



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**PAINEL PRÉ-FABRICADO ARQUITETÔNICO
DE CONCRETO (PPAC) - UM ESTUDO DE VIABILIDADE**

Roger Borille

Lajeado, junho de 2017.



Roger Borille

**PAINEL PRÉ-FABRICADO ARQUITETÔNICO
DE CONCRETO (PPAC) - UM ESTUDO DE VIABILIDADE**

Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Univates, como parte da exigência para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Ms. Antonio Pregeli Neto

Lajeado, junho de 2017.

Roger Borille

PAINEL PRÉ-FABRICADO ARQUITETÔNICO DE CONCRETO (PPAC) - UM ESTUDO DE VIABILIDADE

A Banca examinadora abaixo aprova a Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, na linha de formação específica em Engenharia Civil, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para a obtenção do grau de Bacharel em Engenheiro Civil:

Prof. Ms. Antonio Pregeli Neto - orientador
Centro Universitário Univates

Prof. Ms. Ivandro Carlos Rosa
Centro Universitário Univates

Prof. Ms. Márlon Augusto Longhi
Centro Universitário Univates

Lajeado, junho de 2017.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, em especial aos meus pais Alcir Borille e Anelice Borille, que sempre me deram apoio em todos os momentos e são a base do meu ser.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço aos meus pais Anelice e Alcir Borille, por me ensinarem valores como a humildade, a honestidade, a serenidade e a educação, me guiando através das escolhas para sempre seguir pelo rumo certo, por terem me apoiado em minhas decisões e quando eu estive em dificuldade. A minha companheira, Luana Brunetto Caron, que sempre apoiou em todas as etapas e a meus irmãos, Rodrigo e Maeli Borille, que estão sempre dispostos a ajudar.

Ao meu orientador, Antonio Pregeli Neto, que através de seu conhecimento me auxiliou com muita competência, sempre sendo paciente e dedicado. A banca avaliadora com as contribuições para melhorias deste trabalho e a todos professores da instituição, que também são responsáveis pela minha formação pessoal e profissional.

RESUMO

A busca pela viabilidade econômica, redução de custos e aumento de produtividade para a concepção de um edifício geram a necessidade da modernização e criação de novas tecnologias para o setor da construção civil. Desse modo, a tecnologia de Painel pré-fabricado arquitetônico concreto (PPAC), surge como uma alternativa para o setor. Assim, este trabalho visou analisar um edifício, perante um estudo de caso, levantando dados e parâmetros para a realização de simulações o qual objetivaram a descoberta do ponto em que a tecnologia de PPAC viabiliza a edificação estudada. O estudo demonstrou, em análise preliminar, com as dimensões padrão do edifício, que a alvenaria de vedação com bloco cerâmico, apresenta uma redução de custo de 22,85% e acréscimo de tempo de 50%. Com base nestes dados, foram simulados valores em uma escala crescente de áreas e custos, projetados em uma linha do tempo em meses, atingindo a viabilidade com a tecnologia de painéis, acima de 8 pavimentos, a partir da área construída de 4.240,15 m², representando a redução no custo em 0,26% e 50% de redução de tempo.

Palavras-chave: Painel pré-fabricado arquitetônico de concreto; Viabilidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal e bloco cerâmico de vedação com furos na vertical.....	24
Figura 2 - Empilhamento de blocos cerâmicos com amarração entre eles.	26
Figura 3 - Equipamentos auxiliares na execução das alvenarias.....	27
Figura 4 - Edifício Liberdade I - OAS - Porto Alegre/RS.....	31
Figura 5 - Cores do agregado natural	32
Figura 6 - Casa Rosa - CFL - Porto Alegre/RS	33
Figura 7 - AEL Sistemas, Porto Alegre/RS.....	35
Figura 8 - PUC - RS	35
Figura 9 – Edifício Liberdade I - OAS, Porto Alegre/RS	36
Figura 10 - Bourbon Walling - Porto Alegre/RS.....	36
Figura 11 - Acabamentos com moldes texturizados.....	37
Figura 12 - Acabamentos com agregados expostos	37
Figura 13 - Fixação dos painéis	45
Figura 14 - Junta selada.....	46
Figura 15 - Equipamento de içamento	47
Figura 16 - Fachada do edifício.....	74
Figura 17 - Localização do empreendimento (sem escala).....	75
Figura 18 – Plantas baixas de subsolo e térreo (sem escala).....	75
Figura 19 – Plantas baixas primeiro pavimento e pavimento tipo (sem escala)	76

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparação dos custos em relação ao CUB.....	79
Gráfico 2 - Convencional construtora x PPAC.....	85
Gráfico 3 - Convencional CSL 8N x PPAC.....	86
Gráfico 4 - Convencional CSL 16N x PPAC.....	87
Gráfico 5 - Representação de todos os casos simulados	88
Gráfico 6 - Variação no tempo de execução	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dimensões de blocos cerâmicos de vedação	25
Quadro 2 - Traços indicativos para alvenarias de vedação.....	27
Quadro 3 - Sugestão de traços de emboço.....	29
Quadro 4 - Sugestão de traços de reboco	30
Quadro 5 – Simulações propostas	77
Quadro 6 - Resumo do orçamento	78
Quadro 7 - Composição deduzida para PPAC	79
Quadro 8 - Composição deduzida para alvenaria	80
Quadro 9 - Composição CUB/RS do mês de março de 2016	80
Quadro 10 - Composição das despesas indiretas.....	80
Quadro 11 - Custo de construção direto calculado	81
Quadro 12 - Custo indireto para PPAC	81
Quadro 13 - Custo indireto para convencional	81
Quadro 14 – Custos totais para PPAC.....	82
Quadro 15 – Custos totais para convencional.....	82
Quadro 16 – Custos totais para convencional CUB/RS	83
Quadro 17 - Resultados da simulação no Caso 1	84
Quadro 18 - Resultados da simulação no Caso 2.....	85
Quadro 19 - Resultados da simulação no Caso	86

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Quantidade de blocos	56
Equação 2 - Volume de argamassa	56
Equação 3 - Custo de mão de obra.....	63
Equação 4 - Taxa de custo específico	68
Equação 5 - Taxa de rateio da Administração Central	69
Equação 6 - Taxa de despesa financeira	69
Equação 7 - Taxa de imposto sobre serviço	70
Equação 8 - Preço unitário de um serviço qualquer.....	71
Equação 9 - Preço unitário de um determinado serviço.....	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
BDI	Benefício e Despesas Indiretas
CD	Custo Direto
CMO	Custo de Mão de Obra
CUB	Custo Unitário Básico
CUT	Custo por Unidade de Tempo
PCI	Precast/Prestressed Concrete Institute
PMO	Produtividade
PPAC	Painel pré-fabricado arquitetônico de concreto
QS	Tipo de Serviço
SVVIE	Sistema de Vedação Vertical Interno e Externo
TCPO	Tabelas de Composições de Preços

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Justificativa.....	14
1.2 Objetivos	18
1.2.1 Objetivo geral	18
1.2.2 Objetivos específicos.....	18
1.3 Delimitação	18
1.4 Estrutura do trabalho	18
2 SISTEMAS DE VEDAÇÃO VERTICAL DE FACHADA.....	20
2.1 Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos	23
2.1.1 Bloco cerâmico.....	24
2.1.2 Argamassa de assentamento	26
2.1.3 Equipamentos e ferramentas	27
2.1.4 Execução da alvenaria	28
2.1.5 Revestimento.....	29
2.1.5.1 Chapisco	29
2.1.5.2 Emboço	29
2.1.5.3 Reboco	30
2.1.5.4 Pintura	30
2.2 Painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto	31
2.2.1 Características dos painéis em concreto arquitetônico	36
2.2.2 Tipos de painéis em concreto arquitetônico	38
2.2.3 Tipos de moldes	38
2.2.4 Materiais utilizados	39
2.2.5 Transporte e armazenamento	40
2.2.6 Projeto de fachadas pré-fabricadas.....	41

2.2.6.1 Diretrizes de projeto.....	41
2.2.6.2 Técnicas de composição.....	42
2.2.6.3 Módulos compositivos.....	43
2.2.6.4 Coordenação dimensional.....	43
2.2.6.5 Coordenação modular.....	43
2.2.6.6 Paginação de fachadas.....	43
2.2.6.7 Detalhamento dos painéis.....	44
2.2.7 Fixações.....	44
2.2.7.1 Conformação de juntas.....	45
2.2.8 Instalação e montagem.....	46
3 O PLANEJAMENTO FINANCEIRO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	49
3.1 Orçamentação.....	50
3.1.1 Etapas da orçamentação.....	51
3.1.2 Níveis de detalhe do orçamento.....	52
3.1.2.1 Estimativa de custo.....	52
3.1.2.2 Orçamento preliminar.....	53
3.1.2.3 Orçamento analítico ou detalhado.....	54
3.2 Levantamento de quantidades.....	54
3.2.1 Levantamento de Alvenaria de blocos cerâmicos.....	55
3.2.1.1 Área de alvenaria.....	55
3.2.1.2 Quantidade de blocos e argamassa de levante.....	56
3.2.1.3 Chapisco, reboco, emboço e pintura.....	56
3.2.2 Levantamento de Painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto.....	56
3.3 Composição de custos.....	57
3.3.1 Composição de custos unitários.....	58
3.3.1.1 Fonte das composições de custos unitários.....	58
3.3.2 Índice de produtividade.....	58
3.3.2.1 Faixas de produtividade.....	59
3.4 Curva ABC.....	59
3.5 Custos diretos.....	60
3.5.1 Mão de obra.....	62
3.5.2 Materiais.....	63
3.5.3 Equipamentos.....	64
3.6 Custo indireto.....	65
3.7 Método de cálculo.....	66
3.7.1 Cálculo dos custos diretos.....	66

3.7.2 Cálculo dos custos indiretos	68
3.7.3 Cálculo analítico dos preços unitários.....	71
4 METODOLOGIA DE PESQUISA	73
4.1 Classificação da pesquisa.....	73
4.2 Unidade caso	74
4.3 Materiais e métodos	76
5 ESTUDO DE CASO	78
6 ANÁLISE DE RESULTADOS	84
7 CONCLUSÃO	90
8 REFERÊNCIAS.....	91
9 APÊNDICE.....	95
10 ANEXOS	97

1 INTRODUÇÃO

A busca pela viabilidade econômica, redução de custos e aumento de produtividade para a concepção de um edifício geram a necessidade da modernização e criação de novas tecnologias para o setor da construção civil.

Muito difundida nos EUA e Europa, a tecnologia de vedação vertical de fachadas por Painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto está presente no Brasil há, aproximadamente, 20 anos, porém a difusão da tecnologia depende de estudos no que tange a sua à viabilidade.

Assim, esta monografia tem como objetivo uma análise dos custos envolvidos para a concepção da vedação vertical de um edifício com Painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto em comparação com a vedação convencional de blocos cerâmicos visando à obtenção de um ponto de equilíbrio de viabilização entre as tecnologias.

A metodologia desse estudo envolverá o levantamento dos custos necessários para a execução do edifício para ambas as tecnologias, em um único edifício padrão estabelecido, realizando-se um comparativo para a obtenção de um ponto de viabilidade econômica para o emprego da tecnologia de painéis pré-fabricado de concreto arquitetônico.

1.1 Justificativa

O cenário da construção civil brasileira, quando comparado com EUA e o da Europa, demonstra necessidade de crescimento em produtividade, desenvolvimento

de inovações, racionalização, bem com o padronização e aumento de escala, levando-se em consideração a sustentabilidade (FILHA et al., 2009).

A modernização dos processos construtivos visa a redução de custos e a obtenção de produtividade, considerando-se um cenário competitivo, cujo setor exige o estabelecimento de novas estratégias de atuação (ALMEIDA, 2010).

A execução de edificações pelo processo convencional, amplamente utilizado no Brasil, é promovida por processos com altos custos, baixo nível de planejamento, baixa qualificação do trabalhador, altos índices de desperdícios, baixa qualidade, associação de patologias e desempenho ambiental (FILHA et al., 2009).

Utilizada pelas empresas para se manter no mercado, a introdução de métodos e processos inovadores vem tornando a atividade mais competitiva e impulsionando o processo de industrialização. Caracterizados geralmente pelo uso de componentes mais tecnológicos, permitem agregar valor ao processo de produção e ao edifício (TEMOCHE-ESQUIVEL et al., 2006).

Com o estímulo à racionalização e à industrialização, pesquisas relacionadas à criação de novos sistemas construtivos surgiram no Brasil a partir de 1980. Nessa época, a partir de estudos desenvolvidos pelo Instituto de Pesquisa e Tecnologia do Estado de São Paulo (IPT), surgiram diversos elementos e sistemas construtivos como alvenaria estrutural de bloco de concreto, painéis de argamassa armada e painéis cerâmicos, sendo que alguns deles podem ter a função tanto de vedação vertical, quanto horizontal (ABDI, 2015).

De acordo com Franco (1998), a vedação vertical ocupa posição estratégica entre os serviços da construção de edifícios, tendo como principais funções compartimentar a edificação e propiciar aos ambientes o motivo pelo qual foram projetados. Também, ocupando posição de destaque em um edifício, a fachada faz a proteção dos agentes externos e define a estética das edificações, tendo participação significativa nos custos da obra (MEDEIROS et al., 2014)

Franco (1998), descreve que a vedação pode não ser o item que pesa mais no orçamento, porém quando associado com outros subsistemas como

impermeabilização, revestimentos e pintura, esse conjunto representa um alto custo de produção.

Vedações de fachada, incluindo as paredes de alvenaria, esquadrias com vidro e revestimentos convencionais aderidos, representam até 30% do custo total de uma edificação no Brasil (MEDEIROS et al., 2014).

Franco (1998) cita, ainda, que é na produção da vedação vertical, principalmente dos “vedos” e dos revestimentos que se observam os maiores índices de desperdícios, tanto de materiais como de mão de obra empregada.

Essa situação apontada por FRANCO (1998) torna-se um elemento fundamental para o planejamento e organização da produção da obra e, segundo o autor, a produção da vedação vertical tem interfaces com a maioria dos serviços a serem realizados para a execução da obra. Desse modo, o planejamento inadequado leva a problemas como interferência entre serviços, retrabalho e desperdícios.

Segundo Oliveira; Sabbatini (2003), a racionalização do processo de produção tem sido um desafio para as construtoras, no que tange à racionalização dos processos com a implantação de mudanças tecnológicas, como fachadas pré-fabricadas em edifícios de múltiplos pavimentos.

Buscando otimizar a produção dos elementos de vedação vertical, algumas empresas incorporadoras e construtoras têm optado pela pré-fabricação como alternativa aos processos tradicionais (TEMOCHE-ESQUIVEL et al., 2006).

Nesse sentido, Oliveira (2002) descreve que a introdução de métodos inovadores, como as fachadas pré-fabricadas, visa a velocidade de execução dos serviços, o aumento da produtividade da mão de obra, a redução dos serviços, a redução das etapas de produção em canteiro, a eliminação de entulhos e a garantia de qualidade.

Barros; Sabbatini (2003) destacam que, para a empresa usufruir de bons resultados com a implantação de novas tecnologias, precisará de uma adequada metodologia de ação, contemplando aspectos tecnológicos, organizacionais e de gestão do processo de produção para transformar as relações de produção, buscando um patamar mais elevado no desenvolvimento tecnológico e organizacional.

Vale colocar que, fortalecendo o uso de sistemas construtivos industrializados, tem-se como características maior planejamento e estudos de viabilidade técnico-econômica e de logística, bem como melhores condições de trabalho e de desempenho ambiental (ABDI, 2015).

Assim, a adoção de soluções industrializadas possibilita a obtenção de economias de escala na produção, contribuindo para a redução de custos produtivos e o aumento da produtividade (DECONCIC/FIESP 2012).

De acordo com o Precast/Prestressed Concrete Institute (PCI, 2007), a execução da fachada com Painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto, cumpre o cronograma geral de construção mais rapidamente, reduzindo os custos intermediários de financiamento e gestão de construção, diminuindo automaticamente, o custo global de longo prazo do edifício.

No âmbito econômico, a redução do tempo de obra é uma das principais vantagens do sistema industrializado, de forma que a produção fora do canteiro de obra acelera o processo de produção ou a fase de execução dos serviços, eliminando assim, o tempo de espera entre a abertura de frentes de trabalho, diferente de como é na forma convencional. Seguindo um planejamento de entrega dos elementos na obra e com controle do tempo na execução, evita-se o acúmulo de insumos no canteiro de obras. A diminuição do tempo de obra reduz os custos fixos, como, por exemplo, os gastos com salários e aluguéis (ABDI, 2015).

Desse modo, fica evidente que, as empresas que buscam ganhos em produtividade e diminuição de perdas, bem como se manterem atuantes em um mercado que se encontra altamente competitivo, necessitam investir na busca por métodos de racionalização da produção. Dessa forma, a pesquisa e o incentivo para a consolidação de tecnologias que venham a agregar em lucratividade e produtivamente na construção civil, se fazem necessárias para o desenvolvimento do setor a nível nacional.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo principal analisar a viabilidade econômica para construção de um edifício, utilizando como elemento de vedação de fachada, a tecnologia de Painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto (PPAC) em comparação com alvenaria de vedação com de bloco cerâmico.

1.2.2 Objetivos específicos

a) levantamento dos quantitativos e custos para construção do edifício especificado utilizando de Painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto;

b) levantamento dos quantitativos e custos para construção do edifício especificado utilizando de alvenaria de vedação com blocos cerâmicos;

c) comparativo e simulação dos custos;

d) obtenção do ponto de viabilidade econômica utilizando a tecnologia de painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto para o edifício especificado.

1.3 Delimitação

Para a realização deste trabalho, é utilizado como objeto de estudo, um edifício comercial, constituído de 5 pavimentos e área total de 2.689,15m². Os levantamentos de quantitativos e custos são fornecidos pela construtora responsável pela obra.

1.4 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está dividido em 07 capítulos, sendo eles:

Capítulo 01 – Contém a apresentação do trabalho, sendo parte integrante a introdução, justificativa, objetivos, delimitação e metodologia, visando a apresentação e a forma de como o conteúdo será abordado;

Capítulo 02 – Nesse capítulo, é introduzido o tema Vedações verticais de edifícios, no qual são apresentados a importância e os requisitos de desempenho para as fachadas. Em seguida, são apresentadas as tecnologias de vedação de alvenaria em blocos cerâmicos e de Painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto;

Capítulo 03 – A abordagem bibliográfica de orçamento e custos na construção civil é concebida nesse capítulo, enfatizando os itens necessários para o levantamento de custos para as tecnologias estudadas;

Capítulo 04 – Esse capítulo apresenta a abordagem da metodologia adotada para o estudo;

Capítulo 05 – Estudo de caso para a obtenção dos custos frente às tecnologias estudadas;

Capítulo 06 – Nesse capítulo são apresentados e analisados os resultados obtidos com a pesquisa proposta;

Capítulo 07 – No último capítulo desse trabalho, serão apresentadas as conclusões e sugestões para trabalhos complementares ao tema estudado.

2 SISTEMAS DE VEDAÇÃO VERTICAL DE FACHADA

O sistema de vedação vertical interno e externo (SVVIE), de acordo com a NBR 15575 (ABNT, 2013), limita verticalmente a edificação e seus ambientes através das fachadas e paredes ou divisórias internas. Este sistema é composto por três elementos básicos: Vedo - caracteriza a vedação vertical; Revestimento - possibilita o acabamento decorativo da vedação, incluindo a pintura; e Esquadria – que permite o controle de acesso aos ambientes.

De acordo com Oliveira; Sabbatini (2003), a vedação vertical, juntamente com as esquadrias, tem a função de dar condições de habitação ao edifício, limitando os ambientes internos e externos e dando as características requeridas pelo usuário.

Para Sabbatini; Franco (2001), a vedação pode ser externa (de fachada) ou interna, de acordo com a posição do edifício. A técnica de execução pode ser a úmido ou por acoplamento a seco. A densidade superficial das vedações pode ser leve (densidade de 60 a 100kg /m², sem função estrutural), ou pesada (acima do limite convencional, podendo ou não ter função estrutural). A estruturação pode ser autoportante (vedação se auto suporta) ou estruturada (possui estrutura de suporte). Sua continuidade em relação à distribuição de esforços pode ser contínua, ou seja, a absorção dos esforços se dá no pano como um todo, ou descontínua, no qual há presença entre os componentes. A continuidade superficial pode ser monolítica (sem juntas aparentes) ou modular (com juntas aparentes). Com relação ao grau de industrialização dos processos, pode ser industrializado, racionalizado ou semi-industrializado.

As vedações verticais fazem parte do sistema responsável pela estética e estanqueidade das edificações. As vedações podem ser convencionais (bloco cerâmico ou concreto), pré-moldados, painéis pré-fabricados de concreto, painéis metálicos termoisolantes, *light steel framing*, dentre outros (ABDI, 2015).

As vedações verticais ou de fachadas que não fazem parte da estrutura principal do edifício, pois não possuem função estrutural, precisam ser dimensionadas para resistir aos esforços oriundos da ação do vento, cargas acidentais e seu peso próprio. (MEDEIROS, et al, 2014)

A NBR 15575-4 (ABNT 2013) dispõe os Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas (SVVIE) para edificações habitacionais e estabelece os requisitos, os critérios e os métodos para a avaliação do desempenho de sistemas de vedações internas e externas relativos ao:

Desempenho estrutural

- a) Estabilidade e resistência estrutural dos sistemas de vedação internos e externo;
- b) Deslocamentos, fissuração e ocorrência de falhas nos sistemas de vedações verticais internas e externas;
- c) Solicitações de cargas provenientes de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações internas e externas;
- d) Impacto de corpo mole nos sistemas de vedações verticais internas e externas, com ou sem função estrutural;
- e) Ações transmitidas por portas;
- f) Impacto de corpo duro incidente nos SVVIE, com ou sem função estrutural;
- g) Cargas de ocupação incidentes em guarda-corpos e parapeitos de janelas;

Segurança contra incêndio

- a) Dificultar a ocorrência da inflamação generalizada;

- b) Dificultar a propagação do incêndio;
- c) Dificultar a propagação do incêndio e preservar a estabilidade estrutural da edificação.

Estanqueidade

- a) Infiltração de água nos sistemas de vedações verticais externas (fachadas);
- b) Umidade nas vedações verticais externas e internas decorrente da ocupação do imóvel;

Desempenho térmico

- a) Adequação de paredes externas;
- b) Aberturas para ventilação;

Desempenho acústico

- a) Níveis de ruído admitidos na habitação;

Durabilidade e manutenibilidade

- a) Vida útil de projeto dos sistemas de vedações verticais internas e externas;
- b) Manutenibilidade dos sistemas de vedações verticais internas e externas;

De acordo com Santiago (2007), a fachada é responsável por cerca de 15 a 40% do custo total da construção. No período de vida útil do edifício, esses custos podem chegar até 40% dos gastos energéticos. A tendência para a industrialização da vedação vertical das fachadas e a coordenação modular começa a ser utilizada na busca pela racionalização e diminuição do desperdício.

Medeiros et al. (2014) aponta que a avaliação dos custos é feita de forma qualitativa e relativa, levando em conta cada fator, no custo final e global da obra. Os fatores que podem ser observados são: impacto na logística da obra; necessidade de equipamento; nível de pré-montagem; velocidade de montagem; viabilidade de montagem; viabilidade de ajustes durante a montagem; terminalidade; necessidade de acabamento final; incremento de desempenho acústico, desempenho térmico,

segurança contra incêndio e durabilidade; manutenibilidade; cadeia produtiva; contrato de responsabilidade técnica; estimativa e preço (R\$/m²).

Nesse estudo, serão abordados os sistemas de vedação vertical de fachadas com de alvenaria de blocos cerâmicos e Painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto, ambos sem função estrutural.

2.1 Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos

A indústria da cerâmica é uma das mais antigas do mundo, em vista da facilidade da fabricação e da abundância de matéria prima. O processo de fabricação do bloco cerâmico obedece às seguintes fases: extração do barro, preparo da matéria prima, modelagem, secagem, cozimento e esfriamento (Bauer, 1994).

Ambrozewicz (2015) define alvenaria como um conjunto coeso e rígido, de tijolos ou blocos (elementos de alvenaria), unidos entre si de modo estável pela combinação de juntas e interposição de argamassa, fabricados em cerâmica ou concreto.

Assim, a alvenaria pode ser empregada na confecção de diversos elementos construtivos (paredes, sapatas e outras) e pode ter função estrutural ou de vedação (AMBROZEWICZ, 2015).

A alvenaria de vedação é o conjunto de paredes constituída pelo assentamento de tijolos maciços ou blocos vazados com argamassa, com a função de resistir somente ao peso próprio e a pequenas cargas de ocupação (THOMAZ et al., 2009).

Desse modo, as paredes utilizadas como elemento de vedação, devem possuir características técnicas como resistência mecânica, isolamento térmico e acústico, resistência ao fogo, estanqueidade e durabilidade (AMBROZEWICZ, 2015).

De acordo com Almeida (2010), o método de construção com execução vertical de fachadas moldadas in loco, mais comum, usado no Brasil, é o de alvenaria de blocos cerâmicos, com revestimentos de argamassa e acabamento em pintura ou revestimento cerâmico.

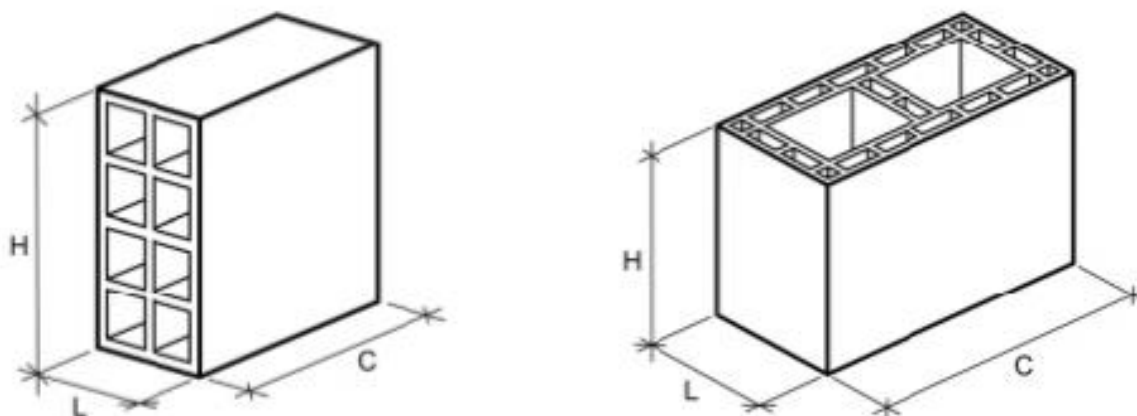
2.1.1 Bloco cerâmico

O bloco cerâmico de vedação, pode ser caracterizado como um componente vazado, com furos prismáticos perpendiculares às faces que os contêm, que integra alvenarias de vedação intercaladas nos vãos de estruturas de concreto armado, aço ou outros materiais. (THOMAZ et al., 2009).

A NBR 15270-1 - Componentes Cerâmicos Parte 1: Blocos Cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos (ABNT, 2005), define os termos e fixa requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis para os blocos cerâmicos de vedação a serem utilizados em obras de alvenaria de vedação.

Consideram-se dois tipos de blocos quanto ao direcionamento de seus furos prismáticos, de acordo com a NBR 15270-1 (ABNT, 2005), conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal e bloco cerâmico de vedação com furos na vertical.



Fonte: NBR 15270-1 (ABNT, 2005)

De acordo com a NBR 15270-1 (ABNT, 2005), as dimensões de fabricação (largura - L, altura - H e comprimento - C) devem ser correspondentes a múltiplos e submúltiplos do módulo dimensional $M = 10 \text{ cm}$ menos 1 cm, conforme dimensões padronizadas indicadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Dimensões de blocos cerâmicos de vedação

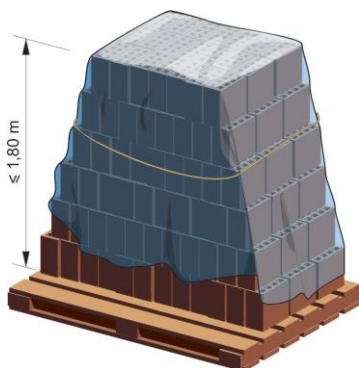
Dimensões LxHxC Módulo Dimensional M= 10cm	Dimensões de Fabricação cm			
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)	
			Bloco principal	½ Bloco
(1) M x (1) M x (2) M	9	9	19	9
(1) M x (1) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (3/2) M x (2) M		14	19	9
(1) M x (3/2) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (3/2) M x (3) M			29	14
(1) M x (2) M x (2) M		19	19	9
(1) M x (1) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (2) M x (3) M			29	14
(1) M x (2) M x (4) M			39	19
(5/4) M x (5/4) M x (5/2) M		11,5	11,5	24
(5/4) M x (3/2) M x (5/2) M	14		24	11,5
(5/4) M x (2) M x (2) M	19		19	9
(5/4) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(5/4) M x (2) M x (3) M			29	14
(5/4) M x (2) M x (4) M	14	19	39	19
(3/2) M x (2) M x (2) M			14	9
(3/2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(3/2) M x (2) M x (3) M			29	14
(3/2) M x (2) M x (4) M			39	19
(2) M x (2) M x (2) M	19	19	19	9
(2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(2) M x (2) M x (3) M			29	14
(2) M x (2) M x (4) M			39	19
(5/2) M x (5/2) M x (5/2) M	24	24	24	11,5
(5/2) M x (5/2) M x (3) M			29	14
(5/2) M x (5/2) M x (4) M			39	19

NOTA: Os blocos com largura de 6,5 cm de altura serão admitidos excepcionalmente, apenas em funções secundárias (como em "shafts" ou pequenos enchimentos e respaldados por projeto com identificação do responsável técnico).

Fonte: NBR 15270-1 (ABNT, 2005)

Os blocos cerâmicos devem ser estocados em pilhas com altura máxima de 1,80 m, apoiadas sobre superfície plana, limpa e livre de umidade ou materiais que possam impregnar a superfície dos blocos. Quando a estocagem for feita a céu aberto, deve-se proteger as pilhas de blocos contra as chuvas, de maneira a impedir que os blocos sejam assentados com excessiva umidade (Figura 2) (THOMAZ et al., 2009).

Figura 2 - Empilhamento de blocos cerâmicos com amarração entre eles.



Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT¹, 2009.

2.1.2 Argamassa de assentamento

Para o assentamento dos blocos, recomendam-se as argamassas mistas, compostas por cimento e cal hidratada. A argamassa pode ser industrializada ou preparada em obra. O cimento exerce função na aderência, resistência mecânica e na estanqueidade à água das juntas. A cal propicia menor módulo de deformação às paredes, com maior potencial de acomodar movimentações resultantes de deformações impostas. As areias devem ser lavadas e bem granuladas, recomendando-se utilizar areias médias. O cimento, a cal hidratada e eventuais argamassas industrializadas, materiais fornecidos em sacos, devem ser armazenados em locais protegidos da ação das intempéries e da umidade do solo. A estocagem da areia deve ser feita em local limpo, de fácil drenagem e sem possibilidade de contaminação por materiais estranhos que possam prejudicar sua qualidade (THOMAZ et al., 2009).

O traço da argamassa deve ser estabelecido em função das diferentes exigências de aderência, impermeabilidade da junta, poder de retenção de água,

¹ http://www.ipt.br/centros_tecnologicos/cetac/projetos/2-digos_de_praticas_na_construcao_civil.htm

plasticidade requerida para o assentamento e módulo de deformação (THOMAZ et al., 2009).

O Quadro 2 apresenta traços indicativos de argamassa recomendado por Thomaz et al., (2009).

Quadro 2 - Traços indicativos para alvenarias de vedação

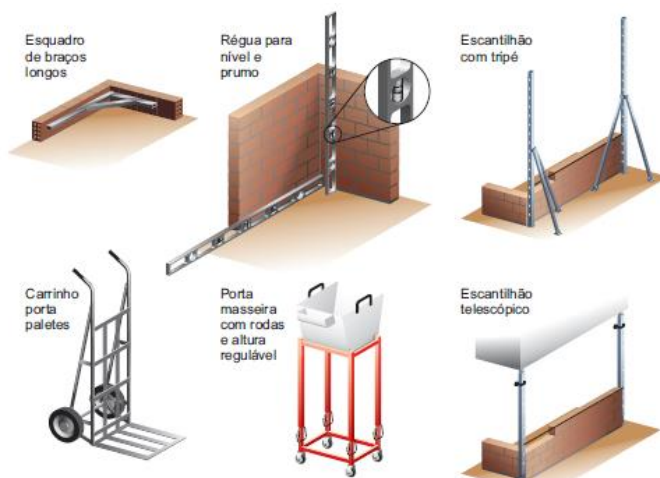
Material	Composição em volume – materiais na umidade natural			
	Cimento	Cal hidratada	Areia	Pedrisco
Argamassa de assentamento	1	2	9 a 12	-
Argamassa de fixação (“encunhamento”)	1	3	12 a 15	-
Graute / micro-concreto	1	0,1	2,5	2

Fonte: THOMAZ et al., 2009.

2.1.3 Equipamentos e ferramentas

Os equipamentos e ferramentas necessárias para o assentamento dos blocos são: colher de pedreiro, meia-cana, bisnaga, linha, esticadores de linha, régua de alumínio, prumo de face, escantilhões, broxa, nível de bolha e nível de mangueira, esquadros de braço longo, furadeira elétrica, pistola finca-pinos, conforme ilustrado na Figura 3 (THOMAZ et al., 2009).

Figura 3 - Equipamentos auxiliares na execução das alvenarias



Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT², 2009.

² http://www.ipt.br/centros_tecnologicos/cetac/projetos/2-digos_de_praticas_na_construcao_civil.htm

Conforme Almeida (2010), alguns equipamentos são tradicionalmente utilizados no transporte horizontal e vertical de materiais. Eles podem ser móveis, como porta-pallets, carrinhos de mão e caminhões e fixos como elevadores e andaimes suspensos.

2.1.4 Execução da alvenaria

O projeto de estrutura define a sequência de execução das vedações em cada pavimento. Em estruturas de concreto armado iniciam-se os serviços de alvenaria no mínimo 28 dias após a concretagem e, em edifícios com estrutura de aço, não há necessidade dessa espera (THOMAZ et al., 2009).

O assentamento da primeira fiada deve ser executado após a locação das alvenarias, através da transferência de cota e dos eixos de referência para o andar onde estão sendo realizados os serviços. (THOMAZ et al., 2009).

Para a elevação das alvenarias, é necessário que estejam à disposição a instalação no andar de guarda-corpos ou bandejas de proteção, fixação de plataforma de recepção de blocos e outros materiais, disponibilidade de carrinhos, porta-paletes, esquema de distribuição e empilhamento dos blocos, forma de transporte e preparação da argamassa de assentamento, disponibilidade de gabaritos para os vãos de portas e janelas, disponibilidade de andaimes, prévio recorte de telas para as ligações com pilares ou ligações entre paredes com juntas a prumo e outras (THOMAZ et al., 2009).

Os blocos são assentados de maneira escalonada (juntas em amarração), nivelados e aprumados com os blocos da primeira fiada. No máximo a cada duas ou três fiadas recomenda-se verificar o nivelamento e o prumo da parede (THOMAZ et al., 2009).

A fim de evitar-se a transferência de carga para as paredes de vedação, recomenda-se a execução da fixação ou encunhamento, porém não deve ser executada antes que a parede do andar superior esteja construída (Thomaz et al., 2009).

2.1.5 Revestimento

De acordo com Ambrozewicz (2015), os revestimentos são executados visando permitir às alvenarias maior resistência ao choque ou abrasão, impermeabilizá-las ou aumentar a qualidade de isolamento térmico e acústico.

2.1.5.1 Chapisco

Ambrozewicz (2015) caracteriza chapisco como um revestimento rústico de argamassa, com espessura média de 1,5 a 2,0 cm, aplicado sobre a alvenaria, aumentando a adesão da próxima camada. Composta por cimento e areia média ou grossa sem peneirar, é usual o traço 1:2, 1:3. A cura do chapisco se dá após 24 horas da aplicação.

2.1.5.2 Emboço

Composta por cimento, cal e areia, esta argamassa denominada emboço, é um revestimento de superfícies utilizado na construção civil, sendo considerado o corpo do revestimento. Sua função é fazer a vedação e regularização da superfície e a proteção da edificação, evitando a penetração de agentes agressivos. O período de cura do emboço, antes da aplicação de qualquer revestimento, deve ser de no mínimo sete dias. (AMBROZEWICZ, 2015).

Os traços recomendados por Ambrozewicz (2015) para o emboço em paredes externas são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Sugestão de traços de emboço

Tipo	Localização	Cimento	Cal	Pasta de cal (2)	Areia (1)	OBS
Parede	Superfícies externas acima do nível do terreno	1,0	2,0		8,0 a 10,0	-
		1,0	3,0		11,0 a 12,0	-
		1,0		1,5	8,0 a 10,0	-
		1,0		2,5	11,0 a 120	-
	Superfícies externas em	1,0	-	-	3,0 a 4,0	Recomenda-se a incorporação de aditivo impermeabilizante à

	contato com o solo					argamassa ou executar pintura impermeabilizante
(1) Areia com teor de umidade de 2% a 5%						
(2) Pasta obtida a partir da extinção de cal virgem com água						

Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT³, 2009.

2.1.5.3 Reboco

Ambrozewicz (2015) descreve que, o reboco é a aplicação de uma argamassa mista de cimento, cal e areia, podendo conter aditivos, tendo a função de formar uma superfície com espessura de 2 e 5mm, impermeabilizante quanto à água e lisa para receber acabamentos como a pintura. Sua aplicação é iniciada após a colocação dos peitoris, tubulações de elétrica e outros.

Os traços recomendados por Ambrozewicz (2015) para o reboco em paredes externas são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 - Sugestão de traços de reboco

Tipo	Localização	Cimento	Cal	Pasta de cal (2)	Areia (1)	OBS
Paredes	Superfícies externas acima do nível do terreno	-	1,0	-	2,0 a 3,5	-
		-	-	1,0	1,5 a 3,0	-
	Superfícies externas em contato com o solo	1,0	-	-	3,0 a 4,0	Recomenda-se a incorporação de aditivo impermeabilizante a argamassa ou executar pintura impermeabilizante
(1) Areia com teor de umidade de 2% a 5%						
(2) Pasta obtida a partir da extinção de cal virgem com água						

Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT⁴, 2009.

2.1.5.4 Pintura

Ambrozewicz (2015) define pintura como a camada de recobrimento de uma superfície, com espessura de 1,0 mm, com funções protetora e decorativa, obtida pela

³ http://www.ipt.br/centros_tecnologicos/cetac/projetos/2-digos_de_praticas_na_construcao_civil.htm

⁴ http://www.ipt.br/centros_tecnologicos/cetac/projetos/2-digos_de_praticas_na_construcao_civil.htm

aplicação de tintas e vernizes, por meio de técnicas específicas. Os principais tipos de tintas utilizados para alvenarias em exteriores são a acrílica e esmaltes sintéticos.

2.2 Painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto

Para Acker (2002), a utilização de concreto pré-moldado está relacionada a uma forma de construção econômica, durável, segura e versátil. A utilização dos sistemas de fachadas com painéis pré-fabricados de concreto pode ser executada para o fechamento vertical de edifícios residenciais e comerciais. Permite composição em cores, além do concreto cinza, e ser projetado como elemento estrutural ou somente de fechamento.

As fachadas realizadas com painéis de concreto arquitetônicos, de acordo com Barth; Vefago (2016), possibilitam fechamentos industrializados com grandes dimensões e acabamentos superficiais variados, compatíveis com diversos tipos de estruturas. A denominação “concreto arquitetônico” é originada das características superficiais desses painéis, que melhoram os aspectos compositivos da edificação.

Os painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto consistem na mistura de cimento, água, agregados e aditivos, moldados em uma forma específica e produzidos fora da obra ou em indústria. O concreto é colocado em formas, tipicamente de aço ou madeira, curado antes de ser retirado da forma. Estes componentes são depois transportados para o local de construção para o içamento e fixação na edificação (Precast Concrete Institute - PCI - 2007).

A Figura 4 apresenta guias fazendo o içamento dos painéis.

Figura 4 - Edifício Liberdade I - OAS - Porto Alegre/RS.

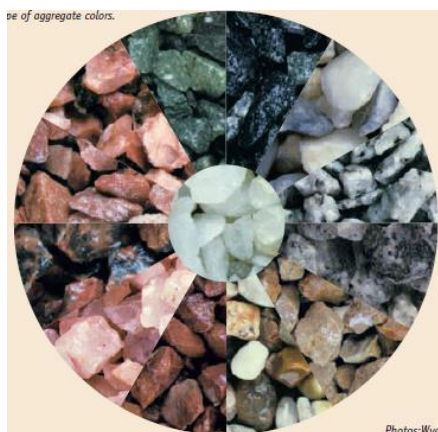


Fonte: MD Precast, 2015.

Quanto as características dos painéis, Barth; Vefago (2016) descrevem que são obtidas de processos de fabricação por meio de cores e tonalidades com o uso de cimento branco e pigmentos. As texturas, ranhuras e microrrelevos são obtidos através de moldes especiais e revestimentos pétreos, obtidos com a exposição de granilhas.

O processo produtivo torna os painéis arquitetônicos pré-fabricados de concreto, elementos versáteis de ampla escolha estética. Permitem trabalhar com amplo efeito em cores e texturas, agregados (Figura 5), pigmentação e várias técnicas de acabamento, tais como condicionamento ácido e jateamento abrasivo. As peças também permitem incorporar revestimentos de materiais tradicionais como cerâmica, pedra e outros tipos de acabamentos, resultando em um elemento pré-fabricado de alto desempenho (Precast Concrete Institute – PCI - 2007).

Figura 5 - Cores do agregado natural



Fonte: Precast Concrete Institute – PCI, 2007.

Acker (2002) aponta que as fachadas pré-fabricadas são adequadas para qualquer tipo de construção. As fachadas que suportam carga têm função dupla, decorativa e estrutural. Estas suportam as cargas verticais dos pavimentos e dos painéis superiores.

Geralmente empregadas com a combinação com as estruturas de esqueleto (composta por pilares, vigas e lajes), os painéis não estruturais de fachadas possuem função de vedação e acabamento, sendo fixados nessa estrutura, a qual pode ser de concreto pré-moldado, moldado no local ou metálica (ABDI, 2015).

A Figura 6 apresenta o emprego dos painéis em estrutura de esqueleto composta por pilares, vigas e lajes.

Figura 6 - Casa Rosa - CFL - Porto Alegre/RS



Fonte: MD Precast, 2015.

A vedação vertical por painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto consiste no acoplamento de placas pré-fabricadas, geralmente sem função estrutural, podendo apenas, ser transportadas e instaladas através de equipamentos de grande porte (Medeiros, 2014).

Os painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto proporcionam um revestimento produzido em fábrica, com alta qualidade. Além de arquitetura e acabamento sofisticados, os painéis podem fornecer a maioria ou todos os requisitos de desempenho que os revestimentos de fachadas necessitam. Podem ser rentáveis por causa da redução no tempo de trabalho e construção, porém necessita de equipamentos de elevação, manipulação e montagem dos painéis (MIGUEL, 2002).

A pré-fabricação permite a inspeção dos componentes antes da montagem na obra e traz racionalização ao canteiro de obras, o qual provém do uso mais efetivo da mão de obra e da redução do espaço no canteiro para o recebimento, estocagem, transporte e manuseio de materiais, quando comparado ao sistema convencional de vedação em alvenaria de blocos (MEDEIROS, 2014).

O tempo de execução das obras utilizando painéis pré-fabricados é um dos principais fatores de escolha dessa tecnologia. Almeida (2010), aborda as fases de projetos e de produção dos painéis que antecipam e possibilitam a realização do acoplamento em tempos relativamente curtos quando comparados com o sistema

tradicional. Esse encurtamento do tempo deve-se ao fato da maior parte das atividades de produção das fachadas serem transferidas para a indústria, permitindo o controle de produção e alcançando padrões de qualidade elevados, com menores riscos de atraso.

Para a execução de vedação vertical, Gerolla (2007), enfatiza que pode ser adotada a NBR 9062/2006, projeto de execução de estruturas de concreto pré-moldados. O autor esclarece que a norma estabelece requisitos exigíveis para o projeto e sua execução.

A NBR 16475/2017 estabelece os requisitos e procedimentos a serem atendidos no projeto, na produção e na montagem de painéis parede pré-moldados (ABNT, 2017).

Medeiros (2014) descreve que os painéis podem ser utilizados para a vedação em, praticamente, todo tipo de edificação, como edifícios industriais, comerciais e residenciais. O autor afirma ainda:

A redução do custo fixo da obra propiciada pela possibilidade de se reduzir o prazo final do cronograma tem permitido que este sistema ganhe espaço no cenário da construção civil, sobretudo em relação ao sistema convencional de vedação em alvenaria de blocos. Tal redução pode ser ainda mais significativa quando a edificação também for executada em estrutura em aço e quando os painéis são fornecidos com acabamento final (MEDEIROS, 2014, p55).

De acordo com Medeiros (2014), a necessidade de equipamento para a fixação dos painéis, pode induzir custos maiores e requerer logística mais elaborada no canteiro de obras, porém a redução do prazo final da obra pode trazer vantagens econômicas, demonstrando potencial de viabilidade para o sistema.

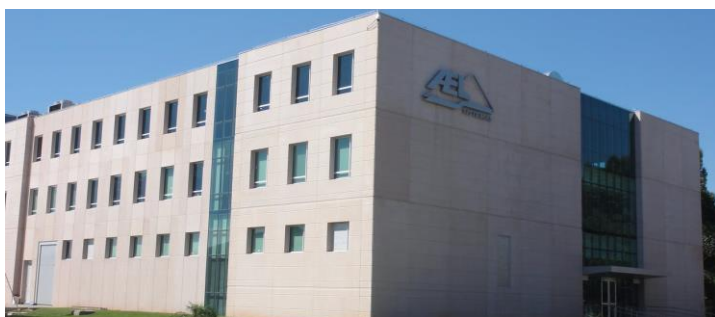
Para a exploração desse potencial, Medeiros (2014) destaca que deve ser feito um planejamento adequado da obra, de acordo com as necessidades e características deste sistema de vedação.

Oliveira; Sabatini (2004), destacam que o primeiro fator a ser observado é a elaboração de um projeto detalhado, levando em conta a compatibilização das interfaces entre os subsistemas e o atendimento aos requisitos mínimos de desempenho estabelecidos pela norma.

Outro fator de importância, destacado por Medeiros (2014), é tornar o trabalho mais produtivo através da adequação do planejamento e da logística no canteiro de obras, evidenciando a locação das guias para o transporte dos painéis, a tolerância junto aos fabricantes quanto à solução de problemas relacionados às peças e, por fim, priorizar a sequência de montagem, por pavimentos.

No Rio Grande do Sul, a utilização especialmente de painéis arquitetônicos tem crescido nos últimos anos, podendo-se citar obras exemplos como a sede da empresa AEL Sistemas (Figura 7), prédio PUC-RS (Figura 8), Edifício OAS I (Figura9) e Bourbon Walling (Figura 10).

Figura 7 - AEL Sistemas, Porto Alegre/RS



Fonte: MD Precast, 2015.

Figura 8 - PUC - RS



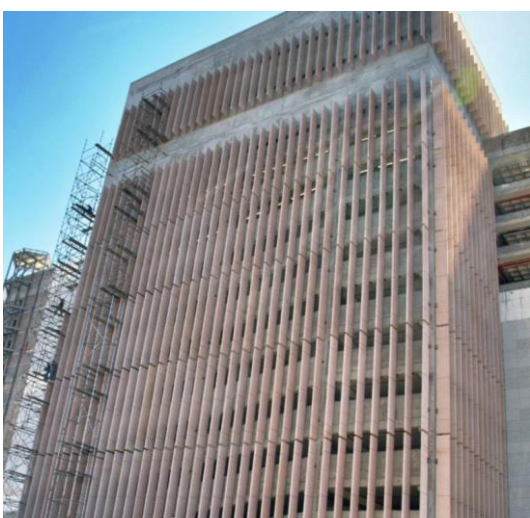
Fonte: MD Precast, 2015.

Figura 9 – Edifício Liberdade I - OAS, Porto Alegre/RS



Fonte: MD Precast, 2015.

Figura 10 - Bourbon Walling - Porto Alegre/RS



Fonte: MD Precast, 2015.

2.2.1 Características dos painéis em concreto arquitetônico

Os painéis em concreto arquitetônico são fabricados fora do canteiro de obras. Sua geometria segue uma modulação definida em projeto de arquitetura e, é possível a fabricação com diversos tipos de revestimentos, como pintura, argamassas decorativas e placas cerâmicas (MEDEIROS, 2014).

Barth, Vefago (2016) descrevem que os painéis arquitetônicos são realizados com concretos especiais reforçados por armaduras e os acabamentos superficiais são incorporados no seu processo de fabricação, dos quais ele cita:

a) Acabamentos com moldes texturizados: Diferentes texturas obtidas por moldes que simulam pedra natural, blocos de concreto, lambris de madeira e alvenarias de tijolos aparentes (Figura 11).

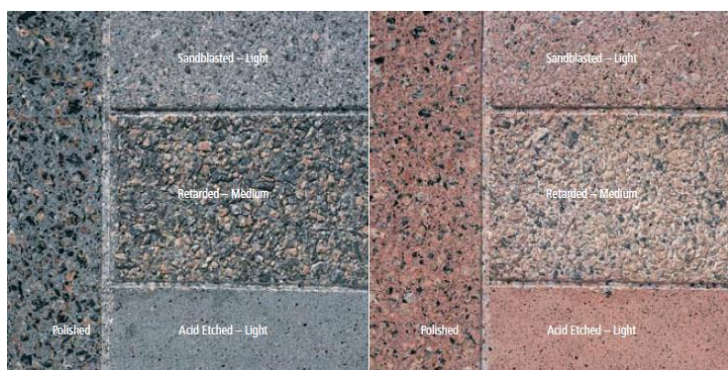
Figura 11 - Acabamentos com moldes texturizados



Fonte: MD Precast, 2015.

b) Acabamentos com agregados expostos: Através da exposição dos agregados da matriz cimentícia, obtém-se texturas com a combinação de agregados e médios, formada juntamente com cimento e areia fina e também o uso de cimento branco e pigmentos, destacando a coloração do agregado. O Precast/Prestressed Concrete Institute (PCI, 2007) classifica o nível de exposição dos agregados em: Leve (menor que 1 mm), Mediana (entre 1 mm e 2 mm) e Profunda (maior que 2 mm). Tais níveis de exposição acentuam e destacam as cores dos agregados (Figura 12). Para a exposição dos agregados, várias técnicas para a obtenção do acabamento superficial podem ser utilizadas, dentre elas destacam-se: Exposição de agregados com o uso de retardadores de pega; Tratamento superficial com soluções ácidas e Tratamento superficial com jato de cera.

Figura 12 - Acabamentos com agregados expostos



Fonte: Precast Concrete Institute – PCI, 2007.

2.2.2 Tipos de painéis em concreto arquitetônico

Barth; Vefago (2016) destacam que os painéis em concreto arquitetônico podem ser portantes ou de vedação. Os de vedação não recebem cargas de outros elementos, porém estão submetidos a cargas devido ao peso próprio, cargas térmicas e a ação do vento, transmitindo para a estrutura através das fixações. Farão parte deste estudo, apenas os painéis de vedação.

Barth; Vefago (2016) subdividem os painéis em:

a) Painel maciço: painel plano e maciço. Apresenta limitações quanto à resistência térmica, tamanho e espessura. É o painel com custos mais reduzidos;

b) Painel nervurado: possui parte externa lisa e a interna nervurada, formando uma câmara de ar, elevando o desempenho térmico;

c) Painel sanduíche com livre movimentação: apresenta duas camadas de concreto independentes unidas por meio de um cilindro central. Reduz as pontes térmicas e permite a livre movimentação da camada externa.

2.2.3 Tipos de moldes

Moldes são formas utilizadas na produção em série de painéis. Barth; Vefago (2016) descrevem que o tipo de molde depende das características e complexidade desejadas para o painel. O custo atribuído varia com o tipo de material empregado e o ritmo de produção.

Gerolla (2007) explica a utilização de pré-fabricados como garantia da execução de qualquer tipo de detalhe arquitetônico, ou seja, peças retas e até mesmo curvas.

Barth; Vefago (2016) apresentam os seguintes tipos de moldes:

a) Moldes metálicos: possibilitam excelente acabamento superficial e podem alcançar até 500 utilizações;

b) Moldes de madeira: apresentam facilidade no corte e montagem, assim como seus custos são baixos. Tendem a absorver a água do concreto e provocar variações dimensionais. Podem ser utilizadas, aproximadamente, 30 repetições;

c) Moldes de poliéster com fibra de vidro: observa-se a facilidade de montagem e permitem a obtenção de formas complexas e texturas e índices de repetição até 50 vezes.

d) Moldes elastômeros: com grande flexibilidade, são indicados para geometrias complexas ou com grande diversidade de detalhe superficial e;

e) Moldes GRC: possuem superfície lisa obtida com o compósito GRC, podendo ser utilizados em 50 repetições, aproximadamente.

2.2.4 Materiais utilizados

Os painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto são fabricados com cimento Portland, brita, areia, superplastificantes, água e, eventualmente pigmentos inorgânicos, que conferem cor às peças (MEDEIROS, 2014).

Na fabricação, pode ser controlada a qualidade da matéria-prima e a homogeneidade da produção para evitar variações de tonalidade dos painéis com função de vedação de fachada e também deve ser verificado o controle a resistência e a precisão dimensional dos painéis (MEDEIROS, 2014).

Barth; Vefago (2016) descrevem que a dosagem dos insumos que compõem a matriz cimentícia é em função das características específicas desejadas para um determinado tipo de aplicação.

Os principais insumos utilizados, de acordo com Barth; Vefago (2016) são:

a) Cimentos: com a diversidade de cimentos apresentados pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), os utilizados são: CP I e CP I-S, CP II, CP III, CP IV-32, CP V-ARI, CP-RS, BC e CPB. Cada tipo de cimento influencia na característica desejada para o painel;

b) Agregados: influenciam nas características reológicas do concreto e são classificados em miúdos, médios e graúdos. É possível fazer a diferenciação entre a camada interior e exterior com dosagem em função dos critérios estruturais;

c) Água: quanto maior a relação água/cimento, menor é a resistência mecânica do concreto. Influencia na tonalidade e luminosidade do concreto;

d) Aditivos: influenciam no tempo de pega e endurecimento do concreto. Diversos tipos de aditivos são utilizados, podendo citar: plastificantes, superplastificantes, aerantes, retardadores de pega, aceleradores de endurecimento, hidrófugos, microssílica e inibidores de corrosão;

e) Armaduras: têm a função de tornar os elementos de concreto resistentes aos esforços mecânicos que não são suportados somente pela matriz cimentícia, como tração, flexotração, torção e impedir a fissuração. É utilizado aço com resistência ao escoamento 500 Mpa (CA-50) e 600 Mpa (CA-60);

f) Telas: minimizam as perdas e a necessidade de amarração em obra. Seu espaçamento é padronizado e são produzidas com aço com resistência ao escoamento de 600 Mpa (CA-60). Também são classificadas de acordo com sua geometria.

2.2.5 Transporte e armazenamento

De acordo com Barth; Vefago (2016), o transporte interno dos painéis, na fábrica é feito através de pontes rolantes. O armazenamento é feito em dispositivos com inclinação entre 80° e 85°. São apoiados em pallets e transportados por caminhões e carretas, podendo ser descarregados individualmente ou em conjunto.

Esses painéis são descarregados no canteiro de obras, através de grua ou guindaste, podendo ser estocados até o momento de serem içados e fixados na posição final (BARTH; VEFAGO, 2016).

2.2.6 Projeto de fachadas pré-fabricadas

Barth; Vefago (2016) afirmam que o projeto da edificação se configura como um conjunto de processos que parte da concepção global, expressa por um projeto conceitual da edificação até a definição e o detalhamento dos diversos sistemas construtivos que a compõe. Sua função é a integração dos diversos subsistemas em uma fase que antecede a construção. Em sistemas pré-fabricados, a construção tende a seguir linhas de montagem com rapidez na execução, equipes independentes que trabalham nos subsistemas, fazendo-se necessária a logística operacional e a compatibilização dos projetos desses subsistemas.

2.2.6.1 Diretrizes de projeto

Segundo Barth; Vefago (2016), as principais diretrizes para o desenvolvimento do projeto buscam dar um caráter sistêmico à utilização de painéis pré-fabricados nas fachadas. Essas diretrizes são:

a) Modulação da estrutura: grande parte dos edifícios apresenta estrutura independente das vedações, fazendo com que estas se adequassem ao posicionamento dos pilares, vigas e lajes. Se não existir modulação estabelecida por pilares, pode-se utilizar estrutura auxiliar para a fixação dos painéis;

b) Dimensão dos painéis: são limitados pelo transporte rodoviário, cuja base varia de 7 m a 18 m de comprimento, 2,50 de largura e 4,50 de altura;

c) Dimensões das juntas: painéis grandes exigem juntas com maior largura e profundidade ou selantes com maior capacidade elástica. Entretanto, painéis pequenos conduzem uma grande quantidade de juntas, aumentando seus custos;

d) Padronização das fixações: as fixações nos pilares, vigas e lajes, podem ser realizadas por meio de insertes e de elementos de fixação dimensionados de acordo com os esforços, restrições e movimentações permitidas;

e) Racionalização dos moldes: painéis com alto índice de repetição podem ser produzidos com moldes de materiais mais duráveis, garantindo a conformidade dos elementos;

f) Logística operacional: deve prever locais de descarga e armazenamento e de livre movimentação dos painéis e dos equipamentos de montagem. O armazenamento deve ficar dentro do raio da grua e de fácil acesso para o içamento, garantindo conformidade com a sequência de montagem.

g) Segurança na montagem: operários que recebem e manuseiam os painéis no local de fixação devem utilizar equipamentos de proteção e segurança, como cintos paraquedas com dispositivos trava-quedas ligados aos pilares ou a elementos estruturais, evitando risco de queda e acidentes.

h) Condições para limpeza e manutenção: contemplar fácil acesso às fachadas com locais previstos para ancoragens de cadeiras suspensas, andaimes fixos ou móveis ou trilho para colocação de guindastes no topo do edifício.

2.2.6.2 Técnicas de composição

Com relação às técnicas de composição, Barth; Vefago (2016) afirmam que a disposição dos painéis possibilita destacar características como altura, longitude, reentrâncias e curvatura das fachadas. Para esses autores, as técnicas de composição podem ser utilizadas de modo a dar ênfase às intenções como:

a) Direcionalidade: os painéis podem servir como elementos indutores da direção, acentuando a horizontalidade ou verticalidade;

b) Simetria: é empregada para se obter o equilíbrio visual das fachadas e repetição de suas partes;

c) Repetição: possibilita a repetição dos componentes de fachadas e o aumento do número de reiteraões dos painéis, porém apresenta o risco de perder a expressividade devido à monotonia visual;

d) Ritmo: obtido pela simples repetição intercalada de um ou mais elementos ao longo da fachada ou pela disposição ordenada de painéis.

2.2.6.3 Módulos compositivos

Os módulos compositivos são formados por um conjunto de painéis-tipo que se repetem nas fachadas ao longo do perímetro do edifício, horizontalmente e verticalmente. As esquinas dos edifícios geram modificações, produzindo painéis de canto. As fachadas podem ser geradas pela repetição de um único módulo compositivo ou pela combinação de dois ou mais módulos, seguindo a coordenação dimensional compatibilizada com a estrutura do edifício (BARTH; VEFAGO, 2016).

2.2.6.4 Coordenação dimensional

De acordo com Rosso (1976), a coordenação dimensional é um instrumento geométrico, físico e econômico, pois está vinculada à composição arquitetônica, à tecnologia aplicada e à produção de elementos. A coordenação dimensional não só dimensiona os espaços, mas também possibilita a correta fabricação do produto, a integração e a correlação com outros sistemas construtivos.

Dessa forma, Barth; Vefago (2016) apontam que os painéis pré-fabricados não necessitam de uma modulação fixa, podendo ser adotada mais de uma, em função das características do projeto.

2.2.6.5 Coordenação modular

A coordenação modular é uma ferramenta projetual que adota uma unidade de medida para racionalizar o projeto e padronizar os elementos da construção, facilitando a fabricação e montagem dos componentes, sendo que o módulo básico adotado internacionalmente é de 10 cm (BARTH; VEFAGO, 2016).

2.2.6.6 Paginação de fachadas

A paginação é uma modalidade de projeto e, segundo Barth; Vefago (2016), busca a componentização das elevações do projeto, de modo a compatibilizar a sua produção por meio de elementos e painéis. Nessa etapa são previstos a padronização das fixações, o transporte e a forma de montagem dos painéis de fachada. Na

paginação os painéis costumam ser identificados por letras e números. Na otimização procura-se obter o maior número possível de repetições, aumentando a produtividade e reduzindo custos.

2.2.6.7 Detalhamento dos painéis

A paginação das fachadas origina famílias e tipos de painéis que dependem da modulação adotada e das características formais e construtivas. Esse projeto sintetiza as relações que se estabelecem entre os pilares, vigas, lajes, esquadrias, etc. As famílias são formadas por painéis que podem ser produzidos a partir do mesmo molde. O fabricante pode estabelecer famílias de painéis como painéis fechados, vazados, com aberturas, com variações dimensionais e ou especiais. (BARTH; VEFAGO, 2016).

2.2.7 Fixações

Barth; Vefago (2016) descrevem que as principais funções das fixações são: sustentação dos painéis, permitir as movimentações, promover ajustes, promover pontos de içamento e distribuir cargas. O projetista deve identificar as restrições nas condições da obra para o projeto de fixações. Os painéis não podem ser superfixados na estrutura para não restringir movimentações por variações térmicas e umidade. As ancoragens buscam assegurar as tolerâncias necessárias, permitindo o controle do posicionamento e ajuste dos painéis

Há uma grande variedade no sistema de fixação de painéis nas partes superiores e inferiores (Almeida, 2010). Essas precisam permitir graus de liberdade para movimentações que são resultados de variações de temperatura, de umidade, e da ação do vento, evitando o surgimento de esforços adicionais.

Almeida (2010) enfatiza, ainda, que as fachadas de painel que não possuem base horizontal para apoio, são aparafusadas e soldadas em dois pontos no topo do painel, para suporte do peso da peça. A fixação entre os painéis é feita por uma chapa metálica, aparafusada que tem por função resistir apenas às cargas de vento que poderiam causar rotação dos painéis ao redor de sua conexão. Na fixação é

necessário alinhar e nivelar os painéis e as ancoragens devem permitir esses ajustes (MEDEIROS, 2014).

A Figura 13 apresenta um exemplo de fixação dos painéis na estrutura.

Figura 13 - Fixação dos painéis



Fonte: MD Precast (2015)

2.2.7.1 Conformação de juntas

De acordo com Barth; Vefago (2016), as juntas são inerentes do sistema construtivo, exigindo especial atenção no dimensionamento e desempenho dos materiais utilizados. Os tipos de juntas são:

a) Juntas abertas: utilizadas em fachadas cortina ou em painéis externos onde o isolamento termo acústico não é exigido, pois os painéis são simplesmente encaixados;

b) Juntas seladas: utilizadas na maioria das fachadas executadas. Pode ser simples ou com dois estágios. Promove o selamento dos painéis, impedindo a passagem de água (Figura 14).

Figura 14 - Junta selada



Fonte: MD Precast (2015)

c) Juntas com perfil obturador: fechadas externamente com perfil de borrachas sintéticas;

d) Juntas com diafragma: juntas fechadas com painéis flexíveis posicionados em reentrâncias nas laterais dos painéis, que atuam como diafragmas, criando a câmara de descompressão que impede a passagem de água.

2.2.8 Instalação e montagem

Para Medeiros (2014), a instalação envolve três etapas principais: instalação das ancoragens na estrutura, içamento e acoplagem nas ancoragens e tratamento das juntas.

Barth; Vefago (2016), por sua vez, colocam que as operações que constituem a montagem das fachadas exigem o controle de atividades variáveis: determinação dos acessos, uso de equipamentos, armazenamentos, planejamento de operações sequenciais, controle de montagem e fixação de critérios de segurança. No caso da montagem, descrevem que são necessários:

a) Equipamentos de elevação e manipulação: os equipamentos utilizados para montagem na obra, não representam um fator que limita as operações e o tamanho dos painéis. As guias empregadas suportam o içamento de até 100 toneladas e guias móveis de 10 a 15 toneladas. Os equipamentos utilizados são guias de torre, devido ao seu alcance e maior capacidade de elevação (Figura 15). Pode-se

também utilizar guindastes e gruas móveis ou em conjunto. Os equipamentos mais utilizados na montagem de fachadas são os guindastes com lanças telescópicas e chassis com pneus;

Figura 15 - Equipamento de içamento



Fonte: MD Precast (2015)

b) Acessos na fase de montagem: devem satisfazer as necessidades organizacionais e logísticas nas distintas fases de execução da edificação;

c) Zonas de armazenamento na obra: uma maneira de manter o ritmo de montagem e evitar atrasos é o uso de zonas de armazenamento dos painéis no canteiro, que devem ser de fácil acesso da grua ou guindastes;

d) Operações cíclicas sequenciais: o içamento, colocação, alinhamento, prumo, nivelamento e fixação, formam operações cíclicas, que exigem a coordenação entre operários e o condutor da grua;

e) Sinalização para movimentação da grua: para a prevenção é necessária a utilização de códigos de sinais, que racionalizem a movimentação e montagem dos painéis;

Nesse sentido, a montagem pode ser realizada pelo próprio fabricante ou empresas terceirizadas. O responsável técnico da obra deve coordenar o recebimento, armazenamento, e montagem dos elementos pré-fabricados, com as operações do canteiro como vias de acesso, armazenamento, içamento e manipulação (BARTH; VEFAGO, 2016).

Os mesmos autores descrevem ainda que a produtividade da montagem pode variar bastante de acordo com a complexidade do projeto e com os tipos de dispositivos projetados para permitir os ajustes. Por outro lado, uma equipe composta de 6 a 8 pessoas pode instalar 10 painéis por dia para uma carga horária diária de 6 horas em condições normais de operação.

A execução das juntas entre os painéis, na maior parte é selada, de modo a garantir a estanqueidade do sistema construtivo, sendo realizada após a montagem dos painéis. Os selantes são classificados como monocomponetes ou bicomponentes, fornecidos em tubos e aplicados com pistolas. Os selantes são divididos em três tipos: elásticos (possuem a capacidade de deformar e se recuperar), plásticos (deformação não reversível) e elastoplásticos (une as propriedades dos plásticos e elásticos). A aplicação do selante envolve as etapas de limpeza das bordas do painel, proteção das bordas, aplicação da camada de base, colocação do perfil limitador de junta, aplicação do material selante e acabamento superficial do selante (BARTH; VEFAGO, 2016).

3 O PLANEJAMENTO FINANCEIRO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Para Goldman (2004), o planejamento geralmente fornece informações quanto à viabilidade econômica da obra através do custo de construção obtido pelo orçamento detalhado, cronograma físico-financeiro e pelo custo de construção de cada unidade da obra, de acordo com a NBR 12721/2006.

Ao iniciar o estudo de um novo empreendimento, Goldman (2004) aponta que, primeiramente, deve-se fazer a viabilidade técnico-econômica. Se a resposta para esta pergunta for “não”, é necessário buscar novo empreendimento e, se viável, parte-se para o planejamento. Nessa etapa, a programação físico-financeira deve ser elaborada. A fase de controle se dá durante a execução que deve ser acompanhado de acordo com o cronograma físico-financeiro. Por fim, os resultados são obtidos através da comparação e avaliação do planejamento com os dados obtidos no controle da obra.

Goldman (2004) descreve a necessidade da organização para que se tenha um bom planejamento e controle de obras. Daí surge a necessidade de possuir um plano de contas de construção, sendo através desse plano, que se obtém a distribuição da obra em serviços específicos e detalhados. Com isso, a sistemática de controle de materiais por serviço e a integralização dos custos e materiais para o controle da obra é apropriado.

Tisaka (2006) aborda que a execução de obras de construção civil é classificada na categoria de prestação de serviços, muito embora que a maior parte dos seus insumos e fornecimentos de partes das obras provenha das indústrias.

Esse autor sugere, ainda, que, existem dois tipos de contratação de obras e serviços: a contratação por empreitada e a contratação por administração. Os preços dos serviços na contratação por empreitada podem classificar-se, em empreitada de mão de obra e, empreitada de material e mão de obra. A forma de remuneração pode ser por empreitada por preço global, empreitada integral, empreitada por preços unitários e tarefa.

Já na contratação por administração, Tisaka (2006) descreve que a contratada se encarrega da execução da obra mediante remuneração fixa, ficando por conta da contratante os ônus financeiro e econômico do empreendimento.

3.1 Orçamentação

Independentemente do tipo de contratação por empreitada, o orçamento parte da discriminação dos serviços a serem realizados, levantamento dos quantitativos dos serviços, definição dos custos unitários através da composição dos consumos dos insumos e mais os gastos com a infraestrutura (TISAKA, 2006).

Segundo Limmer (1997), orçamento é a determinação dos gastos necessários para a realização de um projeto, traduzidos em quantitativos, de acordo com um plano de execução estabelecido. Esse orçamento tem como objetivo definir o custo de execução de cada serviço ou atividade e constitui-se em documento contratual, servindo de base para o faturamento da empresa. Deve servir como referência na análise dos rendimentos e fornecer informações para o desenvolvimento de coeficientes técnicos confiáveis.

O mesmo autor cita que o orçamento de um projeto é baseado na previsão da ocorrência dos serviços estabelecidos que utilizam recursos, acarretando em custos, expressos em unidade monetária padrão, sendo uma previsão das ocorrências monetárias ao longo da obra. Já os custos podem ser classificados em dois grupos distintos: custos diretos e custos indiretos. Para os custos diretos o autor define como gasto feito com insumos como mão de obra, materiais e equipamentos. Em custos indiretos, a definição dada é o somatório de todos os gastos com elementos coadjuvantes necessários para a elaboração do produto e diluídos pelo grupo de atividade ou pelo projeto todo.

A qualidade da informação depende do grau de detalhamento do projeto e a partir disso, podem ser estabelecidos dois métodos de orçamentação: o de correlação e o de quantificação. Sendo assim, o método de correlação baseia-se na estimativa do custo por correlação deste com uma ou mais variáveis de medida de grandeza do produto cujo custo se quer determinar. Divide-se em dois processos: processo de correlação simples e processo de correlação múltipla. Já o método de quantificação, abrange dois processos: quantificação de insumos e o da composição do custo unitário. A quantificação baseia-se no levantamento dos quantitativos dos insumos necessários para a execução da obra e são divididos em: mão de obra, materiais e equipamentos. Vale colocar que a composição de custo unitário se baseia na decomposição do projeto a ser executado, sendo feito a partir de coeficientes técnicos de consumo extraídos de publicações especializadas (LIMMER, 1997),

3.1.1 Etapas da orçamentação

As etapas da orçamentação, de acordo com Mattos (2006), esquematicamente, são: estudo das condicionantes, composição de custos e determinação do preço. Todo orçamento é baseado em um projeto que norteia o orçamentista e, a partir dele, são identificados os serviços, suas quantidades, interferências e dificuldades na realização das tarefas.

As condições de contorno englobam a leitura e interpretação do projeto e a especificações técnicas, leitura e interpretação do edital no caso de obras públicas, e visita técnica ao local da obra (MATTOS, 2006).

Mattos (2006) descreve que a composição de custos, compreende, a identificação dos serviços, o levantamento dos quantitativos, a discriminação dos custos diretos e indiretos, a cotação de preços e, a definição de encargos sociais e trabalhistas. Essa identificação de cada serviço é um fator determinante para a orçamentação e quantificação do custo total de uma obra. Todos os serviços levantados precisam ser quantificados, incluindo cálculos baseados nas dimensões obtidas no projeto.

Goldman (2004) aponta que a definição das quantidades de materiais necessários surge no levantamento das quantidades por serviço e, através desses,

pode-se dimensionar as equipes de trabalho, em função dos prazos estabelecidos. É importante que todos os compartimentos do projeto tenham suas especificações de acabamento totalmente definidos e os serviços plenamente definidos com o propósito de diminuir a incerteza na definição dos quantitativos.

O valor, insumos de serviço e seus índices para cada composição de custos unitários, podem ser próprios ou obtido através de publicações especializadas como a TCPO – Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos – da Editora PINI. Nessa fase, são dimensionadas as equipes técnicas, de apoio e suporte, identificadas as despesas gerais da obra, mobilização e desmobilização do canteiro, taxas e emolumentos, dentre outros (MATTOS, 2006).

A cotação de preços consiste na coleta de preços de mercado para todos os insumos da obra, aparecendo nos custos diretos e indiretos. Mattos (2006) orienta que essa etapa deve ser feita em seguida da seleção das composições de custos, para ter uma relação completos dos insumos da obra.

Mattos (2006) apresenta que, a definição dos encargos sociais e trabalhistas consiste na definição do percentual de encargos sociais e trabalhistas a serem aplicados na mão de obra, envolvendo os impostos que incidem sobre a hora trabalhada e os benefícios aos trabalhadores.

3.1.2 Níveis de detalhe do orçamento

Segundo Mattos (2006), a classificação dos graus de detalhamento do orçamento compreende: estimativa de custo, orçamento preliminar e orçamento analítico ou detalhado.

3.1.2.1 Estimativa de custo

Mattos (2006) aponta que a estimativa de custo apresenta de forma aproximada o custo do empreendimento, com base em custos históricos e comparação com projetos similares. Em obras de edificações, o indicador mais utilizado é o custo do metro quadrado construído, tendo como fonte de referência deste parâmetro, o Custo Unitário Básico (CUB).

O Custo Unitário Básico da Construção Civil (CUB), segundo Mattos (2006), representa o custo da construção civil, por m² de cada um dos padrões de imóveis estabelecidos. Através dos coeficientes constantes na NBR12721/2006, os preços unitários dos insumos, são calculados o CUB de cada projeto padrão. Estes custos são baseados em pesquisa mensal feita pelos sindicatos da categoria.

A tabela apresenta os custos divididos de acordo com a unidade autônoma (tipo de construção e número de quartos), número de pavimentos e padrão de acabamento, utilizando-se da seguinte terminologia:

Padrão H 8 - 3 N

Tipo: H – Habitacional / C – Comercial

Número de pavimentos: 1 / 4 / 8 / 16

Número de quartos: 2 / 3

Padrão: B – Baixo / N – Normal / A – Alto

Para estimar o custo de uma construção através do CUB, Mattos (2006) descreve que basta multiplicar o valor encontrado na tabela de acordo com o padrão adotado pela área de construção.

O Índice CUB é um percentual que consiste na variação acumulada do CUB entre o mês atual e o anterior, sendo um parâmetro importante na comparação entre as altas de preços da construção (MATTOS, 2006).

3.1.2.2 Orçamento preliminar

Goldman (2004) descreve que o orçamento por estimativas é um orçamento simplificado da obra e tem como objetivo obter o custo de construção dessa obra, levando em conta apenas os dados técnicos que ela possa dispor e com resultados mais rápidos e com incerteza maior.

Para Mattos (2006), a relação entre quantitativos dos principais serviços obedece a um comportamento geral. Vale colocar que o volume de concreto, o peso de armação e a área de forma, são exemplos de alguns indicadores úteis para levantamentos em construções prediais.

3.1.2.3 Orçamento analítico ou detalhado

De acordo com Mattos (2006), o orçamento analítico tem grau de incerteza menor e compõe uma estimativa mais detalhada de custos, pois requer a pesquisa dos principais insumos e serviços. Nesse orçamento, utiliza-se maior quantidade de indicadores, representando um aprimoramento da estimativa inicial. Esses indicadores geram pacotes menores de trabalho, facilitando a orçamentação e a análise de sensibilidade de preços.

Cabe ressaltar que esse orçamento, visa chegar o mais próximo possível do custo real e reduzir ainda mais a incerteza, sendo elaborado com composição de custos e com pesquisa de preços e insumos. Esse orçamento baseia-se em uma composição de custos unitários para cada serviço da obra, levando em consideração a mão de obra, quanto material e equipamento é gasto em sua execução, denominados Custos Diretos, relacionados ao custo dos serviços. Aliado a isso, são computados os Custos Indiretos, que são devidos aos custos de manutenção do canteiro de obras, equipes técnica, administrativa e de suporte de obra, taxas e emolumentos.

Tisaka (2006) detalha que, o orçamento para a execução de obras e serviços na construção civil é composto pelas seguintes etapas de cálculo:

- a) Cálculo do Custo Direto
Gastos com material e mão de obra que serão incorporadas ao estado físico da obra. Gastos com administração local, instalação do canteiro de obras e sua manutenção e sua mobilização e desmobilização.
- b) Cálculo das Despesas Indiretas
Despesas que, embora não incorporadas à obra, são necessárias para a sua execução, mais os impostos, taxas e contribuições.
- c) Cálculo do Benefício
Previsão de Benefício ou lucro esperado pelo construtor mais uma taxa de despesas comerciais e reserva de contingência. (TISAKA, p. 39, 2006)

3.2 Levantamento de quantidades

O início da orçamentação requer o conhecimento dos diversos serviços que compõe a obra, sendo necessário especificar qualitativamente e quantitativamente. A quantificação demanda leitura do projeto, cálculo de áreas e volumes, consulta de tabelas de engenharia e tabulação de números (MATTOS, 2006).

Conforme Brada (2012), os custos indiretos, que são relacionados às despesas iniciais, administração e logística, representam por volta de 10% do custo, enquanto que os custos diretos, que são relacionados a materiais, mão de obra e de serviços quantificáveis, representam por volta de 70% do custo, podendo assim, avaliar que todo esforço da quantificação de plantas e sua precisão de cálculos de logística equivale a 80% dos preços de uma obra.

Neste sentido, vale colocar que, no presente estudo será abordado o revestimento vertical de fachada externa de um edifício com blocos cerâmicos e painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto.

3.2.1 Levantamento de Alvenaria de blocos cerâmicos

Mattos (2006) descreve que para o levantamento de alvenaria destina-se a obter a área de parede a ser edificada por tipo, assim como desmembrar essa área em termos de insumos que entram na execução do serviço.

3.2.1.1 Área de alvenaria

A partir da interpretação da planta baixa e cortes da edificação, parte o levantamento da área de alvenaria a ser levantada na obra, calculando-se através da multiplicação, do comprimento pela altura da parede, ou perímetro pelo pé-direito. (MATTOS, 2006)

Quando existirem aberturas nos serviços verticais (alvenaria, revestimentos de parede e pintura), a NBR 12721 adota o seguinte critério de quantificação (ABNT, 2006):

- a) Área de abertura inferior a 2m^2 : desprezar o vão da abertura;
- b) Área da abertura igual ou superior a 2m^2 descontar da área total o que exceder a 2m^2 .

Mattos (2006) detalha que essa regra parte do pressuposto que a execução da alvenaria nas bordas da abertura demanda tempo com ajustes, arestamento, escoramento dos blocos, colocação de verga e contraverga.

3.2.1.2 Quantidade de blocos e argamassa de levante

De acordo com Mattos (2006), a quantidade de blocos e argamassa por metro quadrado de alvenaria depende da dimensão do bloco e da espessura das juntas horizontais e verticais. A Equação 1 expressa o quantidade de blocos.

Chamado de “ b_1 ” e “ b_2 ” o comprimento e altura (em metro) do bloco no plano da parede, “ e_h ” de “ e_v ” a espessura (em metro) das juntas horizontais e verticais, respectivamente, a quantidade de blocos por m^2 será obtida pela divisão de $1 m^2$ pela área do bloco equivalente, que é o bloco acrescido das juntas (MATTOS, 2006, p. 51).

Equação 1 - Quantidade de blocos

$$n = \frac{1}{(b_1 + e_h) \times (b_2 + e_v)} \quad (1)$$

Fonte: Mattos, 2006, p.51.

Para o cômputo do volume de argamassa por metro quadrado de alvenaria, a maneira mais prática é subtrair de $1m^2$ a área frontal dos blocos existentes nessa área e multiplicar o resultado pela espessura da parede (b_3), conforme expresso na Equação 2.

Equação 2 - Volume de argamassa

$$V = [1 - n \times (b_1 \times b_2)] \times b_3 \quad (2)$$

Fonte: Mattos, 2006, p.51.

3.2.1.3 Chapisco, reboco, emboço e pintura

Para calcular e documentar os quantitativos de chapisco, emboço, reboco e pintura de paredes, faz-se a multiplicação do perímetro pelo pé-direito (MATTOS, 2006).

3.2.2 Levantamento de Painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto

Barth Vefago (2016) descrevem que a modulação da estrutura faz com que os painéis se adaptem ao posicionamento dos pilares, vigas e lajes. Portanto, a

quantificação do número de painéis a serem utilizados para um edifício vai variar com a modulação e disposição prevista em projeto, de acordo com sua modulação compositiva, conforme apresentado no capítulo anterior.

3.3 Composição de custos

Para que se possa elaborar um orçamento, Goldman (2004) aponta que, é necessária a obtenção dos custos unitários correspondentes aos serviços levantados. Isso é obtido através das composições de custos. A denominação composição de serviço é a união de todos os insumos (materiais, mão de obra e equipamentos).

Com posse dos dados técnicos qualitativos e quantitativos, dos serviços da obra, Silva (2006), aponta que se pode iniciar o processo de elaboração do orçamento começando por estimar os gastos que forem possíveis pelas quantidades de serviços constantes dos projetos de arquitetura, engenharia e complementares, chamados de custos diretos. Após, podem ser estimadas as despesas indiretas, proporcionais ao total do orçamento.

Mattos (2006) descreve como composição de custos o processo de estabelecimento dos custos incorridos para a execução de um serviço ou atividade, individualizado por insumo e de acordo com certos requisitos pré-estabelecidos. Todos os insumos que entram na execução do serviço, com suas respectivas quantidades, e seus custos unitários e totais são listados nessa composição e podem ser divididos em mão de obra, material e equipamento.

Goldman (2004) cita que as composições de serviço são apresentadas sob forma de composições de custo, cada insumo possui um índice de consumo por unidade de serviço e multiplicado pelo custo unitário, resulta no valor unitário do insumo para a execução daquele serviço.

Como forma de agilizar e facilitar a orçamentação, Goldman (2004) destaca que as composições de custo permitem calcular todas as quantidades de custos dos insumos componentes de uma atividade com base no levantamento das quantidades do serviço e nos preços unitários dos insumos.

3.3.1 Composição de custos unitários

Segundo Mattos (2006), a composição de custos unitários é uma tabela que expressa todos os insumos que entram diretamente na execução de uma unidade de serviço, com seus respectivos custos unitários e totais. Compõe a tabela, os insumos, que são cada um dos itens de material, mão de obra e equipamentos necessários para a execução do serviço; unidade, sendo a unidade de medida do insumo em kg, m³, m², m ou horas; índice, a incidência de cada insumo na execução de uma unidade do serviço; custo unitário, o custo de aquisição ou emprego de uma unidade do insumo e custo total, o qual passa a ser obtido pela multiplicação do índice pelo custo unitário, representando o custo total do insumo na composição de custos unitários.

Limmer (1997) aborda que, para a composição de custos unitários usam-se planilhas, de acordo com a ABNT NBR 12721/2006 e, a partir dessas, pode-se montar o cronograma financeiro.

3.3.1.1 Fonte das composições de custos unitários

As composições de custos unitários para orçamentos de obras podem ser obtidas de várias fontes, a depender do grau de organização e registro da construtora e do acesso à literatura especializada. Pode-se citar como referência a tradicional publicação “Tabelas de composições de Preços para orçamentos – TCPO”, da Editora PINI (MATTOS, 2006).

3.3.2 Índice de produtividade

Mattos (2006) coloca que a taxa de produção de uma pessoa ou equipe ou equipamento é denominada como o índice de produtividade, ou seja, a quantidade de trabalho produzida em um intervalo de tempo especificado, geralmente hora. A eficiência em transformar energia (e tempo) em produto é indicada pela produtividade.

O conhecimento e domínio dos índices, são de grande importância porque revelam a produtividade da mão de obra e equipamento, assim como o consumo dos materiais adotados que fornecem um parâmetro para a comparação do orçado com o realizado, os quais representam o limite além do qual a atividade se torna deficitária,

permitindo a detecção de desvios e ajudando o gerente a estabelecer metas de desempenho para as equipes (MATTOS, 2006).

A quantidade de homens-hora de cada categoria de trabalhador de um serviço é função da produtividade, ou seja, da rapidez com que o trabalho é executado, logo, quanto mais unidades de trabalho o indivíduo produz na unidade de tempo, menor a quantidade de homens-hora requerida para a conclusão da atividade (MATTOS, 2006).

O estabelecimento da produtividade da mão de obra é um processo empírico e depende de fatores como a experiência, grau de conhecimento do serviço, supervisão, motivação, dentre outros (MATTOS, 2006).

3.3.2.1 Faixas de produtividade

De acordo com Mattos (2006), a produtividade varia com a tipologia do produto, o grau de adestramento da equipe, a tecnologia empregada, o apoio lógico e as condições climáticas.

Limmer (1997) aponta que a produtividade pode ser obtida consultando revistas e livros especializados. Mattos (2006), por sua vez, indica a versão mais recente do TCPO, que traz faixas de produtividade para alguns serviços. Há faixas que se referem à mão de obra e material.

3.4 Curva ABC

Um mesmo insumo aparece em várias composições de custos diferentes e, de acordo com Mattos (2006), é de suma importância saber quais são os principais insumos, o total de cada insumo e sua representatividade na obra.

A curva ABC de insumos é uma relação de insumos em ordem decrescente de custos. No topo são os principais insumos da obra em termos de custo e em sequência os menos significativos. Essa curva vem do Gráfico, que pode ser traçado mostrando a percentagem acumulada de cada insumo no valor acumulado total da obra. Em geral, a curva ABC é apresentada na forma tubular, com a descrição de unidade, quantidade, custo unitário, custo total e as percentagens unitária e acumulada de cada

insumo, auxiliando o engenheiro a identificar os principais materiais, operários e equipamentos necessários à obra.

A Curva ABC tem como característica a coluna “percentual”, que é sempre decrescente e tem por soma 100%; a coluna “% acumulado” que é crescente e termina com 100%; a “Faixa A” tem geralmente menos insumos do que a “Faixa B” e esta menos do que a “Faixa C”; as “Faixas A” e “B” juntas representam 80% do custo da obra e geralmente compreendem apenas cerca de 20% dos insumos; e a “Faixa C” geralmente compreende em torno de 80% dos insumos, embora represente apenas 20%. (MATTOS, 2006).

Mattos (2006) destaca que a Curva ABC é uma ferramenta importante e traz benefícios, pois aponta os itens que mais pesam na obra, auxiliando o engenheiro e o orçamentista na tomada de decisão.

No topo da tabela estão os insumos economicamente mais importantes, os quais devem ser objeto de processo de cotação e negociação mais cuidadoso. Uma melhoria de 2% em um insumo da Faixa A pode representar muito mais ganho do que um desconto de 30% em um insumo da Faixa C. É por meio da Curva ABC que o construtor pode avaliar o impacto que um aumento ou diminuição do preço de um insumo terá no resultado da obra (MATTOS, 2006).

Para o autor acima citado, é comum trabalhar-se com Curva ABC de serviços, sendo simplesmente a ordenação dos serviços da planilha orçamentária em ordem decrescente, com as colunas de percentual simples acumulado e que não desce ao nível de insumos, ficando apenas nos itens da planilha de custo classificado por custo total.

3.5 Custos diretos

Conforme Silva (2006), entende-se por custo o esforço empregado na produção de bens ou serviços, ou a importância com que se adquirem bens ou serviços. Despesa é o desembolso de dinheiro, o ato ou efeito de gastar.

Para Tisaka (2006), Limmer (1997), Brada (2012) e Silva (2006) os custos diretos estão diretamente aplicados em cada serviço e incluído os gastos com

infraestrutura, sendo a somatória de todos os custos dos materiais, equipamentos e mão de obra. As despesas ou Custos Diretos (CD) são a primeira parte que deve ser considerada em uma composição.

Segundo Silva (2006), este custo é obtido por composição de consumo unitário e calculado através da multiplicação do consumo unitário dos materiais, equipamentos e mão de obra pelos preços de orçamento de cada insumo. Quanto ao preço de orçamento de um insumo, o seu fornecimento deve ocorrer no local da obra, com todos os acréscimos comerciais aplicados, considerando-se válido para todo o período de execução. O autor, detalha que alguns custos de natureza indireta devem ser embutidos nos preços de orçamento de insumos e transformados em custo direto.

Embutidos nos preços dos materiais de construção, Silva (2006) contempla todos os impostos incidentes sobre a nota fiscal do fornecedor, todos os gastos de transporte até o canteiro de obra e a correção monetária, quando não for considerada como despesa financeira nas despesas indiretas. Com relação aos equipamentos de produção, embute a depreciação, os juros do capital utilizado na compra ou financiamento, a manutenção, seguros e impostos relacionados à utilização do equipamento e o custo dos insumos consumidos durante o uso do equipamento. Nos custos de mão de obra, são apontados os custos do atendimento aos benefícios previstos na Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT), os custos do atendimento aos benefícios previstos nos acordos salariais e dissídios coletivos das categorias profissionais e custos dos benefícios concedidos pelo empregador por exigências de mercado ou livre arbítrio, visando a obter maior produção.

Dentro deste contexto, a inclusão desses gastos sobre o preço dos insumos é imposta pelo processo de elaboração do orçamento e que é necessário atribuir um valor total para os insumos que serão processados nas composições, dos quais resultarão no relatório de materiais, equipamentos e na folha de pagamento (SILVA, 2006).

No que se refere aos custos diretos, devem ser registrados em planilha e, de acordo com Tisaka (2006), devem contemplar:

- Quantitativos de todos os serviços e respectivos custos obtidos através da composição de custos unitários;

- Custo de preparação do canteiro de obras, sua mobilização e desmobilização;
- Custos da administração local com previsão de gastos com o pessoal técnico (encarregado, mestre, engenheiro, etc.), administrativo (encarregado do escritório, de higiene e segurança, apontador, escriturário, motorista, vigia, porteiro, etc.) e de apoio (almoxarife, mecânico de manutenção, enfermeiro, etc.) (TISAKA, p.38, 2006).

Ainda, para o cálculo de mão de obra, deve-se acrescentar nos salários, os encargos sociais e obrigatórios incidentes aos trabalhadores, de acordo com a legislação trabalhista como alimentação, transportes, EPI e ferramentas.

3.5.1 Mão de obra

Tisaka (2006), aponta que a mão de obra é representada pelo consumo de horas ou fração de horas de trabalhadores para a execução de uma determinada unidade de serviço multiplicado pelo custo horário de cada trabalhador.

Goldman (2004) destaca que esse item tem um peso de custos bastante considerável em relação ao empreendimento. Para Mattos (2006), a mão de obra influencia em todas as partes de um projeto de construção civil e é responsável por dar forma aos serviços, gerando o produto final. Limmer (1997) cita que o custo da mão de obra pode representar 40% do orçamento, enquanto que Mattos (2006), aponta de 50 a 60% do total, tendo grande importância na precisão do orçamento.

Segundo Limmer (1997), o custo da mão de obra (CMO) pode ser estimado a partir do seu custo por unidade de tempo (CUT), da sua produtividade (PMO) e da quantidade de um determinado tipo de serviço (QS) a ser realizado.

O custo por unidade de tempo, de acordo com Limmer (1997), é o salário horário do trabalhador, acrescido dos encargos sociais e trabalhistas especificados por lei. Pode ser obtido por meio de levantamento feito na região na qual se localizará a obra.

Mattos (2006) apresenta os encargos sob duas formas:

a) Encargos em sentido estrito: encargos sociais, trabalhistas e indenizatórios previstos em lei e aos quais o empregador está obrigado. É o mais usado entre os orçamentistas

b) Encargos em sentido amplo: somam-se despesas como alimentação, transporte e EPI aos encargos sociais, trabalhistas e indenizatórios.

Os encargos que incidem sobre a mão de obra, de acordo com Limmer (1997), diferem conforme o operário seja horista ou mensalista. Os que atuam diretamente na execução dos serviços geralmente são horistas (pedreiros, serventes, carpinteiros) e os das atividades indiretas (mestres, encarregados, almoxarifes, vigias) são mensalistas. A Equação 3 expressa o custo de mão de obra.

Equação 3 - Custo de mão de obra

$$CMO = \frac{QS}{PMO} \times CUT \quad (3)$$

Fonte: Limmer 1996, p.101.

Onde:

CMO = Custo de mão de obra

QS = Quantidade de um determinado tipo de serviço

PMO = Produtividade

CUT = Custo por unidade de tempo

3.5.2 Materiais

Tisaka (2006) define que os materiais são representados pelo consumo de materiais a serem utilizados para a execução de uma determinada unidade de serviço, multiplicado pelo preço unitário de mercado.

Os materiais de utilização, segundo Goldman (2004), são definidos ainda em fase de planejamento do empreendimento. Os insumos são levantados segundo os locais especificados, para a utilização no planejamento e controle.

Mattos (2006) destaca que os materiais entram na maioria absoluta das atividades da obra e representam mais da metade do custo unitário do serviço. Limmer (1997) aponta que os materiais representam cerca de 60% do custo da construção e dependem de dois aspectos: consumo e preço.

O consumo de materiais depende fundamentalmente das condições de gerenciamento do projeto, de administração dos materiais, do canteiro, estocagem e manuseio, técnicas construtivas, grau de treinamento e qualidade de mão de obra. O preço depende das condições de mercado, comercialização, capacidade de produção, quantidade a ser adquirida, conceito comercial, grau de especialização do fornecedor e distância do transporte até o local da obra. Depois de identificados os materiais a serem empregados na obra, faz-se a coleta de preços junto aos fornecedores do mercado. Nesse processo, os principais aspectos que influenciam no preço de aquisição do insumo são as especificações técnicas, unidade e embalagem, quantidade, prazo de entrega, condições de pagamento, validade da proposta, local e condições de entrega, e despesas complementares como frete e impostos (LIMMER, 1997).

3.5.3 Equipamentos

É definido por Tisaka (2006), que os equipamentos são representados pelo número de horas ou fração de horas necessárias para a execução de uma unidade de serviço, multiplicado pelo custo horário do equipamento.

Goldman (2004) destaca que para que, se possa otimizar os serviços e possibilitar uma redução de prazos e custos, é importante estudar os equipamentos que serão utilizados. O controle físico é feito similar ao de materiais, por meio de comparações entre o planejado e o executado do quantitativo físico.

Para Mattos (2006), os equipamentos ocupam grande parcela do custo de um serviço. Numa composição de custos de um serviço, para estabelecer uma taxa horária deve ser levado em conta a rentabilidade e a depreciação do equipamento. A atribuição de um valor horário de utilização é a forma mais utilizada e assim discriminada nas composições de custo horário.

Limmer (1997), diz que a utilização de equipamentos resulta em tipos de custos: o de propriedade, quando o equipamento é adquirido por compra ou por aluguel e o custo do equipamento, sendo esses custos normalmente calculados em base horária. A determinação do preço de aquisição ou aluguel de um equipamento, é feita através de pesquisa de mercado.

O equipamento utilizado pode ser alugado de terceiro. Nesse sentido, Mattos 2006 cita que o aluguel de um equipamento pode ser de três formas:

a) **Tarifa:** o construtor paga um preço fixo por unidade de tempo (hora, dia, semana ou mês);

b) **Leasing (arrendamento mercantil):** o construtor paga uma taxa fixa pelo aluguel do equipamento, com prazo determinado, mas com opção de compra pelo arrendatário;

c) **Empreitada:** o construtor paga pelo trabalho realizado pelo locador.

De acordo com Mattos (2006), quando o aluguel de uma máquina é feito por hora, cobra-se a hora trabalhada, medida no horímetro do equipamento.

3.6 Custo indireto

Denomina-se custo indireto os custos que ocorrem independente das quantidades produzidas pela obra e que não foram incluídos nas composições de custos unitários dos serviços. É todo custo que não apareceu como mão de obra, material ou equipamento nas composições de custos unitários do orçamento. Esses custos normalmente associam-se com manutenção do canteiro de obras, salários, despesas administrativas, taxas, emolumentos, seguros, viagens, consultoria, fatores imprevistos e todos os demais aspectos não orçados nos itens de produção (MATTOS, 2006).

Por outro lado. Limmer (1997) aponta que os custos indiretos empresariais se relacionam com as atividades necessárias ao funcionamento da empresa como um todo. Esses custos podem ser em classificados como custos administrativos, comerciais, tributários e financeiros.

Esse autor cita, ainda, que os custos administrativos são os relacionados às atividades de administração da empresa, como salários da direção, pessoal técnico e administrativo, despesas de representação, amortização da compra ou aluguel de imóvel, matérias de consumo do escritório, energia elétrica e comunicações, auditores e assessorias, bem como, despesas com manutenção do escritório. Quanto aos

custos comerciais, são os custos incorridos na comercialização dos produtos da empresa. Dentre elas, estão a promoção e propaganda comerciais, salários e comissão de vendedores, assessoria técnica para vendas ou licitação, material de consumo do escritório, comunicações, assessoria jurídica a contratos, elaboração de propostas e de estudos técnicos, e direitos de propriedade ou patente. Com relação aos custos tributários, são os decorrentes de disposições legais, compreendendo tributos, impostos, taxas emolumentos e tarifas. Também podem se referir ao custo do dinheiro, ou seja, os juros, que são tomados por empréstimo para financial capital de giro da empresa ou a aquisição de bens duráveis como equipamento.

Mattos (2006) descreve que o custo indireto fica na faixa de 5 a 30% do custo total da construção. O percentual oscila em função da localização geográfica da obra, política da empresa, prazo e complexidade da obra. Por outro lado, Limmer (2006), aponta que os custos indiretos empresariais podem ser obtidos a partir da elaboração de mapas mensais de custos da administração central da empresa.

3.7 Método de cálculo

Tisaka (2006) apresenta os procedimentos para o cálculo de um orçamento, embutindo um certo grau de imprecisão em função dos preços variáveis do mercado, dos erros de avaliação dos coeficientes utilizados na composição de preços e determinados critérios utilizados para se chegar aos custos diretos e indiretos.

3.7.1 Cálculo dos custos diretos

1º PROCEDIMENTO: Projeto básico ou executivo com memoriais descritivos e especificações das tecnologias de vedação vertical de fachada em painéis pré-fabricados de concreto e alvenaria de blocos cerâmicos;

2º PROCEDIMENTO: Listagem dos serviços envolvidos e agrupá-los em ordem lógica;

3º PROCEDIMENTO: Cada serviço envolvido deve ser relacionado em planilhas, através de itens, contando discriminação, quantidade, unidade, preço unitário, preço do item e subtotal;

4º PROCEDIMENTO: Levantamento dos quantitativos de cada serviço e suas respectivas unidades;

5º PROCEDIMENTO: Cálculo dos custos unitários de cada serviço. Nessa etapa, Tisaka (2006) aponta que, independentemente do tipo de contratação, é necessário partir da composição de custos unitários, ou seja, para cada unidade de serviço é preciso saber o consumo de materiais e seus preços de aquisição, bem como a quantidade de horas de serviço de mão de obra, multiplicados pelos salários acrescidos dos encargos sociais e o tempo de utilização de equipamentos com o aluguel horário;

6º PROCEDIMENTO: Listagem de todos os materiais que constam da composição de custos unitários da TCPO (Editora Pini) e cotar os preços de mercado;

7º PROCEDIMENTO: Determinar o salário do trabalhador de cada especialidade a ser utilizada (no mínimo, piso salarial);

8º PROCEDIMENTO: Definição da taxa de Leis Sociais, calculando os encargos complementares através das fórmulas para alimentação, transporte, etc., e definir o custo horário de cada trabalhador;

9º PROCEDIMENTO: Cotação dos preços de aluguel dos equipamentos que constam na composição;

10º PROCEDIMENTO: Com estes dados, calcular os custos unitários dos serviços através da utilização da “composição de custos unitários”, utilizando o TCPO (Editora Pini);

11º PROCEDIMENTO: Transpor para a planilha todos os custos unitários obtidos e obter o custo de cada serviço;

12º PROCEDIMENTO: Cálculo dos custos da administração local. Seus custos são proporcionais ao prazo estimado da obra e incluem os salários do pessoal, consumo de materiais e de higiene e administrativo, água, energia, telefone, etc.

13º PROCEDIMENTO: Cálculo do custo de implantação do canteiro de obra com especificações provisórias, elétricas e sanitárias, tapumes, placas de obra, etc; e

14º PROCEDIMENTO: Custos de mobilização e desmobilização com custos de transporte, carga e descarga com equipamentos especiais e mão de obra de apoio logístico.

Após somados os custos diretos dos serviços, obtém-se o Custo Direto da Obra (CD).

Vale colocar, por fim, que o procedimento seguinte seria o Cálculo do BDI, porém não será abordado, pois não faz parte do escopo do estudo.

3.7.2 Cálculo dos custos indiretos

Segundo Tisaka (2006), as taxas de custos indiretos são sempre função do Custo Direto da obra em análise, antecipadamente levantado. Portanto, com os procedimentos a seguir, podem ser obtidos os Custos Indiretos.

1º PROCEDIMENTO: Cálculo da taxa de despesas indiretas da administração central. São duas despesas indiretas a serem consideradas: Taxa Específica da Administração Central e Taxa de Rateio da Administração Central;

2º PROCEDIMENTO: Cálculo da taxa de custo específico da administração central.

Esse autor também destaca a necessidade e a frequência de atendimento dos profissionais da Administração Central (engenheiro ou administrador) e os seus gastos envolvidos com transporte, alimentação, estadia ou consultoria, não previstas nos custos diretos, para o cálculo dessa taxa. Essa taxa é o resultado da divisão desses custos pelo Custo Direto calculado, de acordo com a Equação 4:

Equação 4 - Taxa de custo específico

$$I_1 = \frac{CE}{CD} \quad (4)$$

Fonte: TISAKA 2006, p. 64.

Onde:

I_1 = Taxa de custo específico

CE = Custos específicos

CD = Custos Diretos

3º PROCEDIMENTO: Cálculo do rateio da administração central

Para calcular a taxa de Rateio da Administração Central é necessário primeiro calcular o gasto mensal de toda a Administração da Sede e seus complementos, dada pela Equação 5.

Equação 5 - Taxa de rateio da Administração Central

$$R = \frac{DMAC \times FMO \times N}{FMAC \times CDTO} \times 100 \quad (5)$$

Fonte: TISAKA 2006, p. 65.

Onde:

DMAC = Despesa Mensal da Administração Central;

FMO = Faturamento Mensal da Obra;

N = Prazo da Obra em meses;

FMAC – Faturamento Mensal da Administração Central;

CDTO – Custo Direto Total da Obra.

4º PROCEDIMENTO: Estabelecer a taxa de risco do empreendimento (r).

De uma forma geral, são adotados valores que vão de 1 (um) a 5 (cinco) % dos custos diretos.

5º PROCEDIMENTO: Cálculo da taxa de despesa financeira.

Nesse caso, deve ser calculado conforme expresso na Equação 6.

Equação 6 - Taxa de despesa financeira

$$f = \left[(1 + I)^{\frac{n}{30}} \times (1 + J)^{\frac{n}{30}} \right] - 1 \quad (6)$$

Fonte: TISAKA 2006, p. 65.

Caso:

f = Taxa de despesa financeira;

i = Taxa de inflação média do mês ou a média da inflação mensal dos últimos meses. Não é inflação futura;

j = Juro mensal de financiamento do capital de giro cobrado pelas instituições financeiras;

n = Número de dias decorridos.

6º PROCEDIMENTO: Cálculo da taxa de imposto sobre serviço – ISS.

Como o ISS incide apenas sobre a parte da M.O. (mão de obra) no total do faturamento, Tisaka (2006) simplifica, chamando de coeficiente “u” a participação do percentual da M.O. no faturamento da obra. Assim, calcula-se conforme expresso pela Equação 7.

Equação 7 - Taxa de imposto sobre serviço

$$t = u \times t' \quad (7)$$

Fonte: TISAKA 2006, p. 65.

Sendo:

t' = 0,05 (taxa do ISS, por exemplo, em São Paulo = 5,00%).

u = participação percentual da M.O. no faturamento. Depende do tipo de serviço: se envolver fornecimento de material, vai de 30% a 70%. Se for apenas fornecimento de M.O., é de 100%.

7º PROCEDIMENTO: Definição das taxas de impostos e contribuições.

Tisaka (2006) lista os seguintes impostos e contribuições obrigatórios que incidem sobre o valor do faturamento:

COFINS = 3% (*)	v = 0,03
PIS = 0,65 % (*)	s = 0,0065
IRPJ = 1,2% (*)	p = 0,048
CSLL = 1,08% (*)	c = 0,0288

TOTAL – 5,93% g = 0,01171

(*) Contabilidade por Lucro Presumido com emprego de material. Na contabilidade pelo Lucro Real, esses percentuais são outros e incidem sobre o lucro líquido anual. (Tisaka 2006).

8º PROCEDIMENTO: Cálculo da taxa de despesa comercial

Essa taxa, segundo Tisaka (2006), é cobrada para cobrir custos na compra de editais, seguro caução para participação em licitação, seguro garantia de execução, preparação de propostas técnicas, cópias e autenticações, ART's, etc.

Ainda, o autor descreve que se devem somar todas as despesas incorridas para esse objetivo durante o exercício fiscal e dividi-las pelo faturamento no mesmo período. Os limites são: $0 < u < 0,05$.

Para a conclusão do orçamento e obtenção do preço de venda da obra, é necessário ainda, calcular as Taxas de Benefícios/Lucro, aplicação do BDI e o cálculo do Preço de Venda. Porém, esses não são objeto deste estudo.

3.7.3 Cálculo analítico dos preços unitários

De acordo com Tisaka (2006), para o cálculo dos custos unitários, é necessário entender analiticamente de que parcelas são compostas os mesmos:

O autor detalha o preço unitário “pi” de um serviço qualquer “i” pode ser expresso pela Equação 8.:

Equação 8 - Preço unitário de um serviço qualquer

$$pi = \left[-\frac{MO(1+e)}{1-(t+g+u+B)} + \frac{MTi+EQi}{1-(g+u+B)} \right] (1+I)(1+r)(1+f) \quad (8)$$

Fonte: TISAKA 2006, p. 67.

Nesse caso:

MOi = Custo de mão de obra direta por unidade de serviço i;

MTi = Custo de materiais por unidade de serviço i;

EQi = Custo do aluguel de equipamentos por unidade de serviço i;

e = Taxa de encargos sociais;

I = Taxa de custos indiretos. $I = I_1, I_2, I_3, \dots, I_n$

r = Taxa de riscos de execução;
 B = Taxa de benefícios antes dos descontos com CS e IR;
 f = Taxa de custo financeiro do capital de giro;
 t = Taxa de imposto Sobre Serviços (incide apenas sobre mão de obra);
 u = Taxa de despesa comercial;
 $g = v + s + p + c + h$ (impostos e contribuições obrigatórias)
 v = Taxa de Fundo de Investimento Social – COFINS;
 s = Taxa do Programa de Integração Social – PIS;
 p = Taxa do Imposto de Renda;
 c = Taxa de Contribuição Social sobre Lucro Líquido;

O preço unitário de um determinado serviço “i” pode também ser expresso, segundo Tisaka (2006), pela Equação 9.

Equação 9 - Preço unitário de um determinado serviço

$$p_i = MO_i + (1 + e)(1 + b_1) + (MT_i + EQ_i)(1 + b_2) \quad (9)$$

Fonte: TISAKA 2006, p. 67.

Sendo:

b_1 = Taxa de benefício e despesas indiretas, incidente sobre o custo unitário total de mão de obra direta por unidade de serviço “i”;

b_2 = Taxa de benefício e despesas indiretas, incidente sobre os custos unitários totais dos materiais e equipamentos de construção por unidade de serviço.

4 METODOLOGIA DE PESQUISA

4.1 Classificação da pesquisa

Pesquisa é o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar propostas e respostas aos problemas propostos. É desenvolvida mediante o uso dos conhecimentos disponíveis e a utilização de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos. Fazem parte de um projeto de pesquisa: a formulação do problema, a especificação dos objetivos, a identificação do tipo de pesquisa, a operacionalização das variáveis, a seleção da amostra, a elaboração dos instrumentos e determinação da estratégia de coleta de dados, a determinação do plano de análise de dados, a previsão da forma de apresentação dos resultados e o cronograma de execução da pesquisa. As pesquisas podem ser classificadas em três grupos: exploratórias, descritivas e explicativas (GIL, 2002).

De acordo com Gil (2002), a pesquisa exploratória tem por objetivo tornar o problema mais explícito ou construir hipóteses, tendo um planejamento flexível e podendo considerar vários aspectos do caso estudado. Geralmente envolve o levantamento bibliográfico, estudo de caso e análise desse estudo, estimulando a compreensão. As pesquisas descritivas têm como objetivo a caracterização de determinada população ou fenômeno. As pesquisas explicativas visam a identificação dos fatores que originam os problemas.

Dentro dos três grupos de pesquisa, deve ser estabelecido o delineamento do estudo, que pode ser: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa experimental, pesquisa ex-post facto, o levantamento e o estudo de caso. O estudo

de caso consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tendo como um de seus propósitos a formulação e hipóteses ou desenvolvimento de teorias (GIL, 2002).

Este estudo é classificado como pesquisa exploratória com o delineamento de estudo de caso. Após a revisão bibliográfica que embasa o tema proposto, é realizado um estudo de caso, objetivando o levantamento de dados para a realização das análises e as simulações para obtenção dos resultados.

Baseado em Gil (2002), o estudo de caso para o desenvolvimento desta pesquisa, segue o conjunto de etapas:

- a) formulação do problema;
- b) definição da unidade-caso;
- c) determinação do número de casos;
- d) elaboração do protocolo;
- e) coleta de dados;
- f) avaliação e análise dos dados; e
- g) preparação do relatório.

4.2 Unidade caso

Um edifício comercial, localizado na Rua Fernando Ferrari, esquina com a Rua Santos Dumont, Quadra 03, Lote 08, Bairro Languiru, Teutônia/RS, constituído de 5 pavimentos e área total de 2.689,15 m², com estrutura de pilares vigas em concreto armado e laje pré-moldada.

A Figura 16 apresenta a fachada do empreendimento.

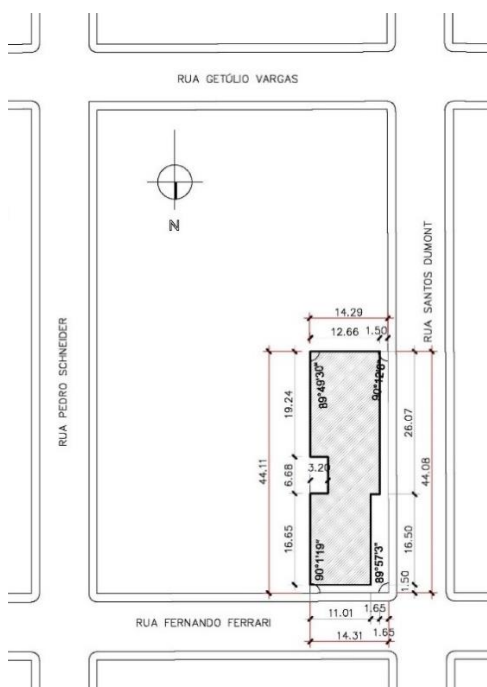
Figura 16 - Fachada do edifício



Fonte: J.M.P. Empreendimentos LTDA, 2016.

A Figura 17 apresenta a planta de situação e localização do empreendimento.

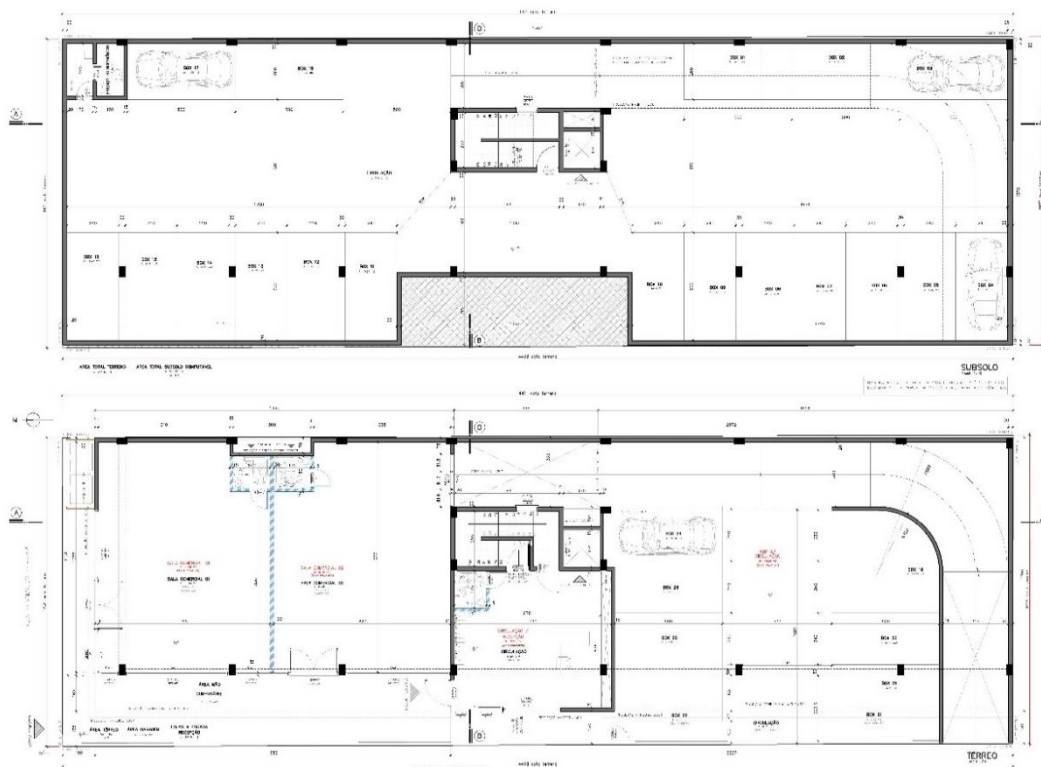
Figura 17 - Localização do empreendimento (sem escala)



Fonte: J.M.P. Empreendimentos LTDA, 2016.

As Figuras 18 e 19 apresentam as plantas baixas do edifício.

Figura 18 – Plantas baixas de subsolo e térreo (sem escala)



Fonte: J.M.P. Empreendimentos LTDA, 2016.

Figura 19 – Plantas baixas primeiro pavimento e pavimento tipo (sem escala)



Fonte: J.M.P. Empreendimentos LTDA, 2016.

4.3 Materiais e métodos

O primeiro procedimento foi a coleta de dados, sendo realizado o levantamento junto à construtora, dos custos de construção do edifício especificado, com alvenaria de vedação de blocos cerâmicos e com painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto. Com posse dos dados, caracterizou-se os casos que são analisados comparativamente, e extraídos os valores necessários para a realização das simulações.

Após, são realizadas simulações de custos, levando em conta a cada repetição, o aumento da área construída e do tempo para execução. Para realizar a simulação é utilizado uma planilha de cálculo.

São propostos três conjuntos de casos, conforme Quadro 5.

Quadro 5 – Simulações propostas

SIMULAÇÃO	ALVENARIA	PPAC
CASO 01	Composição Construtora	Composição Construtora c/ grua
	Composição Construtora	Composição Construtora c/ guindaste
CASO 02	Composição CUB CSL 8-N	Composição Construtora c/ grua
	Composição CUB CSL 8-N	Composição Construtora c/ guindaste
CASO 03	Composição CUB CSL 16-N	Composição Construtora c/ grua

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

São elaboradas planilhas para alvenaria convencional e para painéis. As planilhas são constituídas pelas colunas: t (meses), área total (m²), número de pavimentos, materiais (R\$/m²), mão de obra (R\$/m²), equipamentos (R\$/m²), despesas indiretas (R\$/mês), custo direto parcial (R\$), custo indireto parcial (R\$), despesa financeira (R\$), custo direto total (R\$/m²), custo indireto total (R\$/m²) e custo total (R\$/m²). As planilhas completas podem ser consultadas no Apêndice 1.

Para a realização das simulações dos casos utilizando alvenaria de vedação convencional, são adotados os valores de materiais, mão de obra e equipamentos, das composições da construtora, bem como da Tabela de Preços e Custos da Construção – Sinduscon/RS. Para as simulações utilizando painéis, são adotados todos os custos de materiais, mão de obra e equipamentos fornecidos pela construtora. Para despesas indiretas, em ambos os casos, são calculados com base nos custos da construtora. Para o cálculo das despesas financeiras, a taxa de juros adotada é de acordo com informações da Caixa Econômica Federal.

A cada repetição, é adicionado a área de um pavimento do edifício estudado e o tempo necessário para execução. Para facilitar a análise, é construído o gráfico “CustoR\$/m² x Área (m²)”.

5 ESTUDO DE CASO

A coleta dos dados foi realizada junto a construtora (J.M.P. Empreendimentos LTDA) em março de 2017, porém todos os valores são de março de 2016. Foram levantados os quantitativos e composições para construção do edifício comercial utilizando alvenaria de vedação com blocos cerâmicos e Painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto, conforme Anexo 1.

De acordo com o fornecido pela empresa, o resumo dos orçamentos é apresentado no Quadro 06.

Quadro 6 - Resumo do orçamento

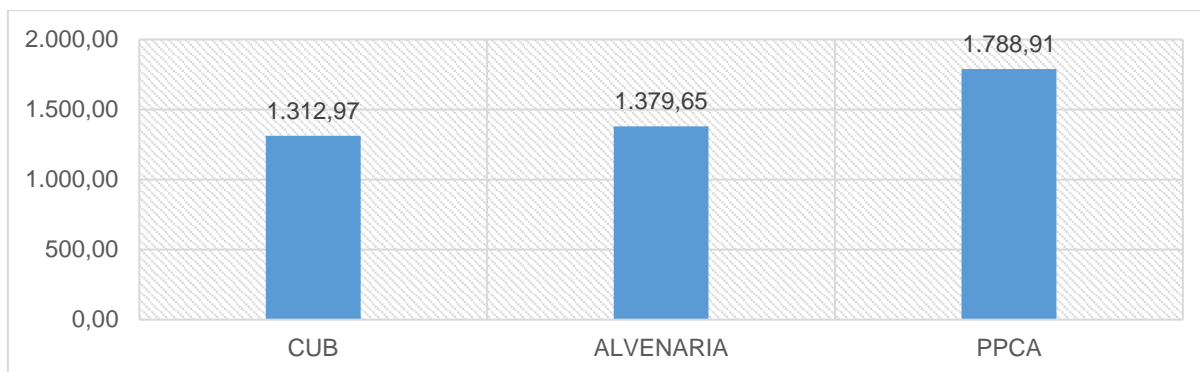
Item	Serviço	Alvenaria R\$	R\$/m ²	PPAC R\$	R\$/m ²
1	Escavação	36.827,20	13,69	36.827,20	13,69
2	Contenções	290.109,67	107,88	290.109,67	107,88
3	Fundação	156.663,59	58,26	156.663,59	58,26
4	Instalações hidrossanitárias	100.000,00	37,19	100.000,00	37,19
5	Instalações elétricas	100.000,00	37,19	100.000,00	37,19
6	Caxilhos	431.843,30	160,59	431.843,30	160,59
7	Louças e metais	11.790,00	4,38	11.790,00	4,38
8	Equipamentos	110.400,00	41,05	110.400,00	41,05
9	Outros	115.119,31	42,81	115.119,31	42,81
10	Building Shell – PPAC			2.605.000,00	968,71
11	Pilar	77.803,75	28,93	-	-
12	Vigas	74.244,95	27,61	-	-
13	Lajes	503.126,59	187,10	-	-
14	Fechamento em Alvenaria Revestida	89.249,85	33,19	-	-
15	Revestimento de fachada	78.199,14	29,08	-	-
16	Gesso	129.019,95	47,98	284.662,45	105,86

17	Revestimentos interno	91.572,70	34,05	34.772,70	12,93
18	Pintura	95.648,43	35,57	54.202,44	20,16
19	Mão de obra	968.316,81	360,08	229.089,53	85,19
20	Gerenciamento	135.000,00	50,20	135.000,00	50,20
21	Projeto arquitetônico	32.340,37	12,03	32.340,37	12,03
22	Projeto estrutural	30.432,76	11,32	30.432,76	11,32
23	Projeto de PPCI	1.800,00	0,67	1.800,00	0,67
24	Projetos executivos diversos	17.653,87	6,56	17.653,87	6,56
25	Cópias e Impressões	10.000,00	3,72	10.000,00	3,72
26	Despesas de aprovação	22.933,83	8,53	22.933,83	8,53
TOTAL		Alvenaria R\$	R\$/m²	PPAC R\$	R\$/m²
		3.710.096,09	1.379,65	4.810.641,03	1.788,91

Fonte: Adaptado de JMP Empreendimentos, 2016.

Fazendo uma análise inicial, com a simples comparação dos orçamentos, observa-se que a utilização de PPAC apresentou uma elevação de 36 % no custo total da edificação, em relação ao valor de referência CUB (CSL 8 N - mar/2016), conforme expresso no Gráfico 01.

Gráfico 1 - Comparação dos custos em relação ao CUB



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Para realização das simulações, após a coleta de dados, foram deduzidas as composições referente a materiais, mão de obra e equipamentos das composições utilizando o PPAC, resultando nos seguintes valores apresentados no Quadro 07.

Quadro 7 - Composição deduzida para PPAC

	Material (R\$/m²)	Mão de obra (R\$/m²)	Equipamento (R\$/m²)
Utilizando grua	834,59	884,26	77,12
Utilizando guindastes	834,59	884,26	70,06

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Também foram extraídas das composições utilizando alvenaria de vedação com bloco cerâmico, dos dados obtidos junto a construtora, os seguintes valores para material, mão de obra e equipamentos, conforme Quadro 08.

Quadro 8 - Composição deduzida para alvenaria

Material (R\$/m ²)	Mão de obra (R\$/m ²)	Equipamento (R\$/m ²)
565,89	722,51	41,05

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Nas simulações dos casos utilizando o CUB/RS, os valores de referência foram extraídos da tabela do Sinduscon/RS (março/ 2016), conforme apresentado no Quadro 09.

Quadro 9 - Composição CUB/RS do mês de março de 2016

Projeto	Padrão	Código	Material (R\$/m ²)	Mão de obra (R\$/m ²)	Equipamento (R\$/m ²)
CLS-8 (Comercial Salas e Lojas)	Normal	CSL 8-N	558,65	671,15	12,50
CSL-16 (Comercial Salas e Lojas)	Normal	CSL 16-N	761,50	893,36	19,36

Fonte: Sinduscon/RS, 2016

Para o cálculo das despesas indiretas, foram adotados os valores da composição obtida pela construtora, conforme Quadro 10.

Quadro 10 - Composição das despesas indiretas

Mão de obra indireta					
Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total mês R\$
1 engenheiro/20 dias por mês/44 horas semanais					
1 auxiliar administrativo/20 dias por mês/44 horas semanais					
1 auxiliar técnico/20 dias por mês/44 horas semanais					
1	Engenheiro	h	176	57,96	10.200,96
2	Auxiliar administrativo	h	176	16,84	2.963,84
3	Auxiliar técnico	h	176	22,37	3.938,88

Fonte: Adaptado de JMP Empreendimentos, 2016.

Para o cálculo das despesas financeiras, a taxa de juros adotada é de 13% a.a. (micro e pequenas empresas), de acordo com o site Portal Brasil, com informações da Caixa Econômica Federal. O percentual de financiamento da obra foi considerado de 80%, adotando o tempo de financiamento dividido pelo tempo de construção (t/2).

Subsequente aos parâmetros adotados e calculados, realizou-se as simulações. A cada repetição, é adicionado a área um pavimento, correspondente a 517 m² e o tempo para execução, que para os casos com alvenaria de vedação com blocos cerâmicos é de 2 meses e, PPAC 1 mês.

Após a consideração dos parâmetros de despesas indiretas e despesas financeiras, são calculados os custos de construção diretos (Quadro 11) e indiretos (Quadro 12 e 13).

Quadro 11 - Custo de construção direto calculado

CUSTO DIRETO PPAC (R\$/m ²)		CUSTO DIRETO CONVENCIONAL (R\$/m ²)		
Composição Construtora c/ grua	Composição Construtora c/ guindaste	Composição Construtora	Composição CSL 8-N	Composição CSL 16-N
1.795,97	1.788,91	1.329,45	1.242,31	1.674,22

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Quadro 12 - Custo indireto para PPAC

Tempo (meses)	CUSTO INDIRETO PPAC (R\$/m ²)	
	Composição Construtora c/ grua	Composição Construtora c/ guindaste
8	112,32	112,08
10	117,20	116,93
12	122,92	122,62
14	129,20	128,87
16	135,86	135,50
18	142,80	142,42
20	149,97	149,55
22	157,30	156,85
24	164,79	164,31
26	172,39	171,88
28	180,11	179,56
30	187,91	187,34

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Quadro 13 - Custo indireto para convencional

Tempo (meses)	CUSTO INDIRETO CONVENCIONAL (R\$/m ²)		
	Composição Construtora	Composição CSL 8-N	Composição CSL 16-N
16	198,96	193,04	222,37
18	205,50	198,80	231,97
20	213,79	206,31	243,36

22	223,24	214,98	255,94
24	233,53	224,46	269,38
26	244,43	234,56	283,48
28	255,83	245,14	298,10
30	267,63	256,13	313,16
32	279,78	267,44	328,60
34	292,23	279,05	344,37
36	304,95	290,92	360,45
38	317,92	303,04	376,81

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Os custos totais calculados são apresentados nos Quadros 14, 15 e 16.

Quadro 14 – Custos totais para PPAC

ÁREA	COMPOSIÇÃO COM GRUA (R\$)			COMPOSIÇÃO COM GUINDASTE (R\$)		
	Custo direto total	Custo indireto total	Despesa financeira	Custo direto total	Custo indireto total	Despesa financeira
2.689,15	4.829.641,03	136.829,44	165.206,41	4.810.641,03	136.829,44	164.574,39
3.206,15	5.758.159,12	153.933,12	221.812,77	5.735.506,30	153.933,12	220.962,87
3.723,15	6.686.677,21	171.036,80	286.613,68	6.660.371,56	171.036,80	285.514,25
4.240,15	7.615.195,30	188.140,48	359.671,63	7.585.236,82	188.140,48	358.290,78
4.757,15	8.543.713,39	205.244,16	441.049,52	8.510.102,08	205.244,16	439.355,12
5.274,15	9.472.231,47	222.347,84	530.810,67	9.434.967,34	222.347,84	528.770,34
5.791,15	10.400.749,56	239.451,52	629.018,86	10.359.832,60	239.451,52	626.599,97
6.308,15	11.329.267,65	256.555,20	735.738,27	11.284.697,86	256.555,20	732.907,94
6.825,15	12.257.785,74	273.658,88	851.033,54	12.209.563,12	273.658,88	847.758,65
7.342,15	13.186.303,82	290.762,56	974.969,72	13.134.428,38	290.762,56	971.216,90
7.859,15	14.114.821,91	307.866,24	1.107.612,32	14.059.293,64	307.866,24	1.103.347,94
8.376,15	15.043.340,00	324.969,92	1.249.027,30	14.984.158,90	324.969,92	1.244.217,48

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Quadro 15 – Custos totais para convencional

ÁREA	COMPOSIÇÃO CONSTRUTORA		
	Custo direto total	Custo indireto total	Despesa financeira
2.689,15	3.575.096,09	273.658,88	261.376,05
3.206,15	4.262.422,82	307.866,24	350.982,32
3.723,15	4.949.749,55	342.073,60	453.891,07
4.240,15	5.637.076,28	376.280,96	570.304,79
4.757,15	6.324.403,01	410.488,32	700.428,70
5.274,15	7.011.729,74	444.695,68	844.470,80

5.791,15	7.699.056,47	478.903,04	1.002.641,94
6.308,15	8.386.383,20	513.110,40	1.175.155,79
6.825,15	9.073.709,93	547.317,76	1.362.228,95
7.342,15	9.761.036,66	581.525,12	1.564.080,92
7.859,15	10.448.363,39	615.732,48	1.780.934,20
8.376,15	11.135.690,12	649.939,84	2.013.014,27

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Quadro 16 – Custos totais para convencional CUB/RS

ÁREA	COMPOSIÇÃO CUB/RS CSL 8N (R\$)			COMPOSIÇÃO CUB/RS CSL 16N (R\$)		
	Custo direto total	Custo indireto total	Despesa financeira	Custo direto total	Custo indireto total	Despesa financeira
2.689,15	3.340.748,35	273.658,88	245.461,07	4.502.231,96	273.658,88	324.339,56
3.206,15	3.983.020,78	307.866,24	329.525,21	5.367.804,33	307.866,24	435.871,77
3.723,15	4.625.293,20	342.073,60	426.061,75	6.233.376,69	342.073,60	563.990,53
4.240,15	5.267.565,63	376.280,96	535.260,52	7.098.949,06	376.280,96	708.948,32
4.757,15	5.909.838,06	410.488,32	657.313,94	7.964.521,42	410.488,32	871.001,01
5.274,15	6.552.110,48	444.695,68	792.417,04	8.830.093,79	444.695,68	1.050.408,00
5.791,15	7.194.382,91	478.903,04	940.767,47	9.695.666,15	478.903,04	1.247.432,17
6.308,15	7.836.655,34	513.110,40	1.102.565,61	10.561.238,52	513.110,40	1.462.339,98
6.825,15	8.478.927,76	547.317,76	1.278.014,51	11.426.810,88	547.317,76	1.695.401,49
7.342,15	9.121.200,19	581.525,12	1.467.319,98	12.292.383,24	581.525,12	1.946.890,42
7.859,15	9.763.472,62	615.732,48	1.670.690,63	13.157.955,61	615.732,48	2.217.084,20
8.376,15	10.405.745,04	649.939,84	1.888.337,87	14.023.527,97	649.939,84	2.506.264,00

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

6 ANÁLISE DE RESULTADOS

Com base nas simulações, projetadas em uma escala crescente de áreas e custos, e em uma linha do tempo em meses, obteve-se a projeção de custos. A apresentação dos resultados segue a sequência de simulações especificadas anteriormente no Quadro 05.

CASO 1

A análise no Caso 1, levou em conta os custos de construção apurados pela construtora para execução do edifício, utilizando alvenaria de vedação com blocos cerâmicos e utilizando painéis pré-fabricados de arquitetônico. O Quadro 17 apresenta os resultados da simulação.

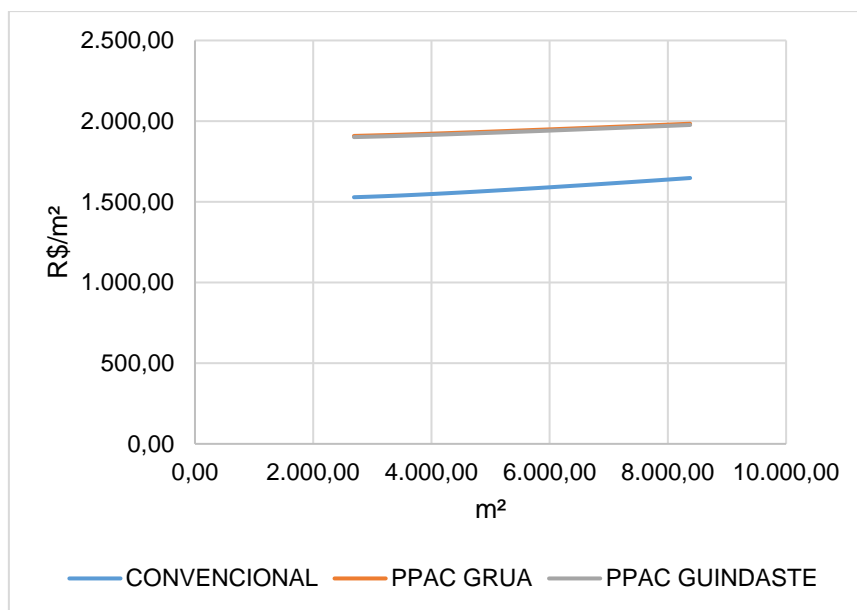
Quadro 17 - Resultados da simulação no Caso 1

EDIFÍCIO		CONVENCIONAL		PPAC			VARIÇÃO		
		t	Construtora	t	C/ grua	c/ guind.	TEMPO	C/ GRUA	C/ GUIN.
Nº PAV	Área (m ²)	me ses	R\$ / m ²	me ses	R\$ / m ²	R\$ / m ²	CUSTO (%)	CUSTO (%)	CUSTO (%)
5	2.689,15	16	1.528,41	8	1.908,29	1.900,99	-50,00	24,85	24,38
6	3.206,15	18	1.534,95	9	1.913,17	1.905,84	-50,00	24,64	24,16
7	3.723,15	20	1.543,24	10	1.918,89	1.911,53	-50,00	24,34	23,86
8	4.240,15	22	1.552,70	11	1.925,17	1.917,78	-50,00	23,99	23,51

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

O Gráfico 2 representa a simulação do custo (R\$/m²) em função da área (m²).

Gráfico 2 - Convencional construtora x PPAC



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Observa-se no Caso 1, que a utilização da tecnologia de PPAC com a utilização de grua e guindaste representou um custo total de em média 22,85% superior ao da alvenaria. A variação no tempo de execução é de 50% menor com a utilização de PPAC.

CASO 2

A análise no Caso 2, levou em conta os custos de construção do CUB/RS CSL 8N (Sinduscon-RS – março/2016) para a simulação utilizando alvenaria de vedação com blocos cerâmicos. Já para painéis pré-fabricados de arquitetônico, foram adotados os custos apurados pela construtora. O Quadro 18 apresenta os resultados da simulação.

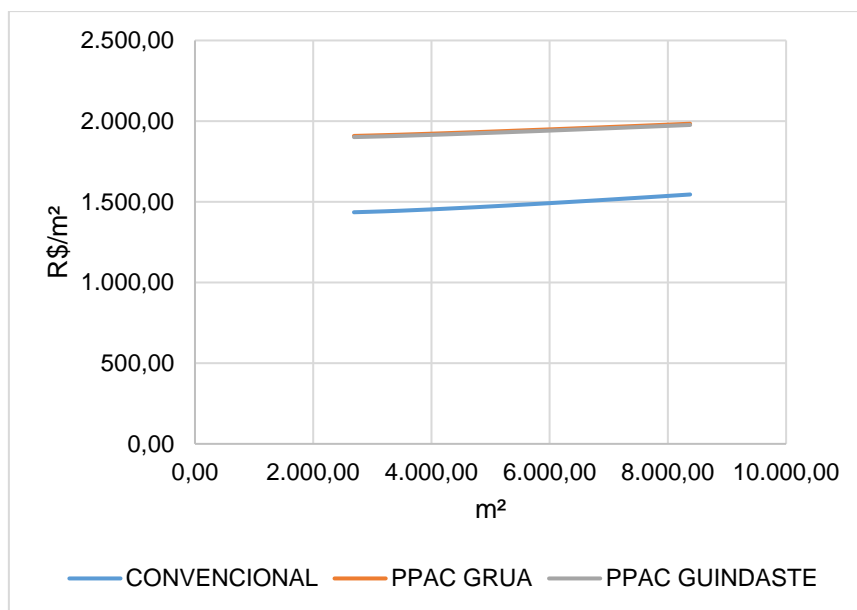
Quadro 18 - Resultados da simulação no Caso 2

EDIFÍCIO		CONVENCIONAL		PPAC			VARIÇÃO		
		t	CSL 8N	t	C/ grua	c/ guind.	TEMPO	C/ GRUA	C/ GUIN.
Nº PAV	Área (m²)	me ses	R\$ / m²	mes es	R\$ / m²	R\$ / m²	CUSTO (%)	CUSTO (%)	CUSTO (%)
5	2.689,15	16	1.435,35	8	1.908,29	1.900,99	-50,00	32,95	32,44
6	3.206,15	18	1.441,11	9	1.913,17	1.905,84	-50,00	32,76	32,25
7	3.723,15	20	1.448,62	10	1.918,89	1.911,53	-50,00	32,46	31,96
8	4.240,15	22	1.457,29	11	1.925,17	1.917,78	-50,00	32,11	31,60

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

O Gráfico 3 representa a simulação do custo (R\$/m²) em função da área (m²).

Gráfico 3 - Convencional CSL 8N x PPAC



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Observa-se no Caso 2, que a utilização da tecnologia de PPAC com a utilização de grua e guindaste representou um custo total de em média 30,91% superior ao da alvenaria. A variação no tempo de execução é de 50% menor com a utilização de PPAC.

CASO 3

A análise no Caso 2, levou em conta os custos de construção do CUB/RS CSL 16N (Sinduscon-RS – março/2016) para a simulação utilizando alvenaria de vedação com blocos cerâmicos. Já para painéis pré-fabricados de arquitetônico, foram adotados os custos apurados pela construtora. O Quadro 19 apresenta os resultados da simulação.

Quadro 19 - Resultados da simulação no Caso

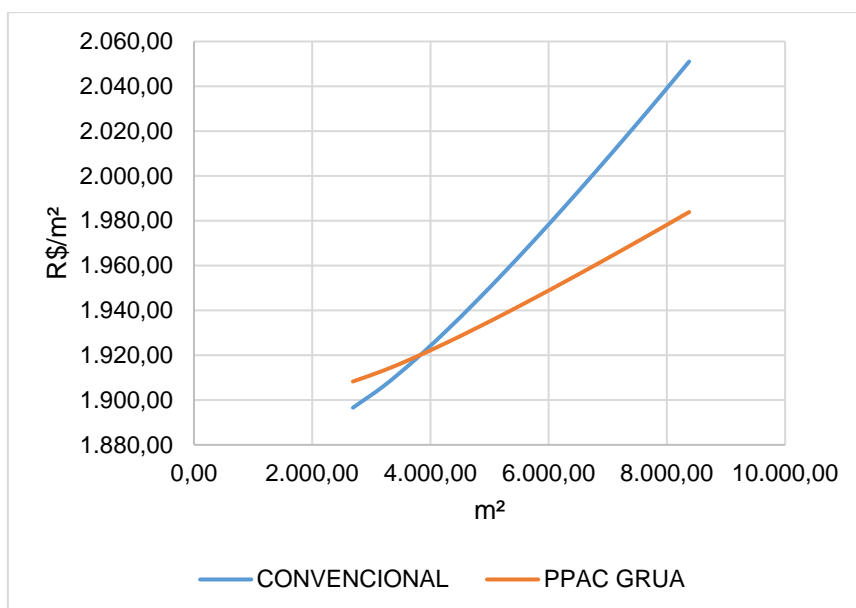
EDIFÍCIO		CONVENCIONAL		PPAC			VARIÇÃO		
		t	CSL 16N	t	C/ grua	c/ guind.	TEMPO	C/ GRUA	C/ GUIN.
Nº PAV	Área (m²)	me ses	R\$ / m²	me ses	R\$ / m²	R\$ / m²	CUSTO (%)	CUSTO (%)	CUSTO (%)
5	2.689,15	16	1.896,60	8	1.908,29	1.900,99	-50,00	0,62	-
6	3.206,15	18	1.906,19	9	1.913,17	1.905,84	-50,00	0,37	-
7	3.723,15	20	1.917,58	10	1.918,89	1.911,53	-50,00	0,07	-
8	4.240,15	22	1.930,16	11	1.925,17	1.917,78	-50,00	-0,26	-
9	4.757,15	24	1.943,60	12	1.931,83	1.924,41	-50,00	-0,61	-
10	5.274,15	26	1.957,70	13	1.938,77	1.931,32	-50,00	-0,97	-
11	5.794,15	28	1.972,32	14	1.945,94	1.938,46	-50,00	-1,34	-

12	6.308,15	30	1.987,38	15	1.953,28	1.945,76	-50,00	-1,72	-
13	6.825,15	32	2.002,82	16	1.960,76	1.953,21	-50,00	-2,10	-
14	7.342,15	34	2.018,59	17	1.968,37	1.960,79	-50,00	-2,49	-
15	7.859,15	36	2.034,67	18	1.976,08	1.968,47	-50,00	-2,88	-
16	8.376,15	38	2.051,03	19	1.983,89	1.976,25	-50,00	-3,27	-

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

O Gráfico 4 representa a simulação do custo (R\$/m²) em função da área (m²).

Gráfico 4 - Convencional CSL 16N x PPAC



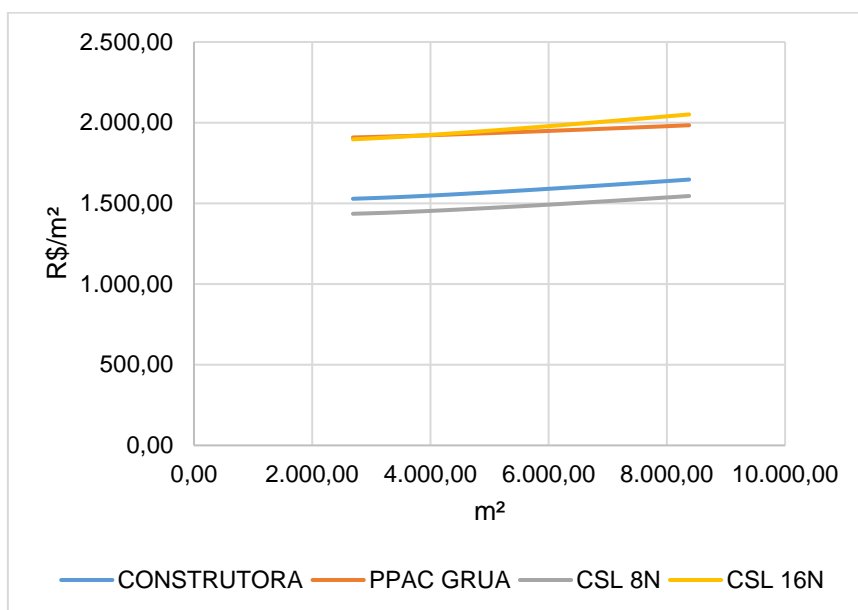
Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Observa-se no Caso 3, que com o aumento do número de pavimentos e a consequente adoção dos custos CUB/RS CLS 16N, a utilização da tecnologia de PPAC com uso de grua começou a demonstrar índice de viabilidade, a partir do 8º pavimento, onde representou um custo total de -0,26% inferior ao da alvenaria. O índice tende a aumentar conforme as simulações de aumento de área, atingindo, com 16 pavimentos o percentual de -3,27% inferior ao de alvenaria, além da redução de tempo de 50% com a utilização de PPAC.

Observou-se que, para as características do edifício estudado, de 5 pavimentos e área de 2.689,15 m², com os custos apurados pela construtora e com o custo CUB/RS CLS 8-N, mesmo sendo considerados as despesas indiretas e financeiras, bem como o aumento de área, não houve viabilidade com a utilização de PPAC com até 8 pavimentos.

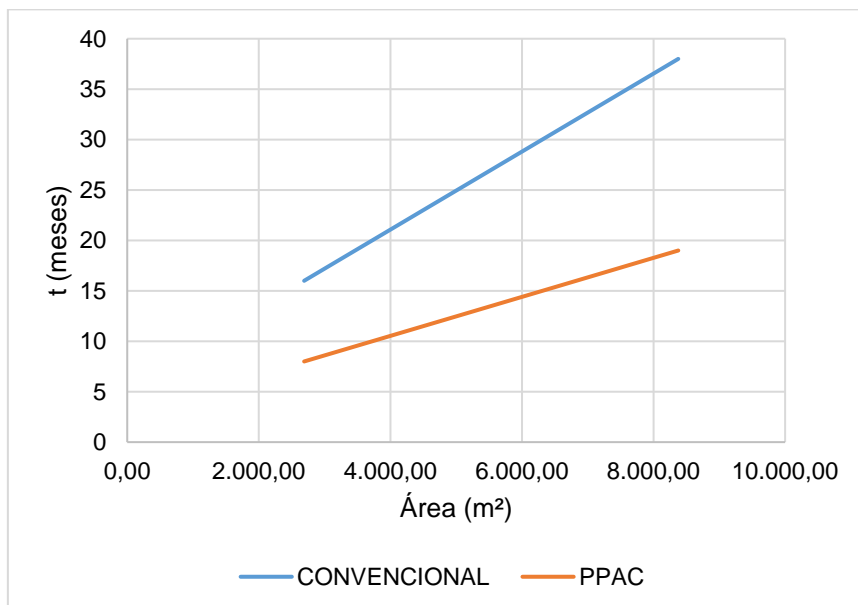
Com aumento do número de pavimentos, e a consequente mudança do padrão CUB/RS para CLS 16-N, a partir do 9º pavimento, o custo para a construção utilizando alvenaria de vedação com blocos cerâmicos, adicionado das despesas indiretas e financeiras, demonstra-se superior ao custo de construção com a utilização de PPAC, demonstrando a viabilidade para essa tecnologia. O Gráfico 5 representa a simulação do custo (R\$/m²) em função da área (m²) em todos os casos estudados. O Gráfico 6, apresenta a variação de tempo para execução dos casos.

Gráfico 5 - Representação de todos os casos simulados



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Gráfico 6 - Variação no tempo de execução



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Um dos grandes diferenciais para o uso do PPAC está associado ao tempo de execução. Com a finalização mais rápida da obra, dois fatores se mostram evidentes: a recuperação do capital investido em tempo menor, o que antecipa o início das atividades no empreendimento e a postergação do desembolso na obra, que se dá quando há o adiamento do início da obra para entrega futura, possibilitando melhor fluxo de caixa no empreendimento.

O custo direto está proporcionalmente associado à produção, desta forma, quando ocorre o aumento da produção mensal, estes custos são diretamente aumentados. Por outro lado, os custos indiretos, como o de manutenção do canteiro de obras, por exemplo, independem da quantidade produzida no mesmo mês. Com a somatória dos custos diretos com os custos indiretos, pode-se obter um ponto de equilíbrio em função da aceleração da obra, os quais oneram mais custos diretos; e da diminuição do tempo, os quais reduzem os custos indiretos, dado pela redução do prazo. Relacionado a isso, a utilização do sistema de PPAC, faz a diferença pela rápida execução, não onerando os custos diretos.

7 CONCLUSÃO

A partir dos levantamentos de custos, observou-se que a tecnologia de PPAC, demonstrou, em todos os casos, custo direto elevado em relação a utilização de alvenaria de vedação com blocos cerâmicos.

Para a edificação do estudo de caso, em suas características originais, a utilização de Painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto, não é viável em termos de custos, mesmo com a redução no tempo de execução.

O estudo demonstra, a partir das simulações, que com a elevação de porte do edifício, a partir de 8 pavimentos, o custo direto com a utilização de alvenaria de vedação com blocos cerâmicos sofre um aumento, mas não supera o custo direto utilizando PPAC. Desta forma, a simulação demonstra que, o fator tempo na viabilidade econômica do empreendimento se faz mais importante, no momento em que, mesmo com o PPAC apresentando um custo mais elevado do que com a utilização de alvenaria de vedação convencional, a economia resultante da diminuição das despesas indiretas, geram a diminuição do custo total do empreendimento, tornando-se assim, viável a utilização do PPAC, para o porte de edificação mais elevado.

Sugere-se para trabalhos futuros, a consideração de utilização de estrutura metálica para composição do custo, e também a aplicação em edifícios unicamente de ocupação residencial.

8 REFERÊNCIAS

ABDI, **Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial**. Vol. 1 – Estrutura e Vedação. 2015. Disponível em:

http://www.abdi.com.br/Documents/Manual_versao_digital.pdf. Acesso em: 10 set. 2016.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721 – Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios – Procedimento**. Rio de Janeiro: 2006.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-- Componentes cerâmicos – Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos**. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575 – Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE** - Rio de Janeiro, 2013.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16475 – Painéis de parede de concreto pré-moldado – Requisitos e procedimentos** - Rio de Janeiro, 2017.

ACKER, Arnold Van. **Manual de Sistemas Pré-Fabricados de Concreto**. 2002. Disponível em: <http://www.ceset.unicamp.br/~cicolin/ST%20725%20A/mpf.pdf>. Acesso em 18 set. 2016.

ALMEIDA, Marília Corrêa de. **Fachadas com painéis pré-fabricados arquitetônicos (PPAC) e de alvenaria de blocos cerâmicos com revestimento de pastilha: comparativo dos processos de execução**. Porto Alegre, 2010. URGs. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/26059>. Acesso em: 07 set. 2016.

AMBROZEWICZ, Paulo Henrique Laporte. **Construção de Edifícios do início ao fim da obra**. 1ª edição. São Paulo, 2015.

Brada, Pedro Antônio Lousan. **Guia Prático de Orçamento de Obras: do escalímetro ao BIM**. São Paulo, 2012. Editora Pini.

BARROS, Mercia Maria Bottura de.; SABBATINI, Fernando Henrique. **Diretrizes para o processo de projeto para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. Boletim Técnico – Escola Politécnica de São Paulo. São Paulo, 2003. Disponível em: http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00172.pdf. Acesso em 19 set. 2016.

BAUER, L.A. Falcão. **Materiais de Construção**. 5ª edição. Vol. 2. Rio de Janeiro, 1994.

BARTH, Fernando; VEFAGO, Luiz Maccarini. **Tecnologia de Fachadas pré-fabricadas**. Editora USFC. 2016.

CHEMIN, Beatris Francisca. **Manual da Univates para trabalhos Acadêmicos**. 3ª ed. Lajeado. Ed. Univates, 2015.

DECONCIC/FIESP – **Departamento da Indústria da Construção**. 2012. Disponível em: <http://hotsite.fiesp.com.br/construbusiness/2012/doc/CB2012Port.pdf>. Acesso em: 28 set. 2016.

FILHA, Dulce Corrêa Monteiro; COSTA, Ana Cristina Rodrigues da.; FALEIROS, João Paulo Martins; NUNES, Bernardo Furtado. **Perspectivas de investimentos 2010-2013 – Construção Civil**. BNDES, 2009. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/liv_perspectivas/09_Perspectivas_do_Investimento_2010_13_CONSTRUCAO_CIVIL.pdf. Acesso em: 03 set. 2016.

FRANCO, L. S. **O projeto das vedações verticais: características e importância para a racionalização do processo de produção.. In: Seminário tecnologia e Gestão na produção de edifícios**. 1998, São Paulo. Disponível em: http://www.gerenciamento.ufba.br/Disciplinas/Inova%C3%A7%C3%A3o_Tecnologica/O%20PROJETO%20DAS%20VEDACOES%20VERTICAIS.pdf. Acesso em: 14 set. 2016.

GEROLLA, Giovanni, 2009. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/119/artigo286380-1.aspx>. Acesso em: 27 set. 2016.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo. Atlas 2002.

GOLDMAN, Pedrinho. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 4. ed. atual. São Paulo: PINI, 2004.

LIMMER, Carl V. **Planejamento, Orçamento e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro, 1997. Editora Ltc.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos**. São Paulo: Pini, 2006.

MEDEIROS, Jonas Silvestre; MELLO, Murilo Blanco; ROGGERO, Marcus Vinicius Veiga; SEGUNDO, Milton José Pimenta; PIETRANTONIO, Vinicius Brandão. **Tecnologia de Vedação e Revestimentos por fachadas**. Instituto Aço Brasil. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.arq.ufmg.br/biblioteca/wp-content/uploads/2014/11/Tecnologias-de-Veda%C3%A7%C3%A3o-e-Revestimentos-para-Fachadas.pdf>. Acesso em: 17 set.2016.

Miguel, Luís de. **Architectual Precast Concrete Walls**. <http://www.tboake.com/guides/precast.pdf>. Acesso em: 28 set de 2016.

OLIVEIRA, Luciana Alves de.; SABBATINI, Fernando H. **Tecnologia de painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto para emprego em fachadas de edifícios**. Dissertação de mestrado. São Paulo, 2003. Disponível em: http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00343.pdf. Acesso em: 24 set. 2016.

OLIVEIRA, Luciana Alves de. **Tecnologia de painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto para emprego em fachadas de edifícios**. Parte Integrante da Dissertação de mestrado. São Paulo, 2002. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-04062003-100758/pt-br.php>. Acesso em: 26 set.2016.

PCI, Precast/Prestressed Concrete Institute. 2007. Third Edition. Chicago. Disponível em: http://www.enterpriseprecast.com/uploads/Image/PCI_Architectural_Precast_Concrete_Manual.pdf. Acesso em: 20 set. 2016.

Portal Brasil. 2016. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2016/11/caixa-reduz-taxas-de-juros-do-credito-imobiliario>. Acesso em 29 mai 2017.

ROSSO, T. **Teoria e prática da coordenação modular**. São Paulo: FAUUSP, 1976.

SABBATINI, F. H; FRANCO, L. **Notas de aula da disciplina de Tecnologia de produção de vedações verticais – TG 04, MBA, PECE**. São Paulo: EPUSP, 2001

SANTIAGO, Pedro. **Fachadas inteligentes e Bioclimáticas Metáfora Orgânica**. Edições Universidade Fernando Pessoa. 2007. Disponível em: <http://bdigital.ufp.pt/handle/10284/397>. Acesso em: 20 set. 2016.

SILVA, Mozart Bezerra da. **Manual de BDI: como incluir benefícios e despesas indiretas em orçamentos de obras de construção civil**. São Paulo: Blucher, 2006.

TCPO – Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos, da Editora PINI. 13ª ed. São Paulo, 2008.

TEMOCHE-ESQUIVEL, Juan F.; TOMAZETTI, Rodrigo R.; BARROS, Mércia M. S. B.; SABBATINI, Fernando Henrique. **Painéis pré-fabricados de concreto em fachadas de edifícios: inovação tecnológica consolidada?**. ENTAC 2006 – XI

Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. Florianópolis/SC. 2006.
Disponível em:
http://www.infohab.org.br/entac2014/2006/artigos/ENTAC2006_3307_3316.pdf
Acesso em: 07 set. 2016.

TISAKA, Maçahico. **Orçamento na Construção Civil**. São Paulo, 2006. Editora Pini.

THOMAZ, Ercio; FILHO, Claudio Vicente Mitidieri; CLETO, Fabiana da Rocha;
CARDOSO, Francisco Ferreira. **Alvenaria de Vedação em Blocos Cerâmicos**.
2009. Disponível em: http://www.ipt.br/centros_tecnologicos/cetac/projetos/2-codigos_de_praticas_na_construcao_civil.htm. Acesso em: 11 set. 2016.

9 APÊNDICE

APÊNDICE 1

CONVENÇIONAL CONSTRUTORA													
t	área	Nº de Pav	Materiais	Mão de obra	Equipamentos	DESPESA INDIRETA	CUSTO DE CONTRUÇÃO (R\$)		DESPESA FINANCEIRA			TOTAL R\$	
mês	m²		R\$/m²	R\$/m²	R\$/m²	R\$/mês	Custo Direto (p)	Custo Indireto (p)	FINCANC. R\$ 80%	Tx Juros t/2(a.a) 13%	CCon CD /m²	CCon IND /m²	R\$ / m²
16	2.689,15	5,00	565,89	722,51	41,05	17.103,68	3.575.096,09	273.658,88	3.079.003,97	261.376,05	1.329,45	198,96	1.528,41
18	3.206,15	6,00	565,89	722,51	41,05	17.103,68	4.262.422,82	307.866,24	3.656.231,25	350.982,32	1.329,45	205,50	1.534,95
20	3.723,15	7,00	565,89	722,51	41,05	17.103,68	4.949.749,55	342.073,60	4.233.458,52	453.891,07	1.329,45	213,79	1.543,24
22	4.240,15	8,00	565,89	722,51	41,05	17.103,68	5.637.076,28	376.280,96	4.810.685,79	570.304,79	1.329,45	223,24	1.552,70
24	4.757,15	9,00	565,89	722,51	41,05	17.103,68	6.324.403,01	410.488,32	5.387.913,06	700.428,70	1.329,45	233,53	1.562,98
26	5.274,15	10,00	565,89	722,51	41,05	17.103,68	7.011.729,74	444.695,68	5.965.140,34	844.470,80	1.329,45	244,43	1.573,88
28	5.791,15	11,00	565,89	722,51	41,05	17.103,68	7.699.056,47	478.903,04	6.542.367,61	1.002.641,94	1.329,45	255,83	1.585,28
30	6.308,15	12,00	565,89	722,51	41,05	17.103,68	8.386.383,20	513.110,40	7.119.594,88	1.175.155,79	1.329,45	267,63	1.597,08
32	6.825,15	13,00	565,89	722,51	41,05	17.103,68	9.073.709,93	547.317,76	7.696.822,15	1.362.228,95	1.329,45	279,78	1.609,23
34	7.342,15	14,00	565,89	722,51	41,05	17.103,68	9.761.036,66	581.525,12	8.274.049,42	1.564.080,92	1.329,45	292,23	1.621,68
36	7.859,15	15,00	565,89	722,51	41,05	17.103,68	10.448.363,39	615.732,48	8.851.276,70	1.780.934,20	1.329,45	304,95	1.634,40
38	8.376,15	16,00	565,89	722,51	41,05	17.103,68	11.135.690,12	649.939,84	9.428.503,97	2.013.014,27	1.329,45	317,92	1.647,37

CONVENÇIONAL CSL 8N													
t	área	Nº de Pavim	Materiais	Mão de obra	Equipamentos	DESPESA INDIRETA	CUSTO DE CONTRUÇÃO (R\$)		DESPESA FINANCEIRA			TOTAL R\$	
mês	m²		R\$/m²	R\$/m²	R\$/m²	R\$/mês	Custo Direto (p)	Custo Indireto (p)	FINCANC. R\$ 80%	Tx Juros t/2(a.a) 13%	CCon CD /m²	CCon IND /m²	R\$ / m²
16	2.689,15	5,00	558,66	671,15	12,50	17.103,68	3.340.748,35	273.658,88	2.891.525,78	245.481,07	1.242,31	193,04	1.435,35
18	3.206,15	6,00	558,66	671,15	12,50	17.103,68	3.983.020,78	307.866,24	3.432.709,81	329.525,21	1.242,31	198,80	1.441,11
20	3.723,15	7,00	558,66	671,15	12,50	17.103,68	4.625.293,20	342.073,60	3.973.893,44	426.081,75	1.242,31	206,31	1.448,62
22	4.240,15	8,00	558,66	671,15	12,50	17.103,68	5.267.565,63	376.280,96	4.515.077,27	535.260,52	1.242,31	214,98	1.457,29
24	4.757,15	9,00	558,66	671,15	12,50	17.103,68	5.909.838,06	410.488,32	5.056.261,10	657.313,94	1.242,31	224,46	1.466,77
26	5.274,15	10,00	558,66	671,15	12,50	17.103,68	6.552.110,48	444.695,68	5.597.444,93	792.417,04	1.242,31	234,58	1.476,87
28	5.791,15	11,00	558,66	671,15	12,50	17.103,68	7.194.382,91	478.903,04	6.138.628,76	940.767,47	1.242,31	245,14	1.487,45
30	6.308,15	12,00	558,66	671,15	12,50	17.103,68	7.836.655,34	513.110,40	6.679.812,59	1.102.565,61	1.242,31	256,13	1.498,43
32	6.825,15	13,00	558,66	671,15	12,50	17.103,68	8.478.927,76	547.317,76	7.220.996,42	1.278.014,51	1.242,31	267,44	1.509,75
34	7.342,15	14,00	558,66	671,15	12,50	17.103,68	9.121.200,19	581.525,12	7.762.180,25	1.467.319,98	1.242,31	279,05	1.521,36
36	7.859,15	15,00	558,66	671,15	12,50	17.103,68	9.763.472,62	615.732,48	8.303.364,08	1.670.690,63	1.242,31	290,92	1.533,23
38	8.376,15	16,00	558,66	671,15	12,50	17.103,68	10.405.745,04	649.939,84	8.844.547,91	1.888.337,87	1.242,31	303,04	1.545,34

CONVENÇIONAL CSL 16N													
t	área	Nº de Pavim	Materiais	Mão de obra	Equipamentos	DESPESA INDIRETA	CUSTO DE CONTRUÇÃO (R\$)		DESPESA FINANCEIRA			TOTAL R\$	
mês	m²		R\$/m²	R\$/m²	R\$/m²	R\$/mês	Custo Direto (p)	Custo Indireto (p)	FINCANC. R\$ 80%	Tx Juros t/2(a.a) 13%	CCon CD /m²	CCon IND /m²	R\$ / m²
16	2.689,15	5,00	761,50	893,36	19,36	17.103,68	4.502.231,96	273.658,88	3.820.712,67	324.339,56	1.674,22	222,37	1.896,60
18	3.206,15	6,00	761,50	893,36	19,36	17.103,68	5.367.804,33	307.866,24	4.540.536,45	435.871,77	1.674,22	231,97	1.906,19
20	3.723,15	7,00	761,50	893,36	19,36	17.103,68	6.233.376,69	342.073,60	5.260.360,23	563.990,53	1.674,22	243,36	1.917,58
22	4.240,15	8,00	761,50	893,36	19,36	17.103,68	7.098.949,06	376.280,96	5.980.184,01	708.948,32	1.674,22	255,94	1.930,16
24	4.757,15	9,00	761,50	893,36	19,36	17.103,68	7.964.521,42	410.488,32	6.700.007,79	871.001,01	1.674,22	269,38	1.943,60
26	5.274,15	10,00	761,50	893,36	19,36	17.103,68	8.830.093,79	444.695,68	7.419.831,57	1.050.408,00	1.674,22	283,48	1.957,70
28	5.791,15	11,00	761,50	893,36	19,36	17.103,68	9.695.666,15	478.903,04	8.139.655,35	1.247.432,17	1.674,22	298,10	1.972,32
30	6.308,15	12,00	761,50	893,36	19,36	17.103,68	10.561.238,52	513.110,40	8.859.479,13	1.462.339,98	1.674,22	313,16	1.987,38
32	6.825,15	13,00	761,50	893,36	19,36	17.103,68	11.426.810,88	547.317,76	9.579.302,91	1.695.401,49	1.674,22	328,60	2.002,82
34	7.342,15	14,00	761,50	893,36	19,36	17.103,68	12.292.383,24	581.525,12	10.299.126,69	1.946.890,42	1.674,22	344,37	2.018,59
36	7.859,15	15,00	761,50	893,36	19,36	17.103,68	13.157.955,61	615.732,48	11.018.950,47	2.217.084,20	1.674,22	360,45	2.034,67
38	8.376,15	16,00	761,50	893,36	19,36	17.103,68	14.023.527,97	649.939,84	11.738.774,25	2.506.264,00	1.674,22	376,81	2.051,03

PPCA GRUA CONSTRUTORA

t	área	Nº de Pav	Materiais	Mão de obra	Equipamentos	DESPESA INDIRETA	CUSTO DE CONTRUÇÃO (R\$)		DESPESA FINANCEIRA		TOTAL R\$		
mês	m²		R\$/m²	R\$/m²	R\$/m²	R\$/mês	Custo Direto (t)	Custo Indireto (t)	FINCANC. R\$ 80%	Tx Juros t/2(a.a) 13%	CCon CD /m²	CCon IND /m²	R\$ / m²
8	2.689,15	5,00	834,59	884,26	77,12	17.103,68	4.829.641,03	136.829,44	3.973.176,38	165.206,41	1.795,97	112,32	1.908,29
9	3.206,15	6,00	834,59	884,26	77,12	17.103,68	5.758.159,12	153.933,12	4.729.673,79	221.812,77	1.795,97	117,20	1.913,17
10	3.723,15	7,00	834,59	884,26	77,12	17.103,68	6.686.677,21	171.036,80	5.486.171,21	286.613,68	1.795,97	122,92	1.918,89
11	4.240,15	8,00	834,59	884,26	77,12	17.103,68	7.615.195,30	188.140,48	6.242.668,62	359.671,63	1.795,97	129,20	1.925,17
12	4.757,15	9,00	834,59	884,26	77,12	17.103,68	8.543.713,39	205.244,16	6.999.166,04	441.049,52	1.795,97	135,86	1.931,83
13	5.274,15	10,00	834,59	884,26	77,12	17.103,68	9.472.231,47	222.347,84	7.755.663,45	530.810,67	1.795,97	142,80	1.938,77
14	5.791,15	11,00	834,59	884,26	77,12	17.103,68	10.400.749,56	239.451,52	8.512.160,86	629.018,86	1.795,97	149,97	1.945,94
15	6.308,15	12,00	834,59	884,26	77,12	17.103,68	11.329.267,65	256.555,20	9.268.658,28	735.738,27	1.795,97	157,30	1.953,28
16	6.825,15	13,00	834,59	884,26	77,12	17.103,68	12.257.785,74	273.658,88	10.025.155,69	851.033,54	1.795,97	164,79	1.960,76
17	7.342,15	14,00	834,59	884,26	77,12	17.103,68	13.186.303,82	290.762,56	10.781.653,11	974.969,72	1.795,97	172,39	1.968,37
18	7.859,15	15,00	834,59	884,26	77,12	17.103,68	14.114.821,91	307.866,24	11.538.150,52	1.107.612,32	1.795,97	180,11	1.976,08
19	8.376,15	16,00	834,59	884,26	77,12	17.103,68	15.043.340,00	324.969,92	12.294.647,93	1.249.027,30	1.795,97	187,91	1.983,89

PPCA GUINDASTE CONSTRUTORA

t	área	Nº de Pav	Materiais	Mão de obra	Equipamentos	DESPESA INDIRETA	CUSTO DE CONTRUÇÃO (R\$)		DESPESA FINANCEIRA		TOTAL R\$		
mês	m²		R\$/m²	R\$/m²	R\$/m²	R\$/mês	Custo Direto (t)	Custo Indireto (t)	FINCANC. R\$ 80%	Tx Juros t/2(a.a) 13%	CCon CD /m²	CCon IND /m²	R\$ / m²
8	2.689,15	5,00	834,59	884,26	70,06	17.103,68	4.810.641,03	136.829,44	3.957.976,38	164.574,39	1.788,91	112,08	1.900,99
9	3.206,15	6,00	834,59	884,26	70,06	17.103,68	5.735.506,30	153.933,12	4.711.551,53	220.982,87	1.788,91	116,93	1.905,84
10	3.723,15	7,00	834,59	884,26	70,06	17.103,68	6.660.371,56	171.036,80	5.465.126,68	285.514,25	1.788,91	122,62	1.911,53
11	4.240,15	8,00	834,59	884,26	70,06	17.103,68	7.585.236,82	188.140,48	6.218.701,84	358.290,78	1.788,91	128,87	1.917,78
12	4.757,15	9,00	834,59	884,26	70,06	17.103,68	8.510.102,08	205.244,16	6.972.276,99	439.355,12	1.788,91	135,50	1.924,41
13	5.274,15	10,00	834,59	884,26	70,06	17.103,68	9.434.967,34	222.347,84	7.725.852,14	528.770,34	1.788,91	142,42	1.931,32
14	5.791,15	11,00	834,59	884,26	70,06	17.103,68	10.359.832,60	239.451,52	8.479.427,29	626.599,97	1.788,91	149,55	1.938,46
15	6.308,15	12,00	834,59	884,26	70,06	17.103,68	11.284.697,86	256.555,20	9.233.002,45	732.907,94	1.788,91	156,85	1.945,76
16	6.825,15	13,00	834,59	884,26	70,06	17.103,68	12.209.563,12	273.658,88	9.986.577,60	847.758,65	1.788,91	164,31	1.953,21
17	7.342,15	14,00	834,59	884,26	70,06	17.103,68	13.134.428,38	290.762,56	10.740.152,75	971.216,90	1.788,91	171,88	1.960,79
18	7.859,15	15,00	834,59	884,26	70,06	17.103,68	14.059.293,64	307.866,24	11.493.727,90	1.103.347,94	1.788,91	179,56	1.968,47
19	8.376,15	16,00	834,59	884,26	70,06	17.103,68	14.984.158,90	324.969,92	12.247.303,06	1.244.217,48	1.788,91	187,34	1.976,25

EDIFÍCIO		CONVENCIONAL			PPCA			CASO 01			CASO 02			CASO 03		
ÁREA	Nº	t	CONST	CSL 8N	CSL 16N	t	GRUA	GRUIND	T	R\$ / m²	R\$ / m²	T	R\$ / m²	R\$ / m²	T	R\$ / m²
m²	PAV	mês	R\$ / m²	R\$ / m²	R\$ / m²	mês	R\$ / m²	R\$ / m²	%	%	%	%	%	%	%	%
2.689,15	5,00	16	1.528,41	1.435,35	1.896,60	8	1.908,29	1.900,99	-50,00	24,85	24,38	-50,00	32,95	32,44	-50,00	0,62
3.206,15	6,00	18	1.534,95	1.441,11	1.906,19	9	1.913,17	1.905,84	-50,00	24,64	24,16	-50,00	32,76	32,25	-50,00	0,37
3.723,15	7,00	20	1.543,24	1.448,62	1.917,58	10	1.918,89	1.911,53	-50,00	24,34	23,86	-50,00	32,46	31,96	-50,00	0,07
4.240,15	8,00	22	1.552,70	1.457,29	1.930,16	11	1.925,17	1.917,78	-50,00	23,99	23,51	-50,00	32,11	31,60	-50,00	-0,26
4.757,15	9,00	24	1.562,98	1.466,77	1.943,60	12	1.931,83	1.924,41	-50,00	23,60	23,12	-50,00	31,71	31,20	-50,00	-0,61
5.274,15	10,00	26	1.573,88	1.476,87	1.957,70	13	1.938,77	1.931,32	-50,00	23,18	22,71	-50,00	31,28	30,77	-50,00	-0,97
5.791,15	11,00	28	1.585,28	1.487,45	1.972,32	14	1.945,94	1.938,46	-50,00	22,75	22,28	-50,00	30,82	30,32	-50,00	-1,34
6.308,15	12,00	30	1.597,08	1.498,43	1.987,38	15	1.953,28	1.945,76	-50,00	22,30	21,83	-50,00	30,35	29,85	-50,00	-1,72
6.825,15	13,00	32	1.609,23	1.509,75	2.002,82	16	1.960,76	1.953,21	-50,00	21,84	21,38	-50,00	29,87	29,37	-50,00	-2,10
7.342,15	14,00	34	1.621,68	1.521,36	2.018,59	17	1.968,37	1.960,79	-50,00	21,38	20,91	-50,00	29,38	28,88	-50,00	-2,49
7.859,15	15,00	36	1.634,40	1.533,23	2.034,67	18	1.976,08	1.968,47	-50,00	20,91	20,44	-50,00	28,88	28,39	-50,00	-2,88
8.376,15	16,00	38	1.647,37	1.545,34	2.051,03	19	1.983,89	1.976,25	-50,00	20,43	19,96	-50,00	28,38	27,88	-50,00	-3,27

10 ANEXOS

ANEXO 1

QUANTITATIVOS

Quantitativos						
Descrição	Subsolo	Térreo	Pav. 1	Pav. Tipo	Pav. Tipo (x3)	Total
Área Construída	488,86	445,74	376,77	459,26	1.377,78	2.689,15
Área Privativa						
Área Privativa 2 (apenas Salas e Lojas)						
Área de alvenaria de fechamento *						1.365,72
Área em ACM			62,22		141,4448	203,66
Área em pele de vidro			69,30	114,87	344,61	413,91
Área em caixilhos internos (32 portas)		122,34	91,09	74,52	223,56	436,99
Área de caixilhos de fundo		12,375	8,25	8,25	24,75	45,38
Área de caixilhos das escadas		11,32	11,32	11,32	33,96	56,60
Área de divisórias entre salas (DW)			59,25	118,5	355,5	414,75
Área de contrapiso pavimento térreo		445,74				445,74
Área de uso comum - Escada		64,248	64,248	64,248	192,7464	321,24
Área de uso comum - balanço		45,44	45,44	45,44	136,32	227,20
Área de uso comum - Porcelanato/forro gesso		23,49	52,082	52,082	156,246	231,82
Área de uso comum - Porcelanato anti-derrapante		82,2				82,20
Banheiros	1	2	3	4	12	18,00

* Inclui caixa de escadas e paredes de fechamento de perímetro, em todos os andares e fachadas cegas nos andares tipo

Quantitativos Building Shell		
3250 m ² de supra-estrutura para a torre e base; Montagem, de aproximadamente, 135 PPAC; 1.250 m ² de área de fachada para PPAC, na tonalidade branca/cinza claro, acabamento jateado leve; 450 m ² de área de fachada para PPAC, na tonalidade cinza escuro		
Descrição	Quantidade	Unidade
Aço CA50, cortado e dobrado	45	ton
Cordoalha engraxada, CP190, 12,7mm	13	ton
Concreto fck 30MPa, 21MPa 3º dd, slump 180mm,	565	m ³
Concreto fck 30MPa, slump 80mm, bombeado	155	m ²
Silicone estrutural (sache 590ml)	750	Sc
Aço CA50	5	ton
Aço CA60, Tela Soldada	7	ton
Agregado graúdo	148	m ³
Agregado miúdo	142	m ³
Agregado graúdo arquitetônico	115	m ³
Agregado miúdo arquitetônico	142	m ³
Aço SAC/COR (material e beneficiamento)	4,4	m ³
Cabos de aço # 8,00, # 10,00 e # 12,5	1.185	m
Cimento portland CPV - ARI (Itambé)	39	ton
Cimento portland branco estrutural (Cinsa)	39	ton
Frete e Descarga de PPACS	1	vb

COMPOSIÇÕES

ANALÍTICO BASE

Pilares					
6 pavimentos. 14 Pilares por pavimento com 0,4m*0,6m (0,24m ²) . H= 3,10. Formas em maderit, sem repetição. Armadura simples com 95 kg/m ³ . Concreto fck 25 Mpa, com consumo de 300 kg/m ³ .					
Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)
1	Forma Maderit	m ²	572,88	50,00	28.644,00
2	Aço CA 50 cortado e dobrado	Kg	4.937,12	3,25	19,295,64
3	Concreto Usinado de 20 MPA slump 15	m ³	75,00	334,63	25.095,89
4	Espaçadores plásticos	kg	59,37	80,31	4.768,22

Vigas					
6 pavimentos. 14 Pilares por pavimento . Vigas com (3*42)+(7*13) = 217m seção 0,6m x 0,4m . Formas em maderit, sem repetição. Armadura simples com 95 kg/m ³ . Concreto fck 25 Mpa lançado com bomba.					
Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)

1	Forma Maderit	m ²	458,30	50,00	22.915,20
2	Aço CA 50 cortado e dobrado	Kg	5.937,12	3,25	19.295,64
3	Concreto Usinado 20 MPA slump 15	m ³	75,00	334,63	25.095,89
4	Espaçadores plásticos	Kg	59,37	80,31	4.768,22
5	Escoramento metálico	m ²	86,800	25,00	2.170,00

Lajes e escadas

6 pavimentos. 441 m² de pré lajes (Tipo mini painel 7). Lançamento com guindaste 50 t. Concreto, aço e EPS inclusos. Rscada de 1,2m - espessura equivalente 0,3m - vb

Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)
1	Mini Painel 7	m ²	2.648,64	63,56	168.437,56
2	Aço CA 50 Cortado e dobrado	Kg	10.594,56	3,25	34.432,32
3	Concreto Usinado 20 MPA slump 15	m ³	344,32	334,63	115.222,01
4	Espaçadores plásticos	Kg	105,95	80,31	8.508,70
5	Escoramento metálico	m ²	2.648,640	25,00	66.216,00
6	Escadas pré-moldadas	vb	1,00	110.400,00	110.400,00

Fechamento em alvenaria revestida

Fechamento de Blocos de vedação, com revestimento externo em massa unica e intern em gesso.

Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)
1	Bloco de concreto	Unid.	18.437,23	3,00	55.311,69
2	Argamassa de assentamento	Kg	9.218,62	2,00	18.437,23
3	Telas de Ligação	Unid.	368,74	5,00	1.843,72
4	Massa única	m ²	1.365,72	5,00	6.828,60
5	Gesso liso	m ²	1.365,72	5,00	6.828,60

Fechamento de fachada

Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)
1	Revestimento em ACM	m ²	204	383,96	78.199,14

Gesso

Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)
1	Paredes em Drywall dupla (miolo de OSB)	m ²	415	234	100.784,25
2	Forro em gesso acartonado comum	m ²	232	70,20	16.273,62
3	Forro em gesso acartonado verde	m ²	170	70,20	11.962,08

Revestimentos Internos

Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)
1	Granito	m²	227	250,00	56.800,00
2	Porcelanato 1,2x1,2m	m²	232	150	34.772,70

Pintura

Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)
1	Pintura 3 demãos PVA Acrílica Branca	m²	2.597	22,00	57.143,65
2	Pintura textura	m²	1.366	22,00	30.045,86
3	Massa única	m²	1.680	3,85	6.476,36
4	Textura	m²	432,00	4,59	1.982,56

Mão de obra

15 funcionários/22 dias por mês/10horas por dia/6 meses + 12 funcionários/22 dias por mês/10horas por dia/6 meses
1 mestre/22 dias por mês/10horas por dia/12 meses

Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)
1	Canteiro	Vb	1	50.000,00	50.000,00
2	Equipe	h	35.640	21,86	778.983,48
3	Supervisão de obra	h	2.640	52,78	139.333,33

Mão de obra indireta

1 engenheiro/20 dias por mês/44 horas semanais
1 auxiliar administrativo/20 dias por mês/44 horas semanais
1 auxiliar técnico/20 dias por mês/44 horas semanais

Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total mês R\$
1	Engenheiro	h	176	57,96	10.200,96
2	Auxiliar administrativo	h	176	16,84	2.963,84
3	Auxiliar técnico	h	176	22,37	3.938,88

ANALÍTICO EXTRAS**Escavação**

Escavação mecanizada, com bota fora a 2 km. Solo argiloso e alteração de basalto. Limpeza de rodas. Bombeamento de águas pluviais e eventual substituição de solos.

Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)
1	Escavação, carga e transporte de Mat 2a. Categoria DMT 2k	m3c	1.689,60	12,00	20.275,20
2	Limpeza de Rodas	vb	1,00	5.000,00	5.000,00
3	Bombeamento de águas pluviais	vb	1,00	5.000,00	5.000,00
4	Substituição de solo	m3c	546,00	12,00	6.552,00

Contenção

Escoramento metálico com placas de concreto..					
Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)
1	Escavação rotativa	m	168,00	100,00	16.800,00
2	Perfil "I" metálico laminado (174kg/m)	Kg	29.232,00	4,00	116,928,00
3	Cortina Pre moldada de concreto	m ²	513,00	75,00	38.475,00
4	Armação	Kg	17.886,00	3,55	63.495,30
5	Concreto Usinado 20 MPA slump 15	m ³	162,60	334,63	54.411,37

Fundação					
16 Sapatas com 9m ³ . Escavação manual e regularização de superfície. Forro com camada de brita de 5 cm. Formas em maderit, sem repetição. Armadura simples com 95 kg/m ³ . Concreto fck 25 Mpa, com consumo de 300 kg/m ³ . Baldrame co (3*42)+(7*13) = 217m seção 0,6m x 0,4m					
Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)
1	Forma Maderit	m ²	539,20	50,00	26.960,00
2	Berço de brita	m ³	54,60	65,00	3.549,00
3	Concreto Usinado 25 MPA slump 10 300kg/m ³	m ³	196,08	334,63	65.614,90
4	Aço CA 50 Cortado e dobrado	kg	18.627,60	3,25	60.539,70

Instalações Hidrossanitárias					
laje fossa = 1,50 x 1,50 x 0,10					
Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)
1	Verba	vb	1	100.000,00	100.000,00

Caixilhos e portas					
Pele de vidro, divisórias de vidro e caxilhos de alumínio.					
Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)
1	Pele de Vidro - Vidro Refletivo	m ²	414	600,11	248.391,53
2	Divisórias internas - Vidro cristal	m ²	360	278,94	100.338,73
3	Portas - vidro cristal	m ²	77	278,94	21.556,48
4	ferragem para portas	Unid.	32	-	-
5	Portas de banheiro com acessibilidade	Unid.	19	567,00	10.773,00
6	Caxilhos complementares - Vidro refletivo	m ²	102	498,00	50.783,55

Louças e metais					
Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)
1	Bacia sanitária com caixa acoplada	Unid.	18	320,00	5.760,00

2	Rabicho 40cm DN 1/2 - 4kgf/cm2 (lavatório, descarga, pia coz)	Unid.	18	8,00	144,00
3	Registro de pressão 3/4- Delta	Unid.	18	25,00	450,00
4	Registro de gaveta 3/4" - MPS	Unid.	18	40,00	720,00
5	Lavatório c/ meia coluna suspensa	Unid.	18	150,00	2.700,00
6	Torneira lavatório bancada móvel C31 mesa -Delta	Unid.	18	35,00	630,00
7	Sifão plástico (tanque área serviço, pia cozinha, lavatório)	Unid.	18	8,00	144,00
8	Parafuso sanitário 10" Castelo	Unid.	18	6,00	108,00
9	Anel de vedação p/ vaso sanitário	Unid.	18	18,00	324,00
10	Outros acessórios	Vb	18	45,00	810,00

Equipamentos

Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)
1	Elevador	Unid.	1	110.400,00	110.400,00

Outros

Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)
1	Padrões CERTEL	Unid.	18	495,26	8.914,63
2	Mão de obra instalação padrões CERTEL	Unid.	18	66,93	1.204,68
3	Limpeza obra	vb	1	20.000,00	20.000,00
4	Consumo energia obra	vb	1	20.000,00	20.000,00
5	Consumo água obra	vb	1	20.000,00	20.000,00
6	Serviços Preliminares (limpeza do lote)	vb	1	5.000,00	5.000,00
7	Comunicação visual	vb	1	20.000,00	20.000,00
8	Desperdício de obra (5% - tijolos, blocos e telhas)	vb	1	20.000,00	20.000,00

ANALÍTICO PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS

Building Shell

Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)
1	Building Shell	Vb	1,00	1.977.000,00	1.977.000,00
2	Materiais	Vb	1,00	550.000,00	550.000,00
3	Grua Locação c/ operador e gerador	Mês	5,00	37.000,00	37.000,00
4	Grua Mobilização/Desmobilização	Vb	1,00	60.000,00	60.000,00
5	Guindastes – 50t (T, 1 e 2) 70t (3) e 100t (4)	vb	1,00	78.000,00	78.000,00

Gesso

Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)
1	Paredes em Drywall dupla (miolo de OSB)	m²	415	234	100.784,25
2	Forração de paredes internas	m²	1.366	121,50	165.935,08
3	Forro em gesso acartonado comum	m²	85	70,20	5.981,04
4	Forro em gesso acartonado verde	m²	170	70,20	11.962,08

Revestimentos internos

Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)
2	Porcelanato 1,2 x 1,2 m	m²	232	150,00	34.772,70

Pintura

Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)
1	Pintura 3 demãos PVA Acrílica Branca	m²	2.366	22,00	52.043,66
2	Massa única	m²	560	3,85	2.158,79

Mão de obra

10 funcionários/22 dias por mês/10horas por dia/3 meses
1 mestre/22 dias por mês/10horas por dia/3 meses

Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total (R\$)
1	Canteiro	Vb	1	50.000,00	50.000,00
2	Equipe	Unid.	6.600	21,86	144.256,20
3	Supervisão de obra	Unid	660	52,78	34.833,33

Mão de obra indireta

1 engenheiro/20 dias por mês/44 horas semanais
1 auxiliar administrativo/20 dias por mês/44 horas semanais
1 auxiliar técnico/20 dias por mês/44 horas semanais

Item	Descrição	Unid.	Qnt.	PU (R\$)	Total mês R\$
1	Engenheiro	h	176	57,96	10.200,96
2	Auxiliar administrativo	h	176	16,84	2.963,84
3	Auxiliar técnico	h	176	22,37	3.938,88



UNIVATES

R. Avelino Tallini, 171 | Bairro Universitário | Lajeado | RS | Brasil
CEP 95900.000 | Cx. Postal 155 | Fone: (51) 3714.7000
www.univates.br | 0800 7 07 08 09