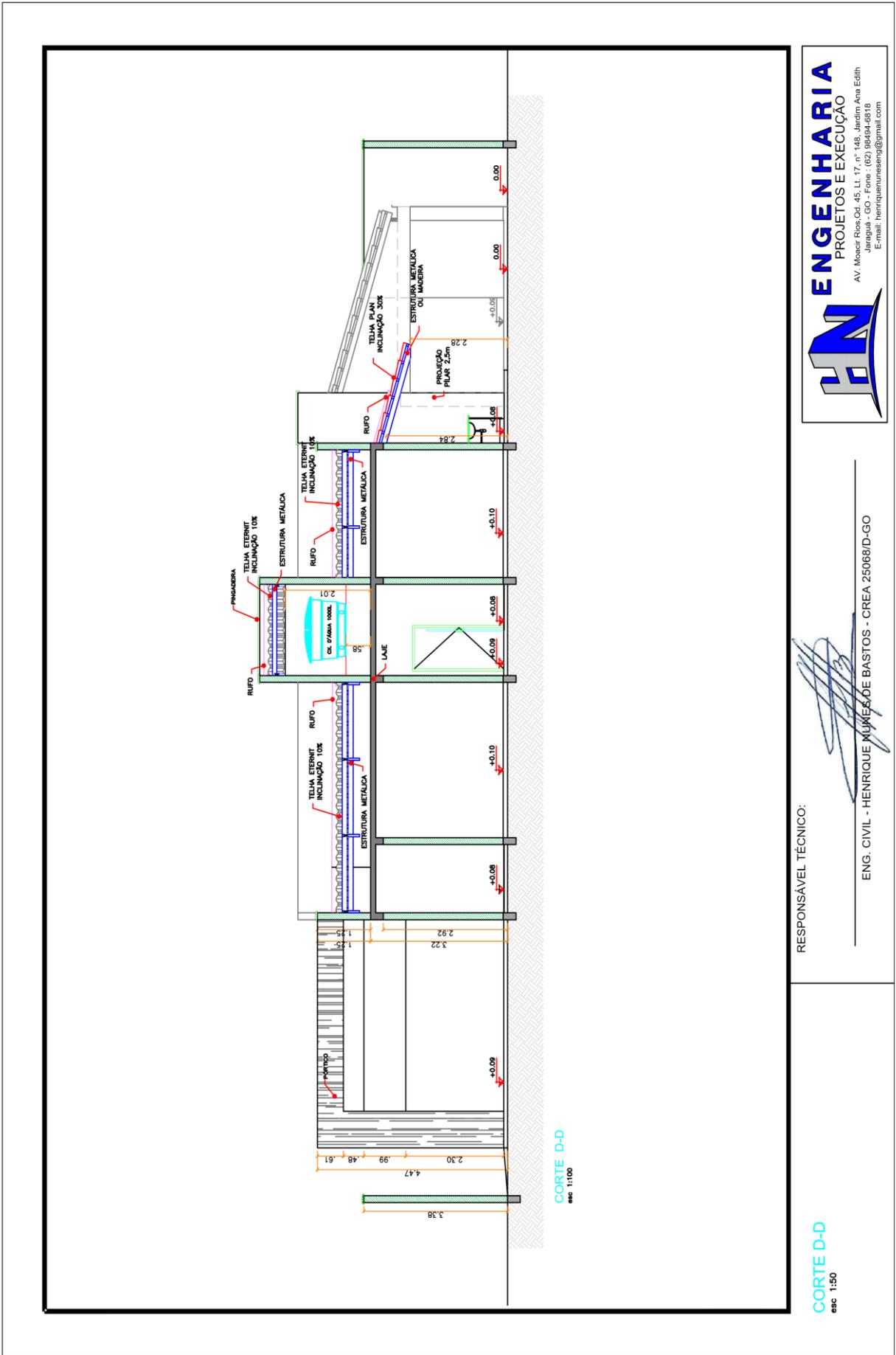


Figura 23 – Corte D-D

ANEXO C – Modelo de detalhamento de parede em EPS

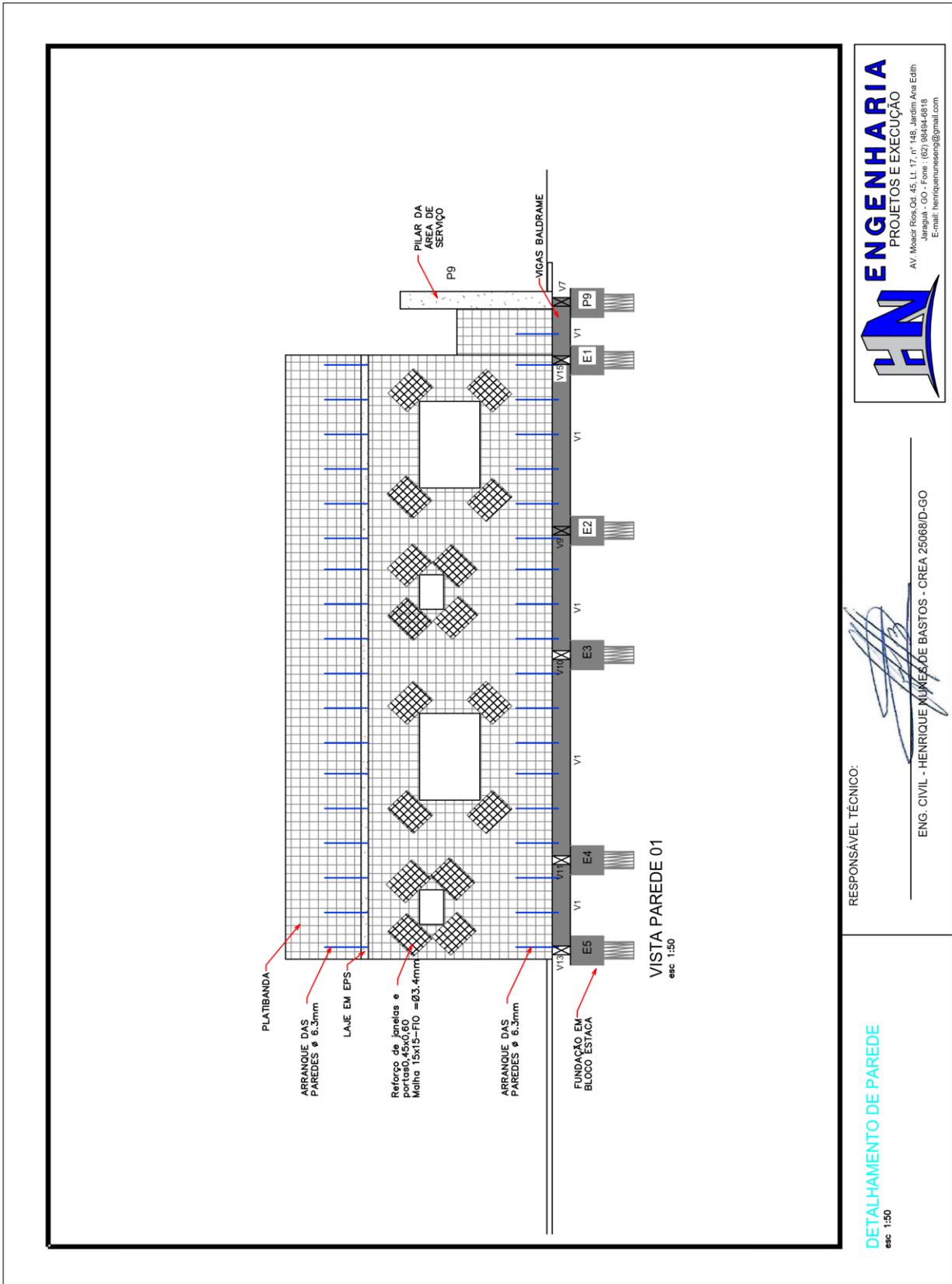
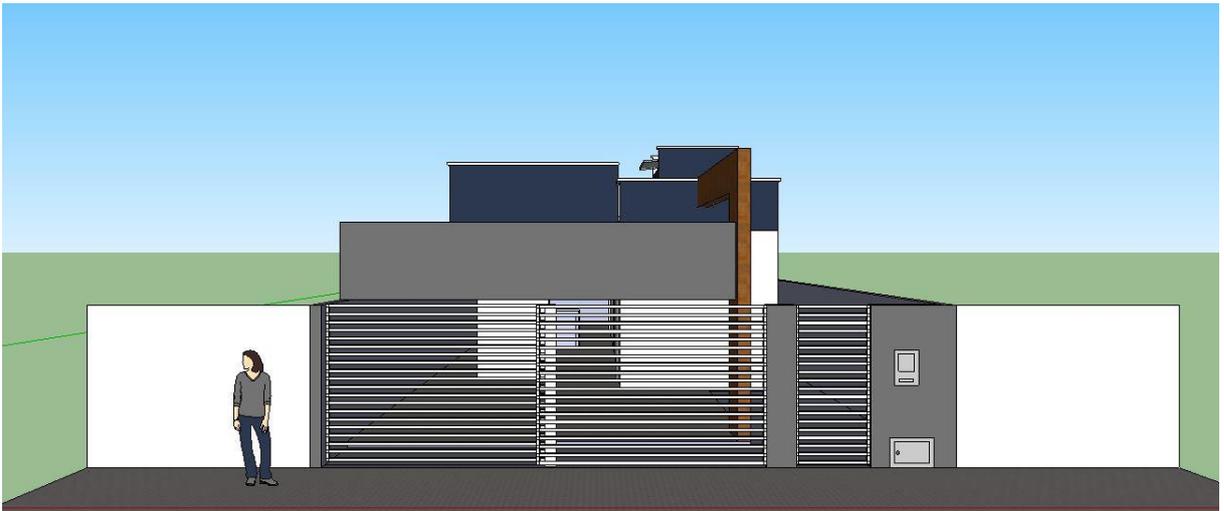


Figura 25 - Detalhamento

ANEXO D – 3d e obra finalizada**Figura 26 – Maquete eletrônica 3d****Figura 27 – Obra finalizada**