

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CAMPUS GOIÂNIA
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA ÁREA III
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL

DOUGLAS ANTUNES MOTA

ANÁLISE DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA MORADIA UNIFAMILIAR:
Comparativo de custos com construções tradicionais

Goiânia, GO
2021

Douglas Antunes Mota

ANÁLISE DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA MORADIA UNIFAMILIAR:

Comparativo de custos com construções tradicionais

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação de Engenharia Civil do Instituto
Federal de Educação Ciência e Tecnologia de
Goiás, Campus Goiânia, como parte dos
requisitos necessários para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof. Dr. Patrícia Layne Alves
Traldi

Goiânia, GO

2021

M917a Mota, Douglas Antunes.

Análise de soluções sustentáveis para moradia unifamiliar: comparativo de custos com construções tradicionais / Douglas Antunes Mota. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2021.

191 f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Layne Alves Traldi.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Coordenação do Curso de Engenharia Civil, Departamento das Áreas Acadêmicas III, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

1. Construção civil – sustentabilidade. 2. Construção civil – indústria – impactos ambientais. I. Traldi, Patrícia Layne Alves (orientadora). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. III. Título.

CDD 691

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Alisson de Sousa Belthodo Santos CRB1/ 2.266
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Douglas Antunes Mota

Matrícula: 20171011050084

Título do Trabalho: ANÁLISE DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA MORADIA UNIFAMILIAR:
Comparativo de custos com construções tradicionais

Autorização - Marque uma das opções

1. (X) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. () Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. () Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- () O documento está sujeito a registro de patente.
() O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
() Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia, 08/03/2021.
Local Data

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Douglas Antunes Mota

ANÁLISE DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA MORADIA UNIFAMILIAR:

Comparativo de custos com construções tradicionais

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação de Engenharia Civil do Instituto
Federal de Educação Ciência e Tecnologia de
Goiás, Campus Goiânia, como parte dos
requisitos necessários para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 04 de março de 2021.


Patrícia Layne Alves Traldi, Dra. (IFG)
(Orientadora)


Cláudio Marra Alves, Me. (IFG)


Matilde Batista Melo, Me. (IFG)

Goiânia, GO
2021

RESUMO

ANÁLISE DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA MORADIA UNIFAMILIAR -

Comparativo de custos com construções tradicionais

AUTOR: Douglas Antunes Mota

ORIENTADORA: Patrícia Layne Alves Traldi

O crescimento populacional, associado ao rápido desenvolvimento urbano, evidencia uma série de problemas ambientais, como a crise energética, os padrões insustentáveis de consumo da sociedade e os impactos decorrentes da geração e descarte de resíduos sólidos, etc. No Brasil, a indústria da construção civil é uma das principais atividades econômicas e geradoras de emprego e representa uma das atividades humanas que mais causa impactos ambientais. Assim, ao pensar sobre sua importância no cenário nacional, justifica-se a implantação de práticas sustentáveis visando reduzir os efeitos da prática da construção civil no meio ambiente. Nota-se uma crescente preocupação com as questões ambientais nas diversas esferas da sociedade, fazendo com que um dos principais desafios do séc. XXI seja assegurar o desenvolvimento econômico reduzindo os impactos ambientais. A busca por soluções ecologicamente corretas e sustentáveis têm se tornado praxe no dia a dia de empresas de grande porte, principalmente voltado para construção comercial. No entanto, na esfera de construções residenciais, a implementação de técnicas e tecnologias sustentáveis ainda se encontra consideravelmente defasada. Desta forma, com o desenvolvimento deste trabalho, buscou-se levantar as principais soluções e tecnologias sustentáveis utilizadas atualmente e avaliar os custos para implementação das mesmas à um projeto de residência unifamiliar. Pôde-se observar que, seja pelo avanço ou difusão das tecnologias empregadas, grande parte destas vêm apresentando uma redução nos custos de implementação. Apesar do atraso na inserção destas tecnologias no setor da construção residencial, os avanços se mostram promissores, vislumbrando-se a possibilidade de maior utilização destas mesmo em projetos de pequeno porte.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Soluções sustentáveis. Custos.

ABSTRACT

ANALYSIS OF SUSTAINABLE SOLUTIONS FOR SINGLE-FAMILY HOME:

Cost comparison with traditional buildings

AUTHOR: Douglas Antunes Mota

ADVISOR: Patrícia Layne Alves Traldi

The population growth, plus a rapid urban development, highlights a series of environmental problems, such as the energy crisis, society's unsustainable consumption patterns and the impacts resulting from the generation and disposal of solid waste, etc. In Brazil, the construction industry is one of the main economic and job-creating activities, but also represents one of the human activities that most causes environmental damages. Thus, when thinking about its importance in the economic sector, in order to reduce the negative effects of the practice of civil construction on the environment, the implementation of sustainable practices is justified. There is a growing concern about environmental issues in different spheres of society, making one of the main challenges of the XXI century to ensure economic development and as the same time minimize environmental damages. The search for ecologically and sustainable solutions has become a daily procedure of large companies, especially those aimed at commercial construction. However, in the sphere of residential constructions, the implementation of sustainable techniques and technologies is still considerably out of date. Thus, by doing this research, we sought to find the main sustainable solutions and technologies being used and analyze the costs for implementing them in a single-family residence project. It was observed that, either due to the advancement or diffusion of the technologies used, most of these have been showing a reduction in costs. Despite the delay on the insertion of these technologies in the residential construction sector, the advances are promising, with the possibility of bigger use of these even in small projects.

Keywords: Sustainability. Sustainable solutions. Costs.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Conforto Humano.....	32
Figura 2 - Fontes de luz natural que alcançam o edifício	35
Figura 3 - Etapas de fabricação de tijolos de solo-cimento	37
Figura 4 - Modelos de tijolo solo-cimento	37
Figura 5 - Construção de moradia em container	41
Figura 6 - Aplicação de argamassa de argila	44
Figura 7 - Estrutura de bambu	46
Figura 8 - Madeira plástica.....	48
Figura 9 - Tintas naturais	51
Figura 10 - Aplicação de lã de PET em sistema Drywall	53
Figura 11 - Telha de embalagem Tetra Park.....	55
Figura 12 - Telha de fibras vegetais	56
Figura 13 - Telha de plástico reciclado.....	56
Figura 14 - Telha de taubilha	57
Figura 15 - Cobertura verde	59
Figura 16 - Diferença de espessuras do substrato na construção extensiva, semi-intensiva e intensiva, respectivamente	60
Figura 17 - Cobertura da prefeitura de São Paulo.....	61
Figura 18 - Esquema de funcionamento de sistema de aproveitamento de água de chuva	63
Figura 19 - Esquema de geração de energia fotovoltaico	68
Figura 20 - Modelos de lâmpada LED	70
Figura 21 - Planta baixa do projeto base.....	73
Figura 22 - Modelo simplificado do projeto base Exterior	78
Figura 23 - Modelo simplificado do projeto base Sala e Cozinha	79
Figura 24 - Modelo simplificado do projeto base Quarto e Banheiro	80
Figura 25 - Planta baixa projeto modular.....	83
Figura 26 - Modelo simplificado do projeto alterado Exterior	87
Figura 27 - Modelo simplificado do projeto alterado Sala e Cozinha	88
Figura 28 - Modelo simplificado do projeto alterado - Quarto e Banheiro	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tipos e dimensões de tijolos de solo-cimento	38
Tabela 2 - Vantagens e desvantagens do tijolo solo-cimento	38
Tabela 3 - Dimensões de containers Dry Standard e Dry High Cube	41
Tabela 4 -Vantagens e desvantagens da construção com containers	42
Tabela 5 - Planilha orçamentária projeto base	93
Tabela 6 - Composição de custo serviço de alvenaria	102
Tabela 7 - Composição de custo serviço de pintura com tinta mineral	102
Tabela 8 - Composição de custo serviço de telhamento com telha Tetrapak	103
Tabela 9 - Composição de custo serviço de cumeeira para telha Tetrapak.....	104
Tabela 10 - Planilha orçamentária projeto sustentável	104
Tabela 11 - Planilha orçamentária implementação de sistema de geração fotovoltaico	111
Tabela 12 - Composição de custo aquisição e instalação de cisterna vertical.....	112
Tabela 12 - Composição de custo aquisição e instalação de cisterna vertical... Erro!	
Indicador não definido.	
Tabela 13 - Planilha orçamentária implementação de sistema de captação e reuso de água.....	113
Tabela 14 - Comparativo de custos por serviço	115
Tabela 15 - Custo final	116

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVO GERAL.....	13
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2	SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	14
2.1	SUSTENTABILIDADE E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	14
2.2	IMPACTOS AMBIENTAIS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL .	19
2.3	CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS.....	23
3	SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS	30
3.1	PROJETO SUSTENTÁVEL.....	30
3.2	MATERIAIS E TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS	36
3.2.1	Tijolo Solo-Cimento	36
3.2.2	Containers	40
3.2.3	Argamassa de Argila	43
3.2.4	Bambu	45
3.2.5	Madeira Plástica.....	47
3.2.6	Tinta Ecológica	50
3.2.7	Isolamento Ecológico	52
3.2.8	Telha Ecológica.....	54
3.2.9	Telhado Verde	58
3.2.10	Sistema de Coleta de Águas Pluviais.....	62
3.2.11	Sistema de Reaproveitamento de Água	65
3.2.12	Sistemas de Geração Fotovoltaico.....	66
3.2.13	Lâmpadas LED.....	69
4	IMPLEMENTAÇÃO DE TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS EM HABITAÇÃO UNIFAMILIAR	71

4.1 PROJETO BASE	71
4.2 TÉCNICAS CONVENCIONAIS DO PROJETO BASE	72
4.3 TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS IMPLEMENTADAS AO PROJETO BASE	
81	
5 ANÁLISE DE CUSTOS	90
5.2 SOLUÇÕES CONVENCIONAIS.....	93
5.2 SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS	100
5.3 ANÁLISE E CONSIDERAÇÕES.....	113
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	119
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
REFERÊNCIAS DE IMAGENS E TABELAS	131
IMAGENS	131
TABELAS	133
APÊNDICE A – PROJETO DE RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR ALTERADO	134
ANEXO A – MHCDCh - MODELO DE PROJETO BÁSICO	140
ANEXO B – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA MHCDCh	150
ANEXO C – PLANILHA TOTAL DE CUSTOS DA UNIDADE HABITACIONAL PARA MHCDCh	173
ANEXO D – MANUAL PRÁTICO - TIJOLO ECOLÓGICO MODULAR ECO PRODUÇÃO	177

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade é um conceito complexo que, segundo vários autores, ainda é bastante novo. Surgiu publicamente após o início da discussão sobre o desenvolvimento sustentável no final da década de oitenta e segundo registro do Relatório de Brundtland, elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, “o desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1987, p. 46).

Já a ideia de construções sustentáveis surgiu por volta da década de 70, após as primeiras crises do petróleo, porém demorou um pouco mais para chegar ao Brasil (KAVA, 2011). Esta, preconiza um modelo construtivo em que as intervenções sobre o meio ambiente se dão de forma saudável, adaptando-o para suas necessidades de uso, produção e consumo humano, sem esgotar os recursos naturais, preservando-os para as gerações futuras.

O crescimento populacional, associado ao rápido desenvolvimento urbano, têm evidenciado uma série de problemas ambientais, como a crise energética, os padrões insustentáveis de consumo da sociedade e os impactos decorrentes da geração e descarte de resíduos sólidos, etc. Assim, ao pensar sobre a importância da construção civil no cenário nacional, justifica-se a implantação de práticas sustentáveis visando reduzir os efeitos de sua prática no meio ambiente.

Para Leite (2011, p.4), “a construção civil é hoje um dos mais importantes setores da economia brasileira e seu crescimento traz consigo toda uma cadeia de empresas ligadas a produção de insumos e serviços”. No Brasil, a indústria da construção civil é uma das principais atividades econômicas e geradoras de emprego, representando cerca de 3,17%, cerca de R\$ 230 milhões, de participação no Produto Interno Bruto (PIB) em 2019 (dados retirados da planilha de Contas Nacionais Trimestrais do IBGE, 2020). No entanto, é uma das atividades humanas que mais causa impactos ambientais.

Com uma preocupação cada vez mais crescente, profissionais de diversas áreas têm estudado e pesquisado soluções que possam contribuir para a redução dos impactos causados na natureza. Atualmente, têm-se buscado trabalhar o uso de soluções tecnológicas inteligentes para promover o bom uso e a economia de recursos finitos (água e energia elétrica), a redução da poluição e a melhoria da qualidade do ar no ambiente interno e o conforto de seus moradores e usuários. Já existem no mercado diversos recursos e soluções que podem ser empregados e reutilizados na construção de residências sustentáveis, aplicáveis nas diversas etapas da construção.

Um empreendimento pode ser considerado com bom desempenho ambiental quando consegue minimizar ou mesmo eliminar seus impactos negativos no meio ambiente e em seus usuários. Esta redução pode ser avaliada, de maneira geral, sob 5 enfoques: planejamento sustentável da área construída; economia de água e eficiência quanto a seu uso; eficiência energética e emprego de energia renovável; conservação de materiais e fontes de recursos; e qualidade do ambiente no interior da casa (DEGANI; CARDOSO, 2002).

Levando em consideração a relevância da construção civil no cenário mundial e o impacto por ela causado nota-se uma urgência em se adotar medidas construtivas mais sustentáveis. Dentre as principais vantagens das construções sustentáveis encontram-se a economia de energia, de água e de matérias-primas. No entanto, ainda é forte a ideia de que a geração de soluções que aliam o conceito de sustentabilidade com o emprego de alta tecnologia acarreta altos custos financeiros. O desconhecimento das tecnologias, por parte de profissionais e usuários, dificulta a inserção e disseminação de novas tecnologias no mercado construtivo, principalmente relacionadas às construções de pequeno porte. Desta forma, um dos principais desafios do séc. XXI é assegurar o desenvolvimento econômico reduzindo os impactos ambientais.

De acordo com o Tribunal de Contas da União Brasil (2014, p.15):

O estudo de viabilidade consiste em análises e avaliações de alternativas para a concepção da obra e de seus componentes e instalações. Nessa etapa, urge analisar e escolher a melhor solução que responda ao programa de necessidades sob o aspecto legal, técnico, econômico, social e ambiental. Também devem ser definidos métodos, prazos de execução e analisada a compatibilidade entre os recursos disponíveis e a necessidade a ser satisfeita.

Assim, as análises de viabilidade são fundamentais para auxiliar na tomada de decisões, auxiliando a determinar se vale a pena, ou não, investir em um projeto em questão. Para além das vantagens ambientais, do ponto de vista econômico-financeiro busca-se avaliar se o projeto em questão vai se aplicar ao mercado e se o retorno valerá o investimento. Segundo Sousa (2012, p. 38), “essas vantagens podem não ser evidenciadas a curto prazo face ao custo que o processo poderá ou não introduzir em relação à construção do edifício, mas seguramente a médio ou a longo prazo será uma aposta vantajosa”.

Propõe-se, então, neste trabalho buscar dentro do tema de Construção Sustentável, recursos e soluções que possam ser empregados na construção de residências unifamiliares sustentáveis e, posteriormente, traçar um comparativo de custo entre o emprego de técnicas e tecnologias sustentáveis e as utilizadas nas construções consideradas tradicionais.

Na fase de levantamento bibliográfico foram utilizadas fontes de pesquisa primárias e secundárias tais como artigos científicos, teses, monografias, capítulos de livros, etc., disponíveis em meio físico e/ou digital, além da consulta em fontes digitais de informações, sites científicos e de empresas especializadas, relacionados com os temas abordados. Os dados levantados podem ser encontrados no capítulo 2, onde abordou-se o conceito de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, sua evolução, e buscou-se levantar um panorama de sua inserção no mercado da construção civil; e no capítulo 3, onde buscou-se levantar as principais soluções e tecnologias sustentáveis disponíveis e aplicadas atualmente, suas vantagens e desvantagens; a partir destes dados pôde-se

Para o desenvolvimento prático deste trabalho utilizou-se como base o projeto técnico de uma habitação unifamiliar de dois quartos disponibilizado pela Fundação Nacional de Saúde (Funasa), órgão do Ministério da Saúde, por meio do programa de Melhorias Habitacionais para o Controle da Doença de Chagas, lançado em 2013.

Levando-se em consideração o levantamento teórico realizado, buscou-se, no capítulo 4, analisar o projeto base e propor melhorias e implementação de técnicas sustentáveis a este, substituindo os processos tradicionais propostos pela Funasa por estes, nas diferentes etapas construtivas, buscando manter-se as características básicas de arquitetura e dimensionamento do projeto original.

Posteriormente, no capítulo 5, elaborou-se a planilha de custos para a execução do projeto base e planilha equivalente para os gastos com implementações de técnicas sustentáveis, tomando como base para tal as tabelas SINAPI para o estado de Goiás. Os custos das composições de serviços não disponíveis na tabela SINAPI foram calculadas levando-se em consideração os valores dos insumos adquiridos por meio de orçamento diretamente com os fornecedores.

A partir das planilhas de custos desenvolvidas para ambos os casos, pode-se comparar, para além do quesito socioambiental, a viabilidade econômica da implementação de técnicas sustentáveis. Ao final, apresentar-se-á as conclusões e resultados obtidos durante a realização deste trabalho.

1.1 OBJETIVO GERAL

Tem-se como objetivo principal analisar os custos e a viabilidade para implementação de materiais e soluções sustentáveis em uma habitação unifamiliar.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar materiais, técnicas e processos sustentáveis aplicáveis à construção de habitações unifamiliares;
- Comparar os custos de uma obra de habitação unifamiliar sustentável e não sustentável (tradicional);
- Mostrar os benefícios que a adoção de soluções sustentáveis proporciona ao meio ambiente e aos usuários.

2 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.1 SUSTENTABILIDADE E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A deterioração sofrida pelo meio ambiente, decorrente da ação humana, tornou-se uma preocupação frequente no cotidiano das pessoas em várias partes do mundo. Assuntos como aquecimento global e reciclagem são apresentados e discutidos quase que diariamente em diversos meios.

Estes fatores geraram inúmeros debates sobre a concepção e objetivos da sustentabilidade. De acordo com Rocha (2011, p.14),

a noção da sustentabilidade nasceu a partir da noção dos limites do uso produtivo de estoques físicos renováveis (ritmos de regeneração), dos recursos não renováveis (substitutos a serem achados). Vale salientar então que a finitude dos recursos deve ser vista da exploração dos recursos renováveis e não renováveis onde a base tecnológica é a dos parâmetros do consumismo ocidental.

O termo sustentabilidade passou a dominar grande parte do discurso de diferentes setores da sociedade, sendo usado para dar força ao antigo desejo filosófico de uma sociedade mais humana. Mas, acredita-se que a sustentabilidade é alcançada através de um modelo de desenvolvimento que busca o equilíbrio entre aspectos socioculturais, econômicos e ambientais, e este modelo deve ser entendido dentro da coerência de uma revisão histórica que destaca a importância da construção civil dentro do processo (MOTTA, 2009).

A ideia de “desenvolvimento sustentável” surgiu inicialmente a partir dos estudos da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre as mudanças climáticas, como uma resposta para a crise ambiental pela qual o mundo passava a partir de meados do século XX. Conforme Castro e Nunes (2008), a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano, realizada em Estocolmo em 1972, pode ser apontada como o primeiro movimento concreto para se discutir sobre o meio ambiente, desenvolvimento e o impacto da economia sobre o meio ambiente.

Em 1987 na Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), também conhecida como Comissão de Brundtland, foi desenvolvido um relatório que ficou conhecido como “Nosso Futuro Comum”. Neste relatório estão contidas informações colhidas pela comissão durante três anos de pesquisa e análise, destacando-se as questões sociais, principalmente no que se refere ao uso da terra, sua ocupação, suprimento de água, abrigo e serviços sociais, educativos e sanitários, além da administração do crescimento urbano.

Neste relatório da CMMAD está presente a primeira definição de desenvolvimento sustentável, afirmando que este se refere ao atendimento às necessidades do presente, sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs. It contains within it two key concepts:

1. the concept of 'needs', in particular the essential needs of the world's poor, to which overriding priority should be given; and
2. the idea of limitations imposed by the state of technology and social organization on the environment's ability to meet present and future needs¹ (BRUNDTLAND, 1987, p.43)

Para Barbosa (2008) apesar de podermos considerar este um conceito ainda questionável, por não definir quais são as necessidades do presente nem quais seriam as necessidades do futuro, o relatório de Brundtland chamou atenção do mundo sobre a necessidade de encontrar novas formas de desenvolvimento econômico, sem redução dos recursos ambientais e preservação do meio ambiente, além de definir três princípios básicos a serem cumpridos: desenvolvimento econômico, proteção ambiental e equidade social.

O desenvolvimento econômico sustentável está ligado à ideia de que um empreendimento seja capaz de produzir, distribuir e oferecer seus produtos ou serviços de forma a estabelecer uma relação de competitividade justa em relação aos

¹ Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades. Ele contém dois conceitos principais: 1. o conceito de 'necessidades', em particular as necessidades essenciais dos pobres do mundo, às quais deve ser dada prioridade; e 2. a ideia de limitações impostas pelo estado da tecnologia e organização social à capacidade do ambiente de atender às necessidades presentes e futuras (Tradução pelo autor).

demais concorrentes do mercado. Além disso, seu desenvolvimento econômico não deve existir às custas de um desequilíbrio nos ecossistemas a seu redor.

Equidade social diz respeito a todo capital humano que está, direta ou indiretamente, relacionado às atividades desenvolvidas por um empreendimento. Isso inclui, além de seus funcionários, seu público-alvo, seus fornecedores, a comunidade e seu entorno, e a sociedade em geral. Busca proporcionar um ambiente que estimule a criação de relações de trabalho legítimas e saudáveis, além de favorecer o desenvolvimento pessoal e coletivo dos direta ou indiretamente envolvidos.

A proteção ambiental está diretamente ligada a todas as condutas que possuam, direta ou indiretamente, algum impacto no meio ambiente, seja a curto, médio ou longo prazos. Deve-se buscar, em primeiro lugar, minimizar ao máximo os impactos ambientais negativos causados pela produção industrial.

Desta forma, o relatório da Comissão Brundtland buscou relacionar várias medidas a serem adotadas pelos países para promover e garantir um desenvolvimento sustentável, tais como: limitação do crescimento populacional; garantia de recursos básicos (água, alimentos, energia) a longo prazo; preservação da biodiversidade e dos ecossistemas; diminuição do consumo de energia e desenvolvimento de tecnologia com uso de fontes energéticas renováveis; aumento da produção industrial nos países não-industrializados com base em tecnologias ecologicamente adaptadas; controle da urbanização desordenada e integração entre campo e cidades menores; atendimento das necessidades básicas (saúde, escola, moradia).

Mesmo assim, o referido relatório foi amplamente criticado por apresentar como causa de insustentabilidade do planeta, principalmente, o descontrole populacional e a miséria dos países subdesenvolvidos, colocando somente como fator secundário a poluição ocasionada nos últimos anos pelos países desenvolvidos (BARBOSA, 2008, p. 3).

Para Araújo (2009) o termo sustentabilidade pode ser definido como uma situação que se deseja permitir a continuidade da existência humana e da sociedade, ou como uma busca por integrar aspectos econômicos, culturais, sociais e ambientais da sociedade humana com uma principal preocupação de se preservar, para que a habilidade e a capacidade das gerações futuras, além dos limites do planeta, não sejam comprometidas.

Nas décadas seguintes à realização da CMMAD, foram realizadas diversas conferências mundiais, como a realizada no Rio de Janeiro em 1992 (Rio 92). Esta teve como objetivo buscar meios de conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a conservação e proteção dos ecossistemas da Terra.

A partir do documento desenvolvido na Conferência Rio 92, denominado Agenda 21, foi firmado o conceito de desenvolvimento sustentável que posteriormente passou a ser incorporado em outras agendas mundiais de desenvolvimento e de direitos humanos. A Agenda 21 pode ser definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. É considerado atualmente um dos documentos mais complexos sobre propostas para atingir o desenvolvimento humano sustentável, apontando as bases para ações, os objetivos, as atividades e os meios de implementação de planos, programas e projetos direcionados à melhoria da qualidade de vida e às questões relativas à conservação e gestão de recursos para o desenvolvimento sustentável (UNCED, 1992).

O processo de desenvolvimento da Agenda 21 Brasileira se deu entre os anos de 1996 a 2002. Foi coordenado pela Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional (CPDS) e teve o envolvimento de cerca de 40.000 pessoas de todo o Brasil. A partir de 2003 a Agenda 21 Brasileira entrou na fase de implementação assistida pela CPDS. Entre as conquistas da Agenda 21 no Brasil pode-se citar a criação de Agendas 21 nos municípios, a ampliação da CPDS através do Decreto Presidencial de 03 de fevereiro de 2004, a formação de gestores municipais e ONG's em todo o país e sua inclusão no Plano Plurianual do Governo Federal (PPA) com o objetivo de assegurar a implementação das ações prioritárias da Agenda 21 brasileira.

Ao longo do tempo, muitas definições de desenvolvimento sustentável foram propostas, agregando conceitos tanto do Relatório de Brundtland quanto da Agenda 21. Passou-se a buscar uma abordagem multidisciplinar que tanto expandisse a abrangência da dimensão econômica quanto englobasse a dimensão ambiental e social. Percebeu-se a necessidade de expandir a noção de sustentabilidade ainda

mais, lidando com os três aspectos interatuantes: ambiente físico, organizações sociais e processos econômicos (SILVA, 2003).

Sachs (1993), no entanto, apresenta como sendo cinco as dimensões do que se pode chamar de desenvolvimento sustentável:

- A sustentabilidade social – criação de um processo de desenvolvimento sustentado por uma civilização com maior equidade na distribuição de renda e de bens, de modo a reduzir a diferença entre os padrões de vida de grupos sociais.
- A sustentabilidade econômica – alcançada através da gestão e utilização mais eficientes dos recursos e de um fluxo constante de investimentos públicos e privados.
- A sustentabilidade ecológica – alcançada através do aumento da capacidade de utilização dos recursos, limitação do consumo dos combustíveis fósseis e dos produtos facilmente esgotáveis e não renováveis, redução da geração de resíduos e da poluição, bem como reutilização e reciclagem dos recursos limitados.
- A sustentabilidade espacial – dirigida para obtenção de uma configuração e distribuição tipo rural e urbana mais equilibrada e uma melhor e mais planejada distribuição geográfica dos grupos sociais, do patrimônio a edificar e da localização das novas atividades econômicas.
- A sustentabilidade cultural – procura por raízes endógenas de processos de modernização e de sistemas agrícolas integrados, que facilitem a geração de soluções específicas para o local, o ecossistema, a cultura e a área.

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2008) apresenta, em uma definição mais ampla, sustentabilidade como sendo o conceito que integra “aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana com a preocupação principal de preservá-los, para que os limites do planeta, a habilidade e a capacidade das gerações futuras não sejam comprometidas” (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2008, p.13).

Apesar dos diversos estudos na área, segundo Barbosa (2008) o conceito ainda não se encontra completamente consolidado e ainda se encontra em construção. Para Veiga (2005), o desenvolvimento sustentável é considerado um enigma que pode ser dissecado, mesmo que ainda não resolvido. O autor defende que o conceito de desenvolvimento sustentável é uma utopia para o século XXI, apesar de defender a necessidade de se buscar um novo paradigma científico capaz de substituir os paradigmas do “globalismo”.

No âmbito da construção, o tema da sustentabilidade vem influenciando abordagens de projeto na arquitetura contemporânea e conta com iniciativas e exemplos nas mais diversas condições urbanas e ambientais. Extrapolando as questões de conforto ambiental e suas relações com a eficiência energética, recursos para a construção e operação do edifício, como materiais, energia e água, fazem parte das variáveis que vêm sendo exploradas, com especial atenção na formulação de propostas de menor impacto ambiental.

2.2 IMPACTOS AMBIENTAIS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Entende-se por impactos ambientais quaisquer resultados nocivos da interação do ser humano com o meio ambiente, por exemplo, poluição do solo e da atmosfera terrestre, contaminação de lençóis freáticos, aquecimento global, etc. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de acordo com o Artigo 1º da Resolução nº1, de 23 de janeiro de 1986, define impacto ambiental como sendo

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).

Conforme Roth e Garcia (2009, p.114),

atualmente, o modelo de construção civil praticado no Brasil, em toda a sua cadeia de produção, ocasiona vários prejuízos ambientais, pois, além de utilizar, amplamente, matéria-prima não renovável da natureza e consumir elevadas quantidades de energia, tanto na extração quanto no transporte e processamento dos insumos, é também perdulário no uso dos materiais e considerado grande fonte geradora de resíduos dentro da sociedade.

Desde o consumo de recursos naturais para a produção de insumos para o canteiro de obras, passando por mudanças de solo, áreas de sol e vegetação, até os reflexos no aumento no gasto de energia elétrica, por exemplo, muitos destes impactos são decorrentes de processos produtivos ineficientes e ultrapassados, do consumo indiscriminado e impensado de materiais, da falta de projetos ou compatibilização destes, entre outros fatores. Vários desses impactos, no entanto, acabam sendo necessários para que essa indústria continue contribuindo com o desenvolvimento do país e de suas tecnologias. Mesmo assim, grande parte poderia ser evitado, ou pelo menos amenizado, com planejamento e adoção de mudanças nos processos construtivos.

Franco (2017) aponta que os principais impactos ambientais causados pelas atividades da construção civil são o alto consumo de água e energia, o consumo de recursos naturais, a alta emissão de gases efeito estufa, além da geração de resíduos em todas as suas etapas. Segundo o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS, 2007) a construção civil é o setor de atividades que mais contribuem com o consumo de recursos naturais e utilização de energia de forma intensiva.

De acordo com Mendes (2015):

Estima-se internacionalmente que entre 40% e 75% dos recursos naturais existentes são consumidos por esse setor, resultando assim em uma enorme geração de resíduos. Só no Brasil, a construção gera cerca de 25% do total de resíduos da indústria.

Esses resíduos, provenientes da construção e/ou demolição, geralmente são inertes, permanecendo durante longo tempo na natureza. Além disso, impactos são causados quando dispostos de maneira ilegal, dada ineficiência ou inexistência de políticas públicas que disciplinam e ordenam os fluxos da destinação dos resíduos, e/ou devido ao descompromisso dos geradores no manejo e destinação dos resíduos. Essa disposição errônea pode causar obstrução de córregos e enchentes, proliferação de agentes transmissores de doenças, obstrução de vias prejudicando circulação de

peças e veículos, degradação das áreas de manancial e de proteção permanente, assoreamento de rios e córregos, obstrução dos sistemas de drenagem, tais como piscinões, galerias e sarjetas, além da degradação visual causada quanto à paisagem urbana.

Portanto, “[...] considerando a necessidade de implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil [...]” e “[...] considerando que a disposição de resíduos da construção civil em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental [...]” (CONAMA, 2002) o CONAMA instituiu em 2002, a resolução nº 307 na qual busca estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais, uma vez que os resíduos da construção civil representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas e são os principais agentes de degradação ambiental nestes.

Por ser um dos principais geradores de desenvolvimento do país e diante de tamanhos resultados, este setor tornou-se pauta nas discussões sobre sustentabilidade. As formas de produção com o uso de recursos naturais do planeta e a quantidade de resíduos deixados pelas construções de grande porte estão entre os temas mais abordados.

Observando a importância da construção civil no cenário nacional, justifica-se a implantação de práticas sustentáveis visando reduzir os efeitos de sua prática no meio ambiente. Desta forma, percebe-se que, “com uma preocupação cada vez mais crescente os profissionais da engenharia civil vêm estudando e pesquisando soluções que possam contribuir para a redução dos impactos causados na natureza” (MÁXIMO; DALRI, 2017, p.12), tornando um dos principais desafios do séc. XXI assegurar o desenvolvimento econômico reduzindo os impactos ambientais.

Aos poucos, as empresas têm modificado sua forma de produzir e gerir suas obras, introduzindo progressivamente agendas de sustentabilidade, buscando, em cada obra, soluções que sejam economicamente relevantes e viáveis para o empreendimento. Nesse contexto, a sustentabilidade se desenvolve como um conceito que estimula o mercado a adotar um novo olhar e a buscar formas inovadoras

para lidar com as empresas, os negócios e os empreendimentos, gerando resultados para os acionistas, os colaboradores, o meio ambiente e a sociedade.

No entanto, ainda se observa que uma das maiores falhas é a falta de consciência ecológica na indústria da construção, resultando em grandes danos ambientais, agravados pela enorme demanda por novas habitações. Uma ação visando a diminuição do impacto envolveria mudar a cultura empresarial do setor de construção e maneira de agir.

Segundo Tonasse (2017, p.19),

no primeiro momento não é preciso investir em novas tecnologias nem mudar algumas técnicas usadas no momento. Basta querer investir em mudança na cultura dos colaboradores, gerando assim uma redução das perdas e da geração de entulho. Embora uma ação barata e sem investimentos financeiros, essa simples ação leva muito tempo para ser desenvolvida por todos envolvidos no processo.

Diante das pressões para a absorção de mudanças em processos produtivos para que se tornem mais eficientes, mais responsáveis ambiental e socialmente e com maior desempenho ambiental, o setor da construção tem buscado desenvolver e adequar tecnologias e materiais mais sustentáveis. A busca por produtividade é o grande desafio da construção civil atual. Essa busca se traduz, basicamente, em reduzir o desperdício em todos os sentidos: recursos humanos, materiais empregados na obra, equipamentos ociosos e, também, resíduos que possam ser evitados. Para isso, as empresas têm reforçado, principalmente, o planejamento e gerenciamento de todas as atividades que desenvolvem.

Buscando um novo modelo de construção, surge o conceito de construção sustentável, seguindo a ideia de que o mundo possui recursos finitos que não estão sendo utilizados de maneira adequada e que deve haver a descontinuidade desse comportamento. Esta pode ser obtida com diversos recursos tecnológicos, uso de materiais alternativos e com o planejamento e acompanhamento de profissionais especializados, levando em conta o ciclo de vida completo de uma construção, desde a escolha dos materiais até o processo de demolição e reciclagem.

2.3 CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

A busca em se definir e parametrizar o que venha a ser ou se considerar uma construção como sustentável permeia a ideia de que uma edificação, vista em todo o seu ciclo de vida, gera empregos, renda e impostos, mas também resíduos, consome energia, materiais e produtos, emite gás carbônico na atmosfera. Sendo assim tem um grande potencial no que diz respeito a implementação efetiva do desenvolvimento sustentável.

Segundo Gonçalves e Duarte (2006, p.52),

no final da década de 1980 e início da década de 1990, as questões de sustentabilidade chegaram à agenda da arquitetura e do urbanismo internacional de forma incisiva, trazendo novos paradigmas, com destaque para o contexto europeu. O tema chegou com maior ênfase pela vertente ambiental, como decorrência das discussões internacionais na década de 1970. As atenções estavam voltadas tanto para as consequências de uma crise energética de dimensões mundiais como para o impacto ambiental gerado pelo consumo da energia de base fóssil, somados às previsões e alertas a respeito do crescimento da população mundial e o inevitável crescimento das cidades e de suas demandas por todos os tipos de recursos.

Embora seja um conceito relativamente novo na engenharia civil, a ideia de “construção sustentável” vem ganhando cada vez mais destaque e tem sido aplicada ao projeto de qualquer natureza, indo desde pequenas casas populares até a construção de grandes prédios, fábricas, hospitais, condomínios, bairros e almejando cidades inteiras. Baseia-se na ideia de que a construção faça uso de materiais, métodos e tecnologias de forma a minimizar os impactos ambientais, suprir as necessidades da sociedade, reduzir os danos ao meio ambiente buscando suprimir ou controlá-los desde a etapa de avaliação e planejamento da obra.

Grebrim (2011, p. 19) afirma que,

as construções sustentáveis promovem intervenções sobre o meio ambiente, com o objetivo de não esgotar os recursos naturais, preservando-os para as gerações futuras. Esse modelo de construção utiliza materiais e soluções, que promovem a redução da poluição, o bom uso e a economia dos materiais, água e de energia além do conforto e salubridade de seus usuários.

Para o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2020) a construção sustentável compreende um conjunto de medidas adotadas durante todas as etapas da obra que

visam à sustentabilidade da edificação. Por meio destas medidas seria possível minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente e promover a economia dos recursos naturais e a melhoria na qualidade de vida de seus ocupantes. Ressalta também que uma obra sustentável considera todo o projeto, iniciando pela sua pré-construção onde deve ser analisado o ciclo de vida do empreendimento e os materiais que serão usados no mesmo, sendo organizados os cuidados com geração de resíduos e minimização do uso de matéria-prima com o reaproveitamento de materiais durante a execução da obra até o tempo de vida útil da obra e a sustentabilidade de sua manutenção (MMA, 2020).

Conforme Degani e Cardoso (2002) o ciclo de vida de uma edificação contempla as etapas de:

- Planejamento - fase inicial na qual o empreendimento está sendo concebido. Nessa etapa são realizados estudos de sua viabilidade física, econômica e financeira, além de estarem sendo elaborados os seus projetos e especificações, e ainda a programação do desenvolvimento das atividades construtivas;
- Implantação - é a fase da construção propriamente dita. Nesta etapa deve-se observar os métodos construtivos empregados, os insumos utilizados, a correta execução dos serviços no canteiro de obras, e o descarte dos entulhos gerados durante a construção;
- Uso - fase de operação do empreendimento. É a etapa em que o mesmo é ocupado por seus usuários. Deve-se atentar às formas de utilização da construção por estes e suas relações com o meio, seus comportamentos e expectativas para com a edificação;
- Manutenção - fase cuja atividade tem origem na necessidade de reposição de componentes que atingiram o final de sua vida útil e de manutenção de equipamentos e sistemas, ou então na necessidade de correção de falhas de execução, patologias, ou ainda para a modernização do empreendimento e sua adequação à alterações de comportamento do usuário ou à sua finalidade. Do mesmo modo que na fase de implantação, os insumos utilizados, a forma de execução dos serviços e o descarte dos resíduos gerados, geram grande impacto na sustentabilidade do empreendimento;

- Demolição - é a fase de inutilização do edifício através de um processo de desmonte. Nesta etapa, o principal ponto a se observar seria a destinação dos entulhos decorrentes do desmonte, sua separação para reciclagem e/ou descarte em locais adequados.

Para Leite (2011, p. 8), “é preciso pensar a construção no que diz respeito a sua questão econômica, social e ambiental de forma conjunta, só assim se atinge de fato a sustentabilidade”. Assim, buscando integrar a ideia de sustentabilidade em seus processos, os diferentes setores da sociedade passaram a reinterpretar a Agenda 21 para seus contextos específicos, considerando suas agendas locais e setoriais. No âmbito da construção civil, as interpretações mais relevantes foram a *Agenda Habitat II* de 1996, *CIB Agenda 21 on Sustainable Construction* em 1999, e *Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries* de 2002 (SILVA, 2003), e mais recentemente, os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), propostos pela ONU em 2015, denominada Agenda 2030, dos quais nove deles podem, diretamente, ser atingidos com a colaboração das construções sustentáveis (CZERWINSKA, 2019).

Também a sociedade civil, investidores, financiadores e consumidores têm passado a incorporar cada vez melhores práticas ambientais em suas demandas e, assim, vem crescendo as exigências de que empresas levem em consideração o impacto ambiental e social em todas as suas atividades. Neste cenário observa-se que empresas e profissionais que enfrentam tais desafios estarão, certamente, mais preparados para a realidade futura.

Conforme Perdiguer (2008, p. 17),

o tema da sustentabilidade tem influenciando nas abordagens de projeto na arquitetura contemporânea e conta com iniciativas e exemplos nas mais diversas condições urbanas e ambientais, como as questões de conforto ambiental e suas relações com a eficiência energética, recursos para a construção e operação do edifício, como materiais, energia e água, fazem parte das variáveis que vêm sendo exploradas, com especial atenção na formulação de propostas.

Segundo a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA) (2007) os princípios básicos de uma construção sustentável estão ligados, principalmente, às questões de:

- qualidade ambiental interna e externa,
- redução do consumo energético,
- redução dos resíduos,
- redução do consumo de água,
- aproveitamento de condições naturais locais,
- implantação e análise do entorno,
- reciclar, reutilizar e reduzir os resíduos sólidos, e
- inovação.

A AsBEA (2007, p. 2) ressalta também que:

[...] elaborar um projeto de arquitetura com melhor desempenho ambiental é projetar levando-se em conta o uso eficiente da energia, da água, de materiais certificados e renováveis, o aproveitamento de condições naturais locais, qualidade ambiental interna e externa dos edifícios, utilização consciente dos equipamentos e do edifício pelo usuário.

Atualmente, os desafios para o setor da construção são diversos, porém, em síntese, consistem na redução e otimização do consumo de materiais e energia, na redução dos resíduos gerados, na preservação do ambiente natural e na melhoria da qualidade do ambiente construído. Para tanto, o MMA (2020) recomenda: (i) mudança dos conceitos da arquitetura convencional na direção de projetos flexíveis com possibilidade de readequação para futuras mudanças de uso e atendimento de novas necessidades, reduzindo as demolições; (ii) busca de soluções que potencializem o uso racional de energia ou de energias renováveis; (iii) gestão ecológica da água; (iv) redução do uso de materiais com alto impacto ambiental; e (v) redução dos resíduos da construção com modulação de componentes para diminuir perdas e especificações que permitam a reutilização de materiais.

Com isso em mente, um empreendimento pode ser considerado com bom desempenho ambiental quando consegue minimizar ou mesmo eliminar seus impactos negativos no meio ambiente e em seus usuários. Segundo Degani e Cardoso (2002), esta redução pode ser avaliada, de maneira geral, sob 5 enfoques: planejamento sustentável da área construída; economia de água e eficiência quanto a seu uso; eficiência energética e emprego de energia renovável; conservação de materiais e fontes de recursos; e qualidade do ambiente no interior da edificação.

De acordo com Araújo (2020), as linhas-mestras que regem a construção sustentável são:

- Gestão da obra: análise do ciclo de vida da obra e materiais e estudo do impacto ambiental, aplicando critérios de sustentabilidade, como gestão de resíduos, consumo de energia para manutenção e reforma;
- Aproveitamento passivo dos recursos naturais: iluminação natural, conforto térmico e acústico, formação e interferências no clima e microclima;
- Qualidade do ar e do ambiente interior: criação de um ambiente saudável, respirável, não-selado, isento de poluentes, com uso de materiais biocompatíveis, naturais, que não liberem substâncias voláteis;
- Conforto termoacústico: se necessário utilizar tecnologias eco inteligentes para regular a temperatura e o som visando ao conforto do ser humano;
- Gestão de resíduos gerados pelo usuário: criação de área(s) para coleta seletiva do lixo e destinação de reciclagem;
- Eficiência energética: racionalização no uso de energia pública e se possível aproveitar as fontes de energia renováveis, como eólica e solar, e o emprego de dispositivos para conservação de energia;
- Gestão e economia da água: aplicação de sistemas e tecnologias que permitam redução no consumo da água, sistemas de reuso e recirculação da água utilizada na habitação para fins não-potáveis e aproveitamento da água da chuva para fins não-potáveis e até potáveis, dependendo do tratamento aplicado e da região estudada;
- Uso de ecoprodutos e tecnologias sustentáveis para todas as etapas da obra;

- Não-uso ou redução no uso de materiais condenados pela construção sustentável, potencialmente poluentes, como PVC, amianto, chumbo, alumínio, entre outros.

John (2000) defende que uma construção sustentável irá depender da escolha dos materiais e dos recursos a serem utilizados, que combinados com os devidos detalhamentos do projeto resultem em menores danos ao meio ambiente e visem maiores benefícios sociais dentro da viabilidade econômica disponível.

Observa-se que as tendências atuais em relação ao tema da construção sustentável vêm caminhando em duas direções. De um lado, centros de pesquisa em tecnologias alternativas pregam o resgate de materiais e tecnologias vernáculos, como o uso da terra crua, da palha, da pedra, do bambu, entre outros materiais naturais e pouco processados, a serem organizados em ecovilas e comunidades alternativas. De outro lado, empresários apostam em "empreendimentos verdes", com as certificações, tanto no âmbito da edificação quanto no âmbito urbano. No entanto, percebe-se que muitos edifícios rotulados como verdes refletem apenas esforços para reduzir a energia incorporada e são, em muitos outros aspectos, convencionais, tanto na aparência quanto no processo construtivo (MMA, 2020).

Para engenheiros, projetistas e construtores, ser sustentável está ligado, principalmente, à economia de energia, com a utilização de técnicas inovadoras. De fato, do ponto de vista tecnológico existe hoje uma série de recursos que podem ser empregados na construção de residências mais sustentáveis. A diversidade relacionada às condicionantes de uma obra são inúmeras e consequentemente não existe uma única solução para tornar real a construção sustentável. Porém, a geração de soluções que aliam o conceito de sustentabilidade com o emprego de alta tecnologia, ainda pressupõem custos elevados e, muitas vezes, tornam este um limitador nas obras de pequeno porte.

Segundo Rodrigues et al. (2017) pesquisas afirmam um aumento de 5% nos gastos em construções onde há investimentos em sustentabilidade. No entanto, por meio destas mudanças os ganhos em economia de recursos naturais, como a água e a energia, acabam compensando e diminuindo estes custos extras em até 30%.

O aspecto econômico da sustentabilidade das edificações apresenta vantagens de redução de custo, de forma mais expressiva, na fase de utilização da edificação. Estas se verificam dentro do ciclo de vida da edificação, considerando custo de energia, utilização de água, mão de obra para manutenção, troca de componentes, equipamentos etc. Conforme Valente (2009), na fase de utilização a construção verde apresenta benefícios como: aumento da eficiência no uso da energia, no gerenciamento da água; geração de esgoto; otimização na aplicação e utilização de materiais; redução das emissões de carbono; entre outros.

Ainda assim, segundo Sousa (2012, p. 38), “essas vantagens podem não ser evidenciadas a curto prazo face ao custo que o processo poderá ou não introduzir em relação à construção do edifício, mas seguramente a médio ou a longo prazo será uma aposta vantajosa”. De todo modo, na balança entre vantagens e custos, as alternativas sustentáveis se desenham, no contexto atual, como a melhor saída para os desafios ambientais de nossa sociedade.

3 SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Segundo Medeiros (2012, p.17) “o desenvolvimento que buscamos, somente será alcançado com ações sustentáveis (arquitetura, projeto, construção, materiais), que derivam de uma nova forma de reconhecer-se como parte da natureza que nos cerca”. Desta forma, a sustentabilidade de uma residência, por exemplo, está além de separar o lixo orgânico do reciclável. Com o aumento da necessidade de conciliar o desenvolvimento social e econômico com a preservação do meio ambiente, buscam-se novas soluções sustentáveis desde a estrutura até o acabamento.

Tendo em vista o objetivo desta pesquisa em analisar de modo mais criterioso edificações unifamiliares, nota-se que uma residência sustentável deve ser autossuficiente em termos de energia, utilizar águas pluviais, reutilizar suas águas servidas e tratar seus próprios resíduos líquidos e sólidos. Além disso, possuir sistemas climáticos eficientes que atendam às demandas de frio ou calor, e garantir condições de melhor qualidade de ar, considerando todas as condicionantes ambientais e, além de conforto, proporcionar uma melhor qualidade de vida para seus moradores.

Diante disso, passa-se, a seguir, a analisar de modo particular os elementos componentes de um projeto sustentável e os materiais e técnicas a ele aplicados.

3.1 PROJETO SUSTENTÁVEL

A fim de atingir os níveis de sustentabilidade que o mercado e a sociedade vêm exigindo, arquitetos e engenheiros devem buscar novas formas de gerir e projetar. Medeiros (2012) apresenta que, de maneira geral, um projeto de uma edificação sustentável deve buscar:

- a) aplicar princípios ecológicos desde o início. Pensar desde a fase de projeto as tecnologias que poderão ser aplicadas previne o aumento de custos, uma vez

que a implementação destes após a conclusão da obra pode resultar em adaptações e desperdícios de materiais;

- b) evitar especificidades funcionais que tornam a edificação inflexível;
- c) priorizar a iluminação e ventilação natural;
- d) priorizar a simplicidade operacional, buscando manter a simplicidade das instalações e dos sistemas construtivos permitindo sua manutenção e atualização periódica;
- e) projetar visando à durabilidade. Embora possam apresentar um custo de investimento mais elevado, edificações duráveis e com baixo custo de manutenção apresentam economia considerável ao longo de sua vida útil;
- f) projetar considerando os fatores geográficos tirando proveito desses, e adaptando-se para utilizar tecnologias de geração de energia renovável.

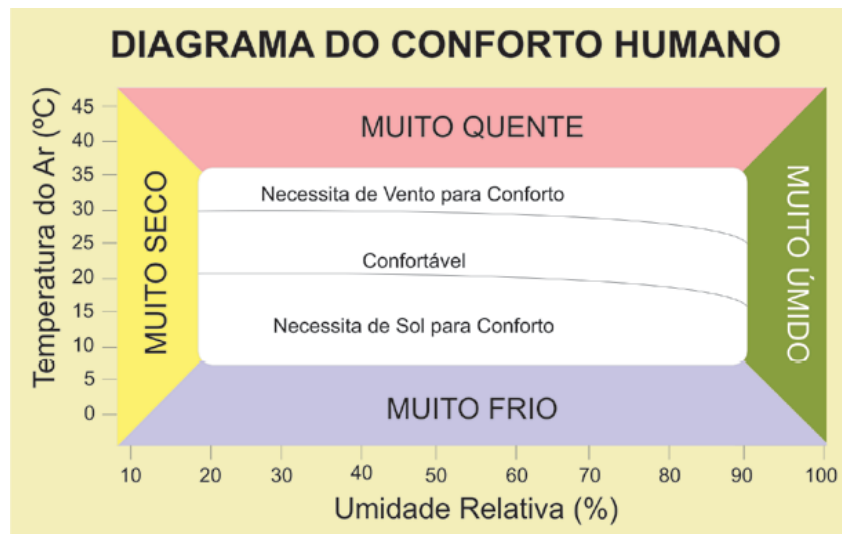
Em relação a este último, Angen (2013, p. 7) defende que

A arquitetura sustentável implica mais do que apenas uma ferramenta do ambientalismo; trata-se de criar uma conexão com a natureza que traga um relacionamento proativo, integrado e mutuamente benéfico para o meio ambiente. A arquitetura sustentável busca existir dentro de um ambiente natural, e não como uma entidade separada. [...] Isso implica que um edifício não rejeita características naturais da paisagem nem as prejudica; ao contrário, essas estruturas devem se conectar à natureza e existir com o meio ambiente (tradução pelo autor)

O autor ainda complementa com a ideia de que “compreender o ambiente ao redor de um edifício significa saber exatamente como construir e posicionar a estrutura em um terreno, a fim de otimizar a utilização de processos naturais como vento, luz solar, chuva, neve e faixas de temperatura.” (ANGEN, 2013, p.9, tradução pelo autor).

Percebe-se que, nos modelos atuais, um projeto sustentável tem estado fortemente ligado à ideia de conforto, diretamente relacionado à sensação de bem-estar do usuário. Conforme Medeiros (2012), esse conforto vem da relação entre fatores individuais do usuário e parâmetros objetivos, sendo estes divididos ainda entre gerais (dimensões do espaço, fluxo interno, requisitos de organização, etc.) e específicos (conforto térmico, acústico e visual), relacionados conforme a figura abaixo.

Figura 1 - Conforto Humano



Fonte: Medeiros (2012, p. 20)

No que tange aos parâmetros específicos, sabe-se que eles são atualmente, além de estratégias de sustentabilidade, requisitos de desempenho das edificações tratados por meio da NBR 15575/2013 Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais e suas complementares (ABNT, 2013). Nesta pesquisa daremos enfoque em estratégias que corroboram para que as habitações unifamiliares atinjam seu desempenho a partir de estratégias e técnicas sustentáveis. Deste modo, quanto aos parâmetros específicos temos:

- **Conforto Acústico:** Em projetos residenciais, o ruído é uma das principais causas de desconforto e algo que põe em risco a saúde humana. Conforme Santana (2018), segundo estudo da Organização Mundial da Saúde (OMS) publicado em 2011, o organismo humano responde aos ruídos mesmo quando está dormindo, aumentando a produção de alguns hormônios, elevando o ritmo cardíaco, contraindo vasos sanguíneos, entre outras reações.

Durante a fase de projeto dois momentos são de suma importância na determinação do conforto acústico de uma edificação: o primeiro quando se decide a localização e orientação do imóvel, e o segundo quando se define as características de vedação da estrutura pois, através desta, pode-se reduzir o impacto de ruídos no interior da construção. De acordo com a NBR 15575/2013 (ABNT, 2013), o valor

máximo aceitável para ruídos externos, a fim de garantir um ambiente saudável e agradável, dependerá da localização da habitação. Para classe I de ruído, compreendendo habitações localizadas distantes de fontes de ruído intenso, o valor máximo aceitável seria de 20dB. Já para classe III, habitações sujeitas a ruído intenso, este valor deve se manter inferior a 30dB.

O isolamento sonoro final da fachada e dos espaços internos é resultado da inter-relação entre os elementos que os compõem - portas externas e internas, e janelas. A falta ou presença de acabamentos nas paredes também afetam profundamente o efeito do conforto sonoro nas edificações.

Entre as soluções para conforto acústico estão a utilização de vidros duplos ou triplos nas esquadrias, uso de forros e painéis acústicos, utilização de placas de cortiça para isolamento, etc. Deve-se atentar, também, aos equipamentos que emitem ruídos, como é o caso de sistemas mecânicos de ventilação e extração em banheiros e cozinhas, os quais devem receber cuidado especial para isolamento acústico.

- **Conforto Térmico:** O conforto térmico dependerá de variáveis do ambiente, como temperatura, umidade relativa e velocidade de deslocamento do ar, além de variáveis humanas, tais como vestimentas e atividades físicas.

Quando o objetivo principal é garantir conforto ao usuário sem comprometer a eficiência energética do edifício, as soluções mais simples costumam apresentar os melhores resultados. A ventilação é um fenômeno natural de grande importância para regulação e obtenção do conforto térmico nas edificações. Segundo Medeiros (2012, p. 23), “a ventilação noturna que reduz a massa térmica do edifício à noite, e a velocidade do ar que gera uma sensação de resfriamento”. Desta forma, um projeto de ventilação cruzada promove estratégias de posicionamento e orientação de aberturas que favorecem o aproveitamento de ventos predominantes na região.

Além do conforto térmico, a ventilação natural auxilia na renovação do ar dentro do ambiente e na redução de ventilação mecânica e de ar-condicionado, tornando a edificação mais eficiente em termos energéticos.

Nota-se que o ser humano pode estar em conforto em uma temperatura que varia entre 18 e 30°C. Em temperaturas inferiores aos 18°C deve-se evitar a entrada

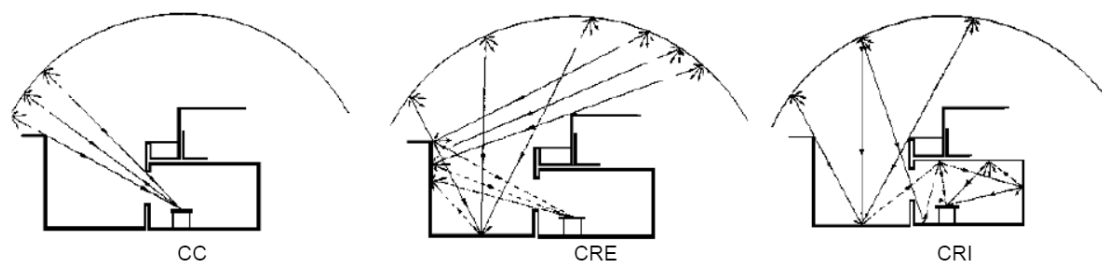
de ventos, já que há a necessidade de calor para conforto, ao passo que acima dos 30°C é necessário controlar a incidência de radiação solar. Existem diversas estratégias para obter níveis satisfatórios de conforto térmico. “O bom aproveitamento da luz natural, o uso de brises que protegem contra o excesso de insolação, garantindo a ventilação dos ambientes, e a implantação de telhados verdes são algumas delas” (SANTANA, 2018, p.19).

- **Conforto Visual:** Conforto visual indica tanto a velocidade em que os olhos funcionam, como a precisão com que uma tarefa visual poderá ser executada. O grau de desempenho visual cresce, até certo limite, com o aumento da iluminância, mas depende também do tamanho do objeto, de sua distância até o olho do observador e dos contrastes em cor e em iluminâncias.

De acordo com a NBR 15215-3 (ABNT, 2005, p. 1), “a luz natural admitida no interior das edificações consiste em luz proveniente diretamente do sol, luz difundida na atmosfera (abóbada celeste) e luz refletida no entorno”. A fim de garantir o melhor conforto visual em uma edificação, deve-se levar em consideração os vários caminhos através dos quais a luz natural pode alcançar um ponto em seu interior. Distinguem-se três caminhos básicos resultantes da divisão do fluxo luminoso admitido em três componentes, conforme figura 2:

- a) CC - Componente do Céu: luz que alcança um ponto do ambiente interno proveniente diretamente do céu;
- b) CRE - Componente Refletida Externa: luz que alcança um ponto do ambiente interno após ter refletido em uma superfície externa;
- c) CRI - Componente Refletida Interna: luz que alcança um ponto do ambiente interno somente após ter sofrido uma ou mais reflexões nas superfícies internas.

Figura 2 - Fontes de luz natural que alcançam o edifício



Fonte: BRASIL, NBR 15215-3 (2004, p. 4)

A magnitude e a distribuição da luz no ambiente interno dependem de um conjunto de variáveis, tais como: disponibilidade da luz natural, obstruções externas, tamanho, orientação, posição e detalhes de projeto das aberturas, características óticas dos envidraçados, tamanho e geometria do ambiente e das refletividades das superfícies internas. Assim, um bom projeto de iluminação natural deve tirar proveito e controlar a luz disponível, maximizando suas vantagens e reduzindo suas desvantagens.

Conforme Medeiros (2012), um projeto de iluminação sustentável apresenta diferentes aspectos, estando, os principais, ligados à eficiência energética da edificação e à produtividade e saúde do usuário. Para cada espaço a ser projetado, deve-se pensar na sua finalidade, o trabalho a ser iluminado e a tarefa visual a ser executada. Também o uso racional da iluminação permite que os níveis de consumo da edificação não sejam elevados.

A NBR 15575/2013 (ABNT, 2013) define os valores mínimos necessários, em lux, para iluminação natural e artificial no interior das edificações, levando-se em consideração a finalidade de cada ambiente. Em se tratando de iluminação natural, o valor não deve ser inferior a 60 lux para as áreas da sala de estar, dormitório, cozinha, etc. Já a iluminação artificial, os valores variam de 20 lux, para garagens e ambientes descobertos, à 200 lux para ambientes de cozinha.

Em relação ao conforto visual, Santana (2018) levanta como soluções elaborar o projeto de plantas baixas com profundidade adequada para um bom aproveitamento da luz natural, a adoção de proteções solares, como a instalação de um sombreamento externo, assim como proporções mais equilibradas de áreas

envidraçadas para aumentar a resistência térmica da fachada. Outra solução de impacto é a opção por vidros e películas de controle solar em detrimento dos vidros comuns.

A luz nos espaços pode imprimir-lhes diferentes aspectos, como: valorização do ambiente, aspecto de alegria e a percepção do espaço exterior, amenizando a sensação de confinamento. Uma vez equacionados esses requisitos, um projeto caminha para alcançar um nível ideal de iluminância, com intuito de se conseguir a maior eficiência, o melhor desempenho energético e redução de custos de projeto e utilização.

3.2 MATERIAIS E TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS

Sabe-se que, com os avanços das pesquisas na área de construções sustentáveis, hoje temos inúmeros materiais e técnicas disponíveis no mercado. Elas variam desde a complexidade de seus componentes às tecnologias envolvidas. Nesta pesquisa, buscou-se levantar aquelas que já apresentassem aplicação no cenário brasileiro e possibilitasse a implementação em habitações unifamiliares.

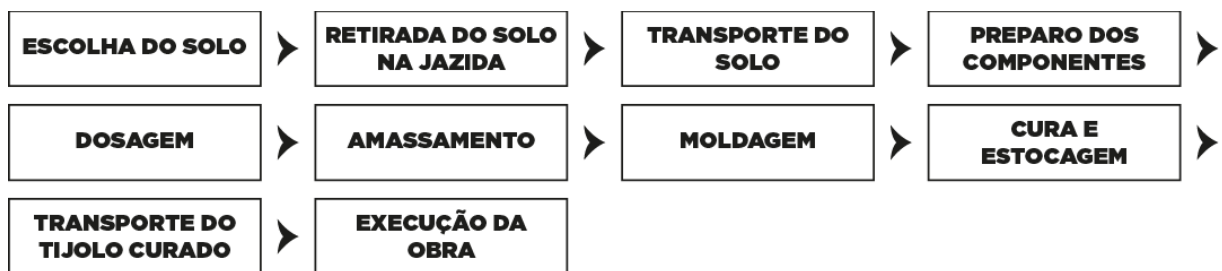
3.2.1 Tijolo Solo-Cimento

Segundo Pisani (2006) a terra crua como material de construção é uma tentativa de contornar os desgastes ambientais na construção civil, pois este material é abundante em todo o planeta. “O solo-cimento é empregado desde a primeira década do século XX nos Estados Unidos e as pesquisas pioneiras sobre o material são de 1935, feitas junto a PCA – Portland Cement Association” (PISANI, 2006, p. 3).

Diferentemente dos blocos tradicionais, o tijolo solo-cimento, ou ecológico, não gasta energia para ser queimado. São produzidos a partir da mistura de solo natural, uma baixa proporção de cimento (geralmente por volta de 10%), e água, misturados

e prensados manual ou mecanicamente. Alguns tijolos ecológicos podem receber em sua composição bagaço de cana, pneus e rejeitos da construção, o que os tornam ainda mais sustentáveis. De forma simplificada, a produção passa pelas seguintes etapas:

Figura 3 - Etapas de fabricação de tijolos de solo-cimento



Fonte: PISANI (2006, p.11).

Figura 4 - Modelos de tijolo solo-cimento



Fonte: eCycle, 2020.

No mercado Brasileiro são encontrados diversos tamanhos e modelos de tijolos de solo-cimento para comercialização. Estes devem ser escolhidos de acordo com o projeto, mão de obra, materiais e equipamentos locais e outras condicionantes específicas. A tabela 1 abaixo relaciona alguns tipos:

Tabela 1 - Tipos e dimensões de tijolos de solo-cimento

TIPO	DIMENSÕES	CARACTERÍSTICAS
Maciço	5 x 10 x 20 cm 5 x 10 x 21 cm	Assentamento com consumo de argamassa similar dos tijolos maciços comuns.
Maciço com encaixes	5 x 10 x 21 cm 5 x 11 x 23 cm	Assentamento com encaixes com baixo consumo de argamassa
½ tijolo com encaixe	5 x 10 x 10,5 cm 5 x 10 x 11,5 cm	Elemento produzido para que não haja quebras na formação dos aparelhos com juntas desencontradas
Tijolo com dois furos e encaixe	5 x 10 x 20 cm 6,5 x 12,5 x 25 cm 7,5 x 15 x 30 cm	Assentamento a seco, com cola branca ou argamassa bem plástica. Tubulações passam pelos furos verticais
½ tijolo com furo e encaixe	5 x 10 x 10 cm 6,5 x 12,5 x 12,5 cm 7,5 x 15 x 15 cm	Elemento produzido para acertar os aparelhos, sem a necessidade de quebras
Canaletas	5 x 10 x 20 cm 6,5 x 12,5 x 25 cm 7,5 x 15 x 30 cm	Elemento empregado para execução de vergas, reforços estruturais, cintas de amarração e passagens de tubulações horizontais

Fonte: PISANI (2006, p. 6).

Pereira (2019) levanta algumas das principais vantagens e desvantagens da utilização do tijolo solo-cimento:

Tabela 2 - Vantagens e desvantagens do tijolo solo-cimento

VANTAGENS	DESvantagens
- Redução da demanda energética - Geração de oportunidades locais - Melhoria da produtividade - Facilidade de execução - Redução dos resíduos de construção - Isolamento térmico e acústico - Dispensa acabamentos	- Desconfiança por parte dos usuários - Aspectos de custo - Falta de mão de obra especializada - Necessidade de um projeto completo antes do início da obra - Impossibilidade de uso em paredes de contraventamento

Fonte: Pereira (2019, adaptado pelo autor)

Em se tratando das vantagens têm-se:

- Redução da demanda energética: fator importantíssimo em termos de sustentabilidade, pois o setor de geração possui impacto enorme da produção de gases do efeito estufa.
- Geração de oportunidades locais: dada a facilidade de produção e abundância do material, o transporte poderia baixar sua competitividade. Desse modo, um tijolo ecológico em uma região do Brasil pode nem ser visto em outra.
- Melhoria da produtividade: a eliminação de juntas de assentamento promove um ambiente de construção mais limpo e produtivo em paredes de alvenaria de vedação vertical que não possuem instalação elétrica e/ou hidrossanitária.
- Facilidade de execução: os formatos de tijolos ecológicos com furação vertical são intuitivos, demonstrando claramente como devem ser encaixados.
- Redução dos resíduos de construção: o encaixe modular facilita a redução de perdas de peças nos cortes para encaixes.
- Isolamento térmico e acústico: possui características isolantes que permitem um bom conforto térmico e acústico, permitindo ambientes confortáveis com menos gastos energéticos para condicioná-los.
- Dispensa acabamentos: o tijolo ecológico dispensa totalmente o uso de acabamentos nas paredes, como reboco, massa fina, gesso ou revestimentos cerâmicos, embora aceite muito bem todos eles. A única recomendação é impermeabilizar os tijolos, especialmente nas áreas externas, já que eles tendem a absorver umidade.

Já em relação às desvantagens Pereira (2019) defende que o uso de um bloco ecológico pode apresentar desvantagens similares às de um bloco convencional ou outras particulares a eles, sendo:

- Desconfiança por parte dos usuários: toda solução inovadora precisa demonstrar sua relevância e aspectos positivos para que venha a ter adesão. Como ainda há a cultura de considerar blocos cerâmicos convencionais como materiais estruturais na visão popular e edificar residências de pequeno porte

inclusive sem pilares em concreto armado, um usuário leigo pode acreditar ter uma casa mais segura ao usar um bloco comum.

- Aspectos de custo: no Brasil o bloco cerâmico convencional é muito barato, o que acaba impedindo algumas soluções de racionalização de vingar, como o próprio sistema de encaixe com instalação embutida, que demanda mais mão-de-obra.
- Falta de mão de obra especializada: apesar do processo construtivo ser simples, a falta de mão de obra especializada nesse tipo de construção pode gerar muita dor de cabeça, além de jogar por terra todas as principais vantagens desse material, como redução de entulho, economia e durabilidade.
- Necessidade de um projeto completo antes do início da obra: a construção com tijolo ecológico não tolera alterações em sua estrutura depois de pronta, como ampliações, aberturas ou vãos. Por isso, é indispensável contar desde o princípio com os projetos de iluminação, água e esgoto, bem como o local exato de portas, janelas e outras aberturas bem definidos.
- Impossibilidade de uso em paredes de contraventamento: similar aos blocos convencionais, não se pode usar blocos ecológicos em paredes de contraventamento, que contribuem estruturalmente em edifícios de concreto armado.

3.2.2 Containers

Feitos de alumínio, aço ou fibra, os containers são muito bem estruturados, pois devem resistir ao transporte constante de mercadorias, possuem resistência a incêndios e chuvas, e sua vida útil para esse mercado é de, aproximadamente, 8 anos (URGREN, 2019). No entanto, após o uso no mercado náutico, esses elementos são descartados e podem durar mais, até 100 anos. Assim, arquitetos, engenheiros e profissionais da área de construção viram nesse material uma forma de construção sustentável.

Existem vários tipos de containers no mercado, e os mais utilizados na construção civil são os dry standard, que são fechados, com uma porta em uma das extremidades, e o dry high cube, que é parecido com as dimensões do standard, mas com uma altura maior. “Esses dois tipos de containers são os mais utilizados por terem dimensões aproximadas as dos cômodos de uma casa e pelos produtos que comumente transportam, embora os outros tipos possam também ser utilizados, com exceção dos que carregam materiais tóxicos” (ROCHA et al, 2018, p. 10).

Tabela 3 - Dimensões de containers Dry Standard e Dry High Cube

TIPO	PÉS	ALTURA (m)	LARGURA (m)	COMPRIMENTO (m)
Standard	20	2,591	2,438	6,058
Standard	40	2,591	2,438	12,035
High Cube	20	2,896	2,438	6,058
High Cube	40	2,896	2,438	12,035
High Cube	45	2,896	2,438	13,716
High Cube	53	2,896	2,438	16,154

Fonte: ROCHA et al, 2018, p.10

Figura 5 - Construção de moradia em container



Fonte: VivaDecora, 2020

Uma das principais vantagens do uso deste material como matéria prima na construção civil é a redução dos custos da obra. Segundo Sotello (2012, apud OCCHI; ALMEIDA, 2016) é possível que haja uma redução de 30% no custo final da construção em container se comparada ao uso de alvenaria convencional, por exemplo. No entanto, dado os tamanhos padronizados, acoplar vários containers para a concepção de edificações ainda é o maior desafio da reciclagem arquitetônica desses recipientes, de acordo com Occhi e Almeida (2016). Além disso, necessita de alguns cuidados especiais durante a execução. “A pintura de oxidação, que irá evitar a corrosão, só poderá ser feita após a soldagem estar completa. Além disso, todos os espaços vazios devem ser preenchidos com espuma de poliuretano após a soldagem para evitar riscos de infiltração” (OCCHI; ALMEIDA, 2016, p. 4).

Desta forma, temos como principais vantagens e desvantagens:

Tabela 4 -Vantagens e desvantagens da construção com containers

VANTAGENS	DESVANTAGENS
- Flexibilidade, pois ele pode ser desmontado e montado em outro local, pois suas características facilitam a montagem; - Ajuda a manter uma boa permeabilidade do terreno; - Se feito de forma correta, sua obra será mais limpa com a redução de entulho e outros tipos de materiais; - Devido ao menor uso de água, cimento, areia e outros materiais; há uma economia maior de recursos naturais; - É sustentável quando faz a reutilização do material; - É uma forma de construção mais rápida, levando entre 60 e 90 dias para ser finalizada; - Por ter uma ‘vida’ longa, possui durabilidade; - É modular, criando oportunidades futuras de expansão.	- Falta de legislação e obtenção de financiamento, pois é um tipo de construção muito novo; - Alguns solventes e selantes utilizados na fabricação podem ser tóxicos, sendo prejudiciais à saúde; - Para que a construção seja feita, é necessário um terreno grande para que haja a manobra de guindastes; - É necessário mão de obra especializada, principalmente para os cortes que devem ser feitos em sua estrutura; - Por serem feitos de metais, a vedação e isolamento térmico são críticos, pois o metal absorve muito calor e pode gerar problemas de resfriamento; - É necessário verificar o que era transportado no container, pois pode existir vestígios de contaminantes; e - Antes da aplicação da construção, será necessário um tratamento contra a ferrugem.

Fonte: Adaptado pelo autor

3.2.3 Argamassa de Argila

Argamassas são materiais de construção confeccionados a partir da mistura de aglomerantes (usualmente cimento Portland e cal hidratada), agregado miúdo e água, podendo ou não conter aditivos e adições químicas e minerais. Conforme Marvila et al (2018, p. 2),

“o uso do cimento garante adequada resistência mecânica e durabilidade à argamassa, enquanto o agregado miúdo, usualmente a areia, ameniza problemas causados na retração por secagem. Já a aglomerante cal hidratada confere trabalhabilidade e auxilia na capacidade de absorção de deformações da argamassa”.

Diferentemente das argamassas convencionais, a argamassa de argila não utiliza a cal hidratada. A argila apresenta baixo valor comercial agregado e vantagens ecológicas quando comparada à cal e já é amplamente utilizada como substituto em obras de construção civil, em decorrência de sua elevada plasticidade. Lima (2013) destaca que o emprego de argamassas de barro contribui de forma significativa para o desenvolvimento sustentável do setor da construção civil, uma vez que a argila é um material construtivo abundante, acessível, de fácil extração e transformação, totalmente reutilizável e reciclável, sendo seu ciclo de vida caracterizado por um reduzido impacto ambiental e energético, ao contrário da cal, que passa por um processo industrial altamente poluidor.

Utilizadas como reboco grosso - emboço - ou em rebocos de acabamento, a argamassa de argila apresenta um resultado com cor própria, dispensando a pintura. Ademais, observa-se que uma das vantagens mais expressivas do uso de argamassa de argila para realização de reboco no interior de residências está ligado a sua elevada capacidade de permutar vapor de água com o ar, absorvendo-o quando o ar se encontra mais húmido e liberando novamente quando o ar se encontra mais seco. Desta forma, o reboco de argila contribui para a regulação e equilíbrio da umidade dos ambientes interiores, influenciando de modo significativo a percepção do conforto térmico e a salubridade do ar do ambiente interior.

Figura 6 - Aplicação de argamassa de argila



Fonte: Embarro, 2020

Conforme Lima, “o barro tem grande capacidade de armazenar calor, fator que conjugado com a lenta difusão da energia térmica faz do barro um material dotado de elevada inércia térmica” (LIMA, 2013, p. 8). Essa característica faz com que, de forma limitada, devido sua espessura reduzida, os rebocos de argamassa de argila atenuem as variações térmicas no interior dos ambientes. Outro fator relevante é a capacidade de contribuir significativamente para o condicionamento acústico dos ambientes internos, dada a redução do tempo de reverberação dos compartimentos.

Apesar de suas vantagens, a utilização de argamassas puramente de barro (argila e água), ou com grandes concentrações de argila na mistura, costumam apresentar problemas patológicos como descolamento, fissuração, eflorescência e pulverulência, devido à sua estrutura química e mineralógica ser instável em presença de água (MARVILA et al, 2018). Portanto, a utilização de tal solução, embora viável, requer estudos e análises específicos para cada caso/localidade da obra.

3.2.4 Bambu

Há milênios, o bambu vem sendo utilizado como matéria-prima de construções tradicionais em países como Japão e China. Nos últimos anos, pesquisas na área de construção civil tem avalizado sua resistência e durabilidade como material de construção, levando arquitetos e engenheiros do mundo todo a redescobrir a utilização do bambu, não somente em decoração, mas em todo tipo de construção, pública ou privada.

O material apresenta excelentes características mecânicas como leveza, força, dureza, conteúdo de fibras, flexibilidade e facilidade de trabalho, ideais para diferentes propósitos tecnológicos (NOGUEIRA, 2009 apud BRAGA et al, 2011). As hastes de bambu podem ser materiais presentes em estruturas de porte variado. Com propriedades mecânicas e resistência adequada para uso como material de construção, o pequeno intervalo temporal para atingir caracteres de corte, e pelas pequenas áreas necessárias para plantio, o bambu pode ser caracterizado como material de construção renovável.

Por ser uma planta flexível e durável, a variedade de usos do bambu impressiona. Em áreas externas pode ser utilizado para sombreamento, quebra vento, proteção contra a erosão e drenagem. No mercado existem muitos materiais de construção produzidos atualmente com bambu, como os painéis pré-fabricados estruturais, ideais para facilitar a montagem de casas inteiras em poucas horas. Com processos de industrialização também é possível fazer laminados, compensados, MDF e diferentes madeiras, usadas por várias empresas na fabricação de pisos, revestimentos, painéis e móveis. Além disso, o bambu também pode servir como estruturas para pilares, vigas e telhados.

“A resistência apresentada pelo bambu à tração é maior do que a da madeira e do concreto, sendo superada apenas pelo aço. Ao analisarmos as relações entre peso específico e resistência à tração do bambu, podemos chegar à conclusão de que este possui uma alta eficiência estrutural, melhor até do que os materiais estruturais mais usuais. Portanto, um material de grande leveza e alta resistência mecânica” (MARQUES; MEIRELLES, 2018).

Figura 7 - Estrutura de bambu



Fonte: Urgreen, 2020

Dependendo do tipo de construção, o custo de uma estrutura de bambu pode cair em 50%, comparado a uma estrutura convencional. Contudo, segundo Marçal (2020):

isso é proporcional à qualidade da estrutura desenvolvida. Infelizmente o Brasil carece de fornecedores de bambu com qualidade e quantidade capazes de garantir um padrão nas construções de médio e grande porte. Por este motivo, para o desenvolvimento de sistemas estruturais elaborados ou com melhor padrão de acabamento, o responsável técnico pela obra deve agregar valor ao material utilizado. Tudo começa pelo processo de compra que, em grande parte dos casos, exige um tempo maior do que os contratantes normalmente têm a oferecer. O tratamento e a secagem do bambu são etapas que previnem problemas de infestações, rachaduras ou mudanças estruturais após a entrega da obra.

Desta forma, por se tratar de um material orgânico, o bambu carece de uma série de tratamentos para sua utilização na construção civil. Conforme Braga et al (2011, p. 30) salienta, “o tratamento das peças de bambu é importante para garantir a resistência mecânica e a longevidade do material, pois a falta de tratamento favorece o apodrecimento por fungos, o ataque de insetos e as rachaduras”. Por meio de tratamentos químicos, o amido presente no bambu é retirado, inibindo pragas que poderiam comprometer as hastes. Em áreas externas, recomenda-se ainda realizar aplicação de verniz naval para proteção das intempéries diversas, como calor, frio e chuva.

Existem também técnicas naturais em que o tratamento é feito através de fogo ou água. No entanto, o resultado ainda se mostra inferior aos tratamentos químicos (BRAGA et al, 2011). Os autores recomendam ainda que, para melhor aproveitar esse recurso, o bambu não deve ter contato com a umidade do solo, ficando afastado do chão por no mínimo 40 centímetros.

Um dos problemas encontrados é a falta de mão de obra qualificada no Brasil, ocasionando obras com um potencial de acabamento muito menor do que se poderia alcançar. Acabamentos bem feitos oferecem padrões estéticos e detalhes que tornam uma estrutura de bambu uma obra de arte em poucos dias. “A tendência é que ele se torne cada vez mais produzido e beneficiado, diminuindo o custo e aumentando a qualidade. Com isso, será possível desenvolver estruturas por um preço menor, mas com muito mais acabamento e durabilidade” (MARÇAL, 2020).

3.2.5 Madeira Plástica

A madeira ecológica ou madeira plástica é um composto produzido a partir de plástico oriundo de pós-consumo, dentre outros materiais, como serragem de madeira, fibras vegetais e aditivos (MOLINA et al., 2009). De acordo com Oliveira (2005, p.1) “é um produto moderno, resultado de alta tecnologia industrial aplicada para transformar resíduos plásticos em peças que imitam a madeira comum”. É um material reciclável composto principalmente por fibras de madeira e polímeros que agrega características próprias como melhor isolamento térmico e acústico

Segundo Mello (2007), algumas características são relevantes nas construções em madeira tradicional como, “trabalhabilidade, excelente relação entre peso e resistência mecânica, baixo consumo energético em seu beneficiamento, reaproveitamento e renovabilidade”. Entretanto, a madeira plástica, composta de matéria-prima proveniente do lixo plástico reciclado, acrescido de aditivos que conferem ao produto características mecânicas e físico-químicas distintas de cada material isoladamente além de propriedades iguais ou até melhores que a da madeira natural.

“A madeira plástica tem trabalhabilidade semelhante à madeira convencional podendo ser colada, serrada, parafusada, etc. Além disso, diversos testes realizados no mundo caracterizam a madeira plástica com maior resistência a intempéries à madeira comum, não absorvendo umidade” (SILVA et al, 2016, p. 7)

Figura 8 - Madeira plástica



Fonte: Ecopex (2020)

Paula e Costa (2008) apontam a madeira plástica como uma grande tendência para substituir a madeira tradicional por apresentar inúmeras vantagens sobre esta, como: durabilidade superior, imunidade ao ataque de fungos, cupins, e outros insetos, resistência a umidade e rachadura, não apresenta trincas sob a ação do sol ou chuva, não exige nenhum tipo de manutenção e, além de tudo, contribui com o meio ambiente evitando o desmatamento e transformando o plástico em um produto útil à sociedade.

A madeira plástica pode ser usada praticamente em todos os lugares onde se utilize a madeira comum, tendo uma aplicabilidade que vai desde tábuas, decks de piscina, cercas, dormentes, móveis rústicos até tampas para bueiros, substituindo dessa forma também o ferro fundido. No entanto, Paula e Costa (2008, p. 2) afirmam que “apesar de ser um produto desenvolvido na década de 1970, ainda é pouco conhecido e o seu processo produtivo ainda carece de pesquisas”.

Pacheco (apud PAULA; COSTA, 2008) alega que o processo produtivo da madeira plástica esbarra em uma grande dificuldade que é a falta de programas de coleta seletiva no Brasil, onde a maior parte dos resíduos potencialmente recicláveis é encaminhada para lixões ou aterros controlados. Outro fator que merece destaque é o desconhecimento deste produto. Grande parte da população brasileira não sabe

que já existe no mercado um produto que tem todas as características da madeira tradicional e um desempenho incomparavelmente superior.

A produção da madeira plástica é apontada como um grande fator de sustentabilidade por todas as implicações positivas que traz para o meio ambiente. A começar por ser um produto 100% reciclado e reciclável. A madeira plástica retira o lixo plástico do meio ambiente e o transforma em um produto útil à sociedade. E mesmo depois de pronto, o produto pode voltar a extrusora e se transformar novamente em madeira plástica.

A madeira plástica traz todas essas implicações positivas ao meio ambiente. E além de ser um produto sustentável e ecologicamente correto, ainda tem outras vantagens, como aponta Oliveira (2005):

- Durabilidade indefinida – não é afetada por maresia, cupins, fungos, sol;
- Fácil manuseio – permite o uso de ferramentas de corte, pregos e parafusos;
- Não requer elementos de proteção como seladores e vernizes;
- Impermeável; e
- O produto aceita qualquer tipo de pintura.

Silva et al (2016) apontam como grande desvantagem da utilização de madeira plástica o alto valor de investimento inicial, devido ao fato do material ser desenvolvido com tecnologia de ponta não muito acessível o que muitas vezes dificulta inclusive a entrada dela ao mercado, tendo no Brasil uma produção em boa escala somente nos grandes centros como São Paulo e Rio de Janeiro.

“O alto custo da coleta seletiva e o desconhecimento da produção de materiais reciclados por parte da população acabam tornando o mercado desses materiais menos requisitados e tudo isso acaba aumentando o custo operacional tornando o produto final ainda mais inviável financeiramente” (SILVA et al, 2016, p. 11).

A aplicabilidade da madeira plástica é bastante rica, podendo substituir a madeira natural de forma muito similar. Castro (2017) aponta que no Brasil, há várias ferrovias que já utilizam dormentes de madeira plástica em substituição de dormentes de madeira natural danificados.

“Aplicados, ainda, para pilares e vigas de sustentação (de acordo com o estudo do projeto), fôrmas, escoramentos de escavações/taludes e pranchas para produção de blocos de concreto, sendo na maioria dos casos mais resistentes do que a madeira natural. Os perfis de madeira plástica também podem ser utilizados em aplicações externas, tais como: marcos de portas, esquadrias, decks de piscinas, pisos, plataformas marítimas, galpões industriais, bancos, andaimes e uma infinidade de outras aplicações (CASTRO, 2017, p. 31).

3.2.6 Tinta Ecológica

Uma maneira comum de se combater a deterioração dos diferentes tipos de materiais é recobrir suas superfícies com uma película resistente que seja capaz de impedir a ação de agentes agressivos. Tintas são materiais que se apresentam na forma líquida e que, depois de aplicados sobre uma superfície, devem resultar em um filme sólido, contínuo, uniforme e aderente após a secagem. Tem a função de revestir uma superfície a fim de tornar o seu aspecto agradável e conferir proteção.

Segundo indicadores da ABRAFATI (Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas) referente ao ano de 2015, o Brasil é um dos seis maiores mercados mundiais para tintas, fabricando tintas para todas as aplicações, utilizando tecnologias avançadas na fabricação.

Tavares (2006) indica que o consumo de energia durante a produção de tintas é composto por cerca de 90% de combustíveis fósseis não renováveis e 10% de recursos renováveis. Além disso, o autor comprova que as tintas representam o material que mais consome energia em uma edificação com ciclo de vida energético de 50 anos. Ou seja, as tintas imobiliárias superam materiais comuns em edificações como o cimento, aço, concreto e cerâmica vermelha, devido às reposições por motivo estético ou por desgaste do material com o tempo, normalmente previsto pelo fabricante.

Oliveira (2009), ao analisar o ciclo de vida de uma edificação, consta que os impactos negativos das tintas existem desde seu processo de fabricação até o seu destino. Apesar dos esforços em diminuir tais impactos, a indústria de tintas deve

considerar os elementos químicos presentes nos componentes e no processo de fabricação.

As tintas naturais aparecem neste panorama como uma solução econômica e ecológica pois são compostas por pigmentos, aglutinantes e solventes que não possuem insumos de origem química nocivas à saúde e ao meio ambiente e/ou aos seres humanos. Ainda, a energia necessária à sua preparação é basicamente aquela envolvida no transporte, na mistura e na aplicação; refere-se, basicamente, à energia muscular humana. O processo de elaboração consiste em técnicas simples de mistura de todos os ingredientes, seguindo receitas encontradas em revisão bibliográfica, bem como informações importantes para a aplicação e conservação destas nas paredes (FARIA; SCHMID, 2015).

Um dos grandes diferenciais das tintas ecológicas está nos pigmentos. Atualmente são conhecidas diversas possibilidades para a obtenção de pigmentos para tintas naturais, como nozes, cascas, raízes, frutas, pétalas, madeira, folhas, partes de flores, plantas, insetos, terra, argila entre outros. As plantas, por exemplo, fornecem mais de 500 cores, e a terra oferece diferentes tonalidades para pigmentos (FARIA; SCHMID, 2015). Porém, para ser considerada tinta natural, o aglutinante e o solvente também devem estar livres de substâncias químicas nocivas.

Figura 9 - Tintas naturais



Fonte: IEcoD (2012)

Como aglutinantes naturais têm-se utilizado principalmente a gema e clara do ovo (proteína albumina), suco de alho, goma da babosa, goma de cactos, polvilho, mingau de mandioca, óleo de linhaça, óleo de copaíba, cera de carnaúba, banha de

porco, óleo da casca de frutas cítricas, argila, caseína (proteína do leite) e cera de abelha (IEcoD, 2012). Atualmente são conhecidas poucas alternativas para solventes naturais, sendo a água o solvente ecológico mais conhecido e utilizado.

Os pontos favoráveis na utilização desse tipo de tinta é que proporcionam um ambiente mais saudável, elimina fungos e mofo. É um material com alta resistência ao tempo, fácil manutenção, e a pigmentação natural não desbota. Economicamente, o custo de produção da tinta ecológica pode ser superior ao das tintas convencionais. Porém o impacto destes produtos na natureza é substancialmente menor. Para ser considerada ecológica, a tinta deve ter seu ciclo de vida avaliado, incluindo dispêndio energético, uso, consumo de água, efluentes gerados, embalagens, descarte e reciclagem de materiais e insumos (IEcoD, 2012).

No entanto, deve-se considerar que as tintas naturais podem apresentar maiores variações de cor entre lotes, dificultando reparos e pinturas parciais. Além disso, demoram mais para secar e possuem menor resistência mecânica, necessitando de maior reparo e repintura com o tempo, em comparação com as tintas convencionais. Outro ponto é que estas possuem prazo de validade menor do que as industrializadas, pois não têm produtos químicos para conservação, devendo ser utilizadas em pouco tempo após sua produção.

No Brasil já existem empresas especializadas neste segmento, oferecendo uma ampla variedade de cores, e profissionais com experiência para trabalhar com este material.

3.2.7 Isolamento Ecológico

O isolamento termoacústico deixou de ser um item de acabamento e conforto e passou a ser um elemento viabilizador de construções ambientalmente mais sustentáveis e eficientes do ponto de vista energético. A adoção de novos materiais e de processos de aplicação e instalação tecnologicamente mais sofisticados são fundamentais na construção civil.

Entre as principais vantagens em se utilizar sistemas de isolamento térmico estão, a economia de energia devido à redução das necessidades de aquecimento e de arrefecimento do ambiente interior, redução do peso das paredes e das cargas permanentes sobre a estrutura, diminuição do gradiente de temperaturas a que são sujeitas as camadas interiores das paredes e diminuição dos riscos de condensações (FREITAS, 2002).

Na construção civil, existem três tipos de manta que servem como isolamento acústico e térmico: manta de rocha (feita com rocha basáltica vulcânica e outros minerais), manta de vidro (utiliza sílica e sódio que vem do assoreamento dos rios) e manta de PET (100% feita com poliéster, proveniente de garrafas PET).

Figura 10 - Aplicação de lã de PET em sistema Drywall



Fonte: Master Wall (2020)

Por ser feita de um material 100% reciclável, a manta PET é considerada um material ecologicamente correto. Além disso, ainda é hipoalergênica, não causa mal algum à saúde do instalador e elimina a utilização de equipamentos de proteção, como macacões de manga longa, luvas, máscaras e não precisa ser ensacada.

Entre suas principais vantagens estão:

- Possui ótimo custo-benefício, tornando a obra muito mais leve e eficiente;
- É hipoalergênica, dispensando o uso de luvas e máscaras no seu manuseio;

- Não sofre deformação ao longo do tempo, mantendo suas propriedades de isolamento permanentemente;
- Possibilita ficar em contato com a umidade, sem perder suas propriedades;
- É mais leve que os outros tipos de lã.

Barbosa et al (2016) levantam as principais utilizações para a Lã de Pet para isolamento em construções: (i) preenchimento de paredes para tratamento térmico e acústico em sistemas de montagem a seco com placas de gesso ou cimentícia, construções em steelframe, woodframe e drywall; (ii) aplicação em subcoberturas, especialmente metálicas de uma folha de telha simples ou sanduíche; (iii) aplicação sobre forros reduzindo a repercussão do som; (iv) instalação em pisos evitando a passagem de ruídos de impacto (salto alto, bater bola...) entre os apartamentos.

3.2.8 Telha Ecológica

Ao longo dos anos, com o desenvolvimento da engenharia dos materiais, surgiram diversos designs de telhas, com diferentes matérias-primas em sua composição, oferecendo ao consumidor diversidade, com opções para utilização em vários tipos de edificações e em diversas regiões, com diferentes climas. “Podemos observar no mercado mundial a comercialização de telhas de concreto, de cimento, de alumínio, de policarbonato e de PVC. Essas telhas, entretanto, consomem grande quantidade de recursos naturais, além das demandas para sua fabricação” (LESSA 2009, p. 42).

Telhas ecológicas são aquelas fabricadas com material reciclado, como fibra de papel ou naturais, podendo ser utilizadas em coberturas de residências, galpões, barracões e canteiros de obra. Com o avanço de pesquisas e da tecnologia, cada vez mais são criadas telhas ecológicas com novos tipos de materiais e propostas. Existem hoje, no Brasil e no mundo, diferentes tipos de telhas denominadas ecológicas, produzidas com diferentes matérias-primas, por diferentes fabricantes (LESSA, 2009).

A seguir são apresentados os principais tipos de telhas ecológicas encontradas hoje no mercado:

- **Telha embalagem Tetra Park** - Já é utilizada na construção civil há alguns anos em projetos de habitação social e por empresas do ramo que promovem a arquitetura sustentável. Esse tipo de telha ecológica é produzida com alumínio, pet, polietileno e polinyon.

Figura 11 - Telha de embalagem Tetra Park



Fonte: VivaDesign (2020)

- **Telha de fibras vegetais** - Esse tipo de telha ecológica, assim como a telha de embalagem tetra park, já é bastante usada na construção civil. A mais conhecida do mercado é a onduline, feita com fibras vegetais e impermeabilizada com asfalto e resina termofixa. A composição da cor é feita com pigmentos naturais.

Figura 12 - Telha de fibras vegetais



Fonte: VivaDesign (2020)

- **Telha de plástico reciclado** - Mais facilmente encontradas no mercado, são as telhas ecológicas de plástico reciclado. Em grande parte dos casos, é produzida com materiais doados por empresas ou comprados de cooperativas.

Figura 13 - Telha de plástico reciclado



Fonte: VivaDesign (2020)

- **Telha taubilha** - São telhas pequenas, planas, artesanais, produzidas com madeira Pinus provenientes de áreas de manejo florestal. É considerada uma telha ecológica por ter como matéria-prima madeira proveniente de área reflorestada, considerada uma alternativa ecológica para a preservação da madeira de lei. Uma de suas vantagens é a possibilidade do assentamento em telhados com grandes ângulos de inclinação, fator que viabiliza o seu uso em edificações localizadas em cidades onde há temporada de neve.

Figura 14 - Telha de taubilha



Fonte: TW Brasil (2020)

De modo geral, as telhas ecológicas reduzem o uso de alguns materiais comuns na criação de coberturas, como madeira, água e concreto. Além disso, como trata-se de um material mais leve do que as telhas de cerâmica e fibrocimento, seu transporte é muito mais fácil, o que evita quebras durante o deslocamento. Voitille (2012) levanta algumas de suas principais vantagens como sendo:

- Economia de tempo e material: a maioria é mais leve que a telha tradicional, reduzindo os custos da construção (a estrutura é mais leve e o serviço é realizado rapidamente).
- Resistência: são resistentes e flexíveis, resistindo a chuvas de granizo;
- A maioria não propaga chamas;

- São impermeáveis: absorvem muito menos água do que as telhas convencionais e geralmente seu acabamento evita a proliferação de limo;
- Promovem o conforto térmico: alguns tipos ajudam a criar um ambiente interno mais confortável;
- Design: é possível encontrá-las em vários formatos e cores. Além disso é possível pintá-las com tintas à base de água;
- Custo: o custo das telhas ecológicas é muito semelhante ao das convencionais. No entanto, considerando o conjunto (estrutura e tempo de mão-de-obra) seu valor é inferior.

Oliveira (2019) levanta dois aspectos a se observar para a utilização de telhas ecológicas: (i) instalação - sua instalação deve ser feita por profissionais especializados seguindo sempre o manual do fabricante; (ii) qualidade - é necessário estar atento na hora de adquirir esse material, pois é importante se assegurar de sua qualidade e garantia de durabilidade junto ao fabricante.

Apesar de possuir algumas desvantagens, a telha ecológica se apresenta como um produto eficiente tanto quanto outros tipos de telhas e pode ser uma ótima opção, além, é claro, de contribuir para a redução de danos ao meio ambiente.

3.2.9 Telhado Verde

O telhado verde é uma técnica construtiva que consiste na aplicação e uso de uma cobertura vegetal feita com grama e/ou plantas e que é instalado em lajes ou telhados de residências, fábricas, escritórios e outras edificações. Com a urbanização crescente as áreas verdes vão ficando cada vez menores em centros urbanos e uma solução para aumentá-las é usar os telhados para plantar gramas, flores etc.

De acordo com (VILELA, 2005), na América Latina tem havido um aumento do interesse pela técnica das coberturas verdes que pode ser percebido principalmente no México. Apesar de atualmente no Brasil a aplicação da tecnologia ser ainda

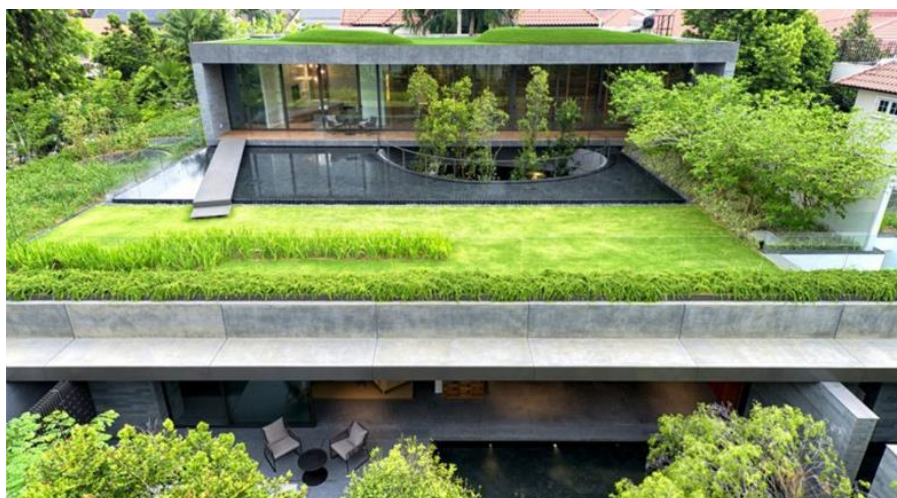
relativamente pequena, como afirma Ferreira (2008), é possível notar uma expansão da quantidade e variedade de estudos relacionados ao tema desenvolvidos no país. Também vem se destacando a existência de empresas que utilizam técnicas modernas e adaptadas ao Brasil.

Saddi e Moura (2010) fazem o levantamento de três tipos de coberturas verdes: extensiva, semi-intensiva e intensiva. As diferenças entre os mesmos vão desde aspectos como o custo, a profundidade do substrato, os tipos de plantas até a necessidade e a utilidade desejadas.

Coberturas verdes extensivas são coberturas que apresentam a camada de solo com até 10 cm de espessura e vegetais com enraizamento superficial principalmente musgos e herbáceas. Seu peso é reduzido devido à espessura reduzida das camadas de suporte e da leveza dos vegetais. Este tipo de cobertura verde é principalmente executado em superfícies planas, mas algumas técnicas permitem que seja aplicado quando há inclinação (SADDI; MOURA, 2010).

Este tipo de cobertura raramente é aberto à circulação, a menos que sejam previstas passagens, mas por causa do baixo peso tem a vantagem de poderem ser executadas em estruturas existentes. Outra vantagem do tipo extensivo é a pequena necessidade de manutenção. De maneira geral, não é preciso fertilizar nem regar as plantas após seu estabelecimento, que ocorre geralmente a partir do primeiro ano.

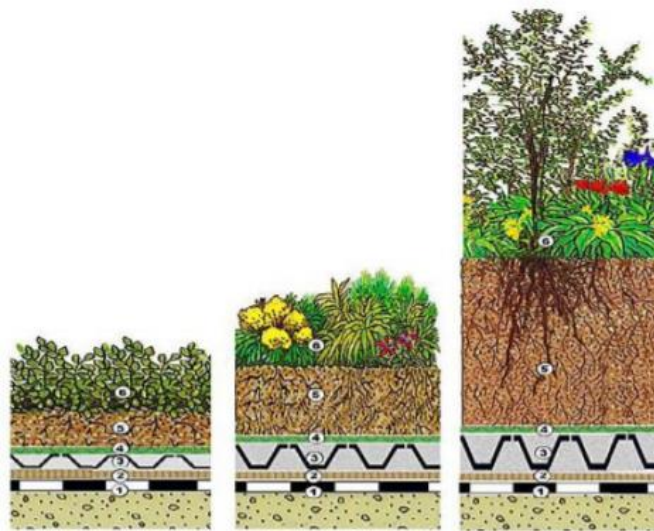
Figura 15 - Cobertura verde



Fonte: Arte Vegetal (2017)

Já o telhado verde semi-intensivo possui altura do substrato variando entre 12 a 25 cm. Por ser constituído de uma camada de substrato mais profundo em relação ao modelo extensivo, propicia o cultivo de plantas diversificadas, tais como herbáceas, arbustos ou até mesmo plantas lenhosas, que possuem crescimento médio (SCRENSKI, 2015). Além disto, os custos se aproximam do telhado verde intensivo, tendo em vista que este telhado necessita de manutenções periódicas.

Figura 16 - Diferença de espessuras do substrato na construção extensiva, semi-intensiva e intensiva, respectivamente



Fonte: Screnski (2015, p.16)

As coberturas verdes intensivas podem ser organizadas na forma de jardins abertos ao público. Seus vegetais têm enraizamento profundo e são geralmente herbáceas, arbustos e árvores. Este tipo de cobertura é geralmente utilizado em grandes estruturas, onde há coberturas planas e na maioria das vezes, quando já estava previsto antes da construção. Isso por causa do elevado peso que deve ser contabilizado no cálculo estrutural. Caso não sejam planejadas anteriormente exigem que seja feito um reforço da estrutura. Neste tipo de cobertura a manutenção e em particular os cuidados com a rega são mais exigentes e frequentes sendo necessária, na maioria dos casos, a previsão de um sistema de irrigação. Isso porque a superfície de evaporação das plantas é maior (SADDI; MOURA, 2010).

Figura 17 - Cobertura da prefeitura de São Paulo



Fonte: IBDA (2020)

Os benefícios da utilização das coberturas verdes podem ser sentidos em âmbito privado e público. No verão, a vegetação das coberturas verdes protege os imóveis contra os raios solares e por causa da evapotranspiração pode atenuar os ganhos térmicos. Por meio desse fenômeno, consequentemente, há diminuição da temperatura do telhado e do ar interno do imóvel. Isso contribui para refrescar o ambiente e reduzir as necessidades energéticas com ar-condicionado. Nos dias frios, ou mesmo nas madrugadas, a camada de substrato aumenta o fator isolante do imóvel o que em países de inverno rigoroso diminui os gastos de energia com aquecimento.

Outra vantagem é que estas contribuem para a proteção das membranas de impermeabilização da cobertura comum contra as grandes variações de temperatura, a degradação causada por raios ultravioletas e estragos acidentais causados por pessoas que, eventualmente (no caso do sistema extensivo), subam na cobertura. Além disso, as diferentes camadas da cobertura verde são capazes de absorver ruídos causados pelo impacto, por exemplo, a chuva, e ruídos ambientes, como a circulação, barulhos vindos da cidade e do tráfego aéreo.

Saddi e Moura (2010) defendem que na esfera pública as vantagens das coberturas verdes são muito maiores. Elas têm um grande potencial para reduzir o lançamento de águas pluviais na rede pública, pois agem como uma barreira entre as

intempéries e o sistema de evacuação. Além disso, as plantas absorvem alguns dos poluentes atmosféricos pela fotossíntese e os aprisionam em suas folhas aumentando a produção de oxigênio e diminuindo a taxa de gás carbônico. Outro fator relevante é o auxílio na redução do efeito de ilhas de calor, cada vez mais comum nas grandes cidades.

Segundo Santos et al (2017, p .203),

“as desvantagens da instalação do telhado verde são as seguintes: Sistema construtivo mais caro, mas rapidamente compensado pela poupança energética; Custos de manutenção podem ser maiores, dependendo do tipo de cobertura verde escolhida para a estrutura de telhado verde; Sistemas de escoamento mais complexos, que saem mais caros em caso de reparação; Alguns tipos de coberturas verdes necessitam de estruturas mais resistentes para suportar o peso adicional da estrutura do telhado verde.”

3.2.10 Sistema de Coleta de Águas Pluviais

Atualmente observa-se uma maior preocupação da sociedade em relação à preservação dos recursos naturais. Dentre eles, a água representa um dos mais valiosos recursos, sendo imprescindível para a vida na Terra. Além de ser um recurso vital insubstituível, a água é um importante fator de produção para muitas atividades, sendo primordial para que haja também crescimento econômico e tecnológico.

Diante deste cenário, o aproveitamento de água da chuva, um recurso natural amplamente disponível na maioria das regiões do Brasil, se apresenta como uma excelente alternativa que tem como objetivo prover a demanda da população em relação ao uso de água para fins inicialmente não potáveis.

Colla afirma que “de fato, a captação de água pluvial é uma ferramenta descoberta e desenvolvida há muito tempo atrás que, todavia, foi sendo gradativamente esquecida à medida que o sistema de água encanada se consolidou e expandiu-se” (COLLA, 2008, p.7)

Basicamente, a viabilidade de implantação de sistema de captação e aproveitamento de água de chuva depende do índice de precipitação do local, da área de captação e da demanda de água. Entretanto, as condições ambientais locais,

clima, fatores econômicos, finalidade e usos da água, também devem ser considerados para a elaboração de um eficiente projeto.

Segundo Colla (2008), os sistemas de coleta e aproveitamento de água de chuva em edificações são formados por quatro componentes básicos: área de coleta; condutores; armazenamento e tratamento. Na figura abaixo, tem-se um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial, no qual a água é coletada pela superfície do telhado e armazenada em uma cisterna após passar por um processo de filtragem.

Figura 18 - Esquema de funcionamento de sistema de aproveitamento de água de chuva



Fonte: Bella Calha (2008)

Quanto ao uso desta água, existem diversas aplicações incluindo, os industriais, irrigação de lavouras, a irrigação de parques e jardins, campos de futebol, sistemas decorativos aquáticos, tais como fontes, chafarizes, espelhos e quedas de água, reserva de proteção contra incêndios, lavagem de trens e ônibus públicos, gramados, árvores e arbustos decorativos ao longo de avenidas e rodovias, quadras de golfe, jardins de escolas e universidades.

No consumo residencial, os maiores desperdícios da água nas residências são provenientes dos vazamentos de torneiras e canos, do uso inconsciente da descarga, da lavagem em excesso de calçadas e carros e da irrigação de grandes áreas verdes dentre outros.

Observa-se, então, que medidas simples podem contribuir significativamente para o reuso da água, visto que essas ações podem ser combatidas por meio da manutenção correta de torneiras e encanamentos, além da construção de

cisternas para o armazenamento da água da chuva para ser aproveitada no restante das ações que podem ser praticadas sem manter um tratamento específico (BEMFICA; BEMFICA, 2015, p. 7).

Desta forma, a reutilização de água traz várias vantagens para consumidores residenciais e industriais:

- Minimiza a utilização de água potável onde esta não é necessária, como por exemplo, na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagem de pisos, dentre outros;
- Reduz o consumo da rede pública de água tratada;
- Exige investimentos baixos com retorno rápido;
- Auxilia na contenção de enchentes, uma vez que parte da água da chuva será represada, diminuindo vazões nas galerias;
- Encoraja a conservação de água, a autossuficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais;
- Reduzir à captação de águas superficiais e subterrâneas, possibilitando uma situação ecológica mais equilibrada;
- Aumento da disponibilidade de água para usos mais exigentes.

Em relação às desvantagens, pode levantar-se (ECYCLE, 2020):

- É necessário disciplina: as calhas devem ser limpas, para impedir contaminação através de fezes de ratos ou de animais mortos, e mantidas em boas condições;
- O interior do reservatório também deve ser limpo periodicamente;
- Alguns reservatórios, se não tomados os devidos cuidados, podem deformar ou apresentar rachaduras com o tempo.
- Caso o reservatório seja enterrado, seu custo de instalação será maior.

Apesar das diversas vantagens, geralmente é difícil prever as chuvas e normalmente elas vêm e vão. Esta é a principal desvantagem da coleta de água da chuva. A não ser que grandes tanques de armazenamento sejam usados, pode ser difícil armazenar água suficiente para enfrentar os períodos de seca. Se uma área tem precipitações limitadas, pode não ser recomendável depender da coleta de água da chuva para todas as necessidades.

3.2.11 Sistema de Reaproveitamento de Água

Juntamente ao sistema de coleta de águas pluviais, o reaproveitamento de águas cinzas (efluente doméstico que não possui contribuição da bacia sanitária e pia de cozinha), é uma maneira eficaz de auxiliar na economia de água em uma residência. Segundo Maldonado (2019),

as águas cinzas são geradas a partir de processos domésticos como lavar louça e roupa e tomar banho. Assim, esse tipo de água corresponde entre 50 a 80% de esgoto residencial. Importante não confundir com as águas negras, que são residuais de vasos sanitários.

De maneira geral, a água cinza se refere ao esgoto doméstico não contaminado com dejetos humanos nem com gorduras e óleos. O autor ainda complementa que

um banho de 15 minutos gasta até 135 litros de água; o simples fato de escovar os dentes pode gastar 6 litros de água; lavar o rosto consome até 2,5 litros de água; você pode gastar 12 litros de água ao se barbear por 5 minutos; gasta-se 280 litros de água em 15 minutos de lavagem de roupas no tanque; 1 ciclo de lavadora de roupas gasta em média 135 litros de água (MALDONADO, 2019).

Desta forma, torna-se expressivo o valor de água cinza gerado em uma residência e que tem potencial para reaproveitamento. Conforme Minowa et al (2007), o sistema de reuso das águas cinzas, em termos ambientais, significa uma redução de aproximadamente 29% na captação de águas, o que, em tempos de escassez, pode representar uma alternativa economicamente viável. Criar um projeto de reaproveitamento de água cinza resulta em economia de água potável, economia de

energia elétrica e menor produção de esgoto sanitário nas edificações. Em uma visão macro, resulta na preservação dos mananciais, por diminuir a quantidade de água captada e por reduzir o lançamento de esgoto pelas áreas urbanas, além de reduzir o consumo de energia elétrica no tratamento da água e do esgoto.

Apesar de serem menos contaminadas do que o esgoto sanitário bruto, as águas cinzas necessitam de tratamento adequado visando o seu reuso seguro pela população. Nesse sentido, as águas cinzas destinadas ao reuso devem ser devidamente tratadas com o objetivo de reduzir a demanda bioquímica de oxigênio, os sólidos em suspensão e turbidez, de forma a facilitar a desinfecção. Segundo Dominguez et al. (2017), a qualidade inferior das águas cinzas as torna não recomendáveis ao consumo humano, embora possam ser utilizadas em diversas atividades domésticas, tais como limpeza de vasos sanitários, irrigação de jardins e lavagem de pisos.

O projeto de reaproveitamento de água cinza acarreta benefícios ambientais e financeiros. No entanto, é fundamental que as águas cinzas atendam a alguns requisitos básicos de qualidade. Isso porque, quando estão fora dos padrões desejados, as águas tratadas podem causar problemas de odor e de saúde pública, comprometendo todo um conceito de reuso.

3.2.12 Sistemas de Geração Fotovoltaico

De acordo com a Associação Brasileira de Energia Solar (ABSOLAR,2016), nos últimos anos, a falta de chuva por longos períodos bem como a falta de investimento no setor energético no Brasil tem impactado diretamente na economia das empresas que dependem 100% da energia elétrica para seu funcionamento. Devido a essa recessão hídrica, se faz necessário acionar usinas termelétricas com energia mais poluente e cara, acarretando aumentos de até 60% na conta de energia. Com isto, a energia solar fotovoltaica está sendo considerada como uma grande aliada da sustentabilidade.

Apesar de ser uma das fontes de energia mais sustentáveis do mundo, por ser renovável e inesgotável, a produção de energia solar no Brasil ainda está muito aquém do potencial que nosso país possui. O potencial de geração de energia fotovoltaica no Brasil é muito grande, principalmente se se levar em consideração que países com incidências menores de energia solar têm projetos de aproveitamento de energia fotovoltaica mais desenvolvidos, tais como Alemanha, Espanha e França. Mesmo com elevados índices de irradiação solar em todo seu território, o uso desta fonte não tem relevância expressiva, representando cerca de 0,05% do total de produção energética (SOUZA; FERREIRA, 2019).

Apesar das condições favoráveis para tornar o país um grande produtor de energia elétrica a partir do uso intensivo de células fotovoltaicas, as iniciativas em curso ainda são bastante restritas. Souza e Ferreira (2019) apontam a necessidade de uma política de governo para que haja o desenvolvimento do setor fotovoltaico no país. Outro fator importante apontado pelos autores é a necessidade de criação de linhas de financiamento para o consumidor para a aquisição dos sistemas, além de uma maior divulgação dos benefícios desta fonte de geração de energia renovável.

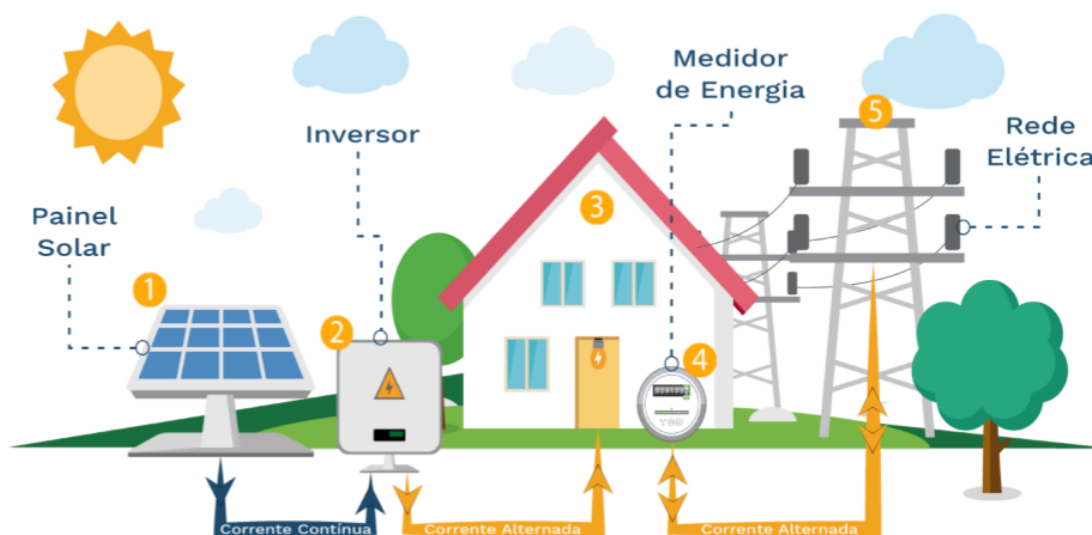
Em algumas cidades do país, já é possível observar incentivos pontuais à utilização de energia fotovoltaica. Em Campo Grande-MS, por exemplo, a prefeitura passou a conceder benefícios fiscais a imóveis que possuam ou venham a instalar sistemas de geração de energia fotovoltaica (ABSOLAR, 2020). No entanto, indo na contramão dos incentivos ao setor, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) está com proposta que prevê mudança e redução dos benefícios dos produtores de energia fotovoltaica.

Elaborada em 2012, a medida da agência diz que o consumidor ou produtor rural pode tanto consumir quanto injetar na rede de distribuição a energia elétrica produzida por ele. O excedente produzido a mais e injetado na rede se transforma em crédito e pode ser usado para o abatimento de uma ou mais contas de luz do mesmo titular. Além disso, a proposta oferece benefícios para incentivar a produção própria de energia elétrica, como a isenção do pagamento de tarifas pelo uso da rede elétrica e do pagamento de outras componentes da conta de energia. Com a revisão da norma, a intenção da Aneel é reduzir gradualmente esses subsídios.

Aliado a este cenário de incerteza, o alto custo para implementação de sistema fotovoltaico em residências ainda se mostra um grande empecilho para o desenvolvimento do setor. Outro ponto que dificulta sua implantação é a demanda de área, cada placa tem cerca de 2 m², ou seja, a depender da demanda da residência, a área necessária pode ser alta, o que deve ser compatibilizada com o projeto arquitetônico.

Mesmo com o alto valor para implementação, estudos mostram uma capacidade de 95% de economia na conta de luz, fazendo com que o sistema se pague em pouco tempo. Além disso, os benefícios para a natureza são vários. Segundo o Greenpeace, as energias renováveis, como a eólica e a solar fotovoltaica, são consideradas a principal solução para a mitigação de gases de efeito estufa no mundo. O sol é uma fonte de energia chamada renovável, pois é natural, limpa e está disponível o tempo todo. Além disso, sua produção não gera resíduos e não emite gases de efeito estufa, sem falar que a produção das tecnologias solares é controlada para que o processo de fabricação não prejudique o meio ambiente.

Figura 19 - Esquema de geração de energia fotovoltaico



- ① A luz do sol chega até os painéis Fotovoltaicos, que convertem em energia elétrica.
- ② O Inversor faz a ligação entre os painéis ao quadro elétrico.
- ③ No quadro elétrico de distribuição, você já pode usar a energia gerada.
- ④ O medidor de energia Bidirection mede a energia consumida e a gerada.
- ⑤ A energia excedente gerada vira crédito na concessionária para ser usado em até 5 anos.

Fonte: Stocco (2019)

3.2.13 Lâmpadas LED

A iluminação artificial faz parte do estilo de vida do ser humano, porque possibilita a melhor execução das tarefas diárias e noturnas e interfere na saúde, conforto e bem estar do indivíduo. Não basta simplesmente colocar uma lâmpada para iluminar o ambiente de uso, deve-se conhecer o objetivo a ser alcançado utilizando a luz e atender aos requisitos e normas técnicas para melhores resultados da proposta. A inadequada iluminação atinge negativamente tanto o usuário no que se refere à saúde, quanto o meio ambiente em relação à utilização inapropriada de recursos naturais, o uso do solo e resíduos impactantes lançados ao meio ambiente (ZAINORDINA; ABDULLAH; BAHARUM, 2012).

Dentre diversas opções de lâmpadas existentes, o sistema de iluminação com uso de Diodo Emissor de Luz (LED) tem sido utilizado por projetos sustentáveis no mundo todo por atender a maior parte dos requisitos até então postos atualmente.

O LED é um dispositivo semicondutor que emite luz quando energizado por uma fonte elétrica, possui baixa manutenção, maior eficiência, opera em baixa voltagem, não oferecendo riscos ao usuário e instalador. É resistente a impactos e vibrações, pode ser utilizado em ambientes externo e interno e diferente das outras lâmpadas não possuem filamentos metálicos, gases, radiação ultravioleta, infravermelho entre outros que agredem o meio ambiente (UDDIN; SHAREEF; MOHAMED, 2013). Por ser livre de raios ultravioleta, o LED também auxilia na prevenção de doenças como a leishmaniose e Chagas, tendo em vista que a ação ultravioleta atrai os insetos.

Outras vantagens são:

- não esquentam o ambiente;
- possuem vida útil muito longa (alguns modelos chegam a durar até 15 anos);
- variedade de tamanhos e formatos;
- oferecem uma luminosidade maior com a mesma potência das lâmpadas incandescentes;
- são compostas apenas por materiais que podem ser reciclados; e

- não possuem filamentos metálicos, radiação ultravioleta e nem descarga de gases.

Em relação ao consumo de energia o LED é insuperável em comparação às lâmpadas convencionais, porque possui eficiência luminosa elevada sendo uma das possibilidades para maior economia de energia através da iluminação, devido ao menor consumo e maior fator de potência se comparados às outras lâmpadas, podendo ser econômico até cinco vezes mais que as lâmpadas fluorescentes compactas.

Entre tantos aspectos positivos que justificam a utilização do LED na iluminação em geral, as pessoas estão cada vez mais conscientes e familiarizadas com a tecnologia e seus benefícios, haja vista, a sua utilização em diversos eletroeletrônicos, em espaços públicos, porém a barreira de preço muitas vezes ainda impede a aquisição desses produtos. Devido ao seu custo inicial do investimento, os usuários optam pelas incandescentes ou fluorescentes não pelas vantagens ou desvantagens proporcionadas por elas, mas pelo valor, ainda mais acessível.

Figura 20 - Modelos de lâmpada LED



Fonte: Luxfort (2018)

4 IMPLEMENTAÇÃO DE TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS EM HABITAÇÃO UNIFAMILIAR

4.1 PROJETO BASE

A Fundação Nacional de Saúde (Funasa) é uma fundação pública federal, vinculada ao Ministério da Saúde do Brasil. Surgiu com o Decreto nº 100, de 16 de abril de 1991, como resultado da fusão de vários segmentos da área de saúde, entre os quais a Fundação Serviços de Saúde Pública (Fsesp) e a Superintendência de Campanhas de Saúde Pública (Sucam).

A Funasa atualmente é a instituição do governo federal responsável em promover o fomento às soluções de saneamento para prevenção e controle de doenças, bem como formular e implementar ações de promoção e proteção à saúde relacionadas com as ações estabelecidas pelo Subsistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental. Esta detém a mais antiga e contínua experiência em ações de saneamento no País, atuando a partir de critérios epidemiológicos, socioeconômicos e ambientais, voltados para a promoção e proteção da saúde.

Em 2013 a Funasa lançou o programa de Melhorias Habitacionais para o Controle da Doença de Chagas que aponta:

“A existência de habitações cujas condições físicas favorecem a colonização de triatomíneos (inseto transmissor da doença) associados à pressão de exemplares de procedência silvestre reinfestando o peri e o intradomicílio, a dificuldade de êxito no controle desses vetores, com inseticidas, constituem fatores que recomendam a Melhoria da Habitação como medida essencial no Programa de Controle da Doença de Chagas.” (FUNASA, 2019)

O Programa de Melhorias Habitacionais para o Controle da Doença de Chagas (MHCDCh) fomenta a execução dos seguintes objetos:

- Restauração - reforma de domicílio, visando à melhoria das condições físicas da casa, bem como do ambiente externo (peridomicílio);

- Reconstrução - caso especial, quando a estrutura da habitação não suporte as melhorias necessárias, a mesma deverá ser demolida e reconstruída.

Para tal, o órgão disponibiliza modelos de projetos técnicos de engenharia para os casos de reconstrução das habitações que não suportem estruturalmente as melhorias necessárias. Estes modelos não buscam padronizar os projetos, possuem apenas o objetivo de oferecer subsídios e sugestões que devem ser adequados às características da localidade.

O projeto da Funasa (ANEXO A) foi concebido levando em consideração soluções construtivas possíveis de se realizar em todas as regiões do país. Apresenta como método construtivo soluções tradicionais, amplamente executadas em todo o território nacional e, por não ser o foco do mesmo, não propõe soluções voltadas à sustentabilidade.

Desta forma, optou-se pela utilização deste como base para realização deste trabalho. Serão mantidas as soluções e especificações técnicas oferecidas pela Funasa, que servirão como referência para levantamento de custo de uma habitação padrão convencional. A posteriori, o projeto será adaptado buscando integrar materiais e soluções sustentáveis viáveis à uma habitação unifamiliar popular.

4.2 TÉCNICAS CONVENCIONAIS DO PROJETO BASE

O projeto base consiste em uma habitação unifamiliar com dois quartos, banheiro, sala e cozinha integrados, e varanda com área de serviço. A área construída total é de, aproximadamente, 45m². A seguir apresenta-se a planta baixa e o resumo das especificações técnicas do projeto base retiradas do material da Funasa. As informações completas podem ser encontradas diretamente no site da Funasa² e no ANEXO B ao final deste trabalho.

² www.funasa.gov.br/modelo-de-projeto-basico-habitacao-de-2-quartos

- **Locação da obra**

A casa e demais obras deverão ser locadas de forma que o terreno naturalmente propicie o fluxo dos esgotos na direção do tanque séptico e em seguida para o sumidouro e, de preferência, que a frente da casa esteja voltada para o nascente.

- **Fundação**

A fundação da casa deverá ser executada em alvenaria de pedra calcária e ou quartzosa em junta seca, ou estrutura equivalente, conforme a disponibilidade do material na região e construída de forma a garantir a estabilidade das edificações. A alvenaria de fundação deverá ter as seguintes dimensões:

- Largura igual a 30 cm (trinta centímetros);
- Altura (profundidade) igual a 40 cm (quarenta centímetros);
- O comprimento deverá apoiar todas as paredes da casa, inclusive as paredes que apoiam a pia e o tanque de lavar roupas.

- **Paredes**

As paredes de alvenaria da casa deverão ser executadas com blocos cerâmicos de vedação, com resistência à compressão igual ou superior a 2,5 MPa, com dimensões nominais de 9x19x19 cm, e deverão ser assentados em juntas de 1,0 cm argamassada, traço 1:5 de cimento e areia média lavada.

- **Revestimento**

Após a instalação das tubulações, a alvenaria da parede da casa deverá ser chapiscada com argamassa de cimento com areia fina traço 1:3 e posteriormente revestida com emboço de cimento, cal e areia traço 1:2:8, com 1,0 cm de espessura.

No banheiro, sobre a camada de emboço da parede será assentada cerâmica esmaltada, linha popular PEI-4 sendo assentada com argamassa colante, rejuntadas, altura 1,8 m.

No caso da pia e do tanque, deverá ser feito acabamento em cerâmica esmaltada, linha popular PEI-4, assentada com argamassa colante, com rejuntamento em cimento branco, sobre a pia de cozinha e o tanque de lavar roupas, até a altura de 60 cm ao longo da extensão da peça, mais 60 cm para cada lado. Contar do nível da pia ou do tanque, conforme o caso.

- ***Pintura***

Todas as paredes deverão ser pintadas com tinta PVA látex exterior em duas demãos. Na parte externa, a partir do piso até 80 cm de altura, as paredes deverão receber uma camada de chapisco na cor natural, sobre o emboço; acima desta altura as paredes deverão ser pintadas. As portas deverão ser pintadas interna e externamente com tinta esmalte sintética em duas demãos.

- ***Forro***

Deverá ser executada laje de forro no banheiro, pré-moldada ou maciça, conforme detalhada em projeto, com posterior revestimento em chapisco, reboco e pintura.

- ***Pavimentação Interior da casa***

Após a instalação dos tubos e conexões para o escoamento do esgoto, deverá ser executado um contrapiso, com espessura de 5,0 cm de concreto, no traço 1:2½:5, $f_{ck}=15\text{MPa}$. Em seguida deverá ser executado o piso com argamassa de cimento e areia média traço 1:3, com espessura de 1 cm, resultando numa superfície plana com cota de 6,0 cm acima da cota da calçada, com declividade de no mínimo 2% de forma a dirigir as águas servidas para o ralo, ou para fora da casa, conforme o projeto.

- ***Pavimentação da Calçada***

Deverá ser construída uma calçada em volta da casa, conforme o projeto, de forma que após concluída deverá resultar em uma superfície plana com 5cm de espessura, com juntas de dilatação a cada metro e com cota de no mínimo 15 cm

acima do solo. A calçada deverá ter declividade de no mínimo 2%, de forma a afastar as águas pluviais da casa. A calçada deverá ser executada com concreto, no traço 1:2½:5, fck=15MPa, com acabamento em argamassa de cimento e areia média traço 1:3.

- **Instalações hidráulicas e sanitárias**

Para a instalação de tubulações embutidas em paredes de alvenaria, os tijolos deverão ser recortados cuidadosamente com talhadeira, conforme marcação prévia dos limites de corte. As tubulações embutidas serão fixadas pelo enchimento do vazio restante nos rasgos com argamassa de cimento e areia traço 1:4.

Os lavatórios serão de louça branca suspenso 29,5x39,0 cm, padrão popular e as caixas de descarga serão de sobrepor de plástico com capacidade de 9 litros, com tubos de descarga, engates flexíveis e boia. Serão instalados chuveiros plásticos brancos simples 1/2".

Quanto aos metais, as torneiras serão de metal amarelo, de 1/2" ou 3/4", curta para lavatórios e tanques e longa para pias de cozinha.

- **Cobertura**

Deverão ser empregadas telhas de barro tipo plan de boa qualidade, ou seja, deverão apresentar resistência mecânica, estabilidade dimensional e durabilidade compatíveis com o disposto nas normas brasileiras e não apresentar absorção de água. As telhas deverão ser instaladas em duas águas, com uma declividade mínima de 22%. O beiral deve ser de no mínimo 45 cm (mínimo de uma telha e meia, livre após a parede)

A estrutura do telhado será feita em madeira de primeira qualidade (ou equivalente), com peso específico superior a 650 kg/m³, serrada, (tipo vigota de 0,06 x 0,12 x 3,5m) com espaçamento entre vigotas de 1,00 a 1,10 m e balanço de beiral inferior a 0,50 m, sem execução de tesouras, apoiada em uma cinta de tijolo maciço de ½ vez com 3 fiadas intercaladas por 2 camadas com 2 barras de ferro de diâmetro de 6 mm, ou em superfícies capaz de resistir toda a distribuição longitudinal das cargas nas paredes (nunca apoiado sobre tijolo furado). Sobre as vigotas serão

apoiados os ripões de 0,03 x 0,04 m x corridos, no espaçamento do apoio das telhas, em duas águas.

- ***Esquadrias metálicas***

Todos os materiais utilizados nas esquadrias deverão respeitar as indicações e detalhes do projeto, isentos de falhas de laminação e defeitos de fabricação. Os perfis, barras e chapas metálicas utilizadas na fabricação das esquadrias serão isentos de empenamentos, defeitos de superfície e diferenças de espessura. As dimensões deverão atender às exigências de resistência pertinentes ao uso, bem como aos requisitos estéticos indicados no projeto.

- ***Caixa d'água***

A caixa d'água poderá ser de polietileno, fibra de vidro, PVC ou material similar, desde que não tenha amianto na sua composição, devendo ser instalada em superfície lisa, sem qualquer ondulação ou quinas, obedecendo à orientação do fabricante. A caixa d'água deverá ser resistente aos efeitos das intempéries, sem que se deforme ou deteriore, uma vez que será instalada na área externa da casa.

O material da caixa d'água não deverá liberar substâncias tóxicas, e nem favorecer a proliferação de musgos, fungos, ou qualquer tipo de microrganismo, quando em contato com a água, ou qualquer produto de limpeza comercial, a base de cloro ou amoníaco, deverá ser resistente à abrasão ou qualquer outra solicitação advinda do processo de instalação ou de limpeza da caixa, deverá poder ser furada para a instalação das canalizações, sem apresentar fissuras ou rachaduras.

Neste projeto é prevista a utilização de caixas d'água de 500 litros para todas as casas.

- ***Instalações Elétricas***

A instalação elétrica da edificação e de iluminação das áreas externas será executada com materiais normatizados, com mão de obra especializada, obedecendo aos padrões da boa técnica.

- Eletrodutos: serão do tipo PVC flexível corrugado.
- Fios e cabos: serão de condutor de cobre e isolamento antichama, nas dimensões especificadas em projeto.
- Tomadas e interruptores: serão do tipo embutido na parede, adequados para amperagem mínima de 10 A, 250 V.
- Quadros de Luz: será em PVC, conforme exigência da ABNT, com disjuntores instalados conforme projeto.

Figura 22 - Modelo simplificado do projeto base | Exterior



Fonte: Autoria própria

Figura 23 - Modelo simplificado do projeto base | Sala e Cozinha



Fonte: Autoria própria

Figura 24 - Modelo simplificado do projeto base | Quarto e Banheiro



Fonte: Autoria própria

4.3 TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS IMPLEMENTADAS AO PROJETO BASE

A partir do projeto base buscou-se implementar soluções sustentáveis condizentes, tantas quanto possível, buscando aquelas que apresentassem maior aplicabilidade no cenário nacional. O objetivo foi realizar tais implementações, alterando materiais e técnicas aplicadas, mantendo as características básicas formais do projeto.

- ***Locação da obra e fundação***

Entende-se que as alterações propostas neste trabalho possam acarretar mudanças nos carregamentos das estruturas da habitação e, conseqüentemente, causariam alteração nas especificações de fundação. No entanto, por se tratar de uma edificação de pequeno porte, com cargas pequenas, e os cálculos para dimensionamento das estruturas não estão contemplados no escopo deste trabalho, optou-se por adotar também no projeto sustentável as mesmas especificações definidas no projeto base.

- ***Paredes***

Para toda a alvenaria do projeto optou-se pela substituição do tijolo cerâmico furado por tijolo solo-cimento no tamanho 12,5x25x6,25 cm e seus complementos (meio bloco 12,5x12,5x6,5 cm; canaleta 12,5x25x6,25 cm).

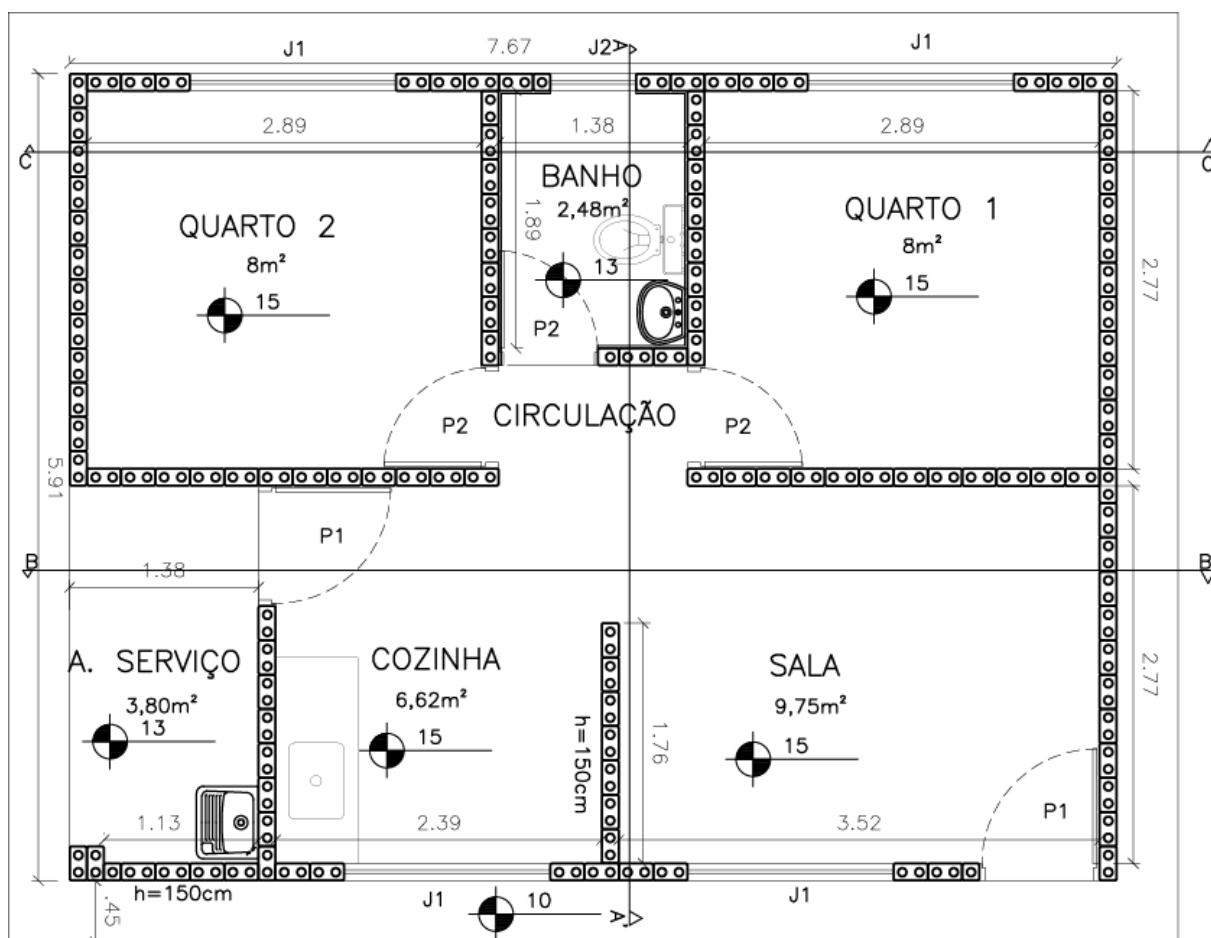
Dentre os fatores que levaram a escolha deste material cabe destacar: a facilidade de acesso ao produto; o ganho de área útil, pois o tijolo solo-cimento não requer acabamentos de reboco e emboço, possibilitando paredes com a espessura de 12,5cm do próprio tijolo; o conforto térmico melhor do material; a facilidade de execução, gerando rapidez na obra; limpeza e economia de matérias, pois não há necessidade de rasgos nas paredes para passagem de tubulações; e economia estrutural, os tijolos solo-cimento não trabalham com pilares e vigas tradicionais.

A empresa Eco Produção, distribuidora de tijolos solo-cimento, disponibiliza material de referência para execução de obras com esse material (ANEXO D)³. De forma simplificada, os tijolos são assentados, espaçados entre 1 e 2 mm, utilizando cola ou argamassa plástica e, ao final, rejuntados a fim de selar qualquer brecha existente. As vigas são executadas grauteando os furos dos tijolos, em espaçamento e quantidade necessária conforme cálculo realizado por engenheiro. As vergas e contravergas são realizadas na forma de cintas de amarração por todo o perímetro da estrutura, com a utilização de tijolo tipo canaleta, com vergalhões de 8mm e preenchidas com graute.

Por se tratar de uma construção modular, houve necessidade de adaptar o projeto base para a modulação utilizada (Fig. 24), o que acarretou mudanças nas dimensões da residência. Mesmo assim, buscou-se manter a área final da edificação o mais próximo possível do projeto base, de forma a manter paridade para comparação. O projeto completo pode ser encontrado no APÊNDICE A, ao final deste trabalho.

³ www.sahara.com.br/pdf-sahara-tecnologia/cartilha-eco-producao.pdf

Figura 25 - Planta baixa projeto modular



ESQUADRIAS
 Porta - P1 88x212
 Porta - P2 75x212
 Janela - J1 150x100 h=112
 Janela - J2 60x60 h=181

Fonte: Autoria própria

• Estrutura

Com exceção da fundação, o projeto base apresentado pela Funasa não contempla detalhamento para a estrutura da residência. Desta forma, entende-se que o carregamento do telhado é distribuído diretamente sobre a cinta de amarração superior proposta no projeto. Da cinta é transmitida para as paredes e em seguida para a fundação, sem a utilização de vigas e pilares.

Para o projeto base, no entanto, como não se propôs a realizar os cálculos de carregamento para dimensionamento das estruturas, optou-se por adotar as informações contidas na cartilha disponibilizada pela empresa Eco Produção

(ANEXOD). Desta forma, considerou-se o grauteamento das aberturas dos tijolos, com espaçamento máximo de 1m, criando uma série de pilaretes que suportarão a carga do telhado.

- **Revestimento**

De modo geral, construções com tijolo solo-cimento apresentam superfície regular e não necessitam de acabamentos. Assim, optou-se por manter a alvenaria com o tijolo aparente, poupando tempo e material na execução da obra.

Nas áreas molhadas (banheiro, pia e tanque), embora a aplicação de revestimento possa se realizar diretamente sobre a alvenaria dada sua regularidade, julgou-se de boa prática manter as definições técnicas do projeto base. Desta forma, nos locais onde houver aplicação de revestimento cerâmico, a alvenaria da parede deverá ser chapiscada com argamassa de cimento com areia fina traço 1:3 e emboçadas no traço 1:2:8 com 1,0 cm de espessura.

No banheiro, sobre a camada de emboço da parede será assentada cerâmica esmaltada, linha popular PEI-4 sendo assentada com argamassa colante, rejuntadas, altura 1,8 m.

No caso da pia e do tanque, deverá ser feito acabamento em cerâmica esmaltada, linha popular PEI-4, assentada com argamassa colante, com rejuntamento em cimento branco, sobre a pia de cozinha e o tanque de lavar roupas, até a altura de 60 cm ao longo da extensão da peça, mais 60 cm para cada lado. Contar do nível da pia ou do tanque, conforme o caso.

- **Pintura**

Como mencionado, a utilização de tijolo solo-cimento dispensa acabamentos. É possível executar a obra e manter o tijolo aparente, em tom mais rústico, mantendo sua coloração original.

Embora o material possa apresentar uma grande variedade de cores, a depender do tipo de solo utilizado para sua produção, a cor mais facilmente encontrada no mercado é o vermelho. Entende-se que esta cor, para um ambiente

residencial utilizado em todos os cômodos, possa causar desconforto e cansaço visual. Desta forma, para efeito deste trabalho, no interior da edificação considerou-se aplicação de tinta ecológica de cor clara em pelo menos duas demãos.

No exterior, optou-se por manter a coloração natural do tijolo. No entanto, por se tratar de um material poroso que ficará em contato direto com as intempéries, considerou-se a aplicação de impermeabilizante líquido incolor em pelo menos duas demãos em todas as paredes externas.

- ***Forro***

Optou-se por manter a execução da laje de forro apenas no banheiro, pré-moldada ou maciça, conforme detalhada no projeto base, com posterior revestimento em chapisco, reboco e pintura.

- ***Pavimentação***

Em relação a pavimentação do interior da residência e da calçada de proteção lateral, optou-se por manter as orientações técnicas do projeto base.

- ***Instalações hidráulicas e elétricas***

Do mesmo modo, julgou-se pertinente manter as orientações em relação às instalações elétricas e hidrossanitárias. No entanto, cabe ressaltar a importância da compatibilização de ambos para o novo projeto. O tijolo solo-cimento não aceita rasgos, comumente realizados em alvenaria tradicional. A passagem das tubulações e água e eletrodutos se dá pelos furos nos tijolos (vertical) e pela utilização de canaletas (horizontal). Assim, as instalações devem ser realizadas ao mesmo tempo do levante das paredes.

Quanto à bacia sanitária, a fim de garantir maior economia de água, substituiu-se o modelo de caixa suspensa do projeto base por um modelo econômico de caixa acoplada com duplo acionamento.

Embora não seja contemplado no escopo do projeto base, optou-se também por analisar neste trabalho o custo para implementação de um sistema de geração de

energia fotovoltaico e um sistema de captação e reuso de águas. Entende-se que com as crescentes preocupações de viés ambiental, os problemas com as crises energéticas e de falta de água, a implementação destes dois sistemas se mostra pertinente e justificável.

- ***Cobertura***

Para a cobertura optou-se pelas telhas Tetra Pak com dimensão nominal de 2,20mx0,92mx6mm de espessura com manta térmica. A telha Tetra Pak por si só apresenta melhores características de isolamento termoacústico, em comparação com as outras telhas sustentáveis. De acordo com os fabricantes, o recobrimento com manta térmica potencializa estes efeitos garantindo um isolamento superior. Desta forma, levando-se em consideração que não há forramento na residência, e buscando maior conforto para o usuário, optou-se por este modelo.

As telhas deverão ser instaladas em duas águas, com uma declividade mínima de 22%. O beiral deve ser de no mínimo 45 cm. O perímetro da edificação deve ser devidamente emboçado com argamassa, vedando os sulcos entre telha e alvenaria, evitando a entrada de insetos e animais.

Por apresentarem instalação com espaçamento diferente das telhas propostas no projeto base, a estrutura do telhado poderá ser reduzida adaptando ao novo modelo de telhas adotado. Será feita em madeira de primeira qualidade (ou equivalente), serrada, (tipo vigota de 0,06x0,12x3,5m) com espaçamento máximo entre vigotas de 1,50m e balanço de beiral inferior a 0,50 m, sem execução de tesouras, apoiada em uma cinta de amarração feita em tijolo do tipo canaleta com vergalhões de 8mm e preenchido com graute em duas fiadas. Sobre as vigotas serão apoiados os ripões de 0,03x0,04m corridos, com vão máximo de 1,69m, em duas águas.

- ***Esquadrias metálicas***

Por entender que a utilização de esquadrias metálicas, em substituição a madeira, também representa uma iniciativa sustentável, optou-se por manter as

orientações quanto às esquadrias. No entanto, dada a modulação do projeto, faz-se necessário ajustes em suas dimensões.

- ***Demais especificações construtivas***

Em relação às demais informações, não constantes neste tópico, faz-se saber que se mantiveram as mesmas do projeto base (ANEXO B).

Figura 26 - Modelo simplificado do projeto alterado | Exterior



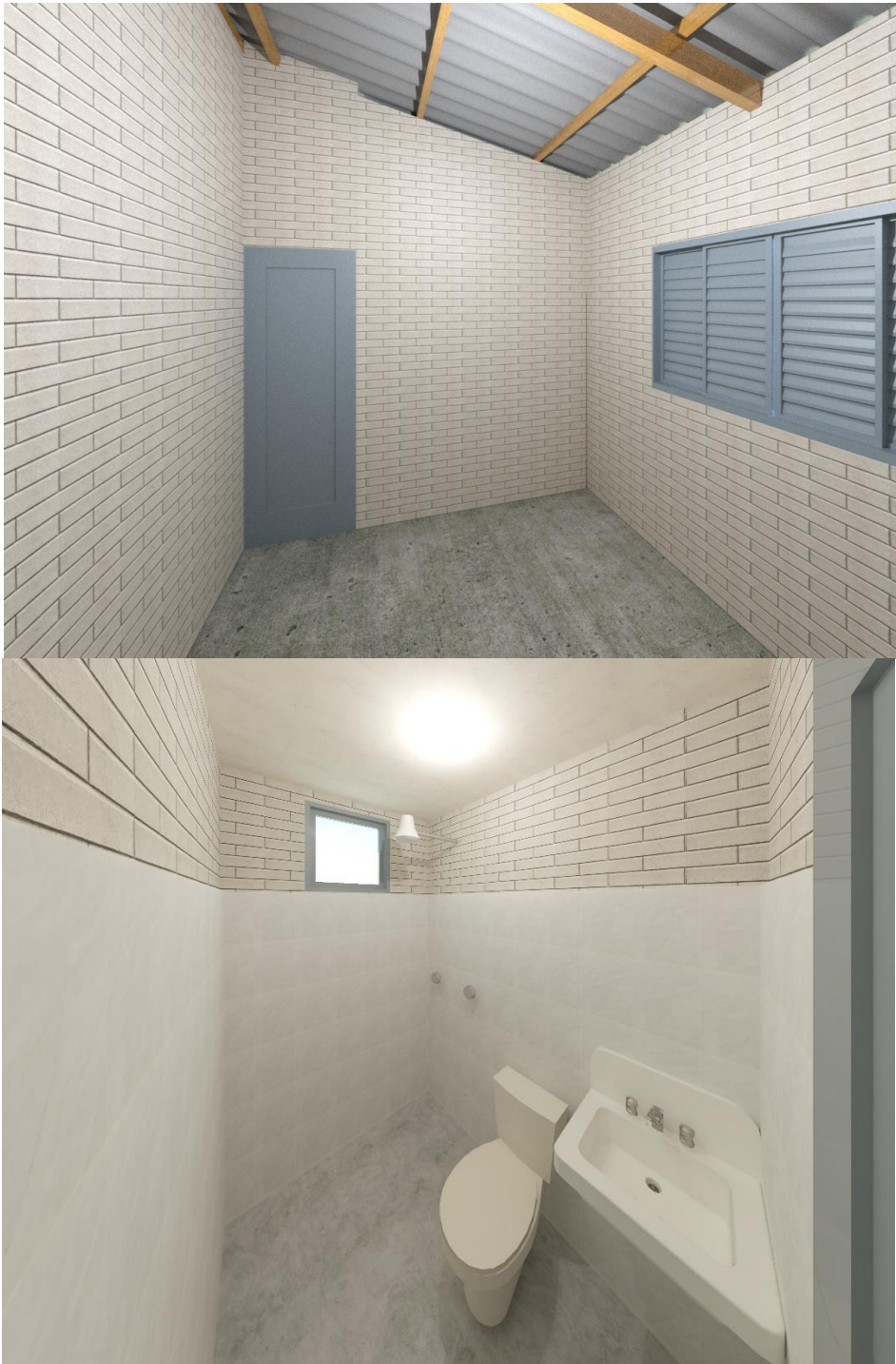
Fonte: Autoria própria

Figura 27 - Modelo simplificado do projeto alterado | Sala e Cozinha



Fonte: Autoria própria

Figura 28 - Modelo simplificado do projeto alterado - Quarto e Banheiro



Fonte: Autoria própria

5 ANÁLISE DE CUSTOS

Segundo Mattos (2006), orçamento e orçamentação não são sinônimos. Enquanto o orçamento é o produto, a orçamentação é o processo de determinação deste. Para que qualquer projeto apresente um resultado positivo é necessária uma orçamentação eficiente. Assim, a orçamentação é uma das principais áreas no negócio da construção. O processo da determinação de um orçamento envolve processos técnicos e financeiros para produzir um orçamento com confiabilidade. O orçamento precede a efetiva execução de um projeto. Deve-se analisar a composição dos custos e as considerações inerentes a um orçamento executivo.

Araújo e Reboledo (2017) levantam como as principais metodologias para elaboração de orçamentos:

- Método paramétrico - é utilizado um aporte inicial para investimento. São utilizados índices e obras similares para o orçamento. Obtém-se um orçamento aproximado, servindo para um estudo de viabilidade ou consulta rápida para um cliente;
- Estimativa - é uma forma de orçar mais detalhada que a forma paramétrica. A sua utilização é limitada quando há um anteprojeto ou premissas iniciais básicas. É o orçamento geralmente utilizado para a concorrência. Ele é feito com um projeto básico e tem um prazo relativamente curto para a sua execução. É determinado o custo unitário de cada serviço elencado em uma planilha orçamentária.

Entretanto, os autores afirmam que, dada a longa duração de uma obra e a variação dos preços de insumos, de modo geral, os custos de um empreendimento são estimativos, uma vez que o custo real poderá somente ser conhecido após o término da obra e se for baseado em controles e apropriações realizadas. Mesmo assim, a estimativa de custos de uma obra é uma ferramenta essencial para a análise de custos pois, a partir desta é possível obter as informações sobre rentabilidade e desempenho da empresa nas atividades por ela realizadas. Esta também auxilia na

elaboração do planejamento, controle e desenvolvimento das diversas atividades empresariais.

De forma simplificada, um orçamento é composto de duas partes: o custo direto e o BDI. O Custo Direto é resultado da soma de todos os custos unitários dos serviços necessários para a construção da edificação, obtidos pela aplicação dos consumos dos insumos sobre os preços de mercado, multiplicados pelas respectivas quantidades, acrescido dos custos da infraestrutura necessária para a realização da obra.

Já o BDI, Segundo Tisaka (2004, p. 2),

“é uma taxa que se adiciona ao custo de uma obra para cobrir as despesas indiretas que tem o construtor, mais o risco do empreendimento, as despesas financeiras incorridas, os tributos incidentes na operação, eventuais despesas de comercialização, o lucro do empreendedor e o seu resultado é fruto de uma operação matemática baseados em dados objetivos envolvidos em cada obra”.

Para chegar ao BDI é preciso apurar uma série de elementos atrelados ao preço da construção: custo da administração central, custo financeiro, valores de seguros e garantias, margem de incerteza e tributos municipais. Por ser composto por uma série de parcelas que variam a depender da empresa executora, e sua influência ser proporcional em todas as etapas do desenvolvimento da obra, optou-se por não levar em consideração o valor do BDI para análise de custos. Desta forma, a análise e comparação serão realizadas considerando apenas o custo direto para execução dos projetos.

Para o levantamento de custo neste trabalho, adotou-se a tabela SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Segundo a Caixa Econômica Federal (CAIXA), o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) é indicado pelo Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013 (BRASIL, 2013), que estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, para obtenção de referência de custo, e pela Lei nº 13.303/2016 (BRASIL, 2016), que dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias.

Esta tabela reúne dados que definem os valores de insumos e serviços necessários em obras e serviços de engenharia. Ela é revisada pela CAIXA e IBGE, e divulgada todos os meses a fim de manter todos os dados atualizados, inserir novos insumos e desativar os que não são mais utilizados. Estes dados são coletados e agrupados por estado, garantindo maior precisão para o levantamento dos custos de realização de uma obra em cada região.

A CAIXA e o IBGE são os responsáveis pela gestão do SINAPI, sendo que a CAIXA é responsável pela base técnica de engenharia e processamento de dados, enquanto o IBGE é responsável pela pesquisa mensal de preço, tratamento dos dados e formação dos índices.

Os valores do SINAPI são a base para os orçamentos de obras e serviços, utilizados principalmente na elaboração de orçamentos de obras públicas de engenharia. No entanto, também é uma excelente ferramenta para os orçamentos de obras privadas. Desta forma, optou-se pela utilização desta tabela dada a confiabilidade da procedência de seus dados e por apresentar o valor médio do custo de execução da maioria dos serviços de engenharia civil, bem como do preço de insumos individuais.

As tabelas SINAPI apresentam os valores dos insumos e serviços considerando as duas modalidades de recolhimento tributário para os trabalhadores da construção civil, o modelo desonerado e o não desonerado. A desoneração da folha de pagamento foi instituída pela Lei nº 12.546/2011 (BRASIL, 2011), e consiste na substituição da incidência da contribuição previdenciária patronal sobre folha de salários pela incidência sobre o faturamento.

A desoneração não exime a empresa de pagar tributos. Ela simplesmente altera a forma de recolhimento e as alíquotas que incidem sobre os serviços e é opção da empresa escolher quando e se irá optar por ela. Desta forma, a opção de desoneração influencia o valor final da obra uma vez que altera consideravelmente os valores de mão de obra e carga tributária. Apesar de muitas empresas do setor de construção civil optarem pela desoneração, deve-se analisar caso a caso, pois sua influência no custo final da obra vai depender de características da empresa e do serviço executado.

Entende-se que a escolha do modelo desonerado ou não desonerado acarretaria mudanças no custo final da obra. No entanto, tal aumento seria repassado proporcionalmente nos dois orçamentos, mantendo a paridade e não influenciando no comparativo entre o projeto base e o sustentável. Desta forma, para efeitos deste trabalho, optou-se por utilizar a tabela SINAPI para insumos e composições desonerados do estado de Goiás 12/2020, por entender que a desoneração é prática comum em muitas construtoras. O detalhamento completo de todas as composições utilizadas pode ser obtido diretamente no site do SINAPI⁴.

5.2 SOLUÇÕES CONVENCIONAIS

A planilha orçamentária para o projeto base foi disponibilizada pela Funasa (ANEXO C), em conjunto dos demais arquivos do projeto. No entanto, alguns dos itens elencados na planilha não se encontram mais cotados conforme apresentado pela Funasa. Desta forma, em algumas situações necessitou-se a adequação e correção destes para utilização de uma tabela SINAPI mais atualizada. Nestes casos, os quantitativos foram retirados e ajustados a partir do projeto base analisado.

Tabela 5 - Planilha orçamentária | projeto base

(continua)

ITENS	Código SINAPI	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1		SERVIÇOS PRELIMINARES/INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS				1.840,81
1.01	98524	limpeza manual de vegetação em terreno com enxada	m2	57,95	2,32	134,45
1.02	99059	locação convencional de obra, utilizando gabarito de tábuas corridas pontaletadas a cada 2,00m - 2 utilizações	m	43,21	39,49	1.706,36

⁴www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/referencias-precos-insumos

Tabela 5 - Planilha orçamentária | projeto base

(continuação)

ITENS	Código SINAPI	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
2		MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO				1.994,77
2.01	100947	transporte com caminhão carroceria 9t, em via urbana pavimentada, dmt até 30km (unidade: txkm)	txkm	1546,34	1,29	1.994,77
3		ADMINISTRAÇÃO LOCAL				864,40
3.01	90778	engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	5,47	88,02	481,24
3.02	90776	encarregado geral com encargos complementares	h	10,93	35,04	383,16
4		MOVIMENTO DE TERRA				1.669,87
4.01	96526	escavação manual de vala para viga baldrame, sem previsão de fôrma	m3	7,02	207,51	1.456,72
4.02	96995	reaterro manual apiloado com soquete	m3	6,50	32,78	213,15
5		FUNDAÇÃO				7.466,19
5.01	101619	preparo de fundo de vala com largura menor que 1,5 m, com camada de brita, lançamento manual	m3	15,60	205,15	3.200,34
5.02	92743	muro de gabião, enchimento com pedra de mão tipo rachão, de gravidade, com gaiolas de comprimento igual a 2 m, para muros com altura menor ou igual a 4 m – fornecimento e execução	m3	6,24	502,40	3.134,98
5.03	96619	lastro de concreto magro, aplicado em blocos de coroamento ou sapatas, espessura de 5 cm	m2	10,40	24,79	257,82
5.04	101159	alvenaria de vedação de blocos cerâmicos maciços de 5x10x20cm (espessura 10cm) e argamassa de assentamento com preparo em betoneira	m2	7,80	111,93	873,05
6		ESTRUTURA				2.602,99
6.01	101963	laje pré-moldada unidirecional, bi apoiada, para piso, enchimento em cerâmica, vigota convencional, altura total da laje (enchimento+capa) = (8+4).	m2	3,08	119,02	365,99
6.02	93182	verga pré-moldada para janelas com até 1,5 m de vão	m	9,50	34,89	331,46
6.03	93194	contraverga pré-moldada para vãos de até 1,5 m de comprimento	m	9,50	34,24	325,28
6.04	93184	verga pré-moldada para portas com até 1,5 m de vão	m	5,85	25,78	150,81

Tabela 5 - Planilha orçamentária | projeto base

(continuação)

ITENS	Código SINAPI	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
6.05	101159	alvenaria de vedação de blocos cerâmicos maciços de 5x10x20cm (espessura 10cm) e argamassa de assentamento com preparo em betoneira	m2	7,80	111,93	873,05
6.06	92792	corte e dobra de aço ca-50, diâmetro de 6,3 mm, utilizado em estruturas diversas, exceto lajes	kg	52,00	10,70	556,40
7		PAREDES E PAINEIS (alvenaria de elevação)				9.046,28
7.01	87520	alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 9x19x19cm (espessura 9cm) de paredes com área líquida maior ou igual a 6m² com vãos e argamassa de assentamento com preparo manual	m2	133,03	68,00	9.046,28
8		COBERTURA				6.125,97
8.01	92539	trama de madeira composta por ripas, caibros e terças para telhados de até 2 águas para telha de encaixe de cerâmica ou de concreto, incluso transporte vertical	m2	59,36	50,42	2.992,96
8.02	94445	talhamento com telha cerâmica capa-canal, tipo plan, com até 2 águas, incluso transporte vertical	m2	59,36	39,45	2.341,77
8.03	94221	cumeeira para telha cerâmica emboçada com argamassa traço 1:2:9 (cimento, cal e areia) para telhados com até 2 águas, incluso transporte vertical	m	8,46	20,26	171,40
8.04	94224	emboçamento com argamassa traço 1:2:9 (cimento, cal e areia)	m	32,30	19,19	619,84
9		INSTALAÇÕES ELÉTRICAS				1.432,60
9.01	101877	quadro de distribuição de energia em pvc, de embutir, sem barramento, para 3 disjuntores - fornecimento e instalação	un	1,00	35,73	35,73
9.02	91945	suporte parafusado com placa de encaixe 4" x 2" alto (2,00 m do piso) para ponto elétrico - fornecimento e instalação	un	1,00	6,28	6,28
9.03	91946	suporte parafusado com placa de encaixe 4" x 2" médio (1,30 m do piso) para ponto elétrico - fornecimento e instalação	un	10,00	5,15	51,50

Tabela 5 - Planilha orçamentária | projeto base

(continuação)

ITENS	Código SINAPI	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
9.04	91947	suporte parafusado com placa de encaixe 4" x 2" baixo (0,30 m do piso) para ponto elétrico - fornecimento e instalação	un	5,00	4,44	22,20
9.05	91854	eletroduto flexível corrugado, pvc, dn 25 mm (3/4"), para circuitos terminais, instalado em parede - fornecimento e instalação	m	20,03	6,16	123,38
9.06	91926	cabo de cobre flexível isolado, 2,5 mm ² , antichama 450/750 v, para circuitos terminais - fornecimento e instalação	m	112,06	2,66	298,08
9.07	91928	cabo de cobre flexível isolado, 4 mm ² , antichama 450/750 v, para circuitos terminais - fornecimento e instalação	m	15,00	4,27	64,05
9.08	93654	disjuntor monopolar tipo din, corrente nominal de 16a - fornecimento e instalação	un	2,00	10,66	21,32
9.09	93656	disjuntor monopolar tipo din, corrente nominal de 25a - fornecimento e instalação	un	1,00	11,50	11,50
9.10	92023	interruptor simples (1 módulo) com 1 tomada de embutir 2p+t 10a, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação	un	4,00	30,60	122,40
9.11	92000	tomada baixa de embutir (1 módulo), 2p+t 10 a, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação	un	5,00	18,13	90,65
9.12	91996	tomada média de embutir (1 módulo), 2p+t 10 a, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação	un	3,00	20,65	61,95
9.13	91993	tomada alta de embutir (1 módulo), 2p+t 20 a, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação	un	1,00	28,52	28,52
9.14	92029	interruptor paralelo (1 módulo) com 1 tomada de embutir 2p+t 10 a, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação	un	3,00	34,76	104,28
9.15	97589	luminária tipo plafon em plástico, de sobrepor, com 1 lâmpada fluorescente de 15 w, sem reator - fornecimento e instalação	un	7,00	28,36	198,52
9.16	101548	isolador, tipo roldana, para baixa tensão - fornecimento e instalação	un	36,00	5,34	192,24
10.01		INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS				671,08
10.01.01	89957	ponto de consumo terminal de água fria (subramal) com tubulação de pvc, dn 25 mm, instalado em ramal de água, inclusos rasgo e chumbamento em alvenaria	un	5,00	104,54	522,70

Tabela 5 - Planilha orçamentária | projeto base

(continuação)

ITENS	Código SINAPI	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
10.01.02	89987	registro de gaveta bruto, latão, roscável, 3/4", com acabamento e canopla cromados. fornecido e instalado em ramal de água	un	1,00	57,19	57,19
10.01.03	89972	kit de registro de gaveta bruto de latão 3/4", inclusive conexões, roscável, instalado em ramal de água fria - fornecimento e instalação	un	1,00	36,73	36,73
10.01.04	89985	registro de pressão bruto, latão, roscável, 3/4", com acabamento e canopla cromados. fornecido e instalado em ramal de água	un	1,00	54,46	54,46
10.02		INSTALAÇÕES SANITÁRIAS				4.207,79
10.02.01	1030	caixa de descarga de plástico externa, de 9" I, puxador fio de nylon, não incluso cano, bolsa, engate	un	1,00	32,30	32,30
10.02.02	98110	caixa de gordura pequena (capacidade: 19 l), circular, em pvc, diâmetro interno= 0,3 m	un	1,00	423,92	423,92
10.02.03	89708	caixa sifonada, pvc, dn 150 x 185 x 75 mm, junta elástica, fornecida e instalada em ramal de descarga ou em ramal de esgoto sanitário	un	1,00	57,25	57,25
10.02.04	97977	poço de inspeção circular para esgoto, em alvenaria com tijolos cerâmicos maciços, diâmetro interno = 0,6 m, profundidade = 1,5 m, excluindo tampão	un	3,00	1.231,44	3.694,32
10.03		SUMIDOURO				1.587,10
10.03.01	98062	sumidouro circular, em concreto pré-moldado, diâmetro interno = 1,88 m, altura interna = 2,00 m, área de infiltração: 13,1 m² (para 5 contribuintes)	un	1,00	1.587,10	1.587,10
10.04		TANQUE SÉPTICO				2.472,12
10.04.01	98054	tanque séptico circular, em concreto pré-moldado, diâmetro interno = 1,88 m, altura interna = 2,50 m, volume útil: 6245,8 l (para 32 contribuintes)	un	1,00	2.472,12	2.472,12
11		INSTALAÇÕES METAIS e ACESSÓRIOS				1.838,24
11.01	95470	vaso sanitário sifonado convencional com louça branca, incluso conjunto de ligação para bacia sanitária ajustável - fornecimento e instalação	un	1,00	174,56	174,56

Tabela 5 - Planilha orçamentária | projeto base

(continuação)

ITENS	Código SINAPI	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
11.02	377	assento sanitário de plástico, tipo convencional	un	1,00	25,00	25,00
11.03	100860	chuveiro elétrico comum corpo plástico, tipo ducha – fornecimento e instalação	un	1,00	65,33	65,33
11.04	86943	lavatório louça branca suspenso, 29,5 x 39cm ou equivalente, padrão popular, incluso sifão flexível em pvc, válvula e engate flexível 30cm em plástico e torneira cromada de mesa, padrão popular - fornecimento e instalação	un	1,00	174,48	174,48
11.05	93441	bancada granito cinza 150 x 60 cm, com cuba de embutir de aço, válvula americana em metal, sifão flexível em pvc, engate flexível 30 cm, torneira cromada longa, de parede, 1/2" ou 3/4", p/ cozinha, padrão popular - fornec. e instalação	un	1,00	736,64	736,64
11.06	86920	tanque de louça branca com coluna, 30l ou equivalente, incluso sifão flexível em pvc, válvula plástica e torneira de metal cromado padrão popular - fornecimento e instalação	un	1,00	662,23	662,23
12		REVESTIMENTOS (interno/externo de paredes e teto do WC)				9.416,80
12.01	87879	chapisco aplicado em alvenarias e estruturas de concreto internas, com colher de pedreiro. argamassa traço 1:3 com preparo em betoneira 400l	m2	266,07	3,17	843,43
12.02	87529	massa única, para recebimento de pintura, em argamassa traço 1:2:8, preparo mecânico com betoneira 400l, aplicada manualmente em faces internas de paredes, espessura de 20mm, com execução de taliscas	m2	266,07	29,35	7.809,07
12.03	87246	revestimento cerâmico para piso com placas tipo esmaltada extra de dimensões 35x35 cm aplicada em ambientes de área menor que 5 m2	m2	2,10	40,40	84,84
12.04	87271	revestimento cerâmico para paredes internas com placas tipo esmaltada extra de dimensões 25x35 cm aplicadas em ambientes de área maior que 5 m² a meia altura das paredes	m2	9,18	43,99	403,83
12.05	87270	revestimento cerâmico para paredes internas com placas tipo esmaltada extra de dimensões 25x35 cm aplicadas em ambientes de área menor que 5 m² a meia altura das paredes	m2	2,88	46,97	135,27

Tabela 5 - Planilha orçamentária | projeto base

(continuação)

ITENS	Código SINAPI	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
12.06	87905	chapisco aplicado em alvenaria (com presença de vãos) e estruturas de concreto de fachada, com colher de pedreiro. argamassa traço 1:3 com preparo em betoneira 400l (BARRADO EXTERNO)	m2	21,56	6,51	140,36
13		PISOS INTERNOS E EXTERNOS				3.487,00
13.01	87690	contrapiso em argamassa traço 1:4 (cimento e areia), preparo mecânico com betoneira 400 l, aplicado em áreas secas sobre laje, não aderido, espessura 5cm	m2	41,25	39,22	1.617,83
13.02	100324	lastro com material granular (pedra britada n.1 e pedra britada n.2), aplicado em pisos ou radiers, espessura de *10 cm*	m3	2,85	115,90	330,75
13.03	94963	concreto fck = 15mpa, traço 1:3,4:3,5 (cimento/ areia média/ brita 1) - preparo mecânico com betoneira 400 l	m3	2,06	341,55	704,45
13.04	101747	piso em concreto 20 mpa preparo mecânico, espessura 7cm	m2	15,83	52,70	833,98
14		ESQUADRIAS				5.027,91
14.01	94807	porta em aço de abrir tipo veneziana sem guarnição, 87x210cm, fixação com parafusos - fornecimento e instalação	un	5,00	457,41	2.287,05
14.02	91304	fechadura de embutir com cilindro, externa, completa, acabamento padrão popular, incluso execução de furo - fornecimento e instalação	un	2,00	79,97	159,94
14.03	91307	fechadura de embutir para portas internas, completa, acabamento padrão popular, com execução de furo - fornecimento e instalação	un	2,00	67,44	134,88
14.04	91305	fechadura de embutir para porta de banheiro, completa, acabamento padrão popular, incluso execução de furo - fornecimento e instalação	un	1,00	78,57	78,57
14.05	100709	dobradiça em aço/ferro, 3" x 2 1/2", e=1,9 a 2mm, sen anel, cromado ou zincado, tampa bola, com parafusos	un	6,00	37,47	224,82
14.06	94572	janela de alumínio de correr com 3 folhas (2 venezianas e 1 para vidro), com vidros, batente e ferragens. exclusive acabamento, alizar e contramarco. fornecimento e instalação	m2	7,50	271,21	2.034,08
14.07	94569	janela de alumínio tipo maxim-ar, com vidros, batente e ferragens. exclusive alizar, acabamento e contramarco. fornecimento e instalação	m2	0,36	301,61	108,58

Tabela 5 - Planilha orçamentária | projeto base

(conclusão)

ITENS	Código SINAPI	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
15		PINTURAS (paredes - externas, internas, esquadrias e teto)				3.965,76
15.01	88487	aplicação manual de pintura com tinta látex pva em paredes, duas demãos	m2	266,07	9,52	2.532,96
15.02	100760	pintura com tinta alquídica de acabamento (esmalte sintético brilhante) aplicada a rolo ou pincel sobre superfícies metálicas (exceto perfil) executado em obra (02 demãos)	m2	43,04	33,29	1.432,80
16		RESERVATÓRIO DE ÁGUA POTÁVEL				3.832,30
16.01	96522	escavação manual para bloco de coroamento ou sapata, sem previsão de fôrma	m3	0,30	102,43	30,73
16.02	94963	concreto fck = 15mpa, traço 1:3,4:3,5 (cimento/ areia média/ brita 1) - preparo mecânico com betoneira 400 l	m3	0,15	341,55	50,21
16.03	98461	estrutura para suporte de caixa d'água elevada de até 1000 litros	un	1,00	3.162,46	3.162,46
16.04	88504	caixa d'água em polietileno, 500 litros, com acessórios	un	1,00	588,90	588,90
17		LIMPEZA				101,21
17.01	99811	limpeza de contrapiso com vassoura a seco	m2	44,98	2,25	101,21
18		TOTAL GERAL DA OBRA				69.651,19

Fonte: Funasa (2017), adaptado pelo autor (2021).

5.2 SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Para obtenção dos custos do projeto alterado utilizou-se a mesma tabela SINAPI, com valores desonerados de dezembro de 2020. No entanto, algumas das soluções sustentáveis adotadas não apresentam composição de custo na tabela SINAPI. Sendo assim, para os serviços de alvenaria, pintura e telhamento, fez-se necessário estimar o valor destes com base em pesquisa de mercado.

Buscou-se na tabela SINAPI as composições de serviços semelhantes para obtenção dos dados base, fazendo-se as correções e adaptações necessárias nos materiais e respectivos coeficientes. Desta forma, vale ressaltar que, para os cálculos a seguir, os coeficientes de mão de obra e equipamentos utilizados são uma aproximação, não representando os valores reais para tais serviços. Assim, os valores obtidos para tais composições são aproximados e estão sujeitos a variação.

Para composição do serviço de alvenaria com tijolo solo-cimento utilizou-se dos dados da tabela SINAPI para o serviço de “alvenaria de vedação de blocos cerâmicos maciços” (código 101159), por se tratar de um serviço que se assemelha a alvenaria com tijolo solo-cimento, dada a semelhança entre os materiais. Aproveitou-se desta composição os coeficientes e custos para pedreiro e servente, e alterou-se os materiais utilizados. No entanto, como mencionado, uma das vantagens do tijolo solo cimento é sua rapidez de execução e a não necessidade de argamassa no assentamento, o que reduz ainda mais o tempo de execução. Desta forma, entende-se que os coeficientes da mão de obra encontram-se majorados, visto que seu rendimento seria maior, reduzindo o coeficiente de utilização. Por faltar referências dos valores reais dos coeficientes de execução da alvenaria com tijolo solo-cimento, neste trabalho, optou-se por aceitar tais aproximações.

O coeficiente para o material tijolo solo-cimento foi calculado com base nas dimensões do módulo selecionado, considerando o mesmo valor de perda utilizado na composição base (3%) por se tratar de um material similar. O coeficiente utilizado para o material cola foi retirado de material fornecido pela empresa Pratifix⁵. Obteve-se o valor do preço unitário da cola na tabela de insumos do SINAPI, e o valor do tijolo solo-cimento foi obtido em cotação com a empresa Ecoterm⁶.

⁵ www.pratifix.com.br/assets/pdf/tabela-de-rendimento.pdf

⁶ www.ecoterm.org/produtos-e-servicos (Valores obtidos em 01/2021)

Tabela 6 - Composição de custo | serviço de alvenaria

DESCRIÇÃO	UN.	COEF.	PREÇO UNIT. (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
Tijolo solo-cimento	un	59,8020	0,85	49,73
Cola branca para assentamento	L	2,2000	15,92	35,02
Pedreiro com encargos complementares	h	1,9390	19,38	37,57
Servente com encargos complementares	h	0,9700	13,67	13,25
			TOTAL	R\$ 135,57/m²

Fonte: Adaptado pelo autor (2021).

O serviço de pintura interna com tinta ecológica foi calculado com base no serviço de “aplicação manual de pintura com tinta látex PVA em paredes, duas demãos” (código 88487). Aproveitou-se os valores dos coeficientes e custos para pintor e servente, e fez-se a alteração dos coeficientes e custos do material. Para determinação do coeficiente de utilização da tinta ecológica, considerou-se um rendimento médio de 3,61m²/L, dado fornecido pela empresa Kroten⁷, juntamente com o valor de custo do material. O coeficiente apresentado se refere a utilização para 2 (duas) demãos de pintura.

Tabela 7 - Composição de custo | serviço de pintura com tinta mineral

DESCRIÇÃO	UN.	COEF.	PREÇO UNIT. (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
Tinta mineral ecológica Kroten	L	0,5538	21,78	12,06
Pintor com encargos complementares	h	0,1300	20,38	2,64
Servente com encargos complementares	h	0,0480	13,67	0,65
			TOTAL	15,35 /m²

Fonte: Adaptado pelo autor (2021).

⁷ www.kroten.com.br (Valores obtidos em 01/2021)

O serviço de telhamento e colocação da cumeeira ecológicos foram calculados com base nos serviços de “telhamento com telha ondulada de fibrocimento para telhado com inclinação maior que 10° com até 2 águas” (código 94207) e “cumeeira para telha de fibrocimento ondulada, incluso acessórios de fixação” (código 94223), respectivamente. No caso da telha, por se tratar de um material com características muito próximas ao material da composição base, optou-se por manter o coeficiente de utilização e alterou-se o preço. Para a cumeeira ecológica, calculou-se o coeficiente de utilização com base em seu cobrimento efetivo, desconsiderando possíveis perdas de material. O custo dos materiais foi orçado com a empresa LLEV⁸.

Tabela 8 - Composição de custo | serviço de telhamento com telha Tetrapak

DESCRIÇÃO	UN.ADE	COEF.	PREÇO UNIT. (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
Conjunto arruelas de vedação 5/16"	Cj.	1,27	0,16	0,2
Parafuso zincado sextavado 5/16"	Un.	1,27	2,54	3,22
Telha ecológica Tetra Pak	m²	1,275	34,73	44,28
Servente com encargos complementares	h	0,15	13,67	2,05
Telhadista com encargos complementares	h	0,115	20,53	2,36
Guincho elétrico de coluna	CHP	0,005	19,34	0,09
Guincho elétrico de coluna	CHI	0,0069	18,34	0,12
			TOTAL	53,32 /m²

Fonte: Adaptado pelo autor (2021).

⁸ www.llev.com.br (Valores obtidos em 01/2021)

Tabela 9 - Composição de custo | serviço de cumeeira para telha Tetrapak

DESCRIÇÃO	UN.ADE	COEF.	PREÇO UNIT. (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
Conjunto arruelas de vedação 5/16"	Cj.	4,2	0,16	0,67
Parafuso zincado sextavado 5/16"	Un.	4,2	2,54	10,66
Cumeeira ecológica Tetra Pak	Un.	1,25	49,84	62,3
Servente com encargos complementares	h	0,073	13,67	0,99
Telhadista com encargos complementares	h	0,06	20,53	1,23
Guincho elétrico de coluna	CHP	0,0018	19,34	0,03
Guincho elétrico de coluna	CHI	0,0026	18,34	0,04
			TOTAL	75,92 /m

Fonte: Adaptado pelo autor (2021).

A seguir são apresentados os dados retirados da planilha orçamentária, adaptada da Funasa para o projeto em questão, com os respectivos valores das técnicas implantadas citadas anteriormente. Inicialmente, apresenta-se os valores para substituição dos materiais tradicionais do projeto base por soluções sustentáveis. Na sequência, apresenta-se o custo dos principais componentes para implementação dos sistemas de geração fotovoltaico, e para captação e reuso de água.

Tabela 10 - Planilha orçamentária | projeto sustentável

(continua)

ITENS	Código SINAPI	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1		SERVIÇOS PRELIMINARES/INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS				1.840,81
1.01	98524	limpeza manual de vegetação em terreno com enxada	m2	57,95	2,32	134,45
1.02	99059	locação convencional de obra, utilizando gabarito de tábuas corridas pontaleadas a cada 2,00m - 2 utilizações	m	43,21	39,49	1.706,36

Tabela 10 - Planilha orçamentária | projeto sustentável

(continuação)

ITENS	Código SINAPI	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
2		MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO				1.994,77
2.01	100947	transporte com caminhão carroceria 9t, em via urbana pavimentada, dmt até 30km (unidade: txkm)	txkm	1546,34	1,29	1.994,77
3		ADMINISTRAÇÃO LOCAL				864,40
3.01	90778	engenheiro civil de obra pleno com encargos complementares	h	5,47	88,02	481,24
3.02	90776	encarregado geral com encargos complementares	h	10,93	35,04	383,16
4		MOVIMENTO DE TERRA				1.669,87
4.01	96526	escavação manual de vala para viga baldrame, sem previsão de fôrma	m3	7,02	207,51	1.456,72
4.02	96995	reaterro manual apiloado com soquete	m3	6,50	32,78	213,15
5		FUNDAÇÃO				7.466,19
5.01	101619	preparo de fundo de vala com largura menor que 1,5 m, com camada de brita, lançamento manual	m3	15,60	205,15	3.200,34
5.02	92743	muro de gabião, enchimento com pedra de mão tipo rachão, de gravidade, com gaiolas de comprimento igual a 2 m,	m3	6,24	502,40	3.134,98
5.03	96619	lastro de concreto magro, aplicado em blocos de coroamento ou sapatas, espessura de 5 cm	m2	10,40	24,79	257,82
5.04	101159	alvenaria de vedação de blocos cerâmicos maciços de 5x10x20cm (espessura 10cm) e argamassa de assentamento com preparo em betoneira	m2	7,80	111,93	873,05
6		ESTRUTURA				4.250,99
6.01	101963	laje pré-moldada unidirecional, bi apoiada, para piso, enchimento em cerâmica, vigota convencional, altura total da laje (enchimento+capa) = (8+4)	m2	3,50	119,02	416,57
6.02	89994	grauteamento de cinta intermediária ou de contraverga em alvenaria estrutural	m3	0,13	575,79	74,85
6.03	89995	grauteamento de cinta superior ou de verga em alvenaria estrutural	m3	0,24	648,61	155,67
6.04	89993	grauteamento vertical em alvenaria estrutural	m3	1,20	673,64	808,37
6.05	101159	alvenaria de vedação de blocos cerâmicos maciços de 5x10x20cm (espessura 10cm) e argamassa de assentamento com preparo em betoneira	m2	7,80	111,93	873,05

Tabela 10 - Planilha orçamentária | projeto sustentável

(continuação)

ITENS	Código SINAPI	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
6.06	92793	corte e dobra de aço ca-50, diâmetro de 8,0 mm, utilizado em estruturas diversas, exceto lajes	kg	64,85	10,71	694,54
6.07	92792	corte e dobra de aço ca-50, diâmetro de 6,3 mm, utilizado em estruturas diversas, exceto lajes	kg	114,76	10,70	1.227,93
7		PAREDES E PAINEIS (alvenaria de elevação)				16.065,05
7.01	-	Alvenaria em tijolos solo cimento 12,5x25x6x25 cm assentado com cola branca	m2	118,50	135,57	16.065,05
8		COBERTURA				5.257,76
8.01	92543	trama de madeira composta por terças para telhados de até 2 águas para telha ondulada de fibrocimento, metálica, plástica ou termoacústica, incluso transporte vertical	m2	59,76	14,93	892,22
8.02	-	telhamento com telha ecológica tetrapack para telhado com 2 águas	m2	59,76	52,32	3.126,64
8.03	-	cumeeira de telha ecológica tetrapack para telhado com 2 águas	m	8,46	75,92	642,28
8.04	94224	emboçamento com argamassa traço 1:2:9 (cimento, cal e areia)	m	31,09	19,19	596,62
9		INSTALAÇÕES ELÉTRICAS				1.491,15
9.01	101876	quadro de distribuição de energia em pvc, de embutir, sem barramento, para 6 disjuntores - fornecimento e instalação	un	1,00	51,30	51,30
9.02	91945	suporte parafusado com placa de encaixe 4" x 2" alto (2,00 m do piso) para ponto elétrico - fornecimento e instalação	un	1,00	6,28	6,28
9.03	91946	suporte parafusado com placa de encaixe 4" x 2" médio (1,30 m do piso) para ponto elétrico - fornecimento e instalação	un	10,00	5,15	51,50
9.04	91947	suporte parafusado com placa de encaixe 4" x 2" baixo (0,30 m do piso) para ponto elétrico - fornecimento e instalação	un	5,00	4,44	22,20
9.05	91854	eletroduto flexível corrugado, pvc, dn 25 mm (3/4"), para circuitos terminais, instalado em parede - fornecimento e instalação	m	20,03	6,16	123,38
9.06	91926	cabo de cobre flexível isolado, 2,5 mm², anti-chama 450/750 v, para circuitos terminais - fornecimento e instalação	m	112,06	2,66	298,08

Tabela 10 - Planilha orçamentária | projeto sustentável

(continuação)

ITENS	Código SINAPI	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
9.07	91928	cabo de cobre flexível isolado, 4 mm ² , anti-chama 450/750 v, para circuitos terminais - fornecimento e instalação	m	15,00	4,27	64,05
9.08	93654	disjuntor monopolar tipo din, corrente nominal de 16a - fornecimento e instalação	un	2,00	10,66	21,32
9.09	93656	disjuntor monopolar tipo din, corrente nominal de 25a - fornecimento e instalação	un	1,00	11,50	11,50
9.10	92023	interruptor simples (1 módulo) com 1 tomada de embutir 2p+t 10 a, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação	un	4,00	30,60	122,40
9.11	92000	tomada baixa de embutir (1 módulo), 2p+t 10 a, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação	un	5,00	18,13	90,65
9.12	91996	tomada média de embutir (1 módulo), 2p+t 10 a, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação	un	3,00	20,65	61,95
9.13	91993	tomada alta de embutir (1 módulo), 2p+t 20 a, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação	un	1,00	28,52	28,52
9.14	92029	interruptor paralelo (1 módulo) com 1 tomada de embutir 2p+t 10 a, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação	un	3,00	34,76	104,28
9.15	97592	luminária tipo plafon, de sobrepor, com 1 lâmpada led de 12/13 w, sem reator - fornecimento e instalação	un	7,00	34,50	241,50
9.16	101548	isolador, tipo roldana, para baixa tensão - fornecimento e instalação	un	36,00	5,34	192,24
10.01		INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS				671,08
10.01.01	89957	ponto de consumo terminal de água fria (subramal) com tubulação de pvc, dn 25 mm, instalado em ramal de água, inclusos rasgo e chumbamento em alvenaria	un	5,00	104,54	522,70
10.01.02	89987	registro de gaveta bruto, latão, roscável, 3/4", com acabamento e canopla cromados. fornecido e instalado em ramal de água	un	1,00	57,19	57,19
10.01.03	89972	kit de registro de gaveta bruto de latão 3/4", inclusive conexões, roscável, instalado em ramal de água fria - fornecimento e instalação	un	1,00	36,73	36,73
10.01.04	89985	registro de pressão bruto, latão, roscável, 3/4", com acabamento e canopla cromados. fornecido e instalado em ramal de água	un	1,00	54,46	54,46

Tabela 10 - Planilha orçamentária | projeto sustentável

(continuação)

ITENS	Código SINAPI	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
10.02		INSTALAÇÕES SANITÁRIAS				4.175,49
10.02.01	98110	caixa de gordura pequena (capacidade: 19 l), circular, em pvc, diâmetro interno= 0,3 m	un	1,00	423,92	423,92
10.02.02	89708	caixa sifonada, pvc, dn 150 x 185 x 75 mm, junta elástica, fornecida e instalada em ramal de descarga ou em ramal de esgoto sanitário	un	1,00	57,25	57,25
10.02.03	97977	poço de inspeção circular para esgoto, em alvenaria com tijolos cerâmicos maciços, diâmetro interno = 0,6 m, profundidade = 1,5 m, excluindo tampão	un	3,00	1.231,44	3.694,32
10.03		SUMIDOURO				1.587,10
10.03.01	98062	sumidouro circular, em concreto pré-moldado, diâmetro interno = 1,88 m, altura interna = 2,00 m, área de infiltração: 13,1 m² (para 5 contribuintes)	un	1,00	1.587,10	1.587,10
10.04		TANQUE SÉPTICO				2.472,12
10.04.01	98054	tanque séptico circular, em concreto pré-moldado, diâmetro interno = 1,88 m, altura interna = 2,50 m, volume útil: 6245,8 l (para 32 contribuintes)	un	1,00	2.472,12	2.472,12
11		INSTALAÇÕES METAIS e ACESSÓRIOS				2.047,30
11.01	86931	vaso sanitário sifonado com caixa acoplada louça branca, incluso engate flexível em plástico branco, 1/2 x 40cm - fornecimento e instalação	un	1,00	383,62	383,62
11.02	377	assento sanitário de plástico, tipo convencional	un	1,00	25,00	25,00
11.03	100860	chuveiro elétrico comum corpo plástico, tipo ducha – fornecimento e instalação	un	1,00	65,33	65,33
11.04	86943	lavatório louça branca suspenso, 29,5 x 39cm ou equivalente, padrão popular, incluso sifão flexível em pvc, válvula e engate flexível 30cm em plástico e torneira cromada de mesa, padrão popular - fornecimento e instalação	un	1,00	174,48	174,48
11.05	93441	bancada granito cinza 150 x 60 cm, com cuba de embutir de aço, válvula americana em metal, sifão flexível em pvc, engate flexível 30 cm, torneira cromada longa, de parede, 1/2" ou 3/4", p/ cozinha, padrão popular - fornec. e instalação	un	1,00	736,64	736,64

Tabela 10 - Planilha orçamentária | projeto sustentável

(continuação)

ITENS	Código SINAPI	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
11.06	86920	tanque de louça branca com coluna, 30l ou equivalente, incluso sifão flexível em pvc, válvula plástica e torneira de metal cromado padrão popular - fornecimento e instalação	un	1,00	662,23	662,23
12		REVESTIMENTOS (interno/externo de paredes e teto do WC)				1.131,61
12.01	87879	chapisco aplicado em alvenarias e estruturas de concreto internas, com colher de pedreiro. argamassa traço 1:3 com preparo em betoneira 400l	m2	13,30	3,17	42,16
12.02	87529	massa única, para recebimento de pintura, em argamassa traço 1:2:8, preparo mecânico com betoneira 400l, aplicada manualmente em faces internas de paredes, espessura de 20mm, com execução de taliscas	m2	13,30	29,35	390,36
12.03	87246	revestimento cerâmico para piso com placas tipo esmaltada extra de dimensões 35x35 cm aplicada em ambientes de área menor que 5 m2	m2	2,61	40,40	105,44
12.04	87271	revestimento cerâmico para paredes internas com placas tipo esmaltada extra de dimensões 25x35 cm aplicadas em ambientes de área maior que 5 m² a meia altura das paredes	m2	10,42	43,99	458,38
12.05	87270	revestimento cerâmico para paredes internas com placas tipo esmaltada extra de dimensões 25x35 cm aplicadas em ambientes de área menor que 5 m² a meia altura das paredes	m2	2,88	46,97	135,27
13		PISOS INTERNOS E EXTERNOS				3.403,66
13.01	87690	contrapiso em argamassa traço 1:4 (cimento e areia), preparo mecânico com betoneira 400 l, aplicado em áreas secas sobre laje, não aderido, espessura 5cm	m2	45,33	39,22	1.777,84
13.02	100324	lastro com material granular (pedra britada n.1 e pedra britada n.2), aplicado em pisos ou radiers, espessura de *10 cm*	m3	2,06	115,90	238,75
13.03	94963	concreto fck = 15mpa, traço 1:3,4:3,5 (cimento/ areia média/ brita 1) - preparo mecânico com betoneira 400 l	m3	1,85	341,55	631,87
13.04	101747	piso em concreto 20 Mpa preparo mecânico, espessura 7cm	m2	14,33	52,70	755,19

Tabela 10 - Planilha orçamentária | projeto sustentável

(continuação)

ITENS	Código SINAPI	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
14		ESQUADRIAS				5.027,91
14.01	94807	porta em aço de abrir tipo veneziana sem guarnição, 87x210cm, fixação com parafusos - fornecimento e instalação	un	5,00	457,41	2.287,05
14.02	91304	fechadura de embutir com cilindro, externa, completa, acabamento padrão popular, incluso execução de furo - fornecimento e instalação	un	2,00	79,97	159,94
14.03	91307	fechadura de embutir para portas internas, completa, acabamento padrão popular, com execução de furo - fornecimento e instalação	un	2,00	67,44	134,88
14.04	91305	fechadura de embutir para porta de banheiro, completa, acabamento padrão popular, incluso execução de furo - fornecimento e instalação	un	1,00	78,57	78,57
14.05	100709	dobradiça em aço/ferro, 3" x 21/2", e=1,9 a 2mm, sen anel, cromado ou zincado, tampa bola, com parafusos	un	6,00	37,47	224,82
14.06	94572	janela de alumínio de correr com 3 folhas (2 venezianas e 1 para vidro), com vidros, batente e ferragens. exclusive acabamento, alizar e contramarco. fornecimento e instalação	m2	7,50	271,21	2.034,08
14.07	94569	janela de alumínio tipo maxim-ar, com vidros, batente e ferragens. exclusive alizar, acabamento e contramarco. fornecimento e instalação	m2	0,36	301,61	108,58
15		PINTURAS (paredes - externas, internas, esquadrias e teto)				5.683,61
15.01	-	pintura interna com tinta mineral ecológica	m2	115,88	15,35	1.778,76
15.02	98554	impermeabilização de superfície com membrana à base de resina acrílica, 3 demãos	m2	73,42	33,67	2.472,05
15.03	100760	pintura com tinta alquídica de acabamento (esmalte sintético brilhante) aplicada a rolo ou pincel sobre superfícies metálicas (exceto perfil) executado em obra (02 demãos)	m2	43,04	33,29	1.432,80
16		RESERVATÓRIO DE ÁGUA POTÁVEL				3.832,30
16.01	96522	escavação manual para bloco de coroamento ou sapata, sem previsão de fôrma	m3	0,30	102,43	30,73
16.02	94963	concreto fck = 15mpa, traço 1:3,4:3,5 (cimento/ areia média/ brita 1) - preparo mecânico com betoneira 400 l	m3	0,15	341,55	50,21
16.03	98461	estrutura para suporte de caixa d'água elevada de até 1000 litros	un	1,00	3.162,46	3.162,46

Tabela 10 - Planilha orçamentária | projeto sustentável

(conclusão)

ITENS	Código SINAPI	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
16.04	88504	caixa d'água em polietileno, 500 litros, com acessórios	un	1,00	588,90	588,90
17		LIMPEZA				101,97
17.01	99811	limpeza de contrapiso com vassoura a seco	m2	45,32	2,25	101,97
18		TOTAL GERAL DA OBRA				71.035,13

Fonte: Funasa (2017), adaptado pelo autor (2021).

Para aquisição e instalação de um sistema de geração de energia fotovoltaico, obteve-se cotação de um sistema básico com a empresa Goiás Energia Solar⁹.

Tabela 11 - Planilha orçamentária | implementação de sistema de geração fotovoltaico

INSTALAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO				R\$ 9.990,00
Kit fotovoltaico - 208kWh (4 placas, inversor, estruturas metálicas para suporte, cabeamento, suporte técnico)	un.	1,00	9.990,00	9.990,00

Fonte: Autoria própria (2021).

Buscou-se levantar os principais componentes para implementação de um sistema de captação e reuso de água. No entanto, a tabela SINAPI não apresenta composição para a cisterna de armazenamento da água coletada. Desta forma, foi-se necessário criar a composição a partir do item “caixa d'água em polietileno, 1000L, com acessórios” (código 88503), por ser o que mais se aproxima. O valor da cisterna em polietileno, já incluso o filtro e equipamento de cloração, necessários para garantir

⁹ www.goiasenergiasolar.eng.br (Valores obtidos em: 01/2021)

a qualidade da água, foi obtido em cotação com a empresa Casa das Cisternas¹⁰. Os demais itens da composição se mantiveram inalterados.

Tabela 12 - Composição de custo | aquisição e instalação de cisterna vertical

DESCRIÇÃO	UNID	COEF.	PREÇO UNIT. (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
adaptador pvc roscavel 1/2"	un	1	10,47	10,47
adaptador pvc soldável 32 mm x 1"	un	2	17,96	35,92
adaptador pvc soldável, 25 mm x 3/4"	un	1	16,49	16,49
adesivo plástico para pvc, bisnaga com 75 gr	un	0,4	7,00	2,80
fita veda rosca em rolos de 18 mm x 10 m	un	0,3	3,90	1,17
joelho pvc, soldável, 90 graus, 32 mm	un	1	2,05	2,05
te soldável, pvc, 90 graus, 32 mm	un	1	3,87	3,87
tubo pvc, soldável, dn 25 mm	m	1,5	3,48	5,22
tubo pvc, soldável, dn 32 mm	m	2	7,81	15,62
registro de esfera, pvc, com volante, vs, soldavel, dn 32 mm, com corpo dividido	un	1	20,39	20,39
cisterna vertical modular 1000l com filtro e clorador	un	1	2298,00	2298,00
auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	7,7	14,59	112,34
encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	7,7	18,89	145,45
			TOTAL	2669,79

Fonte: Adaptado pelo autor (2021).

¹⁰ www.casadacisterna.com.br (Valores obtidos em: 01/2021)

Tabela 13 - Planilha orçamentária | implementação de sistema de captação e reuso de água

Código SINAPI	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
	CAPTAÇÃO E REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS				8.007,80
96522	escavação manual para bloco de coroamento ou sapata, sem previsão de fôrma	m3	0,30	102,43	30,73
94963	concreto fck = 15mpa, traço 1:3,4:3,5 (cimento/ areia média/ brita 1) - preparo mecânico com betoneira 400 l	m3	0,15	341,55	50,21
98461	estrutura para suporte de caixa d'água elevada de até 1000 litros	un	1,00	3.162,46	3.162,46
88504	caixa d'água em polietileno, 500 litros, com acessórios	un	1,00	588,90	588,90
-	cisterna vertical modular com filtro e clorador	un	1,00	2669,79	2.669,79
100434	calha de beiral, semicircular de pvc, diametro 125 mm, incluindo cabeceiras, emendas, bocais, suportes e vedações, excluindo condutores, incluso transporte vertical	m	15,34	49,55	760,10
89987	registro de gaveta bruto, latão, roscável, 3/4", com acabamento e canopla cromados. fornecido e instalado em ramal de água	un	1,00	57,19	57,19
93654	disjuntor monopolar tipo din, corrente nominal de 16a - fornecimento e instalação	un	1,00	10,66	10,66
102111	bomba centrífuga, monofásica, 0,5 cv ou 0,49 hp, hm 6 a 20 m, q 1,2 a 8,3 m3/h - fornecimento e instalação	un	1,00	677,77	677,77

Fonte: Autoria própria (2021).

5.3 ANÁLISE E CONSIDERAÇÕES

Para análise de custos de um projeto há diversas técnicas para a análise de investimento. Dentre elas, pode-se citar Payback, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR).

Segundo Gitman (2002, p. 366), “o período de payback é o tempo necessário para que a empresa recupere o investimento inicial em um projeto, calculado a partir das entradas de caixa.” Quando utilizado para tomar decisões de aceitação/rejeição, aplicam-se os seguintes critérios de decisão:

- Se o período de payback for menor do que o período máximo aceitável de payback, aceitar o projeto.
- Se o período de payback for maior do que o período máximo aceitável de payback, definido pela direção da empresa, rejeitar o projeto.

Em relação ao Valor Presente Líquido (VPL), Gitman (2002) afirma ser uma técnica sofisticada de análise de orçamento de capital, visto que leva em consideração o valor do dinheiro no tempo. Este valor é encontrado através da subtração do valor presente dos fluxos de entrada de caixa com o valor inicial do projeto. Desta forma, o VPL é uma ferramenta mais trabalhosa que as outras usadas em análises de investimentos, sendo, portanto, superior ao Payback. Essa superioridade é decorrente do VPL representar a lucratividade futura do investimento, considerando o tempo e o tamanho do investimento, assim como o custo de oportunidade do capital investido.

Em relação ao TIR o mesmo autor afirma que,

“A taxa interna de retorno (TIR) consiste na taxa de desconto que faz com que o VPL de uma oportunidade de investimento seja igual a \$ 0 (já que o valor presente das entradas de caixa iguala -se ao investimento inicial). É a taxa de retorno anual composta que a empresa obterá, se investir no projeto e receber as entradas de caixa previstas.” (GITMAN, 2002, p. 371)

Neste trabalho, optou-se por analisar e comparar os custos sob duas perspectivas. Inicialmente, buscou-se analisar apenas a substituição de técnicas tradicionais de construção por seus paralelos sustentáveis. Em seguida, adicionou-se ao valor do projeto alterado os custos para implementação dos sistemas de geração de energia fotovoltaico e de captação e reuso de águas.

A seguir, apresenta-se a tabela com o comparativo de custos diretos dos serviços.

Tabela 14 - Comparativo de custos por serviço

	BASE (R\$)	SUSTENTÁVEL (R\$)	VARIAÇÃO PERCENTUAL (%)	VARIAÇÃO BRUTO (R\$)
Serviços preliminares	1.840,81	1.840,81	0,00	0,00
Mobilização e desmobilização	1.994,77	1.994,77	0,00	0,00
Administração local	864,40	864,40	0,00	0,00
Movimentação de terra	1.669,87	1.669,87	0,00	0,00
Fundação	7.466,19	7.466,19	0,00	0,00
Estrutura	2.602,99	4.250,99	63,31	1.648,00
Paredes e painéis	9.046,28	16.065,05	77,59	7.018,77
Cobertura	6.125,97	5.257,76	-14,17	-868,21
Instalações elétricas	1.432,60	1.491,15	4,09	58,55
Instalações hidráulicas	671,08	671,08	0,00	0,00
Instalações sanitárias	4.207,79	4.175,49	-0,77	-32,30
Sumidouro	1.587,10	1.587,10	0,00	0,00
Tanque séptico	2.472,12	2.472,12	0,00	0,00
Metais e acessórios	1.838,24	2.047,30	11,37	209,06
Revestimentos	9.416,80	1.131,61	-87,98	-8.285,19
Pisos	3.487,00	3.403,66	-2,39	-83,34
Esquadrias	5.027,91	5.027,91	0,00	0,00
Pintura	3.965,76	5.683,61	43,32	1.717,85
Reservatório de água potável	3.832,30	3.832,30	0,00	0,00
Limpeza	101,21	101,97	0,75	0,76
TOTAL	69.651,19	71.035,13	1,99	1.383,94

Fonte: Autoria própria (2021).

Quando analisados de maneira isolada, os dados levam a crer que uma construção com materiais ecológicos e sustentáveis acarretaria um aumento considerável no custo final da obra. Em sua maioria, a variação percentual dos custos

expressa um aumento significativo no valor final de cada serviço. No entanto, deve-se analisar o projeto como um todo.

Analisando o custo da alvenaria, por exemplo, nota-se que houve um aumento de 77,59% (R\$ 7.018,77). Este dado isolado levaria a crer que a construção com tijolo solo-cimento, do ponto de vista econômico, é inviável, dado seu alto custo. Paralelamente, o custo em estruturas também sofreu variação, com aumento de 63,31% (R\$1.648,00). Esse aumento deu-se principalmente pela necessidade de um número maior de cintas de amarração neste sistema construtivo e a utilização dos pilaretes grauteados para sustentação e distribuição das cargas da cobertura. No entanto, a economia com revestimentos que este material pôde proporcionar, de 87,98% (R\$ 8.285,19), quase que superou o custo extra acarretado pela alvenaria.

A substituição do vaso sanitário com caixa suspensa por um com caixa acoplada acarretou um aumento de 11,37% (R\$ 209,06) no serviço de “metais e acessórios”, mas representou uma redução de 0,77% (R\$ 32,20) no serviço de “instalações sanitárias”. Desta forma, o aumento real do custo desta substituição seria de R\$ 176,86, valor que seria rapidamente coberto com economia de água proporcionada.

Assim sendo, faz-se necessário analisar o custo geral da obra, e não apenas os valores individuais de cada serviço. Embora os custos levantados sejam uma estimativa, estes podem ser utilizados como parâmetros para análise da influência da adoção de técnicas e materiais sustentáveis nos custos da obra.

Tabela 15 - Custo final

	CUSTO TOTAL
PROJETO BASE	R\$ 69.651,19
PROJETO SUSTENTÁVEL BÁSICO	R\$ 71.035,13
PROJETO SUSTENTÁVEL COMPLETO	R\$ 89.032,94

Fonte: Autoria própria (2021).

Observando o custo final, nota-se que a substituição de materiais tradicionais por materiais ecológicos, para o projeto estudado, representou um aumento de 1,99%

(R\$ 1.383,94) no valor final da obra. Já para implementação do projeto sustentável completo, com adição do sistema de geração de energia fotovoltaica e coleta e reuso de águas, o aumento passa para 27,83% (R\$ 19.381,75).

Analisando separadamente, a implementação do sistema de coleta e reuso de água acarretaria um aumento de 11,50% no valor do projeto base, ao passo que o sistema de geração de energia fotovoltaico seria de 14,34%. Embora tais soluções venham se tornando cada vez mais acessíveis, ainda representam um aumento significativo no custo total da obra. Sendo assim, para justificar a implementação de tais sistemas torna-se necessária uma análise mais aprofundada.

Para análise do sistema de coleta e reuso de águas, no entanto, faz-se necessário analisar, para além dos custos, diversos fatores como, por exemplo, o índice pluviométrico da região, a área total de captação, os volumes a serem tratados, etc. Por se tratar de variáveis complexas que requereriam um estudo a parte, torna-se inviável tal análise no presente trabalho. Ficando como sugestão para pesquisas futuras.

Por outro lado, as variáveis envolvendo um sistema de geração de energia fotovoltaico são mais simples e mais fáceis de se controlar. Neste caso, optou-se por realizar o cálculo do *payback*, examinando o tempo de retorno do investimento inicial a fim de analisar a viabilidade de sua implementação.

Para o cálculo do *payback* das placas fotovoltaicas, faz-se necessário saber o consumo médio em kWh de uma residência familiar com até 4 pessoas e o custo médio do kWh. Segundo o Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020 publicação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) do Ministério de Minas e Energia, o consumo médio mensal por residência no ano de 2019 foi de 162kWh. Para a região Centro-Oeste, no mesmo período, a média foi de 187kWh/mês (EPE, 2020). O mesmo relatório mostra que a tarifa média para consumo de energia elétrica residencial da região centro-oeste foi de R\$ 551,16/MWh (R\$ 0,55116/kWh).

Com os dados acima, obtém-se o *payback*, ou seja, o tempo de retorno do investimento inicial, através da seguinte fórmula:

$$Payback = \frac{\text{investimento inicial}}{\text{resultado médio do fluxo de caixa}}$$

O investimento inicial para o sistema com 4 (quatro) placas fotovoltaicas, capaz de suprir completamente a demanda média, seria R\$ 9.990,00, enquanto o resultado médio seria o custo mensal da conta de luz, que pode ser obtido a partir do consumo médio mensal x tarifa, resultando no seguinte valor:

$$\text{Custo mensal da conta de luz} = 187\text{kWh/mês} * \text{R\$ } 0,55116/\text{kWh}$$

$$\text{Custo mensal da conta de luz} = \text{R\$ } 103,07/\text{mês}$$

Logo, o *payback* para o sistema seria:

$$\text{Payback} = \frac{\text{R\$ } 9.990,00}{\text{R\$ } 103,07/\text{mês}}$$

$$\text{Payback} = 96,36 \text{ meses}$$

$$\text{Payback} = 8,03 \text{ anos}$$

Como visto, o período para *payback* depende, simplificadaamente, do valor do sistema instalado, do consumo mensal da edificação e do valor da tarifa elétrica. Desta forma, este tempo variará de projeto para projeto. Nos estudos de Miranda (2014), o autor obteve um tempo de retorno variando entre 9 e 11 anos. Já para Santos et al. (2016) a média ficou em torno de 12 anos. Assim, observa-se que o *payback* obtido para o sistema proposto neste trabalho encontra-se inferior à média de outros estudos, podendo este ser considerado um indicativo de sua viabilidade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento deste trabalho, pôde-se observar que a implantação de tecnologias sustentáveis em moradias tem se tornando prática recorrente no mercado da construção civil. Os processos vêm se modernizando, fazendo com que novas soluções surjam no mercado e, assim, trazendo benefícios diversos para o meio ambiente e para os usuários da edificação.

Seja pelo avanço tecnológico ou pela difusão destes, notou-se que grande parte das soluções sustentáveis analisadas vêm apresentando uma redução nos custos de implementação. Desta forma, vislumbra-se a possibilidade de maior inserção destas no mercado, mesmo em construções de pequeno porte.

Como observado nas análises, o custo para implementação de tecnologias sustentáveis ficou, mesmo que acima, próximo do custo do projeto base tradicional. De modo geral, para além das vantagens socioambientais, as soluções sustentáveis elencadas para análise neste trabalho apresentam paridade econômica e potencial para competir com as soluções tradicionais.

Em relação ao sistema de captação e reuso de água e geração de energia fotovoltaica, dado os custos ainda elevados para instalação, julga-se necessário a realização de estudos e análises mais aprofundados, levando em conta a disponibilidade de capital de investimento e as necessidades específicas de cada situação.

A partir do cálculo de *payback* realizado para instalação do sistema de geração de energia fotovoltaico, pôde-se notar que o tempo de retorno é consideravelmente baixo, aproximadamente 8 anos, muito inferior aos 25 anos (médio) de garantia de funcionamento informado pelos fornecedores.

Em suma, o mercado de construções sustentáveis está em franca expansão, no Brasil e no mundo. A busca por soluções ecologicamente corretas e sustentáveis têm se tornado praxe no dia a dia de empresas de grande porte, principalmente voltadas para construção comercial. Na esfera da construção residencial, pôde-se notar o fator econômico vem se tornando cada vez mais irrelevante na adoção de técnicas e materiais sustentáveis. Como visto neste trabalho, a utilização destes não

acarretaram mudanças significativas no valor final da obra, mas certamente acarretam melhoria na qualidade de vida dos usuários e no meio ambiente. Embora a utilização de técnicas e materiais sustentáveis ainda se encontre um pouco defasada no âmbito residencial, os avanços se mostram promissores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. NBR 15215-3. **ILUMINAÇÃO NATURAL – PARTE 3: PROCEDIMENTO DE CÁLCULO PARA A DETERMINAÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL EM AMBIENTES INTERNOS**, 2005. Disponível em: <www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=59657>. Acesso em: 15 jan. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013**. Estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, e dá outras providências. Brasília. Disponível em: < www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/decreto/d7983.htm>. Acesso em: 05 jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.546, de 14 de dezembro de 2011**. Institui o Regime Especial de Reintegração de Valores Tributários para as Empresas Exportadoras (Reintegra); dispõe sobre a redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) à indústria automotiva; altera a incidência das contribuições previdenciárias devidas pelas empresas que menciona; altera as Leis nº 11.774, de 17 de setembro de 2008, nº 11.033, de 21 de dezembro de 2004, nº 11.196, de 21 de novembro de 2005, nº 10.865, de 30 de abril de 2004, nº 11.508, de 20 de julho de 2007, nº 7.291, de 19 de dezembro de 1984, nº 11.491, de 20 de junho de 2007, nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999, e nº 9.294, de 15 de julho de 1996, e a Medida Provisória nº 2.199-14, de 24 de agosto de 2001; revoga o art. 1º da Lei nº 11.529, de 22 de outubro de 2007, e o art. 6º do Decreto-Lei nº 1.593, de 21 de dezembro de 1977, nos termos que especifica; e dá outras providências. Brasília. Disponível em: < www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12546.htm>. Acesso em: 05 jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 13.303, de 30 de junho de 2016**. Dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias, no âmbito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Brasília. Disponível em: < www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13303.htm>. Acesso em: 05 jan. 2021.

BRASIL. NBR 15575/2013. **DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS**. Rio de Janeiro, 2013.

ABSOLAR. **GERAÇÃO DISTRIBUÍDA SOLAR FOTOVOLTAICA**. Rio de Janeiro: Encontro Nacional dos Agentes do Setor Elétrico, 2016.

ABSOLAR. **PREFEITURA VAI DAR BENEFÍCIOS FISCAIS PARA MORADORES QUE TENHAM ENERGIA SOLAR**. 2020. Disponível em: < <http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/prefeitura-vai-dar-beneficios-fiscais-para-moradores-que-tenham-energia-solar.html>>. Acesso em: 30 nov. 2020.

ANGEN, Courtney. **CONCEPT AND TECHNIQUE: HOW TRADITIONAL JAPANESE ARCHITECTURE CAN CONTRIBUTE TO CONTEMPORARY SUSTAINABLE**

DESIGN PRACTICES. 2013. Disponível em: <<https://digitalcommons.conncoll.edu/envirohp/10/>>. Acesso em: 12 fev. 2020.

ARAÚJO, Viviane Miranda. **PRÁTICAS RECOMENDADAS PARA A GESTÃO MAIS SUSTENTÁVEL DE CANTEIROS DE OBRAS.** 2009. 229 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-28102009-173935/pt-br.php>>. Acesso em: 02 jan. 2020.

ARAÚJO, Marcelo Bernadino; REBOLEDO, Alexandre. **ANÁLISE COMPARATIVA DE ORÇAMENTOS DE CUSTOS: UM ESTUDO DE CASO.** 2017. Revista Sinergia, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 106-114, jul./dez. 2018. Disponível em: <<https://ojs.ifsp.edu.br/index.php/sinergia/issue/view/74>>. Acesso em: 06 abr. 2020.

ARAÚJO, Márcio Augusto. **A MODERNA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL.** Disponível em: <www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel_589>. Acesso em: 07 jan. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (AsBEA). **RECOMENDAÇÃO BÁSICAS PARA PROJETOS DE ARQUITETURA.** São Paulo, 2007. Disponível em: <www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/comite-tematico/projetos/CBCS_CTProjeto_Recomendacoes%20Basicas%20GTS_Asbea_30mar2007.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2020.

BARBOSA, Daniele Rezende, et al. **ISOLAMENTO TÉRMICO.** In: 2º FÓRUM DE DESEMPENHO DAS EDIFICAÇÕES, 2016, Passo Fundo. Disponível em: <www.imed.edu.br/Uploads/5_SICS_paper_80_version_1.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2020.

BARBOSA, Gisele Silva. **O DESAFIO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.** Revista Visões: Revista eletrônica da Faculdade Salesiana Maria Auxiliadora, Rio de Janeiro, v. 1, n. 4, fev. 2008. Disponível em: <<http://www.fsma.edu.br/visoes/principal.html>>. Acesso em: 02 jan. 2020.

BEMFICA, José Maurício do Couto; BEMFICA, Gisela do Couto. **A IMPORTÂNCIA DO REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA.** Revista Pensar: Engenharia, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, jul. 2015. Disponível em: <www.revistapensar.com.br/engenharia/edicoes-anteriores/edi=10>. Acesso em: 28 mar. 2020.

BRAGA, Débora Coting et al. **CONSTRUÇÕES DE BAMBU: ANÁLISE ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO DE BAMBU.** 2011. 103 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2011. Disponível em: <www.scia.net/sites/default/files/thesis/construcoes_de_bambu_-_debora_0.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2020.

BRASIL. IBGE. **ÍNDICE BASE MÓVEL TRIMESTRAL.** 2019. Disponível em: <www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9300-contas-nacionais-trimestrais.html?=&t=resultados>. Acesso em: 07 nov. 2019.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DE PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS DE OBRAS PÚBLICAS** / Tribunal de Contas da União, Coordenação-Geral de Controle Externo da Área de Infraestrutura e da Região Sudeste. – Brasília: TCU, 2014. 145 p.: il.

BRUTLAND, G. H. (Editor). **OUR COMMON FUTURE: THE WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT**. Oxford: Oxford University Press, 298p. 1987.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **RECICLAGEM DO CONCRETO É UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL AO DESCARTE**, 2018. Disponível em: <<https://cbic.org.br/reciclagem-do-concreto-e-uma-alternativa-sustentavel-ao-descarte/>>. Acesso em: 2 mar. 2020.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **GUIA DE SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO**. Belo Horizonte: FIEMG, 2008. 60p.

CASTRO, M. L. A. C.; NUNES, V. G. A. **OS DESAFIOS PROJETUAIS NA CONSTRUÇÃO DA SUSTENTABILIDADE**. Uberlândia, UFU, 2008.

CASTRO, Isaque Souza. **APLICABILIDADE DA MADEIRA PLÁSTICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL E POTENCIAL PARA SUA PRODUÇÃO EM BOA VISTA - RR**, 2017. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2011. Disponível em: <http://ufrr.br/engcivil/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=152:tcc-2-isaque-castro-2017&id=28:tcc-2017&Itemid=336>. Acesso em: 27 mar. 2020.

COLLA, Lizzi Lemos. **SISTEMAS DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA**. 2008. 80 f. TCC (Graduação) - Engenharia Ambiental, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Sorocaba, 2008. Disponível em: <www.sorocaba.unesp.br/Home/Graduacao/EngenhariadeControleeAutomacao/galdenoro1906/galdenorotg-lizzi-2008_pdf.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2020.

CONAMA. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 1, DE 23 DE JANEIRO DE 1986**. Brasil, 1986. Disponível em: <www2.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=1986>. Acesso em: 03 jan. 2020.

CONAMA. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002**. Brasil, 2002. Disponível em: <www2.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=2002>. Acesso em: 03 jan. 2020.

Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. **SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO**. 2007. Disponível em: <www.cbcs.org.br/website/noticia/show.asp?npgCode=DBC0153A-072A-4A43-BB0C-2BA2E88BEBAE>. Acesso em: 03 jan. 2020.

CORRÊA, Lázaro Roberto. **SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2009. 70 f. Monografia (Especialização) - Curso de Gestão e Tecnologia na Construção Civil, Construção Civil, Belo Horizonte, 2009.

DEGANI, Clarice Menezes; CARDOSO, Francisco Ferreira. **A SUSTENTABILIDADE AO LONGO DO CICLO DE VIDA DE EDIFÍCIOS: A IMPORTÂNCIA DA ETAPA DE PROJETO ARQUITETÔNICO**. Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: <www.pcc.usp.br/files/text/personal_files/francisco_cardoso/Nutau%202002%20Degani%20Cardoso.pdf> Acesso em: 06 jan. 2020.

DOMÍNGUEZ, I.; WARD, S.; MENDOZA, J. G.; RINCÓN, C. I.; OVIEDO-OCAÑA, E. R. **END-USER COST-BENEFIT PRIORITIZATION FOR SELECTING RAINWATER HARVESTING AND GREYWATER REUSE IN SOCIAL HOUSING**. Water 2017, v. 9, n. 7, p. 516; doi:10.3390/w9070516. Disponível em: <www.mdpi.com/journal/water>. Acesso em: 30 mar. 2020.

ECYCLE. **CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA: CONHEÇA AS VANTAGENS E CUIDADOS NECESSÁRIOS PARA O USO DA CISTERNA**. 2020. Disponível em: <www.ecycle.com.br/3301-captacao-de-agua-da-chuva-aproveitamento-sistema-cisternas-como-captar-armazenar-coletar-para-aproveitar-vantagens-coletor-modelos-cisterna-ecologica-aproveitando-coleta-pluvial-armazenamento-caseiro-residencial-como-onde-encontrar-comprar>. Acesso em: 28 mar. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA 2020**, 2020. Disponível em: <www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica>. Acesso em: 26 jan. 2021.

FARIA, Fernanda Cardoso de. **PRODUÇÃO DE TINTAS NATURAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL: TESTES DE PREPARAÇÃO, APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DO INTEMPERISMO ACELERADO**, 2015. 118f. TCC(Graduação), Engenharia Civil. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/41194>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

FERREIRA, Manoela de Freitas. **TETO VERDE: O USO DE COBERTURAS VEGETAIS EM EDIFICAÇÕES**. 2007. 11 f. Artigo (Programa Institucional de Iniciação Científica) – Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2007/relatorios/art/art_manoela_de_freitas_ferreira.pdf>. Acesso em 27 mar. 2020.

FRANCO, Lourdes Jaqueline do Canto. **APLICAÇÃO DE ALGUNS CRITÉRIOS DA CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL LEED EM PROJETO DO FNDE – ESCOLA PÚBLICA**. 2017. 94 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.unisc.br/jspui/handle/11624/2048>>. Acesso em: 03 jan. 2020.

FUNASA. **FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE**. 2019. Disponível em: <www.funasa.gov.br/>. Acesso em: 31 mar. 2020.

GITMAN, Lawrence J. **PRINCÍPIOS DE ADMINISTRAÇÃO FINANCEIRA**. 8ª edição. São Paulo: Harbra, 2002.

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise Helena Silva. **ARQUITETURA SUSTENTÁVEL: UMA INTEGRAÇÃO ENTRE AMBIENTE, PROJETO E TECNOLOGIA EM EXPERIÊNCIAS DE PESQUISA, PRÁTICA E ENSINO**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n. 4, p. 51-81 out./dez. 2006. Disponível em: <www.researchgate.net/publication/277074817_Arquitetura_sustentavel_uma_integracao_entre_ambiente_projeto_e_tecnologia_em_experiencias_de_pesquisa_pratica_e_ensino>. Acesso em: 07 jan. 2020.

GREBRIM, Henrique D. **O SISTEMA LEED NAS CONSTRUÇÕES CIVIL**. 2013. 56 f. TCC (Graduação) - Engenharia Ambiental, Faculdade de Planaltina, Distrito Federal, 2013.

INSTITUTO ECO DESENVOLVIMENTO. **TINTAS NATURAIS**. 2012. Disponível em: <www.ecodesenvolvimento.org/posts/2012/agosto/ecod-basico-tintas-naturais#ixzz2Nv9cAyAb>. Acesso em: 27 mar. 2020.

JOHN, V.M.J. **RECICLAGEM DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: CONTRIBUIÇÃO À METODOLOGIA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO**. São Paulo, 2000. 102p. Tese (livre docência). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2000.

KAVA, Cintia Merlo. **A CONSTRUÇÃO CIVIL, A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E A EDUCAÇÃO SOCIOAMBIENTAL: um estudo de caso de aplicações nas habitações de interesses sociais**. 2011. 116 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Educação, Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/43217>>. Acesso em: 08 nov. 2019.

LEITE, Vinicius Fares. **CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL – SISTEMAS LEED E AQUA**. 2011. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://mac.arq.br/wp-content/uploads/2016/03/certificacoes-leed-e-aqua-trabalho-final-graduacao.pdf>>. Acesso em: 06 jan. 2020.

LESSA, Mara Livia Santos. **CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE PARA ELEMENTOS CONSTRUTIVOS – UM ESTUDO SOBRE TELHAS “ECOLÓGICAS” EMPREGADAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2009. 156 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental Urbana, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009. Disponível em: <www.ppec.ufba.br/site/publicacoes/criterios-de-sustentabilidade-para-elementos-construtivos-um-estudo-sobre-telhas-ecologi>. Acesso em: 26 mar. 2020.

LIMA, J. (2013) **O CONTRIBUTO DAS ARGAMASSAS DE BARRO PARA A QUALIDADE DO AMBIENTE INTERIOR DOS EDIFÍCIOS: O CASO DAS ARGILAS**

DO SOTAVENTO ALGARVIO, 2º Congresso Internacional de Habitação no espaço Lusófono, 1-11.

MALDONADO, Ane Denise Picchine de. **PROJETO DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS: TIPOS DE ÁGUA E USO**. 2019. Disponível em: <<https://maisengenharia.altoqi.com.br/hidrossanitario/projeto-de-reaproveitamento-de-agua-tipos-de-aguas-e-recomendacoes/>>. Acesso em: 30 mar. 2020.

MARÇAL, Vitor Hugo Silva. **BAMBU PODE SUPORTAR CARGA SUPERIOR À DO PRÓPRIO AÇO**, 2020. Disponível em: <www.aecweb.com.br/revista/materias/bambu-pode-suportar-carga-superior-a-do-proprio-aco/9455>. Acesso em: 25 mar. 2020.

MARQUEZ, Fábio Lanfer; MEIRELLES, Célia Regina Moretti. **A VIABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES EM BAMBU: ANÁLISE DE OBRAS REFERENCIAIS**. 2018. Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <www.usp.br/nutau/CD/107.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2020.

MARVILA, Markssuel et al. **ESTUDO DA DURABILIDADE DE ARGAMASSAS DE ARGILA**, In: CONGRESSO ANUAL DA ABM, 73., 2018, São Paulo. Disponível em: <<https://abmproceedings.com.br/ptbr/article/estudo-da-durabilidade-de-argamassas-de-argila>>. Acesso em: 25 mar. 2020.

MATTOS, Aldo Dórea. **COMO PREPARAR ORÇAMENTOS DE OBRAS: DICAS PARA ORÇAMENTISTAS, ESTUDOS DE CASO E EXEMPLOS**. São Paulo: Editora Pini, 2006.

MELLO, Roberto Lecomte de. **PROJETAR EM MADEIRA: UMA NOVA ABORDAGEM**. 2007. 195 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/3133>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

MENDES, Henrique. **A CONSTRUÇÃO CIVIL E SEU IMPACTO NO MEIO AMBIENTE**. 2015. Disponível em: <<http://greendomus.com.br/a-construcao-civil-e-seu-impacto-no-meio-ambiente/>>. Acesso em: 07 jan. 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL**. 2020. Disponível em: <www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/planejamento-ambiental-e-territorial-urbano/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel.html>. Acesso em: 06 jan. 2020.

MINOWA, Cindy et al. **REUSO DA ÁGUA**. 2007. 19 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Hidráulica e Sanitária) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=2151>. Acesso em: 30 mar. 2020.

MIRANDA, Arthur Biagio Canedo Montesano. **ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM SISTEMA FOTOVOLTÁICO CONECTADO À REDE**. 2014. 97F. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <

<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10010504.pdf>>. Acesso em: 08 mar. 2021

MOLINA, Júlio C.; CARREIRA, Marcelo R.; CALIL JÚNIOR, Carlito. **ANÁLISE DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE PERFIS RETANGULARES DE MADEIRA PLÁSTICA (WOOD PLASTIC COMPOSITE)**. Minerva: São Paulo, v. 6, n. 1, p. 47-57, jan./abr. 2009. Disponível em: <[www.fipai.org.br/Minerva%2006\(01\)%2006.pdf](http://www.fipai.org.br/Minerva%2006(01)%2006.pdf)>. Acesso em: 27 mar. 2020.

MOTTA, S.R.F.; AGUILAR, M.T.P. **SUSTENTABILIDADE E PROCESSOS DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES**. Gestão & tecnologia de Projetos, v. 4, n. 1, p. 84 – 119, mai. 2009. Disponível em: <www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/viewFile/50953/55034>. Acesso em: 02 jan. 2020.

OLIVEIRA, S.M.M. **MEIO AMBIENTE, RECICLAGEM E TRATAMENTO DE RESÍDUOS**. Tecpar, 2005. Disponível em: <<http://sbrtv1.ibict.br/upload/sbrt409.pdf?PHPSESSID=6aa56910df57f5c60f1bee9de0deef0>>. Acesso em 27 mar. 2020.

OCCHI, Tailene; ALMEIDA, Caliane Christie Oliveira de. **CONSTRUÇÕES EM CONTAINERS: SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA ISOLAMENTOS**. In: 2º FÓRUM DE DESEMPENHO DAS EDIFICAÇÕES, 2016, Passo Fundo. Disponível em: <www.imed.edu.br/Uploads/5_SICS_paper_86.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2020.

PAULA, Roberta Manfron de; COSTA, Daiane Leal. **MADEIRA PLÁSTICA: ALIANDO TECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE**, 2008. In: XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 2008. Disponível em: <www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosEPG/EPG01083_04_O.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2020.

PEDIGRER, Paula W., **AVALIAÇÃO DO GRAU DE SUSTENTABILIDADE DE UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL**. 2008. 136 f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2008. Disponível em:

<www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/tccs/tcc-titulos/2008/Avaliacao_do_Grau_de_Sustentabilidade_de_um_Condominio_Residencial_Estudo_de_Caso.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2020.

PEREIRA, Caio. **TIJOLO ECOLÓGICO: O QUE É, TIPOS, VANTAGENS E DESVANTAGENS**, 2009. Disponível em: <www.escolaengenharia.com.br/tijolo-ecologico>. Acesso em: 24 mar. 2020.

PISANI, Maria Augusta. **UM MATERIAL DE CONSTRUÇÃO DE BAIXO IMPACTO AMBIENTAL: O TIJOLO DE SOLO-CIMENTO**. 2006. Revista Aedificandi. I. 01-17. Disponível em: <www.researchgate.net/publication/271829933_Um_material_de_construcao_de_baixo_impacto_ambiental_o_tijolo_de_solo-cimento>. Acesso em: 24 mar. 2020.

ROCHA, Amanda Ferreira; CAMARGO, Tiago Franciscane Borges; MONTEIRO, Kessio Raylen Jerônimo. **A UTILIZAÇÃO DE CONTAINERS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: VIABILIDADE CONSTRUTIVA, VANTAGENS E BENEFÍCIOS**. In: Anais da Semana de Engenharia do Maranhão. Anais...São Luís (MA) UFMA, 2018. Disponível em: www.even3.com.br/anais/sengma/anais/136455-A-UTILIZACAO-DE-CONTAINERS-NA-CONSTRUCAO-CIVIL--VIABILIDADE-CONSTRUTIVA-VANTAGENS-E-BENEFICIOS. Acesso em: 24/03/2020 21:20

ROCHA, Jefferson M. **SUSTENTABILIDADE EM QUESTÃO: ECONOMIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE**. Jundiaí: Paco Editorial, 2011.

RODRIGUES, Grethielle et al. **SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: BENEFÍCIOS AMBIENTAIS E ECONÔMICOS**. Revista Conexão Eletrônica, Três Lagoas, v. 14, n. 1, p.2087-2097. 2017. Disponível em:

<http://revistaconexao.aems.edu.br/edicoes-anteriores/>. Acesso em: 03 jan. 2020.

ROTH, Caroline das Graças; GARCÍAS, Carlos Mello. **CONSTRUÇÃO CIVIL E A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL**. Desenvolvimento em Questão, Ijuí, v. 7, n. 13, p.111-128, jan. 2009. Disponível em: www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/issue/archive. Acesso em: 08 jan. 2020.

SACHS, Ignacy. **ESTRATÉGIAS DE TRANSIÇÃO PARA DO SÉCULO XXI – DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**. São Paulo: Studio Nobel – Fundação para o desenvolvimento administrativo, 1993.

SADDI, Karielle Garrido; MOURA, Rúbia Oda. **COBERTURAS VERDES: ANÁLISE DO IMPACTO DE SUA IMPLANTAÇÃO SOBRE A REDUÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL**. 2010. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010. Disponível em: www.eec.ufg.br/up/140/o/COBERTURAS_VERDES_-_ANALISE_DO_IMPACTO_DE_SUA_IMPLANTA%C3%87%C3%83O_SOBRE_A_REDUC%C3%87%C3%83O_DO_ESCOAMENTO_SUPERFICIAL.pdf. Acesso em: 27 mar. 2020.

SANTANA, Kleber Luno Rodrigues. **PROJETO SUSTENTÁVEL DE RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR**. 2018. 29 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário do Norte, Manaus, 2018. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/projeto-sustentavel-de-residencia-unifamiliar>. Acesso em: 12 fev. 2020.

SANTOS, Fabrício Almeida, et al. **ENERGIA SOLAR: UM ESTUDO SOBRE A VIABILIDADE ECONÔMICA DE INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO EM UMA RESIDÊNCIA EM IPATINGA-MG**. 2016. 14f. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2016. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/862456.pdf>. Acesso em: 8 mar. 2021

SANTOS, Leonildo Rasec Lima dos et al. **TELHADO VERDE: UMA PROPOSTA SUSTENTÁVEL PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL**. Cadernos de Graduação - Periódicos Grupo Tiradentes, Alagoas, v. 4, n. 2, p.195-206, nov. 2017. Disponível em:

<<https://periodicos.set.edu.br/index.php/fitsexatas/article/view/5213>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

SILVA, Alex Junior et al. **CARACTERÍSTICAS COMPARATIVAS DA MADEIRA PLÁSTICA COM A MADEIRA CONVENCIONAL**. *Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas, Vales do Jequitinhonha*, v. 5, n. 10, out. 2016. Disponível em: <http://site.ufvjm.edu.br/revistamultidisciplinar/volume-x/>. Acesso em: 27 mar. 2020.

SILVA, Vanessa Gomes da; AGOPYAN, Vahan. **AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS BRASILEIROS: DIRETRIZES E BASE METODOLÓGICA**. 2003. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SINAPI. **REFERÊNCIA DE PREÇOS E CUSTOS**. 2020. Disponível em: <www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 25 mar. 2020.

SOUSA, Pedro Miguel da Silva. **CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – CONTRIBUTO PARA A CONSTRUÇÃO DE SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO**. 2012. 285 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012. Disponível em: <<https://run.unl.pt/handle/10362/7547>>. Acesso em: 07 jan. 2020.

SOUZA, Thais de Moraes; FERREIRA, Maria Emília Martins. **DESAFIOS DA ENERGIA FOTOVOLTAICA E AÇÕES DE SUSTENTABILIDADE PARA O PROGRAMA HABITACIONAL “MINHA CASA, MINHA VIDA”**. *Biofix Scientific Journal*, Curitiba, v. 4, n. 1, p.64-69, 2019. Disponível em: <[dx.doi.org/10.5380/biofix.v4i1.62878](https://doi.org/10.5380/biofix.v4i1.62878)>. Acesso em: 30 mar. 2020.

TAVARES, Sergio Fernando. **METODOLOGIA DE ANÁLISE DO CICLO DE VIDA ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS BRASILEIRAS**, 2006. 255 f., Tese de Doutorado - Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2006. Disponível em: <www.labee.ufsc.br/node/126>. Acesso em: 27 mar. 2020.

TISAKA, Maçahiko. **METODOLOGIA DE CÁLCULO DA TAXA DO BDI E CUSTOS DIRETOS PARA A ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**, 2004. 24f., Artigo. Disponível em: < www.institutodeengenharia.org.br/site/wp-content/uploads/2017/10/arqnot9705.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2021.

TONASSE, Henrique Antônio. **SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2017. 34 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade Pitágoras, Londrina, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.pgsskroton.com.br/handle/123456789/16426>>. Acesso em: 03 jan. 2020.

UDDIN, S.; SHAREEF, H.; MOHAMED, A. **POWER QUALITY PERFORMANCE OF ENERGY-EFFICIENT LOW-WATTAGE LED LAMPS**. *Measurement*, Selangor, v. 46, n.10, p. 3783-3795, dez. 2013. Disponível em:

<www.researchgate.net/publication/256482561_Power_quality_performance_of_energy-efficient_low-wattage_LED_lamps>. Acesso em: 30 mar. 2020.

UNCED - Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992). **AGENDA 21 (GLOBAL)**, em português. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Disponível em:

<www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=29>. Acesso em: 02 jan. 2020.

URGEE. **CONSTRUÇÃO EM CONTAINERS: SUSTENTÁVEL OU NÃO?** 2019. Disponível em: <www.ugreen.com.br/construcoes-em-containers/>. Acesso em 24 mar. 2020.

VALENTE, Josie Pingret. **CERTIFICAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL: COMPARATIVO ENTRE LEED E HQE**. 2009. 71 f. Monografia (Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

VEIGA, José Eli da. **DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. O DESAFIO DO SÉCULO XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

VILELA, Soraia. **"TELHADOS VERDES": PEQUENOS PULMÕES PARA GRANDES CIDADES**. DW-World, Alemanha: Cultura, 2005.

VOITILLE, Nadine. **TELHAS ECOLÓGICAS**, 2012. Disponível em: <www.cliquearquitetura.com.br/artigo/telhas-ecologicas.html>. Acesso em: 26 mar. 2020.

ZAINORDINA, N. B.; ABDULLAH, S.M.B.; BAHARUM, Z.B.A. (2012). **LIGHT AND SPACE: USERS PERCEPTION TOWARDS ENERGY EFFICIENT BUILDINGS**. Social and Behavioral Sciences, Bandung, v.36, p. 51-60, jun. 2012. Disponível em: <www.researchgate.net/publication/322227462_Users'_Perception_towards_Energy_Efficient_Buildings>. Acesso em: 30 mar. 2020.

REFERÊNCIAS DE IMAGENS E TABELAS

IMAGENS

ARTE VEGETAL. **TELHADOS VERDES**. 2017. Disponível em: <<https://artevegetal.com.br/telhados-verdes/>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

BELLA CALHA. **ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DE SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA**. 2008. Disponível em: <<https://bellacalha.com.br/>>. Acesso em: 28 mar. 2020

BRASIL. NBR 15215-3. **ILUMINAÇÃO NATURAL – PARTE 3: PROCEDIMENTO DE CÁLCULO PARA A DETERMINAÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL EM AMBIENTES INTERNOS**, 2005. Disponível em: <www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=59657>. Acesso em: 15 jan. 2020.

ECOPEX. **MADEIRA PLÁSTICA**, 2020. Disponível em: <<https://ecopex.com.br/madeira-plastica/>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

eCycle. **MODELOS DE TIJOLO SOLO-CIMENTO**. 2020. Disponível em: <www.ecycle.com.br/392-tijolo-ecologico>. Acesso em: 24 mar. 2020.

EMBARRO. **ARGAMASSA DE ARGILA**, 2020. Disponível em: <www.embarro.com/produtos-de-construcao-naturais-e-ecologicos/>. Acesso em: 25 mar. 2020.

FUNASA. **MHCDCH - MODELO DE PROJETO BÁSICO - HABITAÇÃO DE 2 QUARTOS**. 2017. Disponível em: <www.funasa.gov.br/modelo-de-projeto-basico-habitacao-de-2-quartos>. Acesso em em: 31 mar. 2020.

IBDA. **ECOTELHADO, OU TELHADO VERDE**. 2020. Disponível em: <www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=8&Cod=1940>. Acesso em: 27 mar. 2020.

INSTITUTO ECO DESENVOLVIMENTO. **TINTAS NATURAIS**. 2012. Disponível em: <www.ecodesenvolvimento.org/posts/2012/agosto/ecod-basico-tintas-naturais#ixzz2Nv9cAyAb>. Acesso em: 27 mar. 2020.

LUXFORT. **MERCADO DE ILUMINAÇÃO LED VAI ULTRAPASSAR US \$ 70,2 BILHÕES ATÉ 2023**. 2018. Disponível em: <<https://luxfortdobrasil.com/iluminacao-publica/mercado-de-iluminacao-led-crescera-at-c3-a9-2023>>. Acesso em: 30 mar. 2020.

MASTER WALL. **LÃ DE PET**. 2020. Disponível em: <www.masterwall.com.br/la-de-pet/>. Acesso em: 28 mar. 2020.

MEDEIROS, Virgílio Almeida. **CASA SUSTENTÁVEL**. Minas Gerais: Senge-mg, 2012. Disponível em: <www.sengemg.com.br/downloads/21-08-2012_construcao_sustent.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.

STOCCO. **USINA DE ENERGIA FOTOVOLTAICO**. 2019. Disponível em: <<https://stocco.com.br/tags/fotovoltaica/>>. Acesso em: 30 mar. 2020.

TW BRASIL. **TELHA TAUBILHA**, 2020. Disponível em: <www.telhasdiretodefabrica.com.br/twbrazil---telhas-de-madeira-talbilha>. Acesso em: 26 mar. 2020.

URGREN. **BAMBU**, 2020. Disponível em: <<https://www.ugreen.com.br/bambu/>>. Acesso em: 25 mar. 2020.

VIVADECOR. **CASA CONTAINER: +80 PROJETOS, PREÇOS E DICAS DE CONSTRUÇÃO**, 2020. Disponível em: <www.vivadecora.com.br/revista/casa-container/>. Acesso em: 24 mar. 2020.

VIVADECOR. **TELHA ECOLÓGICA: O QUE É, MATERIAIS, VANTAGENS E MAIS**, 2020. Disponível em: <<https://www.vivadecora.com.br/pro/arquitetura/telha-ecologica/>>. Acesso em: 26 mar. 2020.

TABELAS

PISANI, Maria Augusta. **UM MATERIAL DE CONSTRUÇÃO DE BAIXO IMPACTO AMBIENTAL: O TIJOLO DE SOLO-CIMENTO**. 2006. Revista Aedificandi. I. 01-17.

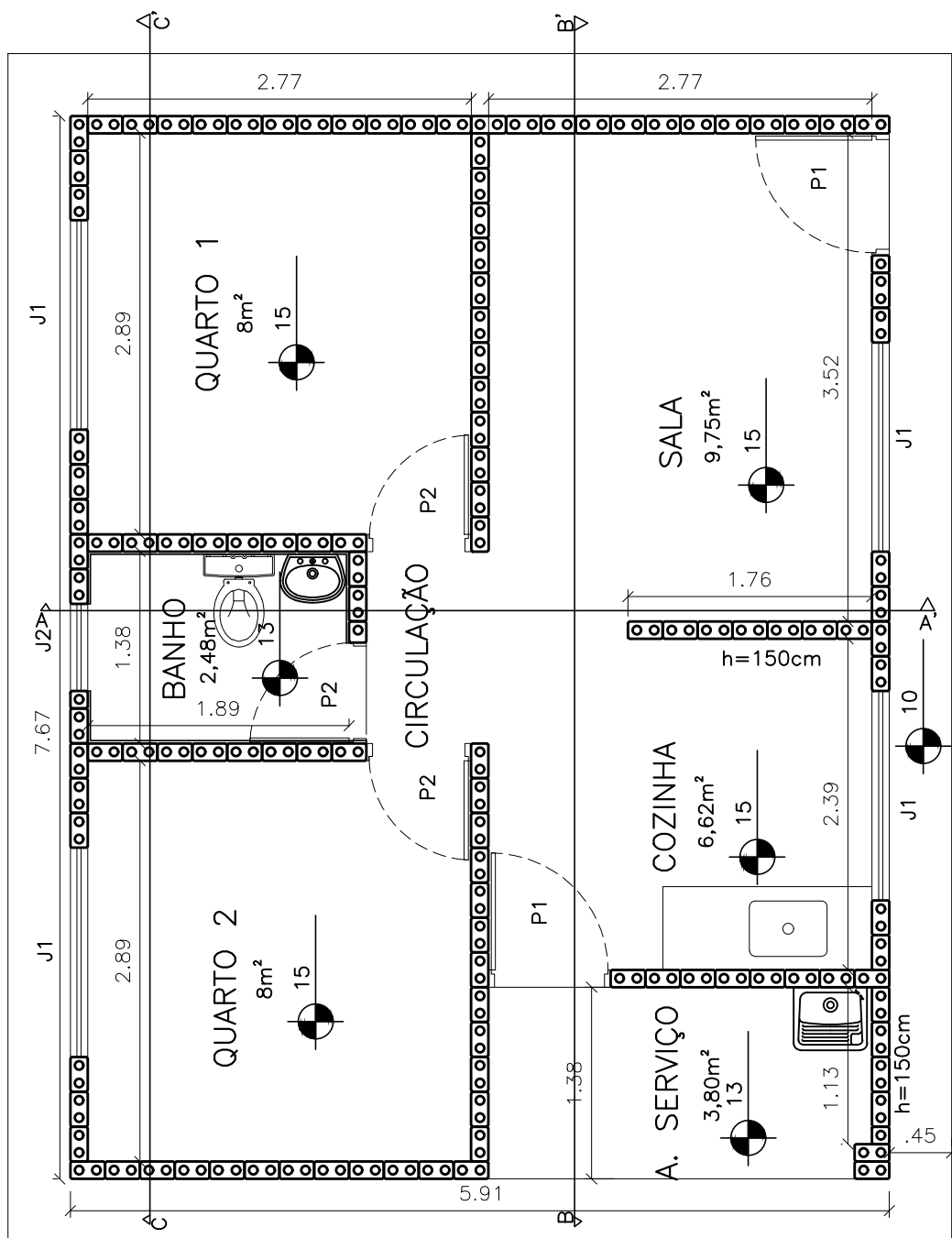
Disponível em:

<www.researchgate.net/publication/271829933_Um_material_de_construcao_de_baixo_impacto_ambiental_o_tijolo_de_solo-cimento>. Acesso em: 24 mar. 2020.

ROCHA, Amanda Ferreira; CAMARGO, Tiago Franciscane Borges; MONTEIRO, Kessio Raylen Jerônimo. **A UTILIZAÇÃO DE CONTAINERS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: VIABILIDADE CONSTRUTIVA, VANTAGENS E BENEFÍCIOS**. In: Anais da Semana de Engenharia do Maranhão. Anais...São Luís (MA) UFMA, 2018.

Disponível em: <www.even3.com.br/anais/sengmaanais/136455-A-UTILIZACAO-DE-CONTAINERS-NA-CONSTRUCAO-CIVIL--VIABILIDADE-CONSTRUTIVA-VANTAGENS-E-BENEFICIOS>. Acesso em: 24/03/2020 21:20

APÊNDICE A – PROJETO DE RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR ALTERADO



ESQUADRIAS
 Porta - P1 88x212
 Porta - P2 75x212
 Janela - J1 150x100 h=112
 Janela - J2 60x60 h=181

1 PLANTA BAIXA

ESCALA 1:50

CLIENTE:

FOLHA:

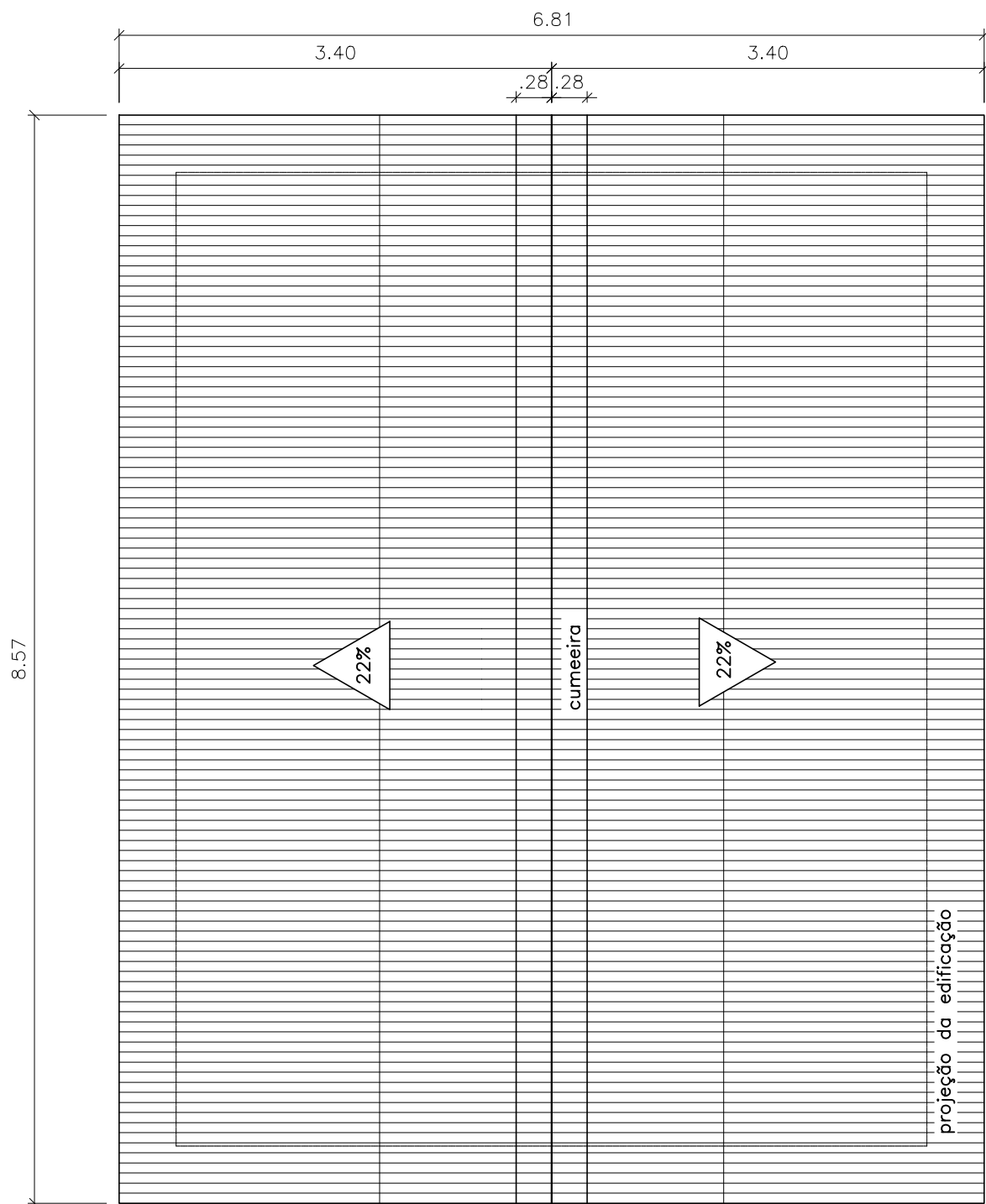
PROJETO: PLANTA BAIXA

01/05

ASSUNTO:

REVISÃO:

DATA:



2 PLANTA DE COBERTURA

ESCALA 1:50

CLIENTE: -

PROJETO: PLANTA DE COBERTURA

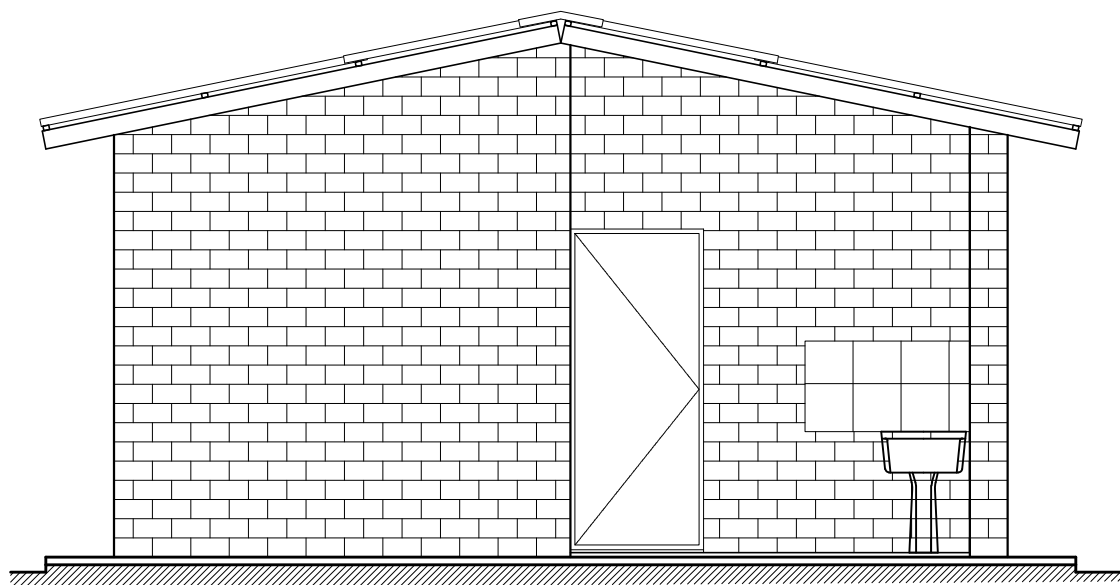
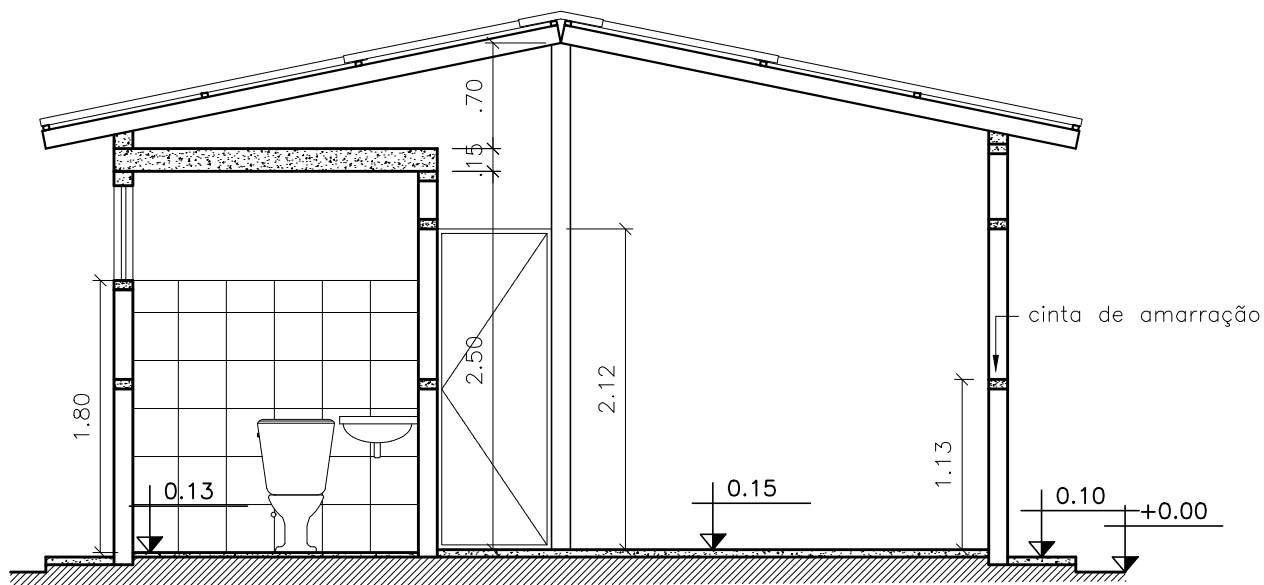
ASSUNTO: -

FOLHA:

02/05

REVISÃO: -

DATA: -



3 CORTE AA' | FACHADA ESQUERDA

ESCALA 1:50

CLIENTE: -

FOLHA:

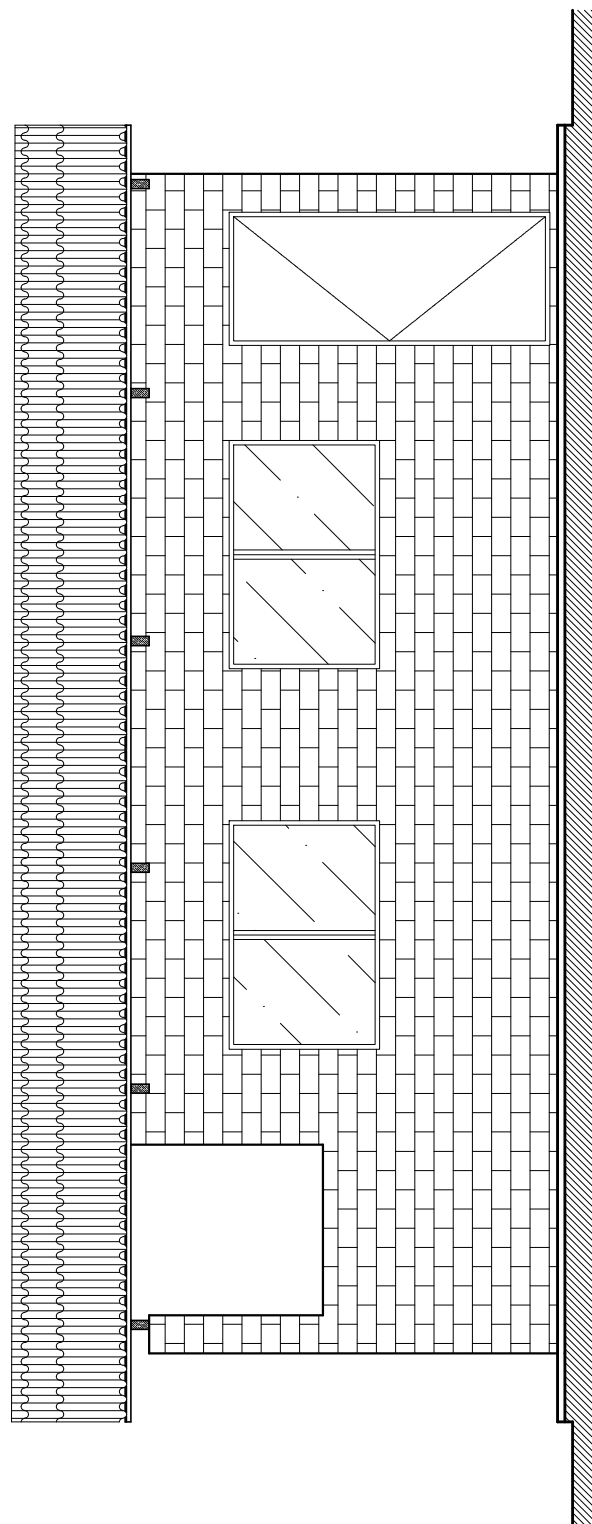
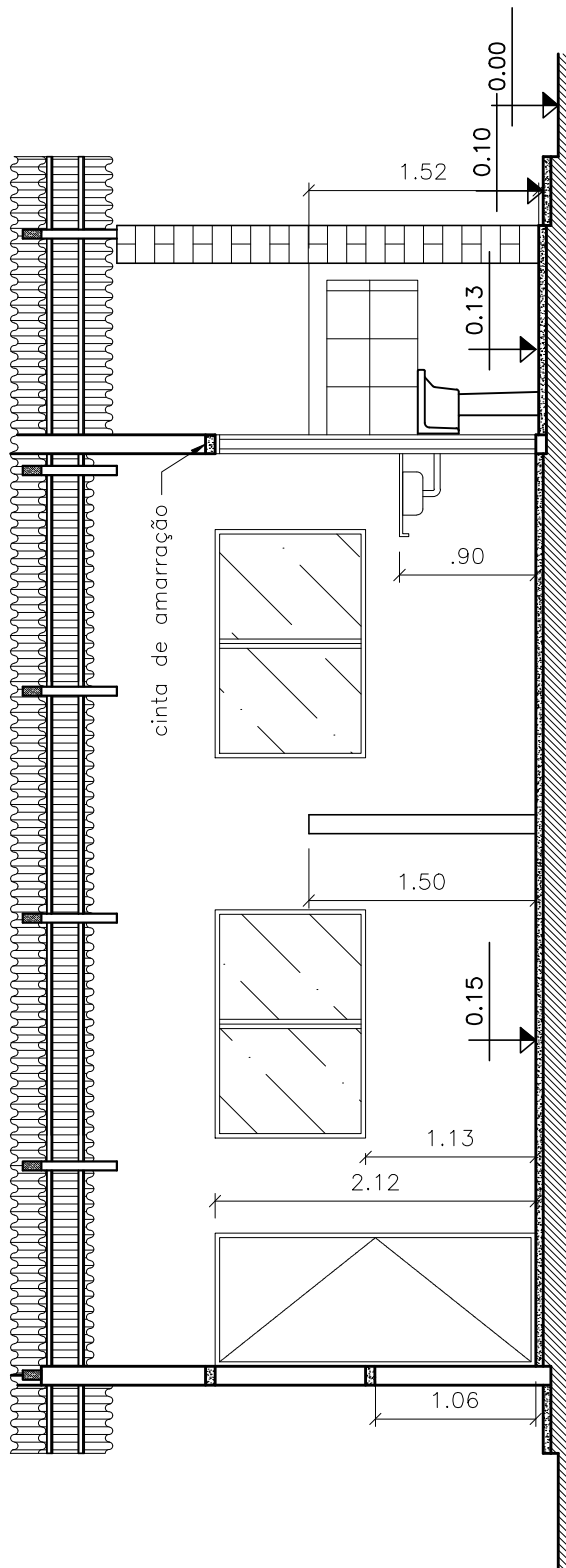
PROJETO: CORTE AA' | FACHADA ESQUERDA

03/05

ASSUNTO: -

REVISÃO: -

DATA: -



4

CORTE BB' | FACHADA FRONTAL

ESCALA 1:50

CLIENTE:

PROJETO:

CORTE BB' | FACHADA FRONTAL

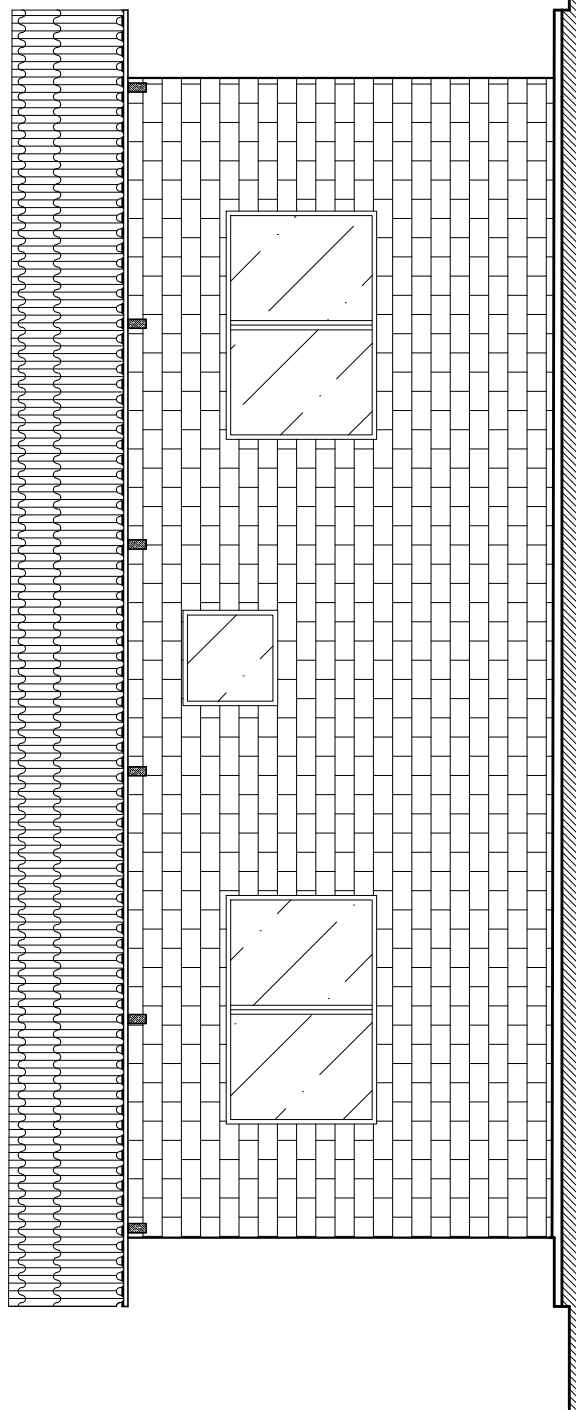
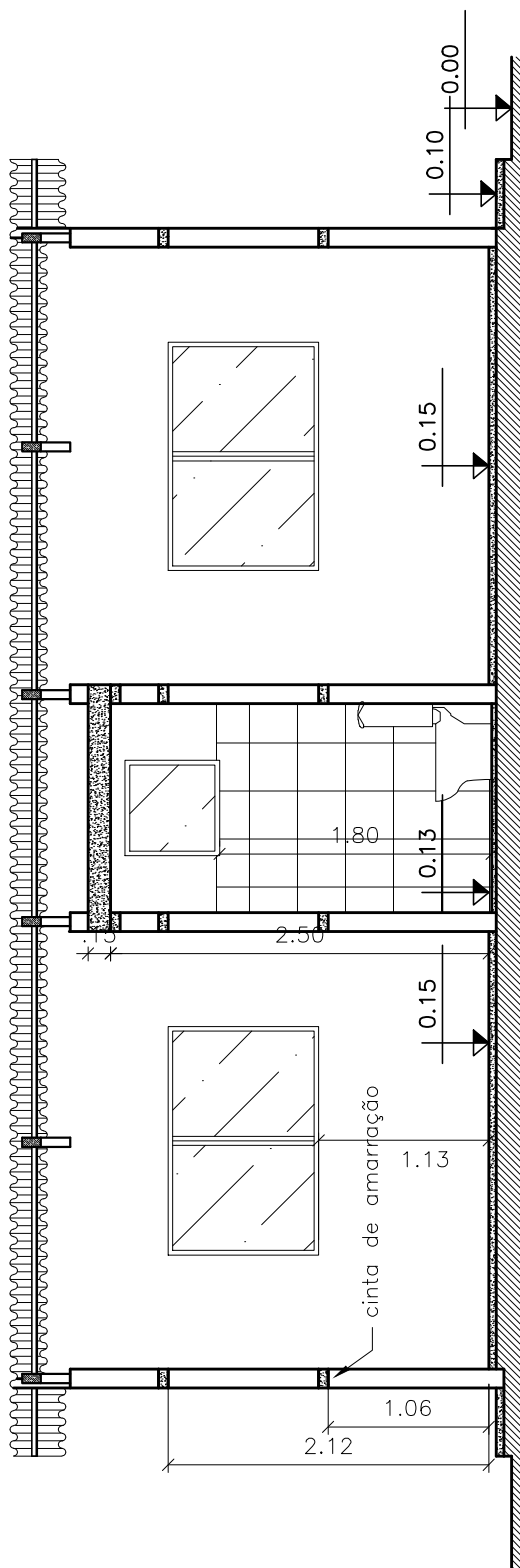
ASSUNTO:

FOLHA:

04/05

REVISÃO:

DATA:



5

CORTE CC' | FACHADA POSTERIOR

ESCALA 1:50

CLIENTE:

PROJETO:

ASSUNTO:

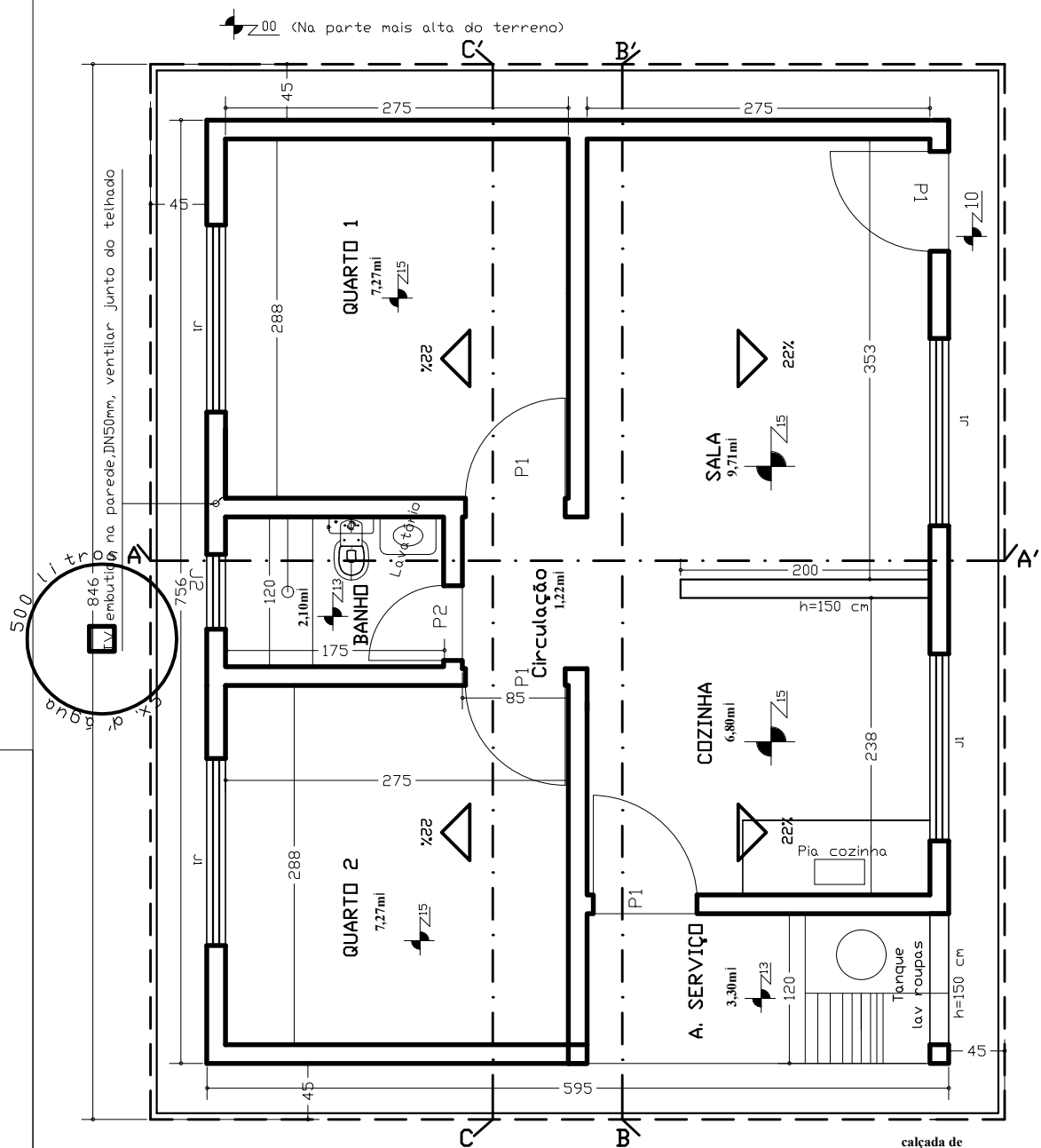
FOLHA:

REVISÃO:

DATA:

05/05

ANEXO A – MHCDCh - MODELO DE PROJETO BÁSICO



ESQUADRIAS
Porta >P1 - 080 X 210
Porta >P2 - 060 X 210
Janelas
>J1 - 150 X 100 / h=110
>J2 - 60 X 60 / h=180

PLANTA BAIXA

Esc.: 1 / 50

Projeto de

A R Q U I T E T U R A

ASSINATURAS

AUTOR DO PROJETO
Engo Civil :

NOME E CREA

Á R E A S (m²)

TERRENO	CONSTRUÍDA	LIVRE	TOTAL
VARIÁVEL	44.982		44.982

ASSUNTOS: **PLANTA BAIXA - 2 QUARTOS**

ESCALAS : INDICADAS

(cotas em cm)

PRANCHA:

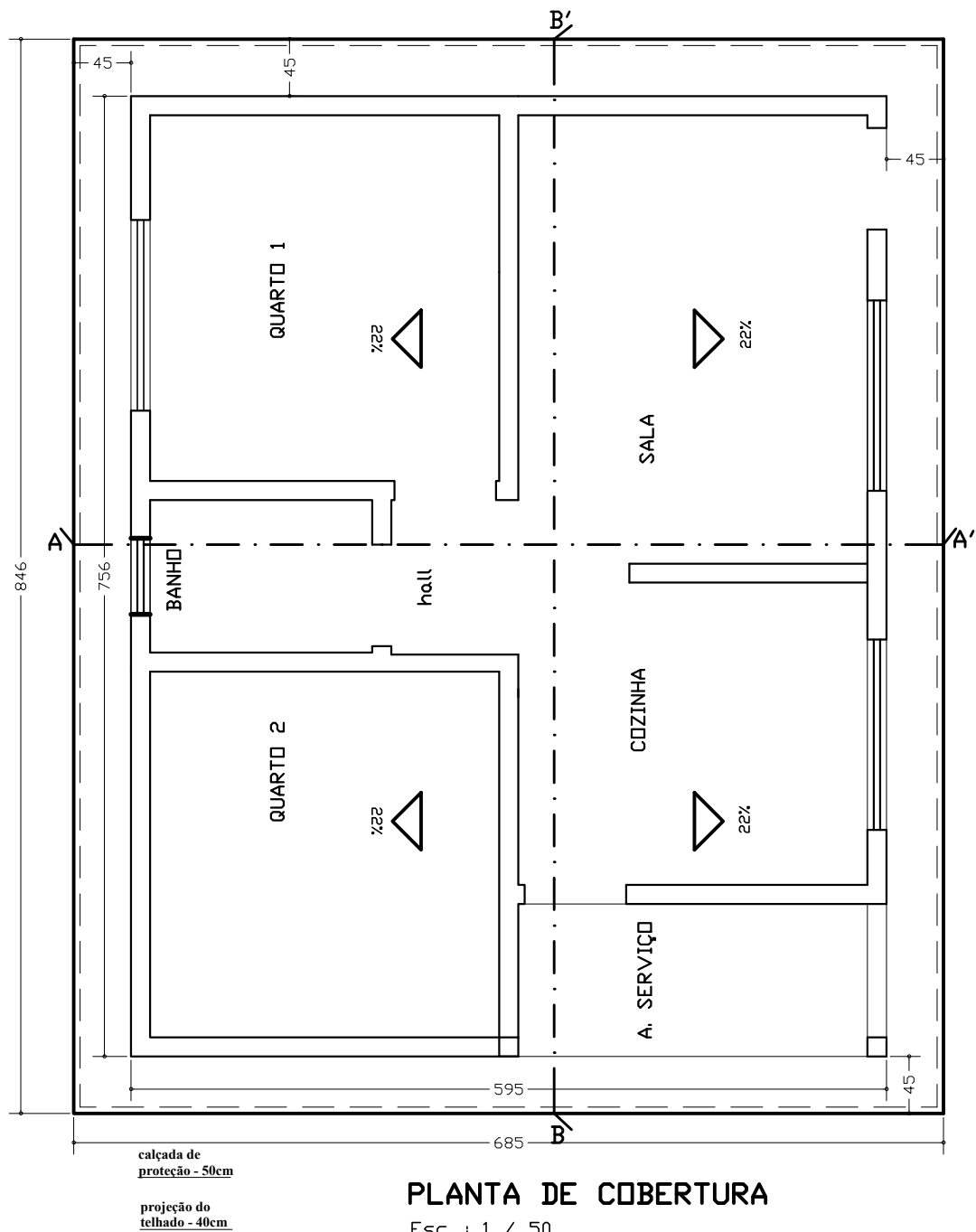
1 / 9

DBRA:

RESIDENCIAL
UNI-FAMILIAR

DATA: Julho/2013

APROVAÇÃO:



Projeto de **A R Q U I T E T U R A**

ASSINATURAS

AUTOR DO PROJETO
Engo Civil :

NOME E CREA

Á R E A S (m²)

TERRENO	CONSTRUÍDA	LIVRE	TOTAL
VARIÁVEL	44.982	VARIÁVEL	44.982

ASSUNTOS:

PLANTA DE COBERTURA

ESCALAS : INDICADAS

(cotas em cm)

PRANCHA:

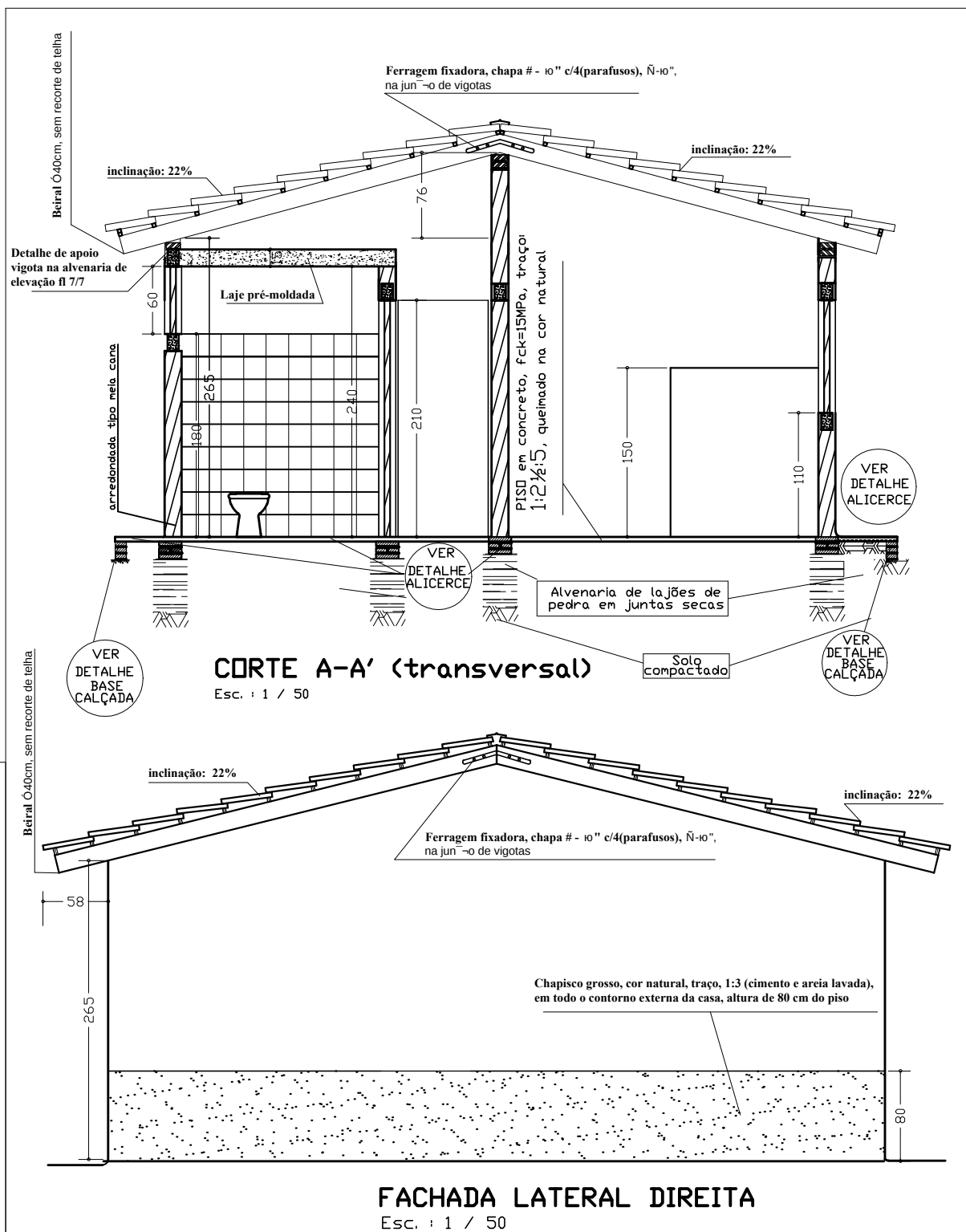
2/9

OBRA:

RESIDENCIAL
UNI-FAMILIAR

DATA: Julho/2013

APROVAÇÃO:



Projeto de

A R Q U I T E T U R A

ASSINATURAS

AUTOR DO PROJETO
Engo Civil :

NOME E CREA

ÁREAS (m²)

TERRENO	CONSTRUÍDA	LIVRE	TOTAL
VARIÁVEL	44.982	VARIÁVEL	44.982

ASSUNTOS:

corte transversal AA' e fachada lateral direita

ESCALAS : INDICADAS

(cotas em cm)

PRANCHA:

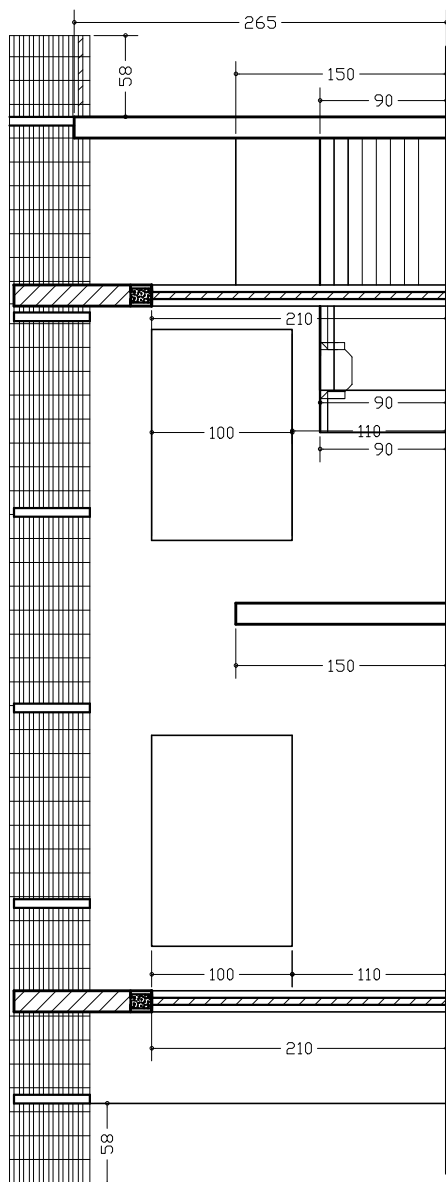
3/9

DBR:

RESIDENCIAL
UNI-FAMILIAR

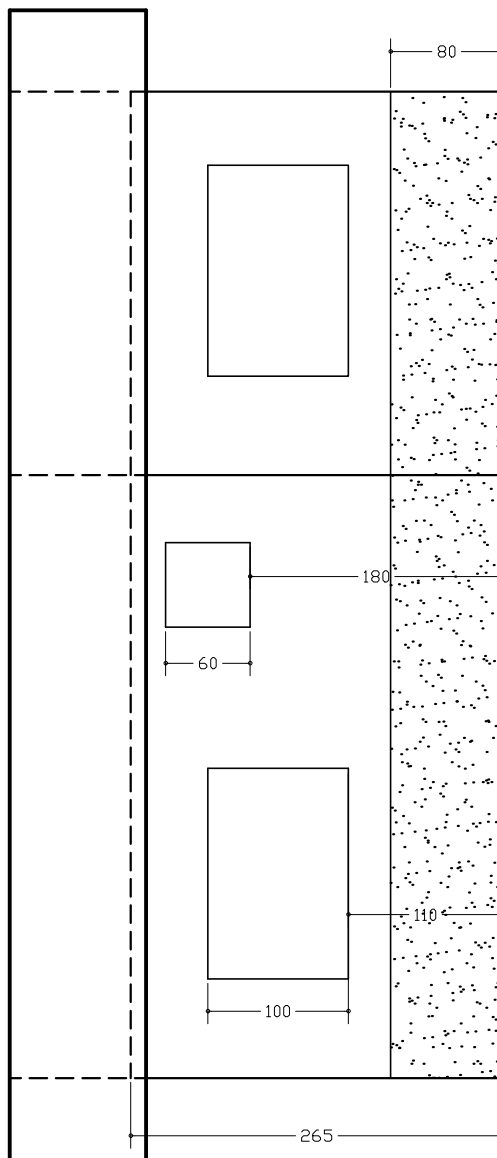
DATA: Julho/2013

APROVAÇÃO:



CORTE LONGITUDINAL - BB'

Esc: 1 / 50



FACHADA ANTERIOR

Esc: 1 / 50

Projeto de **A R Q U I T E T U R A**

ASSINATURAS

AUTOR DO PROJETO
Engo Civil :

NOME E CREA

Á R E A S (m²)

TERRENO	CONSTRUÍDA	LIVRE	TOTAL
VARIÁVEL	44.982	VARIÁVEL	44.982

ASSUNTOS: **corte longitudinal bb' e fachada anterior**

ESCALAS : INDICADAS

(cotas em cm)

PRANCHA:

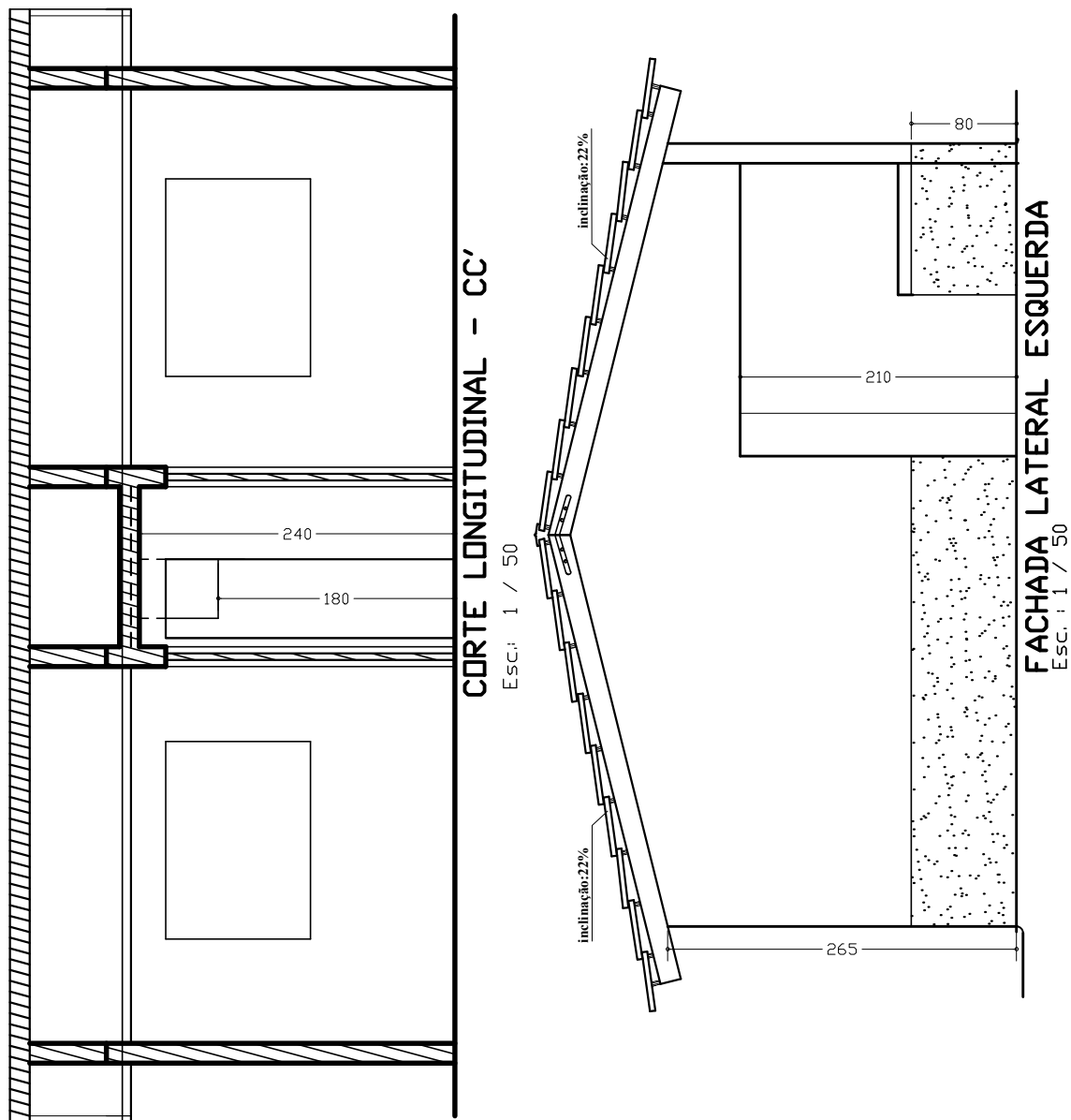
4/9

DBRA:

RESIDENCIAL
UNI-FAMILIAR

DATA: Julho/2013

APROVAÇÃO:



Projeto de

H I D R O S A N I T Á R I O

ASSINATURAS

AUTOR DO PROJETO
Engo. Civil :

NOME E CREA

Á R E A S (m²)

TERRENO	CONSTRUÍDA	LIVRE	TOTAL
VARIÁVEL	44.982	VARIÁVEL	44.982

ASSUNTOS: **fachada lateral esquerda e corte longitudinal cc'**

ESCALAS : INDICADAS

(cotas em cm)

PRANCHA:

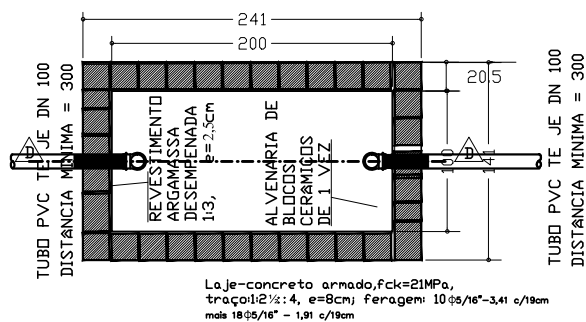
5/9

DBRA:

RESIDENCIAL
UNI-FAMILIAR

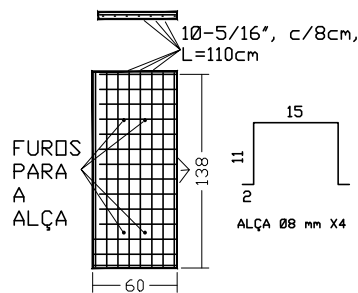
DATA: Julho/2013

APROVAÇÃO:



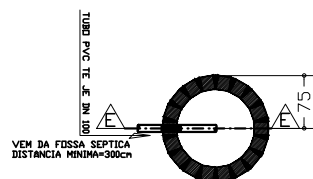
PLANTA BAIXA-TANQUE SÉPTICO

Esc.: 1:50



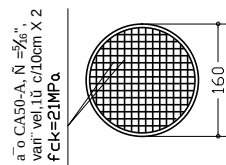
TAMPA X4

Esc.: 1 / 50



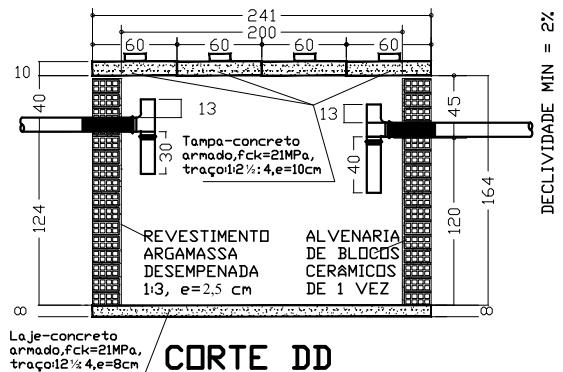
PLANTA BAIXA SUMIDOURO

Esc.: 1 / 100



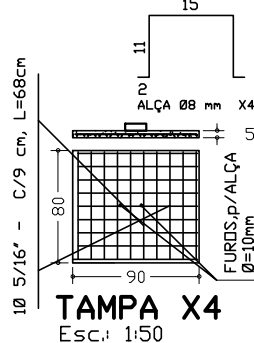
TAMPA, SUMIDOURO

Esc.: 1 / 100



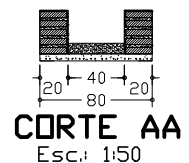
CORTE DD

Esc.: 1:50



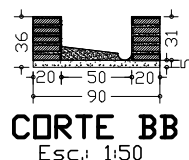
TAMPA X4

Esc.: 1:50



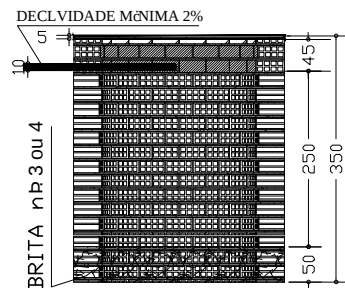
CORTE AA

Esc.: 1:50



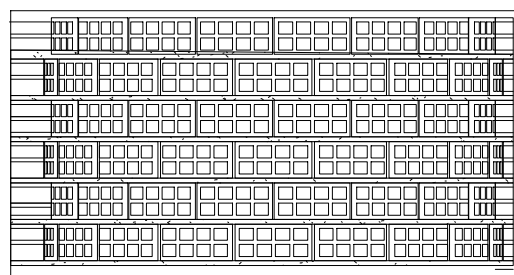
CORTE BB

Esc.: 1:50



CORTE EE SUMIDOURO

Esc.: 1:100



DETALHE: ALVENARIA SUMIDOURO

Esc.: 1:50

HIDRO SANITÁRIO

Projeto de

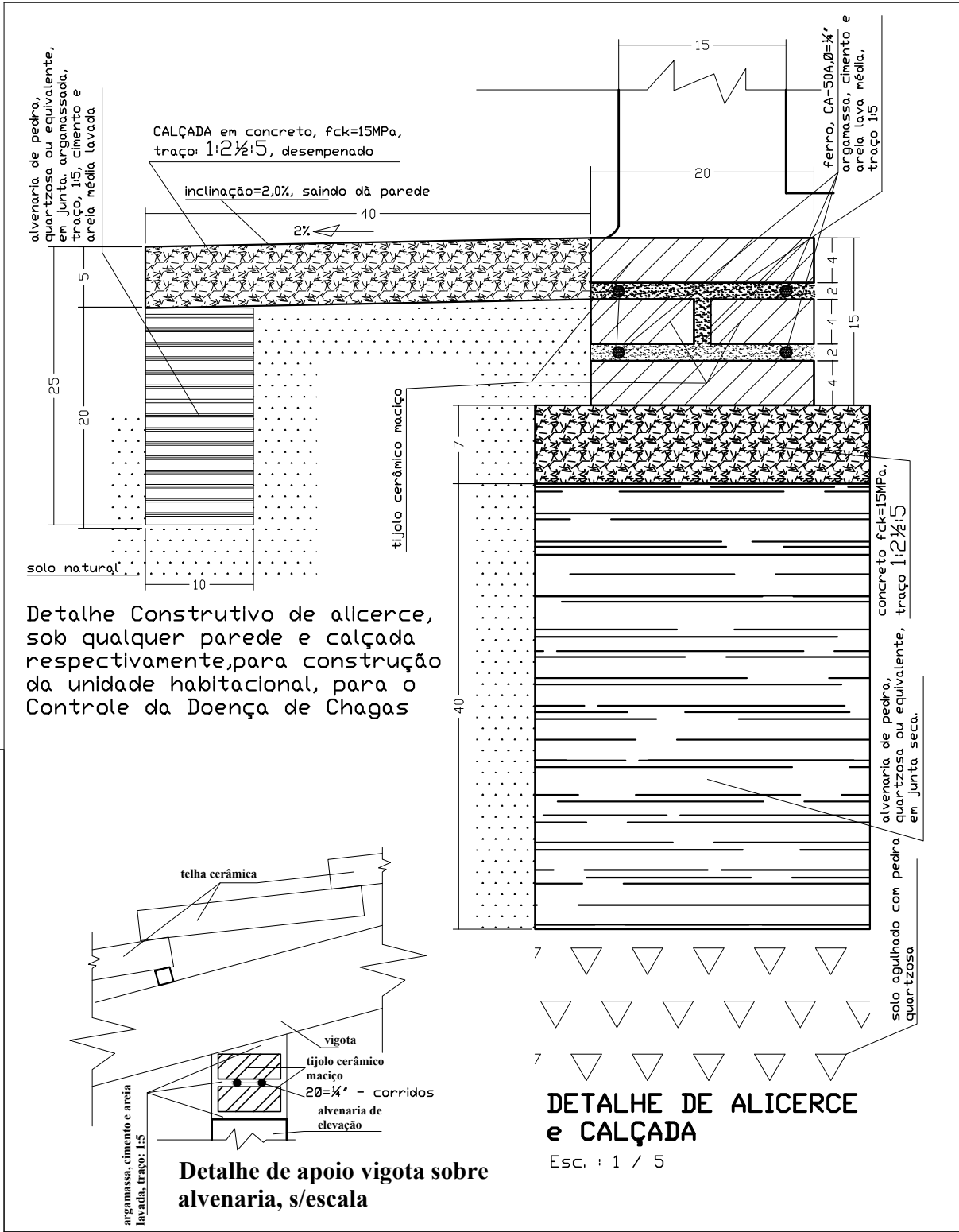
ASSINATURAS

AUTOR DO PROJETO
Enge Civil :

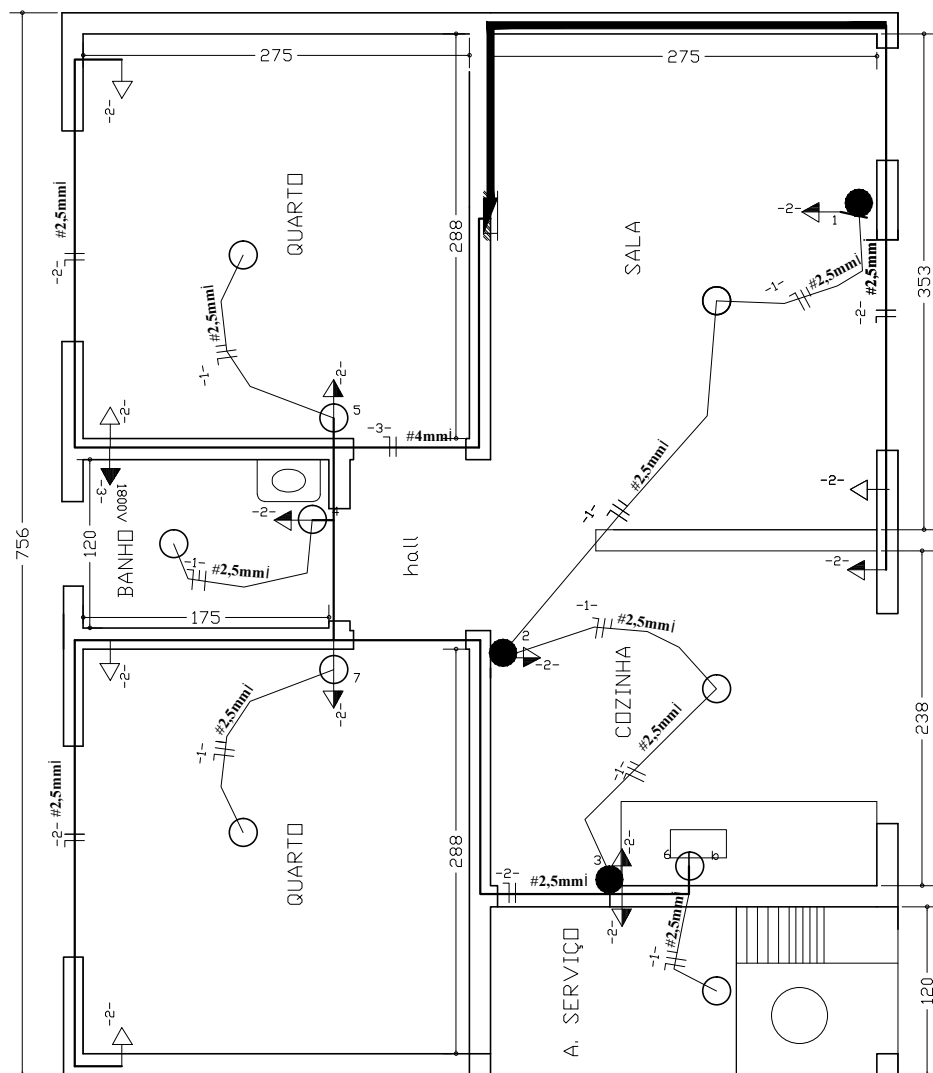
NOME E CREA

ÁREAS (m²)			
TERRENO	CONSTRUÍDA	LIVRE	TOTAL
VARIÁVEL	44.982	VARIÁVEL	44.982
ASSUNTOS: planta baixa/cortes, cx passagem, tanque séptico e sumidouro			
ESCALAS : INDICADAS	(cotas em cm)	PRANCHA: 7/9	DBRA: RESIDENCIAL UNI-FAMILIAR
DATA: Julho/2013			

APROVAÇÃO:



Projeto de		FUNDAÇÕES/ESTRUTURAS	
ASSINATURAS		AUTOR DO PROJETO Engo Civil :	
ÁREAS (m²)		NOME E CREA	
TERRENO	CONSTRUÍDA	LIVRE	TOTAL
VARIÁVEL	44.982	VARIÁVEL	44.982
ASSUNTOS: detalhe de alicerces/fundações e calçadas			
ESCALAS : INDICADAS	(cotas em cm)	PRANCHA: 8/9	DBRA: RESIDENCIAL UNI-FAMILIAR
DATA: Julho/2013			



Interruptores

-1- Luminária incandescente no teto
a(*) nº do comando
Luz incandescente na parede (arandela)

Tomadas

100V Tomada baixa, (300mm do piso)
300V Tomada média, (1300mm do piso)
300V Tomada alta, (2000mm do piso)
Tomada para Rádio e TV

Diagrama Unifilar

DISJ. TIPO C
ELETROMGR
1 POLO - 30A

Q G S - QUADRO DE CARGAS - SERVIÇO

CIRC.	LAMPADAS			TOMADAS (VA)				CARGA		DISJ. (A)	COND. (mm²)	Fase	
	20W	60W	100W	100	200	300	600	1800	CV				W
1		5								500	10	2,5	1
2				10						1000	20	4,0	1
3								1		1800	20	4,0	1
4													
5													
6													
Total		5		10				1		3300			

NOTA: NÃO COTAR 25mm² FIO PARA CARGAS DE LAMPADAS COTADA 100VA TOMADA NA COTADA 100VA

Projeto de

E L É T R I C O

ASSINATURAS

AUTOR DO PROJETO
Engo Civil :

NOME E CREA

Á R E A S (m²)			
TERRENO	CONSTRUÍDA	LIVRE	TOTAL
VARIÁVEL	44.982	VARIÁVEL	44.982

ASSUNTOS:

Instalações elétricas: luz e força

ESCALAS :	INDICADAS	(cotas em cm)	PRINCHA:	9/9	DBRA:	RESIDENCIAL UNI-FAMILIAR
DATA:		Julho/2013				

APROVAÇÃO:

ANEXO B – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA MHCDCh

**ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA A CONSTRUÇÃO DE
MELHORIAS HABITACIONAIS PARA O CONTROLE DA
DOENÇA DE CHAGAS.**

JULHO / 2013

Sumário

1. Considerações preliminares	III
2. Descrição	III
3. Materiais de construção	III
4. Execução da obra	IV
4.1 - Locação da obra	IV
4.2 Fundação.....	V
4.3 Paredes	V
4.3.1 Alvenaria.....	V
4.3.2 Comportamento mecânico	VI
4.3.3 Vãos em paredes de alvenaria	VII
4.3.4 Paredes de tijolos	VIII
4.3.5 Amarração dos tijolos	XI
4.3.6 Formação dos cantos de paredes	XI
4.3.7 Empilhamento de tijolos maciços	XII
4.3.8 Cortes em tijolos maciços	XII
4.4 Revestimento	XII
4.5 Pintura	XIII
4.6 Forro	XIII
4.7 Pavimentação	XIII
4.7.1 Interior da casa	XIII
4.7.2 Calçada	XIV
4.8 Instalações hidrossanitárias.....	XIV
4.8.1 Instalações hidráulicas	XIV
4.8.2 Instalações Sanitárias	XV
4.8.3 Pia de cozinha	XVII
4.8.4 Tanque de lavar roupas	XVIII
4.8.5 Caixa de passagem.....	XVIII
4.8.6 Metais e Acessórios	XVIII
4.9 Cobertura	XVIII
4.10 Esquadrias de ferro	XIX
4.10.1 Materiais	XIX
4.10.2 Processo Executivo	XX
4.11 Caixa d'água.....	XX
4.12 Instalações Elétricas.....	XX
5. Limpeza	XXI
6. Recebimento	XXI
7. Considerações finais	XXII

1. Considerações preliminares

A Melhoria Habitacional para o Controle da Doença de Chagas (MHCDC) é uma obra com fim social que visa à melhoria das condições de higiene e saúde pública nas localidades aonde são instaladas. Destina-se às famílias de baixa renda, que não têm condições de construir uma casa adequada e que habitam em regiões onde a Doença de Chagas é endêmica e cujas residências propiciam a infestação pelo vetor, o barbeiro. É necessária então, a execução de um inquérito sanitário, nos locais aonde se pretende construir as casas, visando à melhor aplicação dos recursos públicos, de forma a maximizar os benefícios da obra, no que se refere à saúde pública. O inquérito sanitário resultará em uma lista de beneficiários que deverão ser contemplados com a construção das casas, conforme a necessidade. A FUNASA só reconhecerá a construção das casas nos endereços conforme indicados na lista de beneficiários. Qualquer alteração que venha a ser necessária deverá ser justificada e comunicada imediatamente à FUNASA, por escrito, em papel timbrado do conveniente, que após a apreciação da justificativa acatará, ou não, uma nova lista de beneficiários. Este projeto foi desenvolvido na suposição de que existe no local uma fonte de água disponível, com vazão mínima de 0,5 l/s e pressão mínima de 5 mca. Caso não seja a realidade local, o corpo técnico da FUNASA deverá ser consultado para as devidas alterações.

A construção da casa deverá ser complementada por um programa educacional, de forma a dar às famílias beneficiadas melhores condições para o aproveitamento e durabilidade da obra, garantindo assim que a melhoria seja utilizada de maneira adequada, de modo a atingir seus objetivos.

Atenção especial deverá ser dada à obrigatoriedade da demolição e afastamento (retirada) dos escombros (entulhos) da antiga habitação. O beneficiário deverá ser previamente informado desta exigência e se comprometer formalmente a permitir que a demolição seja executada logo após a liberação da nova casa para a habitação.

2. Descrição

A Melhoria Habitacional para o Controle da Doença de Chagas é uma obra de construção civil composta de: casa, reservatório de água, fossa séptica e sumidouro. Como toda obra de construção civil, deverá atender às condições impostas pelas normas brasileiras (ABNT) no que se refere à resistência, à segurança e à utilização, pertinentes ao assunto. Esta especificação e o projeto que a acompanha são apenas uma referência e uma contribuição da FUNASA com o objetivo de facilitar a execução da obra. Caberá à conveniada e ao seu corpo técnico, ou àquele que venha representar legal e tecnicamente a conveniada, analisar o projeto e responder pelo seu conteúdo e pela sua execução, sendo necessária inclusive a apresentação das ARTs referentes ao projeto, à execução e à fiscalização da obra, devidamente quitadas junto ao CREA.

3. Materiais de construção

Os materiais de construção deverão ser apreciados e aprovados pela conveniente antes da sua utilização, sem prejuízo de outras fiscalizações que poderão ser efetuadas pela concedente.

De maneira geral os materiais deverão ser de boa qualidade e atender às seguintes normas brasileiras da ABNT:

- Blocos cerâmicos: NBR 7171
- Tijolos cerâmicos maciços: NBR 7170
- Argamassas: NBR 7215, NBR 7223 e NBR 8522

- Tubos e conexões de PVC soldável para instalações prediais: NBR 5648
- Tubos e conexões de PVC para esgoto sanitário predial: NBR 10570, NBR 7367
- Bacia sanitária: NBR 9060, NBR 6498
- Lavatório: NBR 10353
- Torneiras: NBR 10281
- Registros: NBR 10071, NBR 11306, NBR 10929
- Caixas de descarga: NBR 11852
- Cimento Portland : NBR 5732
- Agregados para concreto : NBR 7211
- Fator água/cimento : NBR 6118

4. Execução da obra

As recomendações a seguir devem ser adotadas, sem prejuízo às normas brasileiras pertinentes e, de forma alguma pretendem esgotar o assunto. Em casos aonde as recomendações não se mostrem adequadas, sua aplicação se torne extremamente difícil, em casos omissos ou em que não haja uma boa compreensão, o corpo técnico da FUNASA deverá ser consultado.

4.1 - Locação da obra

A casa e demais obras deverão ser locadas de forma que o terreno naturalmente propicie o fluxo dos esgotos na direção do tanque séptico e em seguida para o sumidouro e, de preferência, que a frente da casa esteja voltada para o nascente.

A adoção de qualquer outro projeto é permitida porém, neste caso, a conveniada deverá apresentar um projeto específico para cada tamanho de casa, os quais estarão sujeitos às seguintes condições para que venham a ser aceitos pela FUNASA:

- Só poderão ser utilizados materiais e serviços que estejam previstos na planilha orçamentária do projeto da casa modelo;
- O projeto específico deverá atender a todos os requisitos, técnicos e funcionais, do projeto modelo;
- O custo total da casa de forma alguma poderá ser maior que o da casa modelo com o mesmo número de quartos;
- Os materiais empregados deverão ser da mesma qualidade dos empregados na casa modelo;
- Os materiais e serviços previstos para a casa modelo que porventura não sejam utilizados serão descontados do valor da casa.

As casas que necessitem de alterações para o atendimento aos portadores de necessidades especiais, serão objeto de análise em separado, satisfazendo às normas atinentes e, neste caso, os custos e itens adicionais poderão ser incluídos no orçamento.

O tanque séptico deverá ser instalado o mais próximo possível da via pública, em cota topográfica inferior à da casa e, de preferência, na frente da casa.

O sumidouro deverá ser locado em terreno permeável seguindo a orientação do item 4.8.2.2 desta especificação técnica. Em caso de solos de baixa porosidade e/ou com lençol freático próximo à superfície, onde a água subterrânea é explorada para consumo humano em cisternas, consultar o corpo técnico da FUNASA.

Caso a localidade já conte com rede de esgoto sanitário, o ramal de esgoto da casa deverá ser lançado diretamente na rede coletora de esgoto pública e, neste caso, a fossa e o sumidouro não deverão ser orçados e nem construídos. Caso estejam inclusos no orçamento deverão ser descontados.

4.2 Fundação

A fundação da casa deverá ser executada em alvenaria de pedra calcária e ou quartzosa em junta seca, ou estrutura equivalente, conforme a disponibilidade do material na região e construída de forma a garantir a estabilidade das edificações. A alvenaria de fundação deverá ter as seguintes dimensões:

- Largura igual a 30 cm (trinta centímetros);
- Altura (profundidade) igual a 40 cm (quarenta centímetros);
- O comprimento deverá apoiar todas as paredes da casa, inclusive as paredes que apoiam a pia e o tanque de lavar roupas.

As cavas para a fundação deverão ser agulhadas com pedra de mão, e apiloadas com maço de ferro, de 8 a 10 kg. As cavas serão preenchidas com pedras em junta seca, acomodadas e compactadas também com o referido maço de ferro de 8 a 10 kg, até o nível 0 dos 40 cm (da profundidade). Sobre esta camada haverá uma camada regularizadora em concreto com resistência característica à compressão $f_{ck} = 20\text{MPa}$, com espessura de 5 cm ao longo desta sapata corrida. Em seguida será executada a alvenaria de tijolo maciço uma vez, em altura de 15 cm sendo que, entre primeira e segunda camada haverá $2\varnothing = 6,3\text{mm}$ ($1/4''$) em CA 50, mais $2\varnothing = (1/4'')$ entre a segunda e a terceira camada totalizando 4 barras corridas.

A fundação deverá ser disposta e construída de forma a não interferir de nenhuma maneira com a fundação da casa existente, ou de qualquer outra construção.

Uma atenção especial deverá ser dada à execução da fundação, no que se refere ao nivelamento e ao esquadro, de forma a permitir a construção adequada das paredes da casa.

As pedras serão de dimensões regulares, de conformidade com a indicação do projeto. Não será admitida a utilização de pedras originadas de rochas em decomposição.

4.3 Paredes

4.3.1 Alvenaria

As paredes de alvenaria da casa deverão ser executadas com blocos cerâmicos de vedação, com resistência à compressão igual ou superior a 2,5 MPa, com dimensões nominais de 10x20x20 cm, e deverão ser assentados em juntas de 1,0 cm argamassada, traço 1:5 de cimento e areia média lavada. A alvenaria deverá ser executada em prumo, nível e esquadro perfeito.

Para a perfeita aderência do emboço, será aplicado chapisco de argamassa de cimento e areia, no traço em volume de 1:3, sobre a alvenaria e em seguida será aplicado o emboço.

Os blocos a serem empregados nas alvenarias com função portante ou de vedação deverão apresentar dimensões padronizadas, sem grandes desvios de forma e grandes variações dimensionais que repercutam no excessivo consumo de argamassas de assentamento ou de revestimento. Nas alvenarias portantes, as irregularidades geométricas dos blocos redundariam ainda na falta de uniformidade das juntas de assentamento, com consequente surgimento de tensões concentradas e diminuição da resistência global da parede.

A qualidade final de uma alvenaria dependerá substancialmente dos cuidados a serem observados na sua execução, os quais deverão ser iniciados pela correta locação das paredes e do assentamento da primeira fiada de blocos (nivelamento do qual dependerá a qualidade e a facilidade de elevação da alvenaria).

A construção dos cantos deve ser executada com todo cuidado possível (nivelamento, perpendicularidade, prumo, espessura das juntas), passando os cantos a constituírem-se em gabarito para a construção em si, das paredes. O emprego de uma régua graduada

(escantilhão) será de grande valia na elevação dos cantos, devendo-se assentar os blocos apurados e nivelados (auxílio de linha esticada). A verificação do prumo deve ser efetuada continuamente ao longo da parede, de preferência na sua face externa; o prumo e o vão livre entre as laterais (ombreiras) de portas e janelas deverão ser verificados com todo o cuidado.

Os blocos devem ser assentados nem muito úmidos nem muito ressecados, na operação de assentamento os blocos deverão ser firmemente pressionados uns contra os outros, buscando-se compactar a argamassa tanto nas juntas horizontais quanto nas verticais. O cuidado de proteger o chão com papelão ou plástico, ao lado da alvenaria em elevação, permite o reaproveitamento imediato da argamassa expelida das juntas, que de outra forma estaria perdida.

Na elevação de paredes relativamente esbeltas, em regiões sujeitas a ventos fortes, é conveniente escorar a parede lateralmente, numa fase em que sua capacidade de resistência ainda não foi atingida; na colocação de formas e cimbramentos para a construção de vergas, cintas ou lajes, deve-se evitar o destacamento de blocos recém-assentados pois tais destacamentos poderão se manifestar posteriormente nas faces das paredes, mesmo nas revestidas.

4.3.2 Comportamento mecânico

As alvenarias apresentam como regra geral, bom comportamento às cargas verticais centradas que produzem tensões de compressão axial; o mesmo não ocorre com as tensões de cisalhamento, provenientes, por exemplo, de recalques de fundação, ou com tensões de tração, naquelas de carregamentos verticais excêntricos.

Do ponto de vista da resistência à compressão das paredes em alvenaria, a forma geométrica e a resistência do material constituinte do bloco ou tijolo são os principais fatores intervenientes; nesse particular, Pereira da Silva* relata que:

- Nas alvenarias constituídas de tijolos maciços, a argamassa de assentamento, apresentando deformações transversais mais acentuadas que os tijolos, introduz no mesmo um estado triaxial de tensões: compressão vertical e tração nas duas direções do plano horizontal; ultrapassada a resistência à tração dos tijolos, começam a se manifestar fissuras verticais no corpo da parede;
- Para as alvenarias constituídas de tijolos vazados, outras tensões importantes juntar-se-ão às precedentes; no caso de blocos com furos verticais poderão ocorrer flambagem e destacamentos entre as nervuras, enquanto que em blocos com furos horizontais poderão, inclusive, ser introduzidas solicitações de flexão nas suas nervuras horizontais.

Além da forma geométrica do componente de alvenaria, diversos outros fatores intervêm na fissuração e na resistência final de uma parede e esforços axiais de compressão, tais como: módulos de deformação longitudinal e transversal dos componentes de alvenaria e da argamassa de assentamento; rugosidade superficial e porosidade dos blocos ou tijolos; poder de aderência, retenção de água, elasticidade, resistência e índice de retração da argamassa de assentamento; espessura, regularidade do tipo de junta de assentamento e, finalmente esbeltez da parede produzida.

Em função de diversos trabalhos de pesquisa, pode-se chegar às seguintes conclusões gerais para as alvenarias:

- A resistência da alvenaria é inversamente proporcional ao número de juntas de assentamento

- Componentes assentados com juntas de amarração produzem alvenarias com resistência significativamente superior àquelas com juntas verticais apumadas
- A espessura ideal das juntas de assentamento, horizontais e verticais, situa-se em torno de 10 mm
- Os blocos com furos retangulares (tijolos paulistas) apresentam resistência à compressão significativamente superior àquela verificada para blocos com furos circulares (tijolos baianos)
- Blocos cerâmicos de vedação com resistência à compressão igual ou superior a 2,5 MPa apresentam potencialidade para serem aplicados em alvenarias portantes de casas térreas (blocos com largura de 9 ou 14 cm).

4.3.3 Vãos em paredes de alvenaria

Na execução das paredes são deixados os vãos de portas e janelas. No caso das portas os vãos já são destacados na primeira fiada da alvenaria e das janelas na altura do peitoril determinado no projeto. Para que isso ocorra devemos considerar o tipo de batente a ser utilizado, pois a medida do mesmo deverá ser acrescida ao vão livre da esquadria (Figura 1).

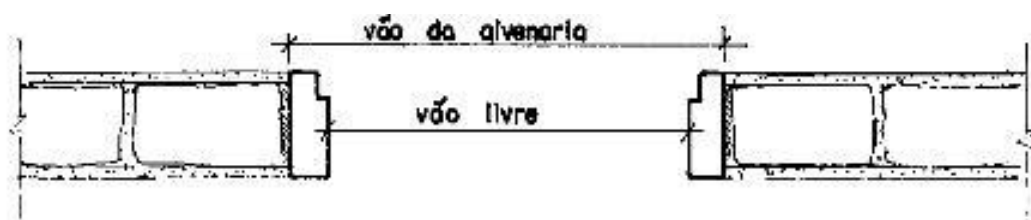
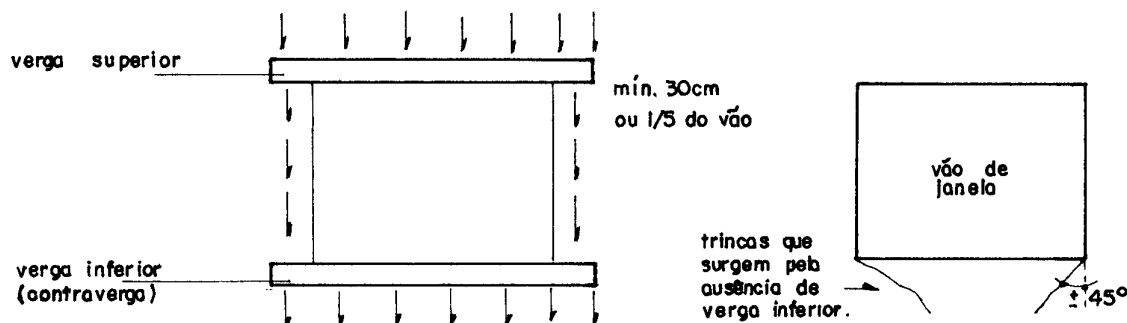


Figura 1 – Vão de alvenaria.

As vergas podem ser pré-moldadas ou moldadas no local, e devem exceder ao vão no mínimo 30 cm ou 1/5 do vão.



The diagrams illustrate four different cross-sections of a masonry wall assembly, showing the relationship between the masonry, insulation, and reinforcement.

- Diagram 1 (Leftmost):** Shows a masonry wall with a thickness of $20 \frac{1}{4}''$. The insulation is applied to the exterior face. The reinforcement is labeled "arg. cito + areia 1:3".
- Diagram 2:** Shows a masonry wall with a thickness of $20 \frac{3}{8}''$. The insulation is applied to the exterior face. The reinforcement is labeled "arg. cito + areia 1:3".
- Diagram 3:** Shows a masonry wall with a thickness of $20 \frac{3}{8}''$. The insulation is applied to the exterior face. The reinforcement is labeled "arg. cito + areia 1:3".
- Diagram 4 (Rightmost):** Shows a masonry wall with a thickness of $30 \frac{3}{8}''$. The insulation is applied to the exterior face. The reinforcement is labeled "arg. cito + areia 1:3".

A argamassa de assentamento utilizada é de cimento, cal e areia no traço 1:2:8.

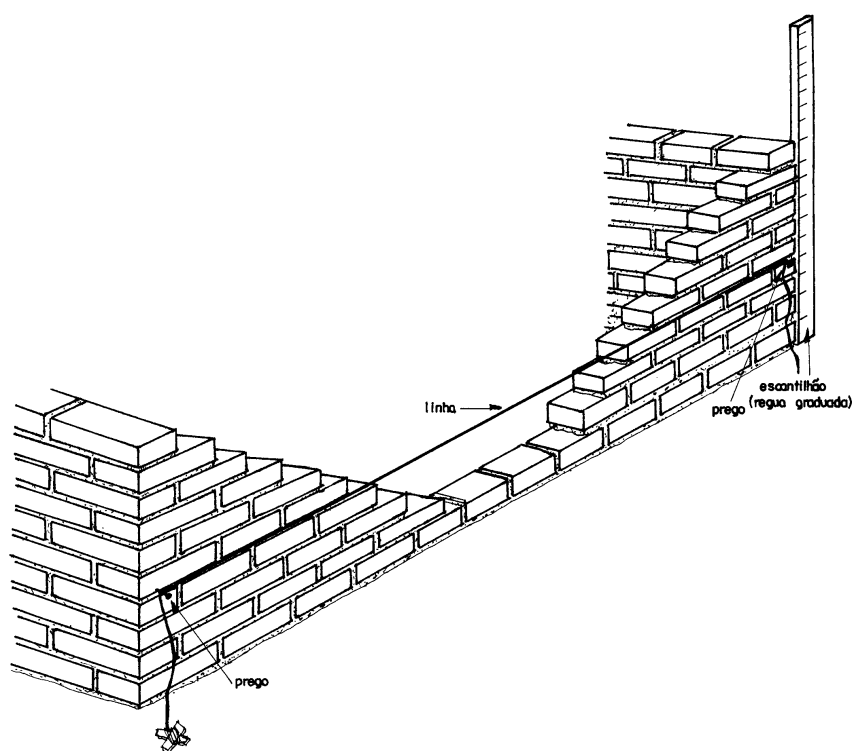


Figura 4 - Detalhe do nivelamento da elevação da alvenaria.

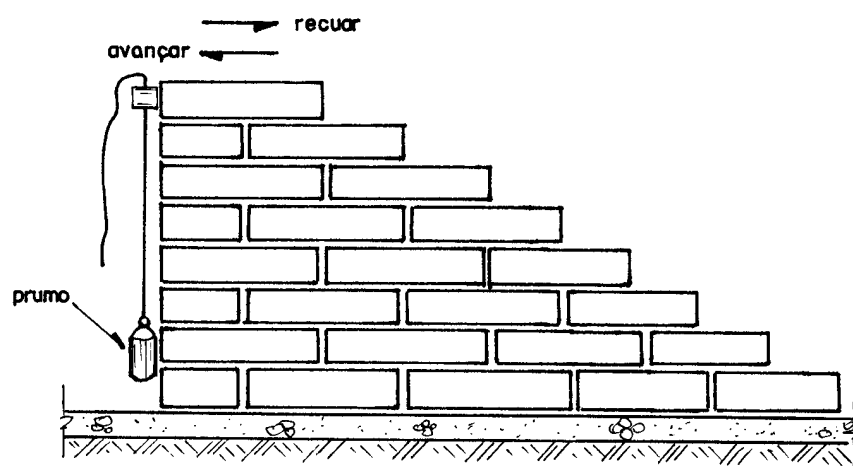


Figura 5 - Detalhe do prumo das alvenarias.

Podemos ver nos desenhos a maneira mais prática de executarmos a elevação da alvenaria, verificando o nível e o prumo (Figuras 6, 7 e 8).

1º – Colocada a linha, a argamassa é disposta sobre a fiada anterior, conforme a Figura 6.

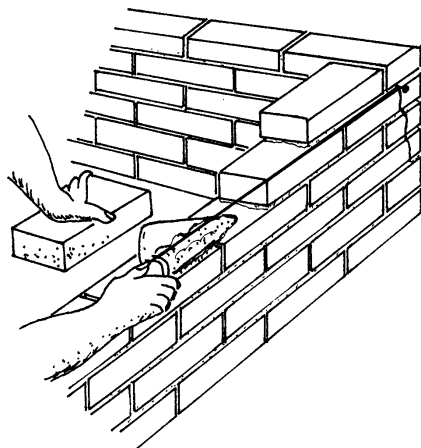


Figura 6 - Colocação da argamassa de assentamento

2º - Sobre a argamassa o tijolo é assentado com a face rente à linha, batendo e acertando com a colher conforme Figura 7.

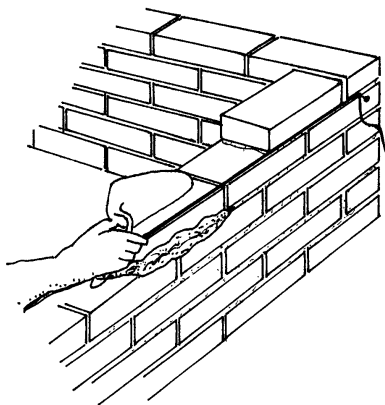


Figura 7- Assentamento do tijolo

3º - A sobra de argamassa é retirada com a colher, conforme Figura 8.

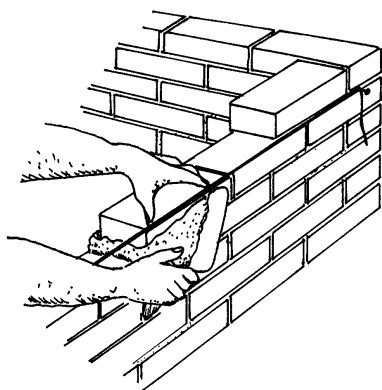


Figura 8 - Retirada do excesso de argamassa

4.3.5 Amarração dos tijolos

Os elementos de alvenaria devem ser assentados com as juntas desencontradas, para garantir uma maior resistência e estabilidade dos painéis.

a - Ajuste comum ou corrente é o sistema que deverá ser utilizado (Figura 10)

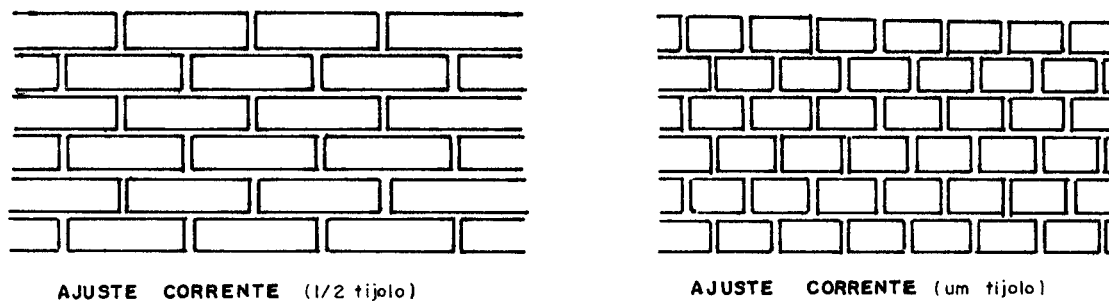


Figura 10 - Ajuste corrente (comum)

4.3.6 Formação dos cantos de paredes

É de grande importância que os cantos sejam executados corretamente, pois como já visto, as paredes iniciam-se pelos cantos. A Figura 11 mostra a execução do canto da parede.

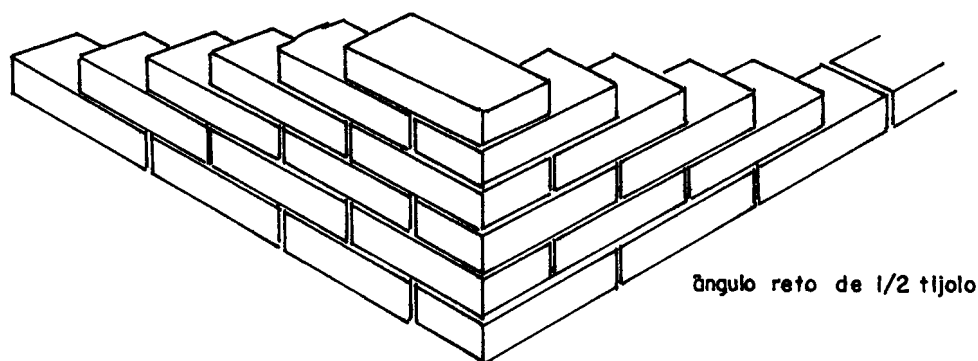


Figura 11 - Canto em parede de meio tijolo no ajuste comum

4.3.7 Empilhamento de tijolos maciços

Para conferir na obra a quantidade de tijolos maciços recebidos, é comum empilhar os tijolos de maneira como mostra a Figura 12. São 15 camadas, contendo cada 16 tijolos, resultando 240. Como coroamento, arrumam-se mais 10 tijolos, perfazendo uma pilha de 250 tijolos. Costuma-se, também, pintar ou borrifar com água de cal as pilhas, após cada descarga do caminhão, para não haver confusão com as pilhas anteriores.

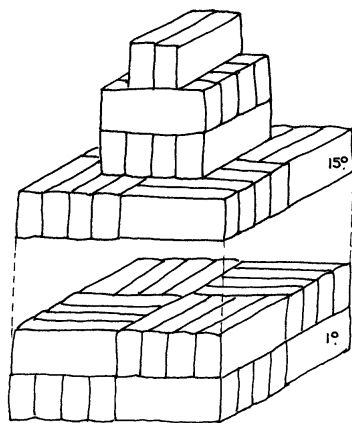


Figura 12 - Empilhamento do tijolo maciço

4.3.8 Cortes em tijolos maciços

O tijolo maciço permite que seja dividido em diversos tamanhos, o que facilita no momento da execução. Podemos dividi-lo pela metade ou em 1/4 e 3/4 de acordo com a necessidade (Figura 13).

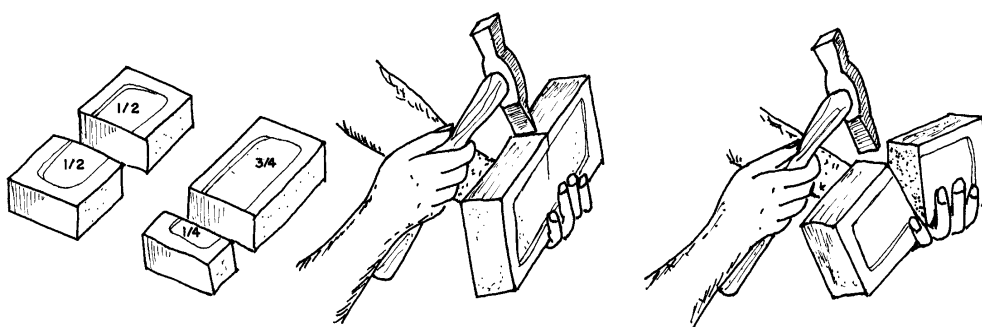


Figura 13 - Corte do tijolo maciço

4.4 Revestimento

Após a instalação das tubulações, a alvenaria da parede da casa deverá ser chapiscada com argamassa de cimento com areia fina traço 1:3 e posteriormente revestida com emboço de cimento, cal e areia traço 1:2:8, com 1,0 cm de espessura.

- **Banheiro, pia e tanque**

No banheiro, sobre a camada de emboço da parede será assentada cerâmica esmaltada

(20x30 cm), linha popular PEI-4 sendo assentada com argamassa colante, com rejuntamento em cimento branco, altura 1,8 m.

No caso da pia e do tanque, deverá ser feito acabamento em cerâmica esmaltada (30x20 cm), linha popular PEI-4, assentada com argamassa colante, com rejuntamento em cimento branco, sobre a pia de cozinha e o tanque de lavar roupas, até a altura de 60 cm ao longo da extensão da peça, mais 60 cm para cada lado. Contar do nível da pia ou do tanque, conforme o caso.

Atenção especial deverá ser dada ao encontro do telhado com a parede, que deverá ser vedado, ou emboçado, com argamassa, interna e externamente, impossibilitando o acesso de morcegos e insetos ao interior da casa.

4.5 Pintura

Todas as paredes deverão ser pintadas com tinta pva látex exterior cor branca, em duas demãos. Na parte externa, a partir do piso até 80 cm de altura, as paredes deverão receber uma camada de chapisco na cor natural, sobre o emboço; acima desta altura as paredes deverão ser pintadas na cor branca. As portas deverão ser pintadas interna e externamente com tinta esmalte sintética, na cor azul noturno, em duas demãos. A pintura deverá ser durável, ter bom acabamento e proporcionar um bom aspecto à obra.

A pintura deverá ser firme e de forma alguma desprender-se da parede quando tocada com as mãos.

A pintura deverá atender aos seguintes requisitos básicos:

a) Proteção da base ou substrato: a pintura deve proteger o substrato contra a umidade, evitando que os agentes agressivos o atinjam, durante a sua vida útil;

b) Proteção do interior da edificação: a pintura não deve permitir o aparecimento de pontos ou manchas de umidade no interior da edificação. A capacidade de repelência de água deve permanecer inalterada ao longo da vida útil da pintura;

c) Resistência aos ataques biológicos: a pintura não deve permitir o crescimento de musgos, fungos, bactérias ou qualquer tipo de microorganismos em sua superfície;

d) Efeito estético: a pintura deve manter a homogeneidade de cor e brilho ao longo da sua vida útil. Não devem ocorrer alterações desiguais na cor e no brilho.

4.6 Forro

Deverá ser executada laje de forro no banheiro, pré-moldada ou maciça, conforme detalhada em projeto, com posterior revestimento em chapisco, reboco e pintura.

4.7 Pavimentação

4.7.1 Interior da casa

Após a instalação dos tubos e conexões para a o escoamento do esgoto, e do apiloamento e nivelamento da superfície de terra com auxílio de um maço de 8 kg e uma régua para sarrafo, deverá ser executado um contra-piso, com espessura de 5,0 cm (cinco centímetros) de concreto, no traço 1:2½:5, fck=15MPa, e também deverá ser socada com maço de 8 kg e sarrafeada. Em seguida deverá ser executado o piso com argamassa de cimento e areia média traço 1:3, com espessura de 1 cm, resultando numa superfície plana com cota de 6,0 cm acima da cota da calçada, com declividade de no mínimo 2% de forma a dirigir as

águas servidas para o ralo, ou para fora da casa, conforme o projeto. O piso interno não deverá apresentar fissuras visíveis, furos, saliências, depressões, ou quaisquer outros defeitos, nem tão pouco apresentar resíduos de pintura (piso queimado cor natural).

4.7.2 Calçada

Deverá ser construída uma calçada em volta da casa, conforme o projeto, de forma que após concluída deverá resultar em uma superfície plana com 5cm (cinco centímetros) de espessura, com juntas de dilatação a cada metro e com cota de no mínimo 15 cm acima do solo. A calçada deverá ter declividade de no mínimo 2%, de forma a afastar as águas pluviais da casa. A calçada deverá ser executada com concreto, no traço 1:2½:5, fck=15MPa, com acabamento em argamassa de cimento e areia média traço 1:3, e não deverá apresentar fissuras visíveis, furos, saliências, depressões, ou quaisquer outros defeitos, nem tão pouco apresentar resíduos de pintura.

O detalhe construtivo de alicerce, sob qualquer parede e calçada respectivamente, deverá ser executado em alvenaria de pedra quartzosa ou equivalente, em junta argamassada, traço, 1:5, de cimento e areia média lavada, conforme especificado no desenho 8/8 - detalhe de alicerces/fundações e calçadas.

4.8 Instalações hidrossanitárias

Serão aplicados tubos e conexões em PVC rígido tipo soldável, normatizados, de boa qualidade.

Os testes das instalações hidrossanitárias deverão ser efetuados pelo Engenheiro Executor e Engenheiro Fiscal da obra.

4.8.1 Instalações hidráulicas

Para a instalação de tubulações embutidas em paredes de alvenaria, os tijolos deverão ser recortados cuidadosamente com talhadeira, conforme marcação prévia dos limites de corte. As tubulações embutidas serão fixadas pelo enchimento do vazio restante nos rasgos com argamassa de cimento e areia traço 1:4.

As instalações hidráulicas deverão ser executadas conforme detalhe isométrico do projeto, respeitando as especificações técnicas e construtivas para o material utilizado, garantindo o perfeito funcionamento, estanqueidade e funcionalidade. As posições e cotas dos pontos de consumo deverão ser as mesmas previstas no projeto e não será tolerado um desvio maior que 2 cm.

Para a execução das juntas soldadas de canalização de PVC rígido dever-se-á:

- Limpar a bolsa da conexão e a ponta do tubo e retirar o brilho das superfícies a serem soldadas com auxílio de lixa apropriada
- Limpar as superfícies lixadas com solução apropriada
- Distribuir adequadamente, em quantidade uniforme, com um pincel ou com a própria bisnaga, o adesivo nas superfícies a serem soldadas
- Encaixar as extremidades e remover o excesso de adesivo.

4.8.2 Instalações Sanitárias

As tubulações aparentes serão sempre fixadas na alvenaria por meio de braçadeiras ou suportes.

As tubulações enterradas serão assentadas de acordo com o alinhamento, elevação e com cobertura tal que não ocorra a sua deformação, quando sujeita às solicitações oriundas do peso da terra de cobertura e do trânsito de pessoas, animais e equipamentos que porventura existam no local. As tubulações enterradas poderão ser assentadas sem embasamento, desde que as condições de resistência e qualidade do terreno o permitam.

Deverão ser executadas conforme detalhado no projeto, respeitando-se as especificações técnicas e construtivas do material utilizado, bem como os dispositivos necessários para o afastamento dos dejetos e águas servidas para a fossa séptica e sumidouro, de forma a proporcionar um bom escoamento.

Para a execução das juntas elásticas de canalizações de PVC rígido, dever-se-á:

Limpar a bolsa do tubo e a ponta do outro tubo das superfícies a serem encaixadas, com auxílio de estopa comum;

- Introduzir o anel de borracha no sulco da bolsa do tubo;
- Aplicar pasta lubrificante adequada na parte visível do anel;
- Introduzir a ponta do tubo até o fundo do anel e depois recuar aproximadamente 1 cm.

As peças sanitárias deverão ser instaladas conforme recomendações dos fabricantes, de modo que fiquem bem acabadas, firmes e funcionando adequadamente.

Os lavatórios serão de louça branca suspenso 29,5x39,0 cm, padrão popular e as caixas de descarga serão de sobrepôr de plástico com capacidade de 9 litros, com tubos de descarga, engates flexíveis e bóia. Eles deverão ser firmemente fixados com parafusos e em esquadro perfeito com a parede.

As bacias sanitárias deverão ser de louça branca, padrão popular e deverão ser fixadas com parafusos, estar firmemente assentados e nivelados com o piso, de forma que a sua remoção só seja possível com a utilização de ferramentas.

Para a firme fixação da caixa de descarga e do lavatório, deverão ser chumbados e amarrados na alvenaria, blocos de madeira de 8 x 8 x 10 cm na alvenaria, com argamassa de cimento e areia lavada traço 1:4. Os blocos de madeira deverão ser localizados de forma que a caixa de descarga e o lavatório possam ser neles firmemente aparafusados.

Os mesmos blocos de madeira deverão ser chumbados no piso para a fixação das bacias sanitárias.

Alternativamente a caixa de descarga, o lavatório e a bacia sanitária poderão ser fixados através de buchas plásticas que se fixarão diretamente na alvenaria; os blocos de madeira seriam então substituídos por blocos cerâmicos grauteados e assentados em posição adequada para a fixação das buchas plásticas.

Serão instalados chuveiros plásticos brancos simples 1/2”.

4.8.2.1 Tanque séptico

Serão construídos em alvenaria de blocos cerâmicos de 10x20x20 cm em 1 vez, emboçada e rebocada, possibilitando a impermeabilização, estanqueidade, segurança e durabilidade da mesma. A Alvenaria das paredes do tanque séptico será assente sobre laje de fundo, executada em concreto (fck=21 MPa) e com espessura mínima de 8 cm.

Deverá ser observado o afastamento mínimo de 1,50m de qualquer parede, obstáculos, árvores ou cerca de divisa de terreno e de acordo com o tamanho do terreno.

Os Tanques Sépticos deverão ser construídos em uma escavação prismática retangular, de acordo com o cálculo do volume obtido pelo número de residentes, sendo que sua capacidade mínima será de 2.100 litros para as casas de um e de dois quartos e de no

mínimo 2.900 litros para as casas de três e de quatro quartos.

Deverá ser observada a diferença de nível de 5 cm (cinco centímetros) entre a entrada e a saída do efluente, possibilitando um escoamento constante. O prolongamento do T de saída do efluente deverá ser de no mínimo 1/3 da lâmina d'água, de forma a direcionar adequadamente o fluxo e garantir o tratamento.

As tampas dos tanques sépticos deverão ser executadas em local próximo, de preferência à sombra, de forma que sua cura garanta rigidez à estrutura, segurança e a vedação do equipamento. Na execução serão utilizados ferragem CA-50, Ø=6.0 mm ou ¼", e concreto (fck=18 MPa, traço 1:2½:4).

Antes de entrar em funcionamento, encher os tanques sépticos com água para verificar seu funcionamento adequado e se não há vazamentos. Os testes de estanqueidade do tanque séptico deverão ser efetuados pelo Engenheiro Executor e Engenheiro Fiscal da obra.

A NBR 7229/93 prevê os seguintes tipos de fossas sépticas:

- a) de câmara única
- b) de câmaras em série
- c) de câmaras sobrepostas.

4.8.2.1.1 Dimensionamento

São dados básicos para o dimensionamento:

- número de pessoas a serem atendidas
- volume de esgoto produzido por pessoa por dia. O volume de esgoto produzido por pessoa por dia é função do nível de consumo de água. No caso de não haver dados locais, a NBR fornece uma tabela com indicações para diversos tipos de prédios
- volume de lodo fresco produzido por pessoa por dia ou taxa de acumulação total de lodo e espuma por pessoa por ano. O volume de lodo fresco produzido por pessoa por dia é função da dieta da população e do material de limpeza anal. Para prédios com ocupação permanente a NBR 7229 assume o valor de 1,0 l/hab./dia e valores menores para prédios de ocupação temporária.

4.8.2.1.2 Dimensionamento de fossas de câmara única

O dimensionamento do tanque séptico deverá atender ao disposto na NBR 7229/93, que também recomenda a **limpeza com intervalo máximo de um ano**.

As seguintes medidas e relações devem ser observadas nas fossas de câmara única:

- Profundidade útil mínima : 1,20 m
- Largura interna mínima : 0,80 m
- Relação comprimento/largura entre 2 e 4
- A largura não deve ultrapassar duas vezes a profundidade
- O diâmetro interno não deve ser superior a duas vezes a profundidade útil.

4.8.2.2 Sumidouro

São previstos dois sumidouros, separados de no mínimo 3 metros, para as casas de três e de quatro quartos e um sumidouro para as casas de um e de dois quartos.

Previamente deverá ser realizado teste de percolação atendendo aos critérios estabelecidos na norma ABNT NBR 7.229/97, para conhecer a capacidade de absorção do terreno, na proporção de um teste para cada 10 (dez) casas. A realização deste teste deverá ser acompanhada por um técnico da FUNASA.

Deverão ser locados com afastamento de 3 vezes o diâmetro, ou no mínimo a 3,00m do tanque séptico, distante a 1,50m de quaisquer obstáculos, tais como paredes, árvores, ou divisa de terreno, e de acordo com o espaço ou tamanho do mesmo.

Os sumidouros deverão ser construídos em uma escavação cilíndrica, na profundidade e diâmetro, observando sempre a capacidade de infiltração do solo daquela região e o número de pessoas residentes naquele domicílio.

As paredes do sumidouro deverão ser executadas em alvenaria de blocos cerâmicos 10 x 20 x 20 com os furos dispostos radialmente, de tal maneira que permita a infiltração do efluente da fossa séptica no terreno sem que haja o desmoronamento das paredes do sumidouro.

No caso de terrenos onde o lençol freático estiver a uma profundidade menor que 1,50 m abaixo da cota de fundo do sumidouro, deverão ser adotadas variações deste, seja em profundidade, diâmetros e/ou outras soluções para infiltração de efluentes líquidos, previstas na Norma 7229/97 da ABNT, **cabendo ao técnico da FUNASA a aprovação da solução adotada.**

O dimensionamento do sumidouro deverá observar a NBR 13.969/97.

$$Su = \pi \times D (h + D/4) \geq (C \times N) / (1000 \times Ta)$$

onde : *Su* = superfície útil em m²

D = diâmetro externo = 1,50 m

h = profundidade abaixo da geratriz inferior da canalização de entrada = 2,75 m

$\pi = 3,14$

Ta = taxa máxima de aplicação diária = 0,065 , NBR 13969/97, pág. 25

$$Su = 3,14 \times 1,50 \times [2,75 + (1,50/4)] \geq (100 \times 5) / (1000 \times 0,037)$$

$$Su = 14,72 \geq 13,51$$

Foi adotada a taxa máxima de aplicação (coeficiente de infiltração) de 0,065 m³/m².dia, o que corresponde a um tempo de percolação (infiltração) de 4.4 min./cm, no teste padrão ABNT. Conforme for a taxa de percolação medida no local, as dimensões do sumidouro deverão ser alteradas.

4.8.3 Pia de cozinha

As pias serão em mármore sintético, granilite ou granitina, assentadas sobre parede de alvenarias de tijolos de barro comum maciço até uma altura de 0,80 a 0,90m, com argamassa de cimento, areia e cal, proporcionando rigidez e estabilidade ao conjunto.

O material da pia de cozinha não poderá liberar substâncias tóxicas; não deverá ser áspero ou poroso; não deverá favorecer o acúmulo de gordura, e nem favorecer a proliferação de musgos, fungos, ou qualquer tipo de microorganismo, quando em contato com a água ou qualquer detergente ou produto de limpeza comercial, a base de cloro ou amoníaco; deverá ser resistente à abrasão ou qualquer outra solicitação advinda do processo de utilização, instalação

ou de limpeza.

A pia de cozinha deverá ser resistente, de forma que possa ser instalada sem que se deforme ou deteriore, suportando ainda a queda de painéis sem que se quebre.

As pias de cozinha deverão possuir instalações hidráulicas e sanitárias necessárias ao seu bom funcionamento e conforto do usuário, devendo ser devidamente instaladas a caixa de gordura, válvula da pia, torneira e demais tubos e conexões conforme previsto no projeto.

4.8.4 Tanque de lavar roupas

Os tanques serão de mármore sintético, com uma bacia e um batedouro separados, assentados sobre paredes de alvenaria de blocos cerâmicos 10x20x20, até uma altura de 0,80 a 0,90m, com argamassa de cimento e areia, proporcionando rigidez e estabilidade ao conjunto.

O material do tanque não deverá liberar substâncias tóxicas; não deverá ser poroso, e nem favorecer a proliferação de musgos, fungos, ou qualquer tipo de microorganismo, quando em contato com a água, qualquer detergente ou produto de limpeza comercial; deverá ser resistente à abrasão ou qualquer outra solicitação advinda do processo de utilização, instalação ou de limpeza.

O tanque deverá ser resistente para que possa ser instalado sem que se deforme ou deteriore.

Os tanques de lavar roupas deverão possuir instalações hidráulicas e sanitárias necessárias ao seu bom funcionamento e conforto do usuário. Deverão ser devidamente instaladas a caixa sifonada, as válvulas do tanque e do batedor de roupas, demais tubos e conexões conforme previsto no projeto.

4.8.5 Caixa de passagem

Deve ser construída de forma a convergir e facilitar o perfeito escoamento dos dejetos e das águas servidas, para a fossa séptica.

As caixas devem ser construídas conforme o projeto de forma que seu interior seja preenchido com argamassa de cimento alisado, formando um canal, de modo que nunca acumule dejetos ou águas servidas em seu interior.

4.8.6 Metais e Acessórios

- As torneiras serão de metal amarelo, de 1/2" ou 3/4", curta para lavatórios e tanques e longa para pias de cozinha.
- Válvulas, sifão e engates flexíveis serão em PVC branco.
- Registros de gaveta e pressão serão brutos, sem acabamento.

4.9 Cobertura

Deverão ser empregadas telhas de barro tipo plan de boa qualidade, ou seja, deverão apresentar resistência mecânica, estabilidade dimensional e durabilidade compatíveis com o disposto nas normas brasileiras e não apresentar absorção de água. As telhas deverão ser instaladas em duas águas, com uma declividade mínima de 22%. Se utilizada outro tipo de telha, a inclinação deverá obedecer à recomendação do fabricante.

O beiral deve ser de no mínimo 45 cm (mínimo de uma telha e meia, livre após a parede) A última carreira das telhas de cada água deverá encontrar-se, no ponto mais alto do telhado, aonde deverá ser ancorada com argamassa, e arrematada com a cumeeira, conforme o disposto no projeto. Na cobertura de telha plan não será admitido o encontro de duas capas

dentro de uma mesma bica, obedecendo assim a uma distância mínima de 3 (três) centímetros entre as capas.

O telhado deverá ser alinhado e nivelado sem apresentar nenhuma ondulação, tortuosidade ou desalinhamento em sua extensão. O emboçamento será executado em argamassa mista de cimento, cal hidratada e área média ou fina sem peneirar, no traço 1:2:9, ao longo da cumeeira e das quatro extremidades inclinadas do telhado.

A estrutura do telhado será feita em madeira de primeira qualidade (ou equivalente), com peso específico superior a 650 kg/m³, serrada, (tipo vigota de 0,06 x 0,12 x 3,5m) com espaçamento entre vigotas de 1,00 a 1,10 m e balanço de beiral inferior a 0,50 m, sem execução de tesouras, apoiada em uma cinta de tijolo maciço de ½ vez com 3 (três) fiadas intercaladas por 2 (duas) camadas com 2 (duas) barras de ferro de diâmetro de 6 mm, ou em superfícies capaz de resistir toda a distribuição longitudinal das cargas nas paredes (nunca apoiado sobre tijolo furado). Sobre as vigotas serão apoiados os ripões de 0,03 x 0,04 m x corridos, no espaçamento do apoio das telhas, em duas águas.

4.10 Esquadrias de ferro

4.10.1 Materiais

Todos os materiais utilizados nas esquadrias de ferro deverão respeitar as indicações e detalhes do projeto, isentos de falhas de laminação e defeitos de fabricação. Os perfis, barras e chapas de ferro utilizadas na fabricação das esquadrias serão isentos de empenamentos, defeitos de superfície e diferenças de espessura. As dimensões deverão atender às exigências de resistência pertinentes ao uso, bem como aos requisitos estéticos indicados no projeto.

A associação entre os perfis, bem como com outros elementos da edificação, deverá garantir uma perfeita estanqueidade às esquadrias e vãos a que forem aplicadas. Sempre que possível, a junção dos elementos das esquadrias será realizada por solda, evitando-se rebites e parafusos. Todas as juntas aparentes serão esmerilhadas e aparelhadas com lixas de grana fina. Se a sua utilização for estritamente necessária, a disposição dos rebites ou parafusos deverá torná-los tão invisíveis quanto possível.

As seções dos perfilados das esquadrias serão projetadas e executadas de forma que, após a colocação, sejam os contra marcos integralmente recobertos. Os cortes, furações e ajustes das esquadrias serão realizados com a máxima precisão. Os furos para rebites ou parafusos com porcas deverão liberar folgas suficientes para o ajuste das peças de junção, a fim de não serem introduzidos esforços não previstos no projeto. Estes furos serão escareados e as asperezas limadas ou esmerilhadas. Se executados no canteiro de serviço, serão realizados com brocas ou furadeiras mecânicas, vedado a utilização de furador manual (punção).

Os perfilados deverão guardar perfeito esquadro. Todos os ângulos ou linhas de emenda serão esmerilhados ou limados, de modo a serem removidas as saliências e asperezas da solda. As superfícies das chapas ou dos perfis de ferro destinados às esquadrias deverão ser submetidas a um tratamento preliminar antioxidante adequado.

O projeto das esquadrias deverá prever a absorção de flechas decorrentes de eventuais movimentos da estrutura, a fim de assegurar a não deformação e o perfeito funcionamento das partes móveis das esquadrias. Todas as partes móveis serão providas de pingadeiras ou dispositivos que garantam a perfeita estanqueidade do conjunto, impedindo a penetração de águas pluviais.

O transporte, armazenamento e manuseio das esquadrias serão realizados de modo a evitar choques e atritos com corpos ásperos ou contato com metais pesados, como o aço, zinco e cobre, ou substâncias ácidas ou alcalinas.

Material e tipo de esquadrias especificadas na planilha orçamentária.

4.10.2 Processo Executivo

A instalação das esquadrias deverá obedecer ao alinhamento, prumo e nivelamento indicados no projeto. Na colocação, não serão forçadas a se acomodarem em vãos fora de esquadro ou dimensões diferentes das indicadas no projeto. As esquadrias serão instaladas através de contra marcos rigidamente fixados na alvenaria, concreto ou elemento metálico, por processo adequado a cada caso particular, como grapas, buchas e pinos, de modo a assegurar a rigidez e estabilidade do conjunto. As armações não deverão ser torcidas quando aparafusadas aos chumbadores ou marcos.

Para combater a particular vulnerabilidade das esquadrias nas juntas entre os quadros ou marcos e a alvenaria ou concreto, desde que a abertura do vão não seja superior a 5 mm, deverá ser utilizado um calafetador de composição adequada, que lhe assegure plasticidade permanente. Após a execução, as esquadrias serão cuidadosamente limpas, removendo-se manchas e quaisquer resíduos de tintas, argamassas e gorduras.

4.11 Caixa d'água

A caixa d'água poderá ser de polietileno, fibra de vidro, PVC ou material similar, desde que não tenha amianto na sua composição, devendo ser instalada em superfície lisa, sem qualquer ondulação ou quinas, obedecendo à orientação do fabricante. A caixa d'água deverá ser resistente aos efeitos das intempéries do tempo, sem que se deforme ou deteriore, uma vez que será instalada na área externa da casa.

O material da caixa d'água não deverá liberar substâncias tóxicas, e nem favorecer a proliferação de musgos, fungos, ou qualquer tipo de microorganismo, quando em contato com a água, ou qualquer produto de limpeza comercial, a base de cloro ou amoníaco, deverá ser resistente à abrasão ou qualquer outra solicitação advinda do processo de instalação ou de limpeza da caixa, deverá poder ser furada para a instalação das canalizações, sem apresentar fissuras ou rachaduras.

A caixa d'água deverá ser instalada com tampa, de forma a ficar centralizada, bem amarrada na cruzeta, e ter volume conforme indicado no projeto, sem trincas, rachaduras ou qualquer sinal de vazamento de água, e não deverá apresentar qualquer vestígio de pintura, ou de qualquer outro material de construção.

Neste projeto é prevista a utilização de caixas d'água de 500 litros para todas as casas.

4.12 Instalações Elétricas

Será permitida a execução de instalação elétrica, quando da reconstrução das casas que já eram dotadas de tais instalações. Deverão ser instalados o quadro de distribuição com o respectivo aterramento, os eletrodutos e as caixas de passagem, tomadas, bocais para as lâmpadas, interruptores e fiação, conforme projeto e orçamento. É vedada a utilização dos recursos provenientes do convênio ou da contrapartida para a aquisição ou instalação de quaisquer outros equipamentos ou materiais elétricos que não estejam previstos no projeto e na planilha orçamentária.

A instalação elétrica da edificação e de iluminação das áreas externas será executada com materiais normatizados, com mão de obra especializada, obedecendo aos padrões da boa técnica.

- Eletrodutos: serão do tipo PVC flexível corrugado.
- Fios e cabos: serão de condutor de cobre e isolamento antichama, nas dimensões

especificadas em projeto.

- Tomadas e interruptores: serão do tipo embutido na parede, adequados para amperagem mínima de 10 A, 250 V.
- Quadros de Luz: será em PVC, conforme exigência da ABNT, com disjuntores instalados conforme projeto.

Os testes das instalações elétricas deverão ser efetuados pelo Engenheiro Executor e Engenheiro Fiscal da obra.

5. Limpeza

A obra deverá ser entregue sem nenhum vestígio de sobras de materiais de construção, e nem com resíduos de pintura. As cavas que porventura forem executadas deverão ser completamente fechadas.

6. Recebimento

O recebimento da obra dar-se-á após a fiscalização da conveniente, que emitirá um laudo de recebimento da obra, atestando a sua integridade, após a qual será realizada uma fiscalização por parte da FUNASA, que emitirá um parecer a respeito da obra, dos objetivos e do destino dos recursos oriundos do convênio.

7. Considerações finais

As melhorias deverão ser entregues completamente instaladas e em pleno funcionamento, dentro do prazo que foi determinado pela execução do serviço.

A lista de todos os materiais necessários e de suas respectivas quantidades deverá constar do projeto ou anexo à planilha orçamentária. Todos os materiais empregados deverão ser de boa qualidade, e todos os serviços executados em completa obediência aos princípios de boa técnica, devendo ainda satisfazer rigorosamente às recomendações desta especificação e todas as normas brasileiras pertinentes ao assunto.

Caso, por qualquer motivo, seja necessária qualquer alteração, de ordem qualitativa, quantitativa ou orçamentária, no projeto aprovado ou em parte dele, a conveniada deverá submeter à aprovação do corpo técnico da FUNASA um novo projeto, com as devidas justificativas, novas especificações e planilha orçamentária, quando for o caso, serão submetidas à aprovação do corpo técnico da FUNASA antes de qualquer intervenção, alteração ou contratação.

Qualquer alteração que venha a ser feita no projeto ou na sua execução sem a anuência e aquiescência da FUNASA, será considerada de responsabilidade exclusiva da conveniada, estando esta inclusive sujeita à impugnação, total ou parcial, das despesas.

**ANEXO C – PLANILHA TOTAL DE CUSTOS DA UNIDADE HABITACIONAL
PARA MHCDCh**

MELHORIA HABITACIONAL PARA O CONTROLE DA DOENÇA DE CHAGAS						
Planilha Total de Custos das Unidades Habitacionais para Controle de Doença de Chagas		Área:	44,98	m²	Quantidade de Casas	0,00
		ESTADO DE XXXXX				
		PREFEITURA MUNICIPAL DE XXXXX				
ADM.:		Mês de referência		LDI (%)		
ITENS	Código SINAPI	DESCRIÇÃO	UNID	QUANT	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1		SERVIÇOS PRELIMINARES/INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS				0,00
1.1	73672	Limpeza do terreno	m²	57,95		0,00
1.2	74077/003	Locação simples em estaca(sarrafo-60 x 2,5 x 5cm), com gabarito, com reaproveitamento	m²	44,98		0,00
2		MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO				0,00
2.1	72840	Transporte terrestre	t x km	1221,30		0,00
2.2		Despesas de viagens		0,02		0,00
3		ADMINISTRAÇÃO LOCAL				0,00
3.1	2707	Engenheiro responsável	h	5,47		0,00
3.2	4083	Encarregado	h	10,93		0,00
3.3		Transporte de pessoal de obra		2,00		0,00
3.4		Alimentação (2 refeição para 2 pessoas para 25 dias)	unid	100,00		0,00
3.5		Café da manhã (2 refeição para 2 pessoas para 25 dias)	unid	50,00		0,00
3.6	12892	Luva tipo raspa	par	1,00		0,00
3.7	P.M.	Luva de PVC	par	0,20		0,00
3.8	12893	Bota de couro, solado de borracha, vulcanizada	par	2,00		0,00
3.9	12895	Capacete	unid	0,01		0,00
3.10	12894	Capa de chuva	unid	0,02		0,00
3.11	P.M.	Óculos de Segurança	unid	0,04		0,00
3.12		Alojamento de pessoal (10 m²)	unid	0,14		0,00
4		MOVIMENTO DE TERRA				0,00
4.01	73965/004	Escavação manual de valas(baldrames)	m³	6,19		0,00
4.02	53527	Reaterro manual apiloado	m³	5,86		0,00
5		FUNDAÇÃO				0,00
5.01	74078/001	Agulhamento de base, em pedra	m²	13,76		0,00
5.02	74053/003	Alvenaria em pedra, 30x40cm-corrída sob parede, junta seca	m³	5,51		0,00
5.03	73907/006	Camada regularizadora em concreto simples, 30 x 7cm corrída	m²	9,18		0,00
5.04		Alvenaria para baldrame em tijolo maciço comum (e=20cm) assentes com argamassa de cimento e areia (1:7), sem revestimento. (h=15 cm)	m²	6,88		0,00
6		ESTRUTURA				0,00
6.01	74202/001	Laje pré-fabricada para forro do banheiro e = 8cm	m²	3,08		0,00
6.02	74200/001	Vergas pre-moldadas 10x10 cm, concreto fck=20,0 Mpa(portas e janelas)	m	26,20		0,00
6.03	79335/001	Cinta de amarração em alvenaria um vez, em tijolo cerâmico maciço - 10x20x05cm,c/duas camada c/2ø¼"cada-corrídos(baldrame e respaldo)	m²	6,88		0,00
6.04	74254/002	Armadura de aço CA-50 (6,4 mm - 1/4"), para baldrame (fornecimento/ corte/ colocação	kg	45,88		0,00
7		PAREDES E PAINEIS (alvenaria de elevação)				0,00
7.01	73982/001	Alvenaria em tijolos cerâmico furado, meia vez (½ vez), assentados com argamassa 1:2:8 , juntas de 12mm	m²	114,13		0,00
8		COBERTURA				0,00
8.01	72077	Estrutura para telhado em madeira de 1ª qualidade	m²	59,39		0,00
8.02	73938/002	Telhado cerâmico, tipo plan,	m²	59,39		0,00
8.03	6058	Cumeeira	m	8,46		0,00
8.04	73938/007	Embocamento, cumeeira e laterais	m	30,62		0,00

9		INSTALAÇÕES ELÉTRICAS				0,00
9.01	74131/001	Quadro de distribuição geral para 3 elementos c/Tampa	unid	1,00		0,00
9.02	83440	Caixa de passagem 4 x 2 cm, completa	unid	20,00		0,00
9.03	72934	Eletroduto de pvc corrugado 3/4"	m	31,62		0,00
9.04	73860/008	Cabinho anti- chama(fio) Ø= 2,5mm²	m	123,24		0,00
9.05	73860/009	Cabinho anti- chama(fio) Ø= 4,0mm²	m	12,00		0,00
9.06	74130/001	Disjuntor monopolar termomagnetico-15 A	unid.	2,00		0,00
9.07	74130/001	Disjuntor monopolar termomagnetico-25 A	unid.	1,00		0,00
9.08	72331	Interruptor simples/tomada, completo	unid.	3,00		0,00
9.09	75228	Tomada simples, completo	unid.	6,00		0,00
9.10	72339	Tomada p/ chuveiro, completo	unid.	1,00		0,00
9.11	72334	Interruptor paralelo/Tomada simples	unid.	3,00		0,00
9.12	72335	Placa/espelho(tomadas e interruptores)	unid.	13,00		0,00
9.13	72273	Lâmpadas incandescentes 60W (bocal/ lâmpada)	unid.	6,00		0,00
9.14		Isolador roldana médio em PVC	unid.	30,00		0,00
10.01		INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS				0,00
0.01.0.	73959/002	Ponto de água fria embutido, para chuveiro, caixa de descarga, lavatorio, pia de cozinha e tanque de lavar roupa, com material PVC rígido soldável, inclusive conexões	unid	5,00		0,00
0.01.0.	P.M	Suporte para reservatório - metalico de ferro redondo de 1/2" , h= 5,00m,instalado(inclusive fundação), de acordo com projeto.	unid	1,00		0,00
0.01.0.	P.M	Aquisição e instalação de caixa d'água de polietileno ou equivalente, com tampa, capacidade 500 litros, com adaptadores, com flange 20mmx1/2" e 25mmx3/4", torneira de bóia real 1/2 com balão plástico	unid	1,00		0,00
0.01.0.	74176/001	Registro de gaveta ¾" com acabamento	unid	1,00		0,00
0.01.0.	74185/001	Registro gaveta ¾ bruto	unid	1,00		0,00
0.01.1.	73975/001	Registro de pressão ¾" para chuveiro com acabamento	unid	1,00		0,00
10.02		INSTALAÇÕES SANITÁRIAS				0,00
0.02.0.	73958/001	Ponto de esgoto para vaso sanitário, caixa sifonada, pia, lavatorio e tanque, inclusive conexões.	unid	1,00		0,00
0.02.0.	6024	Caixa de descarga completa de plastico, instalado	unid.	1,00		0,00
0.02.0.	74225/001	Caixa de gordura, com tampa, PVC 250x230x 75 mm	unid	1,00		0,00
0.02.0.	40777	Caixa sifonada 150x150x50 mm	unid	1,00		0,00
0.02.0.	74104/001	Caixa de inspeção em alvenaria de tijolo maciço 60X60X60 cm, revestida internamente com barra lisa (cimento e areia - traço: 1:4) com tampa pré-moldada de concreto e fundo de concreto 15 Mpa tipo C - Escavação e confecção	unid.	3,00		0,00
10.03		SUMIDOURO				0,00
0.03.0.	P.M.	Sumidouro em alvenaria de tijolos cerâmicos de 1 vez a crivo, diâmetro de 1,50 m, altura de 3,50 m, com tampa em concreto armada diâmetro de 1,60 m e espessura de 10 cm.	unid.	1,00		0,00
10.04		TANQUE SÉPTICO				0,00
0.04.0.	P,M.	Fossa séptica em alvenaria de tijolos cerâmicos, dimensões externas 2,41X1,41X164 m, revestida internamente co barra lisa,e tampa em concreto armado com espessura de 10 cm.	unid.	1,00		0,00
0.04.0.	73907/008	Laje de fundo da fossa executada em concreto (fck=21 MPa) e com espessura mínima de 8 cm	m²	3,40		0,00
11		INSTALAÇÕES METAIS e ACESSÓRIOS				0,00
11.1	6021	Vaso sanitário, sifonado, louça branca, padrão popular com conjunto para fixação - fornecimento e instalação	unid.	1,00		0,00
11.2	74230/001	Assento para vaso sanitário, de plástico, padrão popular - fornecimento e instalação)	unid.	1,00		0,00
11.3	9535	Chuveiro elétrico popular , c/ braço de aluminio, instalado	und.	1,00		0,00
11.4	6009	Lavatório de louça sem coluna, inclusive torneira metálica cromada simples, sifão e valvula de plastico, instalados	unid.	1,00		0,00
11.5	6043	Pia de cozinha em granitina de 1,20m inclusive torneira metálica cromada simples, sifão e valvula de plastico, instalados	unid	1,00		0,00
11.6	6049	Tanque de lavar roupa pré-moldado- duas cubas mais batedor , inclusive torneira metálica amarela simples, sifão e valvula de plastico, instalados	unid	1,00		0,00

ANEXO D – MANUAL PRÁTICO - TIJOLO ECOLÓGICO MODULAR | ECO PRODUÇÃO

LIMITAÇÕES DE USO

O conteúdo da cartilha destina-se ao uso pessoal e não-comercial para os clientes da Eco Produção, garantido-lhes acesso limitado para impedir modificações, cópias, transmissões, reproduções ou duplicações derivadas do mesmo.

VIOLAÇÃO DE DIREITOS AUTORAIS

Todas as informações e dados fornecidos através da utilização deste conteúdo são protegidos pelas leis de direitos autorais do Brasil. Você não pode modificar, divulgar, vender, comercializar o conteúdo desta cartilha. É proibida a reprodução parcial ou integral destas informações, não é permitida a engenharia reversa, descompilação ou desmontagem da mesma.

Todos os direitos reservados deste conteúdo esta a:
Eco Produção - Tijolos Ecológicos.
CNPJ: 10.358.134/001-32



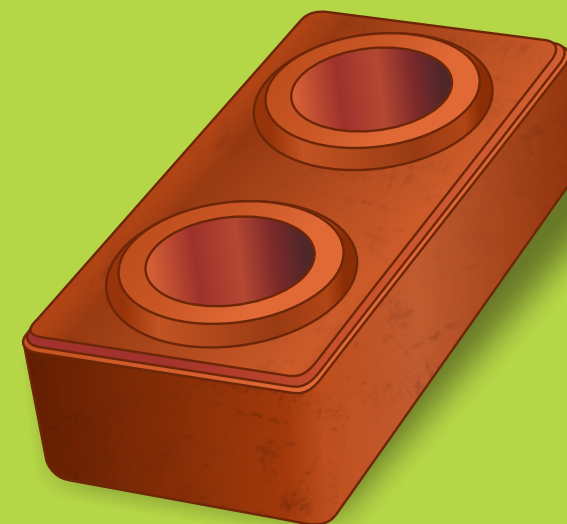
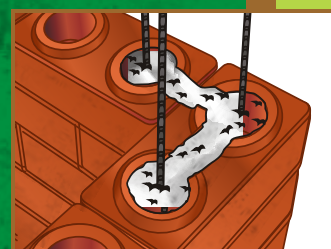
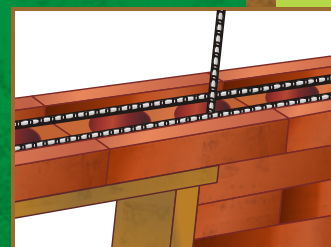
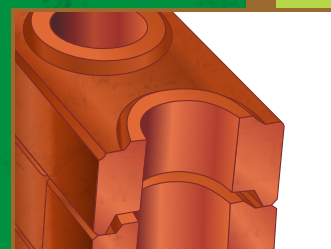
R. Prof. João Mazzaroto 775,
Capão Raso, Curitiba-Pr.
Telefone: (41) 8893-7004
e-mail: comercial@ecoproducao.com.br
www.ecoproducao.com.br

TIJOLO

ECOLÓGICO | MODULAR

MANUAL PRÁTICO

Vantagens técnicas, benefícios financeiros, composição e aplicação na construção.

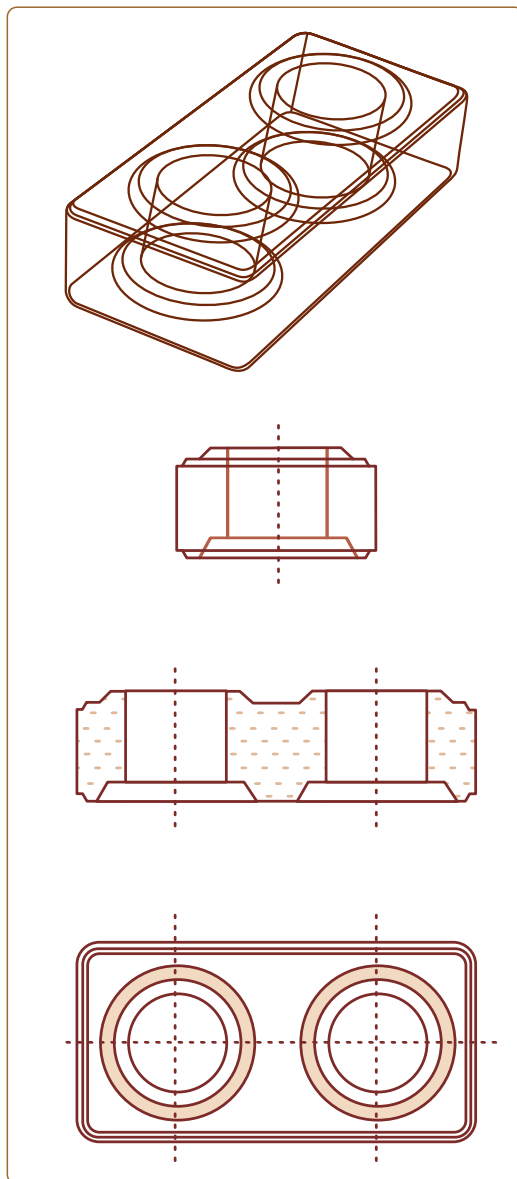


Após 25 anos de muita pesquisa, estudos e testes o tijolo ecológico provou ser muito mais resistente, seguro e prático do que o tijolo comum.

Todo esse trabalho refletiu na qualidade do tijolo modular que esta presente em vários seguimentos da construção civil – o que eleva a qualidade da estrutura e acabamento, reduzindo o custo da mão de obra pela metade.

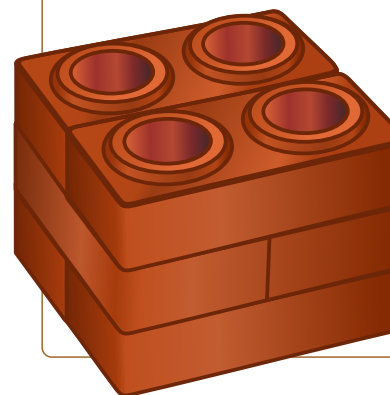
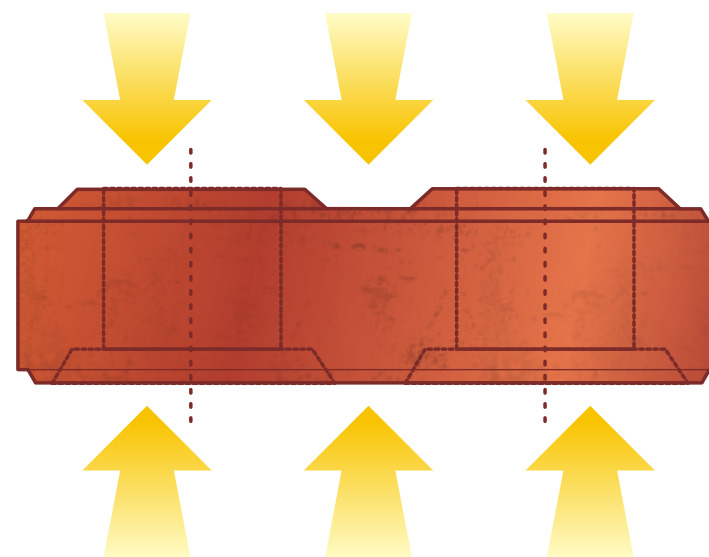
A **ECO PRODUÇÃO** dispõe de equipamentos altamente modernos que garantem a qualidade através da tecnologia utilizada para produção do tijolo modular.

O nosso **tijolo ecológico** é um módulo com texturas e medidas regulares que proporcionam um acabamento bem definido, por isso as correções comuns no assentamento são mínimas reduzindo o tempo da obra.



A altíssima qualidade faz o tijolo modular relativamente mais leve que os tijolos comuns, considerando a quantidade de material adquirido no levantamento e acabamento da obra.

E tem mais, o **tijolo modular ou ecológico**, pode atingir uma **resistência superior** à exigida pelas normas técnicas o que garante uma **durabilidade muito maior à sua obra**.



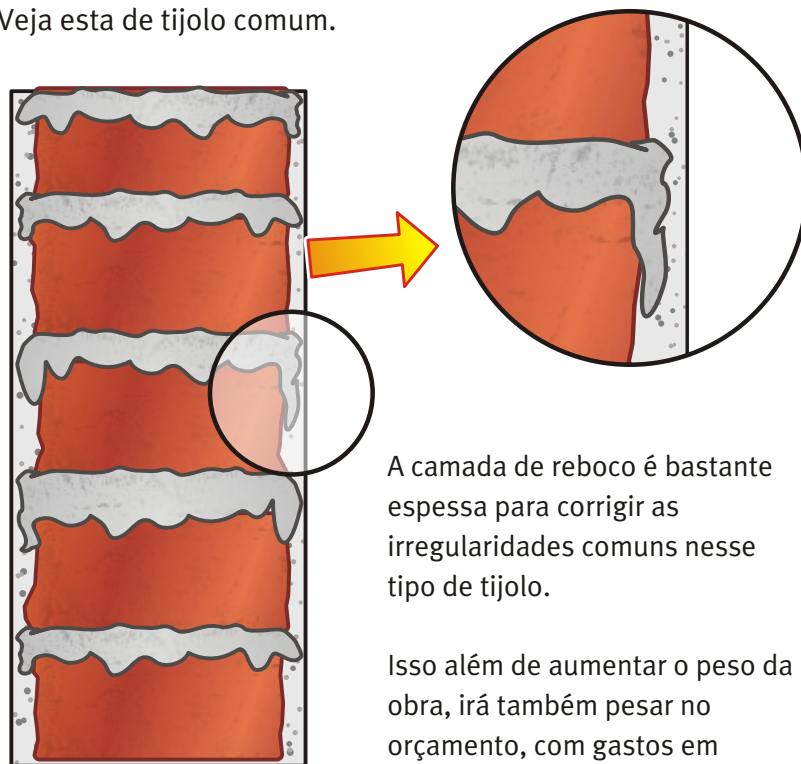
Durante a produção o **tijolo ecológico** é tratado com água o que **aumenta ainda mais sua resistência** quando exposto à umidade.

Tijolos comuns podem enfraquecer se não forem protegidos da umidade.

Devido à qualidade, beleza e acabamento, os tijolos modulares podem ficar à vista e suas superfícies protegidas por uma camada de resina acrílica, resultando em um visual moderno e caprichado.

Compare o revestimento de duas paredes diferentes.

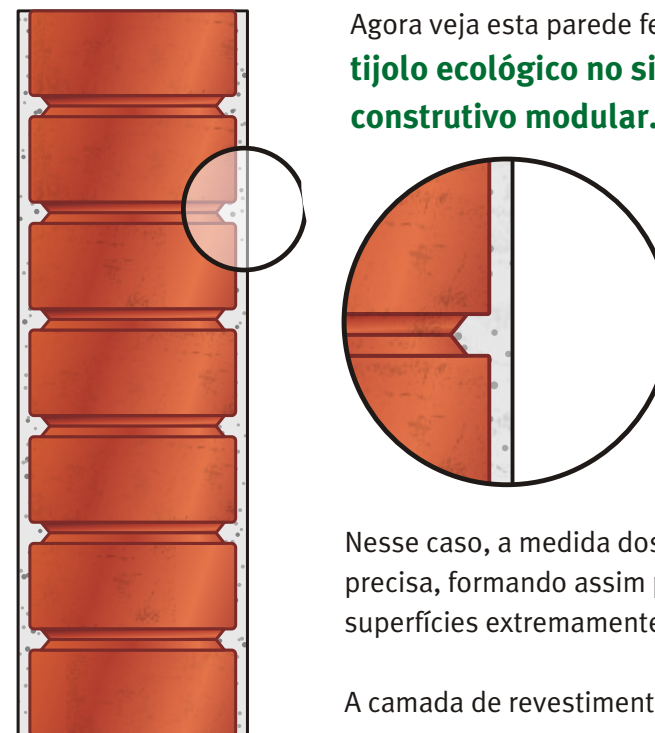
Veja esta de tijolo comum.



A camada de reboco é bastante espessa para corrigir as irregularidades comuns nesse tipo de tijolo.

Isso além de aumentar o peso da obra, irá também pesar no orçamento, com gastos em tempo, material e mão de obra.

Agora veja esta parede feita com **tijolo ecológico no sistema construtivo modular.**

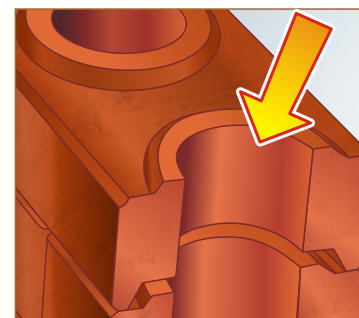


Nesse caso, a medida dos módulos é precisa, formando assim paredes com superfícies extremamente paralelas.

A camada de revestimento é finíssima.

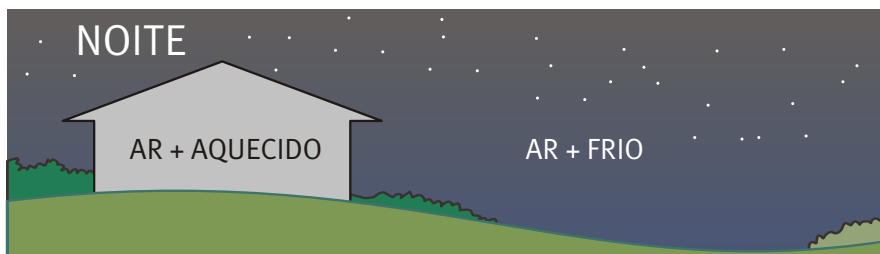
Estas são algumas das vantagens onde você obterá até 50% de redução no custo da obra.

Algumas informações técnicas são necessárias para que se entenda perfeito uso do tijolo modular como, por exemplo, o porquê dos furos.



Os furos nos tijolos modulares formam câmaras termo-acústicas quem controlam a temperatura no interior da construção e ajudam a isolar ruídos.

Veja os exemplos



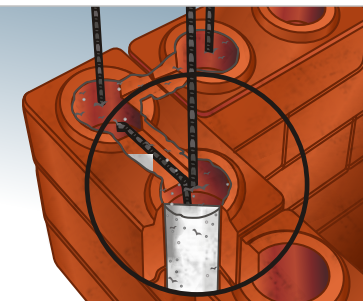
As câmaras acústicas protegem o ambiente da poluição sonora constante no dia a dia.

Usando o tijolo modular você não precisa utilizar do método antigo para instalação da rede elétrica. Que normalmente é a quebra de paredes. Certamente essa técnica arcaica acaba comprometendo a estrutura das paredes.

Além das câmaras termo-acústicas, os furos nos tijolos formam condutores para a rede hidráulica e elétrica, evitando a quebra de paredes.

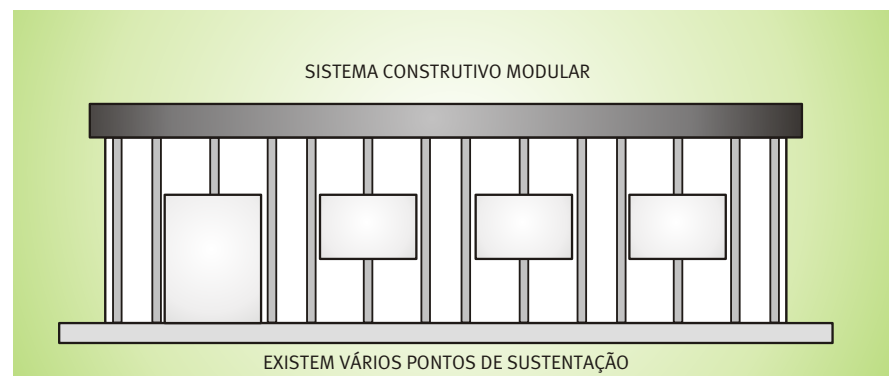
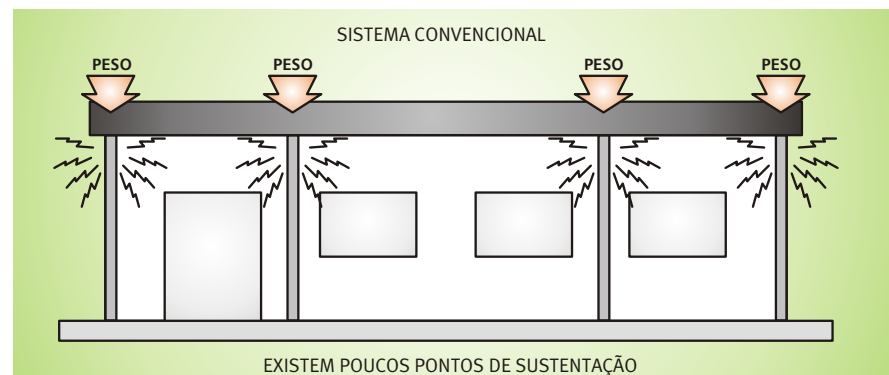


Outra **vantagem** dos furos dos módulos é o embutimento rápido e fácil das colunas de sustentação.



No embutimento das colunas de sustentação, contamos com a economia na mão de obra de carpintaria e dispensamos o uso excessivo de madeira.

E ainda, podemos contar com a vantagem na distribuição das colunas ao longo da construção, evitando a concentração de peso em poucos pontos da estrutura, veja exemplo:



O processo de fabricação do tijolo modular fez surgir a olaria ecológica que não provoca devastamento e não lança resíduos de queima no ar, como ocorre nas olarias tradicionais.

Para a fabricação do tijolo modular a olaria ecológica utiliza três elementos básicos, tudo isso dentro de um sistema técnico padronizado.



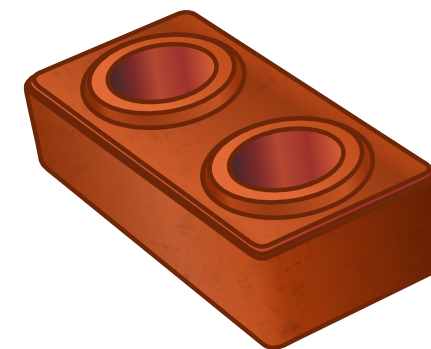
Após esse processo a mistura solo-cimento é compactada em até 6 toneladas de pressão.

Após uma técnica eficaz de cura e secagem o tijolo ecológico modular está pronto.



O tijolo modular
é encontrado na
seguinte dimensão:

12,5 x 25 x 6,25 cm



O tijolo ecológico e o sistema construtivo modular acalçaram tanto respeito e qualidade que foram aprovados e adotados pelo CENTRO DA CONSTRUÇÃO CIVIL DE SÃO PAULO, visando a modernização e renovação dos padrões da construção civil, na formação de novos profissionais.

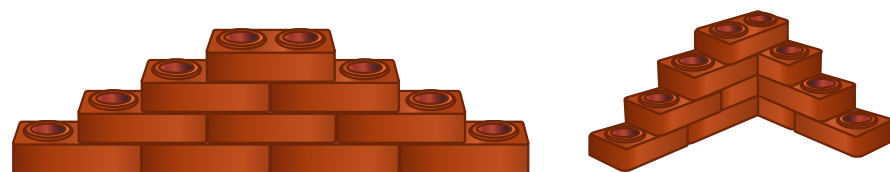
Nosso método também é adotado por várias prefeituras nas obras públicas e no sistema de moradia popular, visando o baixo custo e a alta qualidade.

Com sucesso comprovado, o tijolo ecológico marcou presença em conceituado programa de reportagem empresarial na TV, também foi matéria em revistas de arquitetura, decoração e jornal de grande porte. O processo de produção do tijolo ecológico ou tijolo modular, conta com o suporte técnico de engenheiros responsáveis, maquinário de última geração e mão de obra especializada para a sua confecção.

A **ECO PRODUÇÃO** ministra cursos e workshops do uso do tijolo ecológico ou tijolo modular na aplicação da construção civil.

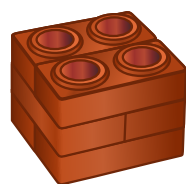
O SISTEMA CONSTRUTIVO MODULAR

Conheça a facilidade de empregar o tijolo modular na construção civil.

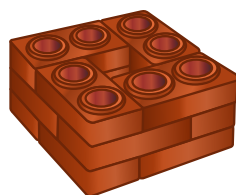


PAREDE RETA

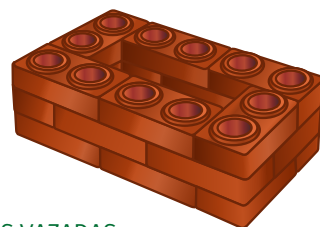
CANTOS



COLUNA SÓLIDA



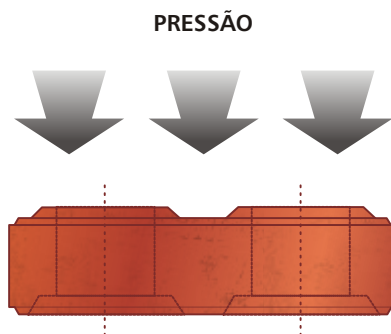
COLUNAS VAZADAS



Antes de iniciar a construção, o tijolo deve ser transportado. E nessa operação tomamos muito cuidado.

Para não quebrá-los ou provocar acidentes, não devemos jogá-los.

O tijolo modular foi projetado para suportar força de compressão.



PRESSÃO

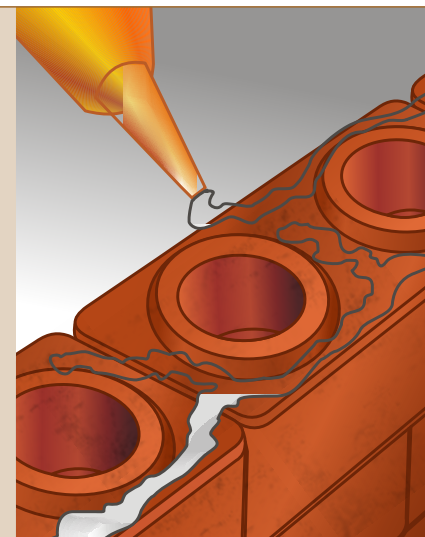
Outro grande diferencial do tijolo modular é que devido ao seu sistema construtivo o canteiro de obra fica muito mais limpo e organizado.

Construtores, engenheiros, mestres de obras, profissionais do ramo que buscam tecnologia, rapidez, alta qualidade e redução de custos – optam pelo tijolo ecológico modular.

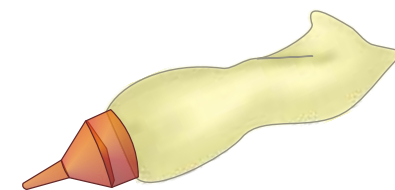
Basta à utilização de um filete de cola ou de cimento para o sistema construtivo modular assentar o tijolo.

Para aplicar a cola branca use a própria bisnaga que já vem com o bico dosador.

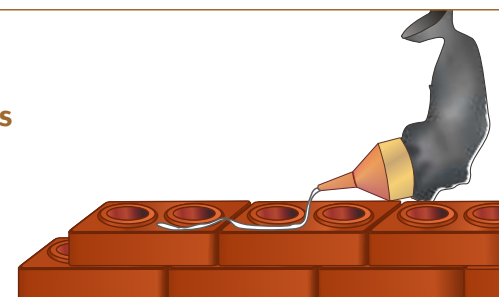
A utilização do filete de cimento é a mais utilizada devido ao baixo custo.



Apesar de muito seguro, o sistema é tão simples e prático que para aplicar a argamassa, podemos usar um aplicador do tipo de confeitaria bolos.

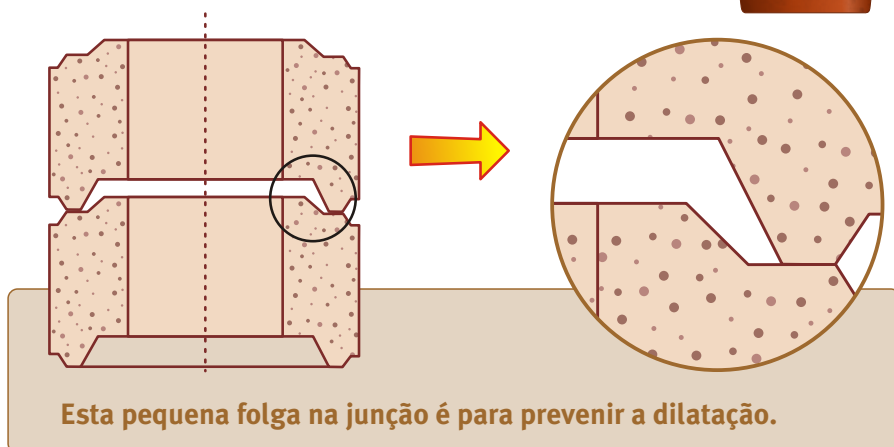
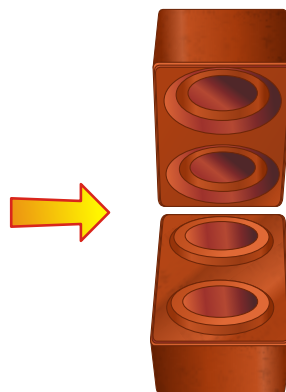


A simplicidade de usar o aplicador agiliza ainda mais o processo na construção.



A função da massa no assentamento dos tijolos é também corrigir eventuais irregularidades.

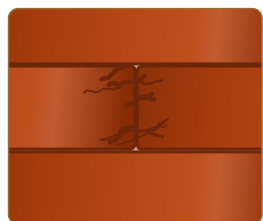
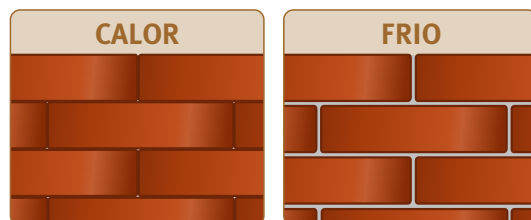
Observe que o tijolo modular possui um sistema de encaixe que auxilia a orientação no assentamento dos tijolos.



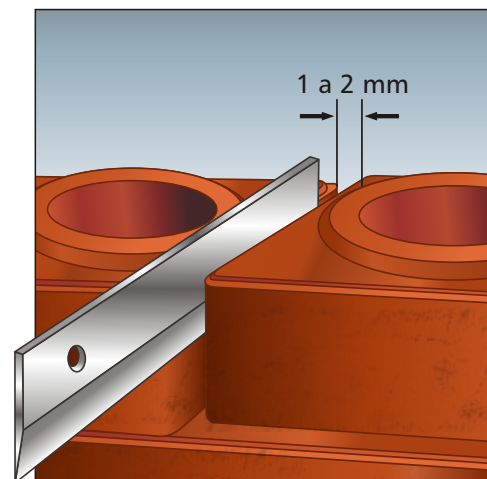
Esta pequena folga na junção é para prevenir a dilatação.

Veja o porquê da dilatação e suas conseqüências.

O tijolo modular, como toda matéria, se expande quando sofre o efeito do calor, e se retrai com o efeito do frio.

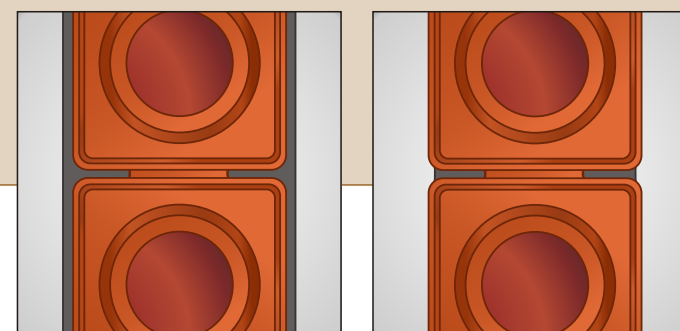


Se não houver espaço para se expandirem, os módulos de chocarão entre si, provocando trincas e fissuras. Mas isso pode ser evitado garantindo estabilidade à obra.



Preserve uma distância de um a dois milímetros ou uma régua entre um módulo e outro.

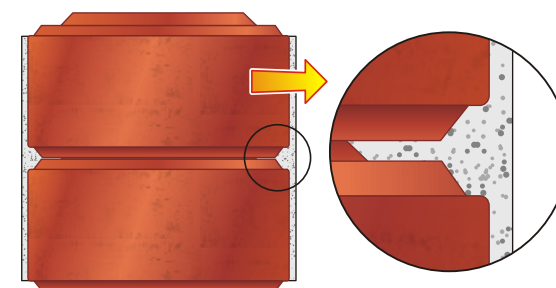
Os pequenos vãos entre os tijolos são necessário para melhor aderência no reboco ou rejuntamento, e não comprometem o visual de paredes de tijolos à vista.



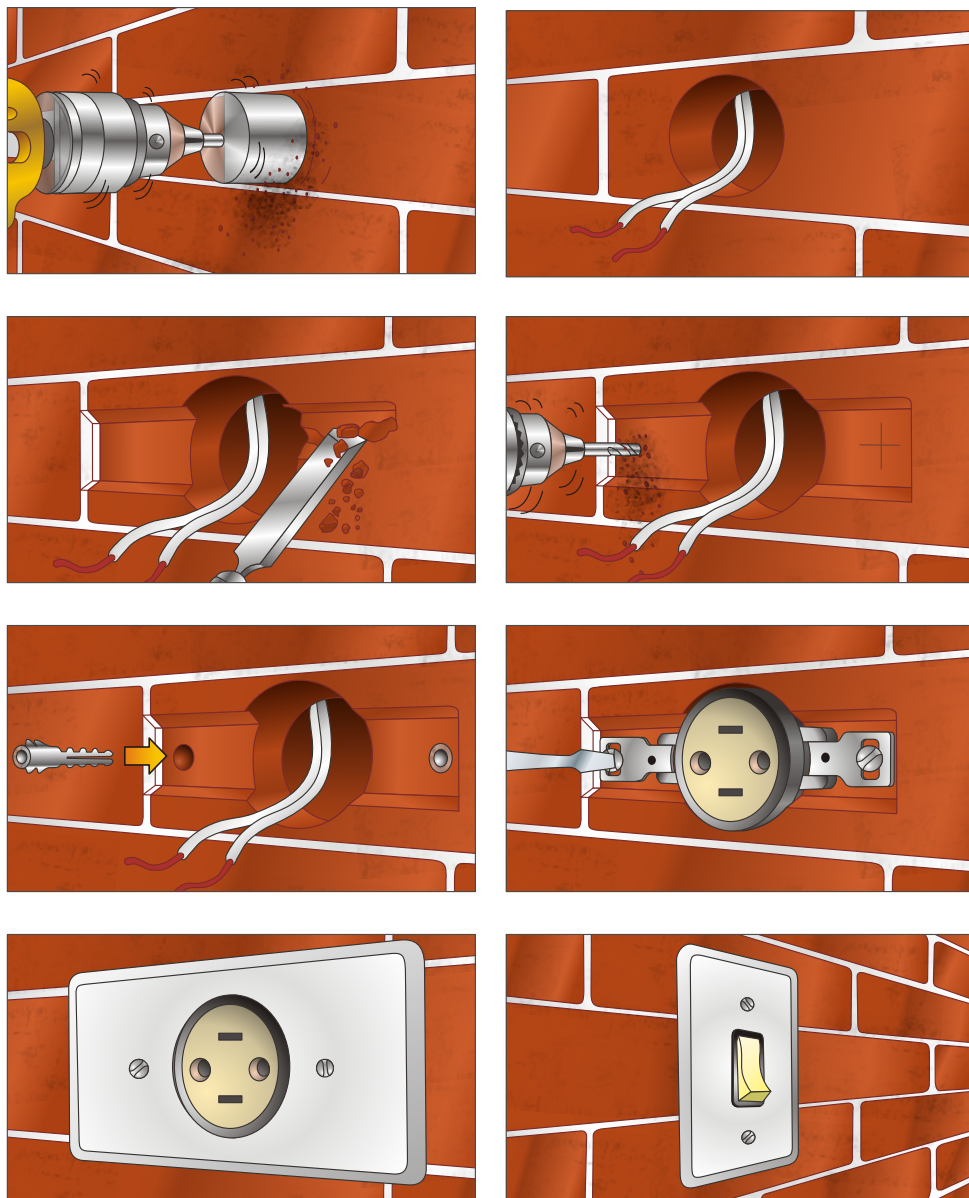
REBOCO

REJUNTAMENTO

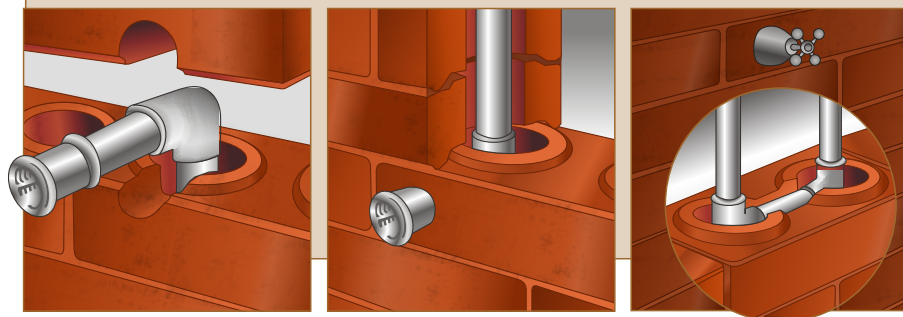
Existem frisos rebaixados nas bordas dos módulos, para facilitar ainda mais a aderência dos materiais no acabamento.



Para a instalação elétrica pode-se optar pelo uso os furos nos módulos ao invés de conduítes e caixas para tomadas e interruptores.

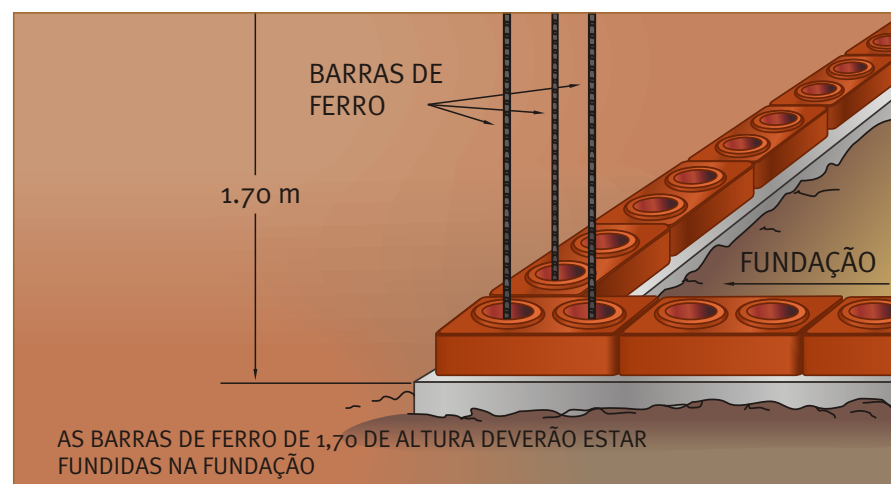


Veja exemplos na instalação hidráulica.



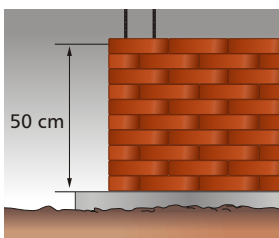
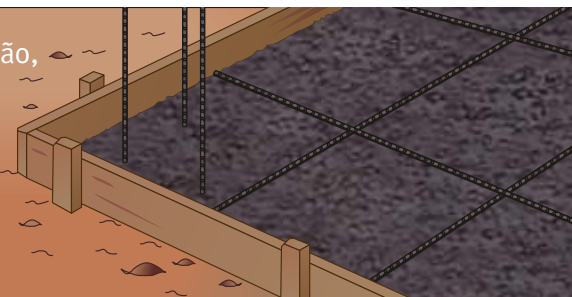
Sabemos que a função dos tijolos é preencher os vazios e formar as paredes, mas o que realmente sustenta a obra são as colunas e toda sua estrutura.

Nosso sistema construtivo conta com a vantagem de embutir as colunas nas paredes, como veremos a seguir.



É importante que as primeiras fiadas sejam bem niveladas para uma boa precisão das paredes, se necessário podem ser assentadas com massa convencional.

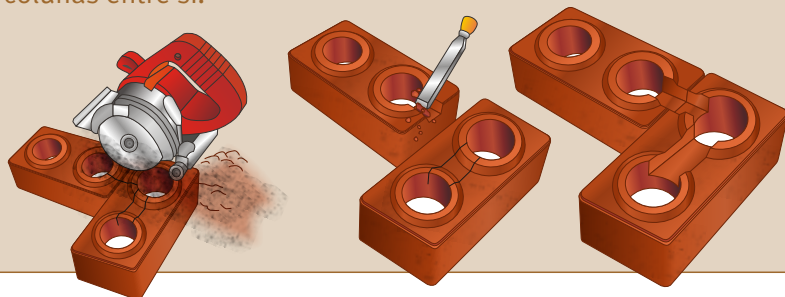
Assim como na fundação, as barras de ferro das colunas deverão estar fundidas no radier antes das paredes serem erguidas.



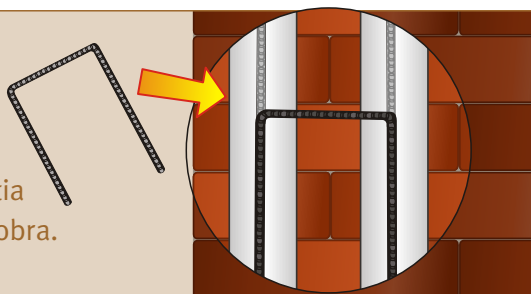
Quando as paredes atingirem meio metro de altura, é necessário encher as colunas de sustentação.

Para cortar os tijolos devemos usar uma serra circular manual que garantirá a qualidade da operação.

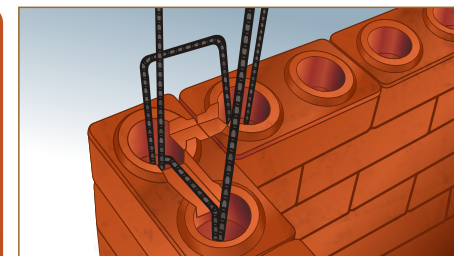
Com o auxílio da serra circular, devemos fazer pequenos sulcos nos tijolos, o suficiente para embutir os grampos que irão ligar as colunas entre si.



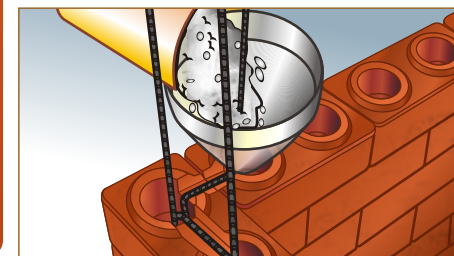
A cada 50 centímetros de parede erguida, a interligação das colunas pelos grampos, é a garantia de maior estabilidade na obra.



Depois dos grampos em seus devidos lugares, é só encher de concreto para cada furo que foi reservado para a coluna.

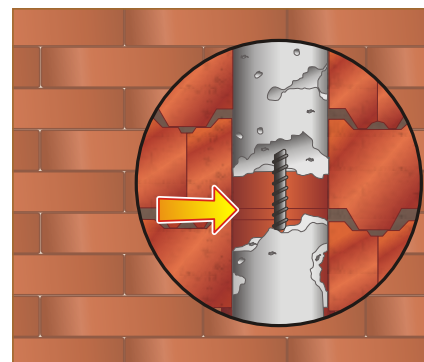
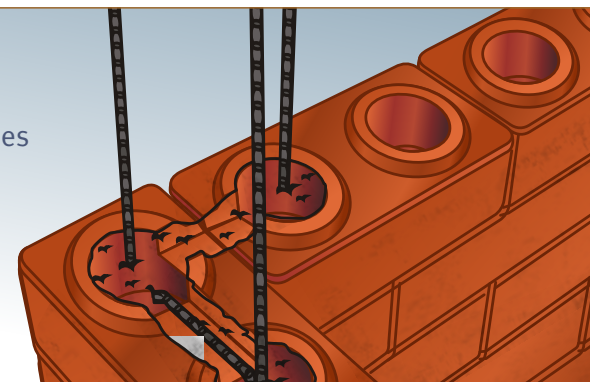


O concreto deve ter a proporção de:
1 de Cimento
2 de Areia
1 de Pedrisco.



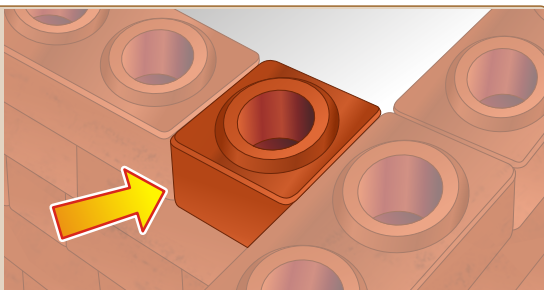
O tijolo deverá ser totalmente molhado para não aparecer futuras trincas.

Muito simples.
Repita a operação utilizando vergalhões de 8 mm a cada meio metro, garantindo assim a resistência da construção.

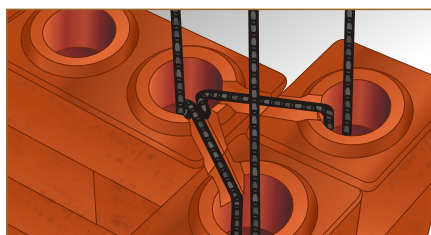
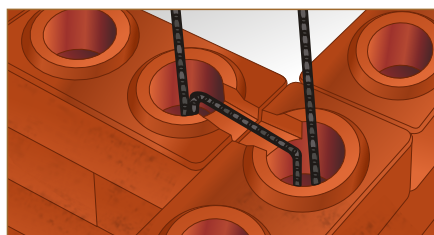


Não se esqueça de que ao enchermos de concreto as colunas de meio em meio metro estamos evitando possíveis bolsas de ar que comprometem a estrutura da obra.

Para encher uma parede perpendicular, usamos o meio tijolo no encontro das duas paredes.

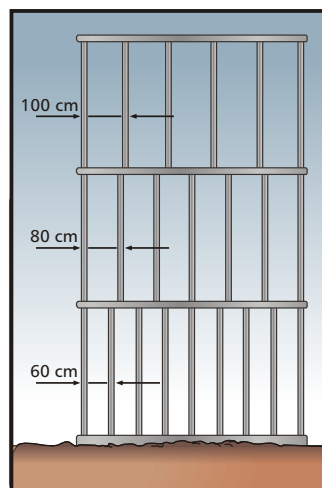
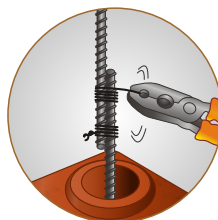


Em paredes perpendiculares podemos optar por dois tipos de amarração.



Sabendo que a altura normal das paredes é de 2,80 metros, quando estas atingirem 1,70 metros devemos montar andaimes.

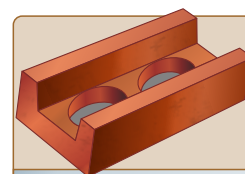
Em seguida deve-se amarrar com arame outra barra de ferro, completando assim a altura da coluna.



O total de colunas varia de acordo com o tamanho da obra, por isso quem avalia a quantidade e a distribuição é o engenheiro responsável.

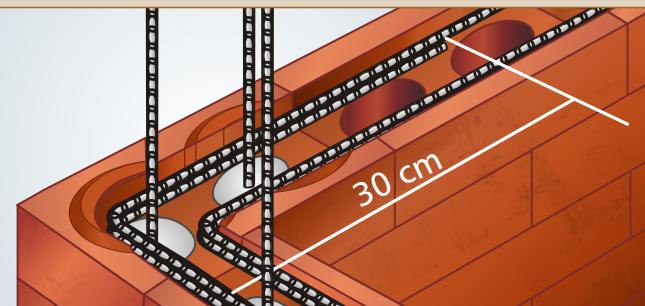
Veja ao lado, um exemplo de distribuição de colunas em construção de três pavimentos.

Não esqueça de que isto não está aumentando a quantidade de ferro e concreto, e sim distribuindo corretamente as colunas.

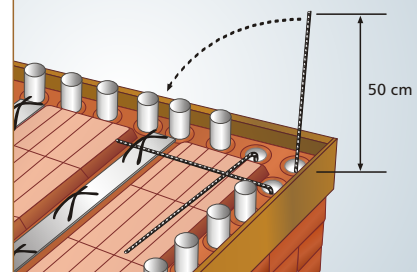


Na cinta de amarração usamos tijolos com canaletas por onde deverão passar as barras de aço. Utilize o vergalhão de aço com 8 mm.

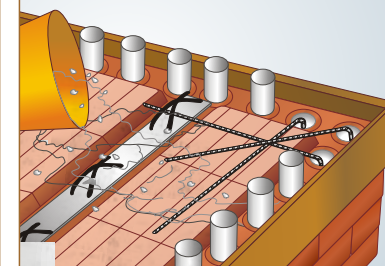
Na quina é utilizado tijolo convencional recortado.



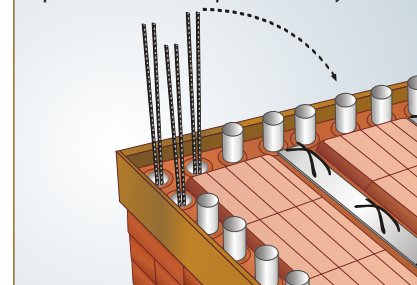
Se a obra é de um pavimento e coberta com laje, as barras de aço das colunas deverão ultrapassar 50 cm além da altura da obra e dobradiças para dentro da laje pré.



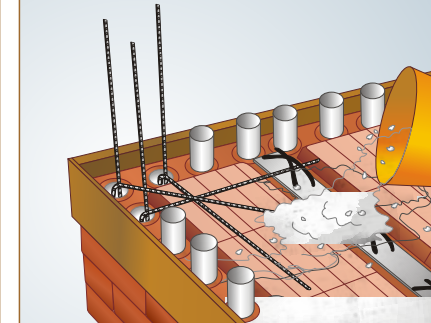
Em seguida a laje é preenchida de concreto cobrindo as barras de aço. Assim todas as colunas ficarão presas a laje.



Se a obra é de dois ou mais pavimentos, uma das barras de aço de cada coluna é dobrada para dentro da primeira laje.

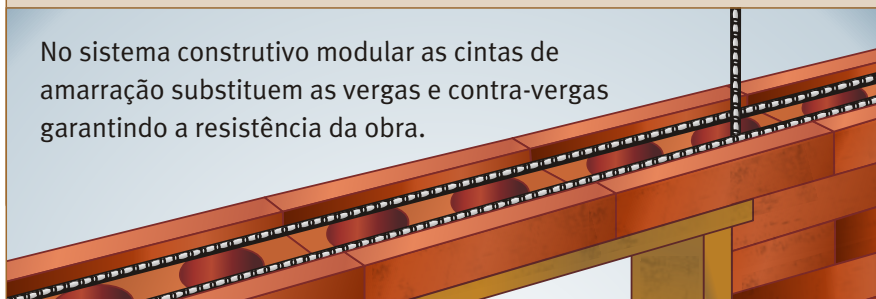


As outras barras seguem para cima, dando seguimentos às colunas.



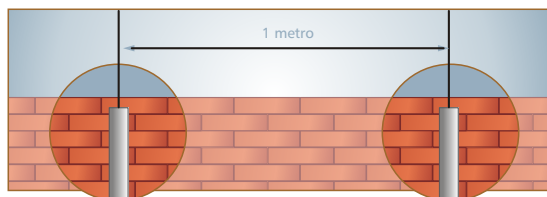
A ECO PRODUÇÃO desenvolveu uma técnica simples e eficaz de amarração como veremos a seguir.

No sistema construtivo modular as cintas de amarração substituem as vergas e contra-vergas garantindo a resistência da obra.

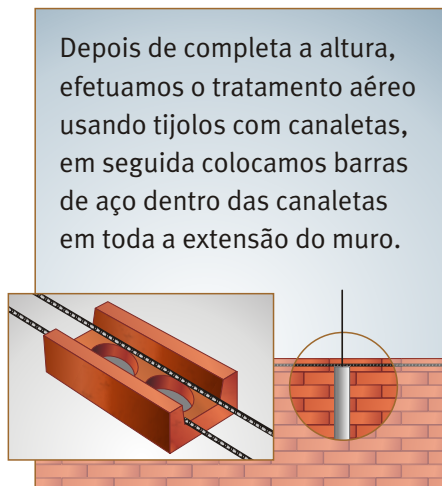


A CONSTRUÇÃO DE UM MURO COM TIJOLO MODULAR

Na construção de um muro devemos embutir colunas com um metro de distância entre si.

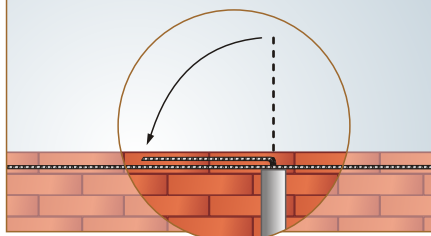


Os furos dos tijolos no muro deverão ser tapados com folhas amassadas de papel ou jornal antes de preencher as canaletas de concreto.



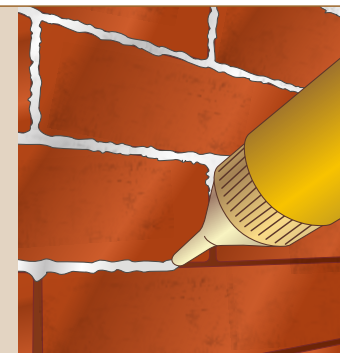
Depois de completa a altura, efetuamos o tratamento aéreo usando tijolos com canaletas, em seguida colocamos barras de aço dentro das canaletas em toda a extensão do muro.

As barras de aço que saem das colunas são dobradas para dentro das canaletas e amarradas nas barras de aço horizontais, em seguida as canaletas são preenchidas de concreto.

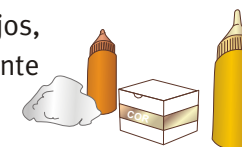


Vimos que os tijolos modulares, pelo seu acabamento, ficam muito bem quando expostos, dispensando uma cobertura de massa.

Nas junções dos tijolos podemos usar uma bisnaga com massa para fazer o acabamento.



A massa para rejuntar pode ser a usada em azulejos, massa branca misturada a corantes ou simplesmente uma mistura de solo-cimento.

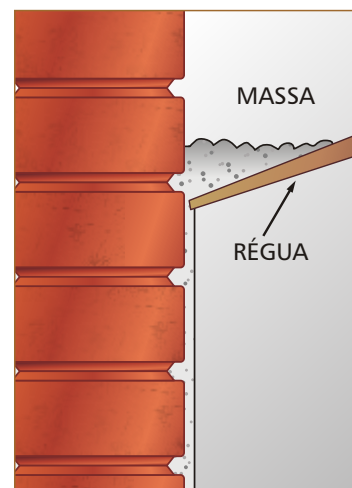


Com uma espátula ou bastão de ponta arredondada, complete o acabamento eliminando os excessos.

E para fazer um relevo similar as pastilhas utilize um bastão de ponta quadrada.

Composição da massa para o rejunte:

- 3 partes de terra
- 1 parte de rejunte



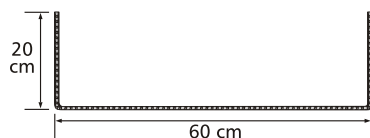
Para a limpeza das paredes podemos utilizar uma palha de aço número zero. Ou se preferir aplicar uma camada de reboco, use uma régua larga bem nivelada.

Dada a regularidade da parede, com a régua de madeira e a massa de reboco em um movimento de baixo para cima a massa cobrirá as frestas entre os tijolos.

Outra dica para o acabamento:

No caso de tijolos aparentes, para regularizar as frestas entre as fileiras de tijolos devemos usar uma barra de aço rosca de $1/4$ a $3/8$ dependendo do grau de arredondamento desejado.

Com a barra de aço rosca, fazemos movimentos laterais entre os tijolos até obter um desgaste adequado.



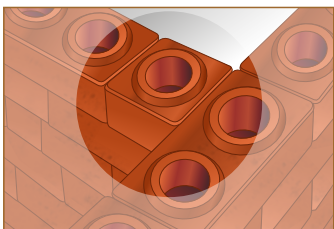
Antes de aplicarmos qualquer resina ou tinta, devemos deixar as paredes livres de impurezas.

Depois de a parede estar bem limpa e seca, podemos aplicar uma resina acrílica protetora ou uma camada de tinta.

Veja a seguir dicas importantes e informações que tornam o sistema construtivo mais útil e interessante.

DICAS IMPORTANTES

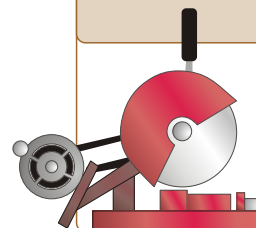
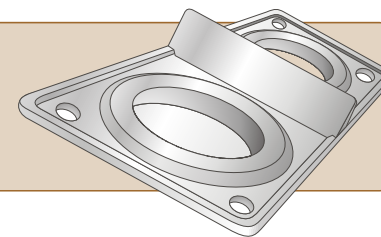
- MEIO TIJOLO
- ASSENTAMENTO DE TIJOLOS
- USO DOS TIJOLOS CANALETAS
- CINTA DE AMARRAÇÃO
- DISTRIBUIÇÃO DAS COLUNAS



Vamos falar primeiramente no meio tijolo que é muito importante no encontro das paredes.

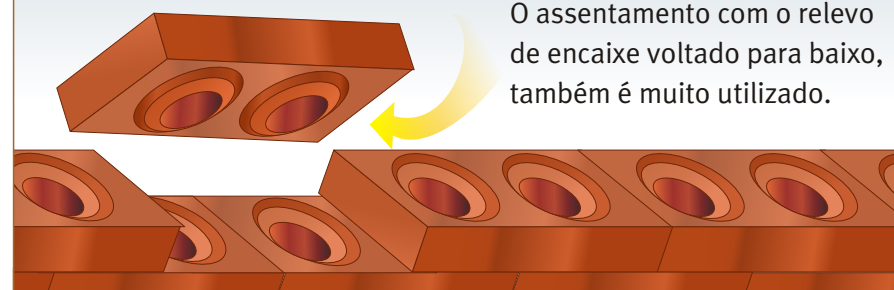
O meio tijolo pode ser produzido através de máquina ou por adaptação de ferramenta.

Pode-se obtê-lo através do corte, o que é mais comum.



Por ser feito na obra, o uso da serra para corte do tijolo e ferragens pode adaptar disco para corte de concreto.

Dicas importantes em relação ao assentamento do tijolo modular:



O assentamento com o relevo de encaixe voltado para baixo, também é muito utilizado.

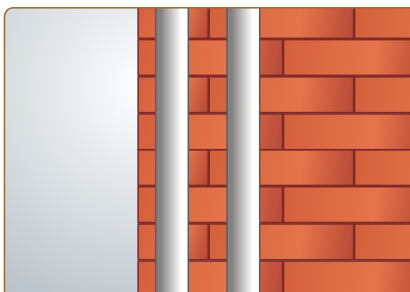
Esse procedimento facilita a colocação da régua para a correção do nivelamento dos tijolos.

No assentamento dos tijolos, nunca devemos usar cimento cola, que por ser muito rígido, não acompanha a dilatação e a retração dos tijolos, comuns nas mudanças de temperatura.

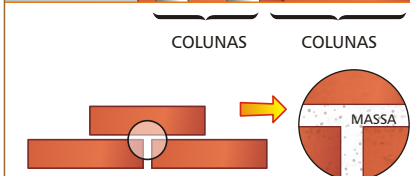
Isso pode provocar fissuras e mais tarde trincas nos tijolos.



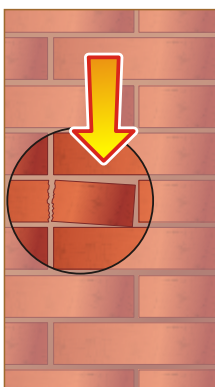
O mais indicado para o assentamento é o filete de cimento ou cola branca como já vimos anteriormente.



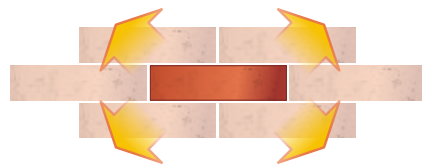
Lembrando que são as colunas que sustentam a obra e os tijolos são para preencher os vãos, devemos considerar que a massa para o assentamento tem função específica.



Essa função é regularizar e calçar os tijolos, e não colar como pensam a maioria.

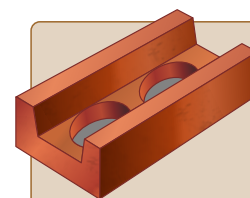
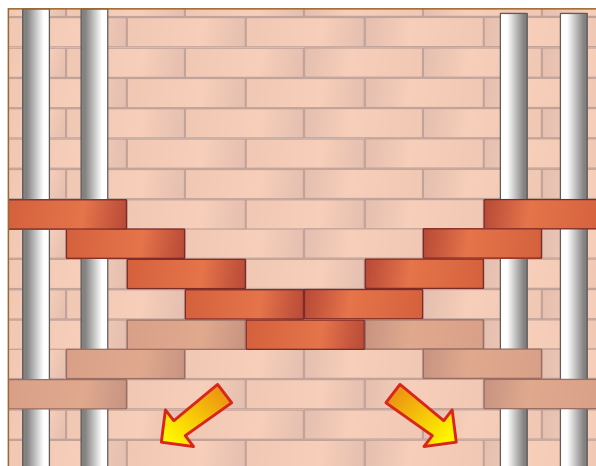


Sem a massa para o calçamento, os tijolos ficarão em posição que conseqüentemente se quebrarão com o peso.



Os tijolos modulares com seu sistema de encaixe apresentam uma eficiente ligação entre si.

A interligação seqüencial dos tijolos em múltiplos sentidos descarregando seus pesos nas colunas de sustentação ocorre por toda a extensão da parede assegurando ainda mais a qualidade e segurança da obra.



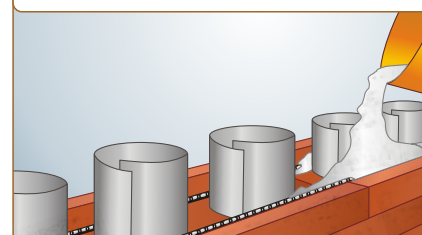
Outra grande vantagem do sistema construtivo dos tijolos ecológicos é o uso do tijolo canaleta que já podemos encontrar pronto para usar."

Os tijolos canaleta dispensam o uso de madeira na confecção das cintas de amarração.

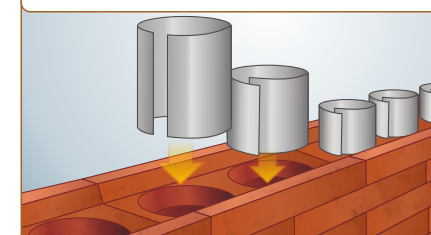
Quando não houve laje na obra é necessário a cinta de respaldo (amarração aérea).



Ao preencher de concreto as canaletas, devemos isolar os furos para impedir o vazamento.

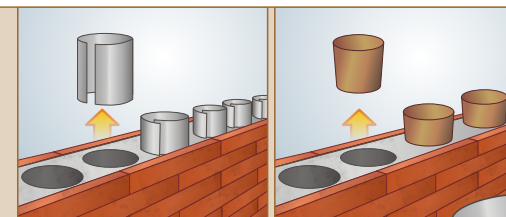


Para isolar os furos pudemos usar canos de PVC cortado conforme exemplo.



Depois das canaletas concretadas, os cones de madeira ou os canos de PVC deverão ser retirados para serem reutilizados.

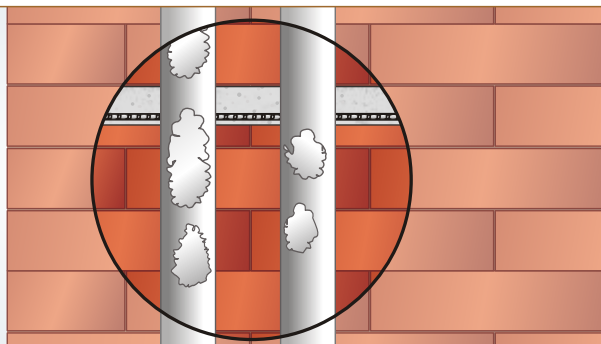
Também podemos usar no isolamento dos furos, cones de madeira ou copos de plástico, dependendo do diâmetro dos furos.



Os copos de plástico também deverão ser retirados para que as passagens dos furos fiquem livres.

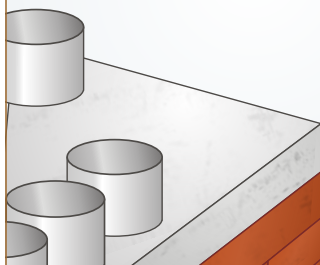


As passagens livres dos furos são muito importantes para que o fluxo de evaporação não seja interrompido.

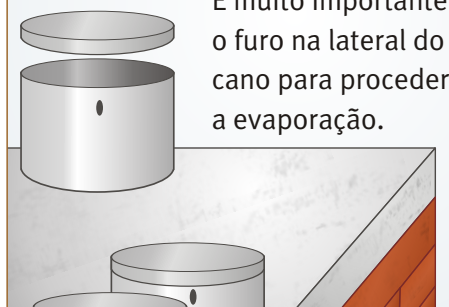


Esse processo evita a retenção de umidade nas paredes que causam problemas de saúde e danos materiais.

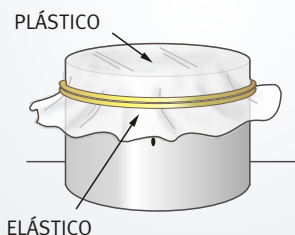
No topo das lajes os furos deverão ser prolongados com canos de PVC.



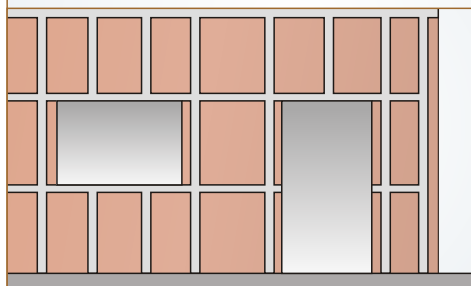
Se a laje por ficar exposta ao tempo, deve-se tapar os canos de PVC para evitar a entrada de água.



Se o processo for temporário, é mais econômico tapar os canos com plásticos fixados com elásticos.

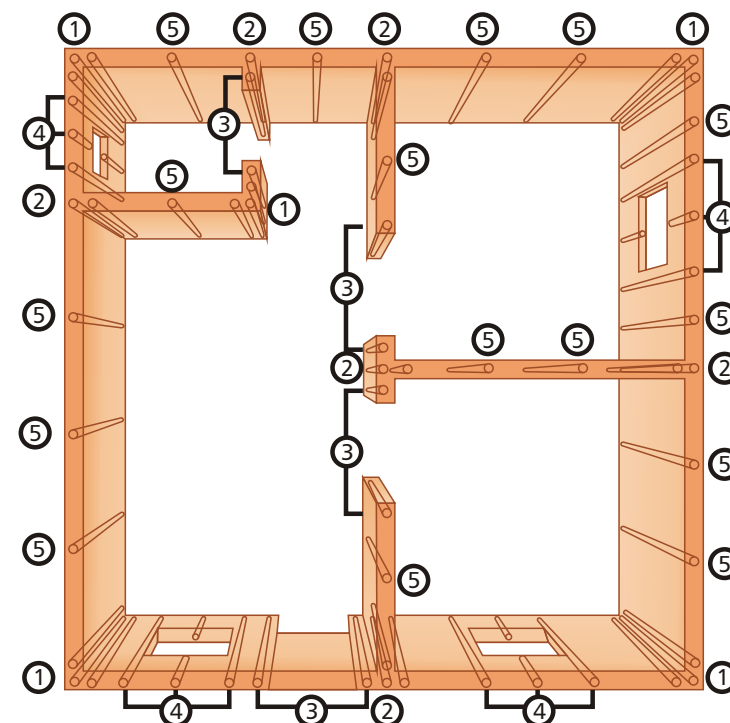


Além das cintas de amarração, os vãos, portas e janelas são reforçadas com colunas laterais.



Nas portas e janelas, também recomendamos a distribuição de colunas ao longo da construção.

Para facilitar a distribuição das colunas na obra, é recomendável seguir uma ordem como no exemplo:



- ① Cantos ③ Portas ⑤ Quaisquer vãos, nunca ultrapassando 1 metro
- ② Interligações ④ Janelas

Essa cartilha tem objetivo em orientá-lo de forma prática e simplificada.

Muitos profissionais que utilizam do tijolo ecológico modular em suas obras atestam a qualidade exemplar que esse tijolo pode proporcionar a construção.