



## **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Redeenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016*  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Glauco Sidney Poyer

ESTUDO COMPARATIVO DE SISTEMAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL E  
PAREDES DE CONCRETO AUTO ADENSÁVEL EM HABITAÇÕES DE  
INTERESSE SOCIAL DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA EM LUÍS  
EDUARDO MAGALHÃES (BA)

Palmas – TO  
2020

Glauco Sidney Poyer

ESTUDO COMPARATIVO DE SISTEMAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL E  
PAREDES DE CONCRETO AUTO ADENSÁVEL EM HABITAÇÕES DE  
INTERESSE SOCIAL DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA EM LUÍS  
EDUARDO MAGALHÃES (BA)

Projeto de Pesquisa elaborado e apresentado como requisito parcial da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Dr. Fábio Henrique de Melo Ribeiro.

Palmas – TO  
2020

Glauco Sidney Poyer

ESTUDO COMPARATIVO DE SISTEMAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL E  
PAREDES DE CONCRETO AUTO ADENSÁVEL EM HABITAÇÕES DE  
INTERESSE SOCIAL DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA EM LUÍS  
EDUARDO MAGALHÃES (BA)

Projeto de Pesquisa elaborado e apresentado  
como requisito parcial da disciplina de Trabalho  
de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso  
bacharel em Engenharia Civil pelo Centro  
Universitário Luterano de Palmas  
(CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Dr. Fábio Henrique de Melo  
Ribeiro.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Fábio Henrique de Melo Ribeiro

Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

---

Prof. Denis Cardoso Parente

Examinador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

---

Prof. Fernando Moreno Júnior

Examinador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2020

## RESUMO

POYER, G. S. **Estudo comparativo de sistemas em alvenaria estrutural e paredes em concreto auto adensável em habitações de interesse social do programa minha casa minha vida em Luís Eduardo Magalhães (BA)**. 2019. Monografia de Conclusão do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas - CEULP/ULBRA. Palmas - TO.

O presente trabalho apresenta o comparativo entre o sistema construtivo em alvenaria estrutural, e o sistema construtivo em concreto auto adensável moldadas em fôrmas de alumínio, sob a visão de viabilidade econômica de edificações em série, sendo financiadas pelo programa habitacional do governo federal – Minha Casa Minha Vida (faixa 1) localizadas no município de Luís Eduardo Magalhães-BA. Através de pesquisa direta de mercado local e da tabela SINAPI do estado em questão, foram levantados os valores unitários dos serviços executados, e da mão de obra local, além de pesquisa direta com engenheiros responsáveis pela execução do empreendimento. A partir desse ponto, pôde-se analisar criteriosamente o comparativo entre estes dois métodos construtivos, o valor final para o método construtivo CAA foi de R\$56.319,12 e para a Alvenaria Estrutural foi de R\$57.323,17. Com isso concluiu que o método de CAA se fez viável e mais econômico que o método em alvenaria estrutural nas trinta e cinco casas térreas analisadas.

**Palavras-chave:** Alvenaria Estrutural. Concreto Auto Adensável. Viabilidade Econômica. CAA. SINAPI.

## ABSTRACT

POYER, G. S. **Comparative study of systems in structural masonry and self-compacting concrete walls in social housing of the program my house my life in Luís Eduardo Magalhães (BA)**. 2019. Conclusion Monograph of the Civil Engineering Course of the Lutheran Palmas University Center - CEULP/ULBRA. Palmas - TO.

The present work presents the comparison between the building system in structural masonry, and the building system in self-compacting concrete molded in aluminum forms, under the vision of economic viability of series buildings, being financed by the housing program of the federal government - Minha Casa Minha Vida (track 1) located in Luís Eduardo Magalhães-BA. Through direct research of the local market and the SINAPI table of the state in question, the unit values of the services performed, and of the local labor were raised, in addition to direct research with engineers responsible for the execution of the enterprise. From that point, it was possible to carefully analyze the comparison between these two construction methods, the final value for the CAA construction method was R \$ 56,319.12 and for Structural Masonry it was R \$ 57,323.17. Thus, he concluded that the CAA method became viable and more economical than the structural masonry method in the thirty-five single-storey houses analyzed.

**Keywords:** Structural Masonry. Self Compacting Concret. Economic Viabilit. CAA. SINAPI.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico de Gantt.....	26
Figura 2 - Método PDCA .....	27
Figura 3 – sistema CPM/caminho crítico .....	28
Figura 4 - Representação da EAP em forma de árvore de decomposição .....	31
Figura 5 - Diagrama de Gantt.....	32
Figura 6 - Diagrama de flechas .....	34
Figura 7 - Exemplo de Linhas de Balanço.....	35
Figura 8 Curva “S” de diferentes formatos .....	36
Figura 9 - Curva “S” de diferentes formatos .....	38
Figura 10 - montagem da ferragem e eletrodutos .....	40
Figura 11 – posicionamento e fixação das formas metálicas .....	40
Figura 12 – Ensaio Slump Flow.....	42
Figura 13 – Amarração em T.....	43
Figura 14 – Amarração em L.....	47
Figura 15- Detalhe da Modulação em alvenaria estrutural.....	48
Figura 16 -16 Arranque Vertical do Radier (sem escala, e comprimento linear em centímetros) .....	72
Figura 17 – Grout executado.....	72
Figura 18– Primeira Fiada (sem escala e comprimento linear em cm) .....	73
Figura 19 – Segunda Fiada ( sem escala ) .....	74
Figura 20– Vista da parede 02 (sem escala e comprimento linear em cm).....	75
Figura 21 – Mapa do Município .....	76
Figura 22 – Localização do Terreno.....	77
Figura 23 - Projeto de Situação (sem escala, e comprimento linear em metros) .....	47

Figura 24– Projeto de Situação (sem escala, e comprimento linear em cm) ...	48
Figura 25– Planta baixa (sem escala, e comprimento linear em cm).....	49
Figura 26– Fachada corte AA (sem escala, e comprimento linear em centímetros).....	50
Figura 27– Fachada corte BB (sem escala, e comprimento linear em centímetros).....	78
Figura 28– Sistema de vigas treliçadas e EPS para vedação e suporte do concreto na laje.....	79
Figura 29 – Fluxograma de Atividades.....	79
Figura 30 – Dados da Planilha 1.....	51
Figura 31 – Dados da Planilha 2.....	51
Figura 32 Arranque Vertical do Radier (sem escala, e comprimento linear em centímetros).....	52
Figura 33 -Armadura Positiva da Laje (sem escala, e comprimento linear em centímetros).....	52
Figura 34 - Armadura Negativa da Laje (sem escala, e comprimento linear em centímetros).....	53
Figura 35 - Armadura das Alvenarias 01 a 05 (sem escala, e comprimento linear em centímetros).....	54
Figura 36 - Armadura das Alvenarias 06 a 08 (sem escala, e comprimento linear em centímetros).....	55
Figura 37 – Armadura das Alvenarias 09 a 11 (sem escala, e comprimento linear em centímetros).....	56
Figura 38– Armadura das Alvenarias 12 e 13 (sem escala, e comprimento linear em centímetros).....	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Síntese das técnicas e ferramentas aplicadas ao planejamento e Gestão.....	29
Tabela 2 - Dimensões dos Nominiais dos Blocos Simples de Concreto para Alvenaria Estrutural.....	45

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BDI	Benefícios e Despesas Indiretas
CEULP	Centro Universitário Luterano de Palmas
ISS	Imposto sobre serviços
IBEC	Instituto brasileiro de engenharia de custos
CAA	Concreto auto adensável
DMT	Distância média de transporte
PMCMV	Programa minha casa minha vida
NBR	Norma Brasileira Registrada
SINAPI	Sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção
ABCP	Associação brasileira de cimento Portland
PDCA	Planejar, fazer, verificar e agir
PIS	Programa de Integração Social
CONFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
EPS	Poliestireno Expansível

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1 OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
1.1.1 Objetivo Geral.....	14
1.1.2 Objetivos Específicos .....	14
<b>1.2 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>14</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1 OBRAS HABITACIONAIS</b> .....	<b>16</b>
2.1.1 Construção por mutirão.....	17
2.1.1 Programa Minha Casa Minha Vida .....	19
<b>2.2 CONCEITOS DE ORÇAMENTO</b> .....	<b>20</b>
2.2.1 Orçamentação .....	20
2.2.2 Planejamento .....	23
<b>2.3 TÉCNICAS DE PLANEJAMENTO</b> .....	<b>28</b>
2.3.1 EAP (Estrutura analítica de projeto).....	30
2.3.2 Diagrama de Gantt.....	31
2.3.3 Diagrama de Rede, CPM e PERT.....	32
2.3.4 Linhas de Balanço .....	34
2.3.5 Curva de Avanço Físico e Financeiro .....	36
2.3.6 Linha de Progresso .....	37
<b>2.4 PROCESSOS CONSTRUTIVOS</b> .....	<b>39</b>
2.4.1 Concreto Auto-Adensável .....	39
2.4.2 Alvenaria estrutural .....	44
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>49</b>
<b>3.1 MÉTODO DE PESQUISA ADOTADO</b> .....	<b>49</b>
<b>3.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO</b> .....	<b>49</b>
3.2.1 Concreto Auto Adensável .....	49
3.2.2 Alvenaria Estrutural.....	53
<b>3.3 DESCRIÇÃO DAS EDIFICAÇÕES</b> .....	<b>55</b>
3.3.1 Concreto Auto Adensável .....	59
3.3.2 Alvenaria Estrutural.....	59
<b>3.4 PLANEJAMENTO</b> .....	<b>60</b>

3.4.1 Composição de custos.....	63
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>66</b>
<b>4.3 ESTUDOS PRELIMINARES.....</b>	<b>66</b>
4.3.1 Dados de Casa de Alvenaria Estrutural .....	67
4.3.2 Dados de Casa Pré Moldada .....	68
<b>4.4 COMPARATIVOS.....</b>	<b>70</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>71</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>72</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>83</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado dos centros urbanos, aliado a facilidade de financiamentos junto ao Governo Federal, com o programa habitacional Minha Casa Minha Vida que oferece condições atrativas para o financiamento de moradias nas áreas urbanas para famílias de baixa renda, em parceria com estados, municípios, empresas e entidades sem fins lucrativos, o programa vem mudando a vida de milhares de famílias brasileiras e movimentando o setor da construção civil urbana.

O Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) foi lançado em março de 2009 pelo Governo Federal. O PMCMV subsidia a aquisição da casa ou apartamento próprio para famílias com renda até 1,8 mil reais e facilita as condições de acesso ao imóvel para famílias com renda até de 9 mil reais. Em 2018 a Caixa informou que 14,7 milhões de pessoas compraram um imóvel com o programa (7% da população brasileira).

Como resposta a isso, construtora constituíram parceria público-privada para ascensão nesse mercado de significativo crescimento. Havendo a tipificação de unidades habitacionais térreas ou verticais, como reflexo se conseguiu um menor tempo de produção já que feitas em série. Sistemas construtivos que trazem agilidade e economia de recursos são os mais empregados neste tipo de empreendimento, desenvolvendo-se em via de mão dupla com relação a economia de recursos e agilidade na execução, esses dois implicando em menor custo, para assim se adequar ao nicho de mercado gerado pelo PMCMV.

O conceito de estrutura econômica tem evoluído ao longo dos anos. Em análises feitas pelos projetistas, o custo de uma estrutura não se resume ao do concreto e do aço, a forma representa em média 30% do custo da estrutura, o que faz ser um fator de grande importância no desenvolvimento de projetos nos dias atuais. Em construção de estrutura convencional em concreto armado, a padronização das formas é um dos parâmetros que tem sido tomado com grande importância durante a execução da obra, uma vez que facilita a produtividade da mão-de-obra e o seu reaproveitamento. Essa busca por redução de custos e eficiência tem levado ao surgimento de estudos comparativos dos métodos construtivos. (JÚNIOR *et al*, 2018)

A tecnologia de concreto auto adensável (CAA), aliado a formas metálicas, trouxe uma significativa agilidade na linha de produção, principalmente neste tipo de edificação, a ponto de resultar na taxa de produção de uma unidade/dia – tendo em vista a boa distribuição de frentes de serviço para tanto.

A necessidade de empresas fornecedoras deste tipo de concreto, junto a distância dos fornecedores destes aditivos específicos, são os principais fatores de escolha do CAA.

A alvenaria estrutural surgiu com a intenção de substituir o método tradicional viga, pilar e laje de construção, objetivando uma obra mais barata, mais rápida e mais limpa. De acordo com o arquiteto João Luiz Rieth, a alvenaria estrutural pode representar uma redução de até 30% no custo final de uma obra em relação ao sistema convencional. Como não ocorre quebra de blocos, desperdiça-se pouco material. “No convencional, as paredes são erguidas e depois rasgadas para que as tubulações fiquem embutidas. Nesse método, canos e fios passam por dentro dos blocos ao mesmo tempo em que a parede sobe”, explica o arquiteto paulista Maurício Tuckshneider. Também se reduz o volume de fôrmas de madeira, usadas para moldar vigas e pilares. O canteiro fica mais limpo e organizado, com menor risco de acidente.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi realizar uma análise econômica entre dois métodos construtivos de 35 (trinta e cinco) edificações térreas, executadas no período de 01/04/2018 a 22/12/2018, com dados e parâmetros que possam servir de referencial ao se fazer um anteprojeto, comparando seus processos construtivos e custos para um exemplo de construção residencial situada no município de Luís Eduardo Magalhães-BA.

A cidade de Luís Eduardo Magalhães é um município brasileiro localizado na região oeste do estado da Bahia, cuja data de emancipação é 30 de março de 2000. Seu potencial econômico é reconhecido nacionalmente e está localizada na região do MATOPIBA (engloba cidades dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), descrita como de alto potencial para o agronegócio. De acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), a população da cidade estimada para o ano de 2019 foi de 87.519 habitantes distribuídos numa área de unidade territorial de, aproximadamente, 4.036 km<sup>2</sup>.

Este estudo traz o comparativo de viabilidade econômica, confrontando estes dois sistemas construtivos de grande aplicabilidade em edificações térreas, que se adequam aos parâmetros exigidos no programa de habitação multifamiliar PMCMV do Governo Federal. Tendo em vista que se utilizará, como base de comparativo, mesma localidade, fundação, e cobertura destas edificações.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Analisar e comparar custos globais na execução de 35 (trinta e cinco) edificações térreas concluídas no município de Luís Eduardo Magalhães-BA pelo método de moldes com formas metálicas e concreto auto adensável, com relação a alvenaria estrutural, no mesmo local e mesma fundação.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Analisar a viabilidade econômica dos métodos executivos;
- Comparar as variações dos custos entre os dois métodos construtivos;
- Analisar a influência dos tipos de insumo no custo de cada um dos métodos construtivos em questão.
- Comparar os métodos e indicar o mais vantajoso economicamente;

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

A busca por construções sustentáveis, de baixo impacto, aliado a demanda crescente de conjuntos habitacionais multifamiliares, graças a disponibilidade de financiamentos abre frente a discussão de quais métodos se utilizar. Além disso, já que se trata de projetos arquitetônicos sem grandes singularidades, é possível aplicar métodos construtivos eficazes e de custo inferior – se comparado a projetos mais icônicos e complexos.

O concreto auto adensável com formas metálicas sob fundação radier (fundação direta de concreto armado ao longo da área da edificação) se encaixa perfeitamente nestes requisitos mencionados acima, já que reduz o uso de formas de madeira apenas no perímetro do radier, o desperdício por fragmentação de blocos é quase nulo, já que se resume a aplicação de shaft ou bancada de pias.

Além de dispensar uso de maquinários como vibrador. A principal característica desse sistema é que a vedação e a estrutura constituem um único elemento.

A alvenaria estrutural também se encaixa perfeitamente nesta aplicação, trazendo agilidade e economia de material, assim como a baixa utilização de emadeiramento, que se resume ao apoio de verga e contenção do concreto no radier. O acabamento sem reboco interno, sendo utilizado gesso diretamente na alvenaria traz agilidade e economia, dando harmonia ao ambiente e otimização dos espaços internos.

Logo a discussão sobre qual dos dois métodos seria mais viável não se resume a um só parâmetro, tendo de ser analisados sistemicamente em cada quesito discutido anteriormente. É de grande relevância pontuar e quantificar cada fator influenciador dos dois métodos.

Com o crescente desenvolvimento de edificações térreas de padrão popular, financiadas pela caixa econômica federal, que visa atender o público de baixa renda, a busca por agilidade em empreendimentos com produção seriada, busca-se agilidade e melhor custo benefício. Segundo a INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 12, de 7 de junho de 2018 Publicado em: 08/06/2018 artigo segundo item 2.1 o público-alvo do PMCMV-E é composto por famílias cuja renda mensal bruta esteja limitada a R\$ 1.800,00 (um mil e oitocentos reais), organizadas sob a forma associativa. Item 2.2 admitir-se-á, para até 10% (dez por cento) das famílias atendidas em cada empreendimento, que a renda mensal bruta seja limitada a R\$ 2.350,00 (dois mil, trezentos e cinquenta reais).

Para Tambara (2006) *apud* Silva (2005) a economia da substituição de estruturas de concreto armado convencional por estruturas em alvenaria estrutural pode variar de 11% a 20%.

Em comparação ao sistema de concreto armado com alvenaria de vedação, o CAA para a construção de conjuntos habitacionais, as atividades artesanais e improvisações, contribuindo para diminuir o número de operários no canteiro, com maior produção em menos tempo, o sistema se viabiliza a partir de escala, velocidade, padronização e planejamento sistêmico (ABCP, 2007).

Então, os dois métodos de execução abordados neste estudo, atendem pontualmente nos quesitos de construção seriada, gerando menor desperdício de material, menor impacto ao ambiente, e grande agilidade gerando significativa redução de custo se comparado a sistema construtivo convencional.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 OBRAS HABITACIONAIS**

Tendo em vista que a habitação é um direito humano fundamental, e para fomentação da indústria da construção civil habitacional, o Governo Federal lançou no ano de 2007 o Programa Habitacional Minha Casa Minha Vida (PMCMV), que visa através de iniciativa público-privada, a construção de edificações seriadas, ou não, com baixo custo e que atenda às necessidades básicas de conforto, salubridade e segurança. O PMCMV se propõe a subsidiar a aquisição da casa própria para famílias com renda até R\$ 1.800,00 – faixa 1. (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL – GOVERNO FEDERAL, 2019)

A estipulação de um preço-limite para a comercialização dos imóveis do PMCMV incentiva as empresas construtoras à adoção de estratégias de redução de custo, sendo a racionalização de recursos, aliada a um projeto arquitetônico inteligente, seguindo as diretrizes do Ministério das Cidades, o caminho para se executar habitações com padrões muito satisfatórios com relação a qualidade de vida dos moradores, e ainda conseguir uma margem de lucro viável. (MINISTÉRIO DE ESTADO DAS CIDADES – GOVERNO FEDERAL, 2018)

De acordo com DALBERTO (2015), o déficit habitacional em nosso país na época da implantação do programa se concentrava em nas famílias que havia renda de até 3 salários mínimos, essa faixa que o governo se propõe a subsidiar a moradia. Com isso, busca-se atender famílias de baixa renda que moram em condições precárias, em situação de coabitação criada pela dificuldade no pagamento de aluguel além de moradias inadequadas sem condições de habitabilidade.

Para ANDRADE (2012), o programa MCMV veio com o intuito de reduzir o déficit de moradias para a população das classes mais baixas e assim privilegiar aquelas pessoas com dificuldade em adquirir seu imóvel próprio. Além disso, o programa buscou dinamizar o setor da construção civil gerando empregos e estimulando o comércio através da mobilização de recursos e incentivos por parte do poder público para viabilizar a aquisição de moradias.

Parâmetros urbanísticos, aliados a disponibilidade de área urbana bem localizada para implantação destes conjuntos habitacionais, são um desafio prévio ao empreendimento. Logo, parcerias público-privadas vêm ao encontro da disponibilização destas áreas, visando sempre, o bem-estar dos futuros moradores e clientes do empreendimento

Segundo CURVINA (2016), o programa foi alvo de críticas por parte dos urbanistas pelo fato de atender somente as necessidades da construção civil do ponto de vista do projeto da edificação sem pensar na localização das unidades habitacionais, pois assim, o mercado que implementa a tese de que a deve ser economizado em valores de terra e, conseqüentemente, os conjuntos habitacionais acabam sendo levados para áreas periféricas.

Mas de uma forma geral, o programa foi de grande valia ao impulsionar o país do ponto de vista econômico além de contribuir para melhorar a qualidade de vida da população através da geração de empregos e construção de casas dignas e realizar o sonho de milhões de pessoas que buscam a moradia própria.

### 2.1.1 Construção por mutirão

Conceituar mutirão É fundamental, pois, diversos trabalhos que investigam o processo de autoconstrução de moradias não caracterizado como mutirão.

Autoconstrução, segundo Cardoso e Abiko (1994), consiste no processo de construção de moradias em que a família construiu sua própria residência. Esse tipo de construção pode ser classificado em:

a) autoconstrução do tipo autoajuda, em que uma família, sozinha ou com ajuda de amigos, utilizando recursos próprios ou com ajuda de terceiros ã governo ou Organizações não Governamentais, podendo utilizar mão de obra contratada, constrói somente sua casa;

b) autoconstrução do tipo ajuda-mútua ou mutirão habitacional, entendido por Bonilha (1984) como o processo de produção em que, organizadamente, os usuários finais atuam construindo as casas e, eventualmente, a infraestrutura e equipamentos comunitários. Sem muita diferença, Cardoso (1993, p 8) define o mutirão como processo em que um esforço coletivo e organizado de toda uma comunidade para a construção de moradias dessa mesma comunidade (...) coletivamente.

Analogamente, ressalta-se que a diferença é a construção das casas de um grupo ou unicamente de uma família. Há programas governamentais que utilizam a autoconstrução de moradias em uma comunidade, porém, sem o esforço coletivo para a construção de todas as moradias: para esses casos, utiliza-se o termo autoconstrução apenas. Nos casos em que as famílias constroem coletivamente suas casas, usaremos o termo mutirão.

Cardoso e Abiko (1994) consideram que existem 3 tipos básicos de gestão no processo construtivo por mutirão: gestão institucional, cogestão e autogestão, conforme segue:

a) gestão institucional ou administração direta: são os casos em que o mutirão é gerido pelo agente público (prefeitura ou governo estadual, diretamente ou por meio de suas empresas paraestatais), ou seja, este elabora os projetos, fornece a equipe técnica que gerencia a obra e administra todos os recursos financeiros e no financeiros aportados. Nesse tipo de gestão, a população participa apenas na execução da obra, fornecendo sua mão de obra e podendo, somente, opinar sobre os passos a serem tomados, mas sem poder de decisão, que fica a cargo da equipe técnica. Como exemplo, atualmente, o programa de Parceria com Município da CDHU que, na modalidade Autoconstrução, fica a gestão da obra a cargo de técnicos da prefeitura ou contratados por esta;

b) cogestão: são os empreendimentos nos quais o poder público repassa recursos das comunidades, representadas e organizadas em associações comunitárias, as quais contratam escritórios técnicos autônomos para assessora-las na administração desses recursos. Tais escritórios, também conhecidos como Assessorias TÉCNICAS, normalmente elaboram os projetos e exercem a direção técnica das obras, responsabilizando-se tecnicamente por sua execução. Os programas governamentais, quando dividem a responsabilidade da obra e gestão dos recursos com a comunidade que constrói as moradias, é cogestionário, pois o recurso é público, como no caso do Programa Funaps Comunitário e do Parceria com Associações e Cooperativas na modalidade Gestão Compartilhada da CDHU;

c) autogestão ou modalidade na qual a comunidade, por meio das associações de moradores, é a responsável pela administração geral do empreendimento, bem como pela gerência de todos os recursos. Esse tipo de empreendimento é raro e, sobre ele, pouca referência bibliográfica.

O mutirão executado por uma ONG no município de Milagres, no Ceará, que não se utilizou de recursos públicos, é um exemplo. Apesar da definição colocada acima, seja uma confusão em relação ao termo autogestão como característica de uma gestão de obra de mutirão. Esse termo é utilizado pelo governo, associações comunitárias e assessorias técnicas mesmo nos empreendimentos em que o repasse financeiro e controle financeiro e contábil governamental, como no caso do Programa Paulista de Mutirão da CDHU, apesar de, devido a esse repasse e controle, enquadrar-se na definição de cogestão. Isso ocorre, pois, apesar do controle governamental sobre a utilização do recurso e sobre o andamento da obra por meio de mediações do serviço executado, é a associação de moradores, junto da assessoria técnica, que decide sobre o andamento da obra e o gasto do recurso.

### 2.1.1 Programa Minha Casa Minha Vida

O Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) é um programa de habitação federal do Brasil lançado em março de 2009 pelo Governo Lula. O PMCMV subsidia a aquisição da casa ou apartamento próprio para famílias com renda até 1,8 mil reais e facilita as condições de acesso ao imóvel para famílias com renda até de 9 mil. Em 2018, a Caixa Econômica Federal informou que 14,7 milhões de pessoas compraram um imóvel com o programa (7% da população brasileira).

Na década seguinte, após a execução do programa, foram apontados diversos problemas nas habitações construídas pelo governo, como criminalidade, golpes financeiros, problemas estruturais e a localização dos condomínios, que ficam distantes dos centros urbanos. Ao Estado de S. Paulo, o antropólogo Antônio Risério disse que o programa "constrói hoje as favelas de amanhã. Um pesquisa feita pelo Tribunal de Contas da União (TCU) e a Fundação Getúlio Vargas (FGV) divulgada em 2019, apontou que o programa levou a população às periferias.

O programa tem cinco modalidades para a Faixa 1 de renda (famílias com renda de até 1,8 mil reais): Empresas, entidades, FGTS, Municípios com até 50 mil habitantes e rural. Cada modalidade atende um público específico. Os recursos do MCMV são do orçamento do Ministério das Cidades repassados para a Caixa Econômica Federal.

No ano de 2017 o programa Minha Casa Minha Vida, no governo Temer, sofreu algumas mudanças importantes. Inicialmente o programa teve a adesão da faixa 1,5 entre meio a faixa 1 e 2. O Programa também teve mudanças na renda máxima das faixas 1,5 e 2 aumentando para até R\$2.600,00 na Faixa 1,5 e até R\$4.000,00 na faixa 2.

## **2.2 CONCEITOS DE ORÇAMENTO**

### **2.2.1 Orçamentação**

São levados em consideração vários fatores para o desenvolvimento orçamentário que são explicados por índices e dados correlacionados, para análises mais precisas sobre custo versus lucratividade.

O índice BDI – Benefícios e Despesas Indiretas – é um elemento orçamentário que ajuda o profissional responsável pelo levantamento de dados orçamentários da construção civil, a compor o preço de venda adequado levando em consideração custos indiretos (aqueles não relacionados a materiais, mão de obra, maquinários, enfim...).

O Acórdão nº 2.622/2013 - TCU versa sobre as faixas de valores dos itens componentes do cálculo do BDI, bem como os valores referenciais de BDI por faixa de valores de obras de edificações. 1.2. Componentes do BDI Os itens considerados no cálculo do BDI estão contemplados nas tabelas do Acórdão 2.622/2013, e também podem ser verificados no Art. 9º do Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013, que estabelece regras e critérios para a elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, sendo:

I - taxa de rateio da administração central;

II - percentuais de tributos incidentes sobre o preço do serviço, excluídos aqueles de natureza direta e personalística que oneram o contratado;

III - taxa de risco, seguro e garantia do empreendimento;

IV - taxa de lucro. De acordo com o Acórdão nº 2.622/2013 - TCU – Plenário, a Contribuição Previdenciária sobre a Receita Bruta (CPRB), foi criada pela União para desonerar a folha de salários de diversas atividades econômicas em

substituição à contribuição previdenciária sobre a folha de pagamentos. (Dados tirados do livro “Uma licitação bem redonda, Durval Tavares. ”)

Vale ressaltar que o índice é absoluto, ou seja, cada obra tem o seu próprio BDI calculado de acordo com as variáveis locais que englobam tal empreendimento, para fazer a adequação necessária ao preço de venda de cada caso.

De acordo com Brenda Bressan, para uma bem-sucedida orçamentação, leva-se em consideração aspectos diretamente ligados à execução da obra, e aspectos indiretos, que podem ser:

- Custos diretos que ocorrem especificamente por conta da execução da obra, objeto da orçamentação em análise. Logo, todos insumos previstos na composição de custo unitário são considerados como custo direto.
- Custos indiretos não são incorporados a planilha orçamentaria de composição de custos, mas tem influência na formação do custo total do empreendimento, que podem ser: administração central da empresa; custo financeiro do contrato; seguros; garantia; tributos e receita.

Enfim, o levantamento de custos engloba uma série de fatores diretos e indiretos, e o BDI vem para auxiliar e quantificar as despesas indiretas através de um cálculo simples, porém com base de dados um pouco mais complexa, sugerido pelo IBEC – Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos.

$$BDI = \frac{[(1 + AC + CF + S + G + MI) - 1]X100}{1 - (TM + TE + TF + MBC)}$$

Onde:

AC – Administração central - É o rateio do custo da sede da construtora entre as obras executadas. Varia de 7% a 15% (empresas com grande faturamento anual) e de 10% a 20% (empresas com pequeno faturamento anual).

CF – Custo Financeiro – leva em consideração, principalmente, custos relacionados a condições de medição e pagamentos, preconizados em contrato.

S – Seguros – seguros previstos no contrato ou de terceiros.

G – Garantias – custos contratuais de garantias cumpridas pela construtora.

MI – Margem de Incerteza – é levado em conta apenas para empresas contratantes, que visa melhorar eventuais distorções no valor de cálculo estimado.

TM – Tributos Municipais – tributos locais de cada município, como ISS (Imposto Sobre Serviços) e outros demais eventualmente inerentes a construção civil.

TE – Tributos Estaduais – leva em consideração o ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) local.

TF – Tarifa Federal – leva em consideração impostos federais, tais como, PIS (Programa de Integração Social), CONFINS (Contribuição para Financiamento da Seguridade social), dentre outros.

MBC – Margem Bruta de Contribuição – em que se aplica um valor de margem de lucro, aplicado por cada empresa de acordo com mercado e proposta de preço do imóvel. (ACÓRDÃO N° 2.622 – TCU – PLENÁRIO, 2013)

Para análise de custos diretos, pode-se utilizar tabelas cedidas por entidades financeiras, que seguem os índices de mercado, dando uma aproximação bem precisa destes custos, como, mão de obra, ferramentas serviços e materiais. Um exemplo muito utilizado é a SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) disponibilizada pelo governo federal, junto a Caixa Econômica Federal. (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL – GOVERNO FEDERAL, 2019).

A técnica da linha de balanço é recomendada para obras com atividades repetitivas. A técnica consiste em traçar, referidas a um eixo cartesiano, linhas que representam uma atividade e seu respectivo tempo. No eixo das abscissas marca-se o tempo e, no das ordenadas, os valores acumulados do andamento planejado para cada unidade do conjunto. (MAGALHÃES *et al*, 2018)

Para Magalhães *et al*, 2018 a aplicação da técnica deve-se conhecer a quantidade de serviços que serão executados e a produtividade das equipes. Essas informações são necessárias para dimensionar as equipes executoras. A simulação das linhas de produção de todo o processo permite a análise das interferências entre as atividades e seu balanceamento, de forma a se poder executar todas as atividades continuamente

As finalidades de um orçamento podem ser divididas da seguinte maneira:

- Gerencial: para essa finalidade geralmente os valores finais são mais importantes, pois neles se embasam as decisões da gerência da empresa sobre o que construir, de que forma e em que prazo, definem em geral a viabilidade da obra.
- Pericial: essa tipologia de orçamento embasa decisões a respeito de pendências ou definem a direção quanto a técnicas e métodos diferentes para um mesmo serviço, seu custo benefício, portando importam os valores intermediários, ou seja, das etapas. Por exemplo a execução de um telhado, que pode ter sua estrutura de madeira, de concreto ou metálica e telhas cerâmicas, de fibrocimento, metálicas, entre outras. (SANTOS, 2015)

Dentro das finalidades do orçamento é possível encontrar diversos níveis de abordagem, que definem a precisão necessária de um orçamento dependendo da etapa de concepção em que se encontra. (SANTOS, 2015)

Xavier *apud* Santos, organiza os níveis conforme percorrido sobre cada um deles a seguir. Elementos como: estudo preliminar – custo limite; anteprojeto – estimativa de custo; projeto executivo – custo calculado; especificações – custo unitário.

### 2.2.2 Planejamento

Em relação ao orçamento, este, de acordo com Anthony e Govindarajan (2008), está intimamente ligado ao controle,<sup>5</sup> que é o processo de assegurar que os recursos sejam obtidos e aplicados adequadamente na realização dos objetivos da empresa.

O controle realizado no nível operacional pode também ser denominado de controle orçamentário, podendo ser definido em termos simples como sendo a ação necessária para assegurar a realização dos objetivos, planos, políticas e padrões estabelecidos.

Os orçamentos são essenciais para o planejamento e o controle da empresa. Eles ajudam a coordenar as ações dos líderes de diferentes áreas, estabelecem um compromisso com os objetivos da empresa, conferem autoridade ao gestor de cada área para efetuar gastos e fornece metas claras de receita. (GASPARETTO *et al*, 2010)

O orçamento nas empresas reflete as condições quantitativas de como alocar recursos financeiros para cada subunidade organizacional, com base em suas atividades e nos objetivos de curto prazo. Também é utilizado para comunicar aos membros da empresa as metas de curto prazo, assim como para coordenar as atividades. Assim, o orçamento força a coordenação das atividades da organização e ajuda na identificação de problemas. (GASPARETTO *et al*, 2010)

O planejamento será feito com base em ferramentas de controle e execução de obras como: gráfico de Gantt, Ms project, PDCA, traçando o caminho crítico do andamento da obra. Da mesma forma, serão levantados os dados referentes a disponibilidade de material para execução dos radiers e edificações, para assim, o planejamento da linha de execução nas frentes de trabalho se tornarem correspondentes as etapas consequentes, resultando na harmonização das equipes e materiais. (LEÃO, 2019)

O software da Microsoft – MS Project - de planejamento, controle e execução de atividades e projetos, se popularizou, especialmente, pela sua versatilidade de adequação a diferentes circunstancias nas etapas de execução. Através dele, gestores conseguem gerenciar recursos, avaliar orçamentos, criar cronogramas, medir o desempenho, analisar oportunidades e avaliar riscos, de forma prática e confiável. (LEÃO, 2019)

Através desta ferramenta, é possível criar o gráfico de Gantt (ou diagrama de Gantt), utilizado para representar graficamente diferentes etapas do cronograma de obra, trazendo fácil visualização das etapas construtivas e seus respectivos prazos de execução. (LEÃO, 2019)

Segundo Thiago Leão (2019), para gestão de um projeto, o gráfico mostra visualmente um painel com as tarefas que precisam ser realizadas, a relação de precedência entre elas, quando as tarefas serão iniciadas, sua duração, responsável e previsão de término. Dessa forma fica mais simples conseguir fazer com que toda a equipe entenda suas responsabilidades, e acompanhar o andamento do projeto.

Para programação da produção, o gráfico pode ser utilizado para acompanhar o atravessamento de ordens de produção, em especial nas indústrias com produção sob encomenda com muitos níveis na lista de materiais dos produtos, e que precisa acompanhar o atravessamento de ordens subjacentes.

O principal benefício do Gráfico de Gantt é mostrar de maneira clara e visual como está o andamento das tarefas em um projeto e das operações das ordens de

produção em uma fábrica, e assim facilitar a compreensão de todos os envolvidos no trabalho.

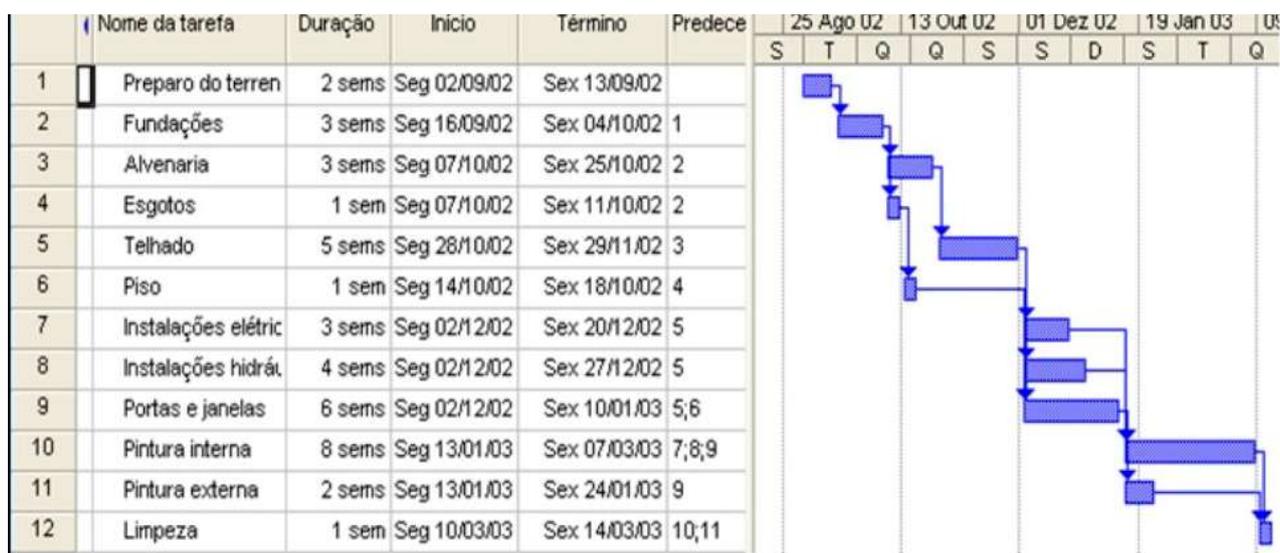
Esse objetivo é alcançado através de barras ou linhas que representam a linha do tempo e mostram a duração de cada tarefa e o tempo total que será necessário para cumprir todo o projeto.

Outros benefícios do Gráfico de Gantt:

- Segmentar tarefas: a ferramenta desmonta um objetivo complexo em várias tarefas menores e assim torna a análise do que deve ser feito, por quem deve ser feito e quando deve ser feito, muito mais simples.
- Distribuir responsabilidades: você pode incrementar o gráfico com informações dos responsáveis por cada tarefa ou operação facilitando a comunicação entre as pessoas.
- Interdependência de atividades: com uma visão geral mais clara do projeto considerando a relação de interdependência entre as tarefas e operações, você poderá conscientizar sua equipe deixando claro que o cumprimento do prazo de uma tarefa ou operação é fundamental para a execução do próximo passo, e para o cumprimento do prazo de entrega do projeto ou de uma ordem de produção.
- Definir prazos de entrega: o Gráfico de Gantt auxilia na definição de prazos, já que você terá uma visão geral de todas as tarefas, suas durações, relações de interdependência, e poderá assim definir prazos de entrega realistas para seus clientes, e realizar ações para reduzir os prazos de entrega.
- Acompanhar o andamento: você pode usar a ferramenta também para permitir que toda sua equipe acompanhe o andamento do projeto ou de uma ordem de produção.

Como exemplo, segue figura 1, gráfico de Gantt no planejamento de obra.

Figura 1 – Gráfico de Gantt



Fonte: Giovanni Bento (2014)

Como pode se observar no exemplo acima, existem etapas construtivas consecutivas, havendo até três frentes de trabalho em um mesmo período, semelhante aos dois métodos construtivos analisados neste trabalho, gerando um gráfico muito semelhante.

Para não haver imprevistos no decorrer do progresso executivo do empreendimento, é necessário um constante monitoramento de recursos e serviços, auxiliado pelo ciclo PDCA - sigla em inglês que aponta quatro etapas implantadas em ciclo: planejar, fazer, verificar e agir – seguido por todo gestor responsável em seu cotidiano de trabalho, exemplificado pela figura 2.

**Figura 2 - Método PDCA**



Fonte: Gustavo Periard (2011)

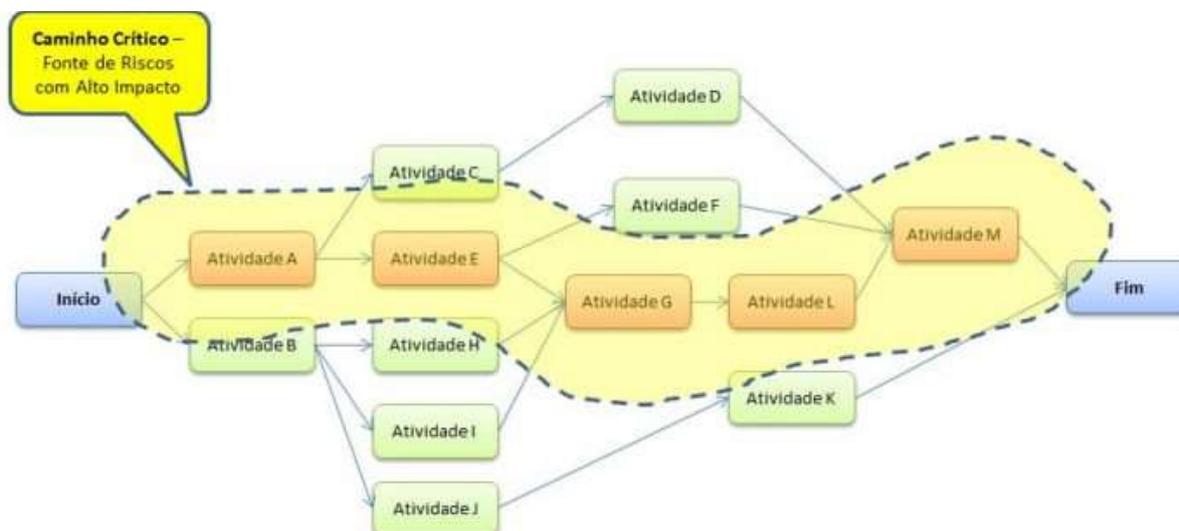
Através de um método simples e bastante utilizado, pode-se traçar o caminho crítico das tarefas que serão realizadas, se trata do PERT/CPM que permite uma melhor visualização de como as atividades serão alocadas, auxiliando na diminuição de imprevistos e na realização de um cronograma realista para a obra.

A metodologia é usada para determinar quanto tempo levará um projeto de construção e qual seu caminho crítico, ou seja, quais tarefas devem ser priorizadas para que não ocorram atrasos. Assim, como resultado, também é possível identificar folgas (atividades que podem ter sua duração programada estendida sem qualquer prejuízo ao cronograma).

O método CPM foca no caminho crítico do projeto de construção através de uma sequência de atividades, determinando sua duração. Já o PERT analisa três possíveis situações (otimista, mais provável e pessimista). Ambas as técnicas foram desenvolvidas independentemente. Porém, como possuem grandes semelhanças, passaram a ser usadas em conjunto e, atualmente, é comum tratá-las como uma única metodologia.

Na figura 3, o sistema é exemplificado de maneira simplificada.

**Figura 3 – sistema CPM/caminho crítico**



Fonte: Lucas Ribeiro (2017)

É recomendada para obras com atividades repetitivas a técnica da linha de balanços, onde consiste em traçar, referidas a um eixo cartesiano, linhas que representam uma atividade e seu respectivo tempo. No eixo das abscissas marca-se o tempo e, no das ordenadas, os valores acumulados do andamento planejado para cada unidade do conjunto.

Assim deve-se conhecer a quantidade de serviços para a aplicação dessa técnica que serão executados, como também da produção das equipes. Onde as informações são básicas para dimensionar as equipes executoras. A simulação das linhas de produção de todo o processo permite a análise das interferências entre as atividades e seu balanceamento, de forma a se poder executar todas as atividades continuamente.

### 2.3 TÉCNICAS DE PLANEJAMENTO

Existem no mercado diversas técnicas e ferramentas disponíveis que podem ser utilizadas pelos gestores de obras para a prática eficaz do planejamento, controle e gestão de obras de edificações. Correntemente são técnicas e ferramentas que estão vinculadas a softwares para permitir o gerenciamento de grande número de dados.

Para seleção foi adotado o critério de descrever aquelas mais utilizadas ao conduzido trabalho. As técnicas e ferramentas podem ser aplicadas isoladamente para apoiar nas etapas do planejamento, controle e gestão, ou em conjunto dependendo da finalidade. No quadro 1 é apresentada síntese das técnicas e ferramentas estudadas neste item com a descrição da sua aplicação.

**Tabela 1 - Síntese das técnicas e ferramentas aplicadas ao planejamento e Gestão**

<b>Técnica/Ferramenta</b>	<b>O que é?</b>	<b>Aplicação</b>
EAP - Estrutura analítica de projeto	Ferramenta visual que permite estabelecer e organizar o escopo de um projeto com o detalhamento de suas etapas executivas, requeridas para a sua materialização.	Como etapa inicial para definir os itens que comporão o planejamento e controle de um projeto. É a base para a elaboração de planejamento, orçamento e controle de projetos.
Diagrama de Gantt	Gráfico de barras que permite a distribuição das atividades ao longo do tempo, permitindo a visualização de todas atividades de um projeto, a duração de cada atividade e sua distribuição durante um período.	Como um dos itens componentes do planejamento. Também utilizado para controle das atividades planejadas, auxiliando na identificação de atividades que estejam atrasadas.
Diagrama de Rede, CPM e PERT	Representação gráfica das atividades, em forma de diagrama, malha de flecha ou bloco, que levam em consideração as interdependências entre elas.	Como uma das etapas de elaboração do planejamento, sendo obrigatoriamente posterior as etapas de identificação de atividades e de determinação das durações das atividades, não aceitando a entrada de dados
Linhas de Balanço	Técnica de distribuição de atividades ao longo do tempo, visando simular a produção de todo processo e definir o ritmo que as atividades serão executadas.	Em projetos que apresentam grande repetição de atividades.
Corrente Crítica	Ferramenta gerencial de diagramação de rede que visa melhorar a performance do projeto através do reconhecimento do caminho crítico (nessa técnica chamado de cadeia crítica) e da redução das estimativas de durações das atividades.	Como um dos itens componentes do planejamento, substituindo o Diagrama de Gantt. Também utilizado como ferramenta de controle do andamento físico do projeto.
Curva de Avanço Físico e Financeiro	Ferramenta gerencial para controle e acompanhamento do projeto, representada como uma curva "S".	Comumente utilizada para medição do custo do empreendimento ao longo do tempo e para obtenção do avanço físico do projeto.
Linha de Progresso	Ferramenta de controle cujo objetivo é apontar o status de cada atividade envolvida no projeto analisado., indicando quais atividades estão atrasadas, dentro do prazo e adiantas.	Junto ao cronograma da obra, em determinada data de status estabelecida para análise do progresso das atividades.

Fonte: Jorge Tadheo (2018)

### 2.3.1 EAP (Estrutura analítica de projeto)

#### **2.3.1.1 Conceituação**

É uma ferramenta que permite a divisão de todo um projeto, nesse caso específico a obra, em atividades macros e micros que podem ser distribuídas em diversas etapas e níveis, que variam de acordo com os critérios adotados para a decomposição. A subdivisão deve tornar possível ao planejador a organização de pacotes de trabalho, detalhando quantitativos de material e mão de obra, tempo das atividades e delegando responsabilidades para a realização dos serviços. Para Mattos (2010), é a estrutura de um projeto em níveis hierárquicos, a partir do qual se divide a obra em pacotes de trabalho gradativamente menores.

A criação de uma EAP fornece a estrutura de um projeto de forma simplificada, facilitando o entendimento para todos envolvidos do que deve ser realizado e de todas as atividades necessárias para a sua conclusão.

#### **2.3.1.2 Aplicação**

É uma das principais técnicas aplicadas na construção civil para o início da elaboração do planejamento de uma obra e em sua gestão. Funciona como base para a elaboração do cronograma da construção. A escolha de como o projeto será decomposto vai depender das intenções e experiências do planejador, podendo ser baseada em: partes físicas, serviços, etapas, etc. O único ponto obrigatório é a abrangência de todas as atividades que serão realizadas.

#### **2.3.1.3 Descrição sintética do método**

1º Passo: Dividir a obra fisicamente, de acordo com os projetos. O número de divisões será feito conforme necessidade de detalhamento desejada pelo responsável pelo planejamento, não existindo um número exato de subdivisões.

2º Passo: Subdividir as unidades físicas do 1º passo, levando-se em consideração as atividades e serviços de obra que são necessários a execução da unidade. Essa subdivisão pode variar de acordo com o método executivo adotado, pois dependendo da solução escolhida o serviço a ser realizado poderá ser diferente.

3º Passo: Representa o último nível da estrutura. Nesse nível deve-se detalhar os pacotes de trabalho, compostos pelas atividades micros, com maior riqueza de detalhe, onde são listadas as atividades e quantitativos relacionados aquela atividade. A figura 4 demonstra uma decomposição baseada na organização

física da obra, procedida pelas atividades que serão executadas, apresentada por Wiezbcki (2014).

**Figura 4 - Representação da EAP em forma de árvore de decomposição**



Fonte: Wiezbecki (2014)

## 2.3.2 Diagrama de Gantt

### 2.3.2.1 Conceituação

É o gráfico de barras, desenvolvido por Henry L. Gantt em 1917, que se tornou popular devido à representação gráfica das atividades em uma escala de tempo (Mubarak, 2010).

O diagrama consiste no desenho de barras para cada atividade com a representação de sua duração com datas de início e fim. Nesse gráfico, normalmente, não são representadas as ligações entre as atividades (Mubarak, 2010).

Uma vez completo, o diagrama permite uma visão completa da utilização dos recursos e contribui para a eliminação de períodos ociosos. Gantt procurou resolver o problema da programação de atividades a partir de suas distribuições no calendário de modo que seja possível a visualização da duração de cada atividade, suas datas de início e término e, igualmente, o tempo total necessário para a execução de um trabalho.

### 2.3.2.2 Aplicação

Na construção civil, sua aplicação é principalmente no planejamento de uma obra como também no controle de atividades planejadas, permitindo a identificação de atrasos ou adiantamentos. Devido a sua facilidade de leitura e compreensão, podem ser aplicados não só para o planejamento das atividades, mas também para o planejamento de recursos, como mão de obra e máquinas.

### 2.3.2.3 Descrição sintética do método

1º Passo: Listar todas as atividades necessárias para a execução do projeto, com o maior grau de detalhamento possível.

2º Passo: Definir a duração de cada atividade.

3º Passo: Definir as relações de precedência entre as atividades listadas.

4º Passo: Estabelecidas as durações e as relações entre as atividades, é possível criar o diagrama aplicando a data ou período em que se planeja executar os serviços listados. Conforme ilustrado na figura 5 o diagrama de Gantt permite a visualização de todas as atividades necessárias para a consecução de um projeto, a duração de cada atividade e principalmente a distribuição destas atividades ao longo do período previsto para a consecução do projeto.

**Figura 5 - Diagrama de Gantt**

ATIVIDADE	DUR (dias)	DIA																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A ESCAVAÇÃO	1	█																	
B SAPATAS	3		█	█	█														
C ALVENARIA	5					█	█	█	█	█									
D TELHADO	2										█	█							
E INSTALAÇÕES	9																		
F ESQUADRIAS	1																		
G REVESTIMENTO	3																		
H PINTURA	2																		

Fonte: Mattos (2010).

### 2.3.3 Diagrama de Rede, CPM e PERT

#### 2.3.3.1 Conceituação

Segundo Mattos (2010), o diagrama de rede é a representação gráfica das atividades, levando em consideração as relações lógicas de precedências entre

elas. Consiste na transformação das informações existentes de duração e sequência em um diagrama, uma malha de flechas ou bloco e, a partir dele, é possível conhecer as datas mais cedo e mais tarde em que cada atividade pode ser iniciada, assim como a folga de que elas dispõem e que seja avaliado o caminho crítico, aquele cuja sequência de atividades que sofrerem atrasos os transmitirão ao prazo de término da obra.

Existem dois métodos para elaboração do diagrama de rede, o método das flechas e o método dos blocos. Ambos apresentam o mesmo resultado, mudando apenas forma de execução do desenho. Para a elaboração de uma rede são usadas constantemente duas técnicas de origem diversa: PERT e CPM, que por possuírem grande semelhança, constantemente são apresentadas como uma técnica única.

A técnica CPM (Critical Path Method – Método do Caminho Crítico) foi desenvolvida em 1957 pela E. I. Dupont de Neymours. O Program Evaluation and Review Technique (Técnica de Avaliação e Revisão de Programas) também foi desenvolvido no ano de 1957 pela Marinha Americana em parceria com a Booz Allen & Hamilton (empresa de consultoria) e a Lockheed Aircraft Corporation.

### **2.3.3.2 Aplicação**

Sua aplicação é realizada durante a etapa do planejamento, posterior à identificação das atividades que serão realizadas, uma vez que não admite mais entrada de dados.

Os diagramas PERT/CPM permitem que as relações lógicas de precedência entre as diversas atividades do projeto sejam identificadas e que seja determinado o caminho crítico, isto é, a sequência de atividades que, caso alguma sofra atraso, irá transmiti-lo ao término do projeto.

### **2.3.3.3 Descrição sintética do método**

1º Passo: Determinar as atividades necessárias para execução da obra, podendo ser obtida pela utilização de outros métodos abordados anteriormente nesse trabalho

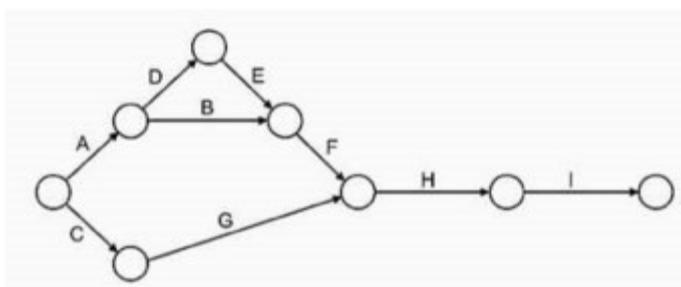
2º Passo: Definir a duração de cada uma das atividades

3º Passo: Determinar a precedência e lógica entre os serviços listados

4º Passo: Executar o desenho da rede e os cálculos de duração dos caminhos, determinando o caminho crítico e as atividades gargalos, aquelas que caso atrasem impactarão no prazo da obra. A figura 6 mostra um exemplo do

diagrama de flechas, onde cada ponto representa uma atividade, as letras representam suas durações e as flechas a relação lógica de uma atividade em relação as outras. Diagrama de Gantt

**Figura 6 - Diagrama de flechas**



Fonte: Mattos (2010).

### 2.3.4 Linhas de Balanço

#### 2.3.4.1 Conceituação

A técnica Linhas de Balanço consiste na distribuição de atividades ao longo do tempo, visando simular a produção de todo processo e definir o ritmo que as atividades serão executadas. Essa simulação permite a análise das interferências entre as atividades e seu balanceamento, de forma a se poder executar todas as atividades continuamente (Mendes, 1999).

Com a adoção do conceito da Linha de Balanço, as atividades seguirão ritmos de produção definidos e, nesta situação, diz-se que a produção está balanceada. O ponto chave para entender esse método é compreender que o fluxo é a prioridade na obra.

#### 2.3.4.2 Aplicação

Essa técnica de planejamento e controle se torna mais eficaz quando aplicada a projetos que possuam repetitividade em suas etapas de execução e grande volume, onde podemos tomar como principais exemplos as construções de edifícios com grande estatura, conjuntos de casa, pontes, estradas, conjuntos de habitação popular, no Brasil representada pelo programa Minha Casa Minha Vida (Mattos, 2010).

A técnica ajuda na elaboração e no acompanhamento de planos de ataque e a entender os problemas e gargalos da produção, além do acompanhamento das

atividades, funcionando de forma estratégica para os coordenadores de produção das empresas.

Diferente do Diagrama de Gantt, onde o foco é a duração das atividades, esse método evidencia a questão da produtividade, que pode ser interpretada como o ritmo de cada pacote de trabalho.

#### 2.5.4.3 Descrição sintética do método

1º Passo: Representar o cronograma em um diagrama cartesiano, sendo o tempo representado pela abscissa e a unidade a ser produzida (pavimentos, casas, estrutura), representada pela ordenada.

2º Passo: Definir as atividades que serão analisadas pelo método. Normalmente são escolhidas as atividades do caminho crítico, considerando as demais atividades como secundárias.

3º Passo: Determinar o ritmo de produção de cada atividade.

4º Passo: Representar no cronograma cada linha inclina como uma atividade, sendo a inclinação da linha a representação da velocidade de execução dos trabalhos, podendo ser entendido como ritmo de trabalho da atividade em questão. A figura 7 ilustra as linhas de balanço no planejamento da colocação de piso em 10 pavimentos.

**Figura 7 - Exemplo de Linhas de Balanço**



Fonte: NBR Cursos em Engenharia

### 2.3.5 Curva de Avanço Físico e Financeiro

#### 2.3.5.1 Conceituação

A curva de avanço físico e financeiro pode ser entendida como uma curva S, que representa os acúmulos parciais do andamento físico e financeiro de uma obra (figura 8).

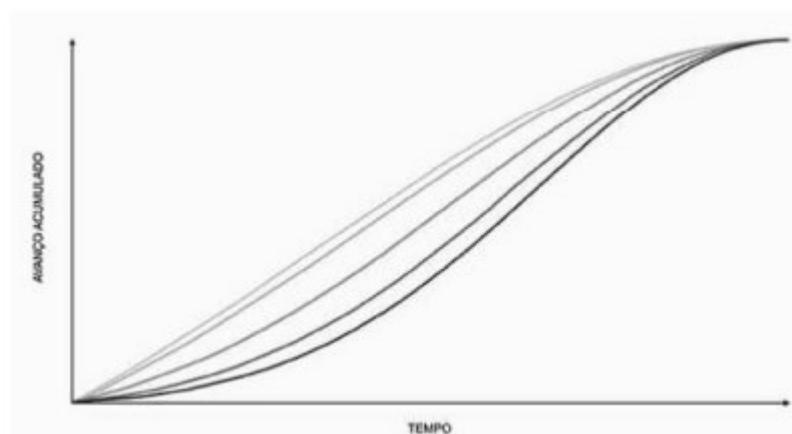
Segundo Mattos (2010), a evolução da construção de um empreendimento não se desenvolve de forma linear, como em outros projetos, no que diz respeito a aplicação de recursos.

Em geral, o comportamento dessa evolução é lento-rápido-lento e quando considerado com as porcentagens acumuladas, isso é traduzido em curva com formato de “S”. Essa evolução lento-rápido-lento se dá pelo fato de no início de uma obra não existir uma sobreposição de serviços executados e estarem sendo desenvolvidas principalmente as fases de projetos e planejamentos, acarretando em pequenos gastos e avanços;

Na fase intermediária, e a mais longa, estão concentrados os principais serviços e também com maior peso no orçamento da obra, com maior mobilização de mão de obra, contratação de funcionários, maior compra de materiais e aluguel de equipamentos;

Na fase final ocorre a redução dos serviços executados, restando basicamente retoques de pintura e check-list's para entrega do empreendimento.

**Figura 8 Curva “S” de diferentes formatos**



Fonte: Mattos (2010)

### **2.3.5.2 Aplicação**

A curva de avanço físico e financeiro é uma ferramenta gerencial de suma importância para o controle e acompanhamento da obra, principalmente para os gerentes do projeto e os planejadores funcionando como balizador do avanço da obra no decorrer do tempo e ajudando também na comparação do avanço físico de uma obra com seus gastos, avaliando o planejado e o realizado. Ela é comumente utilizada para medir o custo de um empreendimento ao longo do tempo ao do avanço físico da construção e é obtida em decorrência do cronograma da obra.

Devido a sua facilidade de compreensão e forma sucinta de apresentação, é utilizada pelas maiorias das construtoras em relatórios gerenciais de acompanhamento das construções.

### **2.3.5.3 Descrição sintética do método**

1º Passo: Fazer uma tabela em que sejam apresentados os meses de duração do projeto analisado e lançar os percentuais do andamento físico e financeiro planejados ao longo dos meses.

2º Passo: Durante a execução da obra, alimentar essa tabela com os percentuais executados.

3º Passo: Deve-se fazer um gráfico onde o eixo das abscissas representa o tempo e o das ordenadas representa o avanço acumulado, físico, financeiro ou ambos.

4º Passo: Ao lançar os dados da tabela no gráfico serão formadas curvas no formato da letra “s” para os avanços planejados e parte da curva “s” para os avanços reais, permitindo a comparação física de financeira do executado com o planejado.

## **2.3.6 Linha de Progresso**

### **2.3.6.1 Conceituação**

Também conhecida como linha de status, a Linha de Progresso é uma ferramenta que utiliza como base o Diagrama de Gantt e através de uma linha vertical representa de forma simplificada a defasagem entre o andamento previsto e o executado de uma atividade.

Para Mattos (2010), embora essa ferramenta permita a rápida visualização dos atrasos e adiantamentos de serviços na obra, a técnica é incompleta, uma vez

que não mostra o início e o fim real das atividades que já foram realizadas e não informa o fim real das atividades que estão em andamento.

### 2.3.6.2 Aplicação

É uma ferramenta de controle cujo objetivo é apontar se os serviços estão atrasados, sendo executadas dentro do planejado ou adiantados em relação ao planejado. Essa técnica é utilizada junto ao cronograma da obra, onde determina-se uma data de status, isto é, data a quem um determinado período de análise se refere, onde caso a atividade esteja adiantada cria-se um dente para a direita e caso a atividade esteja atrasada, cria-se um dente para a esquerda, conforme cronograma da figura 9.

De acordo com o comportamento da linha é possível obter indicadores para análise e obter rapidamente o estágio de progresso do projeto.

### 2.3.6.3 Descrição sintética do método

1º Passo: Utilizar o Diagrama de Gantt como base para aplicação do método

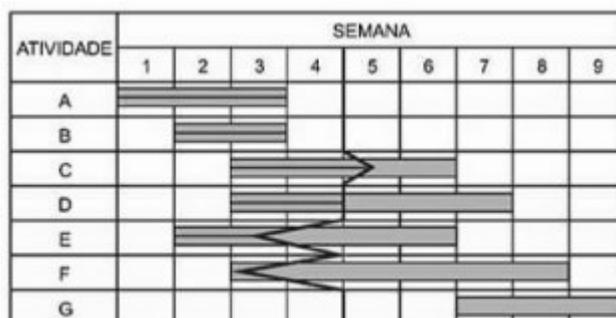
2º Passo: Traçar uma linha vertical no cronograma sobre o período em que a análise está sendo realizada

3º Passo: Traçar uma linha horizontal dentro da barra de cada atividade, de acordo com o percentual de andamento físico do serviço. Caso uma atividade já esteja 50% concluída, deve-se traçar uma linha com 50% do tamanho da barra.

4º Passo: Ligar a linha vertical ao final de cada linha horizontal

5º Passo: Analisar os desalinhamentos formados em cada linha, que indicam o andamento das atividades, se elas estão atrasadas, em dia ou adiantadas.

**Figura 9 - Curva “S” de diferentes formatos**



Fonte: Mattos (2010)

## **2.4 PROCESSOS CONSTRUTIVOS**

### **2.4.1 Concreto Auto-Adensável**

Segundo a revista Equipe de Obra, na Edição 47 - Maio/2012 a construtora Direcional usou o sistema de paredes de concreto para construir 3.511 unidades, de 42 m<sup>2</sup> cada, do empreendimento Meu Orgulho, que fica em Manaus-AM. Desse jeito, a construtora conseguiu economia de 10% no custo total da obra em comparação ao sistema de alvenaria estrutural. A quantidade de materiais e o tempo de execução também diminuiram. Foram apenas 18 meses. Se fosse construído com alvenaria estrutural, a construtora estima que levaria 24 meses (REVISTA EQUIPE DE OBRA, 2012).

#### **2.4.1.1 Utilização de fôrmas metálicas**

Neste tipo de formas os quadros e chapas são compostos de aço ou alumínio, que surgiu em meados da década de 70, e apesar de ter se difundido na época, atualmente é o sistema mais procurado para a execução de paredes de concreto moldadas no local. Tem como pontos fortes a sua elevada vida útil podendo segundo (CORSINI, 2012) ter seu ciclo de utilização entre quinhentas e duas mil vezes, sendo o sistema que menos produz passivos ambientais e ainda constitui o sistema de fôrmas que exige menor manutenção, além de possibilitar ciclos de concretagem menores. Como suas desvantagens podem ser citadas seu elevado preço de aquisição ou aluguel, dentre todos os sistemas é o que apresenta menor flexibilidade, por isso é o sistema que necessita de uma melhor análise dos projetos e procedimentos de execução (NAKAMURA, 2007).

Nesse sistema os vãos de portas e janelas já vêm previamente estruturados nas fôrmas, assim como os eletrodutos, as caixas elétricas, os quadros de distribuição do circuito e as passagens de tubulação de hidráulica. (Figura 10)

Em geral, a execução acontece da seguinte forma: primeiro são estruturadas as armaduras e as tubulações; depois são montadas as fôrmas de alumínio, tanto das paredes como da laje, e os escoramentos; e, por fim, é feita a concretagem. (Figura 11).

**Figura 10 - montagem da ferragem e eletrodutos**



Fonte: Própria (2018)

**Figura 11 – posicionamento e fixação das formas metálicas**



Fonte: Própria (2018)

## **2.4.1.2 Montagem dos Fôrmas**

### 2.4.1.2.1 Posicionamento

Antes de iniciar a montagem deve-se atentar a marcação correta dos alinhamentos da parede, diretamente na laje-radier, que deve estar totalmente plano para garantir a estanqueidade dos painéis, contanto, fazer uma base no pavimento térreo para suportar os painéis, no eixo da parede onde deve estar a tela.

São colocados pinos de apoio que deverão estar a 4 centímetro de profundidade e não ultrapassar 5 centímetros de altura para o travamento da base da forma.

### 2.4.1.2.2 Execução da Montagem

A execução de montagem deve ser feita de maneira a contemplar o projeto de forma minuciosa. É através da montagem adequada que será possível obter resultados positivos com a utilização do sistema moldado. Os critérios a serem seguidos são:

- Posicionar um canto faceando as laterais nos pinos instalados.
- Fixar com os grampos de aperto para dar estabilidade aos painéis.
- Colocar os painéis dando formato às paredes e mantendo o alinhamento.
- Apertar os grampos dando golpes de martelo, sendo um grampo bem próximo da base, outro, um pouco abaixo do meio e o último na parede superior do painel, seguir o procedimento até concluir o perímetro interno.
- Nesta fase se coloca os cones espaçadores, assim como as molduras das janelas e portas.
- As molduras são projetadas com uma leve inclinação lateral para facilitar a sua remoção após a concretagem.
- Observar o correto posicionamento das molduras, pois caso estejam erradas deverá ser desmontada toda a parede para recolocação.
- Colocam-se os cantos de transição acima dos painéis de parede e posteriormente se prende com os grampos de aperto, a seguir é conferido o nivelamento dessas transições. Os cantos somente poderão ser instalados após os painéis de paredes estarem prontos
- O posicionamento de cada espaçador deve estar próximo ao limite de cada transição e outro no meio.

- Inicia-se o escoramento com o posicionamento dos pontaletes com o auxílio do tripé, isso dará estabilidade à laje.
- Nesta etapa são colocados na extremidade dos pontaletes o cabeçal simples ou o duplo dependendo do caso.

#### 2.4.1.2.3 Concretagem da Armação

Após a conclusão da montagem das formas é conferido se todos os conduítes estão passados, bem como as caixas onde futuramente serão os pontos de energia, se todas as placas de isopor estão colocadas onde passarão as instalações hidráulicas e se todas as paredes estão espaçadas corretamente.

Antes do início da concretagem é feito a dosagem do concreto com aditivo, a quantidade de aditivo é calculada de acordo com o ensaio de slump realizado assim que o caminhão betoneira chega à obra.

Portanto é de extrema importância que o ensaio seja realizado de forma minuciosa, contanto, o resultado deve variar entre 4,5 a 6 centímetros.

Logo após o ensaio, é feito o cálculo de aditivo e adicionado no caminhão betoneira, que por sua vez fica batendo durante 10 minutos e, após a mistura, é feito um novo ensaio de slump só que desta vez é o chamado slump flow, o ensaio mede a abertura do concreto no chão, esse resultado deve ser maior que 75 centímetros, assim como mostra a figura 12.

**Figura 12 – Ensaio Slump Flow**



Fonte: Comunidade da Construção (2020)

Depois de todos os ensaios realizados e os resultados obtidos é iniciado o lançamento, onde será feito a concretagem.

Assim, são eliminadas cerca de dez etapas, como explica Ricardo Brito em Revista equipe de obra, engenheiro de desenvolvimento tecnológico da Direcional. "Eliminamos arremates de vãos de janelas, vergas e contravergas, colocação e acabamento de partes elétricas, grouteamento, produção de argamassa para assentar blocos, transporte de blocos, e muitas outras".

As normas que seguiram como base para o estudo e elaboração do modelo de cálculo brasileiro foram as da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR 6118-2014 (Projeto de estrutura de concreto – Procedimento), a norma norte americana ACI 318 (American Concrete Institute) e a francesa DTU (Documents Techniques Unifiés) (TECHNE, 2009).

Atualmente as paredes de concreto ocupam cerca de 50% das obras do Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV). As construtoras adeptas ao sistema construtivo, já que no último mês o governo federal anunciou a continuidade do programa PMCMV para projetos em 77 municípios.

O valor de material da fundação do sistema Parede de Concreto é mais elevado, mas apresenta menor custo de serviço. O custo da fundação para o sistema Parede de Concreto e para o Convencional representa, em relação ao total, respectivamente, 7,90% e 6,26%. E a fundação do sistema Parede de concreto é 7,75% mais caro do que o convencional para a fundação. O custo total da estrutura do sistema Parede de concreto é mais elevado, e é a etapa mais cara do sistema, porém engloba outras fases do sistema convencional, como: alvenaria, divisórias e revestimento de argamassa em parede, já que no sistema de Parede de Concreto, não há necessidade de alvenaria, simplificando as etapas. Analisando a obra como um todo, reduz bem o custo, visto que se somando os custos de todas as partes da obra que a estrutura engloba no sistema de Parede de Concreto, a estrutura deste sistema é 47,2% mais barata que todas essas fases no sistema convencional. O custo da estrutura para o sistema Parede de Concreto e para o Convencional representa, em relação ao total, respectivamente de 23,12% e 12,94% (ZÚÑIGA; et al, 2017).

### 2.4.2 Alvenaria estrutural

Esta técnica consiste em levantamento de alvenarias que têm função estrutural, já que contem concreto e armação metálica em pontos específicos, distribuídos ao longo da alvenaria, mapeados no projeto estrutural, percorrendo toda a altura da parede. Com isto há uma economia considerável de recursos, já que não se utiliza de formas de madeira para vigas e pilares, sendo o próprio bloco com formatos específicos que fazem a função de verga e contraverga, além da viga de amarração. Outra característica é a simultânea execução das etapas de instalação elétrica e hidrossanitária, que vêm embutidas nas alvenarias, trazendo também uma economia de material, sem a presença de cortes nos blocos para tanto.

De acordo com Carvalho (2012, p.09) “O radier seria a fundação ideal para alvenaria estrutural, já que instala o efeito arco e minimiza recalque diferencial” – solução em fundação direta “obrigatória” para vãos entre paredes superiores a 5 metros de vão, ou pressão admissível do solo inferior a  $1\text{kgf/cm}^2$  (100 kPa).

Para o estudo em questão, esta técnica construtiva se enquadra muito bem, pois já que não permite que grandes vãos se encaixem no projeto arquitetônico simples e de cômodos pequenos, sendo ainda muito bem aplicada nas técnicas de orçamentação e execução aqui aplicadas. Quando corretamente projetada e executada, a alvenaria estrutural pode apresentar um custo de 10% a 30% menor que o de estruturas convencionais em concreto armado.

Para utilizar alvenaria estrutural existem alguns modelos com maiores vantagens, de acordo com as características do local, como residenciais padronizados, quando a intenção é fazer casas iguais em um mesmo espaço, assim é considerado um método vantajoso por utilizar o mesmo projeto em todo o empreendimento, aproveitando então o projeto. Dessa maneira, pode-se economizar aproximadamente 30% na obra. Sendo considerado uma adequada opção para obras do “Programa Minha Casa, Minha Vida”.

#### **2.4.2.1 Componente ou unidade**

É a menor parte que constitui um elemento da estrutura, incluindo Bloco, Junta de argamassa e Graute.

### 2.4.2.2 Bloco de Concreto

A norma brasileira NBR 6136: 2014 – Bloco Vazado de concreto simples para Alvenaria Estrutural – especifica os blocos de concreto para alvenaria estrutural No tocante às dimensões nominais a norma classifica conforme a tabela abaixo:

**Tabela 2 - Dimensões dos Nominiais dos Blocos Simples de Concreto para Alvenaria Estrutural**

Familia		20x40	15x40	15x30	12,5x40	12,5x25	12,5x37,5	10x40	10x30	7,5x40	
Medida Nominal mm	Largura	190	140		115			90		65	
	Altura	190	190	190	190	190	190	190	190	190	
	Comprimento	Inteiro	390	390	290	390	240	365	390	290	390
		Meio	190	190	140	190	115	-	190	140	190
		2/3	-	-	-	-	-	240	-	190	-
		1/3	-	-	-	-	-	115	-	90	-
		Amarração "L"	-	340	-	-	-	-	-	-	-
		Amarração "T"	-	540	440	-	365	-	-	290	-
		Compensador A	90	90	-	90	-	-	90	-	90
		Compensador B	40	40	-	40	-	-	40	-	40
		Canaleta Inteira	390	390	290	390	240	365	390	290	-
		Meia Canaleta	190	190	140	190	115	-	190	140	-
NOTA 1 As tolerâncias permitidas nas dimensões dos blocos indicados nesta Tabela são de 2,0 mm para a largura e 3,0 mm para a altura e para o comprimento NOTA 2 Os componentes das famílias de blocos de concreto têm sua modulação determinada de acordo com a ABNT NBR 15873 NOTA 3 As dimensões da canaleta J devem ser definidas mediante acordo entre fornecedor e comprador, em função do projeto											

Fonte: Transcrição da Tabela 2 da ANT NBR 6136: 2014

### 2.4.2.3 Junta de Argamassa

A NBR 15961-1(2011) define como o componente utilizado na ligação dos blocos

### 2.4.2.4 Graute

Também definido pela NBR 15961-1 que diz que é o componente utilizado para preenchimento de espaços vazios de blocos com a finalidade de solidarizar armaduras à alvenaria ou aumentar sua capacidade existente. Segundo Parsekian e Soares (2010) o graute é uma espécie de concreto ou argamassa com agregados finos e com alta plasticidade. Eles são usados para preencher os vazios nos blocos.

Parsekian e Soares (2010) ressaltam ainda que as funções do Graute são:

- Aumentar a resistência em pontos localizados (verga, contra verga, coxim)
- Aumentar a resistência a compressão de uma parede
- Unir eventuais armaduras às paredes

#### **2.4.2.5 Pilar**

A NBR 8798 (1985) apresenta a seguinte definição: Componente estrutural vertical em que a maior dimensão de sua seção transversal utilizada no cálculo do esforço resistente é menor do que 1/5 de sua altura. No caso das figuras compostas de retângulos (em L, em T, em Z, etc.), a limitação prevalece para cada ramo distinto.

#### **2.4.2.6 Cinta**

Componente estrutural apoiado continuamente na parede, ligado ou não às lajes ou vergas das aberturas, com a finalidade de transmitir cargas uniformes à parede que lhe dá apoio ou ainda servir de travamento e amarração. (NBR 8798: 1985)

#### **2.4.2.7. Coxim**

Componente estrutural não contínuo apoiado na parede, possuindo relação de comprimento para altura menor ou igual a 3, com a finalidade de distribuir cargas concentradas à parede que lhe dá apoio. (NBR 8798: 1985)

#### **2.4.2.8 Verga**

Componente estrutural colocado sobre ou sob os vãos e aberturas das paredes com a finalidade de transmitir esforços verticais aos trechos de parede adjacentes às aberturas.

#### **2.4.2.9. Enrijecedor**

Componente estrutural, horizontal ou vertical, vinculado a uma parede portante, com a finalidade de obter enrijecimento na direção perpendicular à parede. O enrijecedor pode ser embutido total ou parcialmente na parede, podendo, quando vertical, absorver cargas segundo seu eixo.

#### **2.4.2.10. Diafragma**

Componente estrutural laminar trabalhando como chapa em seu plano e que, quando horizontal e convenientemente ligada às paredes portantes, tem a finalidade de transmitir esforços de seu plano médio às paredes. Admite-se que as lajes maciças ou lajes painéis (devidamente solidarizadas entre si) têm o funcionamento de diafragmas rígidos, enquanto as lajes nervuradas mistas, quando analisadas perpendicularmente à direção de suas nervuras, têm o funcionamento de diafragmas

semirrígidos, necessitando de reforços complementares de forma a objetivar a efetiva transmissão dos esforços às paredes.

#### 2.4.2.11. Tela Metálica e Grampo

Em algumas situações de projeto ou mesmo de alteração do próprio projeto, não se consegue ter amarração na alvenaria com a modulação e suas medidas múltiplas perfeitas. Há ocasiões, também, onde se precisa unir alvenaria de vedação com alvenaria estrutural. Nestes casos, usa-se a tela metálica ou grampo. (PASTRO, 2007) Ainda segundo Pastro (2007), nesses casos fica descartada o aproveitamento do efeito de uniformização de distribuição de cargas verticais ou horizontais, usando a tela ou o grampo como união de alvenaria.

#### 2.4.2.12 Amarração

Os elementos de alvenaria devem ser assentados com as juntas desencontradas, para garantir uma maior resistência e estabilidade dos painéis. “A amarração entre paredes pode ser direta, com sobreposição dos blocos de uma parede na outra a cada 2 fiadas, ou indireta, sem sobreposição de blocos” (PARSEKIAN; SOARES, 2010)

A amarração indireta tem a desvantagem de não unir totalmente as paredes, trazendo prejuízos ao comportamento estrutural das paredes, pois há uma redução da rigidez nos carregamentos laterais e também uma pior distribuição das cargas verticais (...). Essa solução deve ser evitada, especialmente no caso de edifícios com mais de 4 pavimentos. (PARSEKIAN; SOARES, 2010)

Figura 13 – Amarração em T

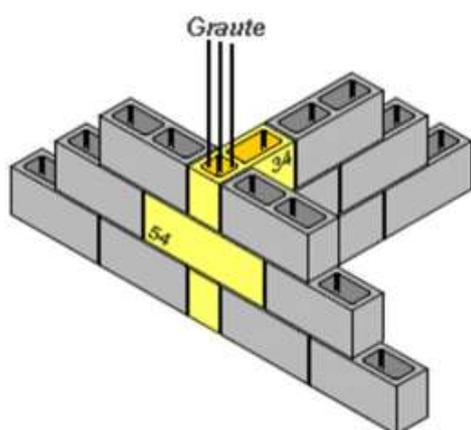
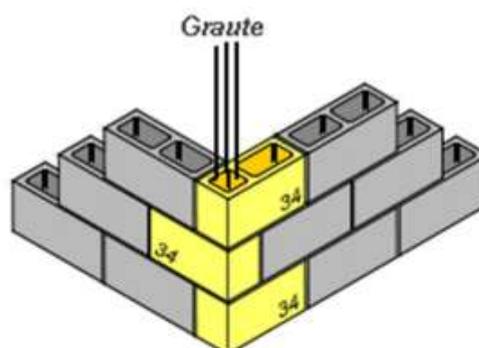


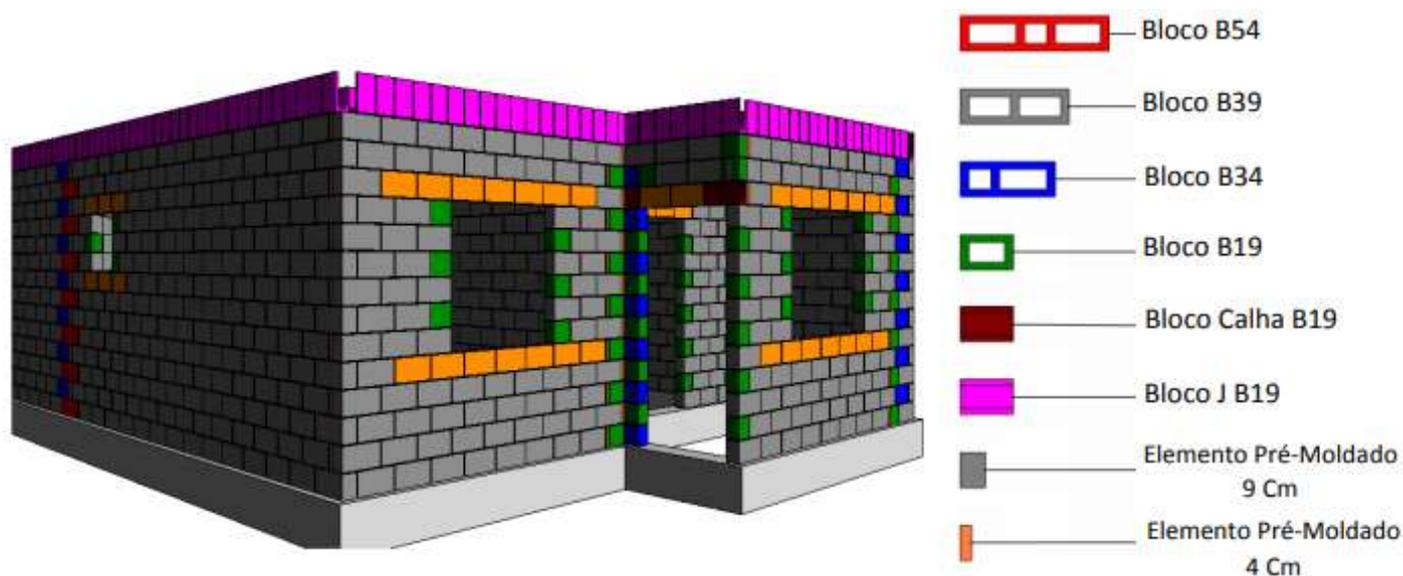
Figura 14 – Amarração em L



### 2.4.2.13 Modulação

A modulação consiste em escolher adequadamente os blocos de forma a obter uma arquitetura mais próxima possível da desejada. Para isso são fabricados diferentes tipos e tamanhos de blocos. “Em um projeto de alvenaria, seja estrutural ou de vedação, não se deve permitir a quebra de blocos. Para tanto, é necessário que as dimensões arquitetônicas sigam o padrão modular dos blocos, ou seja, tenham medidas múltiplas da dimensão padrão. Dessa forma, será possível o ajuste perfeito dos blocos na planta de arquitetura” (PARSEKIAN e SOARES, 2010) “A escolha do tipo de bloco a ser utilizado deve levar em consideração não só a modulação, mas também a disponibilidade no mercado, o custo e as características de trabalhabilidade no canteiro de obras” (SIQUEIRA; et al.; 2012) Ainda segundo Siqueira, et al.(2012) o sucesso de um projeto de alvenaria estrutural está diretamente ligado a definição dos elementos estruturais, a adequação da arquitetura e a modulação correta escolhendo os componentes com as dimensões adequadas. O projeto da modulação deve conter detalhado a fiada ímpar e a fiada par, além das especificações dos blocos e os cortes dos detalhes da amarração.

**Figura 15- Detalhe da Modulação em alvenaria estrutural**



Fonte: Disponível em: [http://www.diariodearquiteto.com.br/images/imagens-artigos/alvenaria\\_estrutural](http://www.diariodearquiteto.com.br/images/imagens-artigos/alvenaria_estrutural) Acesso em: jun. 2020.

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 MÉTODO DE PESQUISA ADOTADO**

O presente trabalho envolveu uma pesquisa teórica com aplicação prática baseada em estudo de caso. O referencial teórico foi realizado por meio de consulta a artigos, trabalhos, dissertações, livros e normas que envolvem o tema. Além dos dados colhidos em campo no decorrer da obra. Nele são descritos os principais conceitos presentes no tipo de análise que será feita.

Para tanto, como principal estratégia de pesquisa para o desenvolvimento do trabalho adotou-se o Estudo de Caso. Propõe-se uma análise comparativa entre os métodos, com objetivo metodológico explicativo de natureza quantitativa relacionada com as constatações da pesquisa bibliográfica, a abordagem é quali-quantitativa.

A empresa teve um engenheiro que visita à obra diariamente, um mestre de obras residente, um auxiliar administrativo residente além da equipe de produção que foi dimensionada.

As etapas de trabalho estão correlacionadas aos conceitos presentes no referencial teórico. As etapas consistem basicamente em quantificar custos e fazer o comparativo de viabilidade econômica entre os dois métodos construtivos analisados.

### **3.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO**

O projeto para estudo foi construído no município de Luís Eduardo Magalhães BA, sendo edificações térreas em CAA sob radier para atender ao PMCMV. Em um total de 35 (trinta e cinco) unidades sendo algumas germinadas e outras não. Todas possuirão mesmo projeto arquitetônico e padrão de acabamento.

#### **3.2.1 Concreto Auto Adensável**

Neste tipo de sistema construtivo, em que as edificações são moldadas *in loco* através de formas metálicas de alumínio (neste caso), e posterior preenchimento de concreto estrutural com aditivo superplastificante, sendo que paredes e laje são executadas de uma só vez, em que se aplica – para conter

esforços de tensões – tela de ferro (Q 61 - 3.4 mm 2,45x6,00 – nas paredes; tela Q 138- 4,2 mm 2,45x6,00 – na laje; e tela Q 238 bitola 6.0 mm 2,45x 6,00 – no radier).

Toda instalação elétrica e grande parte da instalação hidrossanitária são embutidas nas paredes e radier, posicionadas sistematicamente de acordo com projeto. Shaft's e balcões são executados posteriormente com alvenaria de vedação em bloco cerâmico de dimensão 19x29x12 cm, e reboco em argamassa com traço específico.

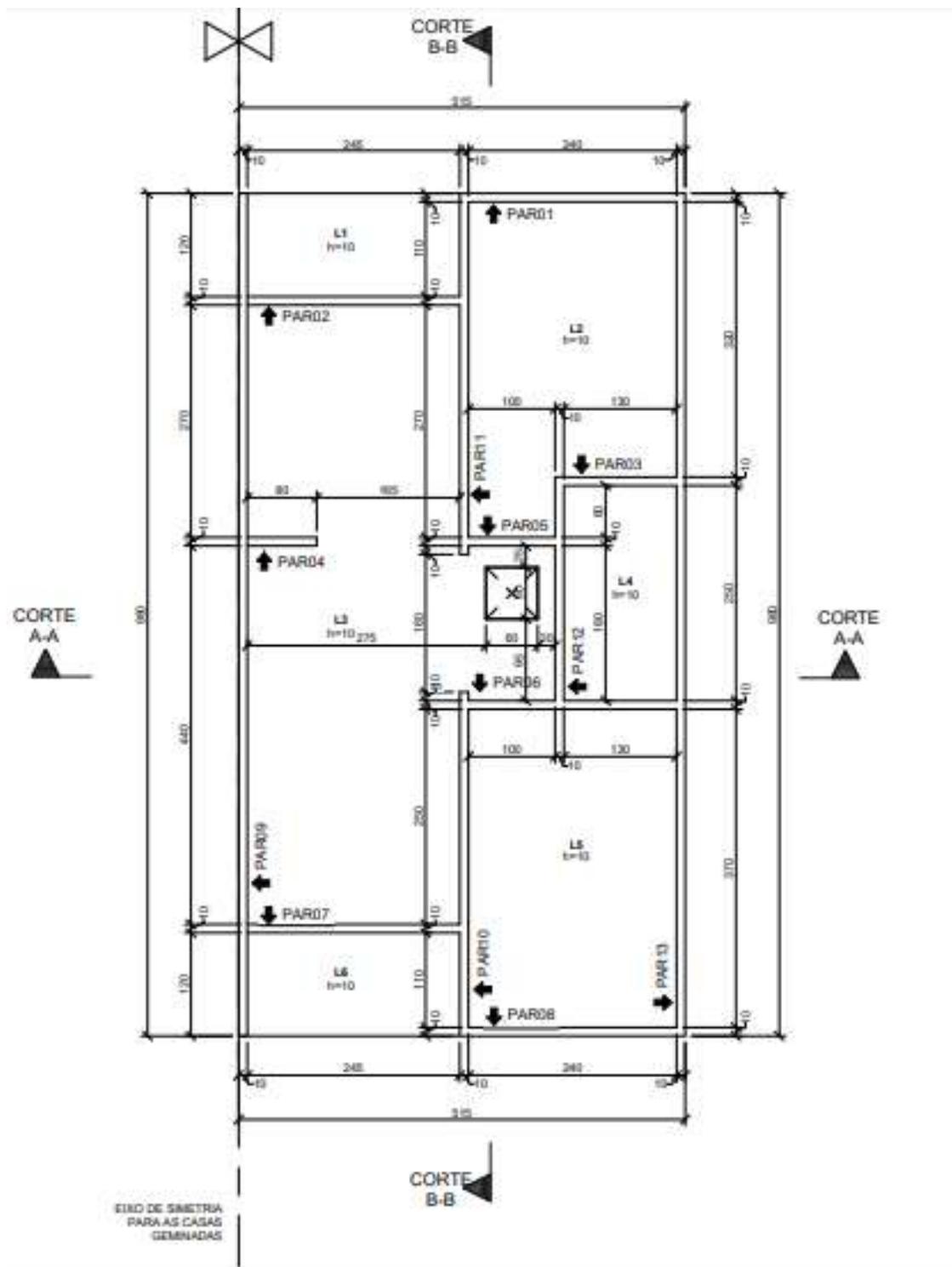
Os rebaixos das áreas molhadas são executados no radier, para economia de material, mão de obra e agilidade da execução. Nestas são posicionadas as esperas para ancoragem da parede em ferro de 8 mm de diâmetro, no eixo das paredes, anterior a concretagem do mesmo.

O acabamento é feito com aplicação de gesso direto nas paredes, e posterior aplicação de tinta, sendo que as áreas molhadas recebem acabamento em cerâmica no piso e paredes. Nas figuras 16, 17 e 18, são representados os detalhamentos dos arranques das alvenarias no radier, e armaduras positiva e negativa da laje, respectivamente. Nas figuras 19 a 22 estão representados os detalhamentos das armaduras nas alvenarias. As mesmas constam no apêndice.

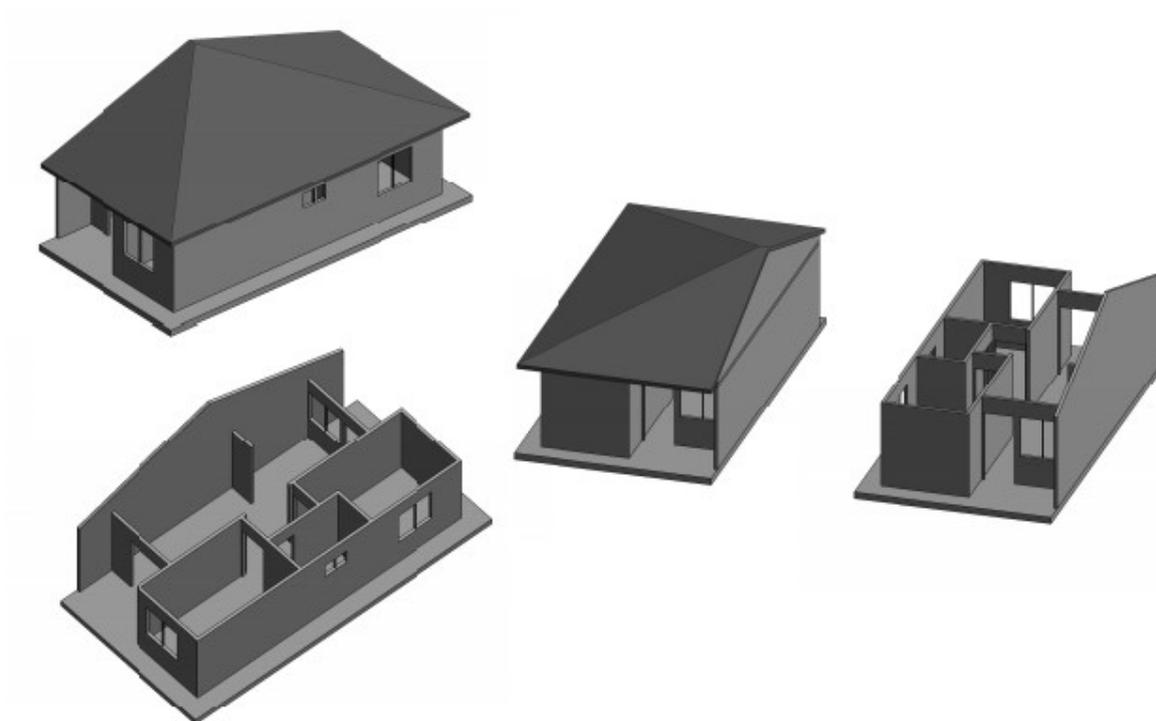
As figuras 23 e 24 apresentam projeto onde pode ser observado a parte arquitetônica da edificação, enquanto a figura 25 apresenta as vistas 3D.



Figura 24 – Fôrma de Lajes MODELO A



Fonte: BsB Construtora (2018)

**Figura 25 – Vistas 3D da edificação**

Fonte: BsB Construtora (2018)

### 3.2.2 Alvenaria Estrutural

Neste método construtivo, as alvenarias têm função estrutural, suportando os carregamentos correspondentes da laje, cobertura e do reservatório superior. Para tanto, os blocos escolhidos neste caso, são de concreto com dimensões de (19x19x12 cm; 29x19x12 cm; 34x19x12 cm; 39x19x12 cm; 44x19x12 cm; 54x19x12 cm; canaleta tipo “C” e canaleta tipo “J”), possuindo resistência a compressão de 2,5 MPa (dois e meio mega pascal), e grouteamento com concreto de resistência a compressão igual a 10 MPa (dez mega pascal).

Os Grout's são pilares de seção delimitada pelo vazio do bloco, sendo preenchido por concreto estrutural, armado por vergalhão de 10 mm de seção transversal (neste caso), sempre respeitando a determinação do projetista estrutural, devemos fazer uso deste material em cantos em L e em T das alvenarias; vergas e contravergas; laterais de portas e janelas e na cinta de amarração da edificação, exemplificado pela figura 26.

**Figura 26 – Grout executado**

Fonte: Própria (2018)

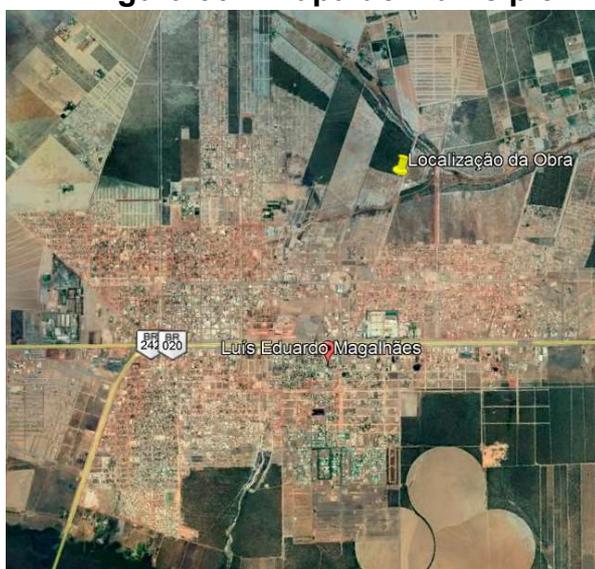
Um detalhe importante deste método construtivo é a amarração das fiadas da alvenaria, em que, se deve coincidir os furos dos blocos das fiadas pares com as ímpares em pontos de Grout, fazendo assim, com que esses fiquem alinhados, fazendo sua função estrutural ser maximizada, e cumprindo a função do concreto, de cobertura da armadura. A primeira e segunda fiadas são demonstradas nas figuras 27 e 28 respectivamente. Na figura 29, é representada a vista da parede 02 com o groutamento, verga e contraverga da abertura da janela. Figuras em apêndice.

### 3.3 DESCRIÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

Cada unidade possui dois quartos, um banheiro social, área de serviço, sala e cozinha, além de garagem descoberta e mureta de divisão do terreno. Com área construída de 50,5 m<sup>2</sup> e pé direito de 2,6m.

Nas figuras 15 e 16 são apresentadas, respectivamente, o mapa do município de Luís Eduardo Magalhães e a localização do terreno destinado a obra. Nas figuras 30 e 31 são representados projetos de situação. Na figura 32 está representada a planta baixa das edificações em estudo, já nas figuras 33 e 34 estão representados os cortes da fachada e lateral.

**Figura 30 – Mapa do Município**



Fonte: Google Earth (2017)

**Figura 31 – Localização do Terreno**



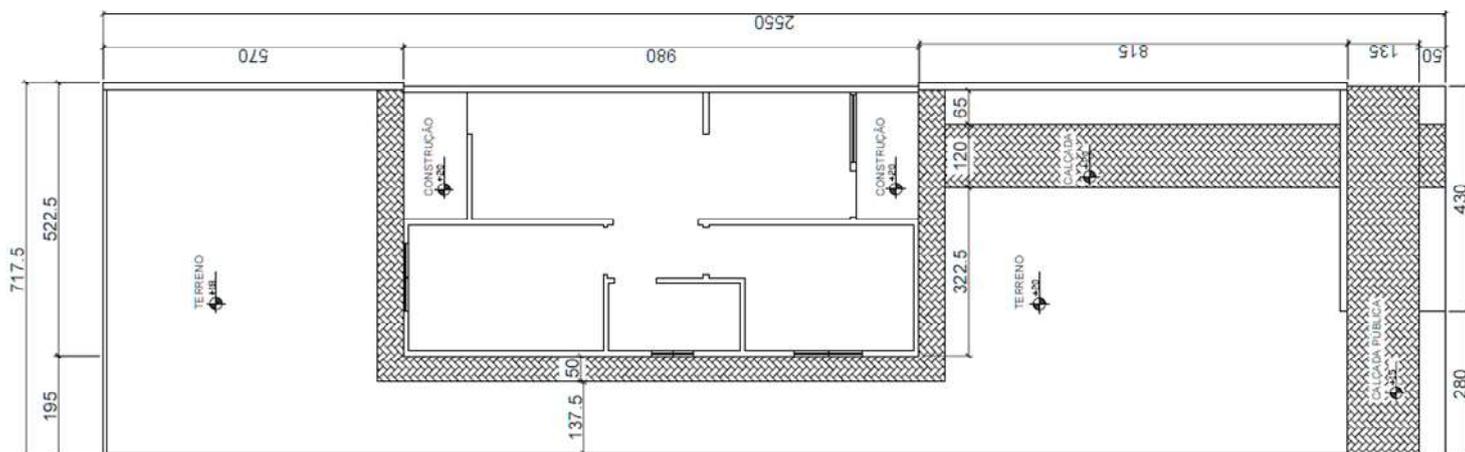
Fonte: Google Earth (2017)

Figura 32 - Projeto de Situação (sem escala, e comprimento linear em metros)



Fonte: Própria (2019)

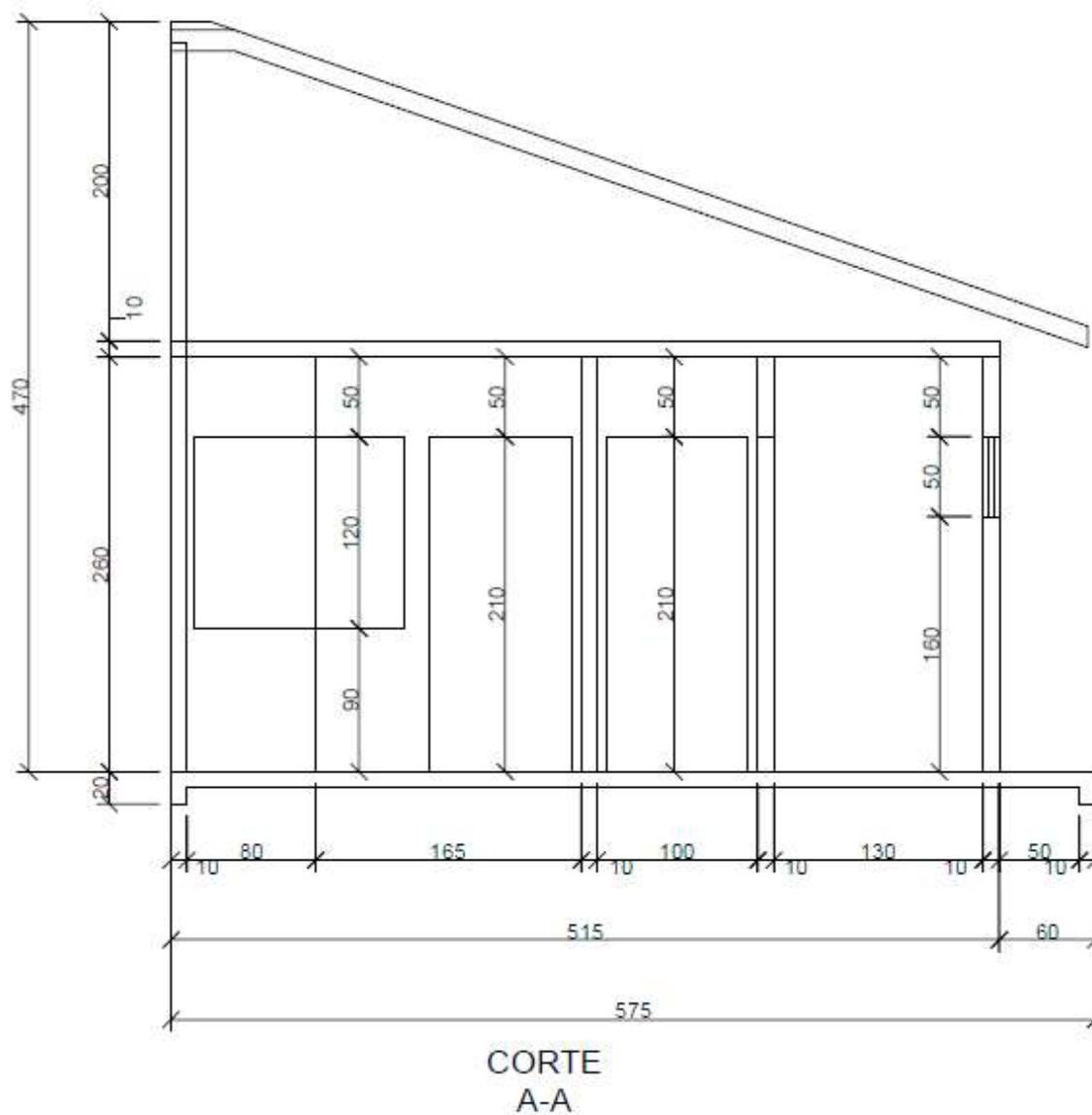
Figura 33 – Projeto de Situação (sem escala, e comprimento linear em cm)



Fonte: Própria (2019)

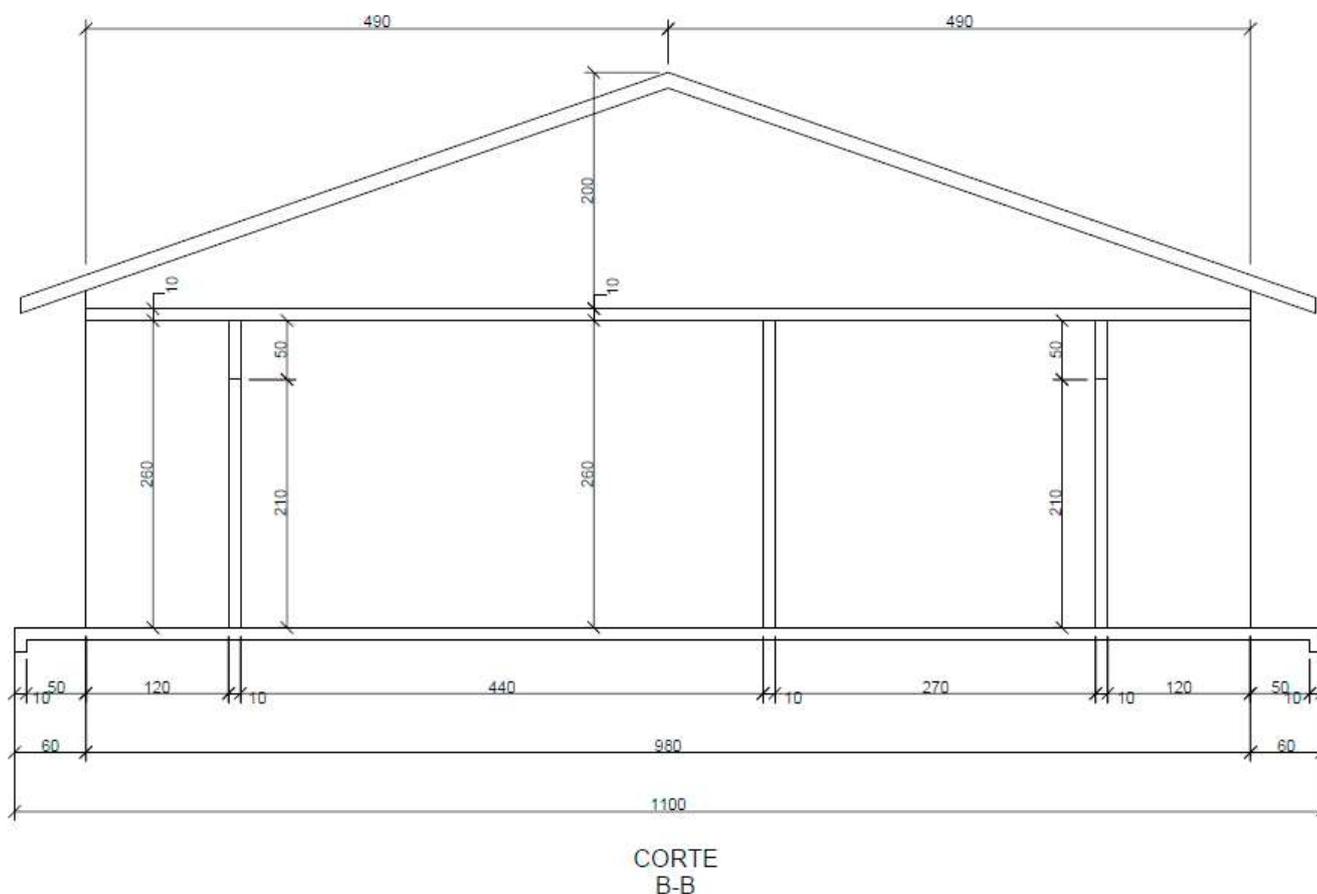


Figura 35– Fachada corte AA (sem escala, e comprimento linear em centímetros)



Fonte: Construtora BSB (2018)

**Figura 36– Fachada corte BB (sem escala, e comprimento linear em centímetros)**



Fonte: Construtora BSB (2018)

Nos dois métodos construtivos, a mesma planta baixa foi utilizada para comparativo de análise econômica, sendo que há aspectos que se diferenciam nos dois sistemas, como, espessura de paredes, espessura e tipificação da laje (como espessura, concreto utilizado, e materiais).

### 3.3.1 Concreto Auto Adensável

No sistema em CAA, as paredes e laje possuem mesma espessura, e mesmo traço de concreto, sendo executados de uma só vez, formando um bloco único e amarrado de concreto auto adensável, com armadura em telas de diferentes diâmetros de seção transversal da ferragem.

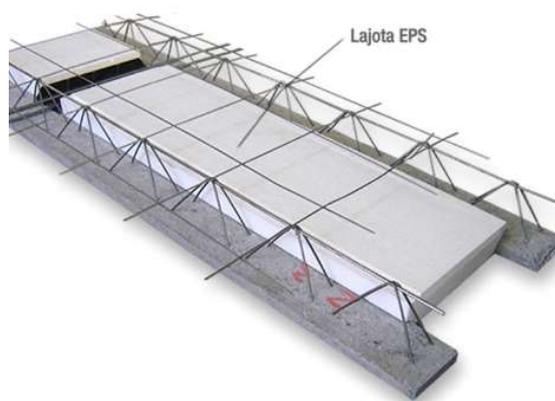
### 3.3.2 Alvenaria Estrutural

Neste sistema em alvenaria estrutural, os grout's – preenchimento de concreto armado nos furos dos blocos onde solicitados esforços maiores de

compressão – fazem o papel de reforço estrutural, auxiliando as alvenarias na função de suporte estrutural dos carregamentos da laje, cobertura, e reservatório superior. Além disso, a espessuras das paredes aumentam em dois centímetros (o que não influencia nas áreas internas, já que o posicionamento das paredes foi feito de forma que, a diferença de espessura seja deslocada para área externa da edificação).

A laje é feita no sistema de vigas treliçadas e EPS (figura 37), como suporte e vedação para o concreto armado que vai sob essa estrutura, tendo espessura total de vinte centímetros, armado com ferragem de bitola de dez milímetros. Abaixo da laje há uma viga de amarração por todo o perímetro da edificação, amarrando os grout's e a laje a estrutura.

**Figura37– Sistema de vigas treliçadas e EPS para vedação e suporte do concreto na laje**



Fonte: Isoplast (2019)

### 3.4 PLANEJAMENTO

Para o planejamento da obra, foi realizada entrevista direcionada com engenheiro responsável pelo planejamento da obra, referente a detalhes técnicos e numéricos, que são apresentados em forma de dados pelas ferramentas destinadas a esse fim, utilizadas no empreendimento.

Por meio de pesquisa de mercado local, foram cotados os valores de cada item da composição de custo, através de visita presencial nas principais empresas do ramo no município, as cotações foram fornecidas pelos vendedores através de simulação de venda por nota fiscal.

Ainda para o planejamento da obra foi realizado um estudo para os dois métodos construtivos. Fazendo então o dimensionamento de equipes, o cronograma da obra, e o histograma de colaboradores através de pesquisa direta ao responsável pela execução da mesma. Os valores gerados foram utilizados para levantamento dos custos indiretos. O planejamento foi feito pensando apenas nos serviços distintos nos dois estudos, serviços iguais geram resultados iguais.

O dimensionamento de equipes foi elaborado conforme composições utilizadas para serviço. Com o índice de produção do profissional e do ajudante multiplicado pela quantidade do serviço executado, temos as horas que demora um profissional e um ajudante para executar o serviço. Com esses valores podemos dimensionar a equipe.

As equipes foram dimensionadas de forma a ter sempre o mesmo número de profissionais e ajudantes para os mesmos serviços, ou seja, quando se tratar apenas do serviço estrutura da cobertura, tendo a mesma equipe tanto para construção em alvenaria estrutural, quanto para a construção em CAA.

Com a mesma equipe podemos comparar tempo de execução para cada item dispare do orçamento. Foram dimensionadas apenas as equipes para os serviços que se diferenciam nos dois métodos, os serviços iguais não foram estudados a fundo, pois gerariam o mesmo valor para os dois estudos.

Para realização do cronograma foi utilizado o software MS Project, nele lançamos os serviços e suas respectivas dependências, ou seja, qual serviço necessita que outro acabe para começar a ser realizado. Definimos (a partir dos dados obtidos no dimensionamento de equipes) quantos dias demoraria cada serviço, obtendo assim o cronograma das obras. Devido ao fato de o cronograma ser de um conjunto habitacional e não apenas de uma residência, vários serviços começam pela metade da sua dependência. Foi seguindo essa lógica que o cronograma dos dois sistemas será executado.

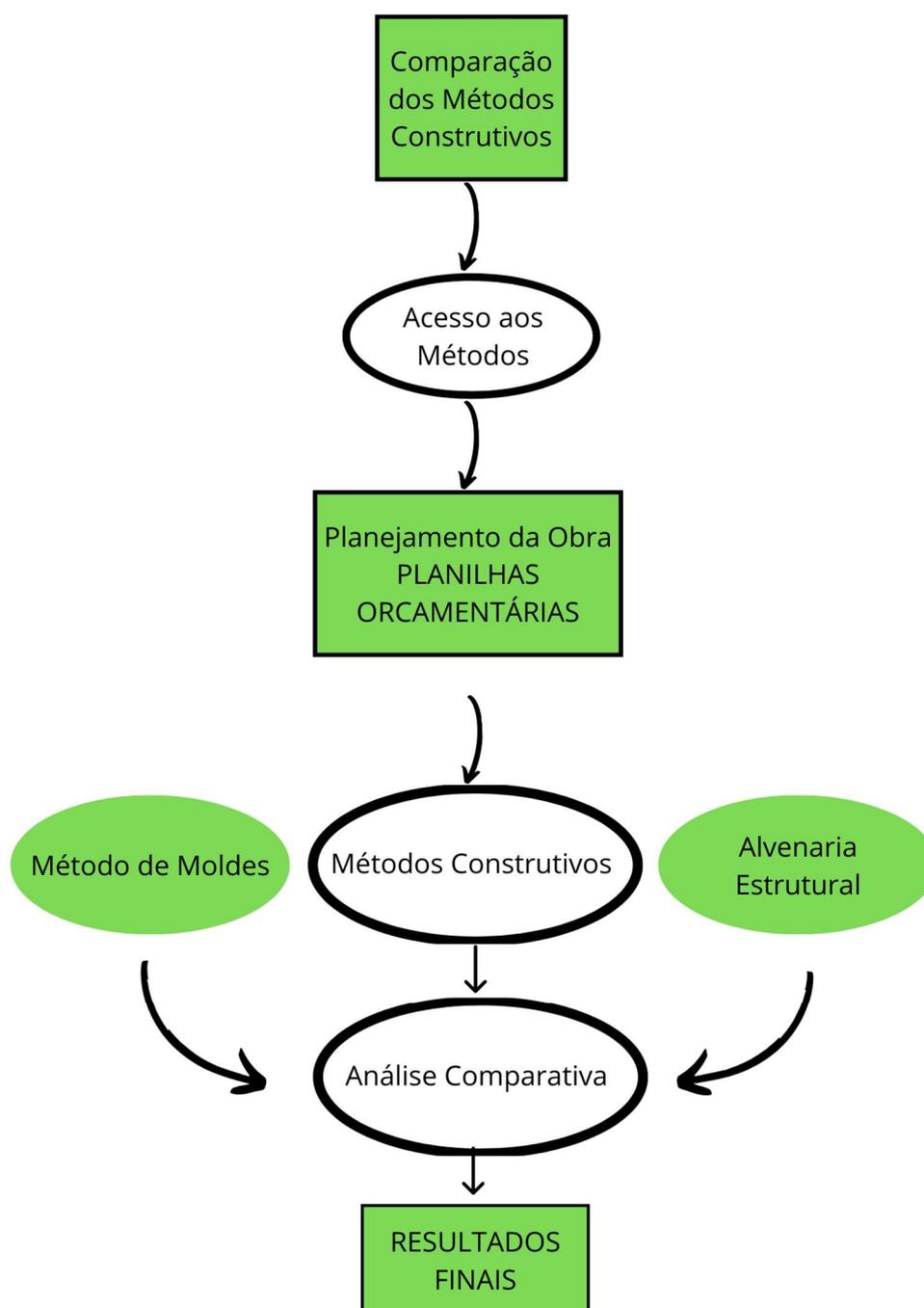
Com as equipes definidas e também sua permanência na obra, foi realizado o histograma de colaboradores. Para início e término de serviços, onde os colaboradores não trabalhariam o mês completo, fez-se a diminuição da equipe proporcionalmente ao número de dias para então fechar o mês inteiro.

Com os dados obtidos pelo histograma foi possível realizar o levantamento de custos indiretos com relação a salários dos colaboradores da parte administrativa. Os custos com mão de obra são os mais onerosos nos custos indiretos. Outros

custos indiretos como combustível, alojamento, refeições, não foram estimados. Não há forma de realizar o levantamento desses custos de forma mais precisa ainda mais levando em consideração uma obra já executada.

O fluxograma demonstra as seguintes questões desenvolvidas e analisadas durante o trabalho (Figura 38).

**Figura 38 – Fluxograma de Atividades**



Fonte: Autor (2020)

### 3.4.1 Composição de custos

#### **3.4.1.1 Quantitativos**

No caso do CAA, o levantamento quantitativo foi embasado no real executado, sendo que a metragem cúbica de concreto dividido por paredes enumeradas, com mesma espessura e altura expressarão um custo fixo por metro cúbico. A concreteira local que atendeu à obra, desenvolveu o traço ideal para tal finalidade, sendo este restrito e inacessível, porém dados como adensamento, slump flow e resistência a compressão atenderam as normas, e os projetos estrutural e arquitetônico.

Já no caso da alvenaria estrutural, o quantitativo foi feito embasado por cálculo sob projeto arquitetônico, levando em consideração as medidas dos blocos, que foram utilizados, para um melhor aproveitamento de material a família completa, (19x19x12 cm; 29x19x12 cm; 34x19x12 cm; 39x19x12 cm; 44x19x12 cm; 54x19x12 cm; canaleta tipo “C” e canaleta tipo “J”). Para grouteamento, será feito o quantitativo de concreto e demais insumos executados na obra, levantados por cálculo de traço pelo método IPT. Este levantamento é feito parede a parede, devidamente enumeradas, gerando assim um quantitativo total por casa.

A estrutura de cobertura foi executada com material metálico de zinco em chapas já dobradas, fazendo-se necessário cortes e fixações no local, sendo seu quantitativo levantado por metragem linear embasado no projeto, utilizado então para os dois casos assim como tipo de telha e seu quantitativo.

Como os projetos elétrico e hidrossanitário não sofreram alteração em ambos métodos construtivos, o levantamento quantitativo destes será o mesmo feito através de projeto pelo engenheiro responsável. Algumas individualidades de projeto foram analisadas no estudo e devidamente inseridas no levantamento de custo e equipe.

Já o caso de acabamento, a alvenaria estrutural em blocos de concreto, não necessita de reboco interno, sendo aplicado gesso diretamente na alvenaria e posterior tinta. No acabamento externo, foram utilizados emboço e reboco com impermeabilizante e posterior tinta. No caso do método por concreto moldado, as alvenarias recebem o mesmo acabamento interno e externo, com regularização em gesso e posterior tinta.

A laje nesse tipo de edificação, é executada juntamente com as alvenarias, sendo que depois da armação metálica executada nos dois lugares, as formas são

posicionadas e travadas e a laje escorada, fazendo da estrutura um só bloco de concreto. No caso da alvenaria estrutural, as vergas e contravergas recebem armação metálica que é posicionada dentro das canaletas tipo “C”, e concretadas com traço feito *in loco*, da mesma forma com os beirais da laje, onde são utilizadas canaletas tipo “J”, não havendo assim a necessidade do emadeiramento para contenção do concreto em sua concretagem. A Laje nesse método construtivo é executada sobre canaletas treliçadas pré-moldadas e seus vãos preenchidos com EPS, só então é feita a execução da armadura metálica e passagens elétricas. No local onde é feita a ligação da caixa d’água ao ramal principal, é posicionado um cano de 75mm onde o concreto não ultrapassará, deixando assim um vão livre para passagem hidrossanitária.

Algumas mudanças mencionadas acima que são de diferentes aplicabilidades específicas dos dois casos de estudo aqui abordados, foram influenciadoras na mudança de orçamento e cronograma, já que se diferenciam em disponibilidade de material, mudança de equipes nas frentes de trabalho, gerando alteração na linha de Gantt do cronograma físico-financeiro. Estas foram devidamente imputadas para posterior análise na influência a análise de custos entre os dois casos.

#### **3.4.1.2 Produtividade**

As edificações feitas em formas metálicas preenchidas por concreto auto adensável, foram executadas por empresa especializada, deslocada do município de Feira de Santana-BA, que disponibilizou as fôrmas, mão de obra. Sua produtividade foi disponibilizada pela mesma, cumprindo assim o cronograma de execução da obra.

Outras etapas que necessitaram de equipe própria, tiveram produtividade levantada através de monitoramento de rendimento por engenheiro responsável por reposição de estoque, e mão de obra, gerando assim uma tabela de rendimento de equipe e gasto de materiais. Esses foram anotados em diário de obra e tabela de materiais em almoxarifado, conferindo-se semanalmente a saída de materiais para programação de pedidos, obedecendo os prazos de entrega. Como este engenheiro ficou responsável por quantitativos e cálculos de rendimento de mão de obra, os dados foram levantados por mestre de obra e repassados diariamente para este, ou

seja, para cada tarefa executada se levantou o rendimento por método de metragem por dia por colaborador.

Para o presente estudo, os dados levantados foram repassados através de visita de obra, com o contato do engenheiro responsável pela execução, o qual estará disponível para quaisquer esclarecimentos necessários, através de e-mail, ligação ou mesmo vídeo conferencia por Skype (aplicativo de vídeo conferência amplamente difundido).

Já no caso da alvenaria estrutural, o cálculo de produtividade foi feito com base em execuções anteriores de mesma tecnologia e localidade. A obra em questão foi o empreendimento Florais Léia, localizado no bairro Jardim Paraíso 2 em Luís Eduardo Magalhães-BA, com 8 (oito) pavimentos e blocos estruturais de concreto, executado pela construtora BSB, com sede no mesmo município no ano de 2018. Sendo que o fato desse empreendimento se diferenciar do estudo em questão por não ser uma edificação térrea, não implica na diferenciação orçamentária, já que a segmentação de etapas construtivas será a mesma, levando-se em consideração o pavimento térreo desta. Sendo assim, não houve alterações quanto a influência da edificação - ser térrea ou predial - na análise de custos globais do empreendimento.

#### **3.4.1.3 Insumos**

Os insumos referentes aos dois métodos construtivos foram cotados por meio de pesquisa de mercado local, através visita aos fornecedores, sendo que, os vendedores de plantão realizaram uma busca em estoque que se confrontou com a necessidade dos materiais na obra, fazendo um cruzamento entre disponibilidade e prazos de entrega, a necessidade destes no local da obra, assim como o controle de almoxarifado para os materiais serem devidamente estocados seguindo ferramentas de gestão como PDCA para organização e controle.

Os orçamentos foram disponibilizados fisicamente e virtualmente para um melhor controle financeiro e análise de viabilidade pela parte técnica responsável (engenheiro de execução mencionado anteriormente).

Com este levantamento, os insumos foram complementados a tabela orçamentária de quantitativo, sendo que alguns destes tiveram aquisição em grandes quantidades provenientes de Brasília-DF, onde se encontra sede da empresa. Foram estes referentes a instalações hidrossanitária e elétrica.

Os insumos específicos da alvenaria estrutural foram cotados no próprio município, onde se encontra uma fábrica de blocos de concreto estrutural nas dimensões específicas do projeto, atendendo especificações técnicas e com preço viável a tal empreendimento.

Os levantamentos da quantidade de serviço que foram realizados na obra foram feitos através dos estudos do projeto arquitetônico e de informações passadas pelos responsáveis pelos projetos complementares. Para o levantamento da quantidade de insumos, utilizaram-se composições unitárias de preço. Alguns itens já foram fornecidos, no entanto, para aqueles que ainda não possuíam projeto, estimativas foram feitas a partir de índices de consumo com base em outras obras já executadas.

Na execução do orçamento do projeto em alvenaria estrutural, utilizaram-se os mesmos valores para itens que não variam de um sistema para o outro. Entretanto, para aqueles itens em que há diferenciação, foram utilizados índices de consumo passados pelo Eng. João Batista Poyer, especialista neste tipo de tecnologia.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.3 ESTUDOS PRELIMINARES**

As planilhas a seguir foram elaboradas e executadas através da ferramenta Microsoft Office Excel disponibilizada pela Construtora BSB.

Nesta planilha foram calculados gastos como: Fiação Elétrica, Concretos, Lajes, Aditivos, Vergalhões, Canaletas, Massa para Reboco, Blocos de Concreto e Mão de Obra.

Para a confecção das planilhas orçamentárias abaixo foram utilizados os preços de serviços e insumos baseados nos dados apresentados do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). Esta base de dados é mantida pela Caixa Econômica Federal e pelo IBGE cuja atualização é mensal para todas as capitais do país.

## 4.3.1 Dados de Casa de Alvenaria Estrutural

Figura 39 – Dados da Planilha 1

Obra: casa de alvenaria estrutural

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Valor/unid.	Subtotal	Mão de obra	Subtotal m.o
	OBRA RESIDÊNCIA UMA CASA						
	Área da casa 51,01 m²						
<b>00.7</b>	<b>PAREDES</b>				-		<b>11.368,00</b>
	bloco concreto 4 mpa ( 12x19x39)	un	1.200	2,60	3.120,00	3.120,00	
	canaleta concreto 4 mpa ( 12x19x39 )	un	250	2,80	700,00	3.820,00	
		un		185,70	-	3.820,00	
	vergalhão 10 mm	Kg	128	4,50	576,00	4.396,00	
		Kg		4,50	-	4.396,00	
	laje pré fabricada treliçada com altura de 12 cm EPS altura 8 cm				-	4.396,00	
	capeamento 4 cm, escoramento madeira	m²	50	107,60	5.380,00	9.776,00	
	concreto 20 MPA (laje)	m²	2	305,00	610,00	10.386,00	
	concreto para graute e cintas 20 MPA	m³	1	305,00	368,00	10.752,00	
	massa para embosso e reboco paredes externas	m²	77	8,00	616,00	11.368,00	
					-	11.368,00	
	<b>Oietão</b>				-		<b>850,00</b>
	bloco concreto 4 mpa ( 12x19x39)	un	150	2,60	390,00	390,00	
	massa para embosso e reboco parede	m²	10	7,00	70,00	460,00	
<b>00.9</b>	<b>Elétrica fiação</b>				-		<b>1.061,90</b>
	disjuntor monofásico 40A	un	1	5,00	5,00	5,00	
	disjuntor monofásico 25A	un	1	4,00	4,00	9,00	
	disjuntor monofásico 10A	un	4	3,50	14,00	23,00	
	Disjuntor DR monofásico 25A	un	3	4,00	12,00	35,00	
	tomadas F+N+T	un	22	2,00	44,00	79,00	
	tomadas F+N+T chuveiro	un	1	5,80	5,80	84,80	
	tomadas F+N+T Ar Condicionado	un	1	5,80	5,80	90,60	
	interruptor simples	un	4	3,80	15,20	105,80	
	interruptor com tomada	un	2	6,80	13,60	119,40	
	interruptor 2 teclas	un	2	4,80	9,60	129,00	
	cabo flexível 6 mm vermelho	metro	20	1,80	36,00	165,00	
	cabo flexível 6 mm Azul	metro	20	1,80	36,00	201,00	
	Fio 6 mm Verde	metro	20	1,80	36,00	237,00	
	Fio 4 mm vermelho	metro	4	1,20	4,80	241,80	
	Fio 4 mm Azul	metro	4	1,20	4,80	246,60	
	Fio 4 mm Verde	metro	4	1,20	4,80	251,40	
	Fio 2,5 mm vermelho	metro	115	0,80	92,00	343,40	
	Fio 2,5 mm Azul	metro	115	0,80	92,00	435,40	
	Fio 2,5 mm Verde	metro	115	0,80	92,00	527,40	
	Fio 1,5 mm vermelho	metro	50	0,60	30,00	527,40	
	Fio 1,5 mm Azul	metro	50	0,60	30,00	557,40	
	Fio 1,5 mm Verde	metro	50	0,60	30,00	587,40	
	Fita isolante (rolo 50 m)	un	1	3,50	3,50	590,90	
	Luva 1 1/4 "	un	1	3,50	3,50	594,40	
	Padrão monofásico	un	1	471,00	471,00	1.061,90	
					-		
					-		
<b>00.19</b>	<b>MÃO DE OBRA</b>				-		<b>10.234,00</b>
	mão de obra funcionarios fixo				-		
	Mão de Obra Radier	un	1	500,00	500,00	500,00	
	custo indireto escritorio %	un	1	3.500,00	3.500,00	4.000,00	
	Mão de Obra contra piso	un	1	420,00	420,00	4.420,00	
		un			-	4.420,00	
	Mão de Obra Montagem de cobertura	un	1	800,00	800,00	5.220,00	
		un	1		-	5.220,00	
	Mão de Obra Hidraulica	un	1	850,00	850,00	6.070,00	
	Mão de Obra Eletrica	un	1	400,00	400,00	6.470,00	
	Mão de Obra Pintura	un	272	7,00	1.904,00	8.374,00	
	mão de obra levantamento	m²	124	15,00	1.860,00	10.234,00	
							<b>57.323,17</b>

Fonte: Autor (2018)

## 4.3.2 Dados de Casa Pré Moldada

Figura 40 – Dados da Planilha 2

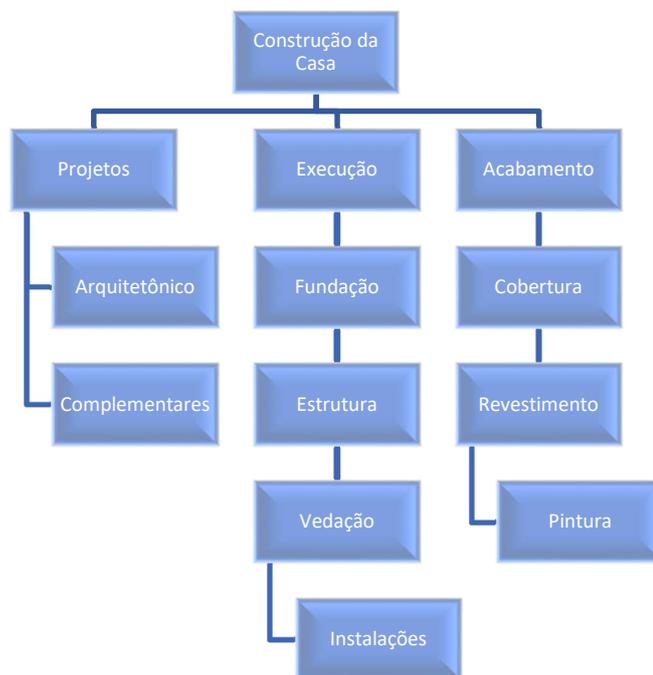
Obra: VILA CANDEIAS, casa pré moldada

Da

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Valor/unid.	Subtotal	Mão de obra	Subtotal m.o
	OBRA RESIDÊNCIA UMA CASA						
	Área da casa 51,01 m²						
00.7	PAREDES				-		8.801,10
	tela Q 81 - 3.4 mm 2,45x6,00	un	13	57,90	752,70	752,70	
	tela Q 138- 4.2 mm 2,45x6,00	un	8	131,30	1.050,40	1.803,10	
	tela Q 196 bitola 5.0 mm 2,45x 6,00	un	5	185,70	928,50	2.731,60	
	vergalhão 10 mm	Kg	17	4,50	76,50	2.808,10	
	vergalhão 8 mm	Kg	31	4,50	139,50	2.947,60	
	arame recozido	Kg	5	5,00	25,00	2.972,60	
	desmoldante	litros	20	7,50	150,00	3.122,60	
	distanciador de parede	un	230	0,20	46,00	3.168,60	
	camisinha para proteção 110x50x3mm	un	600	0,05	30,00	3.198,60	
	distanciador de garra	un	50	0,05	2,50	3.201,10	
	Concreto 25 MPA	m²	16	350,00	5.600,00	8.801,10	
	Oietão				-		696,85
	tela Q 81 - 3.4 mm 2,45x6,00	un	2	57,90	96,85	96,85	
	concreto 20 MPA	m²	2	305,00	610,00	696,85	
00.9	Elétrica fiação				-		1.091,90
	disjuntor monofásico 40A	un	1	5,00	5,00	5,00	
	disjuntor monofásico 25A	un	1	4,00	4,00	9,00	
	disjuntor monofásico 10A	un	4	3,50	14,00	23,00	
	Disjuntor DR monofasico 25A	un	3	4,00	12,00	35,00	
	tomadas F+N+T	un	22	2,00	44,00	79,00	
	tomadas F+N+T chuveiro	un	1	5,80	5,80	84,80	
	tomadas F+N+T Ar Condicionado	un	1	5,80	5,80	90,60	
	interruptor simples	un	4	3,80	15,20	105,80	
	interruptor com tomada	un	2	6,80	13,60	119,40	
	interruptor 2 teclas	un	2	4,80	9,60	129,00	
	cabo flexível 6 mm vermelho	metro	20	1,80	36,00	165,00	
	cabo flexível 6 mm Azul	metro	20	1,80	36,00	201,00	
	Fio 6 mm Verde	metro	20	1,80	36,00	237,00	
	Fio 4 mm vermelho	metro	4	1,20	4,80	241,80	
	Fio 4 mm Azul	metro	4	1,20	4,80	246,60	
	Fio 4 mm Verde	metro	4	1,20	4,80	251,40	
	Fio 2,5 mm vermelho	metro	115	0,80	92,00	343,40	
	Fio 2,5 mm Azul	metro	115	0,80	92,00	435,40	
	Fio 2,5 mm Verde	metro	115	0,80	92,00	527,40	
	Fio 1,5 mm vermelho	metro	50	0,60	30,00	557,40	
	Fio 1,5 mm Azul	metro	50	0,60	30,00	587,40	
	Fio 1,5 mm Verde	metro	50	0,60	30,00	617,40	
	Fita isolante (rolo 50 m)	un	1	3,50	3,50	620,90	
	Luva 1 1/4 "	un	1	3,50	3,50	624,40	
	Padrão monofásico	un	1	471,00	471,00	1.091,90	
					-		
00.19	MÃO DE OBRA				-		11.920,00
	mão de obra funcionarios fixo				-		
	Mão de Obra Radier	un	1	500,00	500,00	500,00	
	custo indireto escritorio %	un	1	3.500,00	3.500,00	4.000,00	
	Mão de Obra contra piso	un	1	420,00	420,00	4.420,00	
	Mão de Obra Montagem de Formas	un	1	4.000,00	4.000,00	8.420,00	
	Mão de Obra Montagem de cobertura	un	1	800,00	800,00	9.220,00	
		un	1		-	9.220,00	
	Mão de Obra Hidraulica	un	1	850,00	850,00	10.070,00	
	Mão de Obra Eletrica	un	1	400,00	400,00	10.470,00	
	Mão de Obra Pintura	un	1	950,00	950,00	11.420,00	
	Aluguel de Formas	diaria	1	500,00	500,00	11.920,00	
							56.319,12

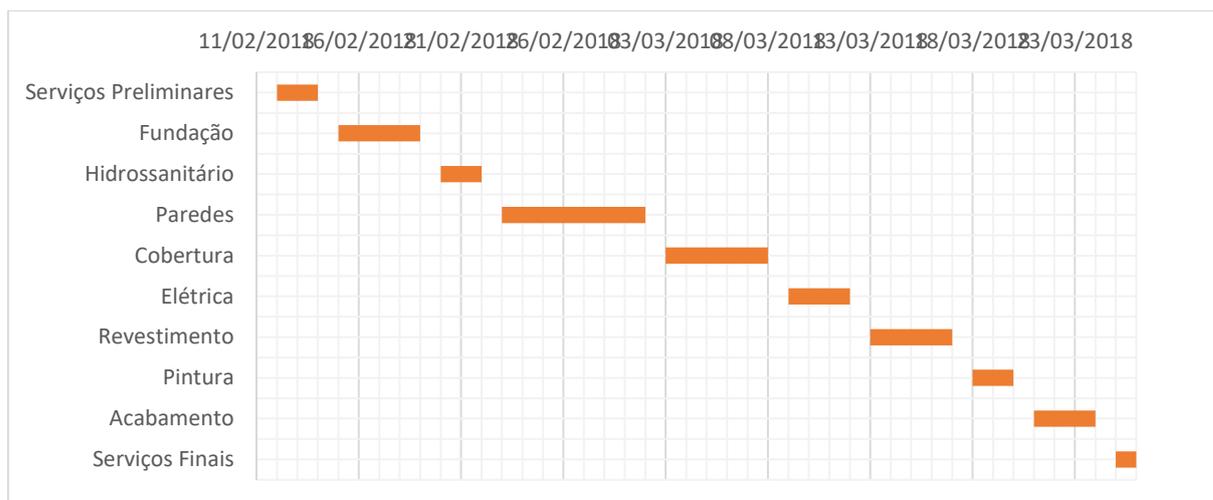
Fonte: Autor (2018)

A estrutura analítica de projeto (EAP) de construção de uma residência unifamiliar de maneira genérica pode ser observada no esquema abaixo.



Fonte: Autor (2020)

A partir disso, pode-se também elaborar o diagrama de Gantt da execução de residências, conforme exemplificado a seguir.

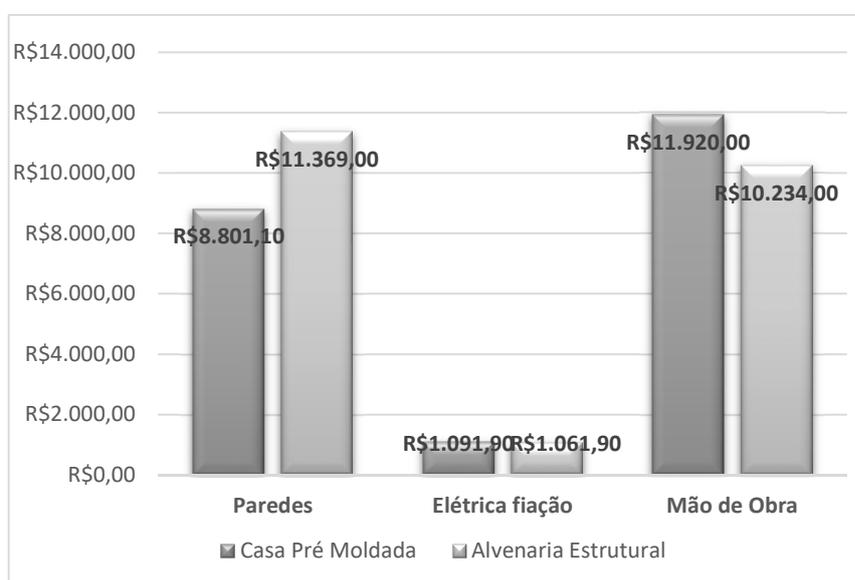


Fonte: Autor (2020)

#### 4.4 COMPARATIVOS

Para efeito de comparação, foi utilizada a versão simplificada das planilhas orçamentárias de construção das casas pelos métodos construtivos apresentados, onde constam os serviços de paredes, instalações elétricas e mão de obra. Assim, os dados retirados das planilhas 1 e 2, pode ser comparado através do gráfico elaborado pela ferramenta Excel e apresentado abaixo.

**Gráfico 1 – Comparativo de Valores**



Fonte: Autor (2020)

Visto isso, obtivemos que na construção das paredes através da Alvenaria Estrutural os valores saíram mais caros (29,2%) devido ao uso maior de materiais como blocos de concreto, canaletas de concreto, vergalhões, lajes e escoramento de madeiras. Serviços que alguns não são necessários no Concreto Auto Adensável.

Já nas instalações elétricas, os resultados foram semelhantes devidos os materiais serem os mesmos e se tratar do mesmo projeto de iluminação.

Comparando a mão de obra entre os dois métodos, o pré-moldado ficou 16,5% mais caro que a Alvenaria Estrutural, isso porque, o método necessita de serviços de montagem de Fôrma.

## 5 CONCLUSÃO

O trabalho apresentado parte de um projeto pré definido com mesma área construída de 51,01 m<sup>2</sup> e assim, poder analisar o orçamento para execução de dois métodos: uma casa pré moldada e outra executada com alvenaria estrutural. Foram levados em consideração seus serviços, insumos e mão de obra para construção das residências.

De acordo com os resultados expostos em comparação aos métodos apresentados para execução do mesmo projeto de residência, observa-se que a construção em Pré-moldado obteve uma diferença orçamentária menor no valor de R\$ 1.004,05 à Alvenaria Estrutural, visto isto, quando se leva em consideração a construção de várias casas em cadeia, é viável focar na agilidade da obra como um todo.

Tomando como base os serviços apresentados anteriormente a título de comparação, o método construtivo do tipo pré moldada dá uma amostra de ser um método vantajoso e viável pois apresentou um menor orçamento e pelo método apresentar uma economia de insumos através de menos desperdício de materias de bloco, além, de como dito, agilidade no tempo de execução.

Há um ganho considerável na produtividade, sendo uma razão de execução de uma casa por dia por jogo de formas, em que o desmolde é feito no dia seguinte e montagem da próxima casa simultaneamente com pessoal treinado para tanto.

Sendo assim, a casa pré-moldada se fez mais viável nessa construção. Em tese, a economia de mão de obra e o ganho na produtividade, disponibilizando o produto ao mercado em tempo hábil menor que em outros sistemas construtivos, acredita-se que o custo viabiliza o empreendimento e ainda se tem um ganho na lucratividade.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CAIXA). **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 5738: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.** Rio de Janeiro, ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 6136: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural.** Rio de Janeiro, ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 6118: Projeto de estrutura de concreto.** Rio de Janeiro, ABNT, 2016.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12654: Controle tecnológico de materiais componentes do concreto.** Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento - Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13530 Revestimentos de paredes e tetos de argamassa inorgânicas.** Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931: Execução de estruturas de concreto - Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15900: Água para amassamento do concreto.** Rio de Janeiro, ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7212: Execução de concreto dosado em central.** Rio de Janeiro: ABNT, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8953: Concreto para fins estruturais – Classificação por grupos de resistência, massa específica e consistência.** ABNT, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado.** Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova.** Rio de Janeiro, ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15823: Concreto auto-adensável.** Rio de Janeiro, ABNT, 2010.

ANDRADE. G. V. M. **Políticas habitacionais brasileiras: uma avaliação do programa minha casa minha vida em suas duas edições.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil), 86 f. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2012.

BASTOS, P. S. S. **Fundamentos do concreto armado.** Notas de Aula, Bauru, São Paulo, 2006.

BAUER, E. SOUSA, J. G. G. **Materiais constituintes e suas funções – cap. 02.** In: BAUER, Elton (Editor). Revestimentos de argamassa: características e peculiaridades. Brasília. LEM-UnB. Sinduscon. 2005. p.25-36.

BILLBERG, P. (1999) **Self-Compacting Concrete for Civil Engineering Structures – The Swedish Experience.** In: S. C. C. R. I. 1-77. Stockholm.

CALADO, C. F. A. et -al. **Concreto auto-adensável (CAA), mais do que alternativa ao concreto convencional (CC).** Recife: Edupe, 2015.

CALADO, C. F. A. et al. **Concreto auto-adensável: alternativa ao concreto convencional em climas quentes.** Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2015.

CAMARGOS, U. A. (2002) **Concreto Auto-Adensável e Autonivelante.** Técnica, São Paulo, n. 59, p. 04-05, fevereiro 2002.

CAVALCANTI, D. J. H. **Contribuição ao estudo de propriedades do concreto auto-adensável visando sua aplicação em elementos estruturais.** Maceió, 2006. 141 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Alagoas.

CORINALDESI, V. & MORICONI, G. **Durable fiberre in forced self-compacting concrete.** Cementand Concrete research 34(249-254), 2004.

COUTINHO, B. S. **Propriedades e comportamento estrutural do concreto autoadensável.** 2011. 240 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) -Programa de Pós-graduação, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.

CRUZ, D. F. M.; LAMEIRAS, R. M. (2003) **Estudo das propriedades mecânicas de argamassas produzidas utilizando-se resíduo do corte de mármore e granito.** In:Vi Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil – Materiais Reciclados e suas Aplicações. Ibracon – 2003.

CURVINA, V. M. C. O. **PROGRAMA DE OLHO NA QUALIDADE MINHA CASA MINHA VIDA: a denúncia pública de beneficiários da política pública de habitação como instrumento de controle público-social**. Monografia (Graduação em Sociologia). Universidade de Brasília. Brasília, 2016.

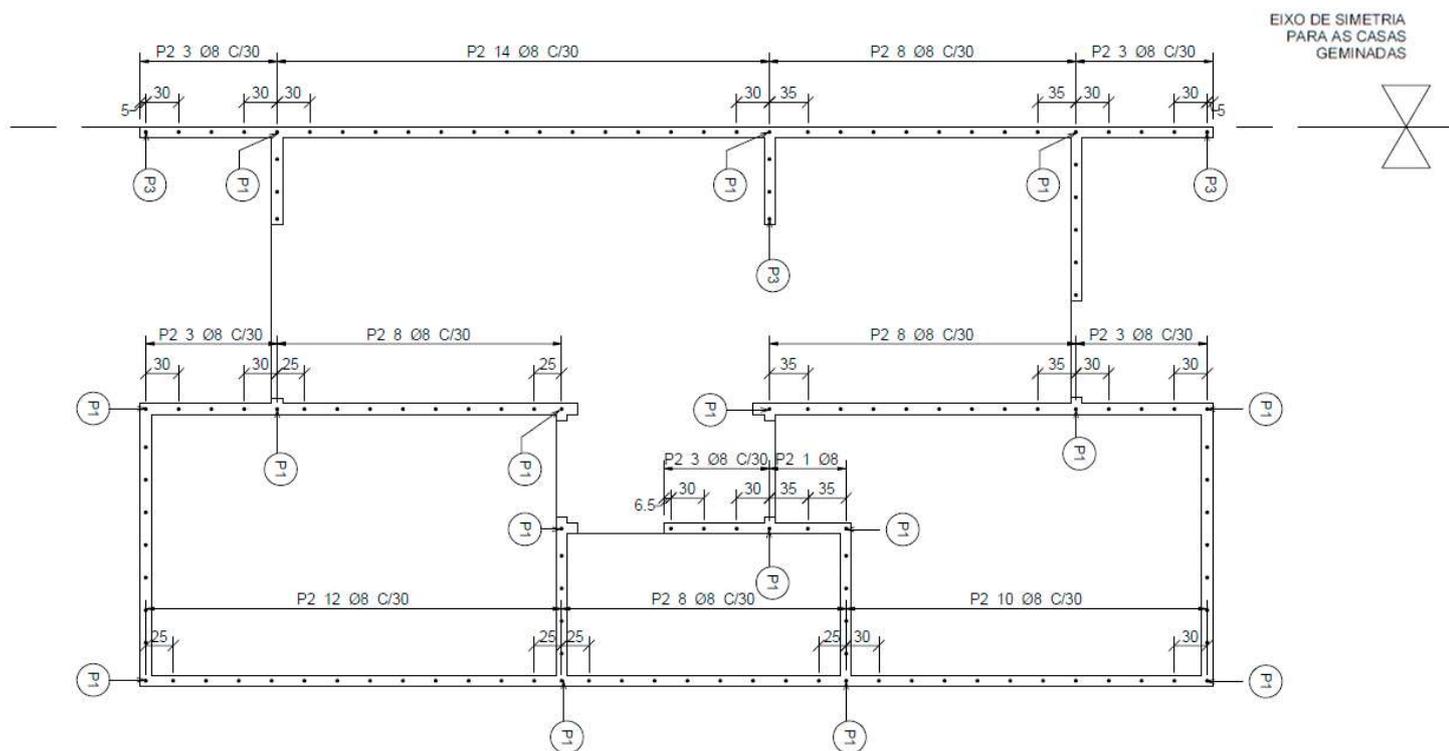
DACZKO, J. A. CONSTANTINER, D. **Rheodynamic concrete**. Ibracon: 43º Congresso Brasileiro do Concreto. 2001.

DALBERTO, F. **Minha casa minha vida, um estudo de caso: o conjunto residencial emílio bosco no município de sumaré/SP**. 2015. 73 f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas). Universidade de Campinas. Campinas, 2015.

GRUNEWALD, Steffen. **Performance-based design of self-compacting fibre reinforced concrete**. Delft. 2004. 233 p. Doctoral Thesis. Delft University of Technology. The Netherlands.

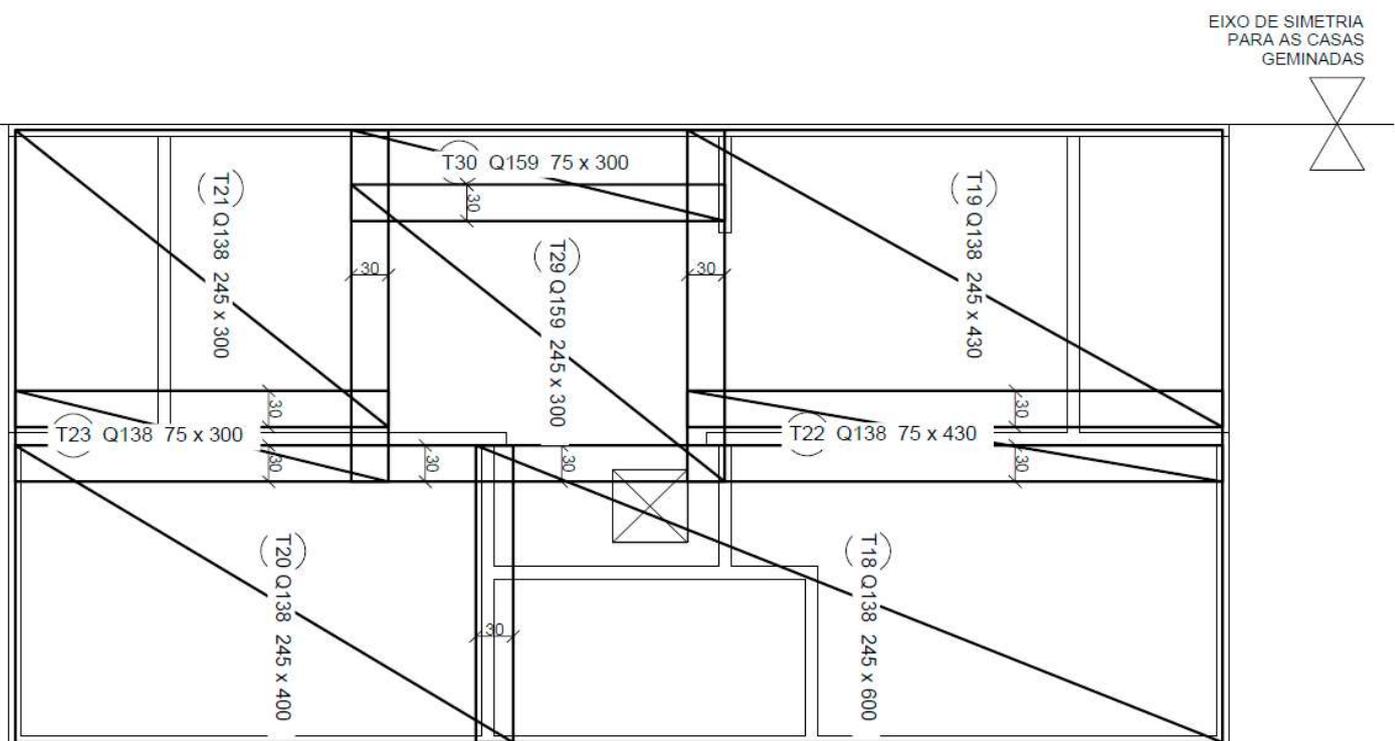
## APÊNDICES

**Figura 16 Arranque Vertical do Radier (sem escala, e comprimento linear em centímetros)**



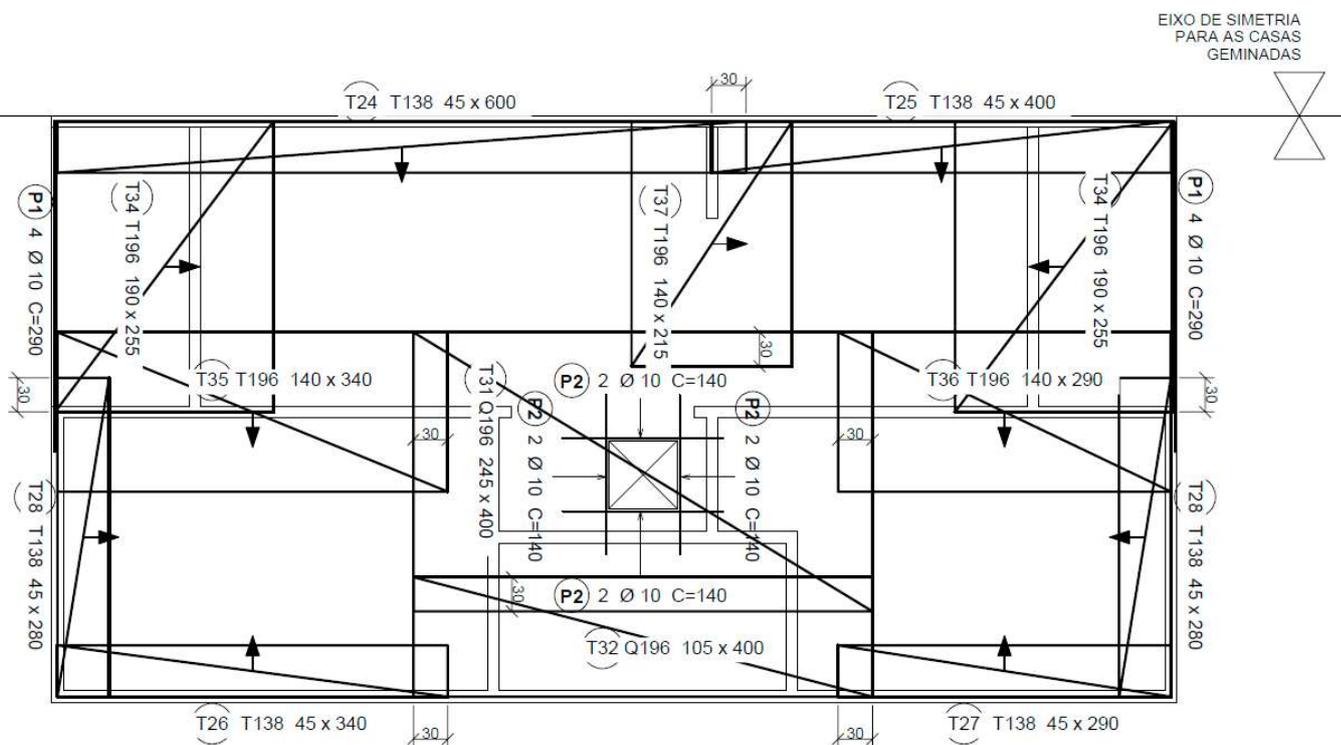
Fonte: Construtora BSB (2018)

**Figura 17 -Armadura Positiva da Laje (sem escala, e comprimento linear em centímetros)**



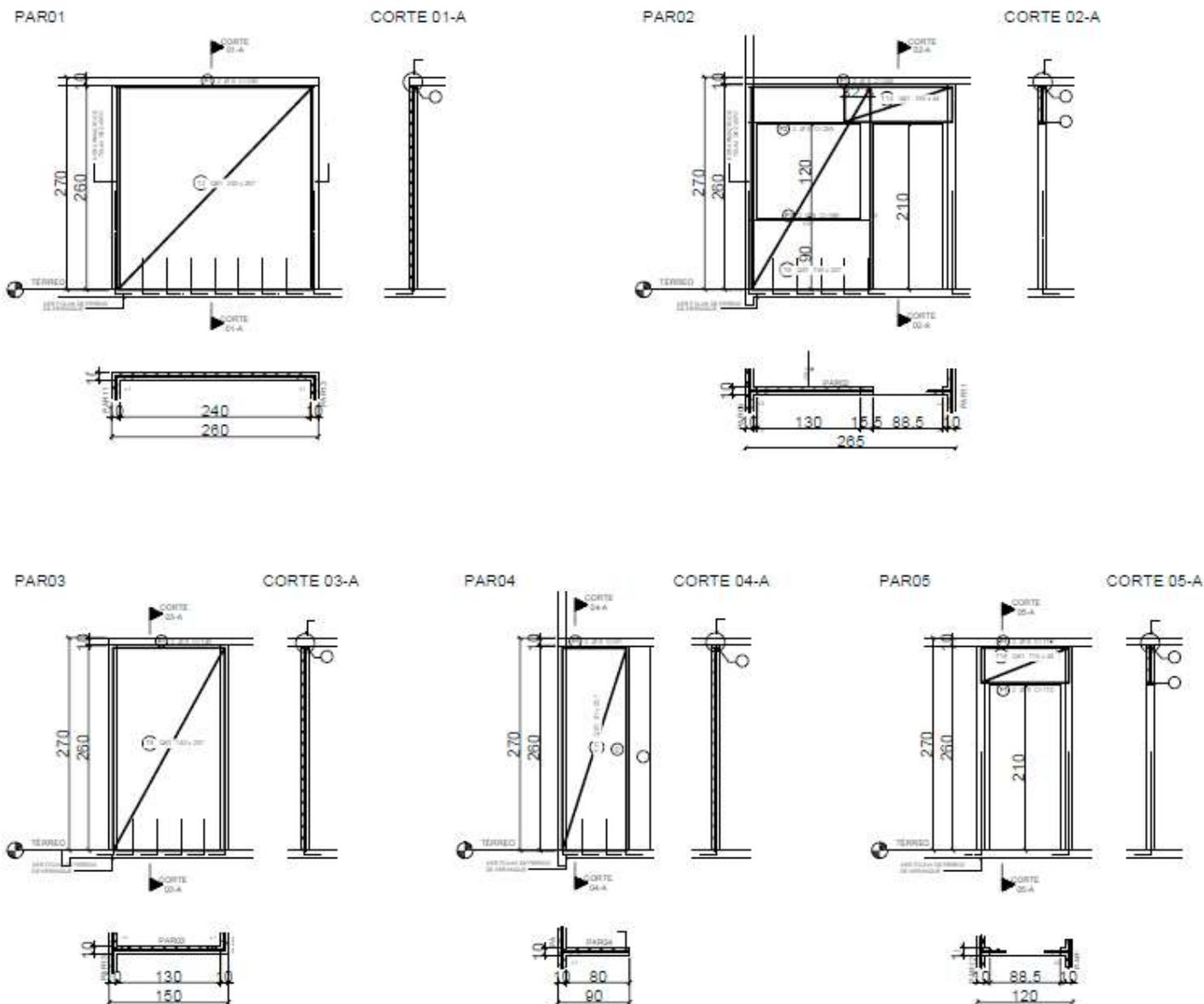
Fonte: Construtora BSB (2018)

**Figura 18 - Armadura Negativa da Laje (sem escala, e comprimento linear em centímetros)**



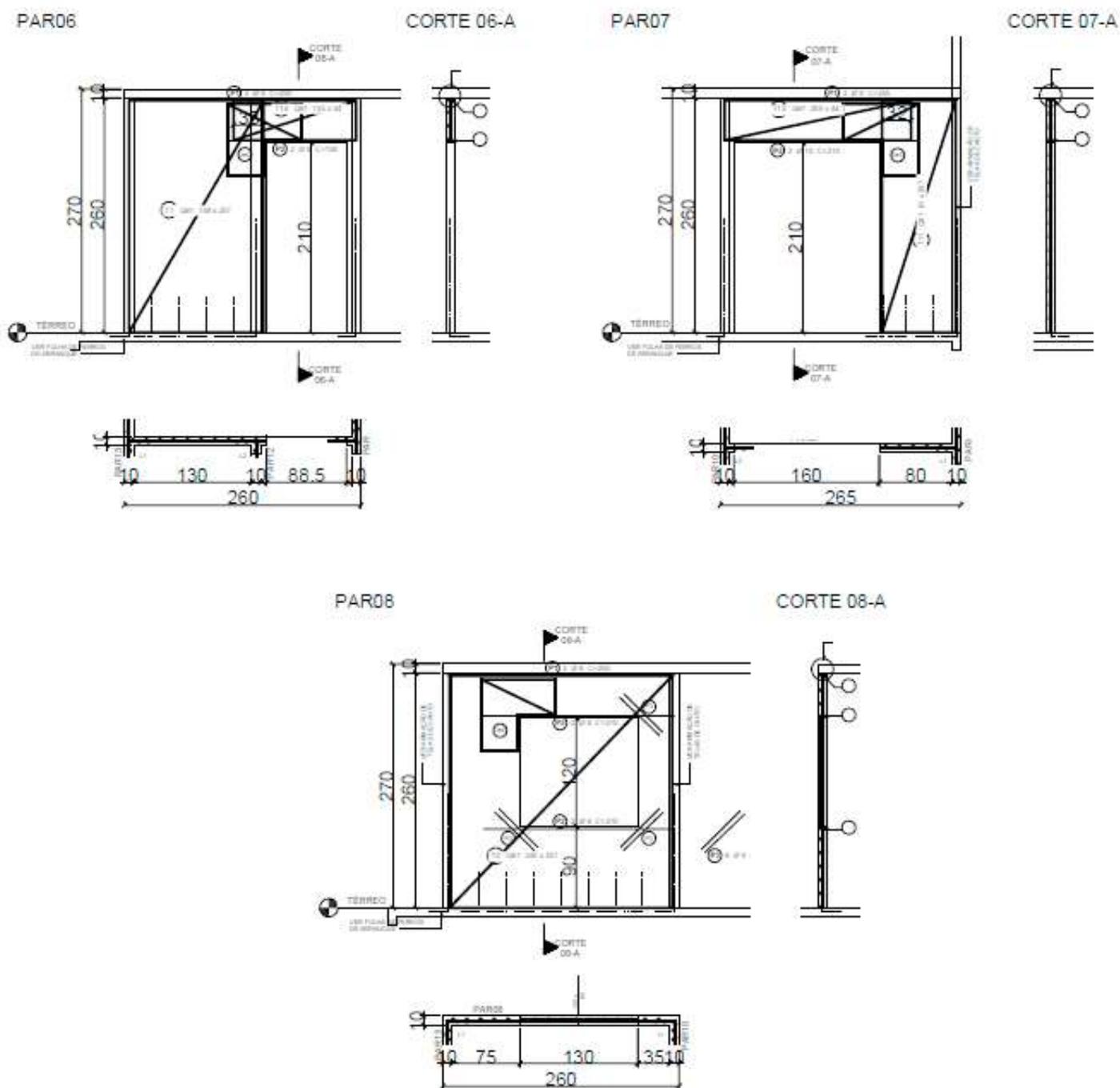
Fonte: Construtora BSB (2018)

**Figura 19 - Armadura das Alvenarias 01 a 05 (sem escala, e comprimento linear em centímetros)**



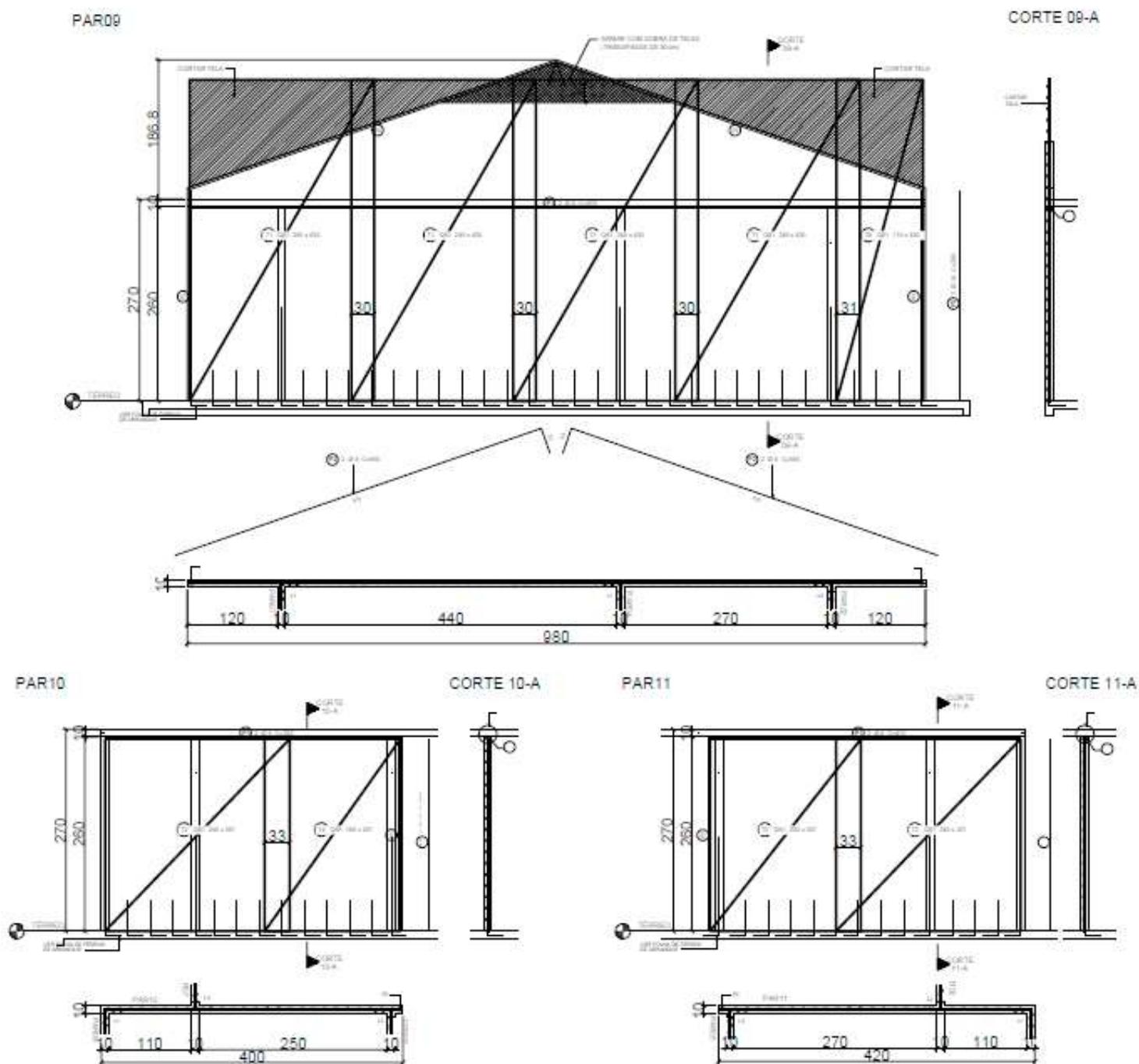
Fonte: Construtora BSB (2018)

**Figura 20 - Armadura das Alvenarias 06 a 08 (sem escala, e comprimento linear em centímetros)**



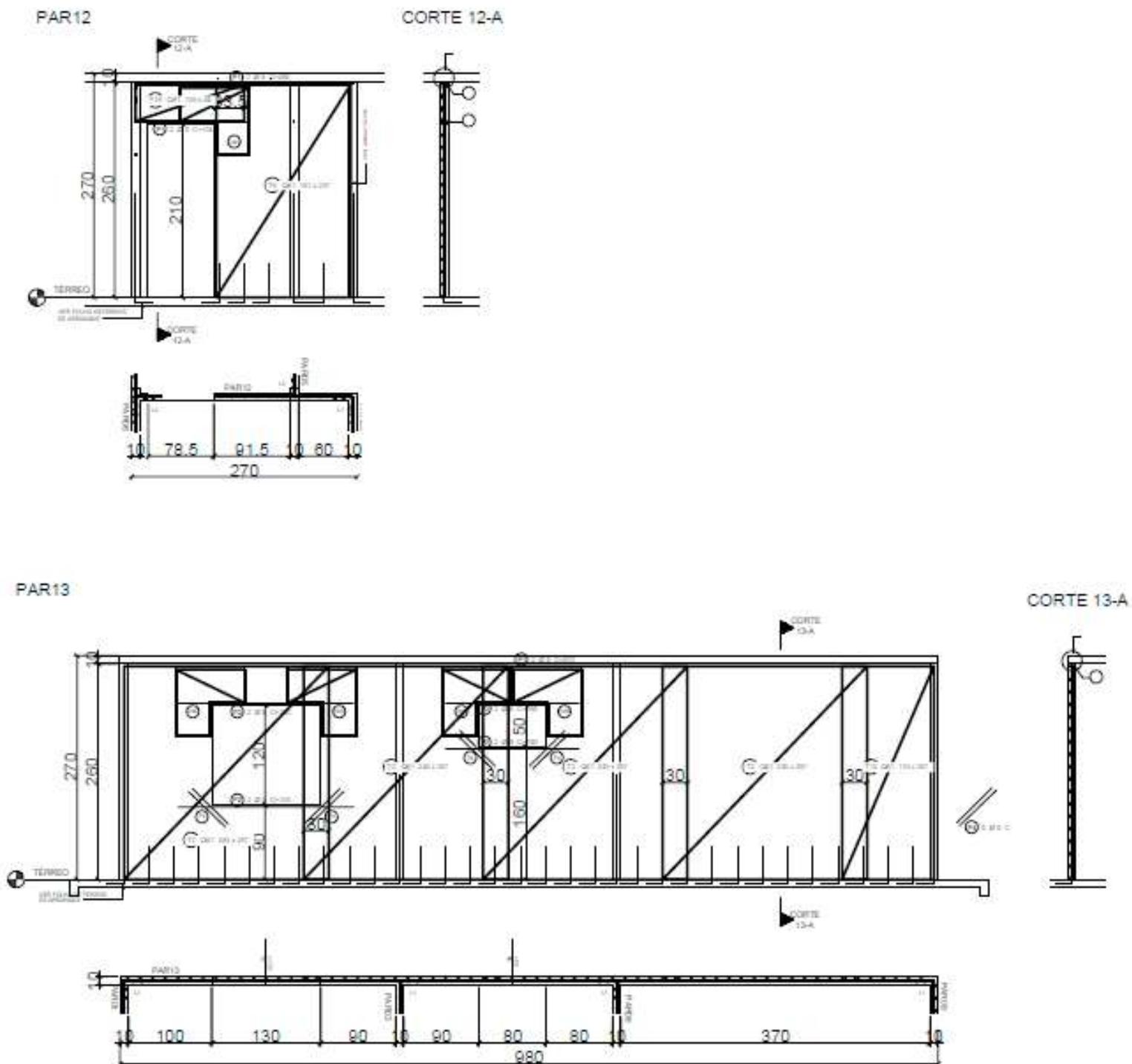
Fonte: Construtora BSB (2018)

**Figura 21 – Armadura das Alvenarias 09 a 11 (sem escala, e comprimento linear em centímetros)**



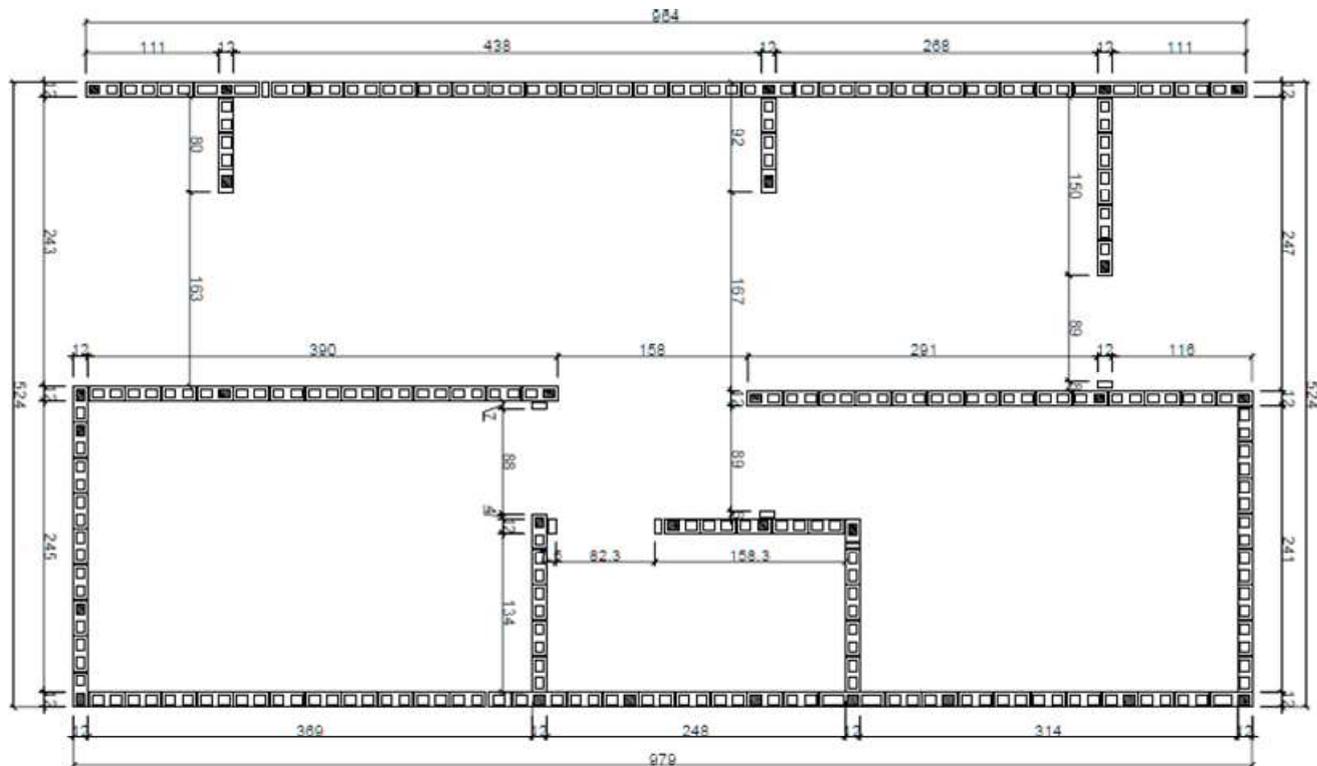
Fonte: Construtora BSB (2018)

Figura 22– Armadura das Alvenarias 12 e 13 (sem escala, e comprimento linear em centímetros)



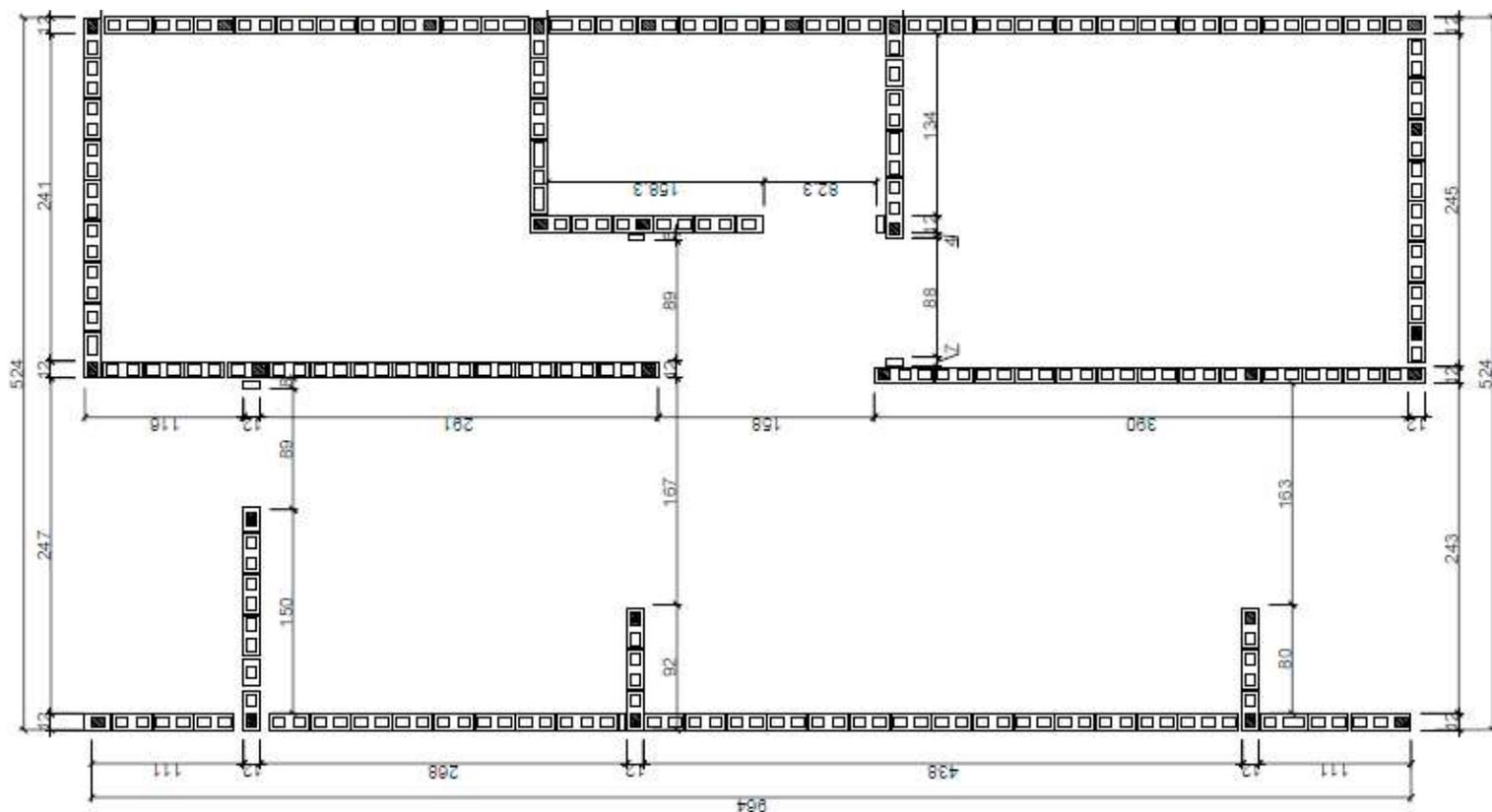
Fonte: Construtora BSB (2018)

Figura 27 – Primeira Fiada (sem escala e comprimento linear em cm)



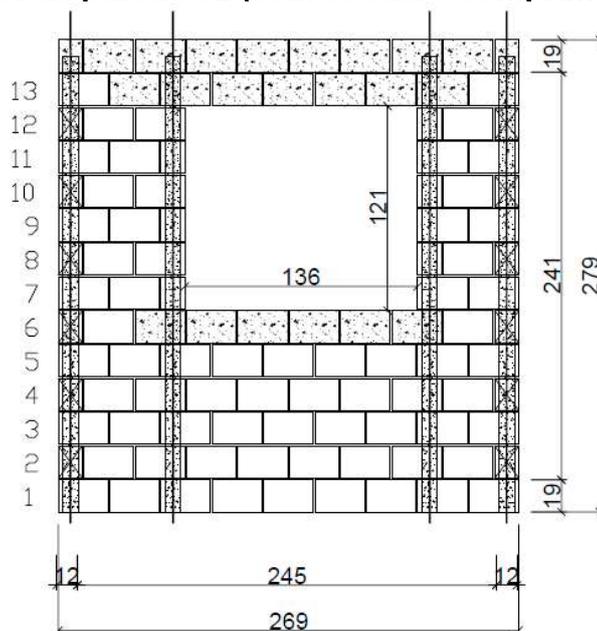
Fonte: Própria (2019)

**Figura 28 – Segunda Fiada (sem escala)**



Fonte: Própria (2019)

**Figura 29 – Vista da parede 02 (sem escala e comprimento linear em cm)**



Fonte: Própria (2019)

## ANEXOS

Arquivo de entrada: [TCC 2.docx](#) (11511 termos)

Arquivo encontrado		Total de termos	Termos comuns	Similaridade (%)
<a href="#">tecnosilbr.com.br/co...</a>	<a href="#">Visualizar</a>	2219	84	0,61
<a href="#">pt.slideshare.net/je...</a>	<a href="#">Visualizar</a>	6506	104	0,58
<a href="#">webartigos.com/artig...</a>	<a href="#">Visualizar</a>	2131	47	0,34
<a href="#">vivadecora.com.br/pr...</a>	<a href="#">Visualizar</a>	1043	29	0,23
<a href="#">metropoles.com/distr...</a>	<a href="#">Visualizar</a>	8318	20	0,1
<a href="#">caixa.gov.br/poder-p...</a>	<a href="#">Visualizar</a>	448	5	0,04
<a href="#">ulbra.br/palmas</a>	<a href="#">Visualizar</a>	1381	4	0,03
<a href="#">ulbra-to.br</a>	<a href="#">Visualizar</a>	341	2	0,01