

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
TIAGO TELLES DA SILVA

**COMPARATIVO FINANCEIRO ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO
CONVENCIONAL E O SISTEMA CONSTRUTIVO COM ISOLAMENTO TÉRMICO**

CASCABEL
2016

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

TIAGO TELLES DA SILVA

**COMPARATIVO FINANCEIRO ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO
CONVENCIONAL E O SISTEMA CONSTRUTIVO COM ISOLAMENTO TÉRMICO**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

**Professora Orientadora: Arquiteta e Urbanista
Mestre Janaína Bedin**

**CASCABEL
2016**

COMPARATIVO FINANCEIRO ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL E O SISTEMA CONSTRUTIVO COM ISOLAMENTO TÉRMICO

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário FAG,
como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob
orientação do Professor (a) Arquiteta e Urbanista. Mestre Janaína Bedin.

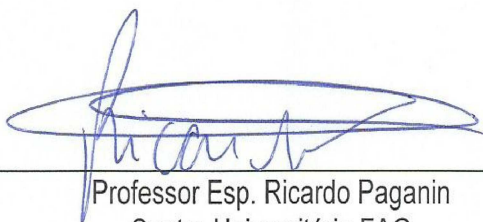
BANCA EXAMINADORA



Orientadora Prof^a Msc. Janaína Bedin
Centro Universitário FAG
Arquiteta e Urbanista



Professora Esp. Andréa Resende
Centro Universitário FAG
Engenheira Civil



Professor Esp. Ricardo Paganin
Centro Universitário FAG
Engenheiro Civil

Cascavel, 03 de Novembro de 2016.

DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho para:

meu pai João,

minha mãe Rita,

minha irmã Josiane,

e meu irmão Regis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as oportunidades que me trouxeram até aqui, tudo o que pude aprender e as pessoas que conheci.

A todos os professores que acompanharam esta longa trajetória e contribuíram para minha formação. Um agradecimento especial aos professores: Everton Paulo Roman, e toda sua assistência; Dr^a. Ligia Eleodora Francovig Rachid por sua atenção e esclarecimento dos questionamentos; Msc. Débora Felten por sua solicitude e presteza ao longo do curso; por fim, a minha orientadora Arq. Msc. Janaína Bedin, e todo o seu empenho e contribuição para a obtenção de um melhor resultado para concluir este trabalho.

A Fundação Assis Gurgacz (FAG) e a sua mantenedora Jaqueline Aparecida Assis Gurgacz Ferreira, por fornecerem toda a estrutura e viabilidade para minha graduação. Aos colaboradores da FAG que tive o prazer de conhecer em especial Helena Marca.

Aos colegas de sala, amigos do dia a dia que fizeram os anos valerem ainda mais a pena, incentivando e participando durante a vida acadêmica e pessoal.

A minha família, que me apoiou e tornou possível a realização desta jornada.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação, os meus mais sinceros agradecimentos.

RESUMO

A economia do país, nos últimos tempos, passa por um momento delicado. Sendo assim houve um grande crescimento, nas estratégias e métodos para otimizar os custos na construção civil. Este trabalho apresenta dois sistemas construtivos, bem como suas etapas construtivas com ênfase na utilização dos mesmos na construção de moradias voltadas à população de baixa renda. Também traz resultados de custos e tempo de construção de um residencial para os sistemas construtivos abordados e, para fins comparativos, utilizou-se como parâmetro o sistema construtivo convencional. A busca pelo maior rendimento possível do investimento, muitos investidores se deparam com a escolha do método construtivo que supra seus interesses. Sendo assim, este estudo buscou apresentar a melhor solução do ponto de vista financeiro para um residencial de tamanho médio e padrão baixo. No método construtivo convencional o custo total de material e de mão de obra para uma habitação de 61,75 m², foi de R\$ 56.041,20 já no método construtivo com isolamento térmico teve um custo total de R\$ 43.013,75 sendo que os serviços preliminares, como esquadrias; forro em PVC; cobertura; instalações elétricas; instalações hidrossanitárias; aparelhos sanitários e limpeza final da obra, não possuíram diferença nos custos de execução tanto para o método construtivo convencional como para o método construtivo com isolamento térmico totalizando em um custo total de execução para estes serviços de R\$ 17.586,74 por habitação. O custo com o conjunto; fundação, supra-estrutura, revestimentos de parede, piso e revestimentos e pintura no método construtivo convencional ficaram em R\$ 38.454,46 já no método construtivo com isolamento térmico tiveram um custo de R\$ 25.427,01. O tempo gasto para execução de uma habitação no método construtivo convencional foi de 1.559,38 horas com o tempo de execução de 4 meses e no método construtivo com isolamento térmico foi de 1.122,76 horas com o tempo de execução de 3,2 meses.

Palavras-chave: Método Construtivo Convencional. Método Construtivo Com Isolamento Térmico. Orçamento.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -Síntese de Características Básicas da Sustentabilidade	18
Quadro 2 -Orçamento Método Construtivo Convencional e Método com Isolamento Térmico	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da cidade de Palotina no Estado do Paraná	11
Figura 2 - Baixa qualidade nas habitações resulta em alto custo social	12
Figura 3 - Delimitação dos residenciais na cidade de Palotina - PR	14
Figura 4 - Residencial Ecoville 1	14
Figura 5 - Fundação do tipo <i>radier</i>	21
Figura 6 - Fechamento com bloco estrutural	23
Figura 7 - Alvenaria de vedação	23
Figura 8 - Elementos que compõem a estrutura da cobertura	24
Figura 9 - Tesoura do tipo howe utilizada para os dois métodos construtivos	25
Figura 10 - Preenchimento de resíduos de EPS nos vãos dos blocos	25
Figura 11 - Instalações elétricas e hidrossanitárias	26
Figura 12 - Fluxograma	31
Figura 13 - Delimitação do residencial em estudo Ecoville cidade de Palotina - PR	33
Figura 14 - Residencial Ecoville Palotina - PR	33
Figura 15 - <i>Layout</i> do projeto piloto	14
Figura 16 - Esquema da estrutura em alvenaria convencional.....	35
Figura 17 - Modelo de planilha do Paraná edificações	37
Figura 18 - Locação da obra	41
Figura 19 - Camada de brita para recebimento do concreto	42
Figura 20 - Malha de aço do <i>radier</i>	42
Figura 21 - <i>Radier</i> após a concretagem	42
Figura 22 - Canaletas preenchidas com isolamento térmico retirado do meio ambiente	43
Figura 23 - Demonstrativo do sistema construtivo com isolamento térmico	43
Figura 24 - Bloco estrutural com isolamento térmico	44
Figura 25 - Assentamento dos blocos estruturais com isolamento térmico	45
Figura 26 - Fechamento das colunas sem utilização de formas de madeira	45
Figura 27 - Pilar pós concretagem sem utilização de forma de madeira	46
Figura 28 - Habitações com isolamento térmico finalizado	46
Figura 29 - Manta térmica de subcobertura	47
Figura 30 - Assentamento de azulejo	47
Figura 31 - Revestimento cerâmico	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Despesas diretas para a construção de uma habitação.....	48
Gráfico 2 – Despesas diretas para a construção de 33 habitações.....	51
Gráfico 3 – Despesas indiretas para a construção de 33 habitações.....	51
Gráfico 4 – Custo total para a construção de 33 habitações	52
Gráfico 5 – Horas trabalhadas para a produção de uma habitação.....	53
Gráfico 6 – Meses gastos para a construção de 33 habitações	54
Gráfico 7 – Quantidade de funcionários.....	55

SUMÁRIO

1.1 INTRODUÇÃO	10
1.2 OBJETIVOS	11
1.2.1 Objetivo Geral	11
1.2.2 Objetivos Específicos	11
1.3 JUSTIFICATIVA	12
1.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	13
1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	13
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1.1 Sistemas Construtivos	15
2.2.1 Sustentabilidade.....	17
2.2.2 Sustentabilidade Econômica.....	19
2.3.1 Etapas construtivas dos sistemas construtivos convencionais e com isolamento térmico.....	20
2.3.2 Serviços Preliminares.....	20
2.3.3 Fundações.....	21
2.3.4 Supra Estrutura.....	22
2.3.4.1 Estruturas das Coberturas.....	24
2.3.5 Isolamento Termoacústico	25
2.3.6 Instalações Elétricas e Hidrossanitárias	26
2.3.7 Esquadrias	26
2.3.8 Revestimentos	27
2.3.9 Limpeza Final da Obra	27
2.4.1 Planejamento.....	27
2.4.2 Orçamento	28
2.4.2.1 Custos Diretos	28
2.4.2.2 Benefícios E Custos Indiretos.....	29
2.4.3 Cronogramas.....	29
3.1 METODOLOGIA.....	31
3.1.1 Caracterização da Pesquisa	31
3.1.2 Caracterização da Amostra.....	32
3.1.3 Sistema Construtivo Convencional	35
3.1.4 Orçamentos	36
3.1.5 Cronogramas	37

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
4.1.1 Serviços Preliminares	41
4.1.2 Fundação	41
4.1.3 Sistema Construtivo com Isolamento Térmico	43
4.2 COMPOSIÇÃO DE CUSTOS	48
4.3 COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS.....	53
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	58
REFERÊNCIAS.....	59
APÊNDICE A – ORÇAMENTOS.....	62
APÊNDICE B - CRONOGRAMAS	68
APÊNDICE C - TIMELINE – ALVENARIA CONVENCIONAL	70
APÊNDICE D - TIMELINE – ISOLAMENTO TÉRMICO	71
APÊNDICE E – PROJETOS PILOTOS	72

1.1 INTRODUÇÃO

Segundo Bussoloti (2008), “[...] os seres primitivos caçavam e buscavam apenas o que era necessário para sobrevivência, e da natureza extraíam seu habitat, proteção e sustento [...]”. Ao começar a se estabelecer num território fixo e cultivar seu alimento, o ser humano sentiu a necessidade de criar um espaço coberto que lhe proporcionasse proteção contra as intempéries. Com o avanço das técnicas, os elementos e recursos naturais de cada local foram utilizados a fim de se obter um abrigo confortável (BUSSOLOTI, 2008).

Martins (2000) enfatiza, na sua concepção de “desenvolvimento sustentável”, a necessidade de um enfoque sistêmico, onde “enseja pelo menos os seguintes pressupostos básicos: deve contemplar a harmonia entre as dimensões econômicas, sociais e ambientais; necessita de ações sistêmicas, interdisciplinares, integradoras e de cooperação e pressupõe ações locais com visão global”.

De acordo com Bussoloti (2008), a construção civil enfrenta atualmente dois grandes desafios. O primeiro é como resolver os enormes índices de déficit habitacional nos países em desenvolvimento. O segundo está ligado diretamente à preocupação ambiental com o planeta, de forma a buscar soluções sustentáveis para as construções.

Em relação ao primeiro desafio, “Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), um bilhão de pessoas vivem em favelas no mundo, projetado para três bilhões dentro de 25 anos, representando 40% de toda a população.” (CASTRO e SALES, 2007).

As estatísticas revelam o grande déficit habitacional existente nas zonas de baixa renda ao redor do mundo. Esse déficit aumenta a medida que a população cresce, agravando ainda mais a situação mundial. É necessário a construção de moradias viáveis, ou seja, de baixo custo para um padrão de qualidade aceitável, de forma a reduzir os problemas sociais devido ao déficit habitacional.

Em relação ao segundo desafio, atualmente há uma grande preocupação com o meio ambiente, sendo assim, providências devem ser tomadas para que contribuam com o futuro do planeta. O uso dessa técnica é uma solução simultânea para os dois grandes desafios apontados por Bussoloti (2008), especialmente para a região rural e conjuntos habitacionais, onde a maior parte da população encontra-se abaixo da linha da pobreza. Segundo ele, estima-se que um terço da população mundial reside em habitações sustentáveis.

Como uma solução para o problema relativo ao déficit habitacional, o governo possui programas onde são construídas unidades habitacionais de baixo custo, utilizando técnicas construtivas tradicionais, ou seja, concreto e alvenaria de tijolo cerâmico.

Verificar a viabilidade financeira da execução de um sistema de vedação vertical, com bloco estrutural, com isolamento em isopor, na cidade de Palotina, Oeste do Paraná, Figura 1.

Figura 1 - Localização da cidade de Palotina no Estado do Paraná



Fonte: Google, (2016)

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Verificar a viabilidade financeira, da execução do sistema de vedação vertical, bloco estrutural com isolamento em resíduos de isopor na cidade.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Elaborar um estudo sobre construções em bloco estrutural com resíduos de isopor, ressaltando sua importância e reutilização;
- Avaliar essa habitação utilizando sistemas construtivos tradicionais e com isolamento térmico;

1.3 JUSTIFICATIVA

Para suprir o *deficit* habitacional brasileiro, buscam-se sistemas construtivos que sejam realizados em menos tempo, com qualidade igual ou superior a oferecida pelos sistemas atuais e que sejam preferencialmente mais econômicos. Se o sistema construtivo com isolamento térmico conseguir proporcionar isso, o seu emprego em habitações de interesse social ajudará a reduzir o problema de habitação no país.

Além de uma modernização na construção civil esses sistemas promovem uma ação favorável ao meio ambiente, por possibilitarem uma construção sustentável e, utilizar recursos renováveis.

A viabilidade, de acordo com Marconi e Lakatos (2010), se dá quando o problema pode ser eficientemente resolvido através da pesquisa. Por ser um tema considerado novo no Brasil, muitas palestras e estudos tem se voltado para esse assunto, como exemplo o Encontro Nacional para Inovação na Construção Civil (ENINC), que foi realizado em Curitiba – PR e o treinamento Construindo no Sistema CES – Construção Energitêmica Sustentável, realizado pela Smart Sistemas Construtivos Inteligentes em Ponta Grossa – PR, ambos realizados em junho de 2014, auxiliando e tornando viável a realização deste trabalho.

A originalidade está no comparativo entre esses dois sistemas, com foco na construção de conjuntos habitacionais, o que vai ao encontro do estado atual da evolução científica, sendo considerada uma novidade. (MARCONI; LAKATOS, 2010).

Figura 2 - Baixa qualidade nas habitações resulta em alto custo social



Fonte: OMS, (2012)

Esta análise serve para identificar as principais mudanças e avaliar o que está sendo utilizado; mostrar as inúmeras possibilidades de se criar e aproveitar os novos recursos. Visando expor as principais responsabilidades e as novas oportunidades que são desenvolvidas para o sistema construtivo sem que comprometa o desenvolvimento da obra e do meio ambiente, assim favorecendo os meios econômicos, ambientais, tecnológicos e humanos.

1.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

A utilização de bloco estrutural com isolamento em resíduos de isopor apresenta viabilidade financeira, em comparação com o método construtivo convencional que vem sendo adotado nos dias de hoje, para a implantação em habitação para baixa renda?

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Realizada no bairro Interlagos na cidade de Palotina – PR, região oeste do Paraná, em um residencial denominado ecoville, localizado na rua 24 de junho, 427 região central da cidade. As habitações possuem 61,75 m² e a área onde foram construídas as habitações possui 10.000 m² de área. A Figura 3 e Figura 4 mostram a delimitação da área onde estão catalogadas as edificações.

Figura 3 - Delimitação dos residenciais na cidade de Palotina - PR



Fonte: Google maps, (2016)

Figura 4 - Residencial Ecoville 1



Fonte: Edmundo Stefanello, (2013)

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 Sistemas Construtivos

Na tentativa do equacionamento do problema habitacional brasileiro, foi criado, na década de 60, o Sistema Financeiro da Habitação (SFH) e o Banco Nacional da Habitação (BNH), os quais promoveram um grande incentivo financeiro na produção de habitações, com o intuito de prover novas unidades habitacionais e a criação de novos postos de trabalho. Com isso, verificou-se o intenso surgimento de novos sistemas construtivos industrializados, tanto os importados de países desenvolvidos, como os criados pelo setor privado, pelas universidades e instituições de pesquisa (MELLO; DUARTE, 2006).

Mello e Duarte (2006) observam que houve pouca adaptação dessas tecnologias, sendo necessária uma avaliação de desempenho das edificações:

Muitas dessas tecnologias não se adaptaram devido ao contexto técnico, por possuírem baixa qualidade dos materiais e processos construtivos. Sendo assim, surge a preocupação de verificar o desempenho dessas edificações tanto em avaliações técnicas, ambientais, sociais e gerenciais. Contudo, as avaliações de tecnologias, no Brasil, tiveram maior ênfase na questão técnica e ambiental.

Quando se trata da construção de unidades habitacionais para a população de baixa renda, o método construtivo geralmente utilizado pelo governo é o tradicional, ou seja, alvenaria de tijolos cerâmicos furados com revestimento de argamassa interno e externo, cobertura com telhas de fibrocimento (ou cerâmicas) e laje pré-moldada. Esse método construtivo é bastante caro em relação a outras técnicas e materiais disponíveis para utilização nesse tipo de habitação.

Outros métodos construtivos também são utilizados, dentre os quais podemos citar:

- a) Alvenaria de blocos cerâmicos aparentes, cobertura de telhas cerâmicas e laje pré-moldada;
- b) Paredes de argamassa envolvendo uma chapa corrugada de fibrocimento, com cobertura de telhas cerâmicas e forro de madeira;
- c) Paredes monolíticas de concreto, cobertura com laje de concreto maciço e telhas de fibrocimento;
- d) Painéis pré-fabricados de cerâmica vermelha: consiste na pré-fabricação de painéis de laje, parede e cobertura, utilizando o tijolo cerâmico. Esses painéis são montados sobre as fundações do tipo *radier*;

Para Souza (2009), o desenvolvimento de novos materiais, componentes e sistemas construtivos são essenciais para a racionalização da habitação, visando à busca de alternativas aos produtos e processos tradicionais em uso na construção civil.

Picarelli (1986 *apud* CONCÍLIO; ABIKO, 1998), defende que ao selecionar um sistema construtivo que melhor corresponda às necessidades da habitação, deve-se analisar uma série de itens específicos sobre a edificação em questão:

- a) Características físicas: clima, temperaturas, recursos naturais, índices pluviométricos, umidade relativa do ar, sistemas construtivos e materiais de construções locais, mão de obra e equipamentos;
- b) Características socioculturais: população, faixa etária, faixa de renda, necessidades básicas, processos históricos da região e tradição técnica;
- c) Características político-econômicas: política de desenvolvimento, intervenção do poder público, infraestrutura urbana, legislação, industrialização, mercado e tecnologia;
- d) Características de projeto: programa, recursos financeiros, padrões habitacionais da região, tempo disponível, financiamento, necessidades da população e dimensionamento.

Para a avaliação dos sistemas construtivos utilizados, é de extrema importância a adequação da edificação às características da região onde será construída, de forma a haver um mínimo gasto de energia e de material durante as fases de construção, de uso e de demolição da edificação. Quando se trata da construção de moradias para a população de baixa renda, deve-se levar em consideração, além dos fatores ecológicos, os aspectos de custo, ou seja, de ordem econômica, e os aspectos de ordem social (KRÜGER, 1998).

Krüger (1998) ressalta que, em relação aos fatores ecológicos, deve-se observar que a construção reflete diretamente no meio ambiente, onde não apenas o local que será construído é irreparavelmente modificado, como também uma enorme quantidade de recursos naturais é utilizada. Assim, torna-se necessário que a totalidade dos danos ao meio ambiente seja reduzida ao máximo, ou seja, devem ser atendidos os princípios da sustentabilidade.

Pode-se observar que os sistemas construtivos utilizados atualmente não seguem essencialmente os princípios da sustentabilidade, o que reforça a justificativa de se buscar soluções não só economicamente, mas também ambientalmente viáveis, de forma a atender a necessidade da habitação, especialmente para a população que está abaixo da linha da pobreza.

2.2.1 Sustentabilidade

A consciência ecológica é uma preocupação frequente no mundo atualmente, pois percebe-se a degradação que o meio ambiente vem sofrendo, gerando impacto diretamente na qualidade de vida da população e no futuro do planeta.

Dessa forma, aumentou-se o interesse em questões ambientais através da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável:

A sustentabilidade é uma busca por ações que vão além do que a legislação obriga, sempre com foco no aproveitamento total dos recursos, na eficiência energética, na conservação da água, na conservação da biodiversidade e dos recursos naturais e, principalmente, no bem estar social (NOVAES et al, 2008, p.17).

Quanto à eficiência energética, podem ser utilizadas energias alternativas como a solar, a eólica e a energia a gás. Quanto à conservação da água, pode-se destacar o aproveitamento de águas servidas, de águas pluviais e o consumo eficiente mediante a previsão de equipamentos de detecção de vazamentos e ineficiências (NOVAES *et al*, 2008).

Novaes *et al* (2008) complementa que é fundamental para a sustentabilidade que os materiais sejam selecionados com procedência de fontes renováveis e que contenham componentes reciclados ou reutilizados.

De acordo com Indriunas (2007), uma das definições mais utilizadas para desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades atuais da população, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. Ou seja, a ideia é crescer sem destruir o ambiente e esgotar os recursos naturais.

Em 1987 a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas adotou essa definição no Relatório Brundtland em 1987, que discutia o futuro comum dos habitantes da Terra. Durante a Eco-92, Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, ocorrida no Rio de Janeiro (Brasil), o conceito tornou-se princípio fundamental e parâmetro para a Agenda 21, uma série de metas, aprovadas pelos mais de 160 países participantes (INDRIUNAS, 2007).

Sousa (2008) defende que a sustentabilidade, como noção ecológica, veio para ficar. Por necessidade, por moda ou porque se pretende pensar dessa forma, a noção de sustentabilidade ecológica aliada à arquitetura já faz parte do dia-a-dia mundial, não só ao uso de tecnologias complexas ou de materiais altamente tecnológicos. A sustentabilidade só acontece através da sua simplicidade, pela forma como, com poucos recursos, se consegue

materializar uma construção que funciona, que dura e que certamente continuará a funcionar na perfeição, não dependendo dos inúmeros fatores externos que são imprescindíveis à maior parte das nossas casas.

Muitas empresas estão se especializando em como praticar o desenvolvimento sustentável, com projetos bastante ousados e inovadores. Destacam-se grandes bancos, empresas que prestam serviços de projetos e consultoria, e construtoras que praticam a construção sustentável e vendem seus produtos com esta marca ambiental (NOVAES *et al*, 2008).

Com relação às características da sustentabilidade, é apresentado um quadro síntese, Quadro 1, onde são definidos os significados de cada caráter relativo a ela; (SILVA, 2007, p. 19).

Quadro 1 - Síntese de Características Básicas da Sustentabilidade

CARÁTER PROGRESSIVO	
Caráter de tendência:	A sustentabilidade se apresenta como uma condição a ser introjetada em um processo onde se pretenda atingir determinadas metas devendo ser continuamente construída e permanentemente reavaliada.
Caráter dinâmico:	Não se trata de algo tangível que se adquira definitiva e completamente, mas uma condição que se deve interagir com o dinamismo da realidade em que se insere adequando-se a fatores conjunturais, estruturais e imprevisíveis.
CARÁTER HOLÍSTICO	
Caráter plural:	A sustentabilidade é pluridimensional e envolve aspectos básicos tais como: ambientais, econômicos, sociais e políticos. Novas dimensões podem ser acrescentadas se o problema em questão assim exigir.
Caráter de indissociabilidade:	Além do caráter plural que pressupõe o envolvimento de vários aspectos, existe um vínculo indissociável entre eles exigindo sua plena consideração para que se garanta uma condição sustentável.
Caráter interdisciplinar:	Devido à amplitude de interações que são contempladas em suas considerações, demanda a confluência de diferentes áreas do conhecimento, tanto para construção de suas compreensões teóricas como de as suas ações práticas.
CARÁTER HISTÓRICO	
Caráter espacial:	Embora a noção de sustentabilidade tenha um forte perfil de origem que valoriza as condições endógenas, ela não pode prescindir da inserção de interação dos contextos locais com os mais amplos, contemplando também as causas e consequências das “pegadas ecológicas”.
Caráter temporal:	A relação de tempo adquire uma importância fundamental no equacionamento das ações praticadas no passado, no presente e as que serão exercidas. Quando se trata do meio urbano, geralmente se adota o tempo social do universo antrópico.
Caráter participativo:	A preservação de uma condição sustentável tem uma forte interdependência com o aspecto da diversidade participativa dos agentes sociais, na medida em que a presença ou não deste fator pode tanto contribuir, como comprometer as metas pretendidas.

Fonte: Silva (2000, p.97 *apud* SILVA 2007, p.19).

2.2.2 Sustentabilidade Econômica

O surgimento e o desenvolvimento sustentável, é de interesse global, envolve organizações não governamentais, empresas privadas, governo e a sociedade como um todo. Desenvolver processos sustentáveis requer ações que visam preservação dos ecossistemas e da biodiversidade, reorganização das condições socioeconômicas das comunidades nas quais a organização esta inserida. Uma enorme gama de ferramentas esta disponível para o empreendedor que deseja produzir de forma sustentável. Entretanto a sustentabilidade apoia-se sempre em três pilares: o econômico, o social e o ambiental (VAZ *apud* ARAÚJO JR, 2011).

Uma importante contribuição para a consolidação do princípio da função social do solo urbano se da também a partir das conclusões das conferências das nações unidas sobre assentamentos humanos (HABITAT II, 1996), que elegeu os temas “Moradia adequada para todos” e “Desenvolvimento sustentável dos assentamentos humanos num mundo em urbanização”, com os maiores desafios a serem enfrentados em nível global. O Habitat II estabelece o conceito de “adequação da habitação”, reconhecendo que:

“O acesso a abrigo e serviços básicos saudáveis e seguros, é essencial para o bem-estar físico, psicológico, social e econômico da pessoa” (UNCHS, 1996; FERNANDES, 2003).

“As práticas de empreendedorismo são verificadas desde o século XVII e XVIII e foram utilizadas para denominar a ação de indivíduos criativos e inovadores que movimentavam a economia” (DORNELAS, 2001, p.39).

“Empreendedorismo é o envolvimento de pessoas e processos, que, em conjunto, levam à transformação de ideias em oportunidades” (DRUCKER, 2002).

“Junto ao empreendedorismo, apresenta a criatividade e inovação com uma análise sistemática das fontes de oportunidade inovadora decorrentes das mudanças ambientais que geram novas necessidades” (DRUCKER, 2002).

As práticas de sustentabilidade são mais recentes e nasceram da preocupação como bem estar da população, considerando as questões econômicas, ecológicas e sociais dos negócios. A sustentabilidade, de acordo com Dias (2010), busca a relação do crescimento econômico, com a preservação ambiental e a equidade social por parte das organizações.

Mesmo surgidas em tempos diferentes, atualmente são relacionadas constantemente, seja pela crítica negativa de que a sustentabilidade surgiu do resultado das ações de empreendedores do passado que só pensavam na questão econômica dos negócios, ou pela

análise positiva da necessidade de praticar o empreendedorismo como solução para a prática sustentável das organizações. Surge assim o empreendedorismo sustentável (SCHALTEGGER *apud* WAGNER, 2011).

De acordo com Schaltegger e Wagner (2010), o empreendedorismo sustentável trata de atividades empresariais menos voltadas para as questões técnicas ou de gestão mais voltadas para as iniciativas que provoquem mudanças com inovações para o meio ambiente e para a sociedade.

2.3.1 Etapas construtivas dos sistemas construtivos convencionais e com isolamento térmico

A seguir, serão definidas as etapas construtivas dos sistemas convencionais e com isolamento térmico, sendo elas: serviços preliminares, fundações (sapatas, *radier*), supra estrutura, isolamento termo acústico, instalações elétricas e hidrossanitárias, esquadrias, revestimentos, limpeza final da obra. Grande parte dessas etapas construtivas são as mesmas para ambos os sistemas, sendo que as etapas diferentes serão apresentadas separadamente.

2.3.2 Serviços Preliminares

Os serviços preliminares para os sistemas construtivos convencionais e com isolamento térmico são os mesmos, sendo assim serão somente citados.

YAZIGI (2000) incorpora nos serviços iniciais o levantamento topográfico do terreno, sondagens geotécnicas, vistoria da área da edificação, demolições se existir e a limpeza do terreno. Movimentação de terra e locação da obra pode ser inclusos nos serviços.

De acordo com Salgado (2009), é fundamental realizar o deslocamento de terra necessária para o início da edificação, considerando corte ou escavação, objetivando organizar as condições do terreno para a implantação da futura edificação. Os trabalhos de movimentação de terra devem ser executados após intervenção topográfica, determinando assim as cotas e os marcos fundamentais.

Locação da obra tem sua exclusiva importância, Salgado (2009, p. 32) define como sendo “[...] a transparência dos dados e medidas de um projeto para o local onde a edificação será consolidada”.

A locação terá de ser global, sobre um ou mais quadros de madeira (gabaritos), que envolvam o perímetro da obra. As tábuas que compõem esses quadros precisam ser niveladas, bem fixadas e travadas, para resistirem à tensão dos fios de demarcação, sem oscilar nem fugir da posição correta (Yazigi, 2000, p. 141).

2.3.3 Fundações

Salgado (2009, p. 48) define fundações como “[...] elementos estruturais destinados a suportar todos os esforços de pressão oriundos dos carregamentos de cargas proveniente do peso próprio dos elementos estruturais, além dos carregamentos provenientes do seu uso [...]” elementos esses têm por função distribuir os esforços estruturais para o solo.

Radier é um “componente de fundação superficial que contempla parte ou todos os pilares de uma estrutura, fazendo a distribuição dos carregamentos ao longo da estrutura”, já a sapata corrida é uma “sapata sujeita a ações de cargas distribuídas linearmente ou de pilares ao longo de um mesmo seguimento de pilares em linha” (ASSOCIAÇÃO..., 2010, p.3).

Penna (2009) acrescenta que a fundação que permite maior velocidade de montagem de edificações em série é o *radier*. No entanto, salienta que, dependendo do tipo de terreno e necessidades estruturais diversas, outros tipos de fundações podem ser utilizados, como sapatas corridas, sistema de tubulões, estacas coroados por blocos e unidos por um cintamento convencional. De acordo com a empresa de Palotina PR, durante a etapa de fundação devem ser previstas as esperas para as instalações hidrossanitárias e elétricas. A Figura 5 ilustra a fundação do tipo *radier*.

Figura 5 - Fundação do tipo *radier*



Fonte: Empresa de Palotina PR, (2016)

Segundo Campos (2006), outra característica do radier, é de que a própria fundação pode servir de contra piso para a edificação.

Dias (2005), acrescenta ainda que, a superfície das fundações deve ser bem anivelada, no esquadro e com medidas precisas, para que não afete o andamento da edificação com eventuais necessidades de retrabalhos corretivos.

2.3.4 Supra Estrutura

Nascimento (2004) descreve que no Brasil o uso da alvenaria como método construtivo é muito popular e é considerado o principal sistema para vedações, sejam elas internas ou externas.

A alvenaria forma-se da utilização de elementos, argila ou concreto, de dimensões compactadas unidas entre si com o objetivo de fechar um ambiente, objetivando segurança, conforto e que ofereça condições para que possa ser habitável essa edificação, dentro de um sistema organizado. Define-se então que o principal objetivo da alvenaria é a divisão de ambientes, no que se refere à alvenaria externa, pois é ela quem faz a separação do ambiente interno do externo (NASCIMENTO, 2004).

Para Nascimento (2004) a alvenaria deve cumprir uma série de parâmetros:

- a) Resistência à umidade e movimentos térmicos;
- b) Resistência à pressão do vento;
- c) Isolamento térmico e acústico;
- d) Resistência a infiltrações de água pluvial;
- e) Controle da migração de vapor de água e regulação da condensação;
- f) Base ou substrato para revestimentos em geral;
- g) Segurança para usuários e ocupantes;
- h) Adequar e dividir ambientes.

Além disso, o autor divide a alvenaria em grupos de acordo com sua aplicação e finalidade de cada uma. Sua estrutura pode ser utilizada para receber esforços e cargas direcionadas em projeto, ou apenas vedação, sendo estas as principais diferenças entre alvenaria autoportante e alvenarias de vedação.

- Alvenarias autoportante, como apresentado na Figura 6, tem o propósito de receber as cargas oriundas das lajes e sobrecargas. A NBR 10837 (cálculo de alvenaria estrutural de

blocos vazados de concreto) e NBR 8798 (execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto) auxiliam para o seu dimensionamento;

Figura 6 - Fechamento com bloco estrutural



Fonte: Google imagens, (2016)

- Alvenaria de vedação, ilustrado na Figura 7, é estabelecida a partir da montagem de elementos com o objetivo de fazer a separação dos ambientes. É fixada apenas para a vedação e para o fechamento de vãos entre estruturas.

Figura 7 - Alvenaria de vedação



Fonte: Google imagens, (2016)

A alvenaria convencional é um sistema extremamente artesanal. Todas as etapas construtivas desse sistema são executadas *in loco* deixando o processo significativamente mais demorado. Levando em consideração também que muitas vezes não possui mão de obra

especializada. Acarretando em perda de material ou correndo o risco de haver um retrabalho. O mau planejamento ou inexistência do mesmo, a respeito das instalações elétricas e hidráulicas, também podem resultar em desperdício de material, havendo a necessidade de abrir fendas em paredes, pisos e forros.

Nos sistemas mais avançados, como o método construtivo com isolamento térmico, possibilita a execução em curto espaço de tempo, economia nos processos construtivos, redução de funcionários e maior eficiência e conforto aos seus ocupantes sem agredir o meio ambiente.

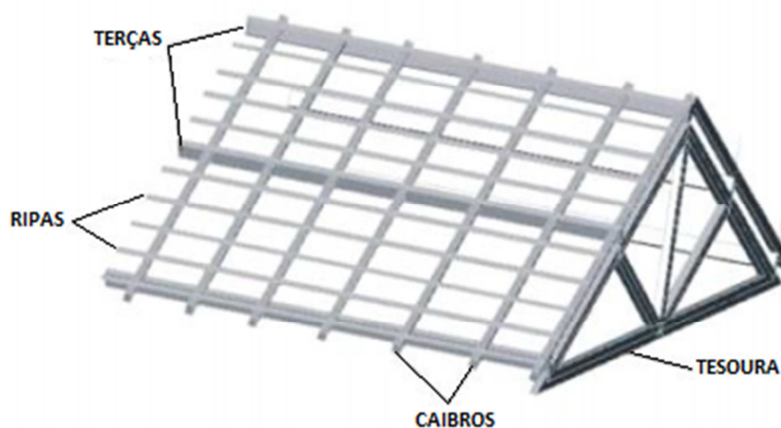
2.3.4.1 Estruturas das Coberturas

A cobertura das edificações nos métodos construtivos convencionais e com isolamento térmico, seguem os mesmos princípios, o que torna os projetos de ambas bastante semelhantes (CASTRO; FREITAS, 2006).

Campos (2006, p.53), “a cobertura é formada por elementos leves em madeira, podendo ser executados em diferentes formatos, sendo possível a utilização de diversos tipos e formatos de telhas”.

Segundo a empresa de Palotina PR, a diversas formas de apresentação de telhados, podem ser contidas, lajes impermeabilizadas com cobertura verde, telhados aparentes convencionais, não há nenhum tipo de restrição quanto ao tipo de telha a ser utilizada na cobertura da edificação. Os componentes das coberturas dos sistemas convencionais e com isolamento térmico estão apresentados na Figura 8 e Figura 9.

Figura 8 - Elementos que compõem a estrutura da cobertura



Fonte: Meirelles e Pala, (2010, p.34)

Figura 9 - Tesoura do tipo howe utilizada para os dois métodos construtivos



Fonte: Autor, (2016)

2.3.5 Isolamento Termoacústico

Segundo a diretriz nº003 (2012) e nº005 (2011) do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas, os isolantes térmicos podem ser placas de lã de rocha ou lã de vidro, poliestireno expandido ou outro material com condutividade térmica menor que $0,06\text{W/m}^\circ\text{C}$ e resistência térmica $\geq 0,5\text{m}^2\text{K/W}$. Já os materiais absorventes acústicos, de baixa densidade, podem ser as placas de lã de rocha ou lã de vidro e fibras cerâmicas, ou ainda poliuretano, fibras de madeira, vermiculita, cortiça, tecidos, tapetes, entre outros.

De acordo com Campos (2006), o desempenho térmico depende das características dos materiais utilizados e dos componentes de vedação. E essa é uma das vantagens do sistema construtivo com isolamento térmico, pois, devido ao preenchimento de resíduos em EPS (isopor), nos vãos dos blocos, (Figura 10), garantem uma considerável eficiência no isolamento térmico dessas habitações, disponibilizando um maior conforto e bem estar aos seus ocupantes.

Figura 10 - Preenchimento de resíduos de EPS nos vãos dos blocos



Fonte: Empresa de Palotina PR, (2016)

2.3.6 Instalações Elétricas e Hidrossanitárias

Calil Junior e Molina (2010) afirmam que o sistema elétrico e hidráulico do sistema construtivo com isolamento térmico pode ser idêntico ao de uma construção convencional e que, em comparação com as construções com alvenaria, agrega praticidade e agilidade à construção. As tubulações de água são embutidas e previstas nas paredes hidráulicas, sendo que estas não possuem função estrutural. São fixadas à estrutura interna da parede através de argamassa ou silicone. As instalações elétricas e de telefone ocorrem internamente às paredes e são realizadas por meio de conduítes plásticos corrugados fixados na estrutura com auxílio de argamassa ou silicone (EMPRESA DE PALOTINA PR..., 2016).

Campos (2006) menciona que as tubulações, de preferência, devem seguir paralelamente aos montantes. Quando houver a necessidade de furar o montante, recomenda-se que a abertura, no caso do bloco, seja menor que 40% da seção transversal disponibilizada para a transferência dos esforços atuantes. A Figura 11 mostra um exemplo de instalação elétrica e hidrossanitária.

Figura 11 - Instalações elétricas e hidrossanitárias



Fonte: Empresa de Palotina PR, (2016)

2.3.7 Esquadrias

Salgado (2009) menciona que as esquadrias têm inúmeras funções, e destaca como as mais importantes: iluminação, ventilação, isolamento e acesso. Podem ser de madeira, ferro, alumínio, PVC, vidro, entre outros materiais.

No sistema construtivo com isolamento térmico, as instalações de portas e janelas podem ser executadas de maneira similar aos sistemas convencionais (EMPRESA DE PALOTINA PR, 2016).

2.3.8 Revestimentos

Salgado (2009, p. 264) define revestimento como “elemento que dá proteção à construção, além de estanqueidade às edificações.” O revestimento deve ser compatível com os componentes de fechamento. Podem ser: argamassas, pastas, pinturas, sidings, cerâmicas e outros materiais com função estética, sem função estrutural.

O revestimento é determinante para a durabilidade do sistema construtivo (EMPRESA DE PALOTINA..., 2016).

2.3.9 Limpeza Final da Obra

De acordo com Salgado (2009), a limpeza não se restringe apenas ao que foi executado, mas também a área externa da edificação, como a remoção de terra em excesso e entulhos. Ele aconselha também a ter muito cuidado com produtos de limpeza que podem ocasionar manchas que não podem ser removidas, como produtos cuja formulação contém ácido muriático.

2.4.1 Planejamento

De acordo com Limmer (1997), gerenciar um projeto é assegurar que o mesmo seja planejado em todas as suas fases, permitindo um controle contínuo e possibilitando antecipar decisões gerenciais que garantam a execução do projeto no caminho desejado.

Kerzner (2002, p. 112) define o planejamento como “[...] uma função racional ordenada logicamente.” Yazigi (2000, p.102) declara que “[...] planejar tornou-se a essência da função gerencial.” Para tanto, como lembra Limmer (1997), é necessário planejar e controlar o projeto, pois essas atividades são mutuamente exclusivas, isto é, uma não existe sem a outra.

O planejamento torna possível: definir a organização para executar a obra, tomar decisões e alocar recursos, integrar e coordenar esforços de todos os envolvidos, assegurar boa comunicação entre os participantes da obra, suscitar a conscientização dos envolvidos para prazos, qualidade e custos, além de estabelecer um referencial para controle e definir uma diretriz para o empreendimento (LIMMER, 1997).

2.4.2 Orçamento

Segundo Limmer (1997), orçar é determinar os gastos necessários para realizar um projeto com base em um plano de execução já estabelecido, sendo esses gastos traduzidos em termos quantitativos.

Qualquer que seja o tipo de empreitada, de mão-de-obra, preços unitários, global ou integral, o orçamento deve partir da discriminação minuciosa dos serviços a serem realizados, levantamento dos quantitativos de cada um desses serviços, definição dos custos unitários obtidos através da composição dos consumos dos insumos, mais os gastos com a infraestrutura necessária para execução (TISAKA, 2006, p. 37).

O orçamento para a execução de obras e serviços na Construção Civil, segundo Tisaka (2006), é composto pelo cálculo do custo direto, das despesas indiretas e do benefício.

2.4.2.1 Custos Diretos

Tisaka (2006) descreve o custo direto de uma obra como a somatória de todos os custos dos materiais, equipamentos e mão de obra que são aplicados diretamente em cada um dos serviços na execução da edificação, incluindo-se também todas as despesas necessárias de infraestrutura.

A qualidade da informação depende do grau de detalhamento do projeto e, em função dessa qualidade, podem ser estabelecidos dois métodos de orçamentação: o de correlação, que tem como base a estimativa de custo pela relação deste com uma ou mais variáveis; e o de quantificação que abrange dois processos: o da quantificação de insumos e o da composição do custo unitário (LIMMER, 1997).

A quantificação de insumos consiste no levantamento das quantidades de todos os insumos básicos necessários para executar a obra, e podem ser reduzidos em três grupos: mão-de-obra, materiais, e equipamentos (LIMMER, 1997).

Já os custos unitários, como afirmam Gehbauer et al (2002, p. 328), “estão diretamente relacionados com a produção ou execução de um determinado serviço.”

De acordo com Tisaka (2006), os custos diretos de uma obra são a somatória dos custos unitários de todos os serviços específicos, multiplicados pelas suas respectivas quantidades. Para o cálculo dos custos unitários, faz-se necessário o conhecimento de sua composição, ou seja, quanto de material será utilizado, número de horas de pessoal

qualificado e não qualificado e o número de horas de equipamento a ser utilizado, por unidade desses serviços.

2.4.2.2 Benefícios E Custos Indiretos

Segundo Limmer (1997), o lucro e as despesas indiretas da empresa e do projeto são considerados como uma taxa percentual que incide sobre os custos diretos de produção. Para essa taxa, dá-se o nome de BDI (Bonificação e Despesas Indiretas) ou ARL (Administração, Riscos e Lucro).

BDI, Bonificação ou Benefícios e Despesas Indiretas, é a parte do preço de cada serviço, expresso em percentual, que não se designa ao custo direto ou que não está efetivamente identificado como a produção direta do serviço ou produto. O BDI é a parte do preço do serviço formado pela recompensa do empreendimento, chamado lucro estimado, despesas financeiras, rateio do custo da administração central e por todos os impostos sobre o faturamento, exceto leis sociais sobre a mão-de-obra utilizada no custo direto (CONSELHO..., 2008, p.8).

Tisaka (2006) considera que o BDI é composto dos seguintes elementos: despesas ou custos indiretos, taxa de risco do empreendimento, custo financeiro do capital de giro, tributos, taxa de comercialização e o benefício ou lucro.

De acordo com Nocus (2009), os custos indiretos são os custos necessários para completar o trabalho, mas que não estão diretamente incorporados no projeto. Os custos indiretos são comumente aplicados como uma porcentagem do total custo e pode variar dependendo da empresa.

Já o benefício, segundo Limmer (1997, p. 39), é a “previsão de benefício ou lucro esperado pelo construtor mais uma taxa de despesas comerciais e reserva de contingência.”

2.4.3 Cronogramas

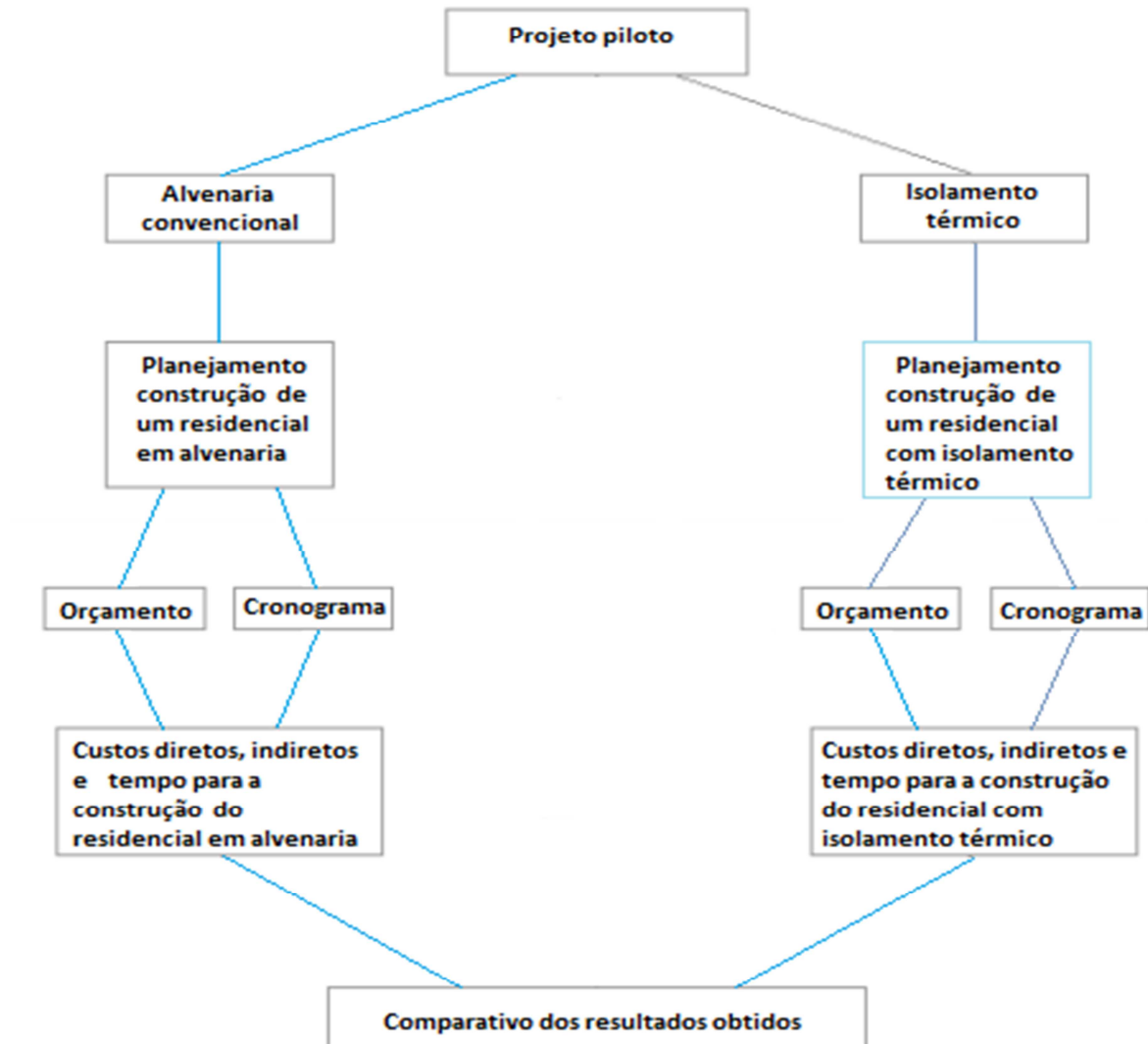
Limmer (1997, p. 68) define cronograma como “[...] uma representação gráfica da execução de um projeto, indicando os prazos em que deverão ser executadas as atividades necessárias, mostradas de forma lógica, para que o projeto termine dentro de condições previamente estabelecidas.” Pode ser apresentado como rede (gráficos PERT/COM ou Roy) ou como gráficos de barras (gráfico de Gantt).

Segundo Gehbauer et al (2002), para elaborar um cronograma são necessárias diversas informações. No entanto, na fase inicial do planejamento, não se pode avaliar completamente

as condições de trabalhos previstas para a execução da obra, e com o avanço do planejamento pode-se verificar que os dados iniciais são imprecisos. Por isso, é importante elaborar um cronograma e controlá-lo durante a execução, para poder adaptá-lo quando ocorrerem desvios.

3.1 METODOLOGIA

Figura 12 – Fluxograma



Fonte: Autor, (2016)

3.1.1 Caracterização da Pesquisa

Trata-se de uma análise de viabilidade financeira, para construção de residências unifamiliar utilizando como sistema de vedação vertical, bloco estrutural com isolamento em resíduos de isopor e tijolo cerâmico, na cidade de Palotina, Oeste do Paraná.

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica e quantitativa, onde foi elaborado um estudo nessas residências para avaliação dos sistemas construtivos convencionais e com isolamento térmico, analisando sua viabilidade financeira.

Segundo Marconi e Lakatos (1992), a pesquisa bibliográfica é o levantamento de toda a bibliografia já publicada, em forma de livros, revistas, publicações avulsas, impressas e escrita. A sua finalidade é fazer com que o pesquisador entre em contato direto com todo o material escrito sobre um determinado assunto, auxiliando o cientista na análise de suas pesquisas ou na manipulação de suas informações. Ela pode ser considerada como o primeiro passo de toda a pesquisa científica.

As informações gerais e específicas, foram obtidas basicamente através dos projetos, levantamento quantitativo e orçamentário, visitas ao local onde foi construído o conjunto habitacional analisando assim se o método construtivo com isolamento pode ser enquadrado nos programas sociais para famílias de baixa renda no que diz respeito a viabilidade econômica.

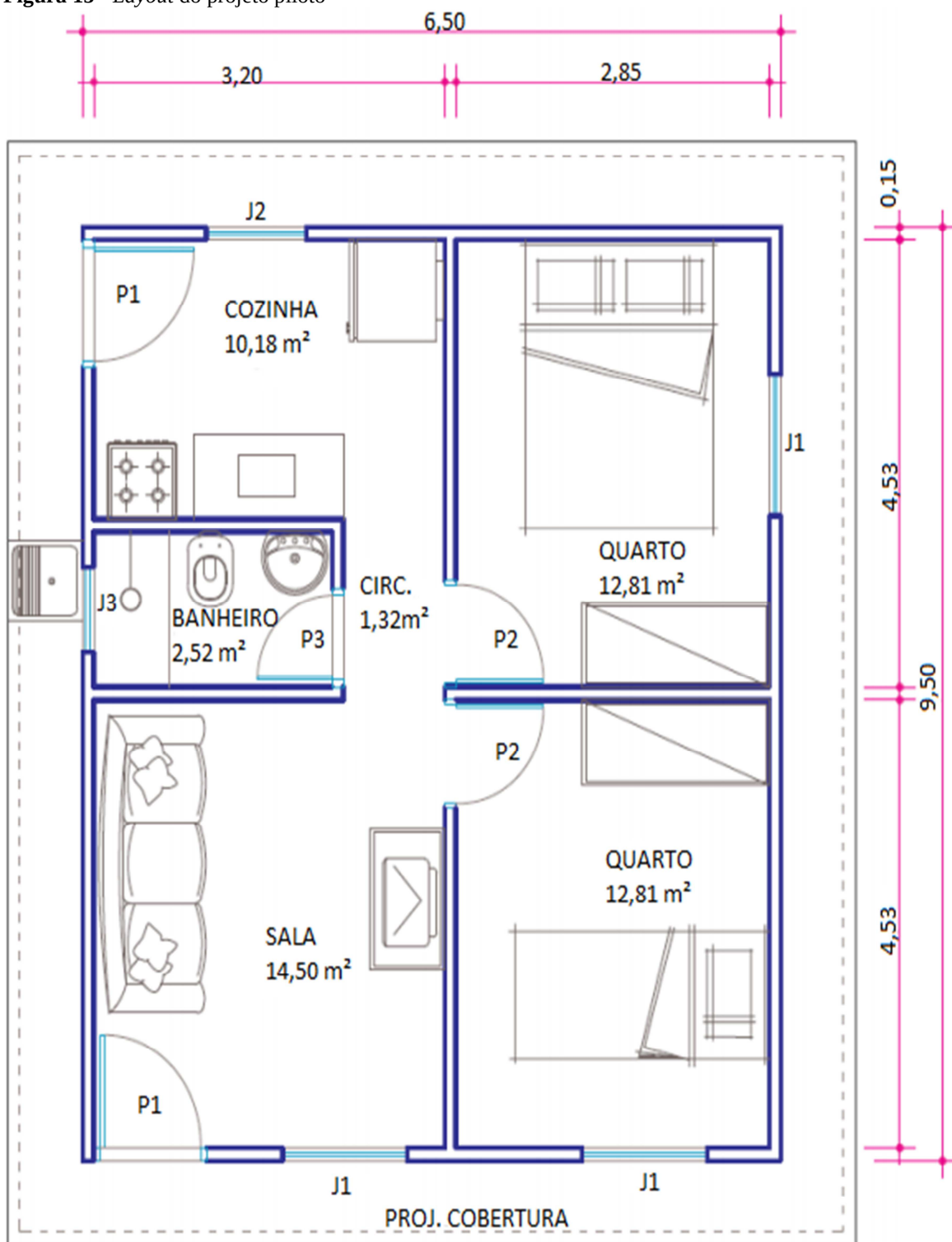
Para Marconi e Lakatos (1992), a pesquisa de campo é uma forma de levantamento de dados no próprio local onde ocorrem os fenômenos, através da observação direta, entrevistas e medidas de opinião. A entrevista é um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional.

3.1.2 Caracterização da Amostra

Para realização da pesquisa foi necessário, primeiramente, obter acesso aos projetos das habitações, para depois adaptá-lo ao sistema construtivo convencional e com isolamento térmico. Logo após, o planejamento e o orçamento de cada residência foram executados, possibilitando assim um comparativo gráfico dos sistemas e análise dos resultados.

O estudo foi realizado em um residencial, denominado Ecoville (Figura 13), localizado na Rua 24 de Junho, 427, região central da cidade de Palotina, Oeste do Paraná. As residências (Figura 14) tem em média de 61,75 m². Sendo que a área total do residencial é de 10.000 m².

Figura 15 - Layout do projeto piloto



Fonte: Empresa de Palotina PR, (2015)

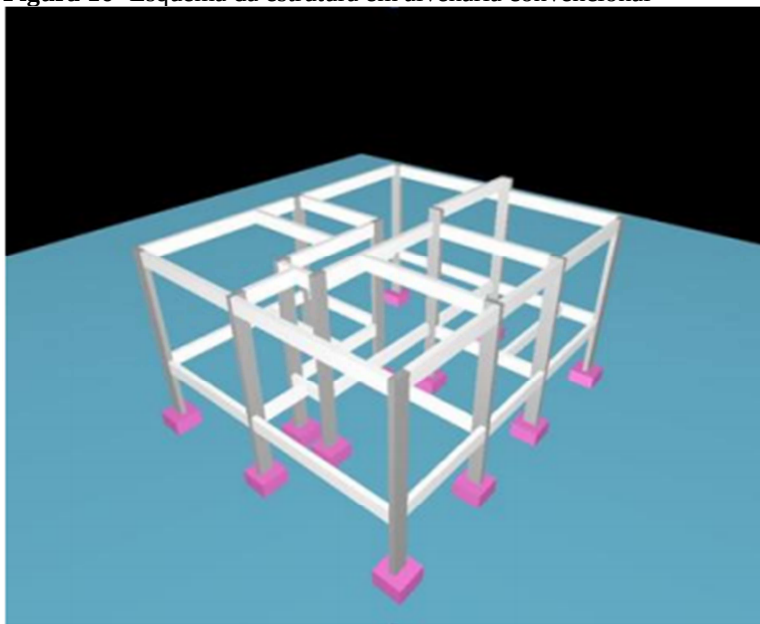
Os projetos piloto foram readequados para o sistema construtivo com isolamento térmico, para que fosse possível identificar os serviços e materiais necessários para construção das habitações.

3.1.3 Sistema Construtivo Convencional

Com intuito de tornar mais claro o comparativo dos sistemas construtivos, convencional e com isolamento térmico, optou-se por realizar o planejamento e orçamento dessa residência em alvenaria, para obter um parâmetro, já que esse é um dos sistemas mais empregados no país historicamente.

Para isso, foi elaborado o projeto estrutural pelo programa TQS de onde foi retirado o quantitativo de materiais para a estrutura. Considerou-se uma estrutura composta de vigas e pilares, apoiadas sobre sapatas, com fechamento em blocos cerâmico revestidos por argamassa e cobertura de tesouras em madeira com telha cerâmica tipo colonial. Na Figura 16 pode ser observado o esquema da estrutura gerada pelo programa TQS.

Figura 16- Esquema da estrutura em alvenaria convencional



Fonte: Autor, (2016)

Os demais itens do quantitativo para elaboração do orçamento foram retirados diretamente do projeto arquitetônico.

3.1.4 Orçamentos

Os orçamentos foram embasados nas tabelas do sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil (SINAPI), como já citado anteriormente, entretanto para alguns custos utilizaram-se os valores de mercado, pois não constavam na tabela.

De acordo com as informações repassadas pela GIDUR – Gerência de Desenvolvimento Urbano da Caixa Econômica Federal, o valor do BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) aceito para obras de conjunto habitacionais deve ficar entre 18 e 22% sobre os custos diretos. Então para o referido estudo de caso adotou-se o BDI de 22%.

Também foram obtidos nas construtoras da região valores de impostos comumente cobrados pelo Governo para obras deste porte, e pode-se perceber que os valores praticados giram em torno de 5,65%, não sendo considerado o ISS (Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza), pois este é isento pelas prefeituras.

Assim, para calcular as despesas indiretas do residencial em estudo, subtraiu-se do valor total de BDI (22%), 5,65% referente aos impostos e 6,35% correspondente aos lucros esperados para realização do residencial, chegando à conclusão de que as despesas indiretas deverão representar 10% sobre os custos diretos.

Para avaliar as despesas indiretas, adotou-se 10% do custo direto do sistema construtivo convencional e do sistema construtivo com isolamento térmico. Estes valores foram divididos pelos tempos de duração dos dois sistemas, obtendo assim um custo de despesas indiretas fixo por mês. Sendo assim, as despesas indiretas ficam proporcionais à duração da obra, quanto mais tempo de construção, mais gastos indiretos terão. São alguns exemplos de despesas indiretas em uma obra de engenharia: salários de engenheiros e mestres de obras, alimentação, combustível, entre outros.

Feito isso foi possível avaliar os custos indiretos para a construção do residencial em cada sistema construtivo. Fez-se o levantamento de custos diretos de uma residência para os sistemas construtivos tradicionais e com isolamento térmico. Estes custos contemplam o material e a mão de obra para a construção de cada habitação.

Para o custo direto do residencial, multiplicou-se o custo direto de cada habitação pelo número de habitações do residencial, 33 unidades.

3.1.5 Cronogramas

Com os projetos prontos e todos os serviços identificados, o próximo passo foi o planejamento da obra. Para tal, adotaram-se as planilhas do Paraná Edificações como mostra a Figura 17, a fim de estimar os custos e o tempo de cada serviço, através de um planejamento, realizar os orçamentos e cronogramas para construção do residencial adotado.

Figura 17- Modelo de planilha do Paraná edificações

**PLANILHA DE SERVIÇOS
SINTÉTICA COM
DESONERAÇÃO
ALVENARIA CONVENCIONAL**



**SECRETARIA DE ESTADO DE
INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA**

PARANÁ EDIFICAÇÕES

PRÓPRIO:

**TABELAS DE REFERÊNCIA: SEIL/PRED (JUNHO/
2016) E SINAPI/PR (JUNHO/2016) VERSÃO 1.0**

DATA: 17/07/2016

ENDEREÇO:

MUNICÍPIO: PALOTINA - PR

LEVANTAMENTO Nº:

RESPONSÁVEL
TÉCNICO:

PROTOCOLO Nº:

ORGÃO:
COORDENADORAS:

ART Nº:

REG.
CREA:



ITEM	CÓDIGO DO SERVIÇO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UNIDADE DE MEDIDA	QUANTIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	CUSTO UNITÁRIO	MATERIAL	MÃO DE OBRA	CUSTO TOTAL (R\$)
0		ENCARGOS SOCIAIS COMPLEMENTARES								

Fonte: Paraná Edificações, (2016)

Para a realização dos cronogramas adotou-se os índices das composições unitárias do sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil (SINAPI), e dados da empresa para determinar a quantidade de horas necessárias para execução de uma habitação para cada método construtivo abordado nessa pesquisa, para em seguida multiplicar o valor pelas 33 habitações do residencial.

Sendo assim chegou-se em quantas horas precisariam ser trabalhadas para a realização do residencial em questão. Foram montadas equipes para a execução das diferentes etapas construtivas. Com objetivo de fazer um comparativo, adotaram-se equipes similares para a realização dos serviços dos dois métodos construtivos. Considerando que foram trabalhados 22 dias por mês, com turnos de 8 horas diárias, estimou-se quantos meses cada etapa construtiva levaria para ser executada.

Com esses dados, foi possível fazer o planejamento da obra para cada sistema construtivo. Para tal, utilizou-se o programa MS *Project* 2013, no qual foram lançadas as durações de cada serviço, respeitando-se a ordem de execução das atividades, através da determinação das suas predecessoras e outras condições necessárias para a liberação das atividades subsequentes. A partir daí, foram gerados cronogramas que estimaram o tempo

necessário para construção do residencial nos sistemas construtivos em alvenaria convencional e com isolamento térmico.

Os serviços preliminares, onde foram executados os serviços de locação da obra, através de gabarito de tabuas corridas pontaleadas, foram gastos 61,63 m².

Nas esquadrias foram utilizadas cinco janelas e cinco portas, sendo uma janela para cozinha com medidas de 80x80 cm com vidro, uma janela para o banheiro com medidas de 60x60 cm com vidro e três janelas para os dormitórios com medidas de 120x100 cm com vidro. Uma porta de madeira compensada lisa com medidas de 60x210x3,5 cm, duas portas de madeira compensada lisa com medidas de 70x210x3,5 cm e duas portas externa metálica cega com medidas de 80x210 cm, sendo utilizado para a colocação, parafuso em inox 4,2x45, quinze unidades, cinco fechadura em aço inox interna e externa, duas espumas poliuretano expansível e 8,58 horas de profissional para colocação.

O forro em PVC, com largura de 10 cm foram utilizados 82,68 m² e 115,32 m² de manta térmica de subcobertura.

Foram utilizados na cobertura, 92,60 m² madeira estruturada de lei e 92,60 m² de telha cerâmica tipo colonial, com comprimento de 44 cm.

Nas instalações elétricas, foram utilizados vinte pontos com tomada, nove pontos de luz no teto e uma entrada de energia elétrica aérea monofásica 50A, com poste de concreto, cabeamento e caixa de proteção para medidor e aterramento.

Nas instalações hidrossanitárias, foram utilizados sete pontos de água médio 32 mm, um ponto de esgoto para vaso sanitário 100 mm, três pontos de esgoto médio 75 mm e um reservatório de água em fibra 500 litros com tampa e torneira de boia.

Nos aparelhos sanitários, foram utilizados, um chuveiro branco simples, um lavatório de louça branca suspensão, com medidas de 29,5x39 cm, uma bancada de granito cinza polido para lavatório com medidas de 50x60 cm, um vaso sanitário com assento de plástico com caixa de descarga em PVC de sobrepor, um tanque de louça branca suspenso 18 litros, duas torneiras de parede longa cromadas para pia, uma saboneteira de louça com alça, uma papeleira de louça, um cabide de louça com dois ganchos. E por fim a limpeza final da obra teve um consumo de 61,65 m². Estas etapas citadas acima não sofreram alterações no quantitativo, em nenhum dos métodos construtivos apresentados.

No método construtivo convencional a etapa de fundação, utilizou-se escavação manual de valas em terra compacta, com um volume utilizado de 4,07 m³, 1,91 m³ de concreto fck 20 mpa, virado em betoneira, 1,91 m³ de aplicação manual de concreto manual em fundações, 152,15 kg de armação de aço CA-50, diâmetro 6.3 mm a 12,5 mm.

Nas vigas baldrame, utilizou-se escavação manual de valas em terra compacta tendo um volume de 1,72 m³, 42,98 m² de forma tabua para concreto em fundação com cinco vezes de reaproveitamento, concreto de 20mpa virado em betoneira 2,10 m³, lançamento e aplicação manual 2,10 m³, armação de aço CA-50, diâmetro de 6,3 mm a 12,5 mm, 136,47 kg e impermeabilização de superfície com emulsão asfáltica a base de água 25,61 m².

Na supra estrutura utilizou-se 95,10 m² de formas tipo sanduiche com tabuas trinta vezes de reaproveitamentos, 4,32 m³ de concreto de 20mpa virado em betoneira sem lançamento, 4,32 m³ de aplicação manual de concreto em fundações, armação de aço CA-50 6,3 mm a 12,5 mm 445,84 kg, 161,79 m² de alvenaria de vedação de tijolos cerâmicos.

No revestimento de paredes, foram utilizados 316,16 m² de chapisco, tanto em pilares como em alvenarias de paredes internas, com colher de pedreiro, traço 1:3 com preparo manual, 316,16 m² de massa única, para recebimento de pintura em argamassa traço 1:2:8, preparo manual, 38,22 m² de revestimento com cerâmica esmaltada 20x20 cm, padrão médio com argamassa pre fabricada de cimento colante e rejuntamento com cimento branco.

Nos pisos e revestimentos, foram utilizados 2,74 m³ de lastro de brita, 55,98 m² de contra piso, lastro de concreto não estrutural espessura de 5 cm preparo manual com betoneira, 55,98 m² de contra piso em argamassa traço 1:4 (cimento e areia), preparo mecânico com betoneira 400 litros, espessura de 2 cm, 54,87 m² de piso cerâmico popular PEI 4, assentamento sobre argamassa de cimento colante, rejuntado com cimento branco e 88,92 m de rodapé em cerâmica padrão médio PEI 4, altura de 8 cm, assentado sobre argamassa de cimento colante, rejuntado com cimento branco.

Na pintura foram utilizados, 344,39 m² de fundo selador acrílico, uma de mão, 241,71 m² de pintura PVA, duas de mão, 102,68 m² de pintura látex acrílica, duas de mão, 37,05 m² de pintura esmalte fosco, duas de mão, sobre superfície metálica, incluso uma de mão de fundo anticorrosivo.

No método construtivo com isolamento térmico, na etapa de fundações utilizou-se 10,15 m³ de concreto usinado com FCK de 20mpa, lançamento e adensamento, 122,27 kg de armação de aço CA-60 com diâmetro de 3,4 a 6,0 mm, 2,54 m³ de lastro de brita, 89,55 m² de impermeabilização de estruturas enterradas, com tinta asfáltica duas de mão, 84,64 m² de lona plástica preta para impermeabilização, espessura de 150 micras, 9,14 m² de forma de tabua para concreto em fundação *radier* com cinco vezes de reaproveitamento.

Na supra estrutura, utilizou-se 2,59 m³ de concreto FCK 20mpa virado em betoneira, sem lançamento, 2,59 m³ de aplicação manual de concreto em fundações, 222,92 kg de armação de aço CA-50, 6,3 mm a 12,5 mm, 80,89 m² de alvenaria de vedação de blocos de

concreto estrutural com medidas de 14x19x39 cm e FBK 4,5mpa espessura de 14 cm e 77,81 kg/m³ de isopor – EPS.

No revestimento de paredes, utilizou-se 38,22 m² de revestimento com cerâmica esmaltada 20x20 cm, padrão médio, assentada com argamassa pre-fabricada de cimento colante e rejuntamento com cimento branco, 316,16 m² de massa única, para recebimento de pintura, em argamassa traço 1:2:8, preparo manual.

No revestimento de pisos, utilizou-se 54,87 m² de piso cerâmico padrão popular PEI 4, assentado sobre argamassa de cimento colante rejuntado com cimento branco e 88,92 m de rodapé com altura de 8 cm assentado sobre argamassa de cimento colante rejuntado com cimento branco.

Na pintura foram utilizados, 278,86 m² de fundo selador acrílico, uma de mão, 195,72 m² de pintura PVA, duas de mão, 83,14 m² de pintura látex acrílica, duas de mão, 30,00 m² de pintura esmalte fosco, duas de mão, sobre superfície metálica, incluso uma de mão de fundo anticorrosivo.

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1.1 Serviços Preliminares

Primeiramente, foram considerados os serviços preliminares, como vistoria da área da obra, limpeza dos terrenos e locação da obra. Para o orçamento, considerou-se área plana, sem necessidade de movimentação de solo com cortes e aterros, e locação da obra (Figura 18).

Figura 18 - Locação da obra.



Fonte: Autor, (2016)

4.1.2 Fundação

Por se tratarem de sistemas leves e seus esforços não exigirem muito da fundação, adotou-se a fundação do tipo *radier*, que tem como uma de suas vantagens servir de contra piso para a edificação. Observa-se o espalhamento de uma camada de brita, base para a concretagem (Figura 19).

Figura 19 - Camada de brita para recebimento do concreto



Fonte: Autor, (2016)

A Figura 20 mostra a colocação de uma lona, que protege o *radier* da umidade oriunda do solo, a malha de aço e esperas das instalações elétricas e hidrossanitárias.

Figura 20 - Malha de aço do *radier*



Fonte: Autor, (2016)

A Figura 21 mostra o *radier* após a execução da concretagem.

Figura 21 - *Radier* após a concretagem



Fonte: Autor, (2016)

4.1.3 Sistema Construtivo com Isolamento Térmico

Após a execução da fundação, iniciou-se a etapa de vedação vertical, bloco estrutural com isolamento térmico em resíduos de isopor, como mostra a Figura 22.

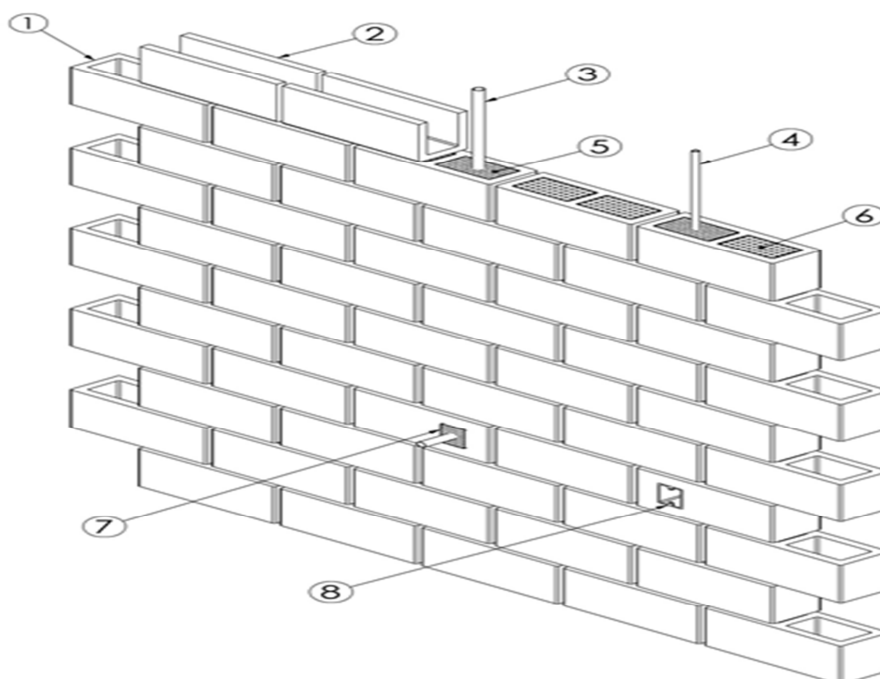
Figura 22 - Canaletas preenchidas com isolante térmico retirado do meio ambiente



Fonte: Autor, (2016)

O sistema construtivo com isolamento térmico, esta em conformidade com a NBR 15.575-4/2013 norma edifícios habitacionais de até cinco pavimentos, sistemas de vedações externas e internas. A Figura 23 apresenta um demonstrativo do sistema construtivo com isolamento térmico.

Figura 23 - Demonstrativo do sistema construtivo com isolamento térmico



Fonte: Autor, (2016)

Item 1 – bloco de concreto estrutural, com cavidade vertical sendo este o principal item da construção.

Item 2 – vigas calha em concreto, diferente do sistema construtivo tradicional não utiliza nenhuma forma de madeira para criação das vigas de fechamento.

Item 3, 4, 5, 7 e 8 – em locais onde se encontra tubulações hidráulicas (3) ou elétricas (4) se faz necessário a aplicação de aditivos nos materiais isolantes (5) este aditivo serve para manter os mesmos unidos para que não ocorra perda dos mesmos, devido as aberturas feitas nos blocos para a instalação das caixinhas onde se encontram os interruptores de energia, torneiras e registros (7). Os aditivos podem ser; adesivos, plastificantes, colas, gesso, cimento e areia.

Item 6 – os blocos de concreto estrutural receberam uma camada interna de material isolante, (Figura 24) aditivado ou não, tornando as paredes térmicas, o material isolante é retirado do meio ambiente.

O sistema de vedação vertical, bloco estrutural com isolamento térmico em resíduos de isopor, proporciona paredes que não absorvem calor ou frio, ambientes com alto padrão de conforto (Figura 25).

Figura 24 - Bloco estrutural com isolamento térmico



Fonte: Autor, (2016)

Figura 25 - Assentamento dos blocos estruturais com isolamento térmico



Fonte: Autor, (2016)

O sistema construtivo com isolamento térmico não faz uso de madeira na montagem das formas para concretagem das colunas, as armaduras das colunas são embutidas nos espaços internos dos blocos, reduzindo tempo de mão de obra e desperdício de material, uma vez que não há rompimento de paredes, (Figura 26) e (Figura 27).

Figura 26 - Fechamento das colunas sem utilização de formas de madeira



Fonte: Autor, (2016)

Figura 27 - Pilar pós concretagem sem utilização de formas de madeira



Fonte: Autor, (2016)

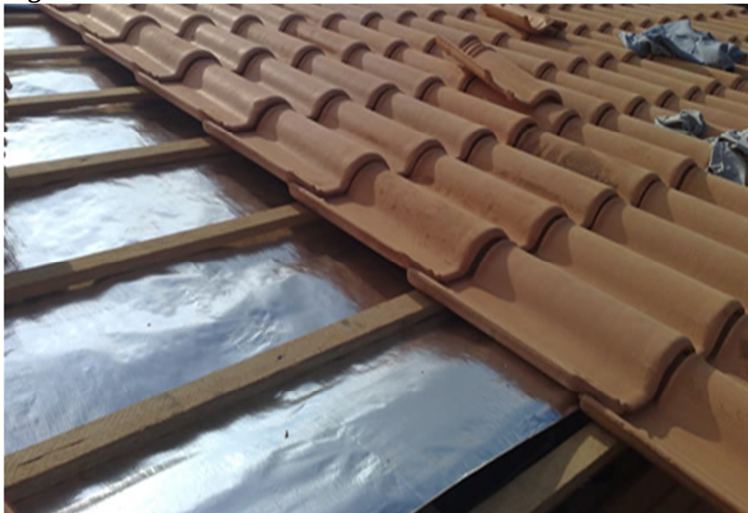
Figura 28 - Habitações com isolamento térmico finalizado



Fonte: Autor, (2016)

As esquadrias seguem o mesmo padrão que as do sistema convencional, para o revestimento externo, optou-se pela utilização de pintura nas paredes, (Figura 28) a cobertura é constituída por telha cerâmica tipo colonial. Para proteção de eventual percolação de água proveniente da chuva através do telhado, foi considerada a instalação de uma manta térmica de subcobertura, pode ser observada na Figura 29.

Figura 29 - Manta térmica de subcobertura



Fonte: Autor, (2016)

Já o revestimento interno, foi utilizado azulejo nas paredes do banheiro, na área de serviço e em uma parede da cozinha, sendo que na área de serviço e cozinha adotou-se azulejo até a altura de 2m. Admitiu-se a aplicação de tinta PVA para o restante das paredes, e para o gesso acartonado do teto do banheiro, ilustrado na Figura 30.

Figura 30 - Assentamento de azulejo



Fonte: Autor, (2016)

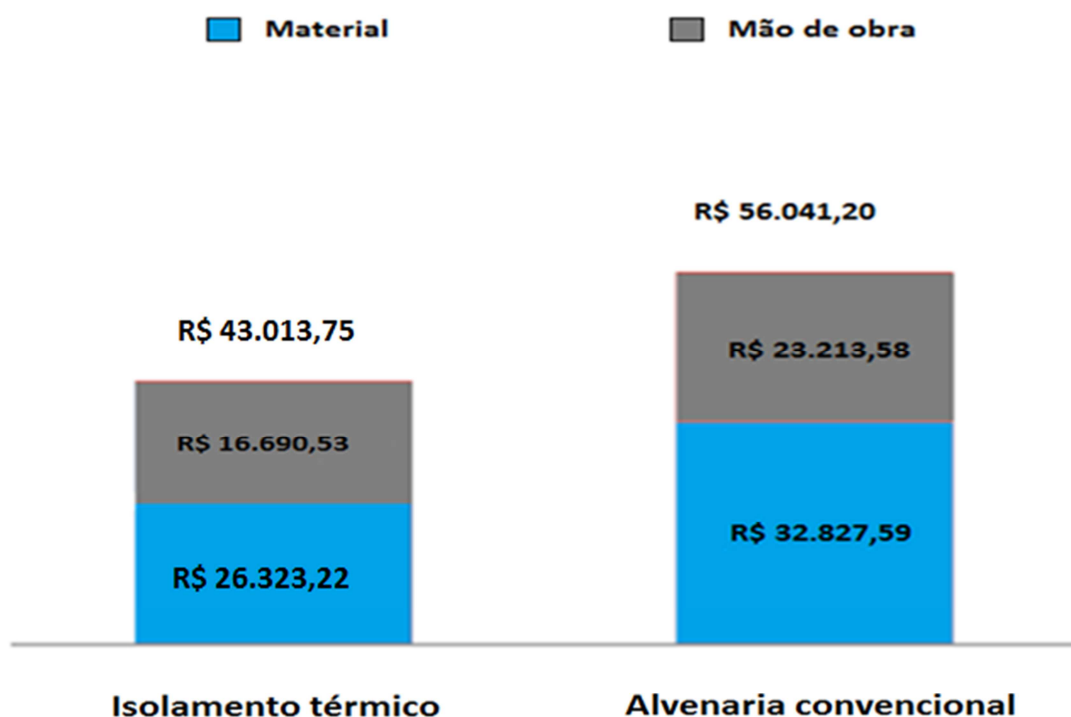
Para o piso das habitações, considerou-se a colocação de cerâmica, como mostra Figura 31.

Figura 31 - Revestimento cerâmico

Fonte: Autor, (2016)

4.2 COMPOSIÇÃO DE CUSTOS

Os orçamentos das habitações com método construtivo convencional e com isolamento térmico encontram-se no Apêndice A. Através da utilização das planilhas do Paraná Edificações, e de dados do mercado, foi possível fazer a composição dos custos diretos para a construção de uma habitação no método construtivo em alvenaria convencional e no método construtivo com isolamento térmico, conforme Gráfico 1.

Gráfico 1 – Despesas diretas para a construção de uma habitação

Fonte: Autor, (2016)

Pode-se observar no Apêndice A, que as despesas como serviços preliminares; esquadrias; forro em PVC; cobertura; instalações elétricas; instalações hidrossanitárias; aparelhos sanitários e limpeza final da obra, não possuíram diferença no custo de execução tanto para o método construtivo convencional como para o método construtivo com isolamento térmico totalizando em um custo total de execução para estes serviços de R\$ 17.586,74 por habitação.

O método construtivo convencional, utiliza como fundação sapatas que possui um custo total de execução por habitação de R\$ 2.053,91 e vigas baldrame com um custo total de execução por habitação de R\$ 3.795,23 totalizando em um custo total de execução da fundação por habitação de R\$ 5.849,14 para esse método.

O método construtivo com isolamento térmico utiliza como fundação o sistema de *radier*, com altura de 12 cm que permite uma agilidade maior nessa fase de fundação, esse mesmo método já serve de contra piso para a edificação, possui um custo total de execução de R\$ 4.979,91 por habitação, totalizando em média uma economia de R\$ 869,23 por habitação no método construtivo com isolamento térmico.

A supra estrutura no método construtivo convencional teve um custo total de execução de R\$ 14.434,74, por habitação, já o método construtivo com isolamento térmico tem um custo total de execução de R\$ 6.978,08 por habitação; uma economia de R\$ 7.456,66 por habitação, tal economia se dá pelo fato de que o método construtivo com isolamento térmico, dispensa o uso de madeira para fechamento de colunas e vigas, o bloco estrutural utilizado para vedação vertical possui um maior rendimento e economia de argamassa de assentamento, o aço utilizado em ambos os métodos é o aço CA-50, com diâmetro de 6,3 mm (1/4) à 12,5 mm (1/2), porém no método construtivo com isolamento térmico foram utilizados apenas uma barra de 2,60 m do aço CA-50 com diâmetro de 12,5 mm.

Nas colunas que fazem o fechamento das paredes do meio da edificação, a coluna que deu segmento as platibandas foram utilizadas quatro barras de aço CA-50 de 12,5 e o aço CA-50 de 6,3 mm de diâmetro foi utilizado para o fechamento das vigas, dispensando o uso de estribos, já o método construtivo convencional foi utilizado armadura estribada com quatro barras de aço CA-50 de 12,5 mm, tanto para colunas quanto para as vigas, o volume total de concreto para o método construtivo com isolamento térmico com FCK=20MPa, virado em betoneira é de 2,59 m³ e o volume total de concreto por habitação para o método construtivo convencional é de 4,32 m³, por habitação, uma economia de 1,73 m³. Essa redução do volume total de concreto por habitação se deu pelo fato de utilização de vigas calha e amarração dos blocos estruturais no método construtivo com isolamento térmico diferente do método

construtivo convencional que se fez uso de formas de madeira tanto para coluna quanto para vigas.

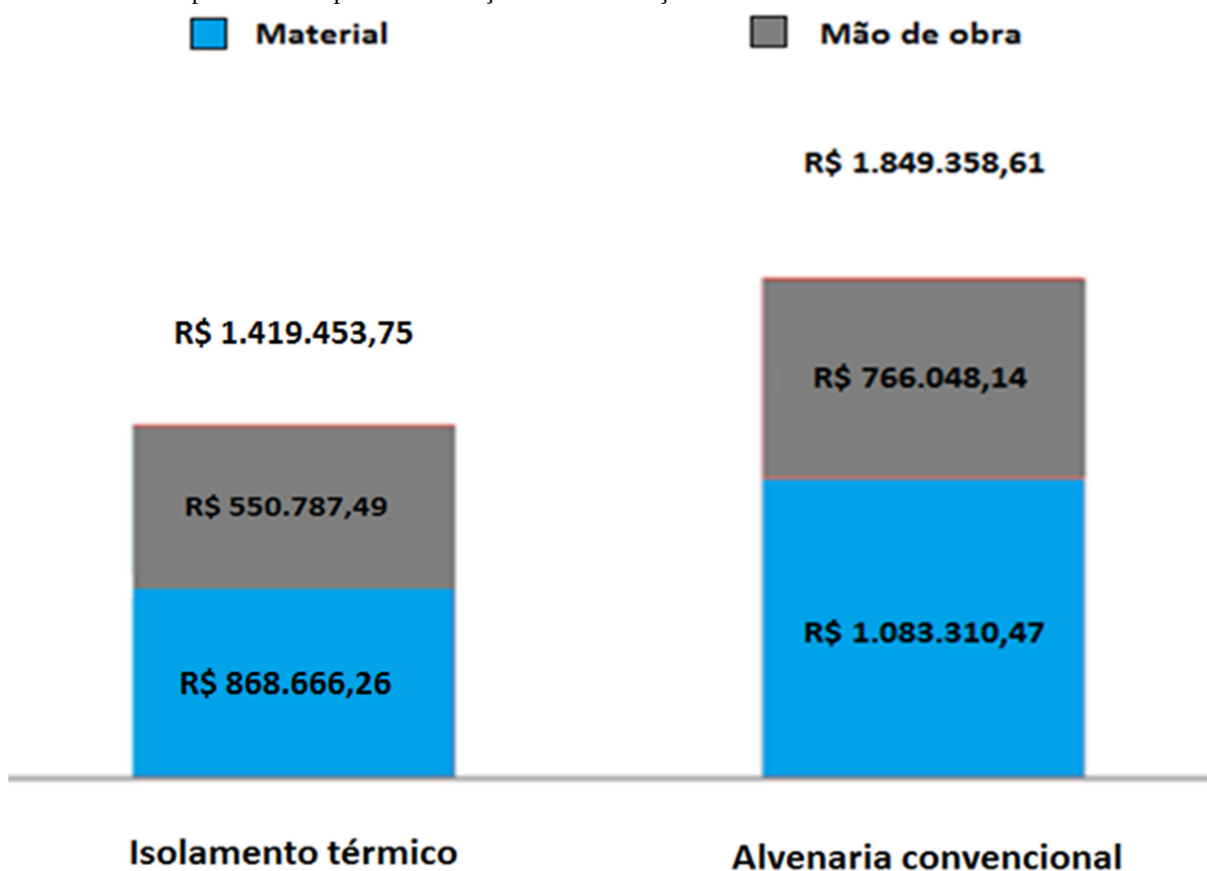
O revestimento de parede teve um custo total de execução por habitação de R\$ 9.248,59 para o método construtivo convencional, e um custo total de execução por habitação de R\$ 8.296,94 para o método construtivo com isolamento térmico, uma diferença no custo total de execução por habitação de R\$ 951,65 tal economia se deu pelo fato de que o bloco estrutural tem uma superfície e um assentamento homogêneo no método construtivo com isolamento térmico, sendo possível uma espessura mínima de argamassa de revestimento.

O piso e os revestimentos no método construtivo convencional tiveram um valor total de execução por habitação de R\$ 4.599,21 e o método construtivo com isolamento térmico teve um valor total de execução por habitação de R\$ 1.641,85 economia de R\$ 2.957,36 no método com isolamento devido ao sistema de fundação por *radier* onde já foi executado o contra piso para recebimento do revestimento cerâmico.

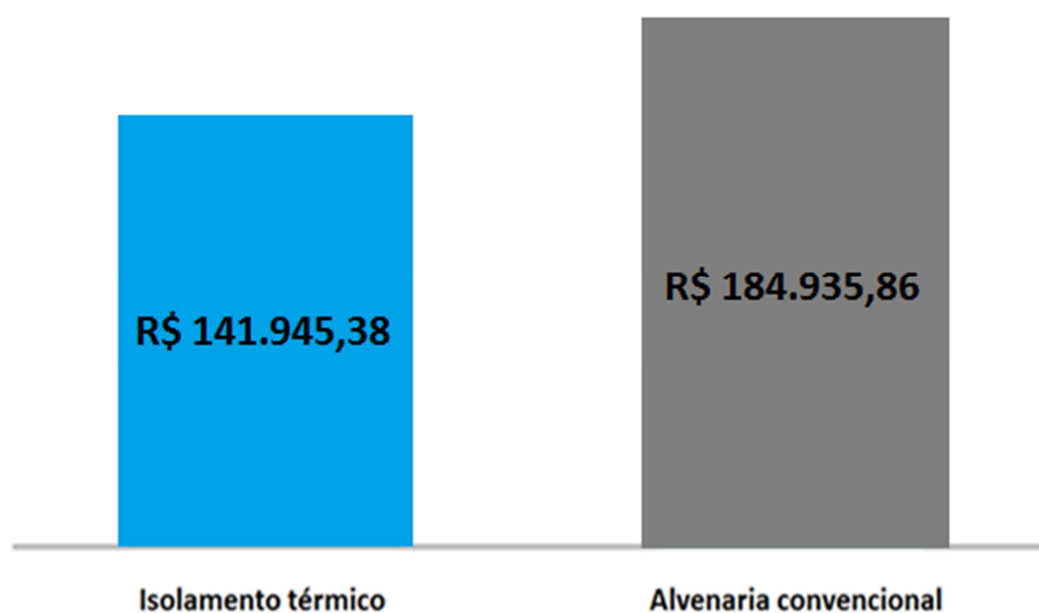
A pintura no método construtivo convencional teve um valor total por habitação de R\$ 4.322,78 já o método construtivo com isolamento térmico teve um custo total de execução por habitação de R\$ 3.500,23 economia de R\$ 822,55 por habitação pelo método com isolamento térmico, devido a camada mínima de revestimento nos blocos estrutural, a absorção do material foi menor que a do método convencional.

Os cronogramas para a execução da obra apontaram (Apêndice B) mostra que material e mão de obra, ficam abaixo do método construtivo convencional, isto se dá pelo maior rendimento do bloco de concreto estrutural, pela diminuição de aço, concreto e madeira e maior agilidade na construção de habitações com esse sistema.

Uma vez calculado os custos diretos para a construção de uma habitação, foi possível obter os custos diretos para a construção de todo o residencial. O gráfico 2 mostra o custo com material e mão de obra dos dois sistemas construtivos para a construção das 33 habitações.

Gráfico 1 – Despesas diretas para a construção de 33 habitações

Fonte: Autor, (2016)

Gráfico 2 – Despesas indiretas para a construção de 33 habitações

Fonte: Autor, (2016)

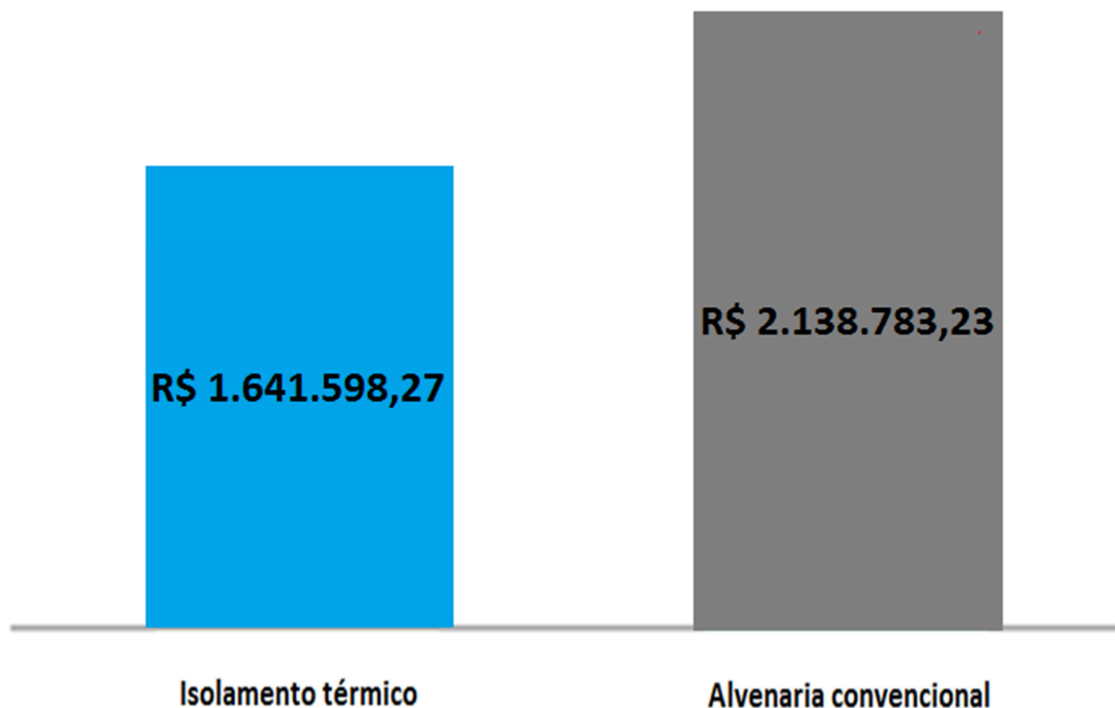
Por fim, determinou-se o custo total para a construção das 33 habitações no sistema construtivo convencional e no sistema construtivo com isolamento térmico, através da soma dos custos diretos, custos indiretos e impostos, sendo o valor dos impostos considerado a uma margem de 5,65% do valor das despesas diretas. Esses valores são apresentados no Quadro 2. O custo total do residencial está representado no Gráfico 4. O lucro, ou benefício, não foi considerado para estimativa do custo total.

Quadro 2 - Orçamento Método Construtivo Convencional e Método com Isolamento Térmico

	Despesas Diretas	Impostos (5,65%)	Despesas Indiretas	Total
Isolamento térmico	R\$ 1.419.453,75	R\$ 80.199,14	R\$ 141.945,38	R\$ 1.641.598,27
Alvenaria convencional	R\$ 1.849.358,61	R\$ 104.488,76	R\$ 184.935,86	R\$ 2.138.783,23

Fonte: Autor, (2016)

Gráfico 3 – Custo total para a construção de 33 habitações



Fonte: Autor, (2016)

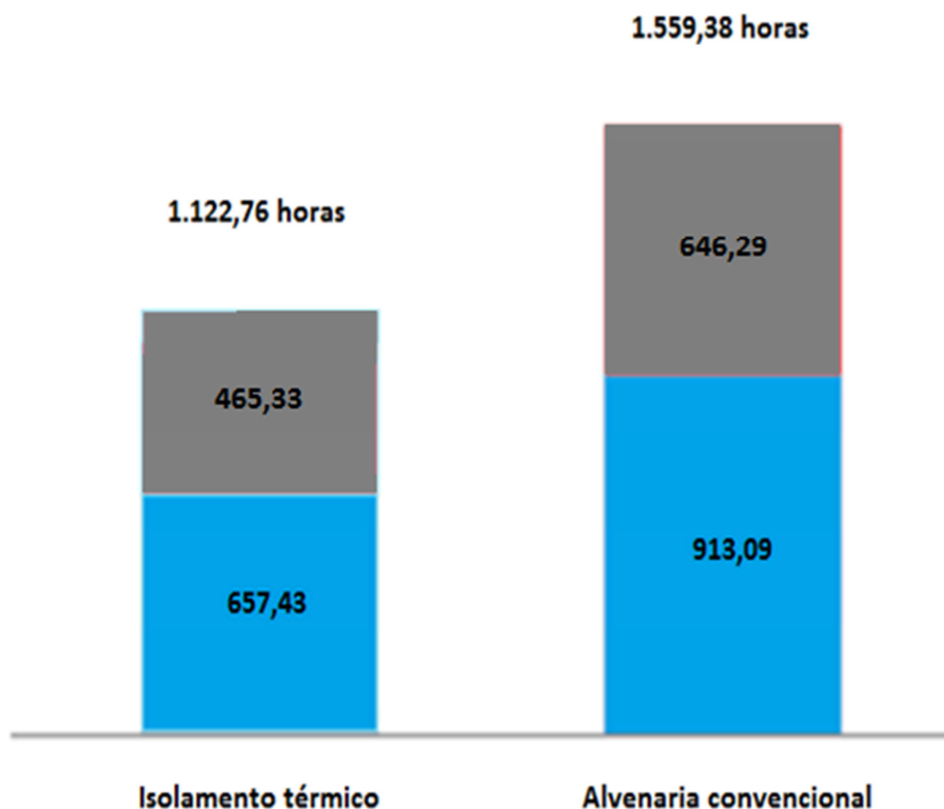
4.3 COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS

Uma vez que o projeto piloto em alvenaria convencional foi readequado para o sistema construtivo com isolamento térmico, fez-se necessário a identificação dos serviços, com intuito de obter informações para a realização dos orçamentos e cronogramas.

Com os orçamentos e os cronogramas estimados, foi possível comparar os resultados através de gráficos que serão explanados na sequência. No Apêndice B estão apresentados alguns dos relatórios gerados pelo programa *MS Project* 2013. Inicialmente, fez-se o comparativo de quantas horas trabalhadas seriam necessárias para construir uma habitação em cada um dos dois métodos. As horas foram divididas em horas de pedreiros e de auxiliares, como pode ser observado no Gráfico 5.

Nota-se uma vantagem de 436,62 horas, no método construtivo com isolamento térmico, pois esse método se mostra mais rápido por possuir matérias de alto rendimento na sua execução.

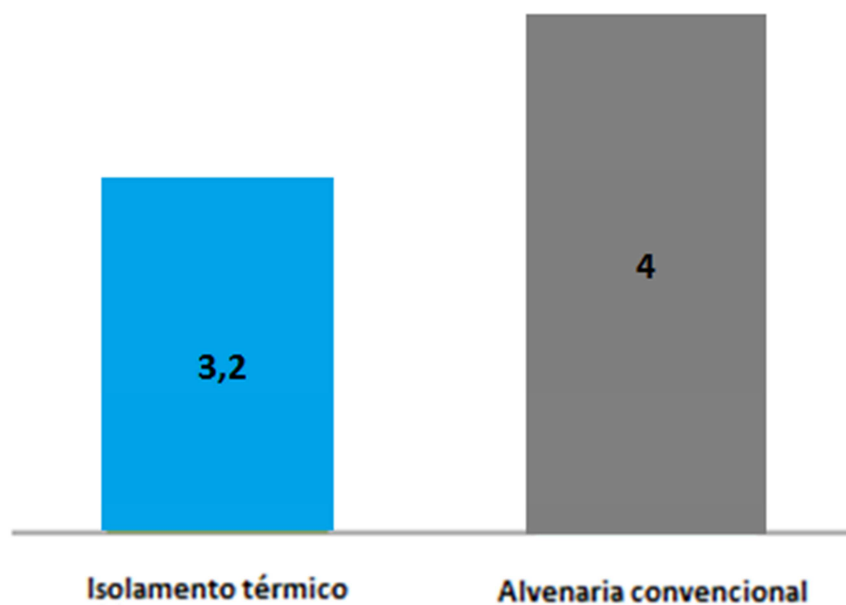
Gráfico 4 – Horas trabalhadas para a produção de uma habitação



Fonte: Autor, (2016)

Com os cronogramas estimados, possibilitou também comparar o tempo gasto para a construção do residencial para os dois sistemas construtivos. O gráfico 6 possibilita visualizar a diferença de tempo de execução entre os dois métodos que é de aproximadamente 20% mais rápido no método construtivo com isolamento térmico.

Gráfico 5 – Meses gastos para a construção de 33 habitações



Fonte: Autor, (2016)

No Apêndice B pode ser observado o tempo que foi gasto para a execução das habitações nos dois métodos construtivos, o método construtivo com isolamento térmico foi mais rápido, por apresentar materiais de alto rendimento consequentemente, apresentou um número menor de dias em suas etapas construtivas.

As etapas de locação da obra 11 dias; cobertura 33 dias; revestimento de paredes 48 dias; esquadrias 17 dias; forro 15 dias; pavimentação e revestimento 22 dias; revestimento cerâmico 11 dias; pintura 12 dias; instalações sanitárias 33 dias e limpeza final da obra 3 dias, apresentaram o mesmo número de dias para sua conclusão.

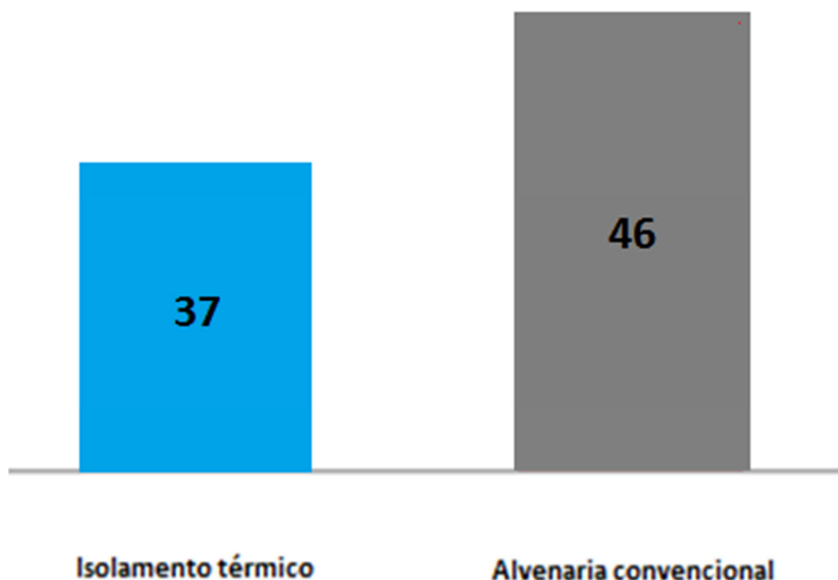
No método construtivo convencional as etapas de fundação e vigas baldrame levaram um total de 29 dias para serem concluídas, já o método construtivo com isolamento térmico levou 16 dias para ser concluída a etapa de fundação, por apresentar um método mais rápido e eficiente o *radier*.

As etapas construtivas de supra estrutura e alvenaria no método construtivo convencional, demoraram 36 dias e 54 dias respectivamente para serem concluídas, já no método construtivo com isolamento térmico levou-se 20 dias e 30 dias respectivamente, para serem concluídas, vantagem essa por utilizar matérias que rendem mais que os utilizados no método convencional.

No método construtivo convencional, as instalações hidráulicas levaram 66 dias para serem concluídas, no método construtivo com isolamento térmico foram concluídas em 50 dias, gastou-se um menor tempo no método com isolamento, pois, não foi necessário o corte nas paredes da edificação para a passagem da tubulação, a passagem foi feita internamente nos blocos estruturais, evitando sujeira no local da obra e desperdício de tempo e material.

O Gráfico 7 estima a quantidade de funcionários necessários para a construção do residencial para cada método construtivo adotado. Pode-se observar através dos dados apresentados abaixo que no método construtivo com isolamento térmico tem-se uma redução de nove funcionários, reduzindo consideravelmente os encargos sociais e trabalhistas, que incidem diretamente no custo total da obra.

Gráfico 6 – Quantidade de funcionários



Fonte: Autor, (2016)

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a evolução da tecnologia vem a necessidade de transformação para diversos setores, inclusive o da construção civil. Com o acréscimo da demanda habitacional existente no país, essa mudança se torna indispensável.

O Brasil passa por uma fase de grande incentivo financeiro para a construção de moradias, e tem como alvo principal as classes mais baixas, onde se busca a redução do *déficit* habitacional, que teve início no período do império. Com isso, torna-se indispensável a busca por novos métodos construtivos, aliados a rapidez e baixo custo e que proporcionem conforto e bem estar aos seus ocupantes, com qualidade igual ou superior aos métodos utilizados atualmente no mercado.

Surge então como alternativa o sistema construtivo com isolamento térmico, que apresentam excelentes resultados em países de primeiro mundo, como Estados Unidos, Canadá e Alemanha. Esse sistema apresenta inúmeras vantagens, a que mais se destaca entre as demais é o bom desempenho termo acústico, esse sistema permite a utilização de uma ampla variedade de isolantes devido ao espaço vazio existente na parte interior dos blocos, por serem sistemas leves, não exigem muito da fundação, podendo-se adotar soluções mais simples como *radier* e sapatas corridas, quando o terreno assim permitir.

A sustentabilidade proporcionada pelo sistema construtivo com isolamento térmico merece destaque, trata-se de um sistema que possibilita uma construção com menos desperdício de materiais, consequentemente geram menos resíduos que as construções convencionais. O sistema construtivo com isolamento térmico apresenta como matéria prima o EPS (isopor) torna-se um material reciclável, que além de tornar-se um recurso renovável, reduz consideravelmente a poluição e a degradação do meio ambiente.

Entretanto, deve-se ressaltar que, para que o sistema tenha uma boa eficiência e cumpra com os requisitos que foram projetados, os materiais devem ser adequados ao sistema e possuir mão de obra qualificada, realizando todas as etapas construtivas necessárias, para que o desempenho do sistema não seja afetado.

Com o comparativo realizado nesta pesquisa, foi possível perceber que, para a construção das 33 habitações do residencial adotado, nos sistemas construtivos em alvenaria convencional e com isolamento térmico, houve diferenças consideráveis.

O tempo de construção desse residencial no sistema de alvenaria convencional é de 20% maior quando comparado com o método construtivo com isolamento térmico. O sistema construtivo com isolamento térmico promove uma redução na quantidade de mão de obra,

reduzindo assim as despesas diretas. O custo total também foi influenciado pelas despesas indiretas, como alimentação, combustível, salários de engenheiros e mestres de obra, fez com que o sistema construtivo em alvenaria convencional obtivesse um custo total consideravelmente maior que o sistema construtivo com isolamento térmico.

Enfim, pode-se considerar que com a adoção do método construtivo com isolamento térmico, as pessoas poderiam ter acesso as moradias de forma mais rápida, o que facilitaria o atendimento da demanda habitacional do país com mais eficiência. A adoção desse método também iria gerar uma modernização no setor da construção civil no Brasil, aliado a maior sustentabilidade e preservação do meio ambiente. O sistema construtivo com isolamento térmico então se mostra viável para ser empregado como sistema construtivo de habitações de interesse social no país.

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se como trabalhos futuros:

- Análise dos indicadores econômicos, para uma edificação já executada, com dados exatos de orçamento, preços de venda e outros.
- Comparações de indicadores econômicos para diferentes empreendimentos e métodos construtivos (Ex: *Steel Frame* e *Wood Frame*), para habitações de interesse social.
- Verificação do conforto térmico das edificações estudadas.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8545: Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos. Rio de Janeiro, 1984.
- Atitudes Sustentáveis. 2015. Disponível em: <<http://www.atitudessustentaveis.com.br/>> Acesso em: 19 mar. 2016.
- ALMEIDA, F. Os desafios da sustentabilidade. Rio de Janeiro: Elsevir, 2007.
- ALVES, Rubem. A alegria de ensinar. São Paulo: Ars Poética, 1994.
- BERNARDES, C., MARCONDES, R. C. Teoria Geral da Administração. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2003.
- BONO, Edward de. Criatividade levada a sério. São Paulo: Pioneira, 1994.
- BRASIL. Código Civil, Lei 10.406. Promulgada em 10 de janeiro de 2002. Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406.htm> Acesso em: 16 jul. 2016.
- Código de Defesa do Consumidor, Lei 8.078. Promulgada em 11 de setembro de 1990. Brasília, 1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8078.htm> Acesso em: 18 jul. 2016.
- Constituição Federal de 1988. Promulgada em 05 de outubro de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm> Acesso em: 28 jul. 2016.
- CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. Metodologia científica. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 242 p. CREA-SP. Responsabilidade Penal ou Criminal. 2011. Disponível em: <<http://www.Crea.sp.org.br/profissionais/responsabilidades-profissionais/responsabilidade-penal-ou-criminal>> Acesso em: 28 jul. 2016.
- CHAIM, Caio Eduardo Cormier. Responsabilidade Jurídica do Engenheiro Civil nas Esferas Civil, Criminal, Administrativa e Ambiental. Conteúdo Jurídico, Brasília-DF: 11 set. 2013. Disponível em: <<http://www.conteudojuridico.com.br/?artigos&ver=2.45077&seo=1>>. Acesso em: 29 jul. 2016.
- Construções Sustentáveis. Disponível em: <http://www.webartigos.com/artigos/construcoes-sustentaveis-conceito-e-importancia-da-sustentabilidade-social/25033/#ixzz44gKShflk/> Acesso em: 05 jun. 2016.
- DEGEN, Ronald. O empreendedor. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.

DIAS, R. Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

DRUCKER, P. F. Inovação e Espírito Empreendedor: Prática e Princípios. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

DORNELLAS, J. C. A. Empreendedorismo: transformando ideias em negócios. Rio de Janeiro: Elsevier, 2001.

ECKER, P.W.T. MARTINS,V. COMPARATIVO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS STEEL FRAME E WOOD FRAME PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL – Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

Fernando Bussoloti. "HowStuffWorks - Como funcionam as construções sustentáveis". Publicado em 29 de novembro de 2007 (atualizado em 31 de janeiro de 2008) Disponível em: <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/construcoes-ecologicas.htm/>> Acesso em: 01 jun. 2016.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, (P.27, 2000)

FILION, L.J. “O planejamento do seu sistema de aprendizagem empresarial: identifique uma visão e avalie o seu sistema de relações”. Revista de Administração de Empresas, FGV, São Paulo, jul/set. 1991, pp. 31: 63-71 GIL, A. C. Projetos de Pesquisa. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v 35, n. 2, p. 57-63, mar/abr 1995.

GIRÃO, P.I.S. ANÁLISE COMPARATIVA DE VIABILIDADE ENTRE SISTEMAS TRADICIONAIS DE CONSTRUÇÃO E SISTEMA EM ADOBE PARA HABITAÇÕES DE BAIXO CUSTO – Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

Lei 4.150. Promulgada em 21 de novembro de 1962. Brasília, 1962. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/1950-1969/L4150.htm> Acesso em: 24 jul. 2016.

Lei 5.194. Promulgada em 24 de dezembro de 1966. Brasília, 1966. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5194.htm> Acesso em: 24 jul. 2016.

Lei 6.496. Promulgada em 7 de dezembro de 1977. Brasília, 1977. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6496.htm> Acesso em: 26 jul. 2016.

Lei 12.378. Promulgada em 31 de dezembro de 2010. Brasília, 2010. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8078.htm> Acesso em: 26 jul. 2016.

LOYOLA, G. S. ESTUDO COMPARATIVO PARA PADRONIZAÇÃO DE EDIFICAÇÕES INDUSTRIAIS SUSTENTÁVEIS ATRAVÉS DA CERTIFICAÇÃO LEED, - Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Centro Universitário (FAE), Curitiba, 2011.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Metodologia do trabalho científico. São Paulo: Editora Atlas, 1992. 4a ed. p.43 e 44.

APÊNDICE A – ORÇAMENTOS



SECRETARIA DE ESTADO DE
INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA

PARANÁ EDIFICAÇÕES

PRÓPRIO:

TABELAS DE REFERÊNCIA: SEIL/PRED (JUNHO/2016) E SINAPI/PR (JUNHO/2016) VERSÃO 1.0
DATA: 17/07/2016

**PLANILHA DE SERVIÇOS
SINTÉTICA COM
DESONERAÇÃO
ALVENARIA CONVENCIONAL**

ENDEREÇO:

MUNICIPIO: PALOTINA - PR

LEVANTAMENTO Nº:

RESPONSÁVEL
TÉCNICO:

PROTOCOLLO N°:

ORGÃO:
COORDE
NADAS:

ART N°:

REG.
CREA:[illegible]

5		REVESTIMENTOS DE PAREDE									
5.1	87878	CHAPISCO APLICADO TANTO EM PILARES E VIGAS DE CONCRETO COMO EM ALVENARIAS DE PAREDES INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF 06/2014	m2	316,16	1,66	1,35	3,01	524,83	426,82	951,65	
5.2	87534	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES DE AMBIENTES COM ÁREA MAIOR QUE 10M2, ESPESURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF 06/2014	m2	316,16	12,83	10,30	26,95	4.056,33	3.256,45	7.312,78	
5.4	73912/1	REVESTIMENTO COM CERÂMICA ESMALTADA 20X20CM, 1ª LINHA, PADRÃO MÉDIO, ASSENTADA COM ARGAMASSA PRÉ-FABRICADA DE CIMENTO COLANTE E REJUNTAMENTO COM CIMENTO BRANCO	m2	38,22	18,42	7,33	25,75	704,01	280,15	984,16	
											9.248,59
6		ESQUADRIAS (PORTAS E JANELAS)									
6.1	Mercado	Janela banheiro maxim ar PVC 60X60 c/ vidro jateado 3mm	un	1,00	110,00	0,00	110,00	110,00	0,00	110,00	
6.2	Mercado	Janela cozinha maxim ar PVC 80x80 c/ vidro jateado 3 mm	un	1,00	150,00	0,00	150,00	150,00	0,00	150,00	
6.3	Mercado	Janela dormitórios e sala correr 2 folhas vidro comum 3mm - 1,20X1,00m	un	3,00	252,00	0,00	252,00	756,00	0,00	756,00	
6.4	73910/5	PORTA DE MADEIRA COMPENSADA LISA PARA PINTURA, 60X210X3,5CM, INCLUSO ADUELA 2A, ALIZAR 2A E DOBRADICAS	un	1,00	205,94	70,56	276,50	205,94	70,56	276,50	
6.5	73910/3	PORTA DE MADEIRA COMPENSADA LISA PARA PINTURA, 70X210X3,5CM, INCLUSO ADUELA 2A, ALIZAR 2A E DOBRADICAS	un	2,00	204,02	69,27	273,29	408,04	138,54	546,58	
6.6	Mercado	Porta externa metálica cega 0,80X2,10m	un	2,00	140,00	0,00	140,00	280,00	0,00	280,00	
6.7	Mercado	Parafuso inox 4.2X45	un	15,00	0,20	0,00	0,20	3,00	0,00	3,00	
6.8	Mercado	Fechadura em aço inox interna e externa	un	5,00	30,00	0,00	30,00	150,00	0,00	150,00	
6.9	Mercado	Espuma poliuretano expansível	un	2,00	15,70	0,00	15,70	31,40	0,00	31,40	
6.10	Mercado	Mão de Obra (colocação portas)	h	8,58	0,00	20,99	20,99	0,00	180,09	180,09	
											2.483,57
7		FORRO PVC									
7.1	Mercado	Forro PVC l=10cm, entarugamento fixado nas paredes	m2	82,68	11,55	12,55	24,10	954,95	1.037,63	1.992,58	
7.2	Mercado	Manta térmica de subcobertura	m2	115,32	4,32	0,00	4,32	498,18	0,00	498,18	
											2.490,76
8		COBERTURA									
8.1	72082	ESTRUTURA DE MADEIRA DE 1ª PRIMEIRA QUALIDADE, SERRADA, NÃO APARELHADA, PARA TELHAS ONDULADAS, VAOS DE 7M ATE 10M	m2	92,60	36,88	22,01	58,89	3.415,09	2.038,13	5.453,22	
8.2	7176	TELHA CERÂMICA TIPO COLONIAL, COMPRIMENTO DE 44 CM, RENDIMENTO DE 26 TELHAS/M²	m2	92,60	19,50	4,44	23,07	1.805,70	411,14	2.216,84	
											7.670,06
9		PISO E REVESTIMENTOS									
9.1	74164/4	LASTRO DE BRITA	m3	2,74	61,31	17,82	79,13	167,99	48,83	216,82	
9.2	73907/3	CONTRAPISO/LASTRO DE CONCRETO NÃO-ESTRUTURAL, E=5CM, PREPARO COMBETONEIRA	m2	55,98	14,13	13,31	27,44	790,99	745,09	1.536,08	
9.3	87650	CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA), PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADO EM ÁREAS SECAS MAIORES QUE 10M2 SOBRE LAJE, ADERIDO, ESPESURA 2CM.	m2	55,98	15,36	5,62	20,98	859,85	314,61	1.174,46	
9.4	73946/1	PISO CERÂMICO PADRÃO POPULAR PEI 4 ASSENTADO SOBRE ARGAMASSA DE CIMENTO COLANTE REJUNTADO COM CIMENTO BRANCO	m2	54,87	17,33	5,62	22,95	950,89	308,37	1.259,26	

**PLANILHA DE SERVIÇOS
SINTÉTICA COM
DESONERAÇÃO**
Isolamento térmico



SECRETARIA DE ESTADO DE
INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA

PARANÁ EDIFICAÇÕES

PRÓPRIO:

ENDERECO:

MUNICIPIO: PALOTINA - PR

PROTOCOLLO N°:

ORGÃO:
COORDENADORIA:
NÍVEL:

ART N°:

REG.
CREA-

TABELAS DE REFERÊNCIA: SEIL/PRED (JUNHO/2016) E SINAPI/PR (JUNHO 2016) VERSÃO 1.0
DATA: 17/07/2016

LEVANTAMENTO Nº:

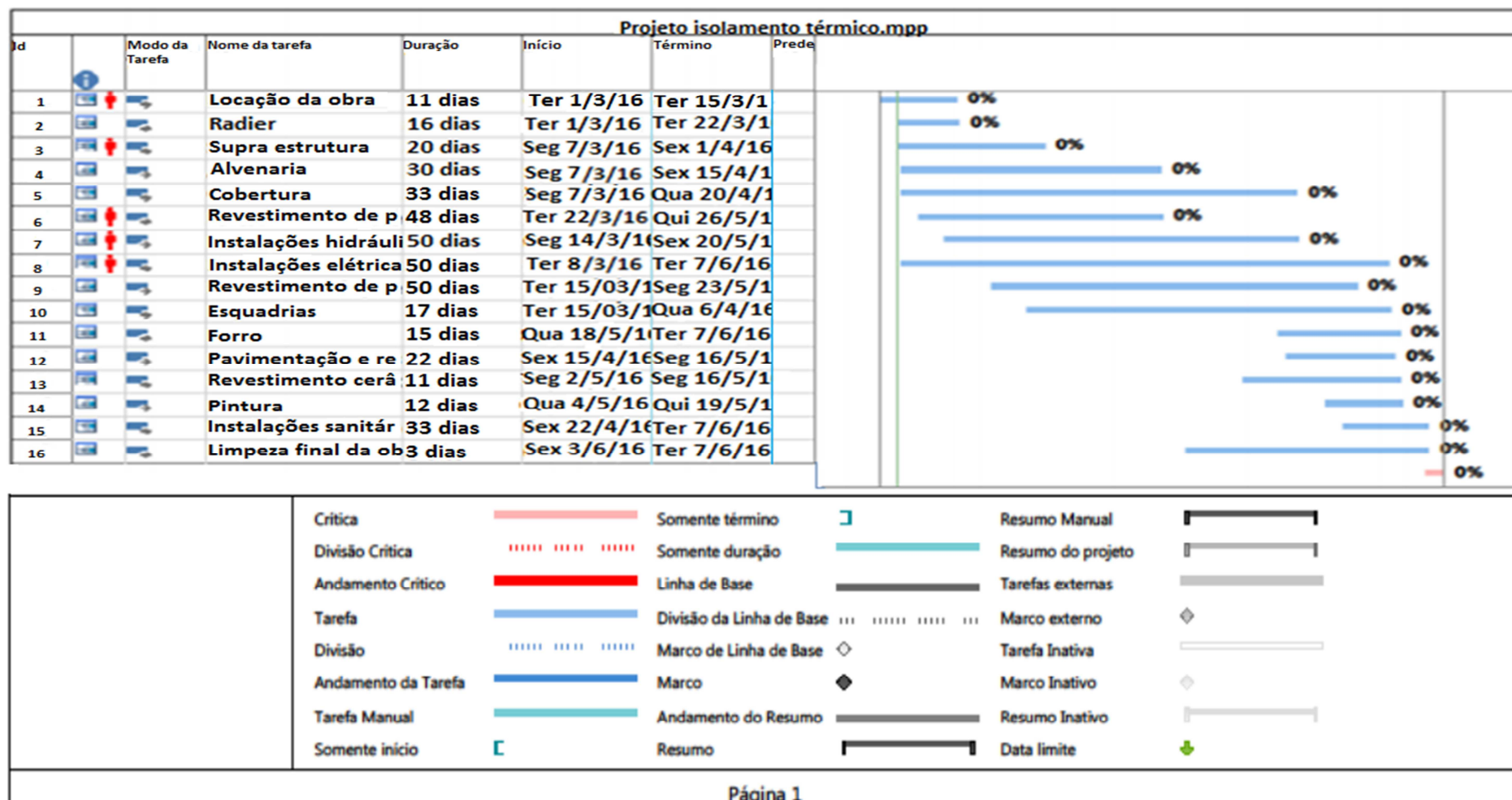
RESPONSÁVEL
TÉCNICO:[illegible]

[illegible][illegible][illegible][illegible]

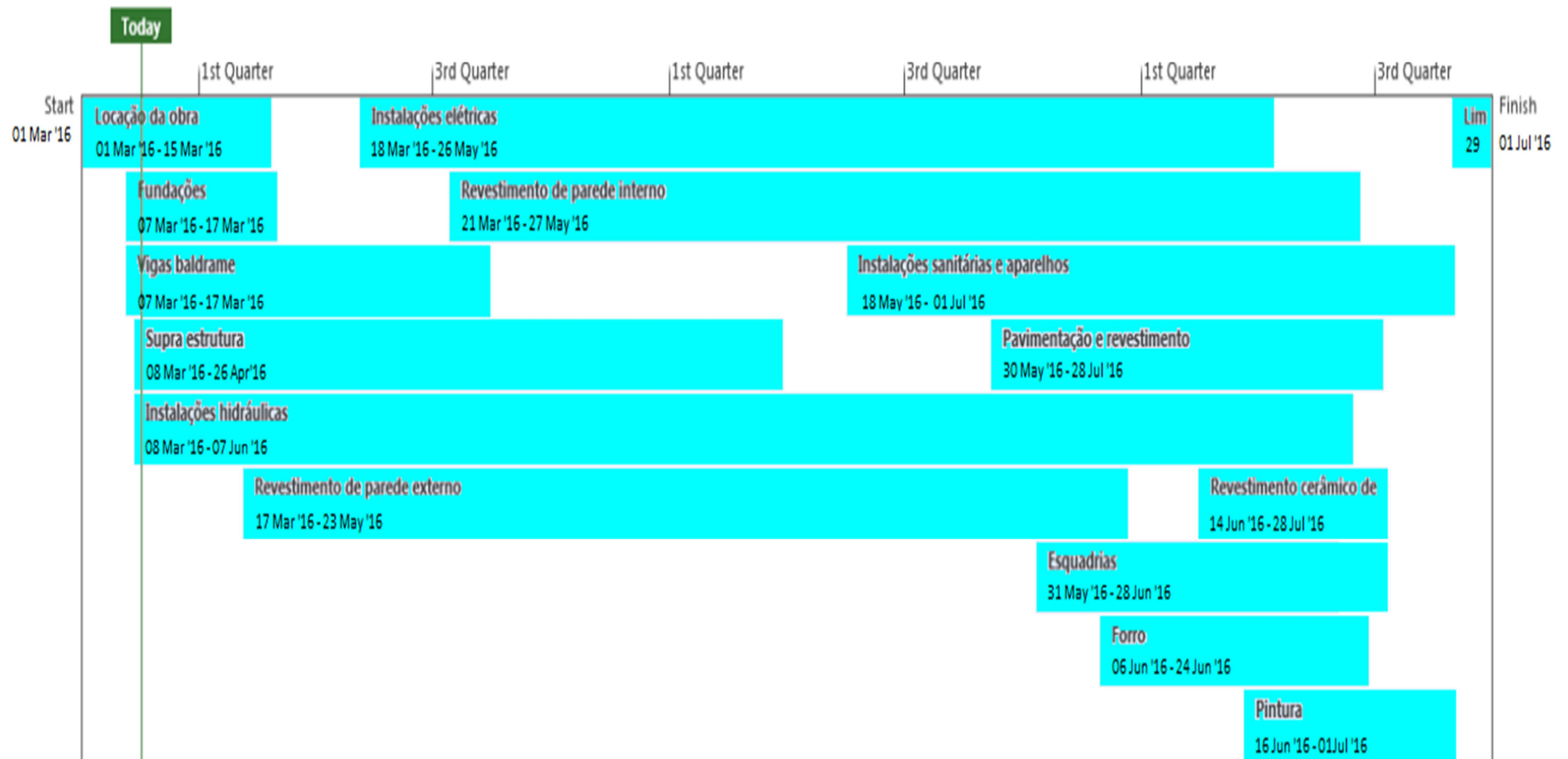
[illegible]

APÊNDICE B - CRONOGRAMAS

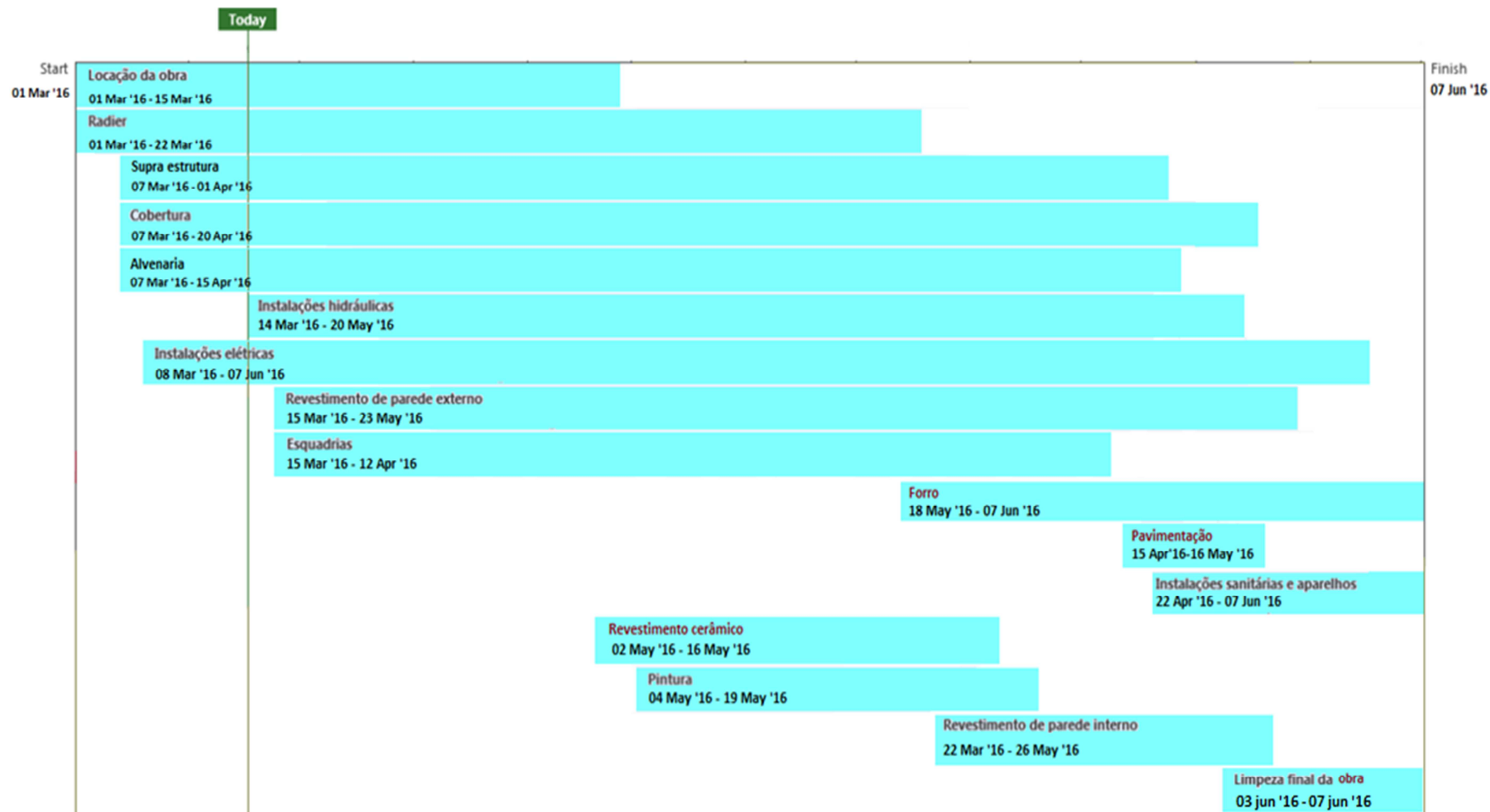




APÊNDICE C - TIMELINE – ALVENARIA CONVENCIONAL

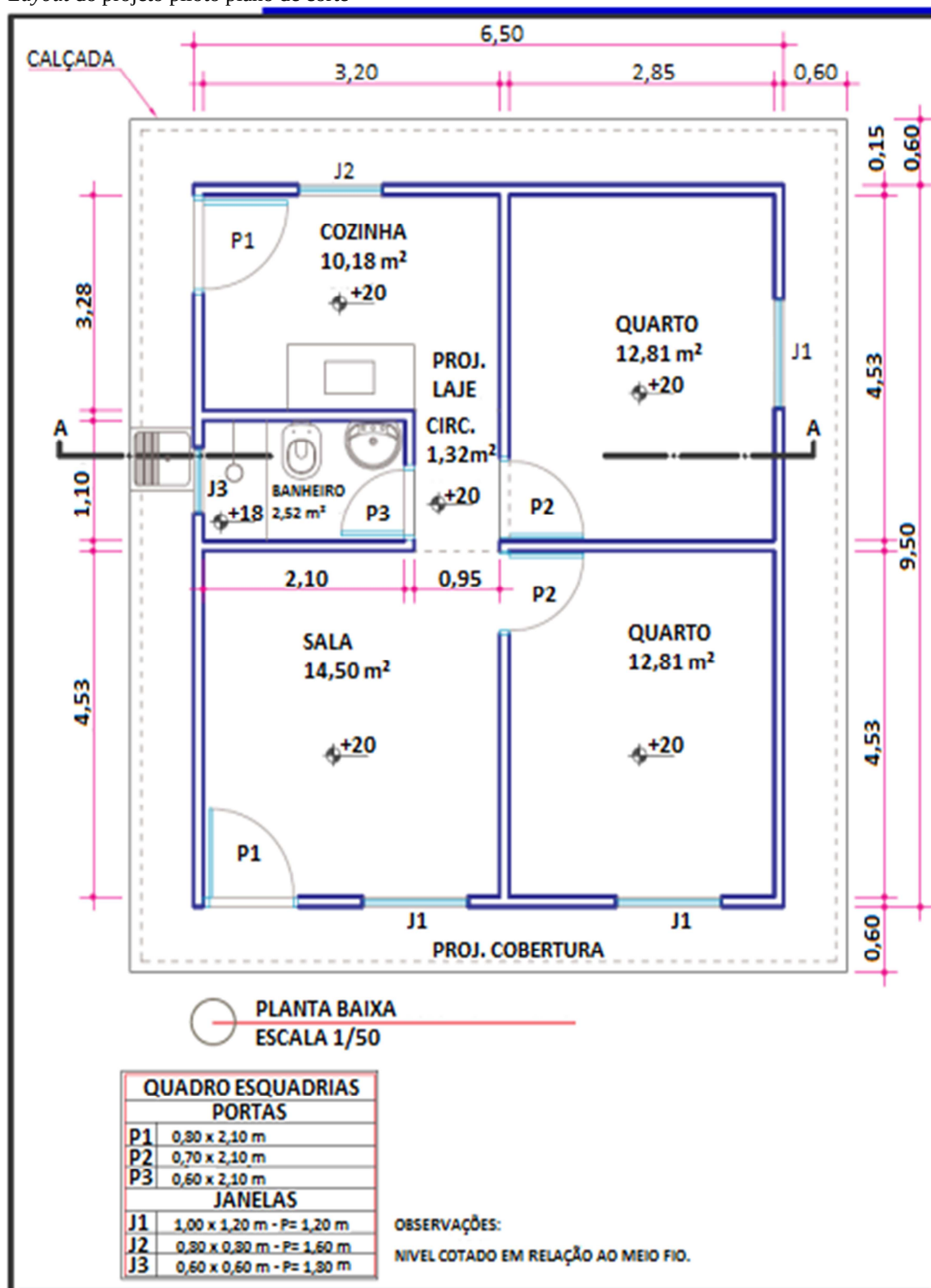


APÊNDICE D - TIMELINE – ISOLAMENTO TÉRMICO



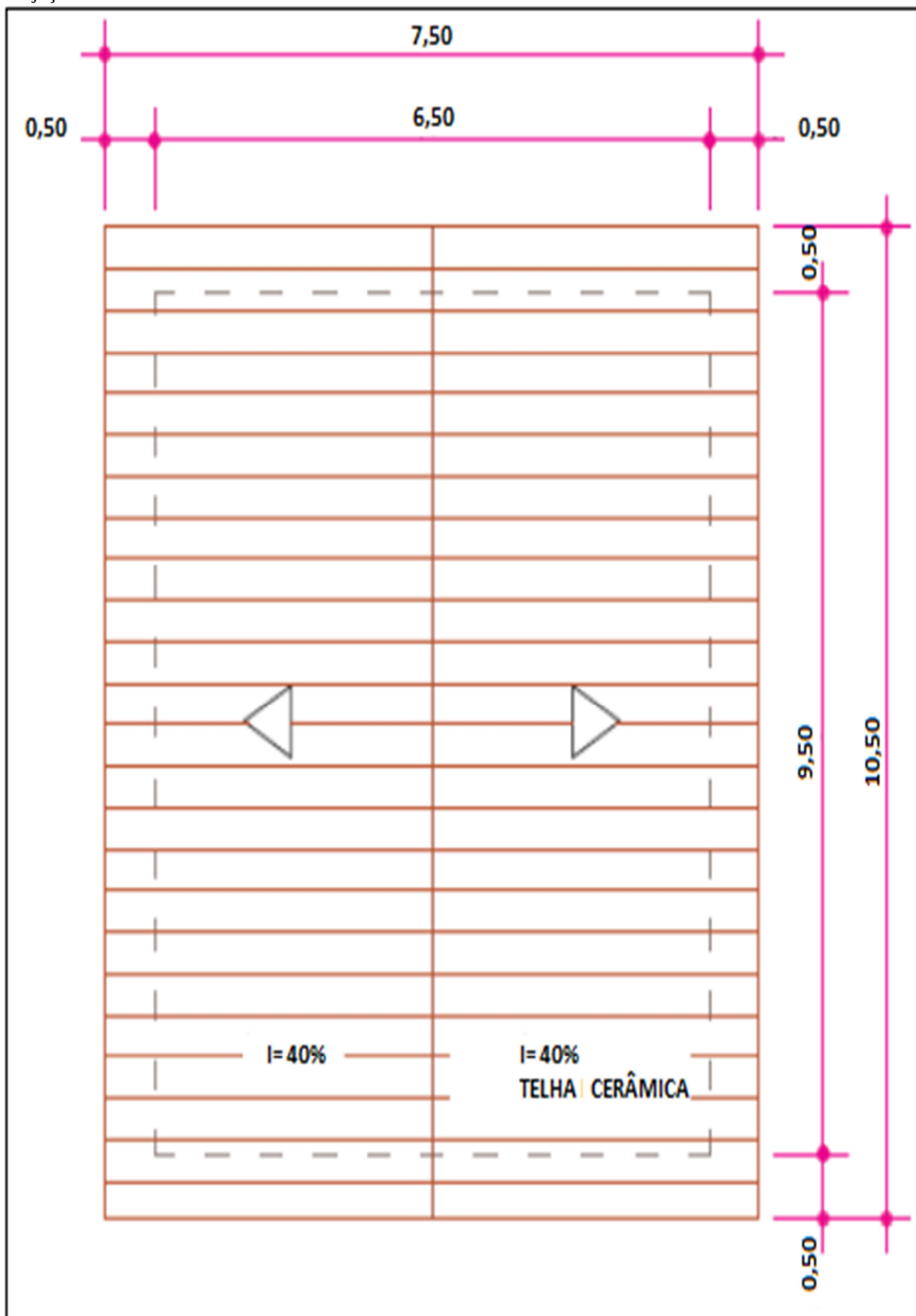
APÊNDICE E – PROJETOS PILOTOS

Layout do projeto piloto plano de corte



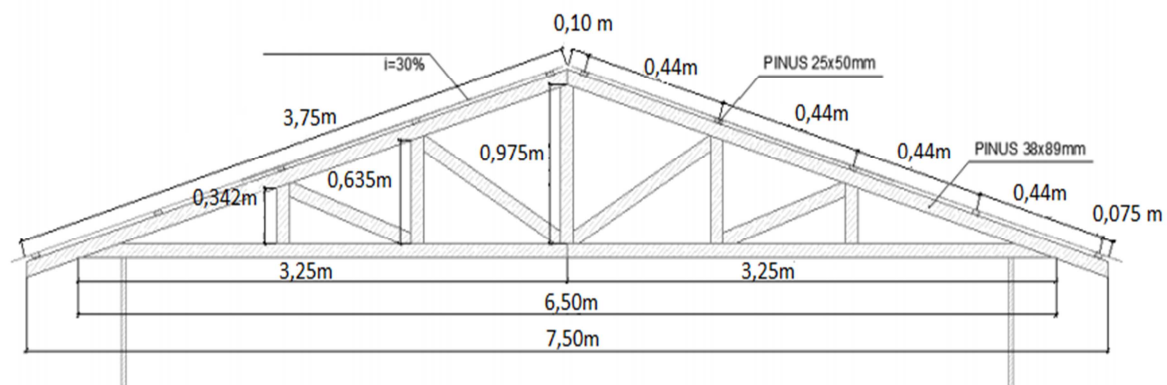
Fonte: Empresa de Palotina PR, (2015)

Projeção do telhado



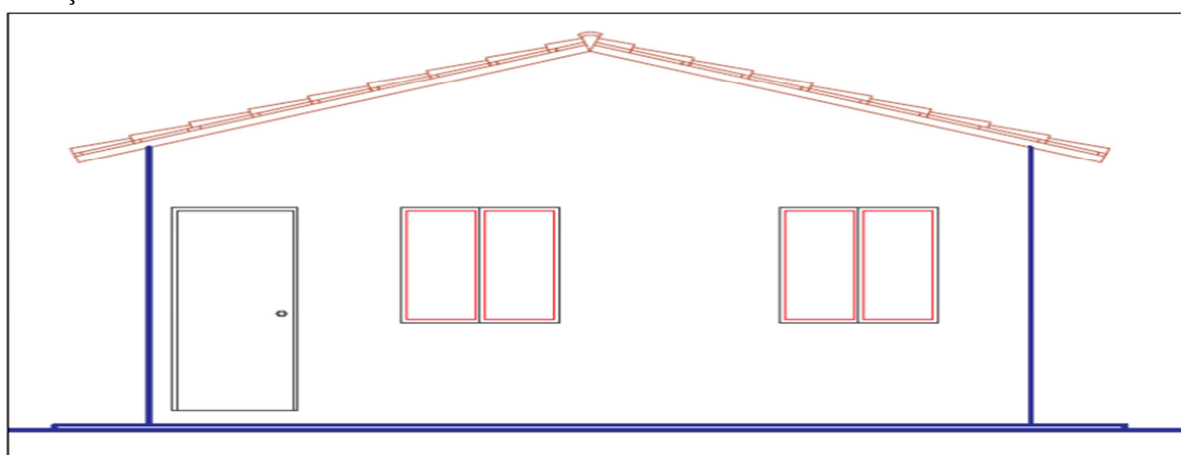
Fonte: Empresa de Palotina PR, (2015)

Projeção da tesoura



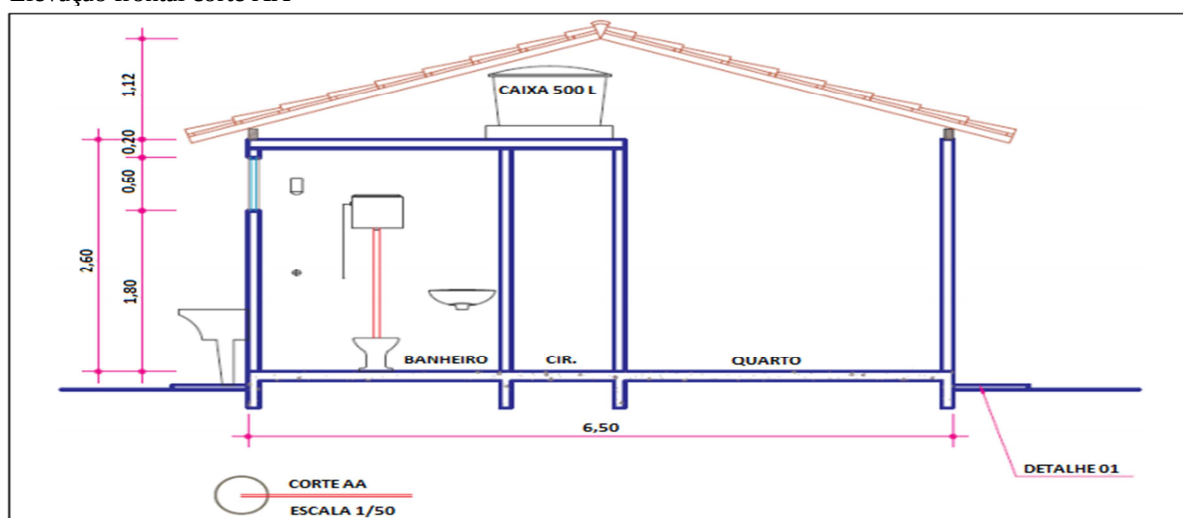
Fonte: Empresa de Palotina PR, (2015)

Elevação frontal



Fonte: Empresa de Palotina PR, (2015)

Elevação frontal corte AA



Fonte: Empresa de Palotina PR, (2015)