



**GUSTAVO LARA SILVA
KARINA APARECIDA MOREIRA**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A ALVENARIA
CONVENCIONAL E ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM
PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS NA CONSTRUÇÃO CIVIL
EM LAVRAS - MG**

**LAVRAS – MG
2022**

**GUSTAVO LARA SILVA
KARINA APARECIDA MOREIRA**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A ALVENARIA CONVENCIONAL E
ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS NA
CONSTRUÇÃO CIVIL EM LAVRAS - MG**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Civil, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof.(a). Dr.(a). Priscilla Abreu Pereira Ribeiro
Orientadora

**LAVRAS – MG
2022**

**GUSTAVO LARA SILVA
KARINA APARECIDA MOREIRA**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A ALVENARIA CONVENCIONAL E
ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS NA
CONSTRUÇÃO CIVIL EM LAVRAS - MG**

**COMPARATIVE STUDY BETWEEN CONVENTIONAL MASONRY AND FENCE
MASONRY WITH MONOLITHIC EPS PANELS IN CIVIL CONSTRUCTION IN
LAVRAS - MG**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Civil, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 25 de outubro de 2022.
Dra. Priscilla Abreu Pereira Ribeiro UFLA
Dr. Wisner Coimbra de Paula UFLA
Me. Giovani Salomão Teixeira UFLA

Prof.(a). Dr.(a). Priscilla Abreu Pereira Ribeiro
Orientador

**LAVRAS – MG
2022**

RESUMO

Mediante a problemas como o número de famílias que vivem em condições de moradia precárias e a necessidade de se reduzir cada vez mais os impactos ambientais causados pela construção civil, vem aumentando a busca por materiais e tecnologias construtivas mais eficientes, sustentáveis, rápidas e com custos reduzidos. Sob esta circunstância, foi feito um estudo do sistema de painéis monolíticos de poliestireno expandido (EPS) a fim de avaliar uma alternativa que atenda a essas necessidades. O sistema de painéis monolíticos de EPS é um conjunto integrado de painéis modulares, com função estrutural e/ou de fechamento, compostos por placas de poliestireno expandido pré-fabricados, montadas entre duas malhas de aço galvanizado e revestidas com argamassa. Entretanto, é evidente que o sistema ainda é pouco difundido no setor da construção civil. Diante dessa situação, o estudo de caso realizado teve o objetivo de avaliar a viabilidade da utilização do sistema de painéis de EPS em substituição à alvenaria convencional, analisando o custo e aplicação para o emprego na construção residencial de casas populares de aproximadamente 50 m². Com os resultados obtidos concluiu-se que o sistema monolítico apresenta bons resultados comparado ao sistema convencional, não apenas a em relação ao custo, sendo uma redução de 25%, mas também tempo de execução, o qual apresentou uma diminuição de 3 semanas. O sistema avaliado apresenta boas características para conforto térmico e sustentabilidade, tornando-se uma alternativa viável economicamente e tecnicamente.

Palavras-chave: Moradia. Sistema convencional. Poliestireno expandido.

ABSTRACT

Due to problems such as the number of families living in precarious housing conditions and the need to increasingly reduce the environmental impacts caused by civil construction, the search for more efficient, sustainable, fast and cost-effective construction materials and technologies has increased. Under this circumstance, a study of the expanded polystyrene (EPS) monolithic panel system was carried out in order to evaluate an alternative that meets these needs. The EPS monolithic panel system is an integrated set of modular panels, with a structural and/or closing function, composed of prefabricated expanded polystyrene plates, mounted between two galvanized steel meshes and coated with mortar. However, it is evident that the system is still not widespread in the civil construction sector. In view of this situation, the case study carried out aimed to evaluate the feasibility of using the EPS panel system to replace conventional masonry, analyzing the cost and application for employment in the residential construction of affordable houses of approximately 50 m². With the results obtained, it could be concluded that the monolithic system presents good results compared to the conventional system, not only in relation to the cost, with a reduction of 25%, but also execution time (3 weeks), thermal comfort and sustainability, becoming an economically and technically viable alternative.

Keywords: Housing. Conventional system. Expanded polystyrene.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Passagem dos eletrodutos na alvenaria convencional	16
Figura 2 – Painel Monolit	17
Figura 3 – Malhas de aço conectadas	19
Figura 4 – Fundação para o modelo monolítico em EPS com os arranques	21
Figura 5 – Alinhamento das placas de EPS	22
Figura 6 – Malhas de reforço	23
Figura 7 – Instalações elétricas no sistema em EPS	24
Figura 8 – Aplicação de chapisco em paredes de EPS	25
Figura 9 – Planta baixa	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estimativas do déficit habitacional total, urbano e rural entre 2016 e 2019	13
Tabela 2 – Déficit habitacionais componentes (%) Brasil – 2016 a 2019	14
Tabela 3 – Requisitos para caracterização dos materiais e componentes empregados em paredes formadas por painéis de EPS com argamassa, microconcreto ou concreto projetados no local	26
Tabela 4 – Custos modelo convencional x modelo EPS	31
Tabela 5 – Custo modelo convencional por etapa	31
Tabela 6 – Custo modelo em EPS por etapa	32

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	11
2.1	OBJETIVO GERAL	11
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3	JUSTIFICATIVA	12
4	REFERENCIAL TEÓRICO	13
4.1	O DÉFICIT HABITACIONAL BRASILEIRO	13
4.2	SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL	15
4.3	SISTEMA CONSTRUTIVO COM PAINÉIS MONOLÍTICOS	17
4.3.1	Materiais	18
4.3.1.1	Poliestireno expandido (EPS)	18
4.3.1.2	Tela soldada de aço	19
4.3.2	Procedimento construtivo com painéis monolíticos	20
4.3.2.1	Fundação	20
4.3.2.2	Estrutura	21
4.3.2.3	Malhas de reforço	22
4.3.2.4	Instalações complementares	23
4.3.2.5	Revestimento e acabamento	24
4.4	INSTRUÇÕES NORMATIVAS	25
5	MATERIAIS E MÉTODOS	29
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
7	CONCLUSÃO	35
	REFERÊNCIAS	36
	ANEXO A – PROJETO ARQUITETÔNICO – MODELO CONVENCIONAL	39
	ANEXO B – PLANTA DE FORMA - TÉRREO – MODELO CONVENCIONAL	40
	ANEXO C – PROJETO DE FUNDAÇÕES – MODELO CONVENCIONAL	41
	ANEXO D – PLANTA DE LOCAÇÃO – MODELO CONVENCIONAL	42
	ANEXO E – PLANTA DOS PILARES – MODELO CONVENCIONAL	43
	ANEXO F – PLANTA DE VIGAS – COBERTURA – MODELO CONVENCIONAL	44
	ANEXO G – PLANTA DE VIGAS – TÉRREO – MODELO CONVENCIONAL	45
	ANEXO H – PLANTA DE ARMAÇÃO RADIER – MODELO EM EPS	46
	ANEXO I – PLANTA DE FORMA – TÉRREO – MODELO EM EPS	47
	ANEXO J – PLANTA DE VIGAS DE BORDA – MODELO EM EPS	48
	ANEXO K – TABELA COM QUANTITATIVO DE MATERIAL GERADA PELO EBERICK®	49
	ANEXO L – TABELA DE CUSTOS DO MODELO CONSTRUTIVO CONVENCIONAL	50
	ANEXO M – TABELA DE CUSTOS DO MODELO CONSTRUTIVO UTILIZANDO EPS .	51

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Governo Federal (2022), o déficit habitacional é utilizado para se referir a um determinado número de famílias que vivem em condições de moradias precárias ou que não possuem moradia. A composição do cálculo do déficit habitacional é feita considerando critérios como: habitação precária (improvisados e rústicos), coabitação, ônus excessivo com aluguel urbano e adensamento excessivo de domicílios alugados.

Atualmente, tem-se um déficit habitacional brasileiro, estimado pela Fundação João Pinheiro, em 5,8 milhões de moradias (GOVERNO FEDERAL, 2022).

Ao se comparar dados apresentados de junho de 2021 a junho de 2022, pelo CUB/m² (Custo Unitário Básico), que se refere a um indicador dos custos do setor da construção civil, percebe-se que houve um aumento de 11% no custo da mão de obra em Minas Gerais, enquanto os materiais considerados da curva A, ou seja, os que mais afetam no preço de uma construção, chegando a representar 50% do orçamento, também aumentaram consideravelmente nesse período (CUB, 2022). Por exemplo, ainda de acordo com o CUB, a madeira teve um aumento de 38%, o concreto 39%, a areia 31% e brita 32%. Aumentos como esses dificultam a aquisição da casa própria por muitos brasileiros.

Outro ponto a se observar é que a construção civil é responsável por produzir 50% dos resíduos do país (SIENGE, 2022). Além disso a construção civil mundial é responsável por cerca de 25% a 30% de gases lançados na atmosfera, sendo uma das indústrias que mais consomem os recursos naturais do planeta (ABRECON, 2022).

O sistema de vedação mais utilizado no Brasil e uns dos mais antigos da construção civil é o composto por blocos cerâmicos que são unidos por uma argamassa de assentamento. Esse método construtivo é constituído por vigas, pilares e lajes de concreto armado e a alvenaria é somente utilizada para vedação. Tal sistema tem sido amplamente empregado principalmente por apresentar maior disponibilidade de materiais e exigir menor qualificação de mão de obra. Porém, considerando questões como o tempo de execução, economia, qualidade, conforto térmico, impacto ao meio ambiente e o peso, esse sistema pode ser menos eficiente.

Nessa circunstância, pensando em alinhar pontos como a sustentabilidade e o desempenho na produção, surgiu o sistema monolítico de vedação formado por telas de aço argamassadas e placas de Poliestireno Expandido (EPS), podendo ser utilizado como formas para a concretagem, parede estrutural e parede de vedação, com o intuito de criar algo inovador, de baixo custo, sustentável e autoportante.

Muito utilizado em diversos países, o sistema construtivo em painel de EPS, conhecido como isopor®, surgiu na Itália em 1980, em uma região de invernos rigorosos e sujeita a terremotos, e tinha como objetivo atender às condições climáticas severas e ser resistente, conferindo conforto e segurança ao residente (BERTOLDI, 2007).

Este sistema chegou ao Brasil na década de 90, entretanto, esse método ainda é pouco utilizado devido à relutância dos brasileiros em aceitarem algo novo. Outro fator importante é que esse tipo de investimento em inovação apresenta resultados de médio a longo prazo, aumentando o desinteresse por parte das construtoras ou até mesmo dos bancos em financiar casas com este modelo construtivo, contudo esse cenário vem mudando.

Segundo Fuhr (2017), é importante fazer uma análise de custo quando o sistema oferece sustentabilidade e um bom desempenho, já que o custo é um fator importante para verificar a viabilidade do mesmo. Ainda conforme o autor, as vedações verticais representam 45% do custo de um empreendimento, portanto, é importante conhecer os valores de cada material de vedação a ser utilizado para então fazer a melhor escolha.

Com isso, a proposta deste trabalho é desenvolver um comparativo a fim de verificar qual dos métodos apresenta maior vantagem levando em consideração não apenas o aspecto financeiro, mas também o tempo de execução e o impacto ao meio ambiente, para esses dois últimos critérios o comparativo foi realizado através de estudos de outros autores.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo conceituar o método construtivo utilizando EPS e fazer uma análise de custos, comparando-o com o sistema construtivo em alvenaria de blocos cerâmicos vazados, além de identificar possíveis vantagens no uso deste sistema não convencional.

2.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos, pretende-se efetuar uma comparação entre os modelos construtivos, através da elaboração dos projetos estruturais dos respectivos métodos, comparando os orçamentos adquiridos e realizados com o propósito de evidenciar o sistema com o menor custo de execução. Além disto, fazer uma análise das etapas realizadas em cada tipo de método construtivo, a fim de identificar as vantagens e desvantagens e o tempo de execução para a entrega de uma moradia de aproximadamente 50 m².

3 JUSTIFICATIVA

Após experiências de estágios em obras, vivenciando o impacto causado pela construção civil, não apenas em desenvolver obras grandiosas, mas também presenciar o quanto alguns sistemas podem ser considerados “ultrapassados” com relação a aspectos ambientais, desperdício de material e tempo de execução, surgiu a ideia de comparar um método tido como novo na engenharia brasileira com o método convencional em alvenaria, listando as vantagens e desvantagens em ambos os métodos, além de fazer uma análise econômica. Dessa forma, têm-se como intuito tornar esse sistema mais popular e favorecer que construções fiquem mais acessíveis para todos e possam causar menos impactos negativos no meio ambiente.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 O déficit habitacional brasileiro

Um dos setores que mesmo com a pandemia continuou em ascensão foi o da construção civil. O Produto Interno Bruto (PIB) da construção cresceu 9,7% em 2021, após registrar uma queda de 6,3% em 2020 (CBIC, 2022).

De acordo com a ONU (2021), 29,8% da população brasileira vive em situação de pobreza ou extrema pobreza. As causas do déficit habitacional estão relacionadas à falta de políticas públicas e por transformações sociais, como o êxodo rural e a mudança do perfil das famílias.

Ainda que a construção civil esteja em crescimento, existem sérios problemas relacionados à habitação no Brasil. A questão habitacional constitui um dos mais graves problemas sociais atualmente, dados da Fundação João Pinheiro (2021) mostram que em Minas Gerais, dentro de um período de 4 anos tem-se um aumento do déficit habitacional de 16%. A Tabela 1 evidencia esse aumento durante o período de 2016 a 2019.

Tabela 1 – Estimativas do déficit habitacional total, urbano e rural entre 2016 e 2019.

ANO	URBANO	RURAL	TOTAL	% DO TOTAL DE DOMICÍLIOS PERMANENTES E IMPROVISADOS	% DO TOTAL DO DÉFICIT
2016	392.397	35.932	428.329	6,00	7,60
2017	468.094	41.561	509.654	7,00	8,50
2018	441.150	40.054	481.204	6,50	8,20
2019	454.836	41.649	496.484	6,60	8,40

Fonte: Adaptado da Fundação João Pinheiro (2021).

Os elementos utilizados pela Fundação João Pinheiro (2021) para avaliar se uma habitação se encontra em déficit habitacional são:

- a) a rusticidade das estruturas físicas das habitações em decorrência da sua depreciação ou caracterizada pela utilização de materiais improvisados e com pouca durabilidade;
- b) a inadequação das unidades habitacionais em virtude de suas características físicas e funcionais que conduzem a uma utilização improvisada e esporádica do domicílio;
- c) unidade doméstica convivente, onde há no mínimo duas pessoas com relação de parentesco por cômodos servindo como dormitório;
- d) número de famílias que residem em cômodos da mesma habitação;

e) domicílios identificados com ônus excessivo de aluguel urbano, no qual famílias com renda de até três salários mínimos, gastam mais de 30 % da sua renda com aluguel.

Analisando os dados entre 2016 e 2019, apresentados pela Fundação João Pinheiro (2021), conforme ilustrado na Tabela 2, é possível ver que o aumento do déficit habitacional é causado principalmente pelo crescimento do número dos domicílios improvisados e ônus excessivo com aluguel urbano, no qual muitas famílias dispõem de um valor alto em moradia de baixa qualidade.

Tabela 2 – Déficit habitacionais componentes (%) Brasil – 2016 a 2019.

ESPECIFICAÇÃO	ANO			
	2016	2017	2018	2019
Habitação Precária	22,9	25,0	24,3	25,2
Rústicos	13,4	13,4	12,1	11,9
Improvisados	9,5	11,5	12,1	13,4
Coabitação	27,3	25,6	23,9	23,1
Cômodos	2,4	2,0	1,7	1,7
Unidades Conviventes	24,9	23,6	22,2	21,5
Ônus excessivo aluguel urbano	49,7	49,5	51,9	51,7
Déficit Habitacional	100	100	100	100

Fonte: Fundação João Pinheiro (2021).

Em 2020 foram apresentadas, na 43ª sessão do Conselho de Direitos Humanos, as “Diretrizes para a Implementação do direito à Moradia Adequada”, destinada a guiar os países que fazem parte da ONU. Ao todo são 16 diretrizes que abordam diversos deveres dos Estados a partir de padrões internacionais de direitos humanos, tais como:

- a) O direito à moradia é um direito humano fundamental, que está diretamente vinculado ao direito a vida e a dignidade do ser humano;
- b) Os despejos devem ser evitados de todas as formas;
- c) O acesso à justiça deve ser para todos com relação ao direito à moradia;
- d) As pessoas que são diretamente afetadas devem participar de políticas e decisões relacionadas a moradia;
- e) Resolver os problemas relacionados a moradores de rua, tentando erradicar com maior rapidez a situação de rua;
- f) Lugares considerados como assentamento informais devem ser melhorados;
- g) Medidas devem ser tomadas a fim de garantir o avanço ao direito à moradia, respeitando os padrões de razoabilidade.

Dessa forma, tentando reduzir o déficit habitacional no país, processos construtivos com soluções tecnológicas e sustentáveis têm ganhado importante espaço na construção civil.

Uma das métricas desse crescimento em soluções tecnológicas é nítido com o aumento de feiras, como por exemplo a FEICON, onde o público pode conferir as tendências e inovações que estão transformando toda a cadeia produtiva da construção civil. Somente neste ano, a feira recebeu mais de 80 mil visitantes de profissionais ligados a construção civil, contando com mais de 700 marcas expondo seus produtos (FEICON, 2022).

4.2 Sistema construtivo convencional

O sistema construtivo convencional é caracterizado por baixa produtividade e principalmente alto desperdício, porém, ainda é predominante na construção civil brasileira. Esse sistema é composto por fundação, vigas, pilares, lajes e a alvenaria de vedação.

As fundações são os elementos estruturais com função de transmitir as cargas da estrutura ao terreno onde ela se apoia, sendo assim, elas devem possuir resistência adequada para suportar às tensões causadas pelos esforços solicitantes. Além disso, o solo necessita de resistência e rigidez o suficiente para não sofrer ruptura e não apresentar deformações.

O tipo de fundação adequada deve ser definido levando em consideração o tipo de solo, profundidade do lençol freático, atender níveis de segurança mínimos para uma edificação exigidos pela norma NBR 6122 (ABNT, 2019), além de suportar as cargas da estrutura sem gerar recalques e falhas. O sistema mais utilizado para construções de residências unifamiliares é a viga baldrame com sapatas, sistema constituído de uma viga, podendo ser de alvenaria, de concreto simples ou armado, construída diretamente no solo, podendo ter estrutura transversal tipo bloco, sem armadura transversal, dentro de uma pequena vala para receber pilares alinhados. As sapatas são elementos de sustentação de concreto armado, dimensionadas para receber tensões de tração exercidas pela fundação, e essas tensões resistidas pelo emprego da armadura. Podem possuir espessuras e dimensões variáveis, tendo base quadrada, retangular ou trapezoidal.

Entende-se como estruturas as partes que compõem a sustentação da edificação, como por exemplo: vigas, pilares e lajes. Esses elementos têm como função receber todas as ações geradas na edificação e transmitir para a fundação.

A alvenaria convencional, ou alvenaria de vedação, é aquela atribuída para dividir espaços e preencher vãos de estruturas de aço, concreto armado, entre outros. Com isso, não tem a função de suportar cargas verticais calculadas na estrutura, precisando apenas servir de

suporte para seu peso próprio e para as cargas de utilização do ambiente em que está sendo empregada, denominada, assim, como não-portante. Esse método utiliza-se comumente de blocos cerâmicos com furos na horizontal e, como mencionado, não apresentam função estrutural, tendo resistência à compressão mínima de 1,5MPa, segundo a NBR 15270-1 (ABNT, 2005).

As etapas de construção desse sistema são feitas *in loco*, tornando-o um processo mais demorado, comparado com os métodos pré-fabricados. As principais etapas de execução do sistema convencional de blocos cerâmicos são: marcação, assentamento e encunhamento.

A norma que trata da execução da alvenaria de vedação de tijolos ou blocos cerâmicos é NBR 8545 (ABNT, 1984), tal norma fixa as condições exigíveis para execução e fiscalização de alvenaria sem função estrutural de componentes cerâmicos.

A alvenaria representa um grande volume de material na construção civil, pois para a construção de uma edificação são necessários milhares de blocos, o que acarreta em desperdícios proporcionados por vários fatores como: transporte, armazenamento e manuseio, além de que, após a alvenaria ser erguida, é necessário fazer rasgos para a passagem dos eletrodutos e tubos hidrossanitários, nessa fase é gerada uma grande quantidade de entulho.

As instalações elétricas são executadas através de eletrodutos que são instalados na face de acabamento da alvenaria, conforme ilustrado na Figura 1. Para a instalação do eletroduto são realizados cortes nos blocos nas direções que serão passadas as tubulações, de forma que a mesma fique próximo à superfície de acabamento do bloco, e possa deixar espaço para receber as camadas superiores de revestimento, tais como chapisco, emboço e reboco.

Figura 1 – Passagem dos eletrodutos na alvenaria convencional.



Fonte: Oliveira e Silva (2018).

As instalações hidráulicas são realizadas praticamente da mesma forma das instalações elétricas. Os blocos são cortados e os canos são inseridos na parede de forma que os aparelhos que necessitam de manuseio externo fiquem para fora do bloco, com medida suficiente para que a parede receba o revestimento.

A tubulação de esgoto, quando a construção é térrea, é executada de forma subterrânea, passando por baixo da fundação, e sendo ligada na rede de esgoto. Quando a casa possui dois pavimentos ou mais, a tubulação passa externamente à parede devido sua espessura, necessitando assim que seja feito um tipo de acabamento diferenciado para cobrir a tubulação.

Após a execução da alvenaria, é feita a aplicação do chapisco sobre sua superfície, que garante maior aderência à camada de reboco a ser aplicada. Em seguida, é aplicado o reboco, que pode ser executado com diferentes formas de acabamento, proporcionando um produto pronto para receber a pintura, ou podendo apenas ser executado um emboço para receber revestimento com azulejos, massa corrida, textura, entre outros tipos de acabamentos, dando mais beleza e qualidade à obra.

4.3 Sistema construtivo com painéis monolíticos

Do dicionário, podemos traduzir monolítico em “uma só pedra” e no sentido figurado, algo que se comporta como um conjunto rígido, indivisível: um partido monolítico. Dessa forma, o sistema com painéis monolíticos é constituído por apenas três materiais: o poliestireno expandido (EPS), a tela de aço e a argamassa, que se juntam formando um só elemento, conforme Figura 2. A tela de aço junto com a argamassa garante a função estrutural do sistema, enquanto os painéis de EPS são responsáveis pelas propriedades acústicas e térmicas do material.

Figura 2 – Painel Monolit.



Fonte: Kingspan Isoeste (2022).

Por se tratar de um sistema monolítico, as cargas da estrutura são distribuídas de maneira uniforme sobre as fundações, agilizando o tempo de execução dos serviços, já que não possui a necessidade de pilares e vigas nos projetos.

4.3.1 Materiais

4.3.1.1 Poliestireno expandido (EPS)

O Poliestireno Expandido é um produto oriundo da família dos plásticos, composto por 98% de ar e 2% de base no petróleo quando finalizado o produto. O processo para fabricação do poliestireno expansível consiste em três etapas.

De acordo com Bertoli (2007), a primeira fase de expansão do poliestireno expansível, com densidade aparente de 600 a 700 kg/m³ é realizada em um pré-expansor, através de aquecimento, por contato com vapor de água. O estireno é introduzido sob a forma de pequenas pérolas, com diâmetro entre 0,4 a 2,5 mm, que em contato com pentano, um hidrocarboneto gasoso e com o vapor aquoso a temperatura de 90°C, provoca sua expansão, fazendo com que as pérolas aumentem seu volume entre 20-50 vezes, dependendo da duração e intensidade do tratamento.

Na segunda etapa, ocorre a maturação do material, de acordo com De Sá (2017), o EPS após pré-expansão é transferido por meio de ar comprimido para silos, onde ficarão por cerca de 6 horas. Também conhecida como etapa de armazenamento intermediário, o material é estabilizado ao passar pelo período de resfriamento, no qual o granulado de EPS, após arrefecer cria uma cavidade no interior de sua célula, que posteriormente é preenchida pelo ar circundante. Nessa fase, os granulados de EPS continuam aumentando de tamanho.

Por fim, tem-se a moldagem, na qual o poliestireno expandido é exposto novamente ao vapor de água, só que em moldes. Dessa forma as pérolas de EPS ao sofrerem expansão unem-se umas às outras formando o material no molde desejado.

Para uso na construção civil, são fabricados produtos com processo de moldagem direta ou subprodutos recortados de blocos de poliestireno. Esses subprodutos dos blocos de poliestireno são produzidos com auxílio de equipamentos chamados recortadores ou pantógrafos, com os quais se efetuam recortes dos blocos, sendo esse o processo de produção do núcleo dos painéis utilizados no sistema construtivo em análise (BERTOLDI, 2007).

Existem diferentes tipos de isopor® que se diferem com relação às suas propriedades, como densidades, massa e volume específicos, que são próprias para qual destino será utilizado o EPS.

Segundo a NBR 11752 (ABNT,2007), o EPS é dividido em classes, distinguidas entre classe P e classe F. Os materiais de classe P não são retardantes à chama, enquanto os de classe F são materiais retardantes à chama, não propagando o fogo.

O EPS cuja destinação final é para a construção civil deve atender às normas, como a NBR 11752 (ABNT, 2016) que trata sobre os materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial, como também ser resistente ao fogo.

Segundo Novais *et al.* (2014), ao realizar um comparativo do desempenho térmico de painéis em EPS como alternativa aos tijolos cerâmicos no conforto térmico de residências em Cuiabá-MT, foi constatado que o EPS reduz em até 7° C a temperatura do interior do ambiente.

4.3.1.2 Tela soldada de aço

Nesse sistema, são utilizadas duas telas de aço eletrosoldadas de bitola de aproximadamente 2,5 mm e espaçamento entre fios de aço de 8cm na vertical e 7,5cm na horizontal, que fazem um sanduíche da peça e são presas por grampos de aço 3mm de espessura (conectores), de acordo com a Figura 3, garantindo uma tensão admissível de 700 N/mm². O material pode ser do tipo comum zincado, ou galvanizado, adequando as necessidades de aplicação e garantindo a estabilidade e integridade ao longo dos anos. As faces resistentes dos painéis são interligadas por conectores para assegurar a estabilidade geométrica durante o manuseio, esses conectores são posicionados em ângulos de 45° e mantêm as telas a uma distância de 1,0 cm das faces da placa de isopor® (KINGSPAN ISOESTE, 2022).

Figura 3 – Malhas de aço conectadas.



Fonte: Kingspan Isoeste (2022).

4.3.2 Procedimento construtivo com painéis monolíticos

4.3.2.1 Fundação

Esse tipo de sistema construtivo permite a construção de casas com mais de um pavimento sem a necessidade de pilares ou vigas, dessa forma o peso da estrutura em si é menor e assim pode-se fazer uma fundação mais superficial, já que a carga que será transmitida é inferior comparada, com sistema constituído por tijolos e argamassa. Fundação do tipo *radier* é um exemplo de fundação que possui um menor custo, rapidez na execução e é uma boa opção para casas mais leves. O *radier* funciona como uma laje totalmente apoiada, cujos esforços vindos da estrutura são distribuídos igualmente em toda a área de contato com o solo. Geralmente, o *radier* é escolhido para fundação de obras de pequeno porte. Junto com o *radier*, é realizada uma viga de borda em todo o seu contorno, com espessura superior ao do *radier*, agindo como uma proteção a fim de impossibilitar a passagem de água para esse elemento de fundação, evitando o aparecimento de patologias na alvenaria.

Conforme evidenciado pelo estudo de Tibúrcio (2022), para os valores dos custos iniciais considerando infraestrutura, superestrutura e paredes do modelo em EPS, é obtida uma economia de até 44% ao se comparar com o modelo convencional, devido à redução de vigas e pilares no projeto.

Antes de realizar o projeto estrutural, é necessária uma análise das condições do terreno e do projeto arquitetônico que será realizado, com o intuito de analisar o tipo de fundação adequada.

Após o término das fundações e instalações de esgoto, deverão ser fixados os arranques, conforme Figura 4. Segundo a empresa Kingspan Isoeste (2022), é recomendável a utilização de um aço de 3,4 mm a 5 mm de espessura, com 50 cm de comprimento e 30 cm acima do piso, que alinhados pelo gabarito da obra serão dispostos a 30 cm de distância entre si e fixados aos painéis monolíticos. As dimensões dadas pelo fornecedor como comprimento e espessura também podem ser determinadas conforme projeto.

Figura 4 – Fundação para o modelo monolítico em EPS com os arranques.



Fonte: Bruman Engenharia (2016).

4.3.2.2 Estrutura

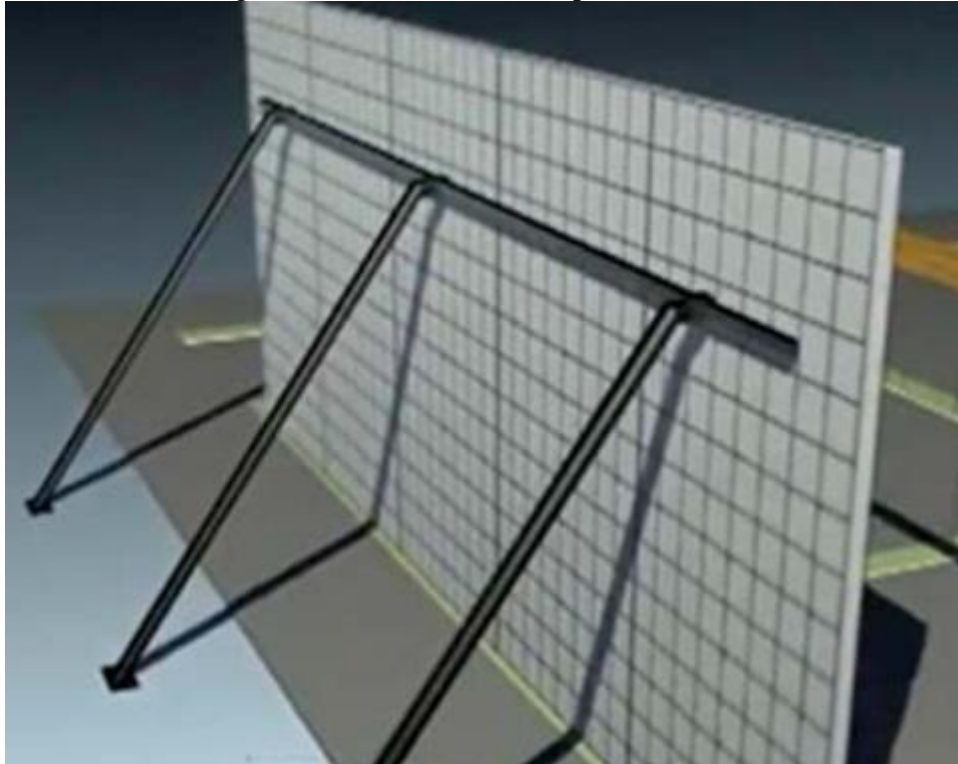
A estrutura é a junção dos painéis em isopor® com as telas de aço, após a fundação já ter sido realizada. A fim de agilizar o processo da montagem da estrutura, os painéis são numerados e identificados. Todo esse processo pode ser feito com apenas uma pessoa. O montador deve fixar os painéis nos arranques, em ambos os lados, com grampos de aço CA 60 – o mesmo que prende a malha aos painéis (ALVES, 2015).

Por se tratar de uma estrutura leve, de fácil manuseio e não haver a necessidade de ferramentas complexas para sua montagem, não há necessidade de mão de obra especializada. Grampeadores pneumáticos são indicados para o trabalho de fixar os painéis nos arranques, contudo, pode-se executar esse processo utilizando ferramentas simples como arames e alicates, segundo Bertoldi (2007).

As placas são amarradas entre si por meio de abas de transpasse já fornecidas nas mesmas, com auxílio de arame recozido. Em relação às aberturas de vãos e esquadrias, os painéis, sob medida, são fornecidos com qualquer tipo de abertura de portas e janelas, conforme projeto arquitetônico (BARRETO, 2017). Porém, podem-se fazer as aberturas no canteiro de obra, com o auxílio de serra mármore, neste caso os esforços devem ser projetados para que ocorram estes cortes (KINGSPAN ISOESTE, 2022).

Assim como no modelo de blocos de alvenaria, há a necessidade de se garantir o prumo e alinhamento das placas. Com isso, são utilizadas réguas de alumínio fixadas horizontalmente a uma altura de 2 metros do piso, conforme Figura 5. Já para assegurar a verticalidade, são utilizadas escoras na diagonal e perpendicular as réguas, espaçadas de quatro a cinco metros.

Figura 5 – Alinhamento das placas de EPS.



Fonte: Kingspan Isoeste (2022).

Mendes e Pereira (2021), realizaram um estudo onde são apresentadas a produtividade de duas obras, uma realizada em painel monolítico em EPS e outra em alvenaria convencional. Foi observado que a montagem dos painéis em EPS apresentaram uma produtividade de 0,15 horas por metro quadrado, no qual foram gastas duas semanas para as montagens, enquanto o assentamento do bloco cerâmico tem uma produtividade de 0,43 horas por metro quadrado, totalizando cinco semanas e 1 dia.

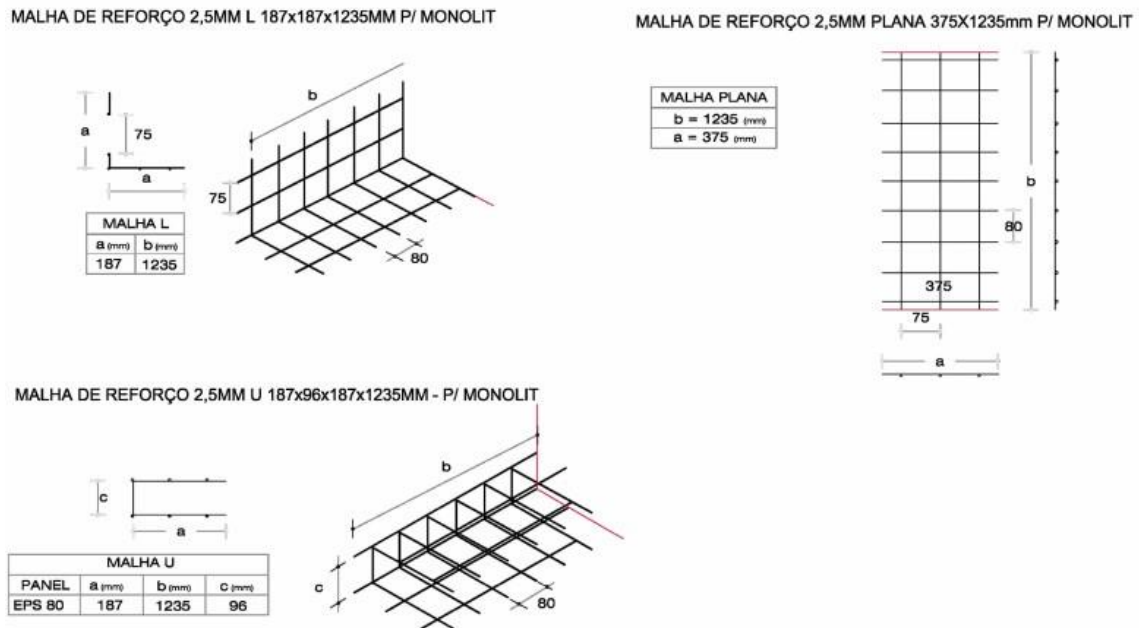
4.3.2.3 Malhas de reforço

Malhas de reforço são colocadas em locais onde a estrutura sofreu alguma alteração, por exemplo: vértices de vãos de portas e janelas, passagem de ar condicionado e encontro de placas perpendiculares, por se tratarem de locais que exigem uma resitência da estrutura.

As malhas de reforço são divididas em três tipos: tipo “liso”, tipo “U” e tipo “L”. Segundo Duarte e Carneiro (2015), o tipo “liso” é usado com função de reforçar cantos de portas e janelas onde o acúmulo de esforços é maior, evitando o aparecimento de trincas e fissuras. Também pode-se usar o tipo “liso” em fechamento de recortes para passagem de tubulações. O tipo “U” é usado com função de reforçar vãos de portas e janelas, funcionando como verga e contra verga, já que esse modelo de construção não apresenta. O tipo “L” é usado

com função de reforço no encontro perpendicular de painéis tanto do lado interno quanto externo, servindo como uma cantoneira. Na Figura 6, tem-se a representação dos tipos de reforços indicados para o sistema monolítico.

Figura 6 – Malhas de reforço.



Fonte: Kingspan Isoeste, (2022).

4.3.2.4 Instalações complementares

Essa etapa é bem parecida com o modelo convencional em alvenaria, contudo, há um grande diferencial, pois não se tem a necessidade de quebrar a parede para a passagem de tubulação hidráulica e elétrica, evitando o desperdício de material e ocasionando em uma obra mais limpa.

Para disposição das instalações, é necessário projetar o posicionamento das passagens. Com isso, são feitas as demarcações no EPS, utilizando pincel ou tintas *spray*. Após a marcação, é utilizada uma pistola de ar quente para abrir o EPS com maior facilidade e, assim, passar os tubos. Eles devem ser colocados por baixo da tela de aço, de acordo com a Figura 7.

Caso seja necessário – quando são usados tubos rígidos e semirrígidos, por exemplo – é permitido cortar a tela metálica com alicate, e no final é feito o fechamento da mesma, garantindo as propriedades do material (DUARTE; CARNEIRO, 2015).

Figura 7 – Instalações elétricas no sistema em EPS.



Fonte: Tem Sustentável (2016).

4.3.2.5 Revestimento e acabamento

Após a montagem dos painéis e execução das instalações elétricas e hidráulicas, inicia-se a parte de revestimento e acabamento das paredes. De acordo com o manual do fornecedor Kingpan Isoeste (2022), o revestimento é feito com argamassa e deve ser aplicado em ambos os lados dos painéis, sendo composta apenas por cimento, areia, aditivo e fibra de polipropileno. Após a aplicação, a espessura da argamassa deve ser de 3,5 cm de cada lado, totalizando o sistema com aproximadamente 15cm (3,5 cm argamassa + 8,0 cm EPS + 3,5 cm argamassa).

Recomenda-se o traço da argamassa de 1:3 (cimento: areia), com isso a argamassa passa a exercer o papel de uma argamassa estrutural. Segundo Souza (2009), a aplicação deve ser feita de baixo para cima, podendo ser executada com o auxílio de projetores pneumáticos ou lançadas manualmente com auxílio da colher de pedreiro; contudo, é recomendado o uso de projeção por imprimirem maior produtividade e qualidade ao revestimento.

A fim de obter uma melhora na trabalhabilidade da argamassa estrutural, controle das fissuras por retração plástica e maior resistência, foi utilizado o aditivo “Monomassa 200 Ad” da empresa Aditive. Fibras de polipropileno também foram incorporadas na argamassa, com intuito de proporcionar uma mistura homogênea e para controlar a fissuração por retração.

Alves (2015) aponta que o revestimento deve ser realizado com duas camadas de argamassa, definido por projeto. A primeira aplicação é o chapisco, demonstrado na Figura 8,

tendo a função de preencher a superfície do painel e, logo após, é aplicada a segunda camada, na qual deve ser feito o processo de taliscamento para resultar em uma superfície nivelada e com uma espessura de 3,5 cm. Depois de seca, a estrutura já apresenta características autoportantes e as escoras já podem ser retiradas.

Figura 8 – Aplicação de chapisco em paredes de EPS.



Fonte: Macroterm Indústria de EPS (2022).

4.4 Instruções Normativas

Ao se desenvolver um novo modelo construtivo, o mesmo deve passar por análises e avaliações, com o intuito de comprovar sua conformidade e segurança segundo as normas técnicas estabelecidas pela ABNT. Perante isso, a Norma de Desempenho NBR 15.575 (ABNT, 2021) e a diretriz nº 11 da SiNAT (2014) são alguns exemplos de referências que avaliam os sistemas inovadores com relação à construção civil.

A diretriz nº 11 é bem específica com relação ao isopor® e abrange dentro do seu conteúdo tópicos referentes a “Paredes, moldados no local, formadas por painéis de EPS com argamassa, microconcreto ou concreto projetados sobre painel de EPS” (SiNAT, 2014).

Uma das questões mais abordadas ao se construir utilizando EPS é o questionamento deste material com relação à umidade. Dessa forma, a diretriz nº 11 da SiNAT (2014), abrange um conjunto de premissas a serem adotadas, a fim de ter um maior aproveitamento do material e evitar problemas de umidade proveniente de água da chuva ou também por meio do solo. São elas:

- a) Beiral com projeção mínima de 60 cm no perímetro da edificação;

b) Calçada externa ao redor da edificação com no mínimo 10 cm; contudo, a calçada tem que ser maior que a projeção do beiral;

c) As calçadas necessitam conter inclinação com no mínimo de 1% do piso, sendo esta inclinação em direção oposta as bases da parede;

d) Entre as bases de apoio de paredes externas e as calçadas, é necessário ter sempre desnível de no mínimo 5 cm.

Com relação às áreas molhadas dos banheiros, deve-se ter diferença entre as bases das paredes e o piso acabado com no mínimo 1 cm e um desnível de 2 cm entre o piso acabado do box e a base da parede. A fim de ter menor contato com a água nessas áreas, a parede deve sempre estar no nível mais elevado;

Antes de elevar as alvenarias para não ocorrer contato direto delas com os elementos de fundações, é importante impermeabilizar ou proteger essas regiões, para minimizar os efeitos da água.

Em regiões consideradas áreas molhadas como é o caso de banheiros, cozinha e área de serviço, deve-se impermeabilizar as bases das paredes que irão ter contato com os pisos. (SiNAT, 2014).

Para a utilização dos materiais que compõem as paredes feitas por painéis monolíticos de EPS, é necessário seguir as especificações descritas em projetos e em normas, conforme descrito na Tabela 3.

Tabela 3 – Requisitos para caracterização dos materiais e componentes empregados em paredes formadas por painéis de EPS com argamassa, microconcreto ou concreto projetados no local. (continua)

ITEM	REQUISITOS	INDICADOR DE CONFORMIDADE
A		Painel de EPS
A.1	Caracterização da face do painel (plana/ondulada/outros)	Informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
A.2	Espessura do painel	Informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
A.3	Classificação quanto ao uso de retardante a chamas	Classe F, conforme ABNT NBR 11752
A.4	Massa específica aparente (nominal e mínima)	(Tipo 4 ou superior, conforme NBR 11752)
A.5	Tensão por compressão com 10% de deformação	Tipo 4 ou superior, conforme ABNT NBR 11752
A.6	Resistência mínima à flexão	Tipo 4 ou superior, conforme NBR 11752
A.7	Absorção de água (g/cm ² .100)	Tipo 4 ou superior, conforme NBR 11752

Tabela 3 – Requisitos para caracterização dos materiais e componentes empregados em paredes formadas por painéis de EPS com argamassa, microconcreto ou concreto projetados no local. (conclusão)

ITEM	REQUISITOS	INDICADOR DE CONFORMIDADE
A		
Painel de EPS		
A.8	Absorção de água total (% , em massa)	Informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
A.9	Permeabilidade ao vapor d'água	Tipo 4 ou superior, conforme NBR 11752
A.10	Coefficiente de condutividade térmica máxima (23°C)	Tipo 4 ou superior, conforme NBR 11752
B		
Tela de aço		
B.1	Especificação das telas de aço (tipo, diâmetro, quantidade, etc)	Informação que deve constar do projeto e do DATEC específico, sendo que as telas soldadas devem atender à ABNT NBR 7481
B.2	Resistência de escoamento	Informação que deve constar do projeto e do DATEC específico No caso de concreto ou microconcreto projetados, as telas devem ter galvanização de no mínimo 50g/m ² de zinco.
B.3	Proteção contra-corrosão (tipo, espessura, etc)	No caso de argamassa projetada, as telas precisam ser em aço inoxidável ou galvanizadas com mínimo de 20 µm (140g/m ²) de zinco. Em ambos os casos, deve-se atender às especificações da NBR 6118, conforme item 3.6.5 desse documento (cobrimento mínimo, resistência à compressão, relação a/c).
C		
Concreto, microconcreto ou argamassa projetados		
C.1	Tensão por compressão com 10% de deformação	Tipo 5 ou superior, conforme ABNT NBR 11752
C.2	Resistência mínima à flexão	Informação que deve constar do DATEC específico, conforme NBR 11752
C.3	Absorção de água (g/cm ² .100)	Tipo 5 ou superior, conforme NBR 11752
C.4	Consistência (estado fresco)	Conforme especificação de projeto e constar do DATEC
C.5	Massa específica (estado endurecido)	Conforme especificação de projeto
C.6	Absorção de água (estado endurecido)	Conforme especificação de projeto
C.7	Absorção de água por capilaridade	Informação que deve constar do DATEC específico
C.8	Índice de vazios (estado endurecido)	Informação que deve constar do DATEC específico
C.9	Permeabilidade à água	Informação que deve constar do DATEC específico
D		
Produto para impermeabilização da base da parede		
D.1	Descrição do tipo de impermeabilização empregada	Informação que deve constar do DATEC

Fonte: SiNAT (2014).

Além de várias NBRs relacionadas ao tema e as diretrizes, há trabalhos acadêmicos que tiveram o intuito de realizar estudos para comprovar que o sistema monolítico em EPS está em conformidade com as Normas.

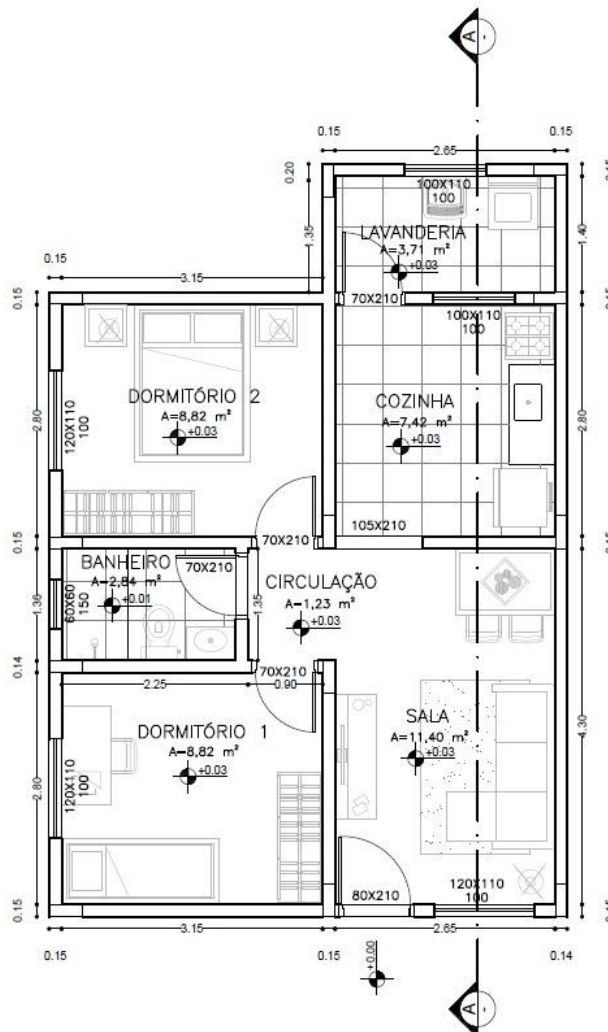
Oliveira (1996) desenvolveu um estudo de caso em que avaliou o sistema construtivo em EPS. Dentre os critérios de avaliação, analisou-se o desempenho quanto à segurança estrutural, sendo a resistência a peças suspensas um dos requisitos observados. Foram realizados os ensaios para verificação do comportamento sob ação de: impactos de corpo mole de grande dimensão, impactos de corpo duro de pequena e grande dimensão, cargas provenientes de peças suspensas e fechamento bruscos de portas, no qual, em sua conclusão Oliveira (1996) descreve que em todos os ensaios foram obtidos resultados significativos, apresentando valores menores que o limite permitido pela norma, demonstrando um comportamento positivo do material. Vale ressaltar também que no ensaio de verificação do comportamento sob ação de impactos de corpo duro de pequena e grande dimensão, o sistema monolítico em EPS apresentou resultados melhores que o método de habitação convencional composto por uma casa de alvenaria de blocos cerâmicos, o qual apresentou um valor de 1 mm enquanto o em EPS 0,9 mm (OLIVEIRA,1996).

5 MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho se baseou em uma pesquisa prévia dos métodos apresentados e, posteriormente, foi realizado um estudo quantitativo e qualitativo, sendo feito um levantamento a respeito da viabilidade econômica de ambos os métodos para comparação.

Para a análise comparativa dos sistemas construtivos, foi desenvolvido através do *software* AutoCAD®, a planta baixa, corte, diagrama de cobertura, planta de situação e fachada de uma residência de aproximadamente 50 m², como demonstrado no Anexo A, considerando sua localização no município de Lavras-MG. A casa possui dois quartos, um banheiro, cozinha, sala de estar e área de serviço, conforme demonstrada abaixo.

Figura 9 – Planta baixa.



Fonte: Dos Autores (2022).

Para o método convencional, a fundação utilizada foi de vigas baldrame com sapatas, enquanto para sistema em EPS, foi empregada a fundação de radier juntamente com a viga de

borda, uma vez que, por ser uma construção mais leve e não necessitar da utilização de vigas e pilares, as cargas exercidas sobre ele são menores.

Primeiramente, a partir da planta baixa da residência escolhida, foi desenvolvido o projeto estrutural do modelo convencional, contendo a planta de forma (ANEXO B), fundação (ANEXO C), locação (ANEXO D), pilares (ANEXO E), vigas de cobertura (ANEXO F) e vigas do térreo (ANEXO G), com auxílio do *software* EBERICK®, no qual, através das cargas atuantes na estrutura de alvenaria, calculada atendendo a NBR 6120 (ABNT, 2019), foi possível dimensionar a estrutura em concreto armado.

O projeto estrutural para o modelo em EPS, contendo a planta de armação do radier (ANEXO H), planta de forma (ANEXO I) e das vigas de borda (ANEXO J), também foi desenvolvido através do *software* EBERICK®, porém foi realizado utilizando o peso do conjunto (painel de EPS + aço + argamassa), fornecido pelo fabricante do material.

Conjuntamente com os projetos estruturais realizados, foi gerado pelo EBERICK®, o quantitativo de materiais como aço, concreto e forma necessária para a construção dos elementos de fundação, pilares e vigas e as especificações dos materiais, contendo as bitolas, classes dos aços e o f_{ck} do concreto, conforme apresentado nas tabelas contidas no Anexo K. O orçamento dos dois modelos construtivos foi realizado apenas para as etapas de fundação, estrutura (pilares e vigas, caso necessário) e vedação, já que as demais etapas, como instalações elétricas e hidráulicas, lajes, cobertura e acabamento, o custo foi considerado o mesmo para ambos, mesmo havendo pequenas diferenças entre os métodos. Em seguida, com o apoio da planilha SINAPI (2022), elaborada para o estado de Minas Gerais, foram divididas as etapas construtivas e coletados os preços unitários, para posteriormente estimar um orçamento junto com os quantitativos obtidos. É importante ressaltar que ao realizar o orçamento pela planilha SINAPI (2022), o custo da mão de obra está contemplado no valor unitário.

Para realizar o orçamento do modelo não convencional, visto que a planilha SINAPI (2022) não contempla o custo de uma alvenaria em EPS, foi necessário consultar um fornecedor do material. Com isso, a partir da planta baixa, foi estimado por ele o custo do painel monolítico em EPS, incluindo a mão de obra para realizar o serviço de montagem deste tipo de vedação e o frete para a entrega dos painéis monolíticos na cidade de Lavras-MG. Salienta-se que os valores apresentados nesse trabalho foram obtidos no início de setembro de 2022, não refletindo alterações posteriores.

Após desenvolver o orçamento por ambos os métodos, foi possível analisá-los e compará-los. Além disso, foram confrontadas as características de cada sistema construtivo, facilitando uma tomada de decisão mais assertiva.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 4 evidencia o custo obtido pelo sistema convencional e pelo sistema em EPS e distribui esse valor pelas suas etapas construtivas.

Tabela 4 – Custos modelo convencional x modelo EPS.

CONVENCIONAL			EPS	
ETAPAS	CUSTO	%	CUSTO	%
Total	R\$ 55.145,83	100%	R\$ 41.528,93	100%
Fundação	R\$ 17.880,59	32%	R\$ 11.358,37	27%
Estrutura	R\$ 8.437,40	15%	R\$ -	0%
Vedação	R\$ 28.827,84	52%	R\$ 30.170,57	73%

Fonte: Dos Autores (2022).

Nas Tabelas 5 e 6 encontram-se as subdivisões de cada etapa construtiva junto com o seu valor total. Para um melhor entendimento dos orçamentos apresentados, o Anexo L apresenta todo o processo necessário para a execução dos elementos de fundação, estrutura e vedação em conjunto com seu preço unitário, sendo possível obter o valor total para o método convencional, enquanto o Anexo M apresenta os valores seguindo o sistema construtivo em EPS.

Tabela 5 – Custo modelo convencional por etapa.

CONVENCIONAL			
ETAPAS		CUSTO	%
Total	R\$	55.145,83	100%
Fundação	R\$	17.880,59	32%
Viga baldrame	R\$	9.017,78	50%
Sapata	R\$	4.185,58	23%
Piso	R\$	4.677,22	26%
Estrutura	R\$	8.437,40	15%
SUPERESTRUTURA (PILAR E VIGA)	R\$	8.437,40	100%
Vedação	R\$	28.827,84	52%
Alvenaria + Revestimento	R\$	28.827,84	100%

Fonte: Dos Autores (2022).

Tabela 6 – Custo modelo em EPS por etapa.

EPS			
ETAPAS		CUSTO	%
Total	R\$	41.528,93	100%
Fundação	R\$	11.358,37	27%
Radier e viga de borda	R\$	11.358,37	100%
Vedação	R\$	30.170,57	73%
Vedação em EPS (painéis + aço + argamassa)	R\$	30.170,57	100%

Fonte: Dos Autores (2022).

O sistema convencional resultou no valor de R\$ 55.145,83, considerando fundação (vigas baldrame com sapatas), estrutura (somente pilares e vigas, já que as lajes serão as mesmas para ambos os métodos) e vedação (alvenaria de tijolos cerâmicos já revestidas com argamassa), incluindo mão de obra.

Para o sistema de painéis monolíticos foram consideradas as mesmas etapas; contudo, neste tipo de obra não é necessário o uso de pilares e vigas, portanto não se demandou gasto para a estrutura, resultando em um orçamento de R\$ 41.528,93 para realização da fundação (*radier* com vigas de borda) e vedação (painéis monolíticos em EPS, com malhas de aço, e revestidos com argamassa estrutural), juntamente com mão de obra. Como esse estudo foi realizado considerando uma residência na cidade de Lavras-MG, orçou-se o frete para a entrega dos painéis monolíticos em EPS na cidade, a fim de obter um orçamento mais preciso. Dessa forma, além do preço apresentado acima será acrescido R\$ 2.000,00 para entrega do material, segundo o fornecedor.

É evidente uma redução de custo de R\$13.616,89 reais, obtidas pelo método em EPS, chegando a representar uma redução de 25% no orçamento final, corroborando o estudo feito por Tibúrcio (2022), no qual o EPS apresentou uma redução de custo de 44% devido ao baixo consumo de concreto armado, em virtude do conjunto (painel monolítico + aço + argamassa) já possuir função estrutural, não necessitando do uso de elementos estruturais como pilares e vigas.

Foram realizadas outras análises, através de estudos já realizados, considerando algumas características de ambos os métodos, com o intuito de garantir uma construção com melhor custo-benefício e melhores condições de moradia.

Através das análises, foi possível constatar que o EPS apresenta um ótimo isolamento termoacústico (BERTOLDI, 2007), em comparação com o desempenho de blocos cerâmicos, a eficiência do poliestireno supera em um terço, uma vez que para atingir um valor de transmitância térmica igual a $0,43 \text{ W.m}^{-2} .\text{K}^{-1}$, valor quase 6 vezes menor que o da alvenaria cerâmica e bem abaixo dos limites propostos pela NBR 15575 (ABNT, 2021), seria necessária uma parede de alvenaria composta por blocos cerâmicos que tenha 98 cm de espessura; em contrapartida, são necessários apenas 9 cm de uma parede formada por painéis de EPS para oferecer a mesma transmitância térmica. A baixa condutividade térmica deve-se à sua estrutura ser composta por células fechadas e preenchidas por ar do EPS, dificultando a passagem de calor, proporcionando ao EPS a capacidade de isolar o ambiente termicamente (BERTOLDI, 2007). Novais *et al.* (2014), verificaram uma redução de temperatura no interior de uma residência composta por EPS de 7°C , demonstrando que o material apresenta um excelente isolamento térmico.

Em relação ao peso próprio da estrutura, o EPS é bem mais leve do que os outros tipos de alvenaria, tendo os painéis monolíticos um peso de $0,04\text{kN/m}^2$ e o painel revestido com argamassa $1,31\text{kN/m}^2$, valores fornecidos pelo fornecedor do material, enquanto uma parede de blocos cerâmicos revestida com argamassa um peso de $1,9 \text{ kN/m}^2$ (ABNT, 2019).

Tratando-se de sustentabilidade, o EPS é composto por até 98% ar e 2% poliestireno, o que o torna 100% reciclável e reaproveitável. Com seu uso, diminui-se drasticamente o consumo de água e energia desde a sua fabricação até sua execução e reduz a geração de resíduos na obra para quase zero, com relação a sobra de EPS.

Materiais que não foram usados na obra conseguem ser totalmente reutilizados pelas empresas, assim tem-se pouco desperdício e o ambiente de trabalho se torna mais limpo. Outro ponto importante é que os resíduos gerados nas fábricas com a produção dos painéis são 100% recicláveis, devido ao poliestireno expandido ser um material reaproveitável, sendo fácil de voltar a sua forma original, além de que este material não libera substâncias tóxicas ao meio ambiente, tornando todo o processo de produção e obra mais sustentável (TREVEJO, 2018).

Por último, o tempo de execução do sistema convencional resulta em um maior tempo de obra, por se tratar de um método mais complexo. Ao observar o estudo feito por Mendes e Pereira (2021), e comparar com área construída do projeto do presente trabalho, estima-se que para a execução da etapa de montagem dos painéis em EPS, não considerando a aplicação de argamassa, seriam gastos apenas 7,5 h em uma obra de aproximadamente 50 m^2 com uma equipe de duas pessoas.

Vale ressaltar que por se tratar de um sistema inovador, a mão de obra deve ser capacitada, do contrário, é necessário um rápido treinamento para a equipe estar totalmente

capacitada com relação ao material, sendo vantajoso o investimento na qualificação dessa mão de obra.

Por fim, é importante salientar que as reduções de custos poderiam ser mais assertivas se a construção fosse maior, pois há estudos onde são evidenciados que em projetos de casas e prédios com áreas superiores, o isopor® pode ter resultados mais significativos com relação à redução de elementos de fundação.

7 CONCLUSÃO

É evidente que a construção civil está passando por constantes transformações, e com isso, sistemas não convencionais vêm ganhando cada vez mais espaço na construção civil, dado que eles vêm apresentando menores custos, oferecendo melhores qualidades para os moradores e reduzindo o impacto ambiental, tornando-se mais sustentável e produtivo.

Dessa maneira, este trabalho teve o propósito de contextualizar o sistema não convencional utilizando painéis de EPS e compará-lo com o sistema mais utilizado atualmente, o composto por vedação em blocos cerâmicos, confrontando suas características e realizando uma avaliação quantitativa.

Assim sendo, foi possível constatar que o método em isopor® apresenta uma redução de custo de 25 %, comparado com o sistema tradicional, para uma residência de aproximadamente 50 m² em Lavras MG. Dito isso, o sistema em EPS se apresentou como uma alternativa interessante, devido à sua rapidez de execução e por apresentar redução no valor total da obra. Todavia, além de menor custo, o isopor® apresenta melhores benefícios com relação ao tempo de execução, peso próprio, isolamento térmico e reciclagem do seu material.

No presente trabalho, por ser tratar de uma casa simples, a maior economia foi referente à etapa de estrutura, resultando em um valor de R\$ 8.437,40, enquanto a fundação teve uma redução equivalente a 36% (R\$ 6.522,22), devido não ser necessário o uso de elementos estruturais de fundação tão volumosos, já que o projeto estudado não necessitava suportar grandes cargas.

Para trabalhos futuros, recomenda-se aprofundar os estudos em projetos com áreas construídas maiores, até mesmo prédios, a fim de concretizar os resultados e evidenciar essa economia gerada pela redução dos elementos de fundações e aumento da produtividade.

REFERÊNCIAS

- ABRECON. **O que é entulho?** 2022. Disponível em: < <https://abrecon.org.br/reciclagem-de-entulho-residuos-da-construcao-e-demolicao-rcd/o-que-e-entulho/>>. Acesso em: 05 out. 2022.
- ALVES, J. P. O. **Sistema construtivo em painéis de EPS**. 66p. Artigo (Graduação em Engenharia civil) – Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11752**: Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil refrigeração industrial. Rio de Janeiro, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1**: Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação: Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações Habitacionais: Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estrutura de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120**: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7481**:Tela de aço soldada – Armadura para concreto. Rio de Janeiro, 1990.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8545**: Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos. Rio de Janeiro, 1984.
- BARRETO, M. N. **Casa EPS – edifício residencial em painéis monolíticos de poliestireno expandido**. Monografia - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2017.
- 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**. 127 p. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2007.
- BRUMAN ENGENHARIA. **Algumas obras**. 2016. Disponível em: < <http://www.brumanengenharia.com.br/mainObras.html> >. Acesso em: 25 ago. 2022.
- CBIC. **PIB da construção fecha o ano com crescimento de 9,7%, a maior alta em 11 anos**. 2022. Disponível em:< <https://cbic.org.br/pib-da-construcao-fecha-o-ano-com-crescimento-de-97-a-maior-alta-em-11-anos/> >. Acesso em: 30 jul. 2022.

CUB/M². **Evolução dos preços nos últimos 12 meses (em R\$)**. 2022. Disponível em: <<http://www.cub.org.br/cub-m2-estadual/MG/>>. Acesso em: 16 jul. 2022.

DE SÁ, M. K. R. G. **Painéis monolíticos de EPS e sua aplicabilidade na construção civil**. 2017. 59p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade Mauricio de Nassau – Boa Viagem, Recife, 2017.

DUARTE, L. P.; CARNEIRO, P.V. **Sistema construtivo utilizando-se poliestireno expandido para vedação vertical**. 2015. 30p Artigo (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2015.

FEICON. **A FEICON deste ano bateu recordes e rendeu muita coisa boa para contar! Dá uma conferida!** 2022. Disponível em: <<https://blog.feicon.com.br/2022/04/06/a-feicon-deste-ano-bateu-recordes-e-rendeu-muita-coisa-boa-para-contar-da-uma-conferida/>> Acesso em: 05 out. 2022.

FUHR, A. G. **Análise Estrutural e de Custos de Estruturas de Concreto Armado com Vedações Verticais com Painéis Monolíticos em EPS e com Blocos Cerâmicos**. 2017. 112 p. TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2017.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional no Brasil**. 2021. Disponível em:<<http://fjp.mg.gov.br/deficit-habitacional-no-brasil/>>. Acesso em: 16 jul. 2022.

GOVERNO FEDERAL. **O que é o déficit habitacional**. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/casa-verde-e-amarela/o-que-e-o-deficit-habitacional>>. Acesso em: 16 jul. 2022.

KINGSPAN ISOESTE. **Manual de Instalação Monolit**. Disponível em: <<https://kingspan-isoeste.com.br/manuais/>>. Acesso em: 16 jul. 2022.

KINGSPAN ISOESTE. **Painel Monolit**, 2022. Disponível em: <<https://kingspan-isoeste.com.br/painel-monolit/>>. Acesso em: 30 jul. 2022.

MACROTERM. **Macropainel**. Disponível em: <<https://macroterm.com.br/construcao-civil/macropainel/>>. Acesso em: 30 jul. 2022.

MENDES, J. M.; PEREIRA, B. dos S. **Comparativo de custo e produtividade dos métodos construtivos em EPS e concreto armado**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2021.

NOVAIS, J. W. Z.; OLIVEIRA, E. V.; JOAQUIM, T. D.; LEAL, L. A.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; SANCHES, L. **Comparação do Desempenho Térmico de Painéis em EPS como Alternativa aos Tijolos Cerâmicos no Conforto Térmico de Residências em Cuiabá-MT**. Unopar Científica e Tecnológica, v13, n.1, p. 39-43. 2014.

OLIVEIRA, F. L. **Avaliação do desempenho estrutural de sistemas construtivos inovadores: estudo de caso**. 1996.108 p. Dissertação. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 1996.

OLIVEIRA, P. F.; SILVA, C. E. **Estudo comparativo entre sistemas construtivos: bloco convencional x bloco solo-cimento**, 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) -Universidade do Sul de Santa Catarina. Tubarão, Santa Catarina,2018.

ONU. **Relatório Anual das Nações Unidas no Brasil**. 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2022-04/ONUBrasil_RelatorioAnual_2021_web.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2022.

PAVESI, D. **Estudo comparativo dos sistemas construtivos light steel frame e de placas monolíticas de poliestireno expandido aplicados à construção de habitações de interesse social**. 2016. 82 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2016.

SIENGE. **Tudo sobre os resíduos da construção civil**. 2022. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/residuos-solidos-da-construcao-civil/>>Acesso em: 05 out. 2022.

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL (SINAPI). **SINAPI**. 2022. Disponível em: < <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.aspx> > Acesso em: 03 set. 2022.

SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÕES TÉCNICAS (SINAT). **Diretriz sinat nº 11: Paredes, moldadas no local, constituídas por componentes de Poliestireno expandido (EPS), aço e argamassa, microconcreto ou concreto**. Brasília, 2014

SOUZA, A.C.A. G. **Análise comparativa de custos de alternativas tecnológicas para construção de habitações populares**. 180p. Dissertação – Universidade Católica de Pernambuco. Recife, 2009.

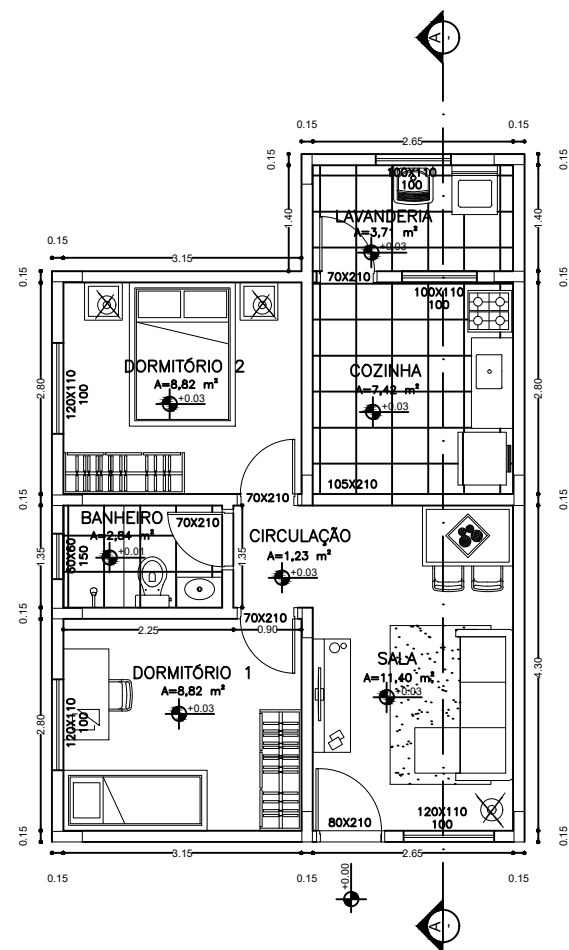
TEM SUSTENTAVEL. **EPS, uma tendência na construção para um futuro melhor**. 2016. Disponível em: <<https://www.temsustentavel.com.br/eps-uma-tendencia-na-construcao-futuro/>>. Acesso em: 30 jul. 2022.

TERRA DE DIREITOS. **Novas diretrizes da ONU para a implementação do Direito à Moradia Adequada são publicadas**, 2020. Disponível em: <<https://terradedireitos.org.br/noticias/noticias/novas-diretrizes-da-onu-para-a-implementacao-do-direito-a-moradia-adequada-sao-publicadas/23248>>. Acesso em: 30 jul. 2022.

TIBURCIO, I. T. **Estudo comparativo entre o sistema construtivo em painéis monolíticos em EPS e o sistema convencional com estrutura de concreto e vedação em alvenaria**. 2022. 54 p. TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2022.

TREVEJO, H. H. **Análise comparativa entre sistemas construtivos convencional e monolítico em painéis EPS para residências unifamiliares**. 45 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – UNICESUMAR – Centro Universitário de Maringá. Maringá, 2018.

ANEXO A – PROJETO ARQUITETÔNICO – MODELO CONVENCIONAL



PLANTA BAIXA
ÁREA 47,25 m²
ESC - 1/50

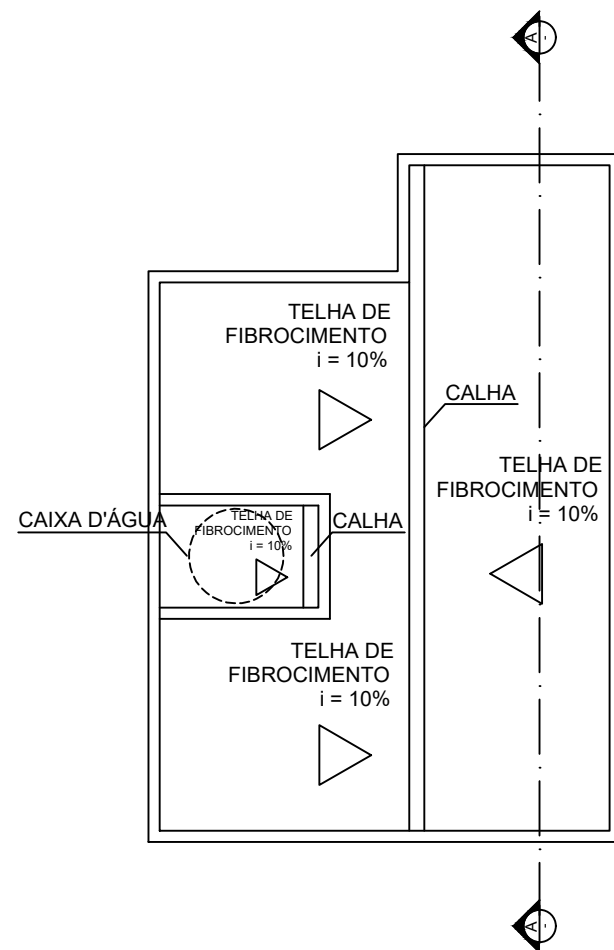
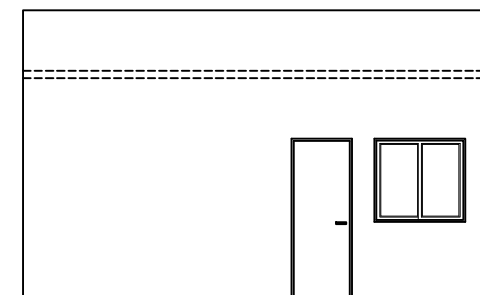
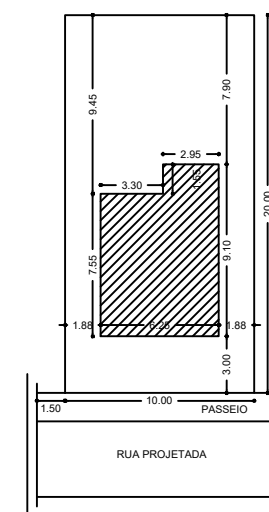


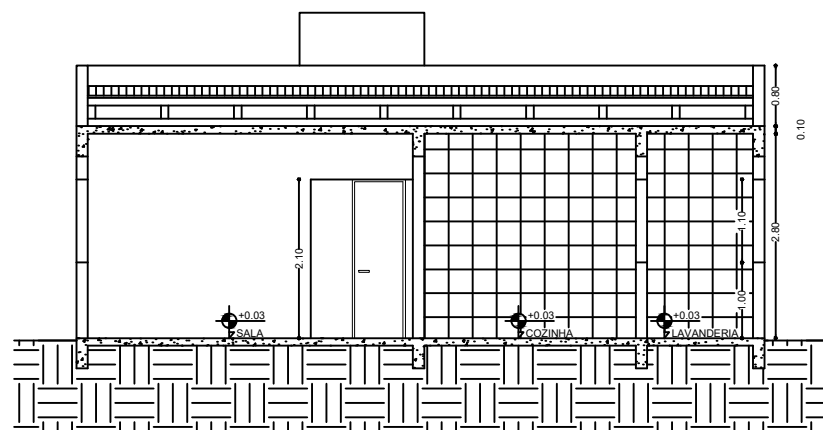
DIAGRAMA DE COBERTURA
ESC - 1/50



FACHADA
ESC - 1/50



PLANTA DE SITUAÇÃO
ESC - 1/200



CORTE AA
ESC - 1/50

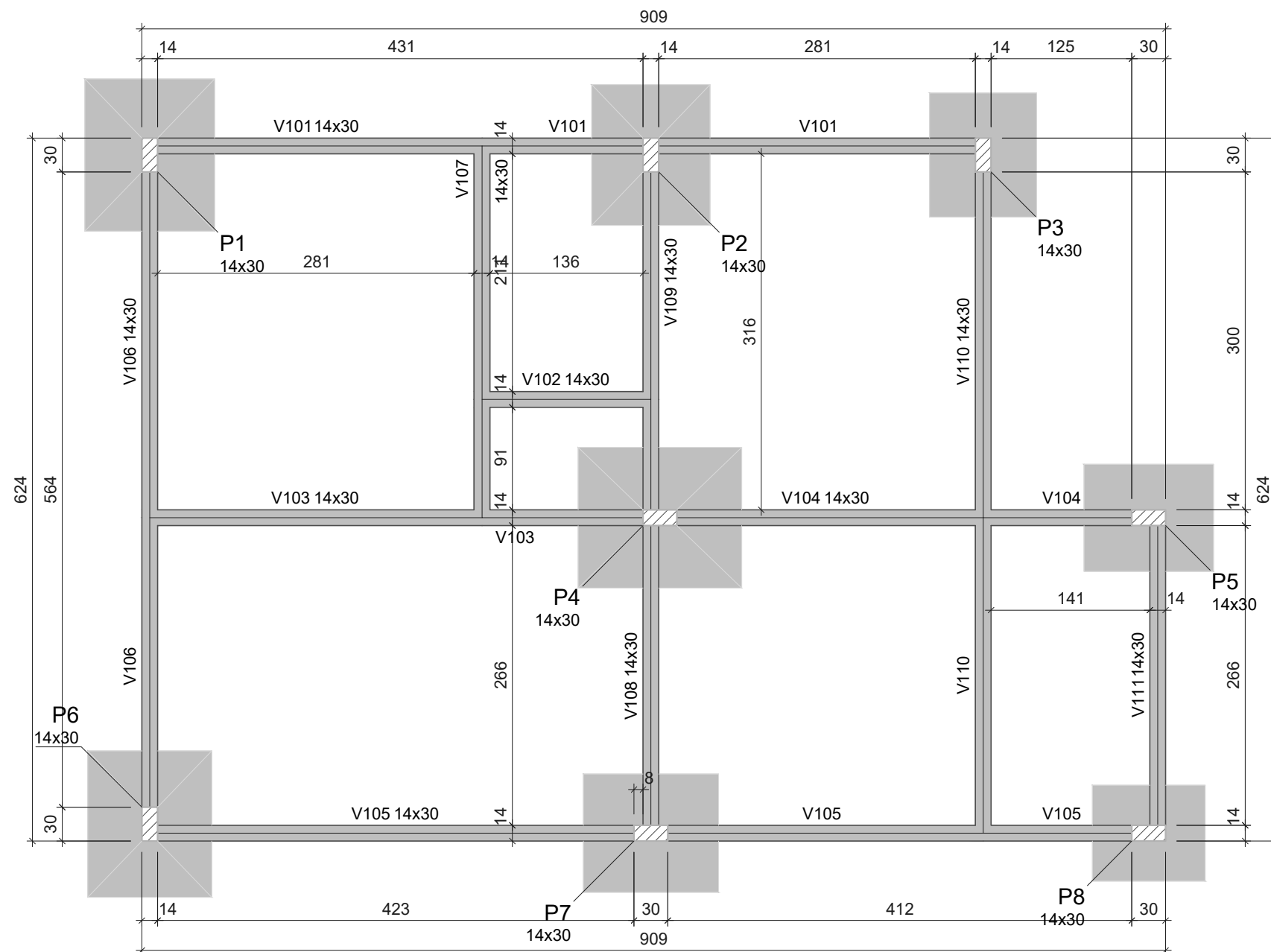


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

DISCIPLINA:	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	TEMA:	ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A ALVENARIA CONVENCIONAL E ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM LAVRAS-MG
ASSUNTO:	PROJETO ARQUITETÔNICO	ESCALA:	1/50
ALUNOS:	GUSTAVO LARA SILVA (201621013) KARINA APARECIDA MOREIRA (201620074)	FOLHA:	1/1
		DATA:	04/10/2022

ANEXO B – PLANTA DE FORMA - TÉRREO – MODELO CONVENCIONAL



Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (m)	Nível (m)
V101	14x30	0.00	0.00
V102	14x30	0.00	0.00
V103	14x30	0.00	0.00
V104	14x30	0.00	0.00
V105	14x30	0.00	0.00
V106	14x30	0.00	0.00
V107	14x30	0.00	0.00
V108	14x30	0.00	0.00
V109	14x30	0.00	0.00
V110	14x30	0.00	0.00
V111	14x30	0.00	0.00

Características dos materiais

fck (MPa)	Ecs (MPa)
25	24150

Pilares			
Nome	Seção (cm)	Elevação (m)	Nível (m)
P1	14x30	0.00	0.00
P2	14x30	0.00	0.00
P3	14x30	0.00	0.00
P4	14x30	0.00	0.00
P5	14x30	0.00	0.00
P6	14x30	0.00	0.00
P7	14x30	0.00	0.00
P8	14x30	0.00	0.00

Legenda dos pilares	
	Pilar que passa

Legenda das vigas e paredes	
	Viga

Forma do pavimento Térreo (Nível 0.00)

escala 1:50



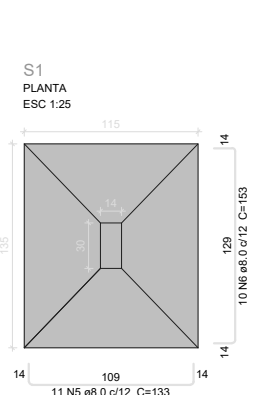
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

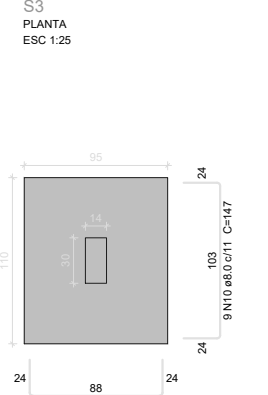
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO TEMA: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A ALVENARIA CONVENCIONAL E ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM LAVRAS-MG

ASSUNTO: PROJETO ESTRUTURAL - PLANTA DE FORMA (TÉRREO) ESCALA: 1/50 FOLHA: 3/6

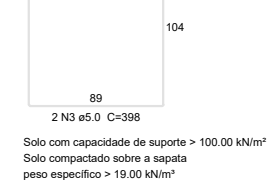
ALUNOS: GUSTAVO LARA SILVA (201621013) KARINA APARECIDA MOREIRA (201620074) DATA: 04/10/2022



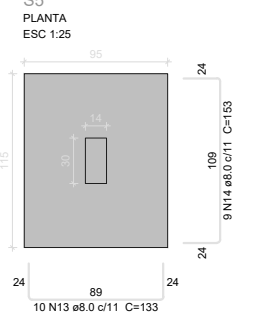
Solo com capacidade de suporte > 100.00 kN/m²
Solo compactado sobre a sapata
peso específico > 19.00 kN/m³



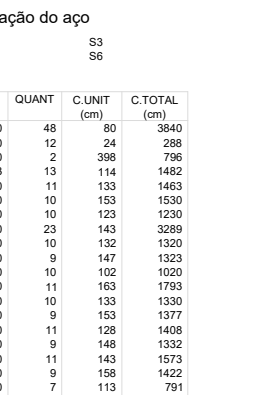
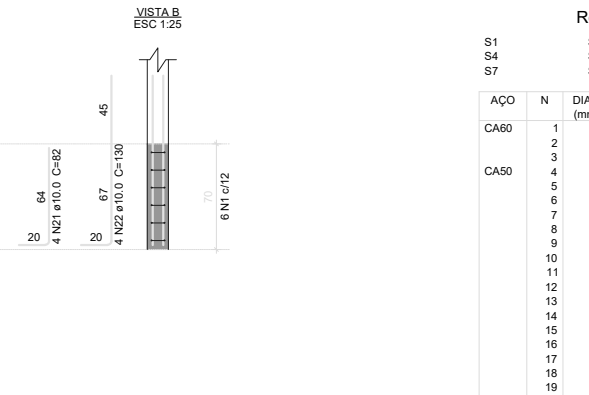
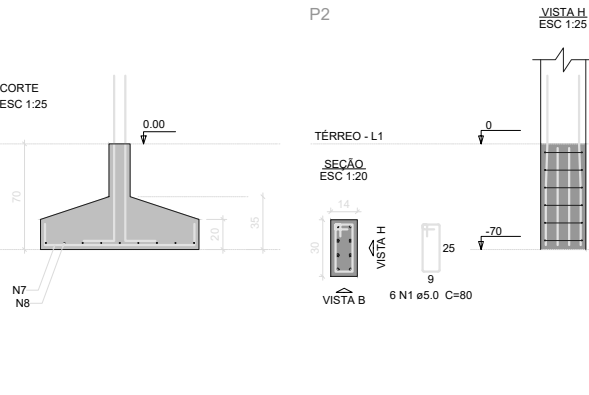
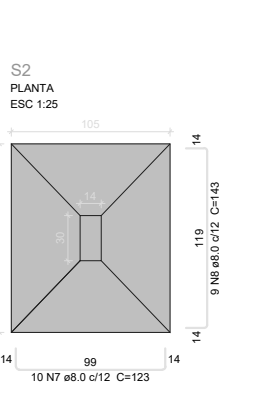
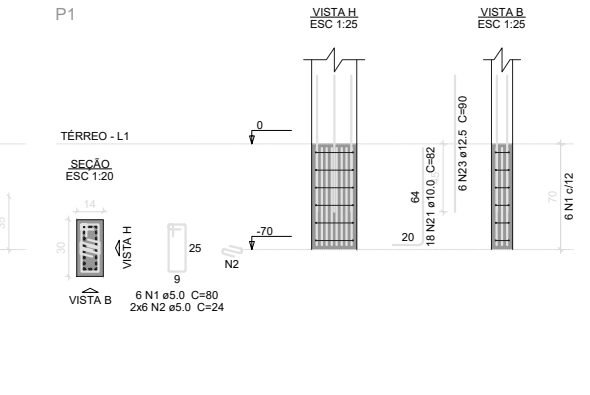
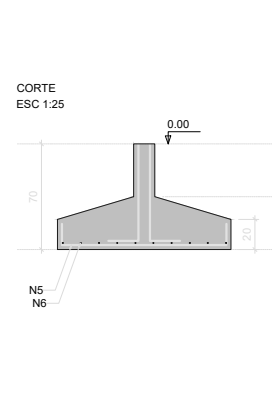
Solo com capacidade de suporte > 100.00 kN/m²
Solo compactado sobre a sapata
peso específico > 19.00 kN/m³



Solo com capacidade de suporte > 100.00 kN/m²
Solo compactado sobre a sapata
peso específico > 19.00 kN/m³



Solo com capacidade de suporte > 100.00 kN/m²
Solo compactado sobre a sapata
peso específico > 19.00 kN/m³



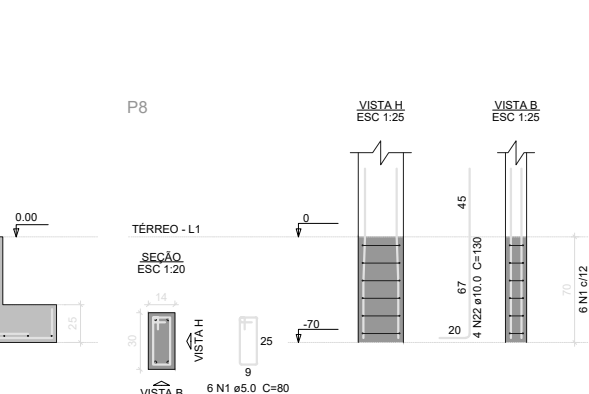
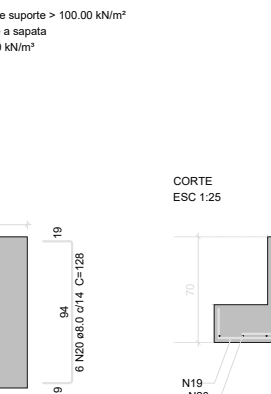
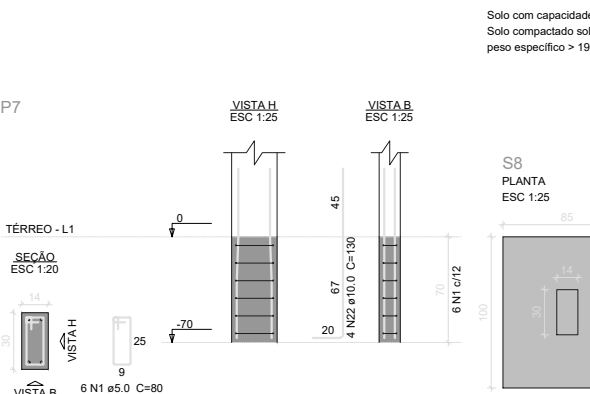
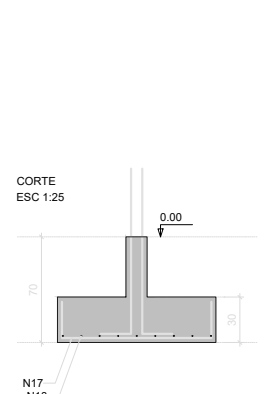
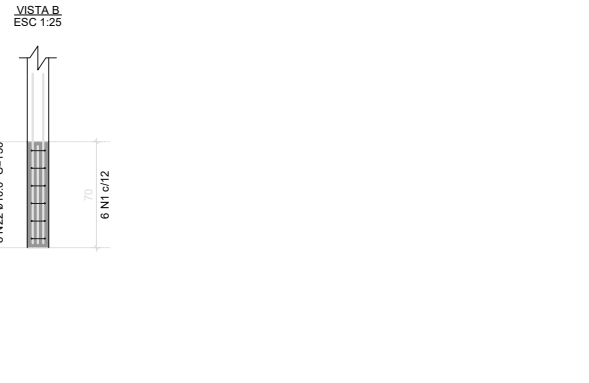
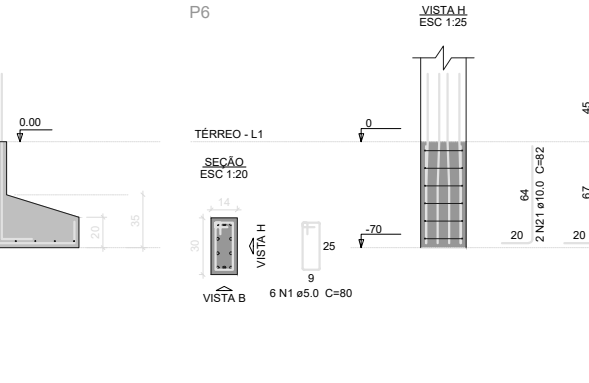
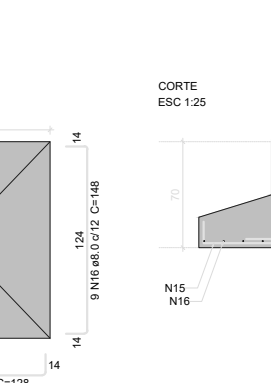
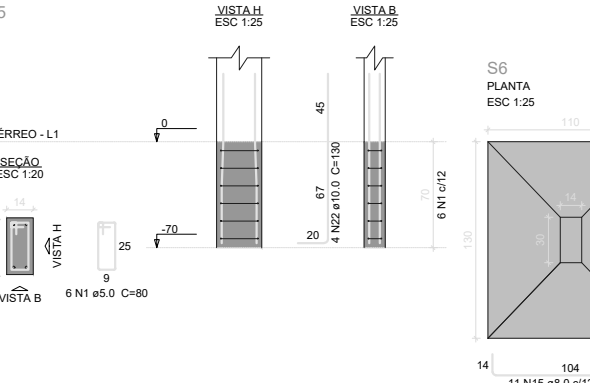
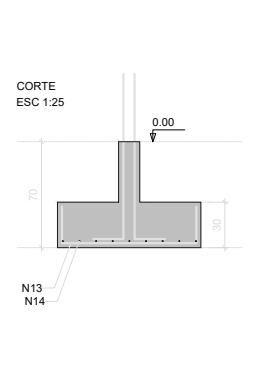
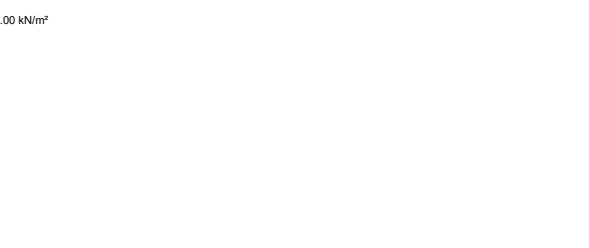
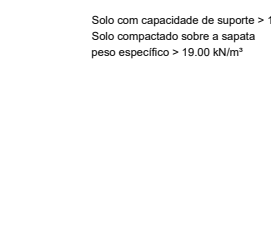
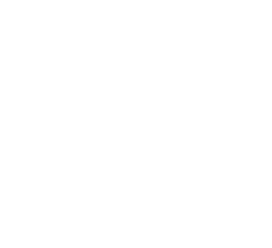
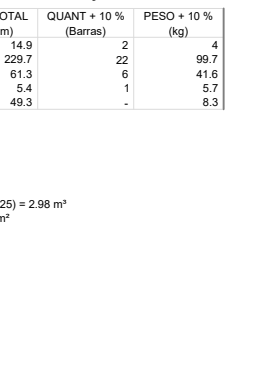
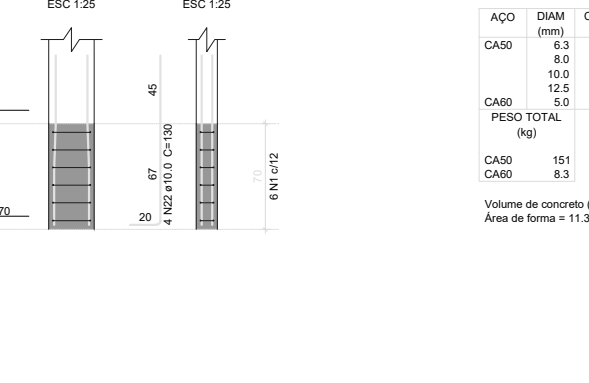
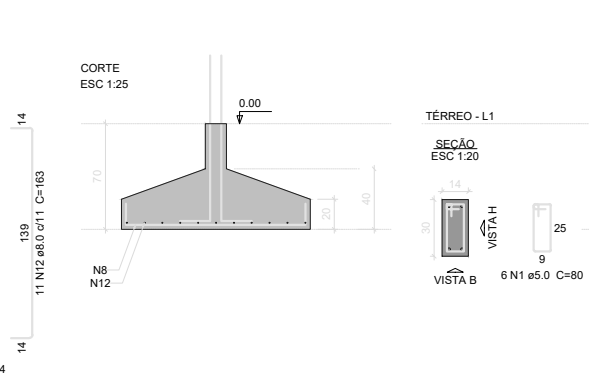
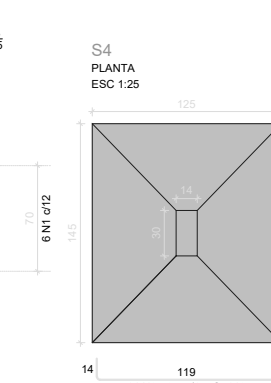
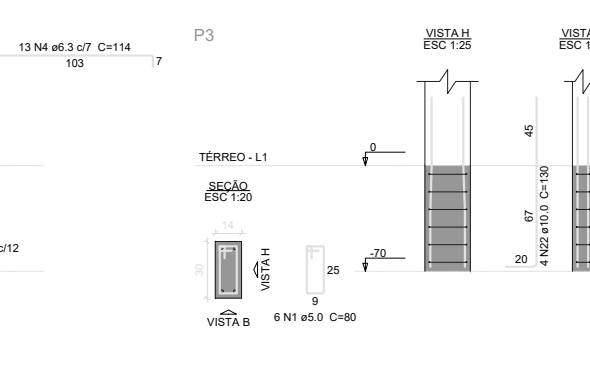
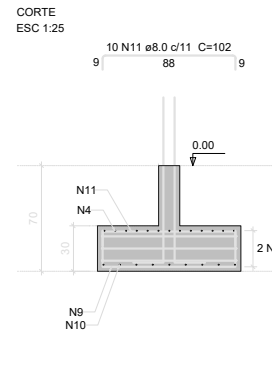
Relação do aço

CAÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	48	80	3840
	2	5.0	12	24	288
	3	5.0	2	398	796
	4	6.3	13	114	1482
	5	8.0	11	133	1463
	6	8.0	10	153	1530
	7	8.0	10	123	1230
	8	8.0	23	143	3289
	9	8.0	10	132	1320
	10	8.0	9	147	1323
	11	8.0	10	102	1020
	12	8.0	11	163	1793
	13	8.0	10	133	1330
	14	8.0	9	153	1377
	15	8.0	11	128	1408
	16	8.0	9	148	1332
	17	8.0	11	143	1573
	18	8.0	9	158	1422
	19	8.0	7	113	791
	20	8.0	6	128	768
	21	10.0	24	82	1968
	22	10.0	32	130	4160
	23	12.5	6	90	540

Resumo do aço

CAÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	QUANT + 10 % (Barras)	PESO + 10 % (kg)
CA50	6.3	14.9	2	4
	8.0	229.7	22	99.7
	10.0	51.3	6	41.6
	12.5	5.4	1	5.7
CA60	5.0	49.3	-	8.3
PESO TOTAL (kg)				
CA50	151			
CA60	8.3			

Volume de concreto (C-25) = 2.98 m³
Área de forma = 11.37 m²



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

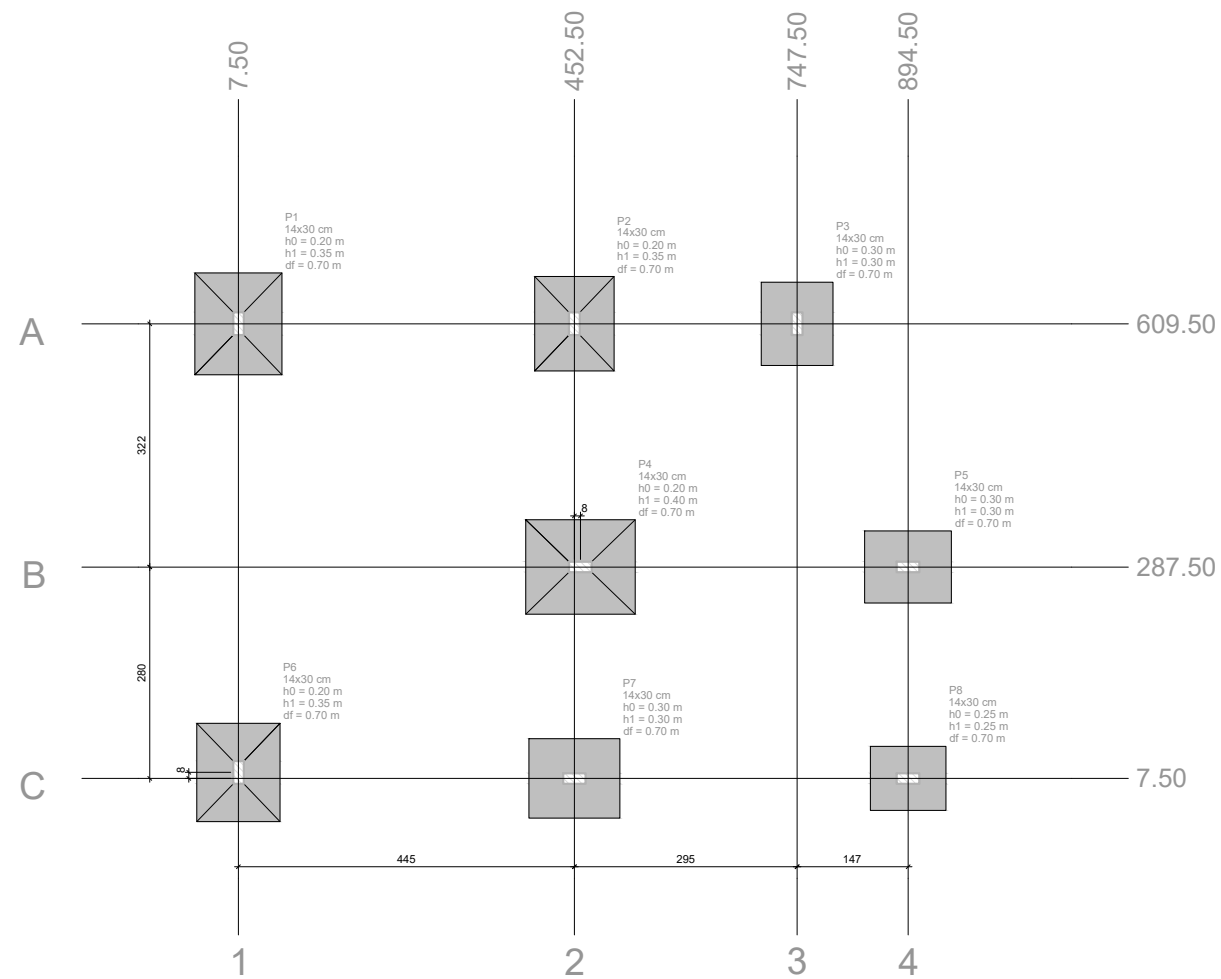
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO TEMA: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A ALVENARIA CONVENCIONAL E ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM LAVRAS-MG

ASSUNTO: PROJETO ESTRUTURAL - PLANTA FUNDAÇÃO ESCALA: 1/25 FOLHA: 2/6

ALUNOS: GUSTAVO LARA SILVA (201621013) KARINA APARECIDA MOREIRA (201620074) DATA: 04/10/2022

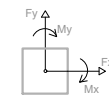
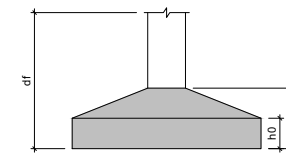
ANEXO D – PLANTA DE LOCAÇÃO – MODELO CONVENCIONAL



Planta de locação
escala 1:50

Nome	Seção (cm)	X (cm)	Y (cm)	Carga Máx. (kN)	Carga Min. (kN)	Pilar				Fundação								
						Mx Máximo (kN.m)		My Máximo (kN.m)		Fx Máximo (kN)		Fy Máximo (kN)		Lado B (cm)	Lado H (cm)	h0 / ha (m)	h1 / hb (m)	df (m)
						Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo					
P1	14x30	7.50	609.50	65	59	0	-9	0	-6	0	-17	32	0	115	135	0.20	0.35	0.70
P2	14x30	452.50	609.50	77	64	-4	-6	4	0	14	0	8	0	105	125	0.20	0.35	0.70
P3	14x30	747.50	609.50	31	27	8	-1	1	-2	4	0	5	0	95	110	0.30	0.30	0.70
P4	14x30	460.50	287.50	114	102	3	-2	0	-9	1	-3	0	-7	125	145	0.20	0.40	0.70
P5	14x30	894.50	287.50	50	46	1	-3	0	-7	11	0	6	0	95	115	0.30	0.30	0.70
P6	14x30	7.50	15.50	63	57	9	0	0	-5	0	-13	0	-32	110	130	0.20	0.35	0.70
P7	14x30	452.50	7.50	65	58	2	0	0	-8	0	-9	0	-5	105	120	0.30	0.30	0.70
P8	14x30	894.50	7.50	43	37	3	0	1	-5	15	0	0	-8	85	100	0.25	0.25	0.70

Os esforços indicados nesta tabela são os valores máximos obtidos pela envoltória de todas as combinações definidas para as fundações. Para análises complementares, deve-se consultar o relatório de esforços na fundação, que apresenta os valores calculados para cada combinação.

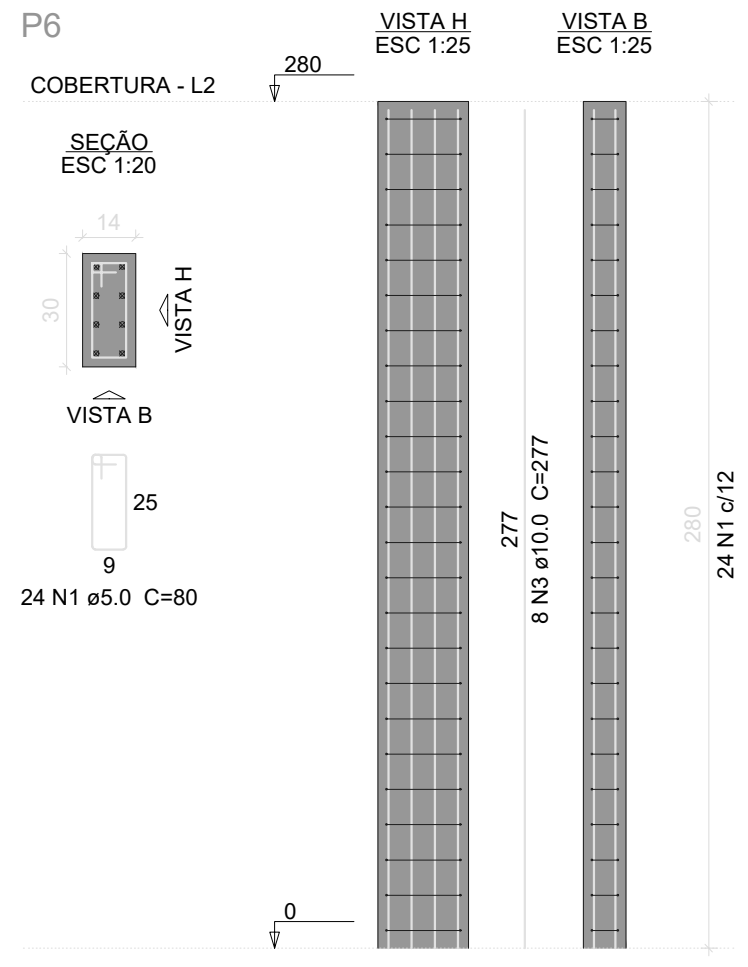
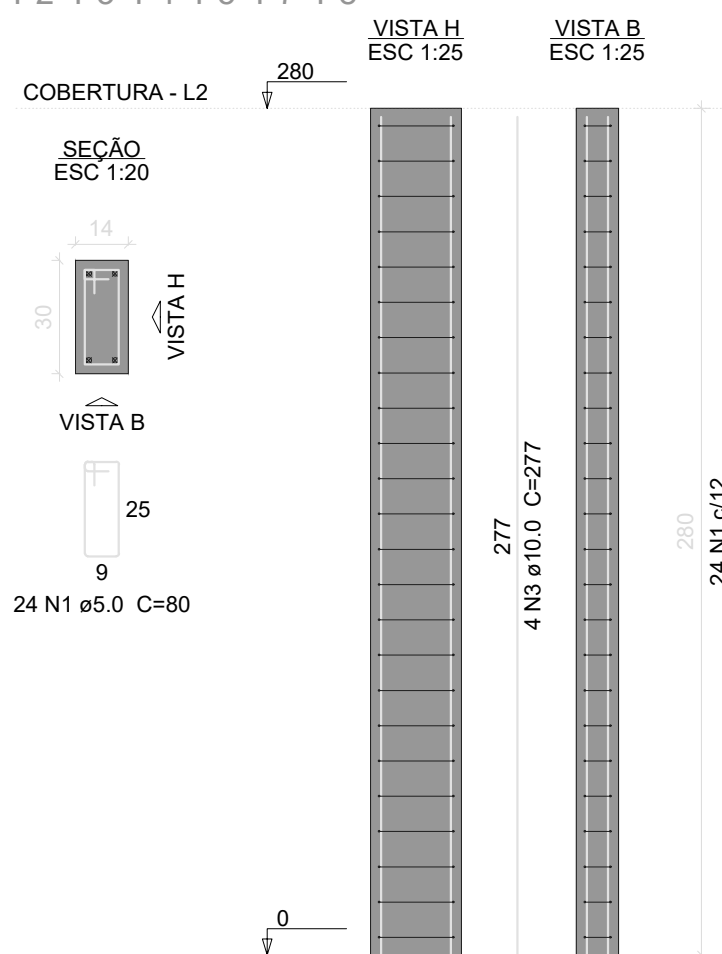
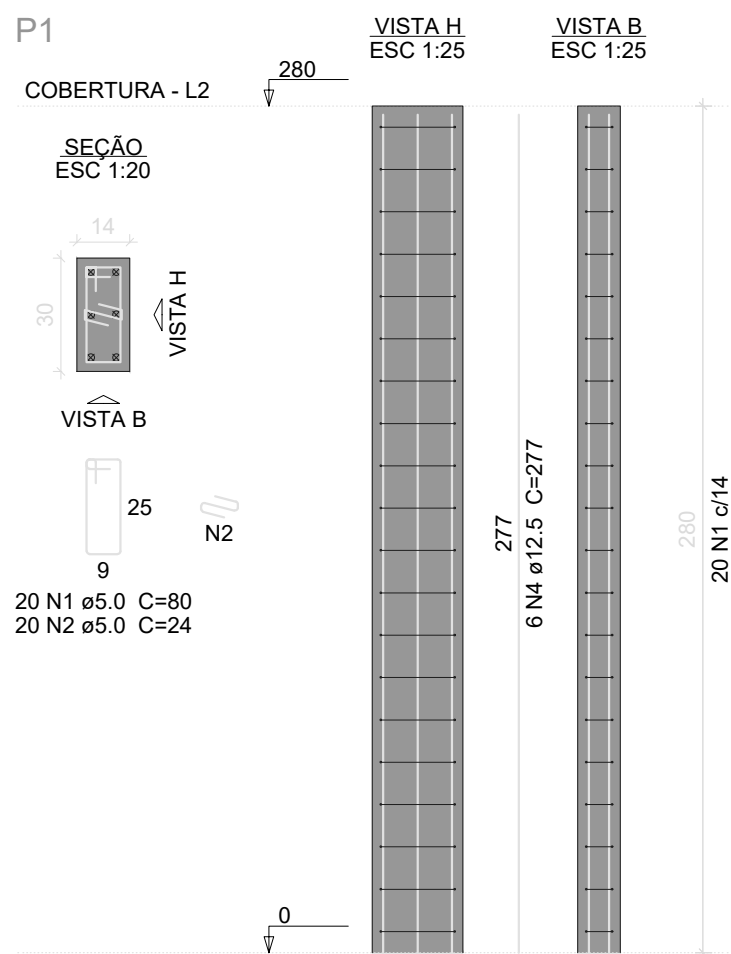


Locação no eixo X		Locação no eixo Y	
Coordenadas (cm)	Nome	Coordenadas (cm)	Nome
7.50	P1, P6	609.50	P1, P2, P3
452.50	P2, P7	287.50	P4, P5
460.50	P4	15.50	P6
747.50	P3	7.50	P7, P8
894.50	P5, P8		



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

ANEXO E - PLANTA DOS PILARES - MODELO CONVENCIONAL



Relação do aço

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	188	80	15040
	2	5.0	20	24	480
CA50	3	10.0	32	277	8864
	4	12.5	6	277	1662

Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	QUANT + 10 % (Barras)	PESO + 10 % (kg)
CA50	10.0	88.7	9	60.1
	12.5	16.7	2	17.6
CA60	5.0	155.2	-	26.3
PESO TOTAL (kg)				
CA50	77.7			
CA60	26.3			

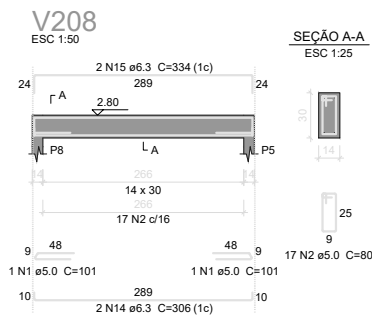
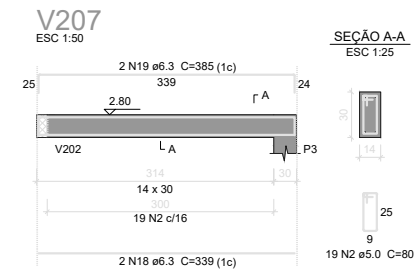
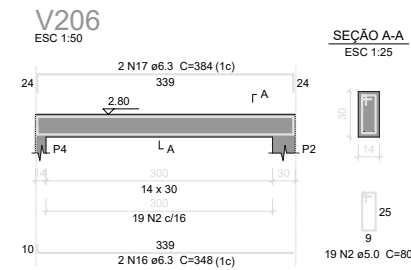
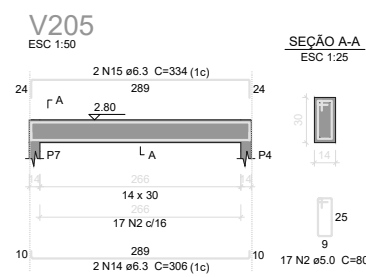
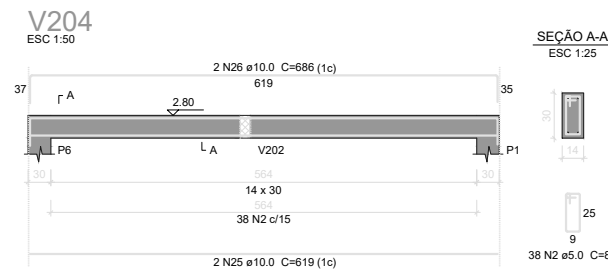
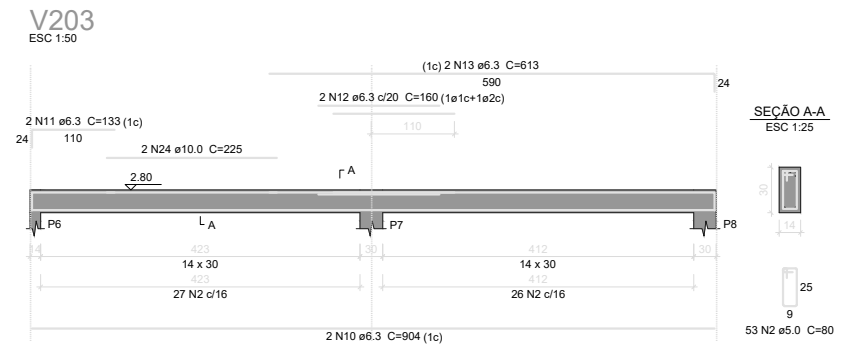
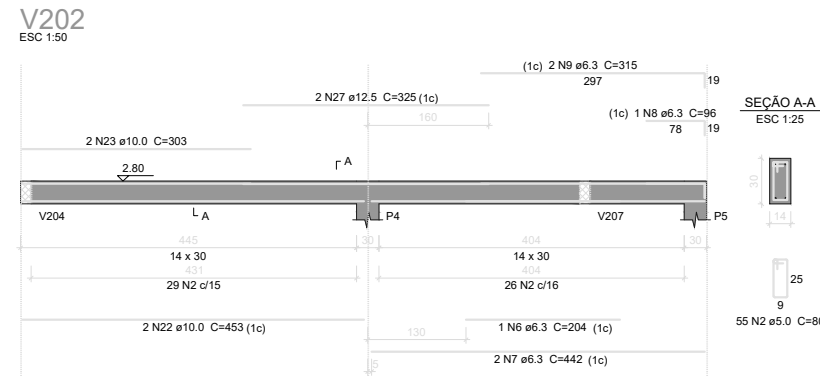
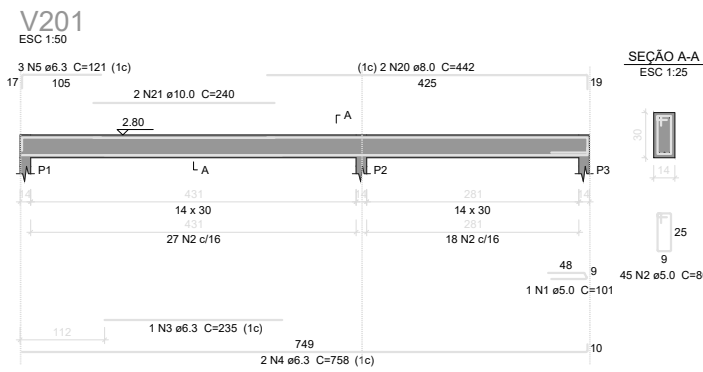
Volume de concreto (C-25) = 0.94 m³
Área de forma = 19.71 m²



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

DISCIPLINA:	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	TEMA:	ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A ALVENARIA CONVENCIONAL E ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM LAVRAS-MG
ASSUNTO:	PROJETO ESTRUTURAL - PILARES	ESCALA:	1/25
ALUNOS:	GUSTAVO LARA SILVA (201621013) KARINA APARECIDA MOREIRA (201620074)	FOLHA:	6/6
		DATA:	04/10/2022

ANEXO F – PLANTA DE VIGAS – COBERTURA – MODELO CONVENCIONAL



Relação do aço

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)	
					V201 V204 V207	V202 V205 V208
CA60	1	5.0	3	101	303	
	2	5.0	263	60	21040	
CA50	3	6.3	1	235	235	
	4	6.3	2	758	1516	
	5	6.3	3	121	363	
	6	6.3	1	204	204	
	7	6.3	2	442	884	
	8	6.3	1	96	96	
	9	6.3	2	315	630	
	10	6.3	2	904	1808	
	11	6.3	2	133	266	
	12	6.3	2	160	320	
	13	6.3	2	613	1226	
	14	6.3	4	306	1224	
	15	6.3	4	334	1336	
	16	6.3	2	348	696	
	17	6.3	2	384	768	
	18	6.3	2	339	678	
	19	6.3	2	385	770	
	20	8.0	2	442	884	
	21	10.0	2	240	480	
	22	10.0	2	453	906	
	23	10.0	2	303	606	
	24	10.0	2	225	450	
	25	10.0	2	619	1238	
	26	10.0	2	686	1372	
	27	12.5	2	325	650	

Resumo do aço

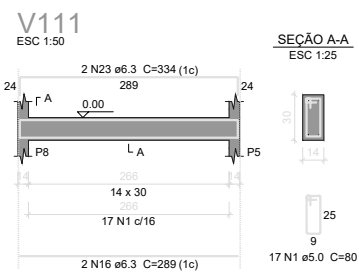
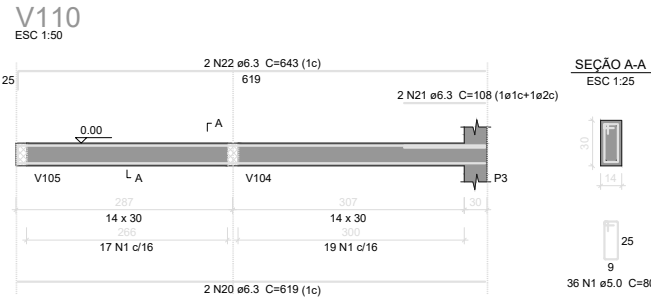
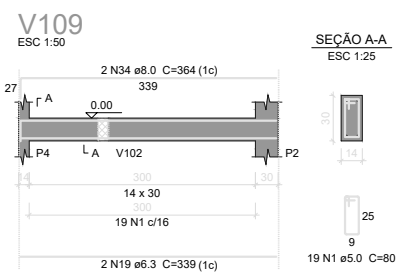
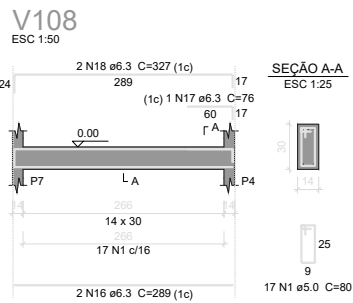
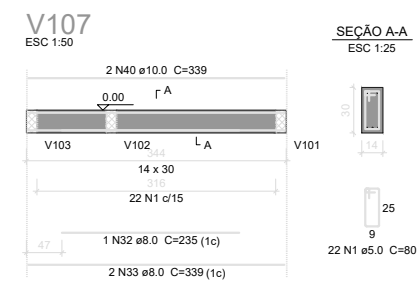
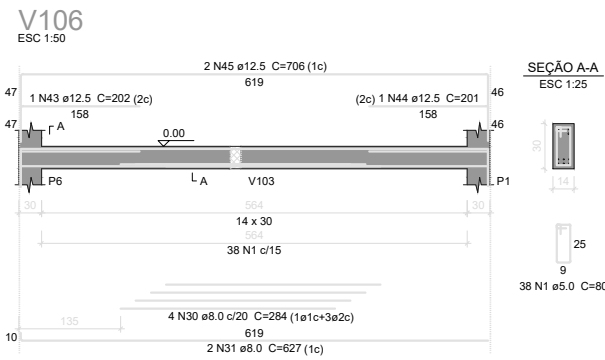
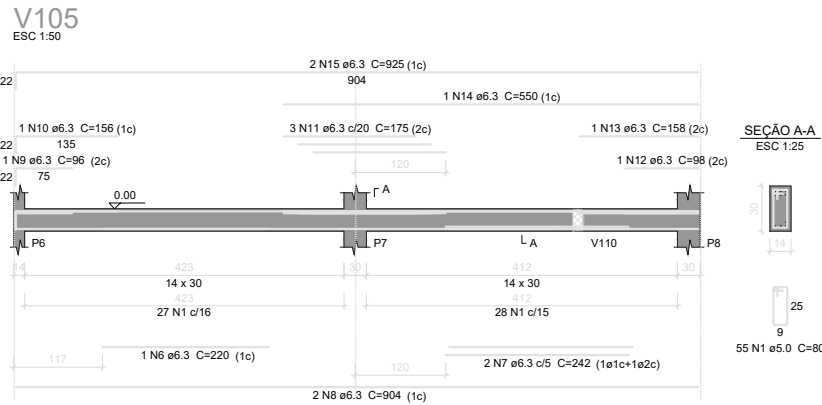
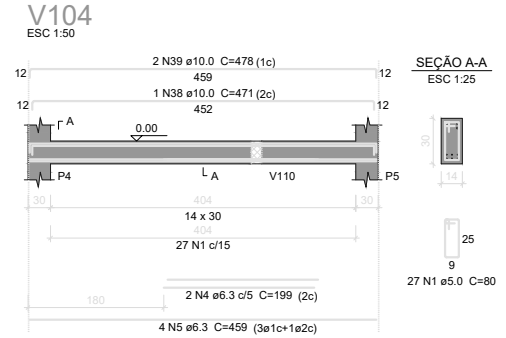
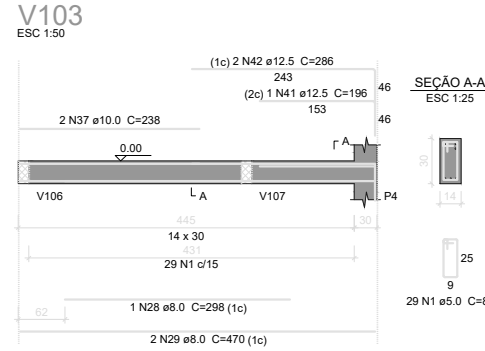
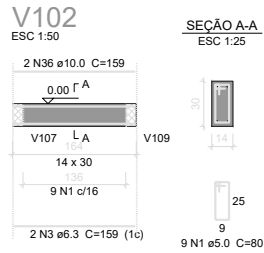
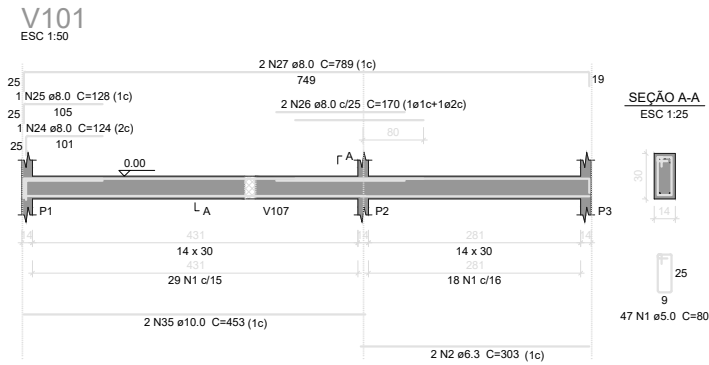
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	QUANT + 10 % (Barras)	PESO + 10 % (kg)
CA50	6.3	130.2	12	35
	8.0	8.9	1	3.8
	10.0	50.6	5	34.3
	12.5	6.5	1	6.9
CA60	5.0	213.5	-	36.2
PESO TOTAL (kg)				
CA50				80
CA60				36.2

Volume de concreto (C-25) = 1.72 m³
Área de forma = 23.84 m²



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

ANEXO G – PLANTA DE VIGAS – TÉRREO – MODELO CONVENCIONAL



Relação do aço

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	316	80	25280
CA50	2	6.3	2	303	606
	3	6.3	2	159	318
	4	6.3	2	199	398
	5	6.3	4	459	1836
	6	6.3	1	220	220
	7	6.3	2	242	484
	8	6.3	2	904	1808
	9	6.3	1	96	96
	10	6.3	1	156	156
	11	6.3	3	175	525
	12	6.3	1	98	98
	13	6.3	1	158	158
	14	6.3	1	550	550
	15	6.3	2	925	1850
	16	6.3	4	280	1156
	17	6.3	1	76	76
	18	6.3	2	327	654
	19	6.3	2	339	678
	20	6.3	2	619	1238
	21	6.3	2	108	216
	22	6.3	2	643	1286
	23	6.3	2	334	668
	24	8.0	1	124	124
	25	8.0	1	128	128
	26	8.0	2	170	340
	27	8.0	2	789	1578
	28	8.0	1	298	298
	29	8.0	2	470	940
	30	8.0	4	284	1136
	31	8.0	2	627	1254
	32	8.0	1	235	235
	33	8.0	2	339	678
	34	8.0	2	364	728
	35	10.0	2	453	906
	36	10.0	2	159	318
	37	10.0	2	238	476
	38	10.0	1	471	471
	39	10.0	2	478	956
	40	10.0	2	339	678
	41	12.5	1	196	196
	42	12.5	2	286	572
	43	12.5	1	202	202
	44	12.5	1	201	201
	45	12.5	2	706	1412

Resumo do aço

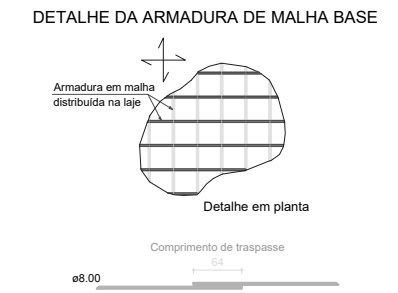
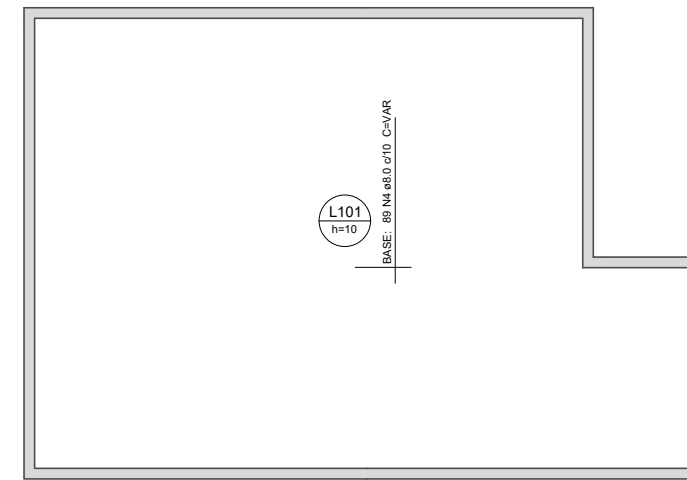
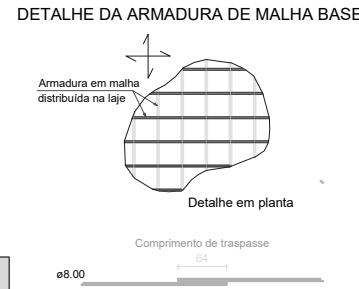
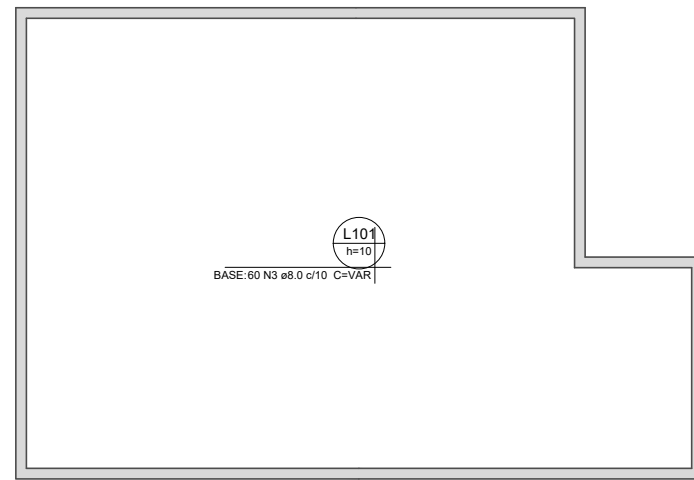
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	QUANT + 10 % (Barras)	PESO + 10 % (kg)
CA50	6.3	150.8	14	40.6
	8.0	74.4	7	32.3
	10.0	38.1	4	25.8
	12.5	25.9	3	27.4
CA60	5.0	252.8	-	42.9
PESO TOTAL (kg)				
CA50				126
CA60				42.9

Volume de concreto (C-25) = 2.03 m³
Área de forma = 35.9 m²



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

ANEXO H – PLANTA DE ARMAÇÃO RADIER – MODELO EM EPS



Relação do aço

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	Positivos X	
				Negativos Y	Positivos Y
CA50	1	6.3	15	904	13560
	2	6.3	15	749	11235
	3	8.0	60	VAR	VAR
	4	8.0	89	VAR	VAR
	5	8.0	8	289	2312
	6	8.0	37	619	22903

Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	QUANT + 10 % (Barras)	PESO + 10 % (kg)
CA50	6.3	248	23	66.7
	8.0	1246.5	115	541
PESO TOTAL (kg)				
CA50	607.7			

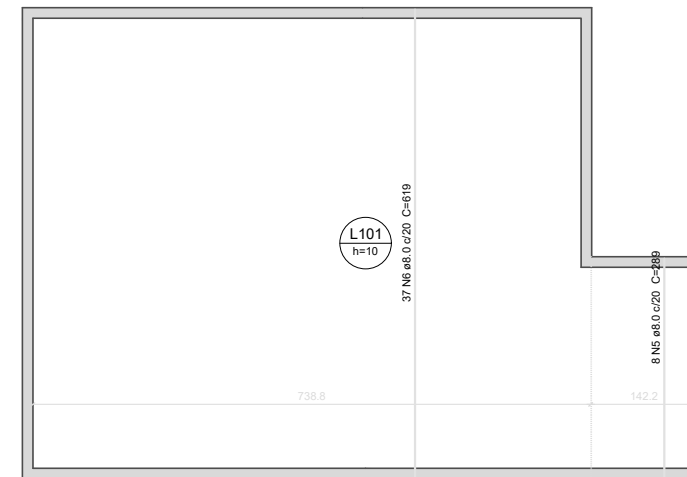
Volume de concreto (C-30) = 4.74 m³

Armação superior do radier do pavimento Térreo (Eixo X) escala 1:50

Armação superior do radier do pavimento Térreo (Eixo Y) escala 1:50



Armação inferior do radier do pavimento Térreo (Eixo X) escala 1:50



Armação inferior do radier do pavimento Térreo (Eixo Y) escala 1:50



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS



Vigas			
Nome	Seção (cm)	Elevação (m)	Nível (m)
V101	14x20	0.00	0.00
V102	14x20	0.00	0.00
V103	14x20	0.00	0.00
V104	14x20	0.00	0.00
V105	14x20	0.00	0.00
V106	14x20	0.00	0.00

Lajes								
Nome	Tipo	Dados			Sobrecarga (kN/m ²)			
		Altura (cm)	Elevação (m)	Nível (m)	Peso próprio (kN/m ²)	Adicional	Acidental	Localizada
L101	Maciça	10	0.00	0	2.50	1.54	1.50	sim

Características dos materiais		
Elemento	fck (MPa)	Ecs (MPa)
Vigas	25	24150
Radier	30	26838

Legenda das vigas e paredes	
	Viga

Forma do pavimento Térreo (Nível 0.00)

escala 1:50



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

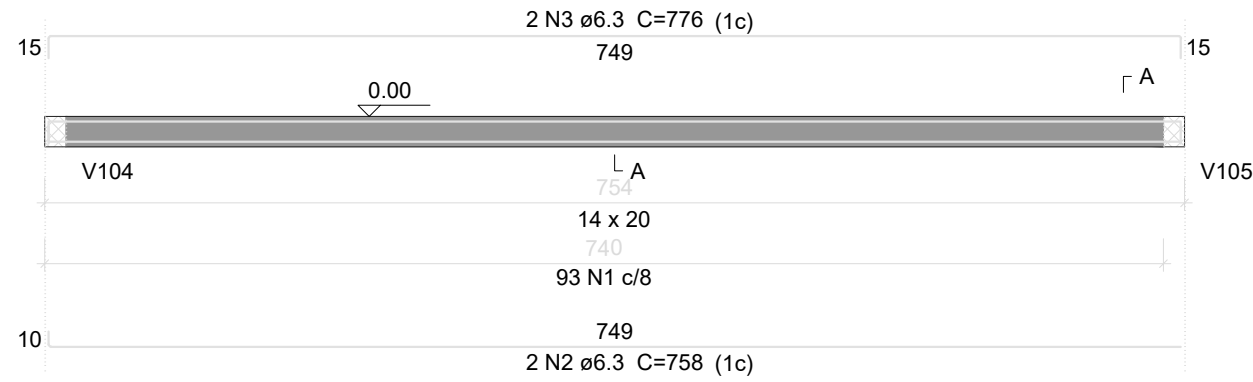
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO TEMA: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A ALVENARIA CONVENCIONAL E ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM LAVRAS-MG

ASSUNTO: PROJETO ESTRUTURAL - FORMA PAVIMENTO TÉRREO ESCALA: 1/50 FOLHA: 1/3

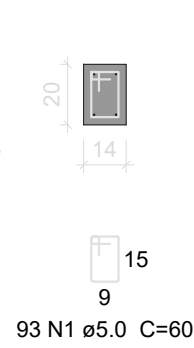
ALUNOS: GUSTAVO LARA SILVA (201621013) KARINA APARECIDA MOREIRA (201620074) DATA: 04/10/2022

V101

ESC 1:50

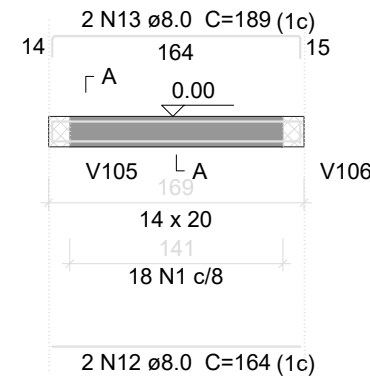


SEÇÃO A-A ESC 1:25

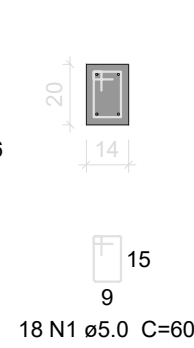


V102

ESC 1:50



SEÇÃO A-A ESC 1:25



AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	371	60	22260
CA50	2	6.3	2	758	1516
	3	6.3	2	776	1552
	4	6.3	2	904	1808
	5	6.3	2	931	1862
	6	6.3	2	619	1238
	7	6.3	2	646	1292
	8	6.3	2	339	678
	9	6.3	2	348	696
	10	6.3	2	289	578
	11	6.3	2	298	596
	12	8.0	2	164	328
	13	8.0	2	189	378

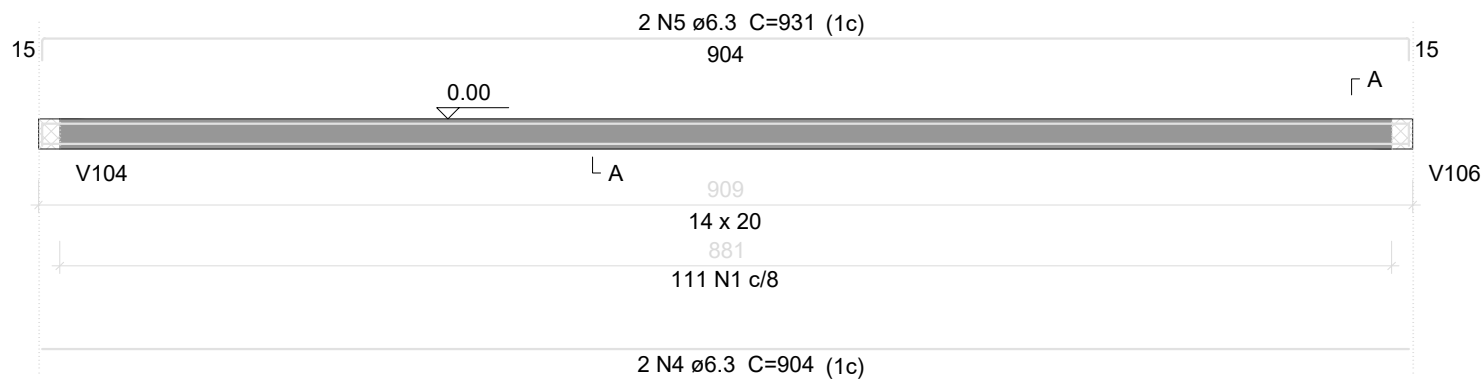
Resumo do aço

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	QUANT + 10 % (Barras)	PESO + 10 % (kg)
CA50	6.3	118.2	11	31.8
	8.0	7.1	1	3.1
CA60	5.0	222.6	-	37.7
PESO TOTAL (kg)				
CA50				34.9
CA60				37.7

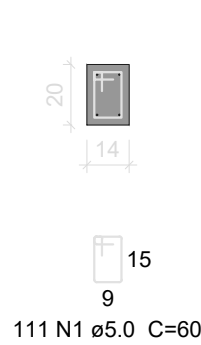
Volume de concreto (C-25) = 0.84 m³
Área de forma = 13.24 m²

V103

ESC 1:50

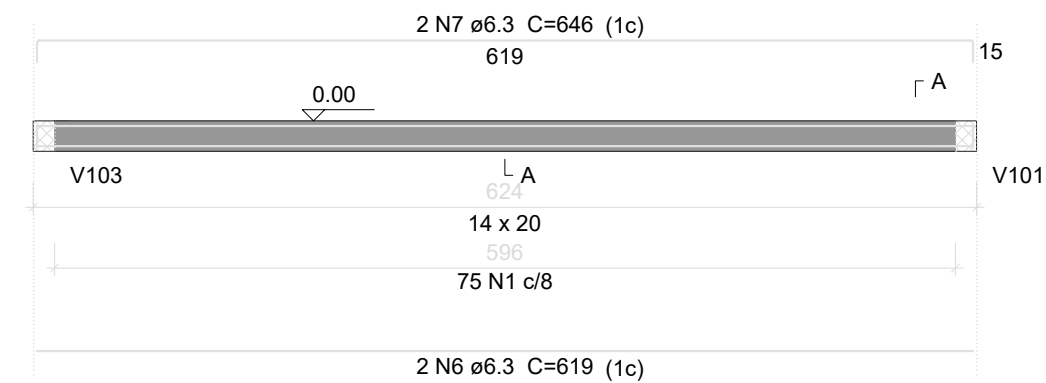


SEÇÃO A-A ESC 1:25

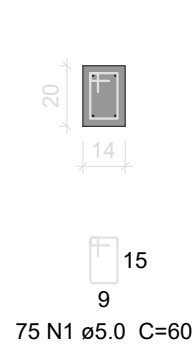


V104

ESC 1:50

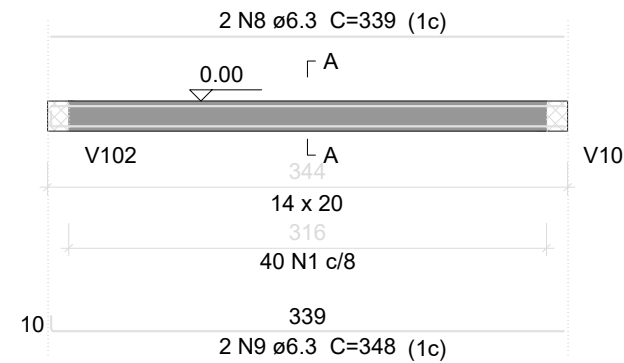


SEÇÃO A-A ESC 1:25

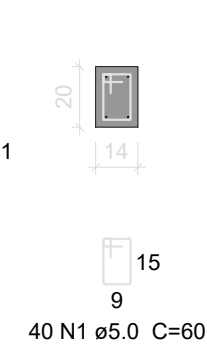


V105

ESC 1:50

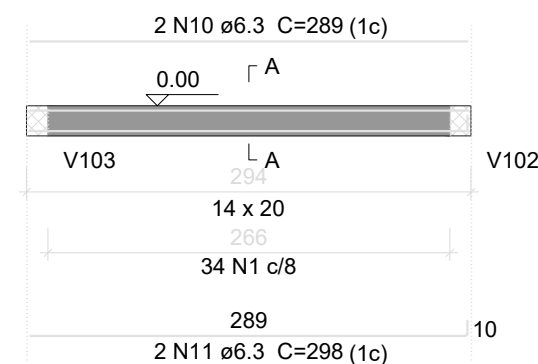


SEÇÃO A-A ESC 1:25

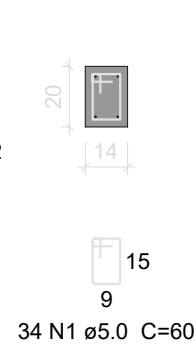


V106

ESC 1:50



SEÇÃO A-A ESC 1:25



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

DISCIPLINA:	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	TEMA:	ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A ALVENARIA CONVENCIONAL E ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM LAVRAS-MG
ASSUNTO:	PROJETO ESTRUTURAL - VIGAS DE BORDA	ESCALA:	1/50
ALUNOS:	GUSTAVO LARA SILVA (201621013) KARINA APARECIDA MOREIRA (201620074)	FOLHA:	2/3
		DATA:	04/10/2022

ANEXO K – Tabela com quantitativo de material gerada pelo EBERICK®

1 Resumo por elemento e por pavimento

Tabela 1 – Quantitativo de materiais para a fundação estrutura – Método Construtivo Convencional.

SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL					
Pavimento	Elemento	Peso do aço +10 % (kg)	Volume de concreto (m³)	Área de forma (m²)	Consumo de aço (kg/m³)
Cobertura	Vigas	115,5	1,7	23,8	67,9
	Pilares	100,9	0,9	19,7	112,1
	Fundações	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total	216,4	2,6	43,5	83,2
Térreo	Vigas	135,5	2,0	35,9	67,8
	Pilares	40,6	0,1	2,8	406,0
	Fundações	95,4	2,5	9,2	38,2
Total		271,5	4,6	47,9	59,0

Fonte: Dos Autores (2022).

Tabela 2 – Quantitativo de materiais para a fundação e estrutura – Método Construtivo em EPS.

SISTEMA CONSTRUTIVO EM EPS					
Pavimento	Elemento	Peso do aço +10 % (kg)	Volume de concreto (m³)	Área de forma (m²)	Consumo de aço (kg/m³)
Térreo	Vigas	71,7	0,8	13,2	89,6
	Pilares	0	0	0	0
	Lajes	0	0	0	0
	Escadas	0	0	0	0
	Fundações	607,7	4,7	0	129,3
Total		679,4	5,5	13,2	123,5

Fonte: Dos Autores (2022).

2 Resumo por material e por elemento

Tabela 3 – Quantitativo de materiais para a fundação e estrutura – Método Construtivo Convencional.

SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL					
		Vigas	Pilares	Fundações	Total
Peso total + 10% (kg)	CA50	172,9	109,3	94,1	376,3
	CA60	78,1	32,1	1,3	111,5
	Total	251,0	141,4	95,4	487,8
Volume concreto (m ³)	C-25	3,7	1,1	2,5	7,3
Área de forma (m ²)		59,7	22,5	9,2	91,4
Consumo de aço (kg/m ³)		67,0	131,6	38,0	66,8

Fonte: Dos Autores (2022).

Tabela 4 – Quantitativo de materiais para a fundação e estrutura – Método Construtivo em EPS.

SISTEMA CONSTRUTIVO EM EPS				
		Vigas	Fundações	Total
Peso total + 10% (kg)	CA50	34,8	607,7	642,5
	CA60	36,9	0	36,9
	Total	71,7	607,7	679,4
Volume concreto (m ³)	C-25	0,8	0	0,8
	C-30	0	4,7	4,7
	Total	0,8	4,7	5,5
Área de forma (m ²)		13,2	0	13,2
Consumo de aço (kg/m ³)		89,6	129,3	123,5

Fonte: Dos Autores (2022).

ANEXO L – Tabela de custos do modelo construtivo convencional

Tabela 1 – Custos viga baldrame (método convencional).

VIGA BALDRAME					
CÓDIGO SINAPI	DESCRIÇÃO DE SERVIÇO	UND	PREÇO UNITÁRIO	QTD	TOTAL
96525	ESCAVAÇÃO MECANIZADA PARA VIGA BALDRAME COM MINI-ESCAVADEIRA (INCLUINDO ESCAVAÇÃO PARA COLOCAÇÃO DE FÔRMAS). AF_06/2017	M³	R\$39,97	2,03	R\$81,14
96617	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM BLOCOS DE COROAMENTO OU SAPATAS ESPESSURA DE 3 CM. AF_08/2017	M²	R\$18,23	7,13	R\$129,98
92265	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_09/2020	M²	R\$126,78	35,9	R\$4.551,40
96544	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	R\$18,26	40,6	R\$741,36
96545	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	R\$17,15	32,3	R\$553,95
96546	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	R\$15,36	25,8	R\$396,29
96547	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	R\$12,99	27,4	R\$355,93
96543	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	R\$19,32	42,9	R\$828,83
96557	CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROAMENTO E VIGAS BALDRAMES, FCK 30 MPA, COM USO DE BOMBA LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2017	M³	R\$679,27	2,03	R\$1.378,92
TOTAL VIGA BALDRAME					R\$9.017,78

Fonte: Dos Autores (2022).

Tabela 2 – Custos sapata (método convencional).

SAPATA					
CÓDIGO SINAPI	DESCRIÇÃO DE SERVIÇO	UND	PREÇO UNITÁRIO	QTD	TOTAL
96523	ESCAVAÇÃO MANUAL PARA BLOCO DE COROAMENTO OU SAPATA (INCLUINDO ESCAVAÇÃO PARA COLOCAÇÃO DE FÔRMAS). AF_06/2017	M³	R\$84,90	3,082625	R\$261,71
96543	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	R\$19,32	1,34	R\$25,89
96544	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	R\$18,26	4	R\$73,04
96545	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM KG - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	R\$17,15	99,7	R\$1.709,86
96558	CONCRETAGEM DE SAPATAS, FCK 30 MPA, COM USO DE BOMBA LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_11/2016	M³	R\$686,13	3,082625	R\$2.115,08
TOTAL SAPATA					R\$4.185,58

Fonte: Dos Autores (2022).

Tabela 3 – Custos superestrutura (método convencional).

SUPERESTRUTURA (PILAR E VIGA)					
CÓDIGO SINAPI	DESCRIÇÃO DE SERVIÇO	UND	PREÇO UNITÁRIO	QTD	TOTAL
92479	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM GARFO DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA PLASTIFICADA, 18 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	M²	R\$72,89	23,84	R\$1.737,70
92439	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, 14 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	M²	R\$52,14	19,71	R\$1.027,68
92759	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	R\$16,13	69,46	R\$1.120,39
92760	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	R\$15,74	35	R\$550,90
92761	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	R\$15,15	3,8	R\$57,57
92762	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	R\$13,70	136	R\$1.863,20
92763	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	R\$11,63	30,2	R\$351,23
103672	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, A DENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022	M³	R\$649,90	2,66	R\$1.728,73
TOTAL SUPERESTRUTURA (PILAR E VIGA)					R\$8.437,40

Fonte: Dos Autores (2022).

Tabela 4 – Custos piso (método convencional).

PISO					
CÓDIGO SINAPI	DESCRIÇÃO DE SERVIÇO	UND	PREÇO UNITÁRIO	QTD	TOTAL
101747	PISO EM CONCRETO 20 MPA PREPARO MECÂNICO, ESPESSURA 7CM. AF_09/2020	M2	R\$74,68	44,63	R\$3.332,97
88477	CARPETE CONTRAPISO COM ARGAMASSA AUTONIVELANTE, APLICADO SOBRE LAJE, ADERIDO, ESPESSURA 3CM. AF_07/2021	M2	R\$30,12	44,63	R\$1.344,26
TOTAL PISO					R\$4.677,22

Fonte: Dos Autores (2022).

Tabela 5 – Custos alvenaria (método convencional).

ALVENARIA					
CÓDIGO SINAPI	DESCRIÇÃO DE SERVIÇO	UND	PREÇO UNITÁRIO	QTD	TOTAL
103334	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 14X9 CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (COM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE	M2	R\$134,70	152,264	R\$20.509,96
87908	CONCRETO DE FACHADA, COM EQUIPAMENTO DE PROJEÇÃO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	M2	R\$7,49	261,24	R\$1.956,69
87548	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 10MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	M2	R\$24,35	261,24	R\$6.361,19
TOTAL ALVENARIA					R\$28.827,84

Fonte: Dos Autores (2022).

TOTAL: R\$55.145,83

ANEXO M – Tabela de custos do modelo construtivo utilizando EPS

Tabela 1 – Custos *radier* e viga de borda (método EPS).

RADIER E VIGA DE BORDA					
CÓDIGO SINAPI	DESCRIÇÃO DE SERVIÇO	UND	PREÇO UNITÁRIO	QTD	TOTAL
96544	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	R\$18,26	31,8	R\$580,67
96545	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	R\$17,15	3,1	R\$53,17
96543	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5 MM - - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	R\$19,32	37,5	R\$724,50
97101	EXECUÇÃO DE RADIER, ESPESSURA DE 10 CM, FCK = 30 MPA, COM USO DE FORMAS EM MADEIRA SERRADA. AF_09/2021	M2	R\$193,20	51,76	R\$10.000,03
TOTAL RADIER E VIGA DE BORDA					R\$11.358,37

Fonte: Dos Autores (2022).

Tabela 2 – Custos vedação (método EPS).

VEDAÇÃO EM EPS					
CÓDIGO SINAPI	DESCRIÇÃO DE SERVIÇO	UND	PREÇO UNITÁRIO	QTD	TOTAL
	Painel finalizado com 15 cm	M ²	R\$142,00	156	R\$22.152,00
	Cantoneira Interna	UN	R\$33,00	24	R\$792,00
	Cantoneira Externa	UN	R\$40,00	6	R\$240,00
	<i>Band aid</i>	UN	R\$5,60	64	R\$358,40
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$25,14	8	R\$201,12
88242	AJUDANTE DE PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	R\$18,44	8	R\$147,52
87908	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (COM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM EQUIPAMENTO DE PROJEÇÃO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	M2	R\$7,49	261,24	R\$1.956,69
87313	ARGAMASSA TRAÇO 1:3 (EM VOLUME DE CIMENTO E AREIA GROSSA ÚMIDA) PARA CHAPISCO CONVENCIONAL, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	R\$502,84	2,6124	R\$1.313,62
	Monomassa 200 Ad - Aditivo para Painel Monolítico - 25 KG	UN	R\$823,81	2	R\$1.647,62
	Microfibra de polipropileno	KG	R\$68,08	20	R\$1.361,60
TOTAL VEDAÇÃO EM EPS					R\$30.170,57

Fonte: Dos Autores (2022).

TOTAL: R\$41.528,93