

**ALEXANDRE AMBROGI CASTILHO**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE VIABILIDADE ECONÔMICA  
NA REALIZAÇÃO DE UM EMPREENDIMENTO DE  
HABITAÇÃO**

**SÃO CARLOS  
2021**

**ALEXANDRE AMBROGI CASTILHO**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE VIABILIDADE ECONÔMICA NA  
REALIZAÇÃO DE UM EMPREENDIMENTO DE HABITAÇÃO**

**Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado  
ao Curso de Graduação de Engenharia Civil do  
Centro Universitário Central Paulista, como  
requisito para a obtenção do título de bacharel  
em Engenharia Civil.**

**Orientador(a): Dra. Patricia Tavares de Souza  
Spavier**

**SÃO CARLOS  
2021**

Dedico esse meu trabalho a meu bisavô Fernandes, carpinteiro e construtor de Escolas. Dedico a meu tio Vivaldo, grande empresário e primeiro engenheiro da Família. Dedico a meu pai, minha mãe e meu irmão, engenheiros e exemplos para mim.

## **AGRADECIMENTOS**

Meus agradecimentos vão para os meus pais, que são engenheiros, que sempre me introduziram à engenharia civil com as incansáveis visitas às obras, que obrigatoriamente fazíamos aos fins de semana e com as discussões técnicas diárias aos almoços, aos poucos a engenharia foi permeando meu coração. Agradeço também aos meus filhos e à minha mulher que me permitiram abdicar da função de pai e marido para estudar durante inúmeras noites. Agradeço aos nobres professores que com sua paciência, atenção e cuidado conseguiram me ensinar tanto.

“O homem erudito é um descobridor de fatos que já existem - mas o homem sábio é um criador de valores que não existem e que ele faz existir”

Albert Einstein.

**SUMÁRIO**

<b>RESUMO.....</b>	<b>7</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 OBJETIVO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 PAREDES DE CONCRETO.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.1 HISTÓRICO.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.2 CARACTERÍSTICAS.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.2.1 CONCRETO.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.2.2 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE FORMAS.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 ALVENARIA ESTRUTURAL.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.1 HISTÓRICO.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.2 CARACTERÍSTICAS.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA.....</b>	<b>20</b>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODO.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 MEMORIAL DESCRITIVO.....</b>	<b>23</b>
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>30</b>
<b>4.1 ORÇAMENTO.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2 RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
<b>5 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>

## RESUMO

A demanda habitacional gerada pelo programa MCMV do governo federal tornou o mercado da construção civil mais competitivo, e assim, as construtoras necessitaram buscar por métodos construtivos mais eficientes. O presente trabalho tem por objetivo avaliar qual tipo de processo construtivo tem a maior viabilidade e rentabilidade para a construção de um empreendimento imobiliário popular com enfoque na região de São Carlos. Este estudo apresenta dois dos sistemas construtivos mais utilizados por construtoras de conjuntos habitacionais de grande escala, sendo eles, parede de concreto e alvenaria estrutural com blocos de concreto, demonstrando as características e os custos de cada sistema, destacando os fatores principais que tornam o sistema construtivo de parede de concreto mais viável. Portanto, sobre o sistema parede de concreto, conclui-se que, as construtoras que têm uma engenharia financeira embasada em financiamento de apoio à produção com o custo de obra equacionado pelos recursos bancários têm grande vantagem em relação às construtoras que fazem financiamento direto e dependem das parcelas pagas pelos compradores para equacionar seu fluxo de caixa.

**Palavras-chave:** Sistemas Construtivos; Alvenaria Estrutural; Parede de Concreto Armado.

# 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a construção civil vem crescendo a cada ano, logo é o setor mais empregador no país com cerca de 6% dos postos de trabalhos, participa com 15,5% do PIB (Produto Interno Bruto) e possui um significativo papel social no combate ao déficit habitacional. Segundo dados da Fundação João Pinheiro, tendo como ano base 2019, o déficit habitacional no Brasil é de 5,8 milhões de moradias. A pesquisa também mostra que o déficit está aumentando. Um dos motivos desse crescimento é a sobrecarga de aluguéis urbanos, principal componente do déficit corrente. Nos quatro anos considerados pelo estudo, o número de casas vagas devido aos altos aluguéis saltou de 2,814 milhões em 2016 para 3,035 milhões em 2019.

O governo federal vem investindo no setor da construção civil na última década e, de acordo com Teodoro (2010), o presidente do Conselho Federal dos Corretores de Imóveis, o programa Minha Casa, Minha Vida (MCMV) foi o principal impulsionador da economia brasileira (GANDRA, 2010). Esse programa foi anunciado em 2009 com objetivo de trazer unidades habitacionais (UH) para a população, sendo 60% destas destinadas à família de baixa renda. Um ano após a abertura do programa o governo federal atingiu 1 milhão de contratos assinados com investimento de R\$ 53,3 bilhões. A segunda fase do programa foi lançada em 2011 com investimentos de R\$ 125 bilhões e com a construção de 2 milhões de novas moradias (AVESANI, 2012). O governo federal promoveu a terceira fase do programa habitacional Minha Casa, Minha Vida, para entregar 2 milhões de moradias populares até 2018 com investimento de cerca de R\$ 210 bilhões, segundo o Ministério das Cidades.

Com o lançamento, em 12 de janeiro de 2021, do novo programa habitacional, Programa Casa Verde e Amarela (PCVA), o Ministério do Desenvolvimento Regional calcula que o orçamento federal para o financiamento de habitação popular será ampliado anualmente. Em 2021, ele é de R\$ 56,2 bilhões. A previsão é subir para R\$ 61 bilhões em 2022, R\$ 64 bilhões em 2023 e R\$ 67 bilhões em 2024 (SOUZA, 2021).

Para analisar a viabilidade econômica de um projeto, o investimento necessário para os diferentes processos deve ser mensurado e o tipo de

processo usado também deve ser estudado, já que este, além de influir nos rendimentos do processo construtivo, influi no tamanho do investimento necessário. As matérias-primas possíveis devem ser estudadas com enfoque na oferta delas na região, o comportamento dos preços e o aproveitamento delas para o projeto.

Os processos mais utilizados para construção de moradias populares, atualmente, são o de alvenaria estrutural e o de paredes de concreto (ABUNAHMAN, 2008). Na engenharia, existem muitos estudos avaliando comparativamente os custos dos dois processos, existe também muitas pesquisas avaliando o prazo. O objetivo desse trabalho é avaliar qual tipo de processo proporciona a maior rentabilidade para uma incorporadora.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Com o investimento no crédito habitacional em torno de 4% do PIB, porcentagem essa pequena comparada ao aplicado nos Estados Unidos (70%), Holanda (66%) e Espanha (61%), mostra-se que o setor ainda tem grande capacidade de expansão no Brasil (LCA CONSULTORES, 2010). Além disso, o incentivo do governo no setor de habitação popular impulsionou a atuação de grande parte das construtoras na construção de imóveis populares.

A demanda sempre aquecida por apartamentos, o alto déficit habitacional, a instabilidade econômica e a pandemia do último ano geraram um aumento significativo da inflação. Esse novo cenário tem forçado a indústria a se adaptar, buscando soluções que gerem economia. O balanço divulgado pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) no dia 23 de agosto de 2021, mostrou que na comparação com o mesmo período do ano passado, as vendas de apartamentos novos no Brasil no primeiro semestre de 2021 aumentaram 46,1%. No ano passado, o melhor resultado em 4 anos. As regiões Nordeste e Sudeste apresentaram as maiores taxas de crescimento, 60,9% e 49,2%, respectivamente.

Portanto, justifica-se esse estudo para responder-se à seguinte pergunta: há maior viabilidade econômica na construção de um empreendimento imobiliário popular, na cidade de São Carlos, no estado de São Paulo, de um

projeto padrão com o método construtivo de alvenaria estrutural ou com paredes de concreto armado moldado “in loco”?

## **1.2 OBJETIVO**

O objetivo deste estudo é avaliar qual tipo de processo construtivo tem a maior viabilidade econômica e rentabilidade para a construção de um empreendimento imobiliário popular de até 20 pavimentos com 8 apartamentos de 48 m<sup>2</sup> por pavimento, com enfoque na região de São Carlos-SP.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 PAREDES DE CONCRETO**

Ainda em fase de expansão no Brasil, o sistema construtivo "paredes de concreto" é amplamente utilizado em alguns países da América do Sul, como Chile e Colômbia. Em 2006, um grupo de profissionais da área da construção, liderados pelas entidades ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), ABESC (Associação Brasileira de Serviços de Concretagem) e IBTS (Instituto Brasileiro de Tela Soldada) realizou uma visita técnica às capitais dos dois países sul americanos para conhecer mais sobre as edificações feitas com paredes de concreto moldadas in loco (IBTS, 2021).

#### **2.1.1 HISTÓRICO**

Ao conhecer em detalhes obras visitadas em Bogotá e Santiago, os profissionais brasileiros puderam verificar que o sistema é muito popular e pode trazer ótimos resultados tanto em habitações populares, quanto de médio e alto padrão. Conforme Renato Faria (2009), a Rodobens Negócios Imobiliários foi a primeira a adotar o novo sistema construtivo para a execução de seus empreendimentos Terra Nova. No final de 2006, a empresa recebia os primeiros jogos de fôrmas de plástico para a execução das casas de um condomínio localizado em São José do Rio Preto (SP). De acordo com o diretor técnico da Rodobens, Geraldo Cêsta, o contrato de locação das fôrmas plásticas ocorreu no mesmo tempo que o processo de compra, nos Estados Unidos, do sistema de alumínio: "Devido aos trâmites burocráticos, frete, entre outros, os painéis importados demoraram alguns meses a mais para desembarcar aqui" (FARIA, 2009).

O sistema é inspirado em experiências consagradas e bem-sucedidas de construções industrializadas em concreto celular (sistema Gethal) e concreto convencional (sistema Outinord), que eram mundialmente conhecidas nas décadas de 70 e 80 (MISURELLI; MASSUDA, 2009).

Porém, devido à falta de quantidade e de continuidade de obras nesses padrões, graças às limitações financeiras da época, essas tecnologias não se consolidaram no mercado brasileiro (MISURELLI; MASSUDA, 2009). No sistema construtivo de paredes de concreto moldado "in loco", a cerca e a estrutura são constituídas por este único elemento, com estrutura elétrica, hidráulica e moldura embutidas. É um método construtivo racionalizado que pode proporcionar produtividade, qualidade, economia e reduzir o déficit habitacional. O sistema possibilita a construção de casas térreas, assobradadas, edifícios de até cinco pavimentos padrão, edifícios de oito pavimentos padrão com esforços de compressão, até 30 pavimentos padrão e com mais de 30 pavimentos - considerados casos especiais e específicos. (Op. cit., 2009). Nos últimos anos o volume de lançamentos das construtoras aumentou devido à demanda por imóveis, principalmente de médio e alto padrão. Houve uma inserção do sistema construtivo em estrutura de concreto moldada "in loco" na construção de habitações, uma vez que a construção convencional não se mostrou uma solução economicamente viável para o mercado (FARIA, 2009).

### **2.1.2 CARACTERÍSTICAS**

De acordo com Giocongo (2007), o concreto é um material que pela sua própria composição se adapta a qualquer forma estrutural atendendo, portanto, a inúmeras concepções arquitetônicas, como atestam as edificações existentes pelo País. Como exemplos marcantes podem ser citados os edifícios públicos construídos em concreto armado na cidade de Brasília, nos quais os arquitetos Oscar Niemeyer e Lúcio Costa tiveram todas as suas concepções arquitetônicas atendidas com projetos estruturais compatíveis

#### **2.1.2.1 CONCRETO**

Apesar do concreto ser o material de construção mais utilizado no mundo, atualmente não se pode mais considerar apenas o estudo de concretos convencionais (CCV). O mercado e as técnicas construtivas exigem concretos que apresentem características especiais, como os concretos de alta resistência, de alto desempenho, autoadensáveis, com fibras, com altos teores de adições

pozolânicas, aparentes, coloridos, brancos e sustentáveis, entre outros. Para suprir essa demanda, avanços na área da tecnologia de concreto têm ocorrido nas últimas décadas. Dentro desse contexto, foi desenvolvido no Japão, em 1988, o concreto auto-adensável (CAA), que é capaz de se moldar nas fôrmas por conta própria e preencher, sem necessidade nenhuma de vibração ou compactação externa de qualquer natureza, os espaços destinados a ele. O CAA é claramente uma das áreas da tecnologia do concreto que tem o maior potencial de desenvolvimento. De acordo com Tutikian (2008), o CAA não é apenas um novo tipo de concreto, mas também uma tecnologia que, quando aplicada corretamente, proporciona propriedades diferentes e, principalmente, novas oportunidades. Com a utilização do CAA, a estrutura deve ser analisada de forma integral de maneira que tanto o processo construtivo e quanto a concepção arquitetônica possam ser otimizados (TUTIKIAN, 2008).

### 2.1.2.2 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE FÔRMAS

Existem diversos tipos de fôrmas, como as de alumínio, madeira etc., para esse sistema construtivo e podemos destacar a fôrma de alumínio. Fôrma utilizada neste trabalho: Tipo de fôrma: Alumínio (Figuras 2.1 e 2.2); Peso do painel: 20 kg/m<sup>2</sup>; Equipamento para transporte: Nenhum (manoportável); Reutilizações: Tempo indeterminado, se respeitadas as condições de uso e manuseio; Peças soltas: Passadores, cunhas e amarradores; Resistência à pressão: 47 kN/m<sup>2</sup>; Altura do painel: 2,10m. A Figura 2.3 mostra um comparativo das vantagens e desvantagens do uso de diversos tipos de fôrmas.



**Figura 2.1** - Fôrma de Alumínio de Laje.

**Fonte:** Próprio autor



**Figura 2.2** - Fôrma de Alumínio de Paredes.

**Fonte:** Próprio autor

<b>Sistema</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<b>Fôrmas Plásticas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Painéis leves</li> <li>• Baixo custo de aquisição</li> <li>• Possibilidade de modulação</li> <li>• Disponibilidade de locação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificuldades com prumo e alinhamento</li> <li>• Acabamento superficial ruim</li> <li>• Menor durabilidade</li> <li>• Poucos fornecedores</li> </ul>
<b>Fôrmas convencionais (metálicas e chapa de compensado)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipamentos Nacionais, tendo um custo menor</li> <li>• Maior durabilidade</li> <li>• Montagem fácil</li> <li>• Bom acabamento superficial</li> <li>• Grande disponibilidade no mercado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Painéis mais pesados</li> <li>• Necessidade de troca frequente das chapas</li> <li>• Dificuldade de modulação</li> <li>• Grande quantidade de peças soltas</li> </ul>
<b>Fôrmas de Alumínio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Painéis duráveis</li> <li>• Equipamento leve</li> <li>• Qualidade no prumo e alinhamento</li> <li>• Bom acabamento superficial</li> <li>• Rapidez na montagem dos painéis</li> <li>• Boa estanqueidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto custo para aquisição</li> <li>• Pouca disponibilidade no mercado nacional</li> <li>• Dificuldade de modulação</li> <li>• Necessidade de captação de mão de obra</li> </ul>

**Figura 2.3** - Comparação das Fôrmas.

**Fonte:** Arcindo Vaquero y Mayor apud Revista Técnica (2009).

## 2.2 ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria está entre as mais antigas formas de construção empregadas pelo homem. Desde a Antigüidade ela tem sido utilizada largamente pelo ser humano em suas habitações, monumentos e templos religiosos. Apesar do uso intenso da alvenaria, apenas no início de presente século, por volta de 1920, passou-se a estudá-la com base em princípios científicos e experimentação laboratorial. Esta postura possibilitou o desenvolvimento de teorias racionais que fundamentam a arte de se projetar em alvenaria estrutural (ACCETTI, 1998).

### 2.2.1 HISTÓRICO

A alvenaria está entre as mais antigas formas de construção empregadas pelo homem. Desde a Antigüidade ela tem sido utilizada largamente pelo ser humano em suas habitações, monumentos e templos religiosos. Apesar do uso intenso da alvenaria, apenas no início de presente século, por volta de 1920, passou-se a estudá-la com base em princípios científicos e experimentação laboratorial. Esta postura possibilitou o desenvolvimento de teorias racionais que fundamentam a arte de se projetar em alvenaria estrutural (ACCETTI, 1998). Para Kalil (2007) com o passar do tempo, foi descoberta uma alternativa para a execução dos vãos: os arcos. Estes seriam obtidos através do arranjo entre as unidades. Assim, foram executadas pontes e outras obras de grande beleza, obtendo maior qualidade à alvenaria estrutural. Um exemplo disso é a parte superior da igreja de Notre Dame, em Paris. No final dos anos 40, se iniciaram estudos mais aprofundados sobre estruturas de alvenaria na Europa. Nos Estados Unidos, nos anos 50, iniciou-se o desenvolvimento de regras práticas para a alvenaria, resultando na publicação de códigos de construção.

Atualmente, em países como Estados Unidos, Inglaterra e Alemanha, a alvenaria estrutural atinge níveis de cálculo, execução e controle similares aos aplicados nas estruturas de aço e concreto, constituindo-se em um econômico e competitivo sistema (RAUBER, 2005). O marco inicial da Moderna Alvenaria Estrutural aconteceu em 1951, quando foi edificado na Suíça um edifício de 13 andares com paredes de 37 cm de espessura em alvenaria estrutural não-armada, evidenciando as vantagens deste processo construtivo. A partir daí

intensificaram-se as pesquisas, e os avanços tecnológicos, tanto dos materiais quanto das técnicas de execução, foram sucessivos, disseminando-se por todo o mundo através de diversos congressos e conferências internacionais (ROMAN, 2000). Rauber (2005) diz ainda que a alvenaria estrutural não-armada foi introduzida no Brasil somente em 1977, na construção de edifícios de 9 pavimentos em bloco sílico-calcário em SP. O início da década de 80 marcou a introdução dos blocos cerâmicos na alvenaria estrutural.

Conforme Sabbatini (2002), o emprego de paredes resistentes de alvenaria na estrutura suporte de edifícios não se constitui em uma inovação tecnológica recente. Na realidade até o início deste século a alvenaria era o mais utilizado, seguro e durável material estrutural e o único aceito na estruturação de edificações de grande porte. Segundo Coêlho (1998), a alvenaria estrutural hoje, sem dúvida alguma, é um dos métodos mais colocados em prática na área da construção civil. Este processo construtivo, por fazer parte de um sistema de construção industrializada, tem sido aprimorado em sua utilização, no que diz respeito ao uso de novos materiais, uma vez que, também, desde sua fundação, tem-se utilizado o princípio construtivo da Alvenaria Estrutural. Com início da produção de blocos de concreto de alta resistência em 1966, a Reago assumiu, em caráter de pioneirismo, a introdução da alvenaria estrutural com blocos vazados de concreto no mercado da construção civil (TAUIL e RACCA, 1981). Este processo tornou-se uma solução para projetos de pequenos prédios por causa da simplicidade. Isso, porém, contribui, satisfatoriamente, em diversos fatores para a abertura de uma aceitação por parte do público alvo, e dando, por conseguinte, maior desempenho por parte das construtoras na opção pelo processo construtivo que, apesar de parecer novo, na verdade, é uma técnica antiga que ressurgiu no Brasil (COÊLHO, 1998).

### **2.2.2 CARACTERÍSTICAS**

Para Sabbatini (2002) é um específico modo de se construir edifícios que se caracteriza por empregar como estrutura suporte paredes de alvenaria e lajes enrijecedoras, por também serem dimensionadas segundo métodos de cálculo racionais e de confiabilidade determinável e ter um alto nível de organização de produção de modo a possibilitar projetos e construções racionais. A alvenaria

estrutural é um sistema construtivo que utiliza peças industrializadas de dimensões e peso que as fazem manuseáveis, ligadas por argamassa, tornando o conjunto monolítico. Estas peças industrializadas podem ser moldadas em: Cerâmica, Concreto ou Sílico-calcário (BONACHESKI, 2006 apud KALIL, 2007).

A diferença fundamental entre o uso tradicional da alvenaria e a alvenaria estrutural é que este último é de dimensionamento e construção racional, enquanto que, na alvenaria convencional, a estrutura é construída empiricamente. O dimensionamento através de cálculo estrutural, com fundamentação técnico-científica, permite a obtenção de edifícios com segurança estrutural conhecida, semelhante à obtida com estruturas reticuladas de concreto armado, e compatível com as exigências da Sociedade Brasileira para edifícios multipavimentos (SABBATINI, 2002). Este tipo de processo construtivo também é chamado de alvenaria auto portante, pois absorve as cargas das lajes e sobrecarga, sendo necessário para o seu dimensionamento à utilização da NBR 16868-1 (2020), observando que sua espessura nunca deverá ser inferior a 14,0 cm (espessura do bloco) e resistência à compressão mínima  $f_{bk} \geq 4,5$  MPa. (NASCIMENTO, 2002).

Neste processo construtivo, existem as subdivisões do tipo de alvenaria auto portante, dependendo da forma de utilização, tais como:

- Professor Coordenador de Agrupamento de Unidades Escolares (PCAE) Não-Armada (PCAE-NA) que empregam como estrutura suporte paredes de alvenaria sem armação. Os reforços metálicos são colocados apenas com finalidades construtivas (em cintas, vergas, contravergas, na amarração entre paredes e nas juntas horizontais com a finalidade de evitar fissuras localizadas);
- PCAE Parcialmente Armada (PCAE-PA) que empregam como estrutura suporte paredes de alvenaria sem armação e paredes com armação. Estas últimas se caracterizam por terem os vazados verticais dos blocos preenchidos com graute (um micro-concreto de grande fluidez) envolvendo barras e fios de aço. Os PCAE-PA são dimensionados como os PCAE-NA, porém, quando no dimensionamento surgem trechos da estrutura com solicitações que provoquem tensões de tração acima das admissíveis, estes

trechos são dimensionados como alvenaria armada (SABBATINI, 2002);

- PCAE Totalmente Armada (PCAE-TA) alvenaria estrutural armada de blocos vazados de concreto, é aquela construída com blocos vazados de concreto, assentados com argamassa, na qual certas cavidades são preenchidas continuamente com graute, contendo armaduras envolvidas o suficiente para absorver os esforços calculados de tração, além daquelas armaduras com finalidade construtiva ou de amarração (ABNT, NBR-10837);
- PCAE Protendida (PCAE-P), é reforçada por uma armadura ativa (prétensionada) que levou a alvenaria a esforços de compressão (RAUBER, 2005).

Na alvenaria estrutural as paredes funcionam como os elementos estruturais da edificação. A estabilidade do conjunto dependerá do correto arranjo espacial das paredes, que deverão resistir às cargas verticais (peso próprio e cargas de ocupação) e às cargas laterais (ação do vento, empuxo da terra, etc.), sendo que as laterais deverão ser absorvidas pelas lajes e transmitidas às paredes estruturais paralelas à direção do esforço lateral (ROMAN, 2000). Ainda, segundo Roman (2000), uma parede de alvenaria pode suportar pesadas cargas verticais e horizontais, paralelamente ao seu plano, mas é comparativamente sensível às cargas horizontais que atuam perpendicularmente ao seu plano. O grande desafio do projetista é, portanto, minimizar as tensões de tração que possam vir a aparecer. Com este propósito, podem ser adotados os seguintes procedimentos:

- Troca da concepção estrutural das paredes;
- Arranjo apropriado (distribuição uniforme) das paredes, buscando uma distribuição homogênea das cargas verticais;
- O arranjo deve ser pensado de maneira que as paredes sejam dispostas sempre em duas direções, para que se estabilizem e se enrijeçam mutuamente, anulando os esforços horizontais;

- Utilização das lajes para aplicação das cargas verticais nas paredes, amarração da estrutura e distribuição das cargas horizontais (a laje deve funcionar como um diafragma rígido);
- Utilização de escadas, poços de elevadores e de condução de dutos para obtenção de rigidez lateral;
- Utilização de plantas simétricas, com peças de dimensões não muito grandes;
- Repetição do mesmo arranjo arquitetônico em todos pavimentos, sobrepondo elementos sujeitos à compressão.

### **2.2.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA**

Segundo Camacho (2001), a experiência tem demonstrado que o conveniente emprego da alvenaria estrutural pode trazer as seguintes vantagens técnicas e econômicas:

- Simplificação das técnicas de execução;
- Menor diversidade de materiais empregados;
- Redução da mão-de-obra;
- Economia de fôrmas;
- Maior rapidez de execução;
- Eliminação de interferências, no cronograma executivo, entre os subsistemas.

A existência de apenas um elemento para assumir as múltiplas funções de ambos é bastante vantajosa, não só pela facilidade construtiva que proporciona, mas também por eliminar problemas que surgem nas interfaces entre estes subsistemas. E Camacho (2001), ainda diz que a principal desvantagem é a limitação do projeto arquitetônico pela concepção estrutural, que não permite a construção de obras arrojadas. Outra desvantagem é a impossibilidade de adaptação da arquitetura para um novo uso, assim como o desempenho da alvenaria é altamente influenciado por fatores inerentes à

maneira como ela é executada, isso exige controle eficiente tanto de materiais empregados como do componente da alvenaria. Mão-de-obra qualificada e bem treinada e uma constante fiscalização são imprescindíveis.

## 2.3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Os métodos tradicionais de avaliação econômica da viabilidade de um empreendimento requerem a estimativa dos custos capitais fixos, dos custos operacionais e do preço de venda dos produtos. A partir destas informações, o período de retorno do investimento (*payback*), a taxa interna de retorno (TIR) e o valor presente líquido (VPL) são calculados. Todos os três métodos têm sua importância e, conseqüentemente, devem ser avaliados. O primeiro deles, o *payback*, tempo de retorno do investimento realizado, trata-se do mais simples dos três métodos apresentados por considerar nula a taxa de juros do projeto. Contudo, sua virtude está em estimar o tempo de recuperação do capital investido. Como a cada mudança governamental ocorre a cada quatro ou oito anos, as prioridades do governo poderiam mudar e, portanto, o *payback* é um método importante. Também existe o problema da inovação tecnológica que o setor está submetido (ARDALAN, 2000).

O valor presente líquido, por sua vez, que deve ser positivo (ou nulo), é obtido do fluxo de caixa do projeto quando se utiliza a taxa de desconto, que representa o custo de médio ponderado de capital da empresa.

Os fluxos de caixa são valores monetários que representam as entradas e saídas dos recursos e produtos por unidade de tempo, os quais compõem uma proposta ou um projeto de investimento. São formados por fluxos de entrada (receitas efetivas) e fluxos de saída (dispêndios efetivos), cujo diferencial é denominado fluxo líquido (NORONHA, 1987).

De acordo com Noronha (1987), o VPL consiste em transferir para o instante atual todas as variações de caixas esperadas, descontá-las a uma determinada taxa de juros e somá-las algebricamente.

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+K)^t} \quad (1)$$

Na Equação 1, o VPL é o valor presente líquido; I é o investimento de capital na data zero,  $FC_t$  representa o retorno na data t do fluxo de caixa; n é o prazo de análise do projeto; e, K é a taxa mínima para realizar o investimento, ou custo de capital do projeto de investimento.

### 3 MATERIAIS E MÉTODO

O trabalho foi realizado com informações obtidas por meio de entrevistas a três empresas especializadas em consultoria no uso de parede de concreto e alvenaria estrutural para estabelecimentos de até 20 pavimentos. A empresa Grupo Plano também forneceu informações sobre orçamento do empreendimento que está sendo estudado. Esse orçamento total do projeto foi balizado por diversos outros projetos já executados, Sinapi e TCPO da Pini, empresas especializadas na avaliação de custo. O modelo foi construído em uma planilha eletrônica que faz um cruzamento de dados que vão gerar as possibilidades de empreendimento. As variáveis explicativas do modelo são os dois tipos de processos construtivo.

Diante das informações recolhidas, tem-se o quadro de escolhas, o investimento necessário (fôrma metálica) e depreciação. No decorrer do trabalho será verificado também o orçamento para realização do empreendimento em Alvenaria Estrutural por pavimento, orçamento para realização do empreendimento em Parede de Concreto por pavimento e o orçamento para realização do empreendimento exceto estrutura.

O modelo é dividido em planilhas relacionadas a assuntos do projeto, essas são alimentadas com informações relevantes para o cálculo do resultado do projeto, dado as escolhas feitas. As planilhas existentes no modelo são quadro de escolhas, investimento, despesa com administração, compras, receitas, financiamento, tributação, DRE (demonstração de resultado), fluxo de caixa, avaliação do projeto. As planilhas serão demonstradas no anexo 1.

A planilha do quadro de escolhas é onde se seleciona o processo e as matérias primas. A planilha investimento é onde são descritos os investimentos necessários para os diferentes tipos de processos e materiais. A planilha despesa com administração é onde são listados os custos fixos do projeto, na planilha compras calcula-se a compra total anual do projeto. A planilha receitas é onde são calculadas as receitas totais do projeto. A planilha financiamento descreve as amortizações anuais estimadas de acordo com as escolhas feitas no quadro de escolha. A planilha tributação calcula os tributos inerentes ao projeto. A planilha DRE calcula a DRE do projeto embasado nos cálculos que foram feitos nas planilhas anteriores. A planilha fluxo de caixa calcula o fluxo de caixa do projeto e também é embasada nos cálculos feitos anteriormente de custos e receitas. A planilha quadro de usos e fontes estima as participações de aporte de capital no projeto, de terceiros e de capital próprio. A planilha de avaliação calcula o valor presente líquido, a taxa interna de retorno e o *payback* do projeto.

Neste modelo serão adotadas premissas para aproximar ao máximo o modelo

aos possíveis cenários que podem ocorrer durante a implantação e o desenvolvimento do projeto. Os preços dos insumos, necessários para a realização do empreendimento, são considerados estáveis.

Três hipóteses serão analisadas:

- 1ª hipótese: o sistema construtivo de alvenaria estrutural gera maior valor presente líquido para o projeto;
- 2ª hipótese: o sistema construtivo de parede de concreto com forma metálica permite realizar o empreendimento em menor tempo;
- 3ª hipótese: o sistema construtivo de parede de concreto com forma metálica gera ganho de escala na produção.

### 3.1 MEMORIAL DESCRITIVO

A seguir, os detalhes do projeto escolhido para estudo são descritos (Figura 3.1), considerando os materiais utilizados para acabamentos, instalações elétricas e hidrossanitárias.

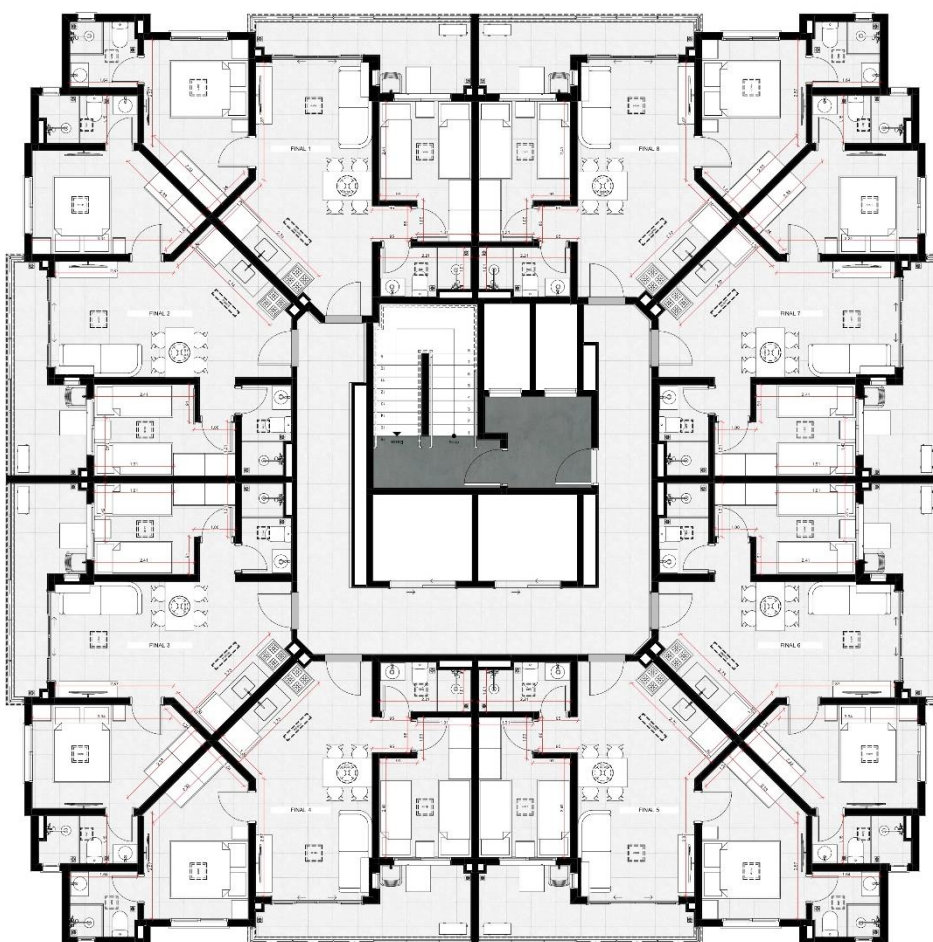


Figura 3.1 - Pavimento tipo adotado.

Fonte: Próprio autor

## **A – ACABAMENTO DAS UNIDADES AUTÔNOMAS**

### **A.1 - APARTAMENTO TIPO – 2 DORMITÓRIOS SENDO UMA SUÍTE E SACADA**

#### **A.1.1) Sala Estar / Jantar**

Piso: Cerâmica 1ª qualidade da marca Cecrisa, Eliane, Embramacó ou similar.

Paredes: Pintura látex PVA sobre gesso ou reboco e massa corrida.

Teto: Pintura látex PVA sobre gesso ou reboco e massa corrida.

#### **A.1.2) Dormitórios e Circulação**

Piso: Cerâmica 1ª qualidade da marca Cecrisa, Eliane, Embramacó ou similar.

Paredes: Pintura látex PVA sobre gesso ou reboco e massa corrida.

Teto: Pintura látex PVA sobre gesso ou reboco e massa corrida.

#### **A.1.3) Cozinha**

Piso: Cerâmica 1ª qualidade da marca Cecrisa, Eliane, Embramacó ou similar.

Paredes: Revestimento de 1ª qualidade na parede hidráulica até o teto da marca Cecrisa, Eliane, Embramacó ou similar.

Teto: Pintura látex PVA sobre placa de gesso, sancas de gesso e gesso liso ou reboco e massa corrida.

Bancada: Granito (1,20 x 0,55 metros) na tonalidade Verde Ubatuba com cuba de inox da marca Forminox ou similar de igual qualidade.

Metais: Docol, Incepa, Esteves ou similar.

#### **A.1.4) Banheiro Social**

Piso: Cerâmica 1ª qualidade da marca Cecrisa, Eliane, Embramacó ou similar.

Paredes: Revestimento de 1ª qualidade até o teto da marca Cecrisa, Eliane, Embramacó ou similar.

Teto: Pintura látex PVA sobre placa de gesso, sancas de gesso e gesso liso ou reboco e massa corrida.

Bancada: Granito (0,60 x 0,45 metros) na tonalidade Verde Ubatuba com cuba de louça.

Louças: Icasa, Hervy, Incepa, Eternit ou similar.

Metais: Docol, Incepa, Esteves ou similar.

#### **A.1.5) Banheiro Suíte**

Piso: Cerâmica 1ª qualidade da marca Cecrisa, Eliane, Embramacó ou similar.

Paredes: Revestimento de 1ª qualidade até o teto da marca Cecrisa, Eliane, Embramacó ou similar.

Teto: Pintura látex PVA sobre placa de gesso, sancas de gesso e gesso liso ou reboco e massa corrida.

Bancada: Granito (0,60 x 0,45 metros) na tonalidade Verde Ubatuba com cuba de louça.

Louças: Icasa, Hervy, Incepa, Eternit ou similar.

Metais: Docol, Incepa, Esteves ou similar.

#### **A.1.6) Sacada**

Piso: Cerâmica 1ª qualidade da marca Cecrisa, Eliane, Embramacó ou similar.

Paredes: Aplicação de textura acrílica sobre reboco. Forro: Pintura látex sobre reboco.

Guarda Corpo: Gradil em alumínio ou aço carbono pintado com tinta esmalte ou pintura eletrostática.

Churrasqueira: Em alvenaria ou concreto com pintura ou revestimento.

**A.1.7) Lavanderia**

Piso: Cerâmica 1ª qualidade da marca Cecrisa, Eliane, Embramaco ou similar.

Paredes: Aplicação de textura acrílica sobre reboco.

Forro: Pintura látex sobre reboco.

Bancada: Granito (0,60 x 0,70 metros) na tonalidade Verde Ubatuba com tanque de inox da marca Forminox ou similar.

Metais: Docol, Incepa, Esteves ou similar.

**B – ACABAMENTOS DAS ÁREAS DE USO COMUM B.1) TÉRREO****B.1.1) Hall de Acesso**

Piso: Porcelanato retificado com acabamento acetinado da marca Cecrisa, Eliane, Embramaco ou similar.

Paredes: Pintura látex PVA sobre gesso ou reboco e massa corrida.

Teto: Pintura látex PVA sobre gesso ou reboco e massa corrida.

**B.1.2) Portaria**

Piso: Porcelanato retificado com acabamento acetinado da marca Cecrisa, Eliane, Embramaco ou similar.

Paredes: Pintura látex PVA sobre gesso ou reboco e massa corrida.

Teto: Pintura látex PVA sobre gesso ou reboco e massa corrida.

**B.1.3) WC Acessível**

Piso: Porcelanato retificado com acabamento acetinado da marca Cecrisa, Eliane, Embramaco ou similar.

Paredes: Revestimento de 1ª qualidade até o teto das marcas Cecrisa, Eliane, Embramaco ou similar.

Teto: Pintura látex PVA sobre placa de gesso, sancas de gesso e gesso liso ou reboco e massa corrida.

Louças: Icasa, Hervy, Incepa, Eternit ou similar.

Metais: Docol, Incepa, Esteves ou similar.

**B.1.3) Depósito de lixo**

Piso: Cimentado.

Paredes: Pintura com selador ou tinta econômica na cor branca sobre massa grossa.

Teto: Pintura com selador ou tinta econômica na cor branca sobre laje de concreto.

**B.2) ÁREA DE LAZER****B.2.1) Área de circulação**

Piso: Porcelanato retificado com acabamento acetinado da marca Cecrisa, Eliane, Embramaco ou similar.

Paredes: Pintura látex PVA sobre gesso ou reboco e massa corrida.

Teto: Pintura látex PVA sobre gesso ou reboco e massa corrida.

**B.2.2) Lazer Coberto (Skylounge)**

Piso: Porcelanato retificado com acabamento acetinado da marca Cecrisa, Eliane, Embramaco ou similar.

Paredes: Pintura látex PVA sobre gesso ou reboco e massa corrida.

Teto: Pintura látex PVA sobre placa de gesso, sancas de gesso e gesso liso ou reboco e massa corrida.

**B.2.3) WC Acessível do Lazer Coberto**

Piso: Porcelanato retificado com acabamento acetinado da marca Cecrisa, Eliane, Embramacó ou similar.

Paredes: Revestimento de 1ª qualidade até o teto das marcas Cecrisa, Eliane, Embramacó ou similar.

Teto: Pintura látex PVA sobre placa de gesso, sancas de gesso e gesso liso ou reboco e massa corrida.

Louças: Icasa, Hervy, Incepa, Eternit ou similar.

Metais: Docol, Incepa, Esteves ou similar.

#### **B.2.4) Lazer Coberto (Cowork)**

Piso: Porcelanato retificado com acabamento amadeirado da marca Cecrisa, Eliane, Embramacó ou similar.

Paredes: Pintura látex PVA sobre gesso ou reboco e massa corrida.

Teto: Pintura látex PVA sobre gesso ou reboco e massa corrida.

#### **B.2.5) Lazer Descoberto (FitAir e Descanso)**

Piso: Porcelanato retificado com acabamento acetinado ou piso cerâmico de 1º qualidade da marca Cecrisa, Eliane, Embramacó ou similar.

Paredes: Aplicação de textura acrílica sobre reboco.

#### **B.2.6) Lazer Descoberto (Churrasco)**

Piso: Porcelanato retificado com acabamento acetinado ou piso cerâmico de 1º qualidade da marca Cecrisa, Eliane, Embramacó ou similar.

Paredes: Aplicação de textura acrílica sobre reboco.

#### **B.2.7) Lazer Descoberto (Deck e Piscina)**

Piso: Porcelanato retificado com acabamento amadeirado da marca Cecrisa, Eliane, Embramacó ou similar.

Paredes: Aplicação de textura acrílica sobre reboco.

#### **B.2.8) Lazer Descoberto (Playground)**

Piso: Cimentado coberto com manta de grama sintética artificial.

Paredes: Aplicação de textura acrílica sobre reboco.

### **C – CIRCULAÇÃO (HALL DE ELEVADORES E ESCADAS)**

#### **C.1) ESCADAS**

Piso: Cimento pintado.

Paredes: Pintura látex PVA sobre gesso ou reboco ou massa corrida.

Teto: Pintura látex PVA sobre gesso ou reboco e massa corrida.

#### **C.2) HALL DOS ELEVADORES E CIRCULAÇÃO**

Piso: Porcelanato retificado com acabamento acetinado da marca Cecrisa, Eliane, Embramacó ou similar.

Paredes: Pintura látex PVA sobre gesso ou reboco e massa corrida.

Teto: Pintura látex PVA sobre placa de gesso, sancas de gesso e gesso liso ou reboco e massa corrida.

### **D – SUBSOLO / GARAGEM**

#### **D.1) Garagem Subsolo e Térreo**

Piso: Cimento com juntas de dilatação.

Paredes: Pintura com selador ou tinta econômica na cor branca sobre massa grossa com pintura de segurança até 1,20m ou bloco aparente.

Teto Área coberta: Pintura com selador ou tinta econômica na cor branca sobre laje de concreto.

## **F – ACABAMENTOS GERAIS**

### **F.1) Pintura da Fachada**

Composição de textura e pintura látex acrílicos sobre massa única ou argamassa de revestimento mineral com acabamento em monocamada aplicada diretamente na Alvenaria Estrutural.

### **F.2) Caixilhos**

Os caixilhos serão em alumínio anodizado na cor preto das marcas Prado, Atlantic, USA Perfis ou similar.

### **F.3) Esquadrias de Madeira**

As portas serão folheadas em madeira (Kit Porta Pronta) e seu acabamento será em resina melamínica na cor branca ou amadeirado das marcas Vert, Randa, Eucatex, Pormad ou similar.

### **F.4) Ferragens**

As ferragens das portas serão das marcas Aliança, Brasil, Pado ou similar.

### **F.5) Vidros**

Transparentes 4mm fantasia ou Mini Boreal 4mm nos banheiros em geral.

### **F.6) Metais**

Os metais serão das marcas: Docol, Incepa, Esteves ou similar.

### **F.7) Serralheria**

Grades, corrimãos das escadas, alçapões e escada para caixa d'água, serão em aço carbono em perfis no formato de metalon, pintados com tinta esmalte ou pintura eletrostática.

## **G – INSTALAÇÕES**

### **G.1) INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

#### **G.1.1) Materiais**

Fios e cabos de primeira qualidade conforme projeto específico, das marcas Cobrecom, Cordeiro, Sil ou similar. Eletrodutos de PVC e com bitolas de acordo com o projeto específico das marcas Adtex, Tigre, Amanco ou similar. Interruptores e tomadas de acordo com o projeto específico das marcas Tramontina, Alumbra, Astra, Ilumi ou similar.

#### **G.1.2) Serviços a executar**

Casa de força, para-raios, compartilhamento de medidores e alimentação para as instalações especiais que houverem. Um ponto de ar condicionado por apartamento no padrão Split.

### **G.2) INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS**

#### **G.2.1) Materiais**

Tubos e conexões de PVC ou Sistema PEX ou PEAD ou CVPC para água fria nas bitolas, conforme projeto específico, das marcas Plastubos, Amanco, Tigre, Fort-lev ou similar. Águas pluviais e de esgoto em tubos e conexões de PVC de acordo com o projeto específico das marcas Fort-lev, Plastubos, Tigre ou similar. Registros serão da marca Docol, Incepa, Esteves ou similar.

### **G.2.2) Serviços a executar**

Água fria, esgoto primário e secundário, águas pluviais. Ponto para instalação de filtro de água potável acima da pia. Instalações e equipamentos de incêndio, todos obedecendo projetos específicos.

Obs.: Todas as instalações serão executadas de acordo com as normas da ABNT.

### **G.3) Antena coletiva**

Será executada tubulação seca, prevendo a instalação de antena coletiva, com ponto na sala e nos quartos.

### **G.4) Elevadores**

Os elevadores serão internamente de preferência em aço inox escovado ou de acordo com as especificações do fornecedor e será dimensionado de acordo com as normas técnicas e cálculo de tráfego, nas marcas Atlas/Schindler, Thyssenkrupp, Otis ou similar.

### **G.5) Telefone / Interfone**

As tubulações telefônicas serão executadas em conformidade com as normas técnicas e com as normas da concessionária. Interfone: Será fornecido e instalado um aparelho por apartamento juntamente com a respectiva central.

### **G.6) Gás**

Será instalado sistema de gás condominial. Os abrigos de gás serão instalados na parte externa às edificações. Os materiais atenderão às normas técnicas.

Observação: Havendo ampliação da rede de gás natural (Gás Brasileiro) de maneira a atender a região do empreendimento, anteriormente a execução destas instalações, poderá ser adotado sistema de gás natural.

## **H) IMPERMEABILIZAÇÃO**

Serão impermeabilizados os banheiros, cozinhas, áreas de serviços, sacadas, caixas d'água, marquises e solarium, utilizando o material adequado de acordo com o projeto específico para cada local.

## **I) COBERTURA**

### **I.1) Telhado**

Telhas metálicas com formato trapezoidal, galvanizada, espessura mínima de 0,43mm, das marcas Ananda Telhas, Sancalhas ou similar utilizando como estrutura o sistema de engradamento metálico galvanizado.

### **I.2) Água Pluvial**

Sistema de águas pluviais de acordo com o projeto específico.

## **J) ESTRUTURA**

Estrutura será em alvenaria estrutural (variando a resistência do bloco a cada dois pavimentos de acordo com o catálogo da Arablock) ou parede de concreto (resistência característica à compressão de 35 MPa), lajes maciças de concreto armado, de acordo com o projeto estrutural.

## **K) PISCINA**

A piscina terá borda infinita e será executada em concreto armado, impermeabilizada e revestida com revestimento cerâmico ou vinil, ou poderá ser autoportante com revestimento cerâmico.

## **L) MOBILIÁRIO – ÁREA DE LAZER**

Móveis dos ambientes de lazer\* (Lazer Coberto: Skylounge, Cowork e WC; Lazer Descoberto: FirAir, Descanso, Churrasco, Playground, Deck e Piscina).

**Skylounge:** Duas mesas de jantar com quatro lugares, três banquetas, uma mesa com dois lugares, uma poltrona estofada, um tapete circular, uma luminária de piso e um conjunto com duas prateleiras;

**Cowork:** Quatro mesas com quatro cadeiras, uma mesa com duas cadeiras e dois puffs estofados, duas poltronas estofadas, um puff pequeno e um tapete retangular;

**FitAir / Descanso:** três tapetes para exercícios, duas bolas de ginastica, um kit de treino funcional, um banco para área externa e um conjunto de sofás para área externa;

**Churrasco:** um conjunto de sofá com puff para área externa, quatro poltronas individuais para área externa, duas mesas com um banco e quatro cadeiras para área externa e dois conjuntos de mesa com duas banquetas cada;

**Playground:** um escorregador infantil, duas gangorras infantis, um bloco de letras infantil e dois conjuntos de brinquedos diversos;

**Deck / Piscina:** quatro espreguiçadeiras para área externa, dois ombrelones, dois conjuntos bistrô com duas banquetas cada, uma mesa com 6 lugares para área externa;

\*Não estão inclusos equipamentos eletrônicos e eletrodomésticos.

\*Os elementos visuais apresentados nos materiais de vendas são meramente ilustrativos.

## **M) OBSERVAÇÕES**

Os armários, móveis, chuveiros, aquecedores, plafoniers, antena coletiva, linha e aparelho telefônico, com exceção da área de lazer, não serão fornecidos pela construtora/incorporadora.

## 4 RESULTADOS

As possíveis decisões tomadas estão descritas na tabela 4.1.

**Tabela 4.1 - Quadro de escolhas.**

Número de Pavimentos	20
Preço Médio de Venda	R\$ 200.000,00
% Financiada	70,00%

O investimento necessário e a depreciação da fôrma metálica estão descritos na tabela 4.2.

**Tabela 4.2 - Investimento necessário (fôrma metálica) e depreciação.**

Investimento Necessário e depreciação da forma de Alumínio					
FORMA METALICA DO PAVIMENTO	JOGO		area (m²)	Preço (m²)	R\$ 2.237.358,00
Forma metalica laje	m²	1	424,1	1500	R\$ 636.150,00
forma metalica parede	m²	1	1.067,47	1500	R\$ 1.601.208,00
depreciação por pavimento			R\$ 4.474,72		
considerado o uso de 500 repetições					

### 4.1 ORÇAMENTO

O orçamento para realização da estrutura de um empreendimento, descrito no quadro de escolha 4.1, pelo processo construtivo de alvenaria estrutural está descrito na tabela 4.3.

**Tabela 4.3 – Orçamento para realização do empreendimento em Alvenaria Estrutural por pavimento.**

VALOR UNITÁRIO POR PAVIMENTO - ALVENARIA ESTRUTURAL	PAVIMENTO	1,00	R\$ 176.769,06	R\$ 176.769,06
<b>LAJE - CONCRETO</b>	<b>LAJE</b>	<b>1,00</b>	<b>R\$ 22.658,63</b>	<b>R\$ 22.658,63</b>
Valor médio por pavimento	Pav.	1,00	R\$ 22.658,63	R\$ 22.658,63
<b>LAJE - FORMA</b>	<b>LAJE</b>	<b>1,00</b>	<b>R\$ 29.677,65</b>	<b>R\$ 29.677,65</b>
Valor médio por pavimento	Pav.	1,00	R\$ 29.677,65	R\$ 29.677,65
<b>FORMA DA LAJE - EMPRESA ATEX</b>	<b>PAV</b>	<b>1,00</b>	<b>R\$ 1.246,45</b>	<b>R\$ 1.246,45</b>
Valor médio por pavimento - depreciação forma plástica	Pav.	1,00	R\$ 1.246,45	R\$ 1.246,45
<b>ESCORAMENTO DA LAJE - VIGATECH</b>	<b>PAV</b>	<b>1,00</b>	<b>R\$ 9.514,72</b>	<b>R\$ 9.514,72</b>
Valor médio por pavimento	Pav.	1,00	R\$ 9.514,72	R\$ 9.514,72
<b>PAREDE - MÉDIA VALOR POR PAVIMENTO</b>	<b>PAV</b>	<b>1,00</b>	<b>R\$ 113.671,60</b>	<b>R\$ 113.671,60</b>
Valor médio por pavimento	Pav.	1,00	R\$ 113.671,60	R\$ 113.671,60

O orçamento para realização da estrutura de um empreendimento, descrito no quadro de escolha 4.1, pelo processo construtivo de parede de concreto está descrito na tabela 4.4.

**Tabela 4.4 – Orçamento para realização do empreendimento em Parede de Concreto por pavimento.**

VALOR UNITÁRIO POR PAVIMENTO - PAREDE DE CONCRETO	PAVIMENTO	1,00	R\$ 156.882,21	R\$ 156.882,21
<b>PAVIMENTO TIPO</b>	<b>PAVIMENTO</b>	<b>1,00</b>	<b>R\$ 156.882,21</b>	<b>R\$ 156.882,21</b>
Concreto Usinado Bombeável FCK 35 MPA - Brita 0 e 1 Slump 12+/-2	m³	149,09	R\$ 495,00	R\$ 73.799,55
Bombeamento de concreto com Mangote	m³	149,09	R\$ 35,00	R\$ 5.218,15
Arame recozido torcido 18 BWG - 1,25mm 0,010kg/m	kg	20,00	R\$ 22,00	R\$ 440,00
Pinos, cunhas e Faquetas	vb	1,00	R\$ 335,60	R\$ 335,60
Tela Soldada Nervurada TOP - Q159 x 2,45 x 6m	Unid.	35,00	R\$ 373,50	R\$ 13.072,50
Tela Soldada Nervurada TOP - Q196 x 2,45 x 6m	Unid.	35,00	R\$ 485,23	R\$ 16.983,05
Tela Soldada Nervurada TOP - Q113 x 2,45 x 6m	Unid.	78,00	R\$ 332,00	R\$ 25.896,00
Mão de obra para montagem e desmontagem das formas	Pav.	18,00	R\$ 1.000,00	R\$ 18.000,00
Depreciação forma metálica por pavimento	Pav.	1,00	R\$ 2.237,36	R\$ 2.237,36
Desmoldante de Formas (Desmol CD) - Tambor de 200l	Unid.	1,00	R\$ 900,00	R\$ 900,00

O orçamento para a realização de um empreendimento, descrito no quadro de escolha 4.1, exceto estrutura, está descrito na tabela 4.5, sendo que a torre representa o edifício a ser estudado.

**Tabela 4.5 – Orçamento para realização do empreendimento exceto estrutura.**

Valor por Pavimento	Unid.	361.723,95
<b>VALOR TOTAL EM RELAÇÃO À 1 Torre de 142 Apartamentos</b>	<b>Unid.</b>	<b>6.511.031,02</b>
<b>IMPERMEABILIZAÇÃO INTERNA</b>	TORRE	<b>130.454,13</b>
<b>ESQUADRIAS</b>	TORRE	<b>1.147.591,54</b>
<b>SOLEIRAS E PEITORIS</b>	TORRE	<b>38.337,59</b>
<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>	TORRE	<b>990.000,00</b>
<b>INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS</b>	TORRE	<b>856.843,55</b>
<b>INCÊNDIO</b>	TORRE	<b>122.072,54</b>
<b>REVESTIMENTO INTERNO</b>	TORRE	<b>451.148,52</b>
<b>REGULARIZAÇÃO, REVESTIMENTOS CERÂMICO OU CORRELATOS</b>	TORRE	<b>1.006.894,03</b>
<b>REVESTIMENTO EXTERNO</b>	TORRE	<b>473.901,96</b>
<b>PINTURA</b>	TORRE	<b>355.357,10</b>
<b>ACABAMENTOS - LOUÇAS E METAIS</b>	TORRE	<b>288.549,94</b>
<b>ELEVADORES</b>	TORRE	<b>649.880,10</b>

## 4.2 RESULTADOS

O demonstrativo de resultado para os dois sistemas construtivos para realização de um empreendimento descrito na tabela 4.6 (cockpit) <sup>1</sup> abaixo, considerando pavimentos com 8 apartamentos de aproximadamente 48 m<sup>2</sup> cada, pode ser comparado.

**Tabela 4.6 – Orçamento para realização do empreendimento em Parede de Concreto por pavimento.**

### COCKPIT

Número de Pavimentos	20	
Preço Médio de Venda	R\$ 200.000,00	Coefficiente Prazo AE/PC
% Financiada	70,00%	0,56
Unidade por Pavimento	8	
% Permuta	12,00%	
% Impostos e Despesas de Comercialização	10,00%	

ESTIMATIVA DE ORÇAMENTO ALVENARIA ESTRUTURAL		ESTIMATIVA DE ORÇAMENTO PAREDE DE CONCRETO	
Alvenaria estrutural	R\$ 4.094.148,52	Estrutura Parede de concreto	R\$ 2.787.428,32
Restante do Pavimento	R\$ 7.234.478,91	Restante do Pavimento	R\$ 7.039.392,91
Fundação	R\$ 911.266,60	Fundação	R\$ 911.266,60
Cobertura	R\$ 23.280,00	Cobertura	R\$ 23.280,00
Area de lazer	R\$ 667.500,00	Area de lazer	R\$ 667.500,00
Estacionamento	R\$ 1.126.760,56	Estacionamento	R\$ 1.126.760,56
Custo Total	R\$ 14.057.434,59	Custo Total	R\$ 12.555.628,39
Prazo de Obra	20	Prazo de Obra	11,11111111
Custo Administrativo	R\$ 984.020,42	Custo Administrativo	R\$ 546.678,01
Total	R\$ 15.041.455,01	Total	R\$ 13.102.306,40
VGV Total		R\$	32.000.000,00
VGV Liquido		R\$	24.960.000,00
VGV CEF		R\$	22.400.000,00
OBS. Esse orçamento não inclui custos periféricos a torre e tem como objetivo a avaliação de tendência e não do resultado final do empreendimento em si.			
<b>RESULTADO</b>	<b>R\$ 9.918.544,99</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>R\$ 11.857.693,60</b>

<sup>1</sup> O cockpit também permite a entrada de pesquisa, usando o mesmo modo de pesquisa da tarefa. Na lupa de pesquisa, você pode filtrar a entrada que deseja ver a falha do cockpit. Quando o código de entrada ou descrição é inserido, o cockpit carrega suas informações na tela.

## 5 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O projeto levou em consideração empreendimentos, projetos e problemas reais de uma incorporadora. O levantamento de custos está atualizado e teve um ótimo nível de detalhamento em seu orçamento. O estudo suscitou algumas dúvidas em relação a características de um empreendimento que teriam vantagens em ter sua execução em menor tempo. É importante salientar que quanto mais rápido se executa a obra, mais rápido e maior a necessidade de recursos necessários para realização do empreendimento. As construtoras que têm uma engenharia financeira embasada em financiamento de apoio a produção com o custo de obra equacionado pelos recursos bancários tem grande vantagem em relação às construtoras que fazem financiamento direto e dependem das parcelas pagas pelos compradores para equacionar seu fluxo de caixa.

A primeira hipótese sendo o sistema construtivo de alvenaria estrutural gera maior valor presente líquido para o projeto, não foi confirmada, pois o VPL do empreendimento realizado com alvenaria estrutural é mais baixo do que com o empreendimento sendo realizado com parede de concreto. Isso ocorreu, primeiramente, porque o prazo de execução de obra com a parede de concreto é menor do que com alvenaria estrutural. Segundo, pois o resultado em si da alvenaria é menor do que com a parede de concreto.

A segunda hipótese, o sistema construtivo de parede de concreto com fôrma metálica permite realizar o empreendimento em menor tempo, foi confirmada, o método construtivo paredes de concreto permite que se execute até 6 pavimentos de estrutura por mês contra 2 pavimentos na alvenaria estrutural. Quando isso é jogado no project, chega-se a uma possibilidade de até 44% na redução dos prazos de obra. Isso obviamente reduz uma série de custos fixos.

Economia ou ganho de escala é um conceito econômico que consiste na possibilidade de reduzir o custo médio de um determinado produto pela diluição dos custos fixos em um número maior de unidades produzidas. Ou seja, quanto mais a empresa fabrica ou vende, mais o custo fixo de cada unidade vendida reduzirá.

A terceira hipótese que o sistema construtivo de parede de concreto com forma metálica gera ganho de escala na produção, é confirmada no estudo, esse ganho se escala com o aumento do número de pavimentos que podem ser feitos por mês com diluição do custo fixo por pavimento, logo, há um ganho com a implantação os uso do sistema construtivo de paredes de concreto.

É importante salientar que a fôrma metálica se paga (*pay-back*) a partir do 23º

pavimento, isso mostra que não é investimento de retorno longo.

A conclusão do trabalho é que, para um modelo de negócio em que os desenvolvedores tenham fluxo de caixa suficiente para cobrir seus custos operacionais, o uso de paredes de concreto com fôrmas metálicas apresenta grandes vantagens.

## REFERÊNCIAS

ABUNAHMAN, Sérgio Antonio. **Engenharia Legal e de Avaliações**. 4. ed. São Paulo: Pini, 2008. 336 p.

AVESANI, Maria do Carmo. **A Produção de Habitação de Interesse Social na promoção do desenvolvimento urbano**. Disponível em: < <http://pt.scribd.com/doc/123249576/03Minha-Casa-Minha-Vida2-Maria-CarmoAvesani>>. Acesso em: 23 mar. 2013.

CAMACHO, J. S., **Projetos de Edifícios de Alvenaria Estrutural**, 2001.

FARIA, R. **Paredes Maciças”** *Téchne*. v. 143, n. 17, pp 34-38, 2009.

GANDRA, Alana. **Minha Casa, Minha Vida foi o grande impulsionador da economia durante a crise**. Disponível em: < <http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2010-07-01/minha-casa-minha-vida-foigrande-impulsionador-da-economia-durante-crise-avalia-cofeci>>. Acesso em: 17 fev. 2013.

KALIL, S. M. B. **Alvenaria Estrutural**. PUC-RS. Porto Alegre: 2007.

MISURELLI, H.; MASSUDA, C. **“Paredes De Concreto”** *Téchne*. v. 147. n. 17. 2009. pp 74-80.

RAUBER, F. C. **Contribuições ao Projeto Arquitetônico de Edifícios em Alvenaria**. Tese de Mestrado, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil, 2005.

ROMAN, H; FILHO, S. P, **Manual de Alvenaria Estrutural com Blocos Cerâmicos**. 2007.

SABBATINI, F. H., **Requisitos e Critérios Mínimos a Serem Atendidos para Solicitação de Financiamento de Edifícios em Alvenaria Estrutural Junto a Caixa Econômica Federal**. Brasília, DF, 2002.

SOUZA, Nivaldo. **Casa Verde e Amarela reduz juros e sobe valor máximo dos imóveis; entenda**. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2021/09/22/entenda-as-mudancas-no-casa-verde-e-amarela.htm?cmpid=copiaecola&cmpid=copiaecola>. Acesso em 10 de dez. 2021.