

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JAQUELINE RODRIGUES RIBEIRO

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE UNIDADES
HABITACIONAIS SUSTENTÁVEIS DE INTERESSE SOCIAL NA
CIDADE DE CAMPO MOURÃO, PR.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2014

JAQUELINE RODRIGUES RIBEIRO

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE UNIDADES
HABITACIONAIS SUSTENTÁVEIS DE INTERESSE SOCIAL NA
CIDADE DE CAMPO MOURÃO, PR.**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso superior de Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia Barradas Moreira.

CAMPO MOURÃO

2014



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso Nº 65

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE UNIDADES HABITACIONAIS
SUSTENTÁVEIS DE INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE CAMPO MOURÃO, PR.**

por

Jaqueline Rodrigues Ribeiro

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 20h30min do dia 07 de agosto de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Me. Roberto Widerski

(UTFPR)

Profª. Drª. Cristiane Kreutz

(UTFPR)

Profª. Drª. Vera Lúcia Barradas Moreira

(UTFPR)

Orientador

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dr. Marcelo Guelbert

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre me ensinaram a lutar por meus objetivos e ter muita força em meio a qualquer dificuldade ou limitação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro e excelente lugar, a Ele devo tudo, desde as mais simples habilidades até aquilo que achava ser impossível alcançar, e agora sinto realização e superação.

Aos pais, meu terno “muito obrigada”, só cheguei até aqui por meio de seu apoio, amor e dedicação. E a meu esposo, em quem encontro não somente um companheiro, mas sim um amigo, uma parceria que vai além da certidão de casamento, sempre acreditando em mim, sempre me ajudando sem questionar e incansavelmente, principalmente quando notava que minha carga estava um pouco pesada e assim carregou junto comigo.

Não poderia também me esquecer de pessoas iluminadas que estão ao meu lado neste caminho, amigos, colegas, pessoas especiais que fizeram os dias passarem rápidos e cheios de bom humor. Em especial minhas amigas: Lívia, Aline Pitol e Gabriela. Com elas sorri e chorei, no sentido literal, elas aguentaram até minhas lágrimas e conflitos pessoais, sempre me ouviram sem julgamentos e dispostas a me ajudarem a ser uma pessoa melhor, são verdadeiras irmãs.

De um modo geral, agradeço a meus professores por disporem tanto de si, e que através deles hoje tenho uma bagagem de conhecimento sólido e aplicável em minha vida profissional. Agradeço à minha querida orientadora Professora Vera, ela foi meu norte neste trabalho, sempre com ideias, sugestões e enorme boa vontade para me conduzir da melhor forma.

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha graduação. Porque mesmo quem algumas vezes não teve uma presença notória, passa em nossas vidas por algum motivo, não acredito em acasos.

“O temor do Senhor é o princípio da sabedoria, e o conhecimento do Santo é entendimento.” (Provérbios 9:10)

RESUMO

RIBEIRO, Jaqueline R. **ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE UNIDADES HABITACIONAIS SUSTENTÁVEIS DE INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE CAMPO MOURÃO, PR.** 2014, 55 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

A execução de unidades habitacionais de baixo custo é uma prática a muito utilizada. No entanto, com as necessidades ambientais emergentes há uma preocupação em questões de sustentabilidade, que neste caso consegue abranger não somente o meio-ambiente quanto a sua preservação, mas também, o indivíduo que vive neste meio com suas necessidades sociais, éticas e econômicas. Moradias sociais são edificações produzidas em larga escala, deste modo salienta-se ainda mais o quanto se torna relevante o estudo e uso de técnicas mais sustentáveis desde a concepção do projeto até à execução e a pós-ocupação. Este trabalho apresenta um estudo elaborado através de dados de um protótipo construído em Porto Alegre, RS, chamado Casa Alvorada, que é considerado o modelo de edificação de interesse social mais sustentável construído até hoje no país. Além disto, tomou-se também outro projeto de interesse social, construído de modo convencional, financiado a partir do programa Minha Casa Minha Vida e executado na cidade de Campo Mourão, PR. Assim, foi traçado um comparativo entre os dois modelos para averiguar suas diferenças e estudar a viabilidade de implementação do modelo mais sustentável de habitação de baixo custo na cidade de Campo Mourão. Esta comparação possibilitou chegar à conclusão de que a reprodução das técnicas sustentáveis do protótipo Casa Alvorada apresenta custo similar ao projeto convencional, porém gera menor impacto ambiental, apresenta melhor conforto térmico e acústico, além de uma arquitetura agradável. Todos estes fatores contribuem juntamente para a aceitação do proprietário quanto às mudanças propostas pelos padrões de sustentabilidade, melhorando sua qualidade de vida.

Palavras-chave: Construção sustentável. Desenvolvimento sustentável. Moradia de baixo custo. Custo/benefício.

ABSTRACT

RIBEIRO, Jaqueline R. **FEASIBILITY STUDY FOR IMPLEMENTING SUSTAINABLE HOUSING UNITS OF SOCIAL INTEREST IN THE CITY OF CAMPO MOURÃO, PR.** 2014, 55 p. Completion of course work (Bachelor of Civil Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão, 2014.

The implementation of low cost housing units is a practice widely used. However, with emerging environmental needs there is a concern for sustainability, which in this case can cover not only the environment as its preservation, but also the individual who lives in this medium with their social, ethical and economic needs. Social housing buildings are produced in large numbers, thus protrudes further becomes relevant as the study and use of more sustainable techniques from project design to implementation and post-occupancy. This work presents an elaborate study using data from a prototype built in Porto Alegre, RS, called Casa Alvorada, which is considered the model of building more sustainable social interest ever built in the country. Moreover, also took another project of social interest, conventionally built, financed from the Minha Casa Minha Vida and executed in Campo Mourao, PR. Thus, a comparison was drawn between the two models to investigate their differences and study the feasibility of implementing more sustainable model of low-cost housing in Campo Mourão. This comparison allowed to reach the conclusion that the reproduction of sustainable techniques Casa Alvorada presents the prototype similar to conventional design cost, but generates less environmental impact, has better thermal and acoustic comfort, and a nice architecture. All these factors together contribute to the acceptance of the owner as to the changes proposed by the standards of sustainability, improving their quality of life.

Keywords: Sustainable Construction. Sustainable Development. Housing low cost. cost/benefit.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – VISTA LATERAL DO PROTÓTIPO CASA ALVORADA	18
FIGURA 2 – VISTA FUNDOS DO PROTÓTIPO CASA ALVORADA.....	19
FIGURA 3 – PLANTA BAIXA DO PROTÓTIPO HABITACIONAL ALVORADA (COM SUA VERSÃO DE AMPLIAÇÃO À DIREITA)	21
FIGURA 4 – COMPOSIÇÃO DO SUBSISTEMA DE PERGOLADOS.....	22
FIGURA 5 – ESTEREOGRAMA ILUSTRATIVO DOS PERCURSOS DOS ENCANAMENTOS DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA PARA O PROTÓTIPO CASA ALVORADA.....	23
FIGURA 6 – DISPOSIÇÃO DAS PLACAS E RESERVATÓRIO DO COLETOR SOLAR.....	24
FIGURA 7 – COMPOSIÇÃO DO SUBSISTEMA DE FUNDAÇÕES	26
FIGURA 8 – COMPOSIÇÃO DO SUBSISTEMA DE PISOS.....	26
FIGURA 9 – COMPOSIÇÃO DO SUBSISTEMA DE PAREDES.....	27
FIGURA 10 – COMPOSIÇÃO DO SUBSISTEMA DE ESQUADRIAS	28
FIGURA 11 – COMPOSIÇÃO DO SUBSISTEMA DE COBERTURA	29
FIGURA 12 – MAPA DO PARANÁ COM A LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO	30
FIGURA 13 – PLANTA BAIXA DO MODELO CONVENCIONAL.....	33
FIGURA 14 – ELEVÇÃO/FRENTE DO MODELO CONVENCIONAL.....	33

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – NORMAS ISO QUE NORTEIAM A IMPLEMENTAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DA CONSTRUÇÃO CIVIL	17
TABELA 2 – CUSTOS DE MATERIAIS INCORPORADOS NO PROTÓTIPO CASA ALVORADA DISCRIMINADOS POR SUBSISTEMAS.....	37
TABELA 3 – CUSTOS DE MATERIAIS INCORPORADOS NA EDIFICAÇÃO DE UNIDADE HABITACIONAL DE INTERESSE SOCIAL CONSTRUÍDA POR MÉTODOS CONVENCIONAIS	38
TABELA 4 – CUSTOS POR SUBSISTEMAS E TOTAIS DA UNIDADE HABITACIONAL CONVENCIONAL	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 JUSTIFICATIVA	13
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
4.1 A SUSTENTABILIDADE	14
4.2 CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS	15
4.3 O PROTÓTIPO CASA ALVORADA	18
4.3.1 Antecedentes	19
4.3.2 Concepção arquitetônica	20
4.3.3 Aspectos de projeto favoráveis à sustentabilidade	22
4.4 O PROTÓTIPO CASA ALVORADA: CONSTRUÇÃO E SUBSISTEMAS CONSTITUINTES	24
4.4.1 Fundações	25
4.4.2 Piso	26
4.4.3 Paredes	27
4.4.4 Esquadrias	27
4.4.5 Cobertura	28
4.5 CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE DE ESTUDO – CAMPO MOURÃO/PR	30
5 METODOLOGIA	32
5.1 MATERIAIS	32
5.2 MÉTODOS	34
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
6.1 ADEQUAÇÃO DO PROTÓTIPO CASA ALVORADA À CIDADE DE CAMPO MOURÃO, PR.	36
6.2 CUSTO TOTAL DO PROTÓTIPO CASA ALVORADA	36
6.3 CUSTO TOTAL DE UNIDADES HABITACIONAIS CONVENCIONAIS CONSTRUÍDAS EM CAMPO MOURÃO – PR	37
6.4 FATORES RELEVANTES NA DIFERENÇA DE CUSTOS ENTRE OS DOIS PROJETOS	40
7 CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS	44
ANEXO A – TABELA ORÇAMENTÁRIA DETALHADA DO PROTÓTIPO CASA ALVORADA	48
ANEXO B – TABELA ORÇAMENTÁRIA DETALHADA DA UNIDADE HABITACIONAL DE BAIXO CUSTO CONVENCIONAL	51
ANEXO C – LISTA DE MATERIAIS E CUSTOS PARA A MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO COLETOR SOLAR	54

1 INTRODUÇÃO

A questão da sustentabilidade está cada vez mais assimilada e sua utilização não se restringe somente no plano ambiental, mas também ampliando-se no setor social e econômico. Segundo Pereira (2009, p. 17), o conceito de construção sustentável está vinculado ao termo desenvolvimento sustentável, já que visa não somente aspectos técnicos da construção, mas também aspectos ambientais, econômicos e sociais. A partir disto, surgem-se instrumentos de aplicação da sustentabilidade, como a ISO 14000 e suas ramificações, contando também com o apoio e participação ativa do Ministério do Meio Ambiente, além de Organizações não Governamentais e Instituições de Ensino, entre outros.

Com um déficit habitacional de aproximadamente 6 milhões de moradias sociais e do Programa Minha Casa Minha Vida, que tem como meta a construção de 2 milhões de casas, torna-se necessário verificar se os métodos tradicionais empregados até então na construção de unidades habitacionais atendem por completo as necessidades sustentáveis do beneficiário, no intuito de proporcionar à população com menor poder aquisitivo, melhor conforto ambiental, térmico, acústico, além de qualidade construtiva das edificações. Além disto, abordar aspectos como preservação de recursos naturais e minimização da produção de resíduos desde o início da obra e durante todo o processo.

Este estudo tem como base o protótipo Casa Alvorada, desenvolvida pelo Núcleo Orientado para Inovação da Edificação (NORIE), construído no Campus do Vale, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). O projeto piloto foi concebido a partir de estratégias como:

- a) arquitetura solar passiva;
- b) coletor solar de baixo custo, para aquecimento de água;
- c) níveis de isolamento térmico para telhados, (SALTTER, 2007, p. 90).

Por meio deste protótipo foram efetuadas análises do projeto original verificando a viabilidade de sua implementação à realidade de Campo Mourão, utilizando-se de recursos bibliográficos. Também foram levantados custos do projeto sustentável, objeto de estudo, e custos do projeto convencional já construído na cidade de Campo Mourão – PR.

A construção sustentável vinculada à habitação de baixo custo representa melhoria nas condições de vida da população que se vale do Estado pra adquirir a casa própria. Numa perspectiva mais restrita, o estudo permite verificar quais materiais poderão ser utilizados com melhor desempenho e custo benefício geral aumentados, observando que com o passar do tempo, cresce a preocupação com os impactos ambientais gerados pela construção civil. Segundo Scarlato e Pontin (1999, p. 72) a exigências de um urbanismo mais humano são cada dia maiores.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a viabilidade de implementação de unidades habitacionais sustentáveis de interesse social na cidade de Campo Mourão – PR, embasando-se nos recursos utilizados na Casa Alvorada, construída em Porto Alegre – RS.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar dados referentes às particularidades do protótipo Casa Alvorada.
- Verificar quais itens executados no projeto base se adequam à cidade de Campo Mourão.
- Explanar custos referentes às unidades habitacionais de baixo custo construídas por métodos tradicionais.
- Calcular custos concernentes à execução do projeto de habitação sustentável adequado à cidade de Campo Mourão.
- Comparar unidades habitacionais tradicionais com a edificação construída seguindo padrões de sustentabilidade, protótipo Casa Alvorada.

3 JUSTIFICATIVA

A realidade do Brasil é tocante no que diz respeito à desigualdade social, mesmo após medidas tomadas por parte do governo federal como o projeto “Minha casa, minha vida” e “Bolsa Família”, que buscam amenizar essa desproporcionalidade de renda, o país ainda não pode se dizer igualitário a todos. Tratando-se de saúde, ensino de qualidade e moradia com conforto e sustentabilidade o governo demonstra não conseguir atender às necessidades da população.

Os municípios na busca de formas para melhorar as necessidades básicas de seus munícipes, investem na construção de unidades habitacionais de baixo custo e financiáveis a longo prazo, facilitando assim a aquisição deste bem. No entanto, em alguns casos o aumento excessivo nas despesas da família contemplada com a nova moradia, o valor das parcelas, somado a despesas como água, energia elétrica, alimentação e impostos pode tornar-se alto, contribuindo para um endividamento do indivíduo.

O conceito de sustentabilidade visa utilizar todos os recursos possíveis do planeta de maneira racional, buscando também a sua reutilização, além de abranger aspectos muito mais profundos, como qualidade de vida e conforto mesmo com simplicidade.

Com base nesses dados e preocupação com o meio ambiente cujos recursos tornam-se cada vez mais escassos, faz-se necessário o estudo de formas alternativas de construção de unidades habitacionais que possam prover conforto, comodidade e economia de serviços contratados para o abastecimento de água e energia elétrica, incorrendo em uma menor despesa mensal ao morador. Ideias como a captação da água de chuva, um melhor planejamento da construção acerca do posicionamento da moradia em relação ao norte, clima, vegetação local, entre outros itens não menos relevantes, foram abordados com extrema importância dentro deste estudo.

Neste contexto o estudo de viabilidade de implantação de um projeto de moradia de baixo custo mais sustentável na cidade de Campo Mourão – PR vem ao encontro com as expectativas em relação aos ditames da sustentabilidade na construção civil e pretende ainda servir de guia para beneficiar outros municípios.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 A SUSTENTABILIDADE

Segundo Sattler (2007, p. 21) o termo sustentabilidade vem ganhando mais espaço à medida que o ser humano nota os danos gerados no meio em que vive em decorrência de sua interferência. O conceito muito tem a ver com desenvolvimento voltado para a sociedade que reage perante seu esgotamento. Em linhas gerais, sustentabilidade visa atitudes e ações que suprem as necessidades atuais, mas com consciência e racionalização devida, sem prejudicar necessidades futuras (INSTITUTO..., 2000, p. 30).

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (2000, p. 28) assim define Construção Sustentável em países em desenvolvimento: um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes naturais e construídos, e a criação de assentamentos que afirmem a dignidade humana e encorajem a equidade econômica.

Termos como “desenvolvimento sustentável”, “arquitetura sustentável”, “permacultura”, “construções sustentáveis”, entre outros, algumas vezes acabam por serem usados de maneira errônea, sendo este o motivo de melhor esclarecimento junto à população (SATTLE, 2007).

O conceito de desenvolvimento sustentável está sendo construído aos poucos, e os principais responsáveis por sua propagação são os “governos nacionais e internacionais, agências não governamentais, empresários, cientista, ambientalistas, entre outros” (INSTITUTO..., 2000, p. 29). E quando observado suas especificidades, nota-se que há uma ramificação em algumas dimensões, a saber:

- Dimensão temporal: ultrapassa o limitante de curto prazo e visa medidas que levam a resultados de médio a longo prazo.
- Dimensão ética: se destaca por ter o um equilíbrio ecológico mais importante do que a um padrão de sociedade de organização duradoura.
- Dimensão social: trás a ideia de que somente uma sociedade sustentável e menos desigual trará um desenvolvimento sustentável.
- Dimensão prática: trata da mudança de hábitos de forma indispensável.

- Dimensão econômica: informa que a eficiência econômica deveria abranger de maneira macrossocial e não somente macroeconômica rentável empresarialmente (INSTITUTO..., 2000).

Compreendendo os vários problemas comuns a regiões, comunidades e cidades, nota-se que para o real desenvolvimento sustentável não pensa-se apenas isoladamente, "...pensar globalmente, agir localmente traduz a preocupação de movimentos ecológicos que buscam uma integração e interação entre o local e o global..." (FURLAN; SCARLATO, 2001, p. 71).

4.2 CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

A atividade de construir acompanha o homem há séculos em edifícios, habitações, barragens, estradas, entre outros, evidenciando a constante busca de melhora nas condições de vida (PINHEIRO, 2006, p. 17). Neste aspecto, a construção civil gera grandes impactos ambientais, desde o uso de enorme quantidade de energia, extração excessiva de material em jazidas, até a demolição e destinação incorreta de resíduos gerados em todo o processo (SATTLER, 2007).

Geralmente utilizando-se de métodos tradicionais, seja por hábito ou falta de capacitação técnica, os projetos para edificações seguem algumas vezes, sem a devida preocupação com os desperdícios, uso de materiais renováveis, entre outras características consideradas minimizadoras dos impactos ambientais.

Na tentativa de vencer os desafios decorrentes no setor da construção, o Ministério Nacional do Meio Ambiente recomenda, em síntese, a otimização no consumo de materiais e energia, a diminuição de resíduos gerados, entre outros, utilizando-se de ferramentas como:

- Formulação de projetos arquitetônicos flexíveis, buscando facilitar futuras mudanças que possam ocorrer devido às novas necessidades, minimizando demolições;
- Procurar estratégias veiculando o uso racional de energia ou de energias renováveis;
- Uso adequado de água, como racionalização e reutilização da mesma;
- Diminuição do uso de materiais que causam grande impacto ambiental;

- Redução do desperdício de materiais, diminuição na geração de resíduos e especificações para suplementos reutilizáveis (MINISTÉRIO..., 2012).

Diferenciando construção sustentável de edificação sustentável, pode-se citar que a primeira descreve o processo e a segunda, o resultado (INTERNATIONAL..., 2011). Sendo assim, busca-se a elaboração de projetos que contemplem as duas dimensões, o processo produtivo e o resultado decorrente.

Em sua cartilha “Desenvolvimento com sustentabilidade” a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) traça objetivos, estratégias, ações, entre outras diretrizes para a aplicação imediata desses novos métodos no Brasil. Sua abordagem abrange a melhoria, treinamento e distribuição de competências, já que o mercado da construção civil encontra-se bastante aquecido e em longo prazo poderá comprometer relevantemente o crescimento sustentável do país. Na CBIC foi criado um conselho estratégico do programa construção sustentável, para assim reunirem esforços na mobilização da sociedade e governo, podendo-se então empregarem as ações propostas (CÂMARA..., 2011).

Alguns temas são prioritários, e os objetivos da CBIC são embasados nesses temas, como mostra o Quadro 1:

Temas Prioritários	Objetivos
Água	Utilização racional da água
Desenvolvimento Humano	Valorização do ser humano
Energia	Maximização da eficiência energética
Materiais e sistemas	Utilização de materiais e sistemas sustentáveis
Meio ambiente, infraestrutura e desenvolvimento urbano	Viabilização do desenvolvimento sustentável
Mudanças Climáticas	Adaptação do ambiente construído e redução de gases de efeito estufa da cadeia produtiva
Resíduos	Diminuição do consumo de recursos naturais

Quadro 1 – Objetivos do desenvolvimento sustentável

Fonte: Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil (2011).

Outro aspecto importante é a aplicação de legislações como a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 que atua estabelecendo limitantes para os projetos. Nelas estão previstos instrumentos: legais, como o licenciamento ambiental (LA) e estudos

de impactos ambientais (EIA); econômicos, como os incentivos fiscais e caução ambiental; e técnicos como o desenvolvimento de novas tecnologias, parâmetros ambientais, pesquisa e descobrimento de novas jazidas. O licenciamento ambiental, além de conceder a autorização para a localização de uma construção civil, também concede a instalação, a ampliação e a operação de construções pesadas e atividades de potencialidade poluidora ou de degradação do meio ambiente permitindo ao empreendedor identificar os efeitos ambientais do seu negócio e também de que forma esses efeitos podem ser gerenciados (BRASIL, 1981).

Segundo Martinho (2012, p. 6), outra legislação relevante foi instaurada a partir de 1992 na Conferência do Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano, realizada no Rio de Janeiro, a Organização Internacional de Normalização (ISO) sancionou a criação de um padrão normativo a ser implementado no comércio e na indústria: as normas ISO 14000. Essas diretrizes trouxeram benefício ao sistema de gestão ambiental, propondo um padrão global de certificação e identificação dos serviços e produtos no segmento ambiental em várias ramificações como: auditorias ambientais, sistema de gestão ambiental, rotulagem ambiental entre outros (LEMOS, 2010).

O Instituto Brasil PNUMA (Comitê Brasileiro do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) indica outras normas também aplicáveis. São elas as:

Tabela 1 – Normas ISO que norteiam a implementação da sustentabilidade da construção civil

Normas	Ano	Descrição
ISO 14040	1998	Gestão Ambiental, ACV, Princípios e Estruturas
ISO 14041	1998	Gestão Ambiental, ACV, Definição de Objetivos, Alcance e Análise de Inventários
ISO 14042	2000	Análise do Impacto de Ciclo de Vida
ISO 14043	2000	Interpretação do Ciclo de Vida
ISO 14001	2004	Certifica a sustentabilidade da Construção Civil
ISO 21930	2007	Sustentabilidade na construção civil – Declaração ambiental de produtos para construção
ISO 15392	2008	Sustentabilidade na construção civil – Princípios gerais

Fonte: As Normas ISO 14000 (LEMOS, 2010).

Sendo assim, cada obra possui sua particularidade de acordo com as situações decorrentes do ambiente, clima, cultura, dentre outros aspectos intrínsecos a cada localidade.

4.3 O PROTÓTIPO CASA ALVORADA

O protótipo Casa Alvorada, como citado anteriormente, é um projeto destinado à população de baixa renda, desenvolvido pelo Núcleo Orientado à Inovação da Edificação (NORIE), da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). O objeto de pesquisa constitui-se de uma edificação térrea e isolada, construída apenas para fins de estudo (KUHN, 2006, p. 95). Nas Figuras 1 e 2 extraídas de Sattler (2007, p. 294) mostra-se o protótipo depois de construído.



Figura 1 – Vista lateral do protótipo Casa Alvorada
Fonte: Sattler (2007, p. 294).



Figura 2 – Vista fundos do protótipo Casa Alvorada
Fonte: Sattler (2007, p. 294).

4.3.1 Antecedentes

O projeto foi iniciado em dezembro de 1997 com finalização em novembro de 1999. Seu objetivo foi o de montar um protótipo de habitação de interesse social usando padrões de sustentabilidade no município de Alvorada – RS, sendo uma iniciativa celebrada entre a Prefeitura do município em ocasião e a Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (SATTLER, 2007, p. 71).

Com o apoio do NORIE, o projeto seguiu uma linha de aplicação voltada aos interesses da população local e preocupação com os materiais a serem utilizados, para que o conjunto de práticas fosse o mais sustentável possível. Esse projeto ficou apenas no protótipo, pois na época a prefeitura de Alvorada passou por diversas mudanças de secretários no setor de planejamento e obras do município, o que fez perder-se a forma e o interesse no projeto (SATTLER, 2007).

Sendo assim, o modelo construído visou apenas a reprodução única e não em grande escala, proporcionando assim um objeto de estudo para pesquisadores e estudiosos da construção sustentável. Mais de trinta profissionais, entre arquitetos, engenheiros e agrônomos, se envolveram com as atividades em construção do protótipo a partir de 2002 (KUHN, 2006, p. 96).

Segundo Rosa, Sedrez e Sattler (2001), mais tarde o modelo Protótipo Alvorada foi envolvido em um estudo maior, o projeto CETHS – Centro de

Tecnologias Habitacionais Sustentáveis, que reproduziu um conjunto habitacional de interesse social, sendo experimental e demonstrativo, na cidade de Nova Hertz – RS, até a data de estudo haviam sido construídas e ocupadas oito habitações que apresentam adaptações do protótipo original “Casa Alvorada”.

Foi realizada uma pesquisa pós-ocupação entre os moradores do conjunto habitacional de interesse social implantado em Nova Hertz, levando em conta que os mesmos desenvolvem atividades rurais e o CETHS foi construído em uma área considerada própria para tais atividades. Por ser um projeto mais urbanizado a principal reclamação foi por não poderem desenvolver algumas de suas atividades em casa devido a não conformidade com as dimensões estipuladas para casas implementadas em ambientes totalmente urbanos, no entanto, mesmo com esta preocupação, em geral, a satisfação foi boa, já que a estética e o conforto ambiental foram os mais aprovados pelos moradores, que moravam antes em casa feitas de madeira, em situações precárias (SATTLER, 2007).

4.3.2 Concepção arquitetônica

A primeira preocupação para a elaboração do projeto arquitetônico foi agregar características que sustentassem as diretrizes de um projeto sustentável, sem deixar de lado as necessidades típicas de uma pequena família. Além disto, todos os espaços de passagem, assim como o banheiro, foram projetados com espaçamentos adequados para a movimentação independente de idosos e deficientes físicos (SATTLER, 2007).

O autor lembra que:

Para a Casa Alvorada foi definido um programa de necessidades típico de uma habitação voltada a uma pequena família, totalizando 48,50 m² de área construída, incluindo dois dormitórios, sala e cozinha integradas, banheiro, área de serviço e área de entrada (SATTLER, 2007, p. 92).

Devido à preocupação com a orientação solar favorável, as áreas de maior permanência ficaram voltadas para o norte e o leste por serem a melhor posição definida para a cidade de Porto Alegre – RS. Aqueles orientados para Norte apresentam um pé-direito de 4,30 metros na parte mais alta, onde foram posicionadas janelas altas com o propósito de promover a iluminação natural e a

ventilação por exaustão. Esta diferença de altura é determinada pela inclinação da cobertura, que é constituída de duas águas e, predominantemente, voltada para sul, como artifício para a redução da intensidade de incidência solar (SATTLER, 2007).

A oeste da edificação foi colocado um pergolado, com finalidade de garantir um sombreamento a esta fachada que é mais suscetível à radiação solar durante o verão. Com uma vegetação caducifólia inserida, o sombreamento é obtido sem impedir por completo a incidência o solar durante o inverno. No espaço de acesso, ao norte, foi adotada a mesma alternativa de sombreamento com pergolado e vegetação caducifólia, dando assim maior conforto térmico e permitindo o convívio nos diversos períodos do ano (KUHN, 2006, p. 97).

Na Figura 3 é mostrada a primeira etapa do projeto arquitetônico desenvolvido com a finalidade de atender as necessidades decorrentes dos moradores.

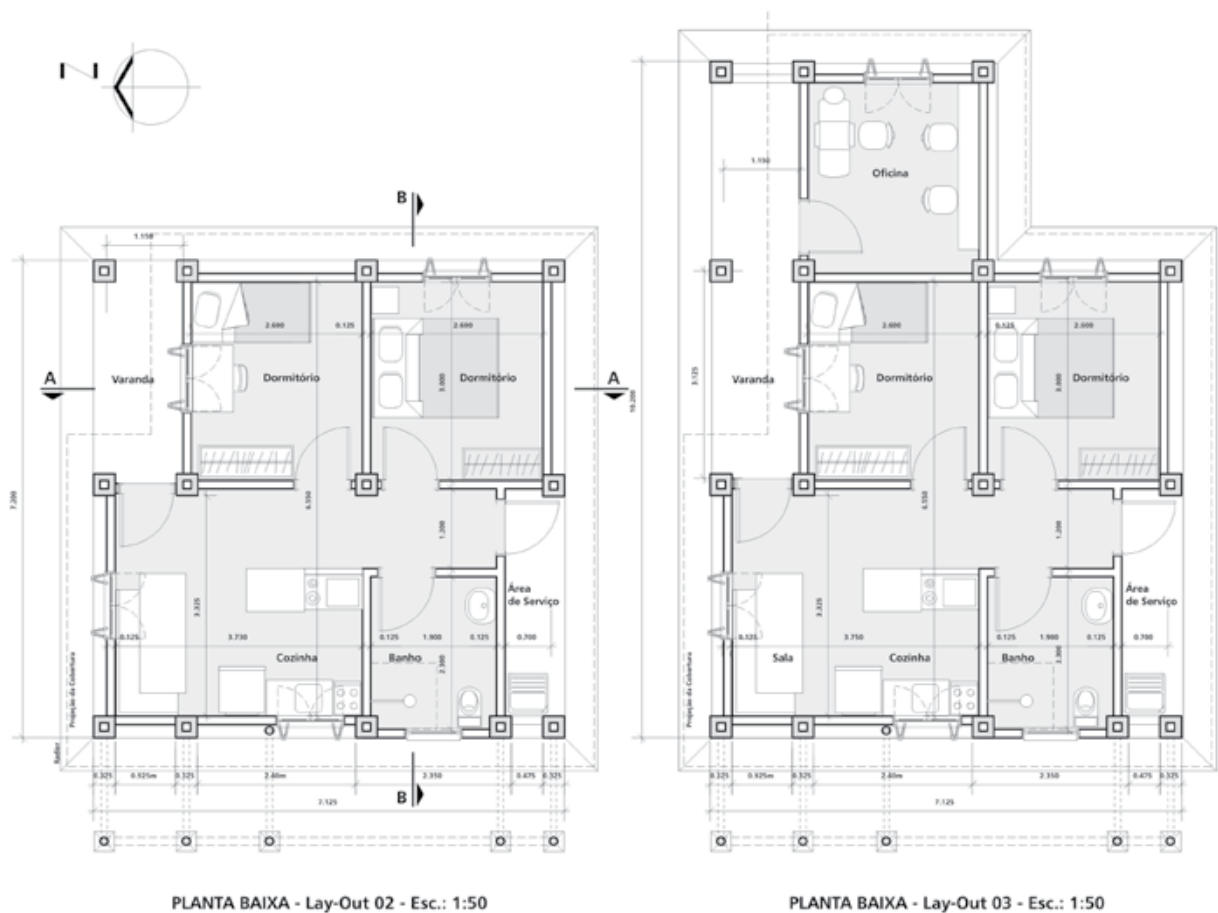


Figura 3 – Planta Baixa do protótipo habitacional Alvorada (com sua versão de ampliação à direita)

Fonte: Sattler (2007, p. 91).

Na Figura 4 tem-se o resultado do posicionamento dos pergolados e características do mesmo, como tipo de madeira, vigas e blocos utilizados.

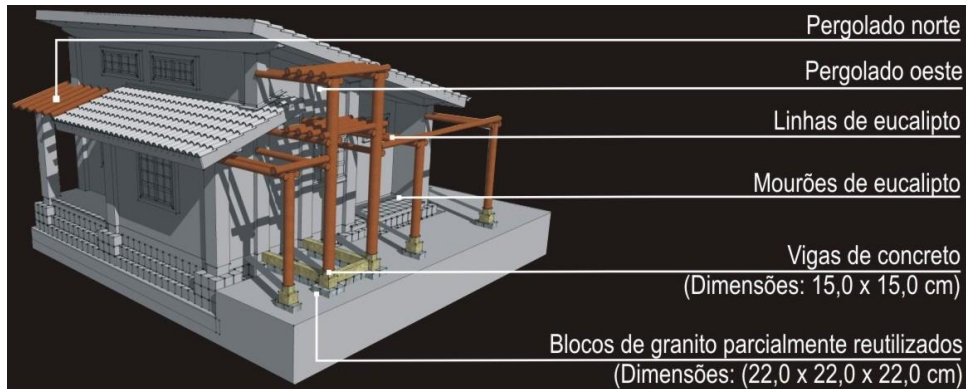


Figura 4 – Composição do subsistema de pergolados
Fonte: Kuhn (2006, p. 106).

4.3.3 Aspectos de projeto favoráveis à sustentabilidade

O projeto contemplou o uso de blocos e telhas cerâmicas produzidas na região, coletores da água de chuva, coletores solares de baixo custo, para aquecimento da água, esquadrias de madeira e adequação climática de cada ambiente como retrata o autor (SATTLER, 2007). E além de pensar na edificação pensou-se também no tratamento do terreno, como no paisagismo e equipamentos suportes, para um melhor conforto ambiental e gestão de resíduos, água e recursos energéticos, levando sempre em conta a aceitação e possibilidade de adaptação da população, que já estavam acostumados com um tipo de ambiente e realidade.

Para o sistema de aproveitamento de água foram projetados dois segmentos. O primeiro segmento abrange a captação e aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis. Neste caso a água é coletada do telhado e destinada a um reservatório específico, para uso na descarga do vaso sanitário. O segundo segmento corresponde a um sistema local, modular, de tratamento das águas residuárias. Este é um sistema simplificado, promovido por uma caixa de gordura, um filtro de decantação e um filtro de areia, requer pouquíssima manutenção e não necessita de energia externa para o seu funcionamento. Após este tratamento

básico, as águas cinzas¹ poderão passar por um tratamento complementar, que busca aproveitar as riquezas minerais ainda contidas nessas águas. Este tratamento complementar será, preferencialmente, biológico. Por fim, a água resultante pode então ser enviada para um reservatório para ser utilizada nos vasos sanitários e irrigação de jardins ou hortas (SATTLER, 2007).

Na Figura 5 é apresentado, em projeto, como ficou a disposição do reservatório utilizado.

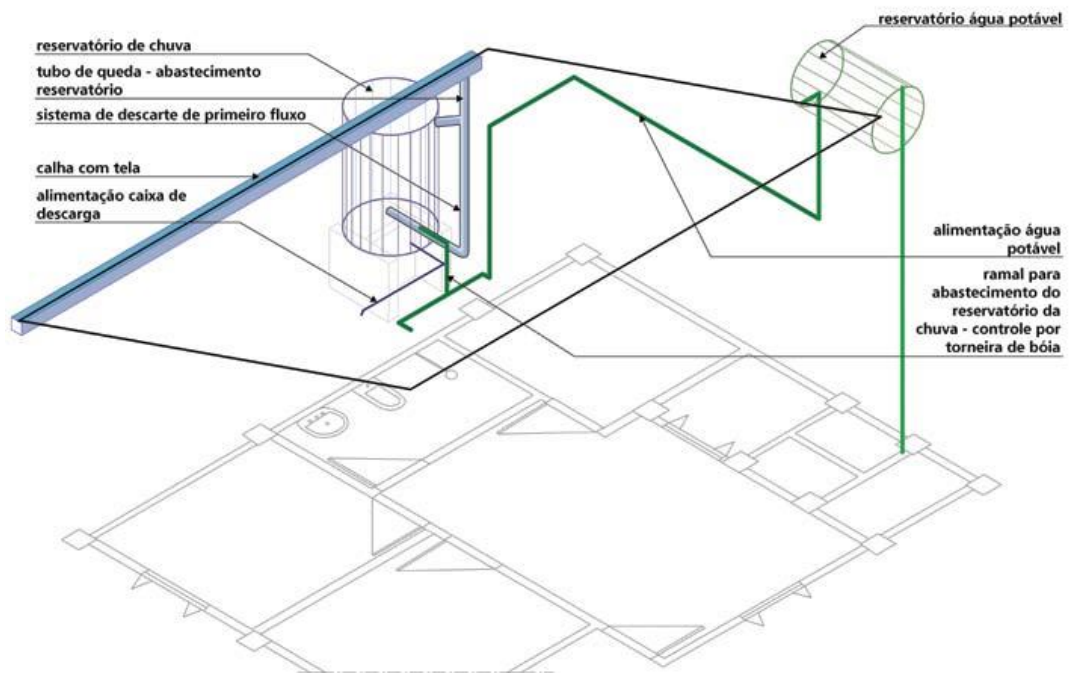


Figura 5 – Estereograma ilustrativo dos percursos dos encanamentos do sistema de captação e aproveitamento de água da chuva para o protótipo Casa Alvorada
Fonte: Sattler (2007, p. 460).

No quesito de utilização de energia solar o objetivo principal foi substituir e/ou amenizar a utilização da ducha elétrica, usada por mais de 70% da população brasileira e responsável por grande parte do consumo de energia elétrica no horário de pico. No entanto, o desafio do projeto foi a utilização de materiais reciclados, de descarte e de baixo impacto ambiental para a construção do sistema de captação de energia e de armazenamento de água. Também foram substituídos ou eliminados os

¹ As águas cinzas são aquelas provenientes dos lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupa e louça (FIORI et al, 2006).

componentes caros dos sistemas tradicionais, como painéis solares térmicos industrializados e medidores eletrônicos.

A montagem do sistema foi simplificada, para que não exigisse mão-de-obra especializada para a montagem e instalação do sistema. Como o protótipo propõe uma casa para uma família pequena, o projeto possui um coletor solar de tamanho reduzido, em comparação com os que estão sendo utilizados em habitações tradicionais (SATTLER, 2007).

Na Figura 6 pode-se observar a disposição final das placas e reservatório do coletor solar.



Figura 6 – Disposição das placas e reservatório do coletor solar.
Fonte: Sattler (2007, p. 94).

Segundo Assis et al. (2011, p. 5), por mais que não se tenha uma total aplicação da sustentabilidade na edificação da Casa Alvorada, é considerado o melhor protótipo desenvolvido até hoje para um padrão de baixo custo no Brasil.

4.4 O PROTÓTIPO CASA ALVORADA: CONSTRUÇÃO E SUBSISTEMAS CONSTITUINTES

Em outubro de 2001 deu-se início às atividades de construção do Protótipo Alvorada, sendo então realizada a sondagem do terreno. No mês seguinte,

começaram os treinamentos, por meio de curso preparatório ministrados à todos os estudantes envolvidos nas atividades de construção do protótipo, a inclusão de alunos no processo construtivo teve como objetivo verificar a adequação das técnicas escolhidas para a execução de mão-de-obra não especializada, podendo levantar o quão aceitável seria posteriormente dispor de pessoas não especializadas e prepara-las para este tipo de construção sustentável (KUHN, 2006, p. 98).

Neste quadro de serviços foram envolvidos: 1 pedreiro para liderar as atividades de execução e 15 estudantes de pós-graduação e graduação, sendo que 12 deles desenvolveram no mínimo um turno semanal junto ao canteiro de obras. Em um ritmo regular, as atividades de construção foram concluídas em outubro de 2002, levando em conta a lentidão pela falta de prática dos estudantes com algumas atividades que acabaram por serem concluídas pelo pedreiro, o que não diminuiu a qualidade final dos serviços (SATTLER, 2007).

4.4.1 Fundações

As fundações foram executadas a partir de valas de 90 cm de largura por 90 cm de profundidade, sendo que sua base foi preenchida com uma camada compactada de solo-cimento de 30 cm, na proporção de 10% de cimento, em volume, incorporado ao solo. O próximo passo foi executar uma camada de areia de 3 cm de espessura, promovendo a regularização do fundo das valas, sobre a qual foram assentadas três fiadas de blocos de granito, com argamassa de cimento e areia. Parte dos blocos de granito incorporados é proveniente do desmonte de uma estrutura pré-existente no terreno (KUHN, 2006, p. 99).

Para a amarração das fundações foram feitas vigas baldrame de concreto, com traço 1: 2,5: 3 (cimento: areia: brita) e com seção de 15 x 20 cm. Aplicou-se também duas demãos de impermeabilizante sobre ela e suas laterais. Suas fôrmas foram confeccionadas com tábuas de pinus, e sua estrutura de aço realizada previamente (KUHN, 2006, p. 99).

Por meio da Figura 7, pode-se verificar como ficou a execução deste subsistema.

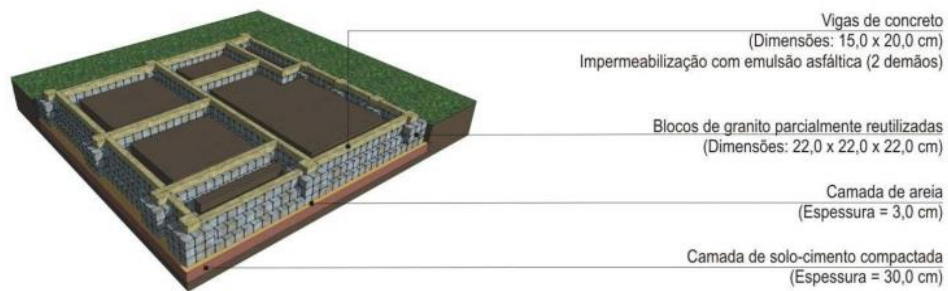


Figura 7 – Composição do subsistema de fundações
Fonte: Kuhn (2006, p. 99).

4.4.2 Piso

Na confecção do piso, primeiro executou-se um lastro de 3 cm de pedra britada sob o solo previamente regularizado. Em seguida, foi feito o contrapiso, composto de cimento e areia na proporção 1: 3 (cimento: areia); e aditivo impermeabilizante para concreto e argamassa, a mistura foi lançada atingindo a espessura de 5 cm sobre o lastro de pedra britada. No piso, propriamente dito, foram utilizadas placas cerâmicas de dois tipos. Nos dormitórios, sala de estar, cozinha, nas áreas de acesso e serviço foram aplicadas placas corrugadas, não esmaltadas, de cerâmica vermelha, com dimensões de 24 cm x 24 cm, assentadas com argamassa de cimento, areia e aditivo plastificante. No banheiro, também foram utilizadas placas de cerâmica vermelha, no entanto apresentam acabamento esmaltado e dimensões de 11,5 cm x 11,5 cm; e o assentamento foi executado com argamassa adesiva pré-fabricada (SATTLER, 2007). Na Figura 8 é mostrada a composição deste subsistema.

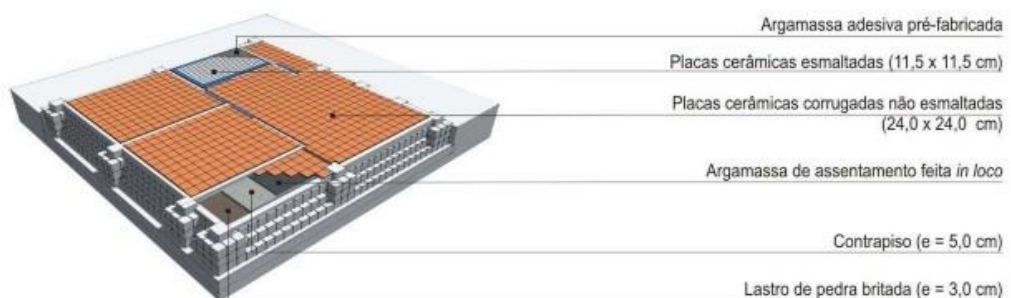


Figura 8 – Composição do subsistema de pisos
Fonte: Kuhn (2006, p. 100).

4.4.3 Paredes

Todas as paredes externas e internas, foram construídas por fiadas simples de tijolos maciços de cerâmica vermelha deitados, sem revestimentos, nesta configuração apresentam espessura de 10 cm. No assentamento dos tijolos utilizou-se argamassa de cimento e areia e aditivo plastificante; e no caso das fiadas de 1,5m de altura, foi utilizado aditivo impermeabilizante e não o plastificante. As alvenarias externas orientadas a sul e a oeste aplicou-se também chapisco e massa única, visando melhorar a resistência térmica e a durabilidades destas fachadas, que são mais expostas ao intemperismo. No banheiro, além do revestimento cerâmico (o mesmo utilizado no piso) até a altura de 1,75 m todas as paredes receberam chapisco e massa única (KUHN, 2007 p. 101).

Os vãos onde seriam preenchidos com as esquadrias foram contornados com uma moldura de tijolos, conferindo maior largura à parede nesses pontos. Vergas pré-moldadas foram colocadas na parte superior destes vãos (KUHN, 2007 p. 101). Na Figura 9 é apresentada, graficamente, a composição do subsistema.

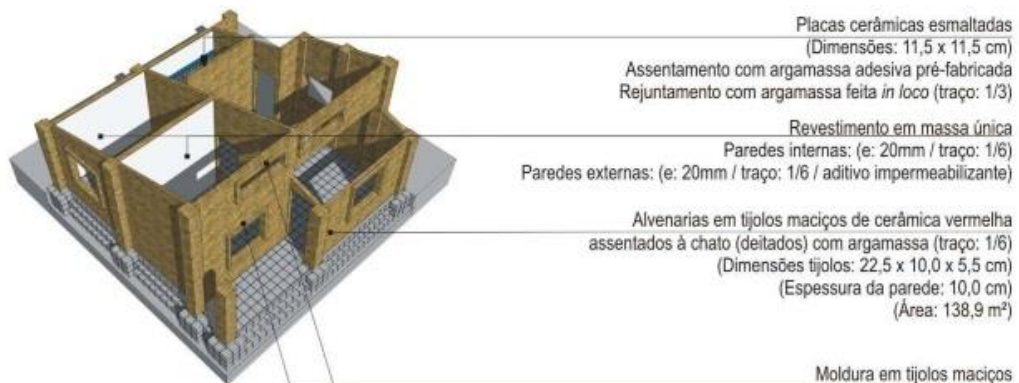


Figura 9 – Composição do subsistema de paredes
Fonte: Kuhn (2006, p. 101).

4.4.4 Esquadrias

Todas as janelas do protótipo foram feitas em madeira de eucaliptos de diversas espécies e atendem aos padrões de fábrica, porém, com as dimensões e

detalhes específicos. Totalizam 7 janelas e 5 portas, atingindo o volume útil de 0,6m³ (FERNANDES, 2004). As janelas empregadas no protótipo são do tipo maxin-ar, com caixilhos quadriculados, em quatro delas foram instaladas, internamente, para segurança, barras de aço verticais sem pintura. Além disto, também foram introduzidas venezianas na janela do dormitório voltado para leste (FERNANDES, 2004).

Para o envidraçamento das 7 janelas foram utilizados 3,79 m² de placas de vidro sendo que a maior parte foi de vidro transparente, com 3 mm de espessura, e para a janela do banheiro foi utilizado vidro translúcido pontilhado, com espessura de 4 mm (KUHN, 2006, p. 102).

Quanto às portas, as duas que dão acesso ao exterior são de madeira maciça, e as três interiores são constituídas de couceiras e travessas de madeira maciça e a parte central preenchida com lambris colocados na diagonal (FERNANDES, 2004). Na Figura 10 é demonstrada, graficamente, a composição do subsistema.

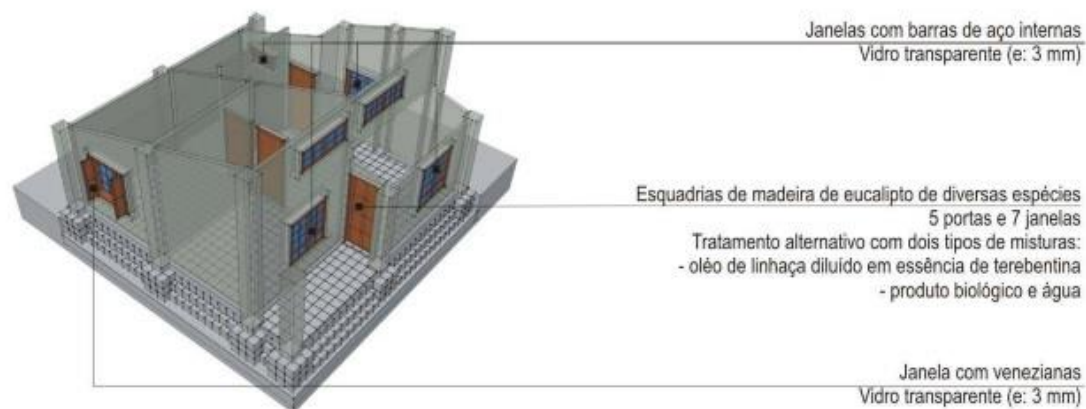


Figura 10 – Composição do subsistema de esquadrias
Fonte: Kuhn (2006, p. 103).

4.4.5 Cobertura

A cobertura é composta de duas águas, sendo a maior área da cobertura voltada para a orientação sul, definindo esta como a orientação predominante do subsistema, com objetivo de diminuir a densidade de radiação solar, proveniente da

direção norte. Vigas de concreto de 16 cm x 25 cm formam a sustentação da cobertura, promovendo também a amarração das paredes.

Para a formação dos caibros foram utilizadas peças de madeira de pinus e cedrinho, com seções de 2,50 cm x 15,00 cm justapostos de dois a dois. Uma grande parte da madeira utilizada (39%) são peças reaproveitadas das fôrmas de concretagem. As peças reaproveitadas foram expostas a uma nata de cimento, devido ao uso ao qual foram submetidas (KUHN, 2006, p. 104).

Para a estrutura do telhado foram empregados sarrafos de seção transversal de 2,50 x 5,00 cm, para amarração das telhas e tábuas de 25,00 x 2,50 cm, para o arremate lateral da cobertura. Ambas, ripas e tábuas, são de madeira de cedrinho. As telhas de recobrimento utilizadas são cerâmicas, não esmaltadas, do tipo romana. Também foram empregadas folhas de alumínio fixadas entre os sarrafos e as tábuas da estrutura. Essas chapas foram reaproveitadas do processo de *off-set* de gráficas, que funciona como barreira à radiação térmica, reduzindo significativamente a transmissão de calor pela cobertura. O forro, novamente de madeira de cedrinho, com ripas de 0,55 x 8,50 cm foi aplicado tanto no interior, como nos beirais da edificação (SATTLER, 2007, p.98).

Na Figura 11 é mostrada a configuração final deste subsistema.

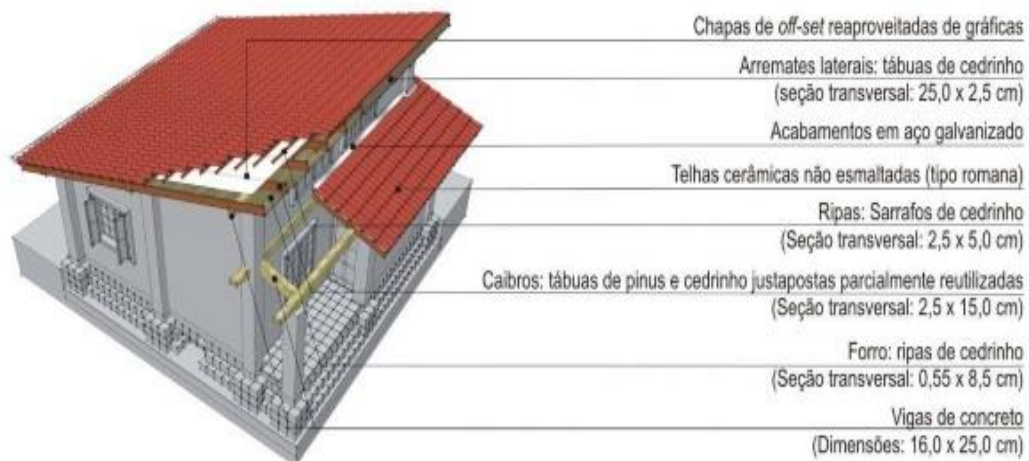


Figura 11 – Composição do subsistema de cobertura
Fonte: Kuhn (2006, p. 104).

4.5 CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE DE ESTUDO – CAMPO MOURÃO/PR

Campo Mourão é uma cidade do interior do Estado do Paraná, apresenta população de 87.194 habitantes e densidade demográfica de 115,05 hab/km² (IBGE, 2010). Sua localização precisa é na região centro-oeste do estado do Paraná, nas coordenadas 353.800m/354.000m W e 7.335.000m/7.346.000m S no sistema de projeção cartográfica UTM, Fuso 22 Sul, Meridiano Central 52°00'00" (IBGE, 2010).

De acordo com a Figura 12, têm-se a localização melhor demonstrada no mapa representativo de parte do estado do Paraná.

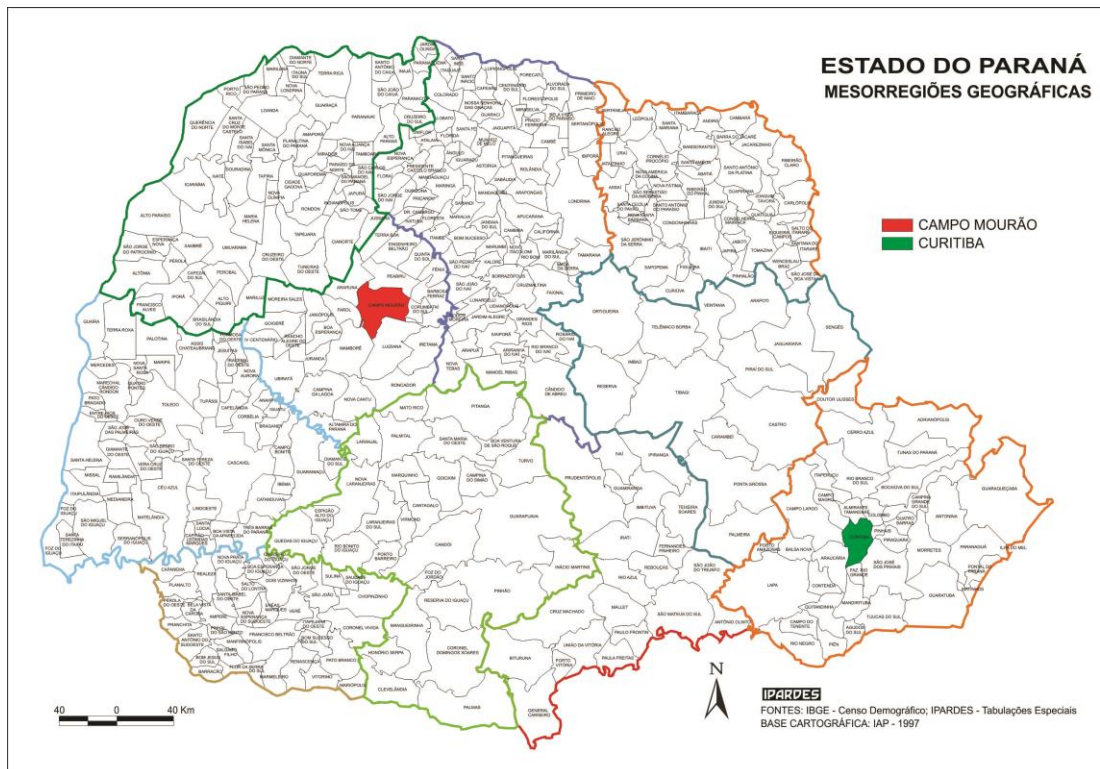


Figura 12 – Mapa do Paraná com a localização do Município de Campo Mourão
Fonte: Dados trabalhados pela autora a partir de IPARDES (2010).

Possui paisagem predominantemente formada de topografia amena, o relevo terrestre vai de suave ondulado a ondulado, vasta parte do município é recoberto pelo basalto. O latossolo roxo, de textura argilosa, profundo e muito fértil, é a maior porção apresentada de tipo de solo, e outra pequena parte representada

pelo recobrimento do Arenito Caiuá, vai desde o sudeste ao noroeste do município. (SECRETARIA..., 2008, p. 50).

O município pertence à bacia hidrográfica do rio Ivaí, tributária da bacia hidrográfica do Rio Paraná (PARANÁ, 1998). O rio do Campo constitui um manancial superficial que abastece, desde a década de 60, 70% da cidade de Campo Mourão e o rio Ranchinho, funciona como segunda opção de fonte superficial para abastecimento público, sendo os dois os principais afluentes do rio Mourão (SECRETARIA..., 2008, p. 53).

Segundo a Classificação de Köppen, o clima da região é predominantemente subtropical mesotérmico sem estação seca definida, apresentando temperatura média anual de 21,5°C, com verões muito quentes e geadas pouco frequentes no inverno. Sendo que a média de temperatura nos meses quentes é de 24,46°C e nos meses frios de 17,16°C. A umidade relativa do ar varia entre 70 e 80% e a precipitação média total anual é de 1.655,43 mm (IAPAR, 2000).

Atualmente em Campo Mourão restou cerca de 6,2% da cobertura original de vegetação predominante a tempos atrás na região, essas espécies compreendem: pinheiro-do-paraná, cedro, pequi, angico-do-cerrado, copaíba, entre outras (SECRETARIA..., 2008, p. 56).

A economia fortalecida pelo agronegócio e produção frigorífica de carne de frango transforma a cidade em um polo brasileiro de alimentos. Além disto, empresas têxteis, arranjo produtivo de produtos médico-hospitalares e valorização do ramo imobiliário torna-se cada vez mais relevante economicamente para a cidade. Os setores de comércio e prestação de serviço apresentam boa diversidade (PREFEITURA DE CAMPO MOURÃO – PR, 2014).

De acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM é 0,757 e o PIB per capita a preços correntes em 2011 foi de R\$ 21.103,60 (IBGE, 2013).

5 METODOLOGIA

Na produção deste estudo foram utilizados as especificações de materiais e dados orçamentários do modelo implementado nas unidades habitacionais do programa Minha Casa Minha Vida, localizadas na Rua Antônio Vargas Neto, Bairro Jardim Modelo da cidade de Campo Mourão, Pr. No comparativo foram levantados também dados concernentes ao protótipo Casa Alvorada, modelo de construção sustentável desenvolvido na cidade de Porto Alegre, RS.

5.1 MATERIAIS

No início do trabalho foi solicitado junto à Construtora Piacentini, responsável pela construção do empreendimento, os projetos referentes às unidades, bem como as planilhas orçamentárias e de descrição dos materiais utilizados.

As moradias foram construídas de maneira convencional, com área de 36,77 m² e apresentando as seguintes especificações:

- a) Fundação em radier.
- b) Alvenaria com bloco cerâmico de seis furos, com dimensões: 9 x 14 x 19 cm, utilizando argamassa de assentamento no traço de 1: 3 (cimento: areia).
- c) Pisos cerâmicos (os detalhes de contrapiso e regularização não foram detalhados pela construtora).
- d) As portas internas são esquadrias de madeira. Já as portas externas e janelas são de esquadrias metálicas e vidro.
- e) Cobertura com telhas de concreto e estruturas em madeira.

O modelo arquitetônico da unidade habitacional é mostrado nas Figuras 13 e 14 a seguir.

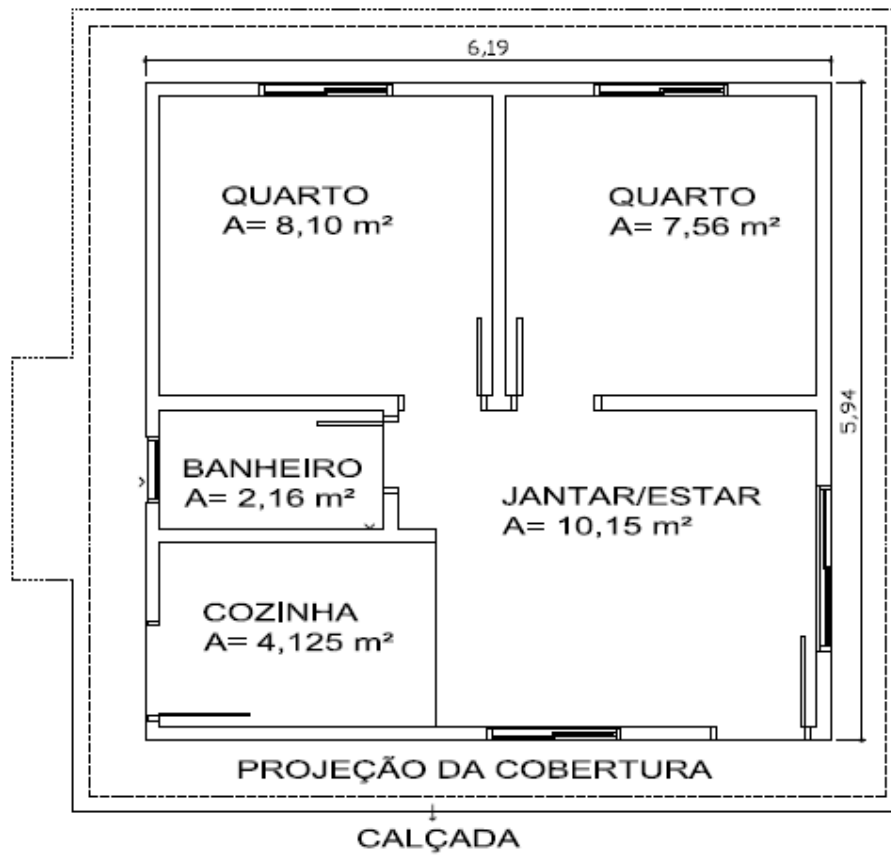


Figura 13 – Planta baixa do modelo convencional
Fonte: Construtora Piacentini.

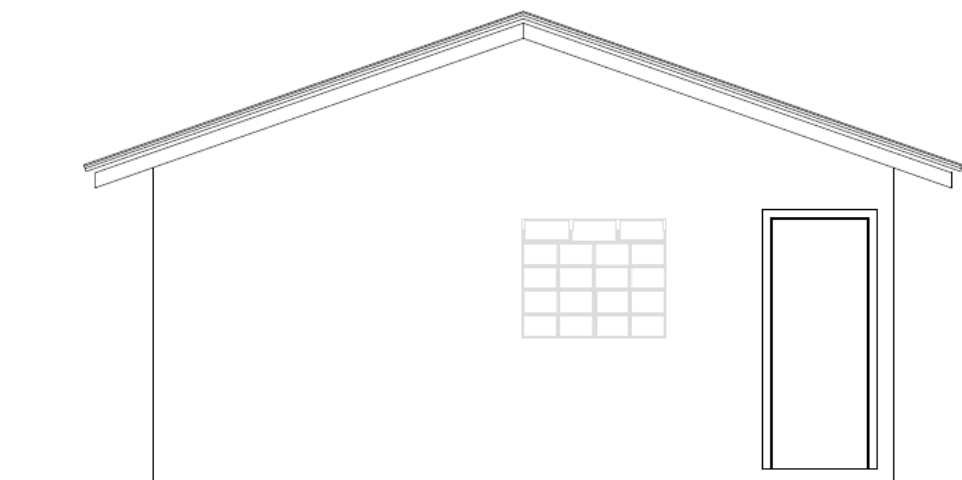


Figura 14 – Elevação/Frente do modelo convencional
Fonte: Construtora Piacentini.

Para o desenvolvimento das diretrizes de uma edificação sustentável e de interesse social compatíveis à realidade do município de Campo Mourão foi necessário a observação das seguintes condicionantes do município: clima, economia e materiais de construção disponíveis na região. Os dados coletados com respeito ao município estão na revisão bibliográfica, bem como as particularidades do protótipo Casa Alvorada.

5.2 MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em duas etapas, como descrito a seguir.

1ª Etapa:

- a) Primeiramente buscou-se as seguintes informações necessárias para a composição do estudo: o clima da região em que o protótipo foi construído, projeto arquitetônico, materiais utilizados e mão-de-obra empregada. Através do levantamento de dados referentes ao protótipo Casa Alvorada.
- b) Em seguida foram investigadas informações do ambiente de estudo, como o clima, a economia, tipo de solo, entre outras características da cidade de Campo Mourão. Simultaneamente, por meio de contato com a Construtora Piacentini foi encontrado o projeto e orçamento de uma unidade habitacional de interesse social empreendida na cidade de Campo Mourão.
- c) Posteriormente os dados analisados foram dispostos em planilhas, constando os custos totais por subsistemas do protótipo Casa Alvorada e da unidade habitacional convencional, além de planilhas com custos detalhados dos dois modelos utilizados conforme nos Anexos A e B.
- d) Por fim, foi necessário fazer uma adequação de valores, pois o protótipo Casa Alvorada teve seus valores detalhados no ano de 2006, e a edificação convencional cedida pela construtora apresenta valores orçados no ano de 2011, e devido à falta de alguns detalhes dos tipos de materiais utilizados no modelo tornou-se impossível fazer um retrocesso desses valores por itens. Então para um melhor comparativo tomou-se como base o CUB/m² (Custo

Unitário Básico da Construção Civil), janeiro de 2006, no estado do PR, para edificações classificadas como “casa popular”.

2ª Etapa:

Nesta etapa, foram comparados dois itens:

- a) As características do protótipo que se adequam à cidade de Campo Mourão, devido às condicionantes do ambiente.
- b) Os custos totais e por m², visando A verificação da viabilidade econômica de implementação do modelo de edificação sustentável de interesse social.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 ADEQUAÇÃO DO PROTÓTIPO CASA ALVORADA À CIDADE DE CAMPO MOURÃO, PR.

De acordo com as especificações levantadas do protótipo adotado no estudo, pode-se dizer que todos os itens de materiais detalhados nos subsistemas (ver item 4.4) se adequam à cidade de Campo Mourão, suplementos como madeira, cimento, areia, brita são bastante usados nesta região. Por ser este um modelo com variações básicas em relação ao modelo convencional, a aceitação do protótipo sustentável também se torna mais fácil, já que a população não terá que fazer mudanças bruscas na arquitetura a que estão acostumados.

O posicionamento do projeto com relação ao norte também é favorável, pois a cidade apresenta verões quentes e invernos curtos, mas de sensação térmica muito fria. Então a configuração adotada pode gerar maior conforto térmico durante as diferentes temperaturas ao longo do ano.

Com relação ao uso de coletor da água de chuva e coletor solar de baixo custo, são itens que aos poucos vem sendo utilizados com aumento gradativo na região, promovendo assim uma maior facilidade na adequação e adesão para uso nas unidades habitacionais de interesse social.

6.2 CUSTO TOTAL DO PROTÓTIPO CASA ALVORADA

O custo total do protótipo Casa Alvorada é mostrado no Anexo A, os materiais são detalhados em seus subsistemas, sem os custos de mão-de-obra, perdas e reaproveitamento de materiais, já que o protótipo foi desenvolvido por alunos e apenas um pedreiro contratado. Mais tarde, o protótipo foi estudado por Kuhn (KUHN, 2006), levantando todos os dados necessários e adicionando todos os custos incorporados a cada subsistema, levando em consideração o valor real da construção efetiva de uma unidade habitacional. No material de estudo não foram

estimados dados de dois subsistemas, instalações elétricas e instalações hidráulicas, pois durante a fase de elaboração do protótipo não foram feitos projetos concernentes a eles, e também não foram executados simultaneamente à obra.

A Tabela 2 mostra os custos por subsistemas e custo total, atualizados por Kuhn (2006, p. 108) em janeiro de 2006.

Tabela 2 – Custos de materiais incorporados no protótipo Casa Alvorada discriminados por subsistemas

Subsistema	Custo total (R\$)	Custo total, por m² de área construída (R\$/m²)
Fundações	3.368,04	66,68
Piso	1.770,85	35,06
Alvenarias	3.054,74	60,48
Esquadrias	2.887,03	57,16
Cobertura	5.578,31	110,44
Pergolados	800,73	15,85
Total	17.459,71	345,67

Fonte: Avaliação da Sustentabilidade Ambiental do Protótipo de Habitação de Interesse Social Alvorada (KUNN, 2006).

6.3 CUSTO TOTAL DE UNIDADES HABITACIONAIS CONVENCIONAIS CONSTRUÍDAS EM CAMPO MOURÃO – PR

O custo total da construção de uma unidade habitacional executada pelos métodos tradicionais é mostrado a partir dos custos por subsistemas. Para melhor entendimento e comparação adequada ao protótipo Casa Alvorada, não serão computados 5 subsistemas constantes no projeto atual cedido pela Construtora Piacentini, que são os de instalações elétricas e hidráulicas por não terem sido projetados na Casa Alvorada, bem como outros 3 subsistemas também não discriminados nos projetos do protótipo mas que foram computados no orçamento do modelo da unidade convencional, que são: serviços preliminares, pintura e serviços complementares finais.

Conforme proposto anteriormente na metodologia, como os dados da unidade habitacional construída na cidade foram levantados pela construtora em 2011, torna-se necessário uma adequação de valores para o ano de 2006, ano em que foi feita a atualização de dados do protótipo que será usado na comparação de custos. A adequação de valores foi feita a partir do CUB/m², janeiro de 2006, no estado do PR, que apresentou o valor de 588,11 R\$/m² para edificações classificadas como casa popular. Assim pode-se traçar com proximidade aceitável o custo por m² se a obra analisada tivesse sido realizada na cidade de Campo Mourão no referido ano.

Os custos buscados para a pesquisa, com data de 2011, estão dispostos na Tabela 3, utilizando apenas os mesmos subsistemas que foram utilizados no protótipo Casa Alvorada:

Tabela 3 – Custos de materiais incorporados na edificação de unidade habitacional de interesse social construída por métodos convencionais

Subsistema	Custo total (R\$)	Custo total, por m² de área construída (R\$/m²)
Fundações	3.947,36	107,35
Piso	870,77	23,6815
Alvenarias	9.323,40	253,56
Esquadrias	1.751,94	47,64
Cobertura	3.911,34	106,37
Total	19.804,81	538,61

Fonte: Dados cedidos pela Construtora Piacentini.

Nos dados cedidos pela construtora consta como custo total da unidade habitacional convencional construída no ano de 2011, o valor de R\$24.959,10, mostrado no Anexo B. Com base neste valor e nos valores dos subsistemas discriminados na Tabela 3, podem-se traçar os seguintes dados da Tabela 4, que são importantes ao presente estudo:

Tabela 4 – Custos por subsistemas e totais da unidade habitacional convencional

DESCRIÇÃO	VALOR
Valor total da unidade habitacional tradicional construída em 2011	R\$ 24.959,10
Valor total da unidade habitacional tradicional por m² construída em 2011	R\$ 24.959,10 / 36,77 m ² = 678,79 R\$/m ²
Valor total dos subsistemas que serão utilizados nos dois modelos (citados na Tabela 4)	R\$ 19.804,81
Valor dos subsistemas, de instalações elétricas e hidráulicas, serviços preliminares, pintura e serviços complementares finais, que serão descontados do valor total.	R\$ 5.154,31

Fonte: Autoria própria.

Com este cálculo é possível verificar que o custo dos subsistemas que deverão ser desconsiderados no comparativo entre os dois modelos, correspondem a 20,65% do total da obra. Para o uso do CUB/m² adotado de 2006 no valor de 588,11 R\$/m², desconta-se 20,65% deste valor e tem-se 466,67 R\$/m² de obra.

Assim toma-se este valor de 466,67 R\$/m² de edificação convencional, com finalidade de estabelecer uma análise entre este modelo e o protótipo Casa Alvorada com maior clareza, pois serão comparados os mesmos subsistemas como se tivessem sido construídos no mesmo ano.

No Gráfico 1 , a seguir, pode-se notar a diferença real de cada subsistema entre os dois modelos, sendo que a maior diferença esta no subsistema de alvenarias, já que na habitação convencional foi executado reboco em todas as paredes, dos dois lados, enquanto no protótipo apenas as alvenarias externas orientadas a sul e a oeste, e as paredes do banheiro receberam chapisco e reboco.

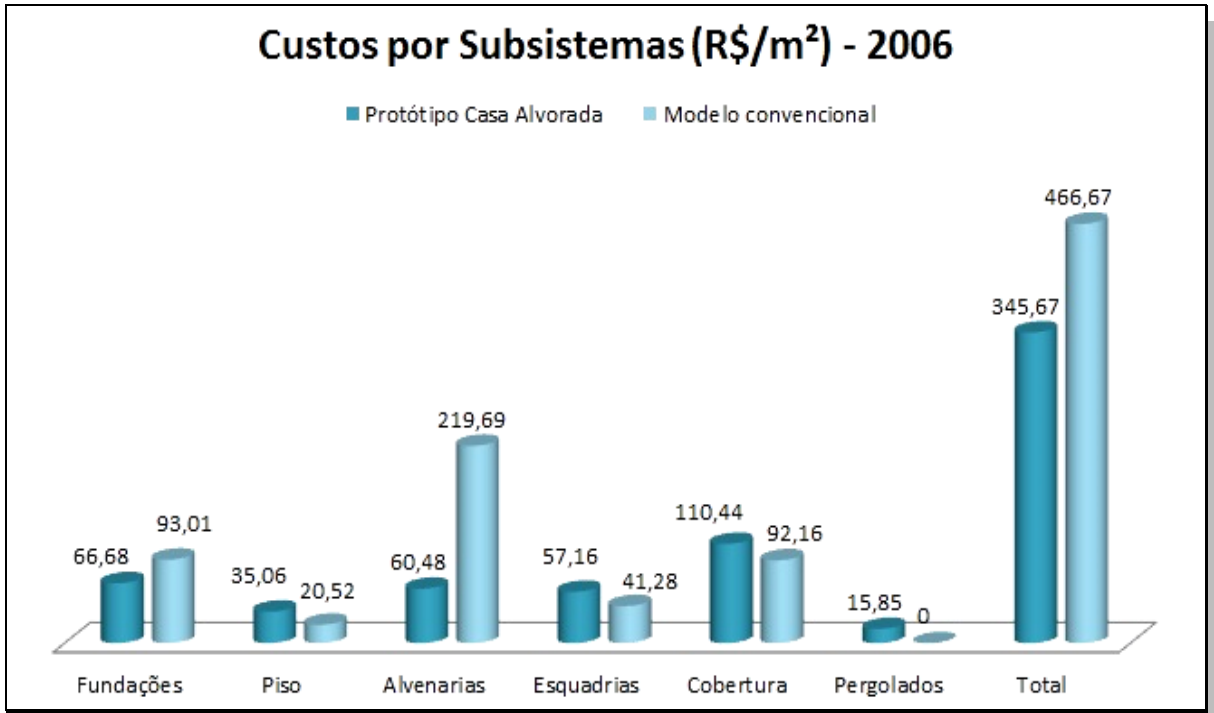


Gráfico 1: Custos por Subsistemas (R\$/m²), com modelo convencional adaptado para o ano de 2006.

Fonte: Autoria própria

6.4 FATORES RELEVANTES NA DIFERENÇA DE CUSTOS ENTRE OS DOIS PROJETOS

A diferença de custo da construção por m² dos dois exemplos de moradia foi de 121,00 R\$/m², onde o protótipo Casa Alvorada foi a edificação mais barata, apresentando o valor de 345,67 R\$/m² em relação ao modelo de construção convencional de casas populares, com valor de 466,67 R\$/m². Esta diferença ainda não pode ser considerada como um fator decisivo, pois deve-se considerar que no protótipo sustentável há também o uso de coletores solares e coletores de água da chuva que ao final aumentará o valor total da edificação.

No caso do sistema de captação de água da chuva foi realizado um estudo de viabilidade de implantação por Mano (MANO, 2004), dentre os sistemas levantados por ele para o protótipo, um dos que apresentou melhor resultado de custo/benefício utiliza um reservatório de fibra de vidro de 7000l. Para o levantamento foram computados e orçados todos os itens de um sistema de

captação de água da chuva para diferentes volumes e materiais de reservatório. O sistema é composto por:

- a) reservatório;
- b) calha com tela;
- c) encanamentos e conexões; e
- d) base de apoio do reservatório.

O custo total do sistema com implantação do reservatório de fibra de vidro de 7000 l, no ano de 2003, foi de R\$1853,08. Comparando o custo total do sistema com o custo de economia na conta de água obtém-se um retorno do valor investido no equipamento em 21,4 anos. Mesmo analisando os dados para o ano de 2003 a variação de custos para a implementação do sistema de captação da água de chuva no ano de 2006 é pequena e torna-se irrelevante dentro deste estudo.

Para o sistema de captação solar, optou-se por um sistema mais econômico, onde o coletor solar é feito de maneira artesanal, utilizando-se materiais simples de serem encontrados em depósitos de materiais de construção, neste caso o custo total foi de R\$ 256,04 (SATTLE, 2007), os detalhes dos materiais na produção do coletor solar e coletor de água da chuva estão dispostos no Anexo C.

Quando somados os custos do coletor solar e coletor de água da chuva, mesmo não considerando a diferença dos custos dos materiais comparando o ano de estudo dos coletores com relação ao ano de 2006, ano adotado para a comparação de custos; pode-se notar um aumento de R\$ 2109,12 no valor total do protótipo Casa Alvorada.

No entanto, mesmo com esse aumento o protótipo continua com menor valor total em relação ao custo total da edificação convencional de unidade habitacional de baixo custo, sendo uma diferença de R\$ 235,98.

Essa diferença ocorre, pois no modelo da Construtora Piacentini apresenta o uso de alguns materiais um pouco mais sofisticados como esquadrias metálicas, maior área de revestimento interno, desde o reboco como o revestimento cerâmico, aplicação de forro feito com material em PVC (*Polyvinyl chloride*).

7 CONCLUSÕES

Com base no estudo desenvolvido, pode-se notar que a construção sustentável vem ganhando cenário e importância atualmente nos diferentes tipos de edificações, levando à maior preocupação também nas edificações de interesse social intrínsecas no ambiente urbano.

Através disso que se fez necessário o estudo de viabilidade de implementação de unidades habitacionais de interesse social na cidade de Campo Mourão – PR, onde foram elaboradas planilhas de custos utilizando-se de uma unidade habitacional de baixo custo já construída na cidade e um modelo de unidade habitacional de baixo custo sustentável construída em Porto Alegre – RS, Casa Alvorada.

Com os dados de características da cidade de Campo Mourão, detalhes de projeto e custos do protótipo Casa Alvorada e particularidades do projeto convencional, constatou-se que o protótipo tem menor custo em relação ao modelo executado convencionalmente. No entanto, quando comparados os tipos de materiais utilizados na confecção dos diferentes modelos, nota-se que a unidade habitacional convencional é composta de materiais de custo um pouco maior que os da Casa Alvorada, como no caso das esquadrias metálicas e forro de material PVC, e no caso do protótipo foram empregados respectivamente, esquadrias e forro de madeira que são menos onerosos. Outro aspecto importante é que a unidade habitacional convencional recebeu chapisco e reboco em todas as paredes, enquanto no protótipo foram chapiscadas e rebocadas apenas as paredes externas nos lados orientados para o sul e oeste, e nas paredes do banheiro; gerando uma diferença considerável no custo final do subsistema de alvenarias.

Constatou-se que a implementação de unidades habitacionais de baixo custo sustentáveis é viável, quando comparadas em custo/benefício atendem aos dois quesitos. A mão-de-obra não especializada utilizada na confecção do protótipo leva a uma condicionante social, onde poderão serem estudados meios de inclusão social, contando com o desenvolvimento de artifícios de treinamento aos futuros moradores, para que possam trabalhar na construção de suas casas, diminuindo assim ainda mais o custo final da obra. Salientando-se o quanto o modelo sustentável é favorável em aspectos como: melhoria do conforto térmico, economia

de água potável, economia de energia elétrica, e conseqüente aumento da qualidade de vida dos moradores.

Não se pode deixar de assinalar outros fatores expressivos no projeto do protótipo como o pé-direito mais alto, que proporciona maior conforto ambiental e sensação de amplitude. O próprio aspecto final da moradia, aproximando-se mais do ideário de casa própria quando lança mão de elementos de embelezamento e que comumente são desconsiderados nos projetos de Habitação de Interesse Social, conferindo maior valor e conseqüente maior satisfação aos beneficiários.

E como sugestão para futuros trabalhos, há a necessidade de se fazer uma pesquisa a campo para levantamento de dados junto à população que é a maior interessada na formatação do ambiente em que vivem, para que assim possa-se traçar com mais exatidão as necessidades dos munícipes de Campo Mourão, promovendo por fim a sustentabilidade nos âmbitos social, econômico e ético.

REFERÊNCIAS

ASSIS, Eleonora S. et al. **Princípios de sustentabilidade aplicados em projeto habitacional de interesse social**. Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais. 2011. Disponível em:
<<http://www.aresarquitetura.com.br/downloads/SEHTHAB2008.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Novo Código Civil Brasileiro**. Legislação Federal, Brasília, DF. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 13 dez. 2013.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desenvolvimento com sustentabilidade**. Brasília, 2010. Disponível em:
<http://www.cbic.org.br/sites/default/files/Prog-Construcao-Sustentavel_vRio20.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2013.

FERNANDES, Alexandre G. **Esquadrias residenciais em madeira: Contextualização de variáveis para otimização de projetos**. 2004. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2004. Disponível em:
<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5609/000473062.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2014.

FIORI, Simone; FERNANDES, Vera M. C.; PIZZO, Henrique. Avaliação qualitativa e quantitativa do reuso de águas cinzas em edificações. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 19-30, jan/mar. 2006. Disponível em:
<<http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/3676/2042>>. Acesso em: 13 mar. 2014.

FURLAN, Sueli A.; SCARLATO, Francisco C. **O Ambiente Urbano**. 2. ed. São Paulo: Atual, 2001.

IAPAR. CAVIGLIONE, João H. et al.; **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. Disponível em:
<<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>> Acesso em: 15 nov. 2013.

IBGE, 2010. **Censo Demográfico de 2010**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, dados referentes ao município de Campo Morão. Disponível em:
<<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=410430&search=parana|campo-mourao>>. Acesso em: 15 dez. 2013.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – IPARDES. Curitiba: Instituto de terras, cartografias e geociências. 1 mapa. Sem escala. Disponível em:
<http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base_fisica/divisao_politica_2010.jpg>. Acesso em: 20 dez. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Cidades sustentáveis**: subsídios à elaboração da agenda 21 brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente - MMA, 2000.
INTERNATIONAL COUNCIL FOR LOCAL ENVIRONMENTAL INITIATIVES. ICLEI. **Construindo Cidades Verdes**: Manual de Políticas Públicas para Construções Sustentáveis. 1ª ed. São Paulo, 2011. Disponível em:
<<http://www.sindusconsp.com.br/img/meioambiente/07.pdf>>. Acesso em: 15 dez. de 2013.

KUHN, Eugênia A. **Avaliação ambiental do protótipo de habitação de interesse social Alvorada**. 2006. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <http://www.livrosgratis.com.br/arquivos_livros/cp031922.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2013.

LEMOS, Haroldo M. **As Normas ISO 14000**. Instituto Brasil PNUMA. Rio de Janeiro. RJ. 2010. Disponível em: <<http://www.brasilpnuma.org.br/saibamais/iso14000.html>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

MANO, R. S. **Captação residencial de água da chuva para fins não potáveis em Porto Alegre**: Aspectos básicos da viabilidade e benefícios do sistema. 2004. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em:
<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/8742/000586430.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

MARTINHO, Sérgio D. C. **Implementação de critérios da construção sustentável numa habitação unifamiliar – Análise de Custo/Benefício**. 2012. 219 f. Tese (Mestrado em Construção Sustentável) - Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco, 2012. Disponível em:
<<http://repositorio.ipcb.pt/handle/10400.11/1773>>. Acesso em: 15 dez. 2013.

MINISTÉRIO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Construção Sustentável**. Brasília, DF: Ministério Nacional do Meio Ambiente, 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>>. Acesso em: 10 dez. 2013.

PARANÁ. Secretária do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Atlas de recursos hídricos do Estado do Paraná**. Curitiba: SEMA, 1998.

PEREIRA, Patrícia I. **Construção Sustentável: o desafio**. 2009. 122 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2009. Disponível em: <http://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/2674/3/T_13485.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2013.

PINHEIRO, Manuel D. **Ambiente e Construção Sustentável**. Amadora: Instituto do Ambiente, 2006. Disponível em: <http://www.lidera.info/resources/ACS_Manuel_Pinheiro.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2013.

PORTAL VVALE. Jornal O comércio. União da Vitória. PR. 2012. Disponível em: <<http://www.vvale.com.br/politica/o-parana-merece-respeito/>>. Acesso em: 23 nov. 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPO MOURÃO. **A Cidade** (2014). Disponível em: <<http://www.campomourao.pr.gov.br/?p=YWxyb3RsaXMvaV9jYWWRpZG9Aemh6P2FkFkP=>>>. Acesso em: 15 dez. de 2013.

ROSA, T. F.; SEDREZ, M. M.; SATTTLER, M. A. Conforto ambiental em um contexto de sustentabilidade: o Protótipo Alvorada. **Ciência & Ambiente: Conforto Ambiental**, Santa Maria, v. 1, n. 22, p. 90-106, 2001. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/reciam/resenha.php?IDResenha=157>>. Acesso em: 13 mar. 2014.

SATTTLER, Miguel A. **Habitções de baixo custo mais sustentáveis: a casa Alvorada e o Centro Experimental de tecnologias habitacionais sustentáveis**. Porto Alegre: ANTAC, 2007.

SCARLATO, Francisco C.; PONTIN, Joel A. **O ambiente urbano**. São Paulo, SP: Atual, 1999.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE; Campo Mourão; MIZOTE, Lidia T. M.; Ministério do Meio Ambiente. Fundo Nacional do Meio Ambiente. **Agenda 21 local de Campo Mourão**: do projeto ao processo. Campo Mourão, PR: Kromoset Artes Gráficas, 2008.

SERVIÇO SOCIAL DO SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DO PARANÁ – SINDUSCONPR. **Tabela CUB/m² série histórica**. Curitiba, PR. 2010. Disponível em: <http://www.sinduscon-pr.com.br/principal/home/?sistema=conteudos|conteudo&id_conteudo=366>. Acesso em: 12 jun. 2014.

ANEXO A – TABELA ORÇAMENTÁRIA DETALHADA SEM CUSTOS DE MÃO-DE-OBRA E PERDAS DO PROTÓTIPO CASA ALVORADA

Tabela orçamentária detalhada sem custos de mão-de-obra e perdas do protótipo Casa Alvorada
(continua)

Item	Quantidade	Unidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
01. Fundações				
Brita (espessura 5 cm)	3	m ³	15,00	45,00
Plástico preto	64	m ²	3,00	192,00
Concreto (17 m ³)				
Brita	16	m ³	15,00	240,00
Areia	11	m ³	16,00	176,00
Cimento	102	saco (50 kg)	15,00	1.530,00
Armadura	554	kg	1,19	659,26
Total do item				R\$ 2.842,26
02. Alvenaria de Fechamento				
Parede de tijolos 150 m ²				
Tijolos	7	mil	60,00	420,00
Argamassa de assentamento (3,5 m ³)				
Areia	6	m ³	16,00	96,00
Cimento	19	saco (50 kg)	15,00	285,00
Cal	91	saco (20 kg)	3,90	354,00
Revestimento em argamassa (1,35 m ²)				
Cimento	7	saco (50 kg)	15,00	105,00
Areia	2,5	m ³	16,00	40,00
Cal	35	saco (20 kg)	3,90	136,50
Pintura (90 m ²)				
Tinta PVA	3	galão (3,6 litros)	12,00	36,00
Tinta acrílica	2	galão (3,6 litros)	31,00	62,00
Tinta epóxi	2	galão (3,6 litros)	97,00	194,00
Total do item				R\$ 1.729,40

Tabela orçamentária detalhada sem custos de mão-de-obra e perdas do protótipo Casa Alvorada

(continua)

Item	Quantidade	Unidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
03. Supra-estrutura				
Formas para vigas cintas	31	m ²	8,72	270,32
Concreto	1,4	m ³		
Brita	1,3	m ³	15,00	19,50
Areia	1	m ³	16,00	16,00
Cimento	9	saco (50 kg)	15,00	35,00
Total do item				R\$ 440,82
04. Piso				
Cimento alisado	45	m ²	0,45	20,25
Total do item				R\$ 20,25
05. Cobertura				
Estrutura de madeira de eucalipto	3	m ³	300,00	900,00
Telha cerâmica romana	1,2	ml	299,00	358,80
Forro de pinus (1,2 cm)	50	m ²	3,50	175,00
Total do item				R\$ 1.433,80
06. Esquadrias				
Porta interna semi-oca c/ batente (80 cm)		un	32,90	98,70
Porta externa c/ batente (80 cm)		un	150,00	300,00
Janela 2 folhas com veneziana (100x100 cm)		un	174,00	696,00
Janela <i>maxim ar</i> (60x80 cm)		un	55,00	55,00
Janela 2 folhas com veneziana (100x150 cm)		un	256,00	512,00
Total do item				R\$ 1.661,70

Tabela orçamentária detalhada sem custos de mão-de-obra e perdas do protótipo Casa Alvorada				
(conclusão)				

Item	Quantidade	Unidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
07. Louças e Metais				
Lavatório sem coluna	1	un	97,55	97,55
Bacia sanitária com caixa acoplada	1	un	87,94	87,94
Pia de cozinha	1	un	117,90	117,90
Tanque	1	un	103,31	103,31
Chuveiro elétrico	1	un	19,79	19,79
Torneira para lavatório	1	un	17,07	17,07
Torneira para pia da cozinha	1	un	18,79	18,79
Torneira para tanque	1	un	18,79	18,79
Total do item				R\$ 481,14
TOTAL				R\$ 8.609,37

Fonte: Sattler (2007, p. 131-133).

ANEXO B – TABELA ORÇAMENTÁRIA DETALHADA DA UNIDADE HABITACIONAL DE BAIXO CUSTO CONVENCIONAL

Tabela orçamentária detalhada da unidade habitacional de baixo custo convencional (continua)		
Item	Unidade	Preço total (R\$)
01. Serviços Preliminares		
Locação da obra	m ²	52,73
Gabarito c/esquadro	m ²	167,72
Total do item		R\$ 220,45
02. Fundação e Infra-estrutura		
Fundação em radier	m ²	3.947,36
Total do item		R\$ 3.947,36
03. Alvenaria e estrutura		
Alvenaria até o oitão (9x14x19cm)	m ²	3.284,30
Vergas pré - utilização 10x	m	92,77
Viga-cinta - utilização 5x - prego 2 cabeças	m ³	621,57
Alvenaria oitão c/pilaretes - utiliz.5x	m ²	479,86
Total do item		R\$ 4.478,50
04. Cobertura		
Cobertura c/telhas de concreto, incl.estrutura de madeira (área de projeção)	m ²	2.538,99
Cumeeira p/telha de concreto	m	112,16
Total do item		R\$ 2.651,15
05. Revestimentos		
Chapisco interno / externo	m ²	380,35
Emboço interno / externo	m ²	3.448,57
Total do item		R\$ 3.828,92

Tabela orçamentária detalhada da unidade habitacional de baixo custo convencional (continua)

Item	Unidade	Preço total (R\$)
06. Forro		
Forro de PVC	m ²	792,82
Forro de beiral em PVC	m ²	467,37
Total do item		R\$ 1.260,19
07. Revestimento cerâmico		
Revestimento cerâmico	m ²	1.015,96
Total do item		R\$ 1.015,96
08. Piso cerâmico		
Piso cerâmico	m ²	870,77
Total do item		R\$ 870,77
09. Esquadrias		
Esquadrias de Madeira		782,61
Porta de madeira - 0,70x2,10m - kit completo	un	487,61
Porta de madeira - 0,60x2,10m - kit completo	un	68,2
Porta metálica - 0,80x2,10m - abrir postigo	un	226,8
Esquadrias metálicas e vidros		969,33
Porta metálica - 0,80x2,10m - abrir c/basculante	un	236,8
Janela metálica - 1,50x1,00m - de correr 2 fls	un	425,4
Janela metálica - 0,60x0,60m – basculante	un	78,17
Vidro liso incolor 3mm	m ²	216
Vidro fantasia incolor 3mm	m ²	12,96
Total do item		R\$ 1.751,94
10. Instalação Elétrica / Telefônica		
Entrada padrão - medição em poste	uh	211,33
Instalação elétrica	uh	235,51
Instalação telefônica	uh	47,58
Mão-de-obra instalação elétrica e telefônica, incl.entrada	uh	400
Total do item		R\$ 894,42

Tabela orçamentária detalhada da unidade habitacional de baixo custo convencional (conclusão)
--

Item	Unidade	Preço total (R\$)
11. Instalação Hidro-sanitária		
Entrada de água fria	uh	22,25
Reservatório 500 litros	uh	176,73
Distribuição de água fria	uh	38,47
Distribuição de água quente	uh	54,41
Kit aquecimento solar	cj	1.450,00
Instalação de esgoto	uh	91,23
Caixa de gordura em alvenaria - 40x40cm	un	89,56
Caixa de inspeção em alvenaria - 50x40cm	un	55,38
Bacia sanitária c/caixa acoplada	un	133,22
Lavatório de louça c/coluna, incl.torneira e acessórios	un	82,66
Chuveiro elétrico	un	30,02
Pia em mármore sintético - cuba simples, incl.torneira e acessórios	un	67,32
Tanque de concreto, incl.torneira	un	91,98
Acessórios	cj	29,2
Mão-de-obra instalação hidro-sanitária	uh	600
Total do item		R\$ 3.012,43
12. Pintura		
Pintura latex PVA - paredes internas - 2 demãos incl.selador	m ²	155,4
Pintura acrílica fosca - paredes externas -2 demãos incl.selador	m ²	157,76
Pintura esmalte sintético acetinado em esquadrias de madeira - 2 demãos + fundo	m ²	52,6
Pintura esmalte sintético brilhante em superfícies metálicas - 2 demãos + fundo	m ²	3,73
Mão-de-obra pintura	uh	650
Total do item		R\$ 1.019,50
13. Serviços Complementares e Finais		
Numeração	uh	7,5
Total do item		R\$ 7,50
TOTAL		R\$ 24.959,10

Fonte: Cedido pela Construtora Piacentini.

ANEXO C – LISTA DE MATERIAIS E CUSTOS PARA A MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO COLETOR SOLAR

Lista de materiais e custos para a montagem e instalação do coletor solar

(continua)

Produto	Quantidade	Valor efetivo (R\$)	Valor de mercado (R\$)
Geral			
Parafusos		4,80	4,80
Pregos		5,30	5,30
Rolo de Pintura	1 un.	-	2,20
Pincel	1 un.	-	1,20
Aguarraz (900 mL)	900 mL	-	4,10
Zarcão	1 L	13,10	13,10
Tinta velha, selador ou óleo queimado	1 L	-	-
Tinta preta brilho		5,80	5,80
Curvador tubo mola	1 un.	10,90	10,90
Cola silicone	15 mL	-	4,00
Placa coletora			
Chapa de compensado	1 un.	-	22,00
Ripa (2,5 x 2,5 cm)	1 un.	-	4,20
Chapas de alumínio	2 un.	-	-
Tubo de cobre	10 m	42,50	42,50
Braçadeiras do tubo de cobre	23 un.	3,45	3,45
Tubulação flexível (mangueira de jardim)	4 m	-	3,60
Braçadeiras do tubo flexível	4 un.	2,00	2,00
Tanque armazenador			
Estrutura do tanque	5,5 m	9,10	9,10
Tambor 220 l, recuperado	1 un.	25,00	25,00
Torneira bóia	1 un.	2,80	2,80
Luva 25x20	1 un.	0,75	0,75

Lista de materiais e custos para a montagem e instalação do coletor solar

(conclusão)

Redutor de vazão (tampa refrigerante)	1 un.	-	-
Flange de PVC	1 un.	5,00	5,00
Flange alumínio	2 un.	4,25	4,25
Produto	Quantidade	Valor efetivo (R\$)	Valor de mercado (R\$)
Câmara de pneu velha	1 un.	-	-
Cobertor velho	1 un.	-	-
TOTAL		133,94	175,24
Hidráulica			
Fita veda-rosca	10 m	1,80	1,80
Registro esférico, polipropileno	1 un.	-	35,10
Joelho, em polipropileno	6 un.	-	21,60
Tubo de polipropileno	50 m	-	22,30
TOTAL		135,74	256,04

Fonte: Sattler (2007, p. 307).