

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ANÁLISE ENERGÉTICA E AMBIÊNCIA DE MODELOS
ARQUITETÔNICOS PROPOSTOS PELO PROGRAMA NACIONAL DE
HABITAÇÃO RURAL**

MARIA BEATRIZ SARTOR ORLANDO

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU – SP
Março - 2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ANÁLISE ENERGÉTICA E AMBIÊNCIA DE MODELOS
ARQUITETÔNICOS PROPOSTOS PELO PROGRAMA NACIONAL DE
HABITAÇÃO RURAL**

MARIA BEATRIZ SARTOR ORLANDO

Orientador: Prof. Dr. Osmar de Carvalho Bueno

Co-orientador: Profa. Dra. Silvia Regina Lucas de Souza

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU – SP
Março – 2016

*Aos meus pais Beto e Silvia, com todo o amor do mundo.
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço profundamente à minha família por todo o amor e apoio durante o decorrer da minha caminhada no mestrado, em especial aos meus pais Beto e Silvia por sempre confiarem e acreditarem no meu sonho e por todo o incentivo durante esta empreitada. À minha avó Luzia pelas orações, sabedoria e amor ao longo da minha vida. Ao meu companheiro Felipe, pelo carinho, paciência, compreensão e horas dedicadas a me ajudar. À Silvia Helena pela atenção e preocupação.

À Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA – UNESP), campus de Botucatu, e à Coordenadoria do Programa de Pós Graduação em Agronomia – Energia na Agricultura, pela oportunidade e abertura de espaço.

Ao coordenador do Programa de Pós-graduação – Energia na Agricultura, professor Dr. Adriano Wagner Ballarin, pela oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Dr. Osmar de Carvalho Bueno meu sincero e profundo agradecimento pelas orientações e sugestões, dedicação, paciência, confiança depositada e, principalmente, por dividir comigo o seu conhecimento.

À professora Dra. Silvia Regina Lucas de Souza pelos conselhos e conversas que muito contribuíram para o meu desempenho.

À Federação dos Trabalhadores na Agricultura Familiar do Estado de São Paulo (Fetaesp) e toda à sua equipe pela atenção, disposição e material concedido.

Aos colegas do Grupo de Estudos em Paisagismo (GEP) pelo aprendizado e experiência adquiridos que muito contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional. Em especial meu agradecimento à Helena Ronchi pela amizade e convivência.

À professora Dra. Denise Laschi pela disposição em me deixar participar de suas disciplinas na graduação e orientação do GEP, pela confiança, apoio e ajuda dedicada ao meu ingresso no mestrado.

A todos do Departamento de Economia, Sociologia e Tecnologia (DEST) - colegas, professores e funcionários - pelos ensinamentos, convivência e auxílio.

A todos da seção de Pós-Graduação pela disponibilidade, atenção e profissionalismo.

À Raphaela R. Ribeiro pela amizade, pela disposição em ajudar e por compartilhar das suas experiências na pós-graduação.

Aos agricultores familiares e trabalhadores rurais que permitiram o meu acesso às suas futuras casas. Gratidão pelo cuidado e atenção depositados no cultivo das frutas cedidas e devoradas nas viagens de volta à Botucatu!

A todos os professores das disciplinas cursadas durante o mestrado, que de alguma forma contribuíram com o desenvolvimento do trabalho, muito obrigada pela aprendizagem.

Aos membros da Banca Examinadora que dispuseram tempo e atenção ao trabalho, contribuindo com o aprimoramento do mesmo.

A todos aqueles que participaram e colaboraram em algum momento dessa caminhada na pós-graduação, deixo aqui o meu reconhecimento e agradecimento pela contribuição.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	XI
1. RESUMO.....	1
2. SUMMARY.....	3
3. INTRODUÇÃO.....	5
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
4.1 Conceito geral de Habitação e Habitação de Interesse Social.....	8
4.1.1 Habitação Urbana.....	11
4.1.2 Habitação Rural.....	12
4.2 Política Nacional de Habitação.....	14
4.2.1 Programa Nacional de Habitação Rural.....	20
4.2.2 Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado de São Paulo.....	29
4.3 Matriz Energética Brasileira.....	30
4.3.1 Consumo de energia na construção civil.....	34
4.4 Análise Energética.....	38
4.4.1 Classificação das energias.....	40
4.4.2 Energia embutida nos materiais de construção.....	44
4.4.3 Dispêndio energético da mão de obra.....	49
4.5 Ambiência e Bem Estar Humano.....	54
4.5.1 Ambiência e bem estar na habitação rural.....	55
4.5.2 Conforto térmico e ambiental.....	58
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	64
5.1 Área de estudo.....	66
5.2 Modelo Habitacional do PNHR.....	68
5.2.1 Especificações para o desenvolvimento do Projeto Arquitetônico.....	68
5.2.2 Modelo Arquitetônico das unidades habitacionais da Fetaesp.....	72
5.2.2.1 Unidades habitacionais de São Miguel Arcanjo.....	76
5.2.3 Unidades habitacionais de Itararé.....	80
5.3 Quantificação Energética do Modelo Habitacional.....	82

5.4	Ambiência proposta pelo Projeto Arquitetônico	89
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	94
6.1	Análise Energética do Modelo Habitacional	94
6.2	Análise da Ambiência do Modelo Habitacional.....	108
7.	CONCLUSÕES	115
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
9.	REFERÊNCIAS.....	119
	APÊNDICE	130
	ANEXO 1 – Projeto da unidade habitacional construída em São Miguel Arcanjo/SP (sem escala).....	137
	ANEXO 2 – Etapas construtivas da unidade habitacional de São Miguel Arcanjo/SP. ...	143
	ANEXO 3 – Projeto da unidade habitacional construída em Itararé/SP (sem escala).	145
	ANEXO 4 – Etapas construtivas da unidade habitacional de Itararé/SP.	151
	ANEXO 5 – Energia Embutida em materiais de construção brasileiros	153
	ANEXO 6 – Energia Embutida em materiais de construção de diversos países (MJ/kg). 155	

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Queda da participação de renováveis na matriz elétrica brasileira.....	32
Tabela 2 - Conteúdos energéticos (kcal) de uma residência utilizando-se diferentes tipos de materiais estudadas por Fernandes e Souza (1982).	45
Tabela 3 - Principais pesquisas sobre Energia Embutida em materiais de construção.	48
Tabela 4 - Energia humana dispendida em atividades agrícolas.	50
Tabela 5 - Análise do conforto térmico: capacidade de adaptação do corpo humano e temperaturas limite.	62
Tabela 6 - Especificações mínimas para a unidade habitacional do Programa Nacional de Habitação Rural.	69
Tabela 7 - Especificações para instalação elétrica e telefônica, diversos e infraestrutura das unidades habitacionais do Programa Nacional de Habitação Rural.	71
Tabela 8 - Composição energética do modelo arquitetônico implantado através do PNHR em Itararé/SP.	85
Tabela 9 - Composição energética do modelo arquitetônico implantado através do PNHR em São Miguel Arcanjo/SP.	87
Tabela 10 - Atividades básicas dos usuários da habitação	92
Tabela 11 - Consumo energético da construção da unidade habitacional de Itararé/SP. ...	95
Tabela 12 - Consumo energético da construção da unidade habitacional de São Miguel Arcanjo/SP.....	97
Tabela 13 - Total de energia consumida por etapa de construção do modelo arquitetônico de São Miguel Arcanjo/SP.	99
Tabela 14 - Total de energia consumida por etapa de construção do modelo arquitetônico de Itararé/SP.	99
Tabela 15 - Materiais com os maiores conteúdos energéticos na etapa construtiva cobertura.	100
Tabela 16 - Materiais com os maiores conteúdos energéticos na etapa construtiva fundação.....	101
Tabela 17 - Materiais de construção que apresentaram os maiores conteúdos energéticos.	104

Tabela 18 - Coeficientes energéticos das unidades habitacionais de Itararé e São Miguel Arcanjo.	105
Tabela 19 - Dispêndio energético da mão de obra por etapa construtiva das unidades habitacionais implantadas em Itararé/SP e São Miguel Arcanjo/SP.	107
Tabela 20 - Dimensões das janelas: comparativo entre as especificações mínimas do PNHR e as unidades habitacionais.	108
Tabela 21 - Características adotadas em relação às especificações do PNHR.	109
Tabela 22 - Comparativo entre as áreas dos cômodos das unidades de Itararé e SMA. ..	112

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1 - Resumo da trajetória da Política Nacional de Habitação.....	18
Figura 2 - Características dos Grupos Familiares.....	23
Figura 3 - Oferta Interna de Energia renovável e não renovável: comparativo entre os anos de 2013 e 2014.....	33
Figura 4 - Oferta Interna de Energia total: comparativo entre os anos de 2013 e 2014.	33
Figura 5 - Consumo energético por setores no Brasil em 2014. Adaptado do Relatório Síntese de 2015.....	34
Figura 6 - Principais áreas afetadas pelo uso racional de energia na construção civil. *Gases Efeito Estufa.....	35
Figura 7 - Recomendações para economia no consumo de energia pelo setor da construção civil.....	36
Figura 8 - Classificação das energias conforme a fonte.....	43
Figura 9 - Parâmetros de Ambiência. Adaptado da Cartilha de Ambiência da PNH.....	54
Figura 10 - Orientação favorável de cada ambiente para o hemisfério Norte.....	60
Figura 11 - Telhado verde. Solução utilizada para melhorar as condições de conforto térmico e ambiental.....	61
Figura 12 - Mapa da localização dos municípios de Itararé, São Miguel Arcanjo e Botucatu.....	67
Figura 13 - Fundação do tipo <i>radier</i> . Solução construtiva adotada nas unidades habitacionais executadas pela Fetaesp.....	72
Figura 14 - Regularização de piso para assentamento de cerâmica.....	73
Figura 15 - Revestimento do piso com cerâmica PEI 5.....	74
Figura 16 - Parede com emboço paulista e revestimento tradicional.....	75
Figura 17 - Parede revestida de azulejo na altura de 1,50 metros na cozinha e até o teto no banheiro.....	75
Figura 18 - Laje pré-moldada com caixa d'água e forro de PVC. Sistemas adotados pelas unidades habitacionais executadas pela Fetaesp.....	76
Figura 19 - Planta modelo do Projeto Arquitetônico da unidade habitacional implantada pela Fetaesp no município São Miguel Arcanjo (sem escala).....	78

Figura 20 - Planta modelo do Projeto Arquitetônico da unidade habitacional implantada pela Fetaesp no município de Itararé (sem escala).	81
Figura 21 - Dimensões mínimas do módulo de referência.	90
Figura 22 - Área para manobra de cadeira de rodas sem deslocamento.	90
Figura 23 - O homem - dimensões e espaços necessários.	91
Figura 24 - Participação percentual das diferentes etapas construtivas na quantificação energética da unidade habitacional implantada em Itararé/SP.	100
Figura 25 - Participação percentual das diferentes etapas construtivas na quantificação energética da unidade habitacional implantada em São Miguel Arcanjo/SP.	101
Figura 26 - Material com maior índice energético em cada etapa de construção.	102
Figura 27 - Perímetro da fundação da unidade habitacional de São Miguel Arcanjo.	103
Figura 28 - Programa Minha Casa Minha Vida: Características gerais.	109
Figura 29 - Planta modelo da unidade de São Miguel Arcanjo (sem escala) com layout para PNE: módulo de rotação de 360° e manobra de 180°.	110
Figura 30 - Planta modelo da unidade de Itararé (sem escala) com layout para PNE: módulo de rotação de 180°.	111
Figura 31 - Planta modelo da unidade de São Miguel Arcanjo (sem escala) com proposta de layout funcional: módulo de manobra de 180°.	113
Figura 32 - Planta modelo da unidade de Itararé (sem escala) com proposta de layout funcional: módulo de manobra de 180°.	114

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APIB	Articulação dos Povos Indígenas no Brasil
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Agrifam	Feira da Agricultura Familiar
ART	Anotação de responsabilidade técnica
ATEC	Assistência Técnica
BB	Banco do Brasil
BEN	Balanço Energético Nacional
BNH	Banco Nacional da Habitação
CADIN	Cadastro Informativo de Créditos Não Quitados do Setor Público Federal
CAIXA	Caixa Econômica Federal
CAO	Comissão de Acompanhamento de Obras
CAU	Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CETEC	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
CIB	<i>Conseil International du Bâtiment</i> (Conselho Internacional de Construção)
CNS	Conselho Nacional de Populações Extrativistas
CO ₂	Dióxido de carbono
COHAB	Companhias Habitacionais Municipais
CONAQ	Coordenação Nacional de Articulação das Comunidades Negras Rurais Quilombolas
CONTAG	Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CRE	Comissão de Representantes do Empreendimento
DA	Declaração de Aptidão
DHAB	Departamento de Produção Habitacional

DICT	Departamento de Desenvolvimento Institucional e Cooperação Técnica
DUAP	Departamento de Urbanização de Assentamentos Precários
EE	Energia Embutida
EO	Entidade Organizadora
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura
FAS	Fundo de Apoio ao Desenvolvimento Social
FCP	Fundação da Casa Popular
Fetaesp	Federação dos Trabalhadores na Agricultura Familiar do Estado de São Paulo
FETRAF	Federação dos Trabalhadores na Agricultura Familiar da Região Sul
FGTS	Fundo de Garantia de Tempo de Serviço
FIBGE	Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
FNHIS	Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social
GER	Gasto Energético no Repouso
GIDUR	Gerência de Desenvolvimento Urbano
GT	Grupo de Trabalho
h	Hora
ha	Hectare
HIS	Habitação de Interesse Social
IAPs	Institutos de Aposentadoria e Pensões
IBEU	Índices de Bem Estar Urbano
IBGE	Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia
IEA	<i>International Energy Agency</i> (Agência Internacional de Energia)
IFIAS	<i>International Federation of Institutes for Advanced Study</i> (Federação Internacional de Institutos de Estudos Avançados)

INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
kcal	Quilocaloria
kg	Quilograma
m	Metro
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
MAB	Movimento dos Atingidos por Barragens
MCP	Movimento Camponês Popular
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MJ	Megajoule
MLT	Movimento de Luta Pela Terra
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MPA	Movimento dos Pequenos Agricultores
MPP	Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais do Brasil
MST	Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra
OGU	Orçamento Geral da União
OIE	Oferta Interna de Energia
OMS	Organização Mundial da Saúde
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PEI	<i>Porcelain Enamel Institute</i> (Instituto Enamel de Porcelana)
PET	<i>Politereftalato de etileno</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PlanHab	Plano Nacional de Habitação

PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
PNE	Portador de Necessidades Especiais
PNE	Plano Nacional de Energia
PNH	Política Nacional de Habitação
PNH	Política Nacional de Humanização
PNHR	Programa Nacional de Habitação Rural
PNHU	Programa Nacional de Habitação Urbana
PNRA	Programa Nacional de Reforma Agrária
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PTS	Projeto de Trabalho Social
PVC	<i>Policloreto de vinila</i>
REDUR	Representação de Desenvolvimento Urbano
SBPE	Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo
SEADE	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
SINAT	Sistema Nacional de Avaliações Técnicas
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo
SFH	Sistema Financeiro da Habitação
SNH	Secretaria Nacional de Habitação
SNHIS	Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social
TCPO	Tabela de Composição de Preços para Orçamentos
tep	Tonelada Equivalente de Petróleo

1. RESUMO

O crescente aumento dos custos energéticos e ambientais no setor da construção civil tem levado ao surgimento e à adoção de materiais e soluções construtivas que ofereçam menor impacto ambiental e menores gastos na produção das edificações. Considerando-se a importância progressiva que sistemas construtivos não convencionais vêm adquirindo, frente aos elevados custos da energia e da produção, torna-se importante analisar a eficiência energética como mais um indicativo da eficácia dos sistemas de produção de edificações. Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo mensurar os conteúdos energéticos dos materiais utilizados na construção de modelos arquitetônicos habitacionais propostos pelo Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR) e implantados nos municípios de Itararé e São Miguel Arcanjo, interior do estado de São Paulo, para obter uma estimativa da energia empregada na construção de uma moradia que apresente condições adequadas de ambiência aos trabalhadores rurais e agricultores familiares. Para tal, a execução da unidade de habitação foi dividida em cinco etapas de construção a serem analisadas: fundação, piso, fechamento (alvenaria), revestimento e cobertura. Informações e dados sobre os projetos, técnicas construtivas e os materiais empregados na execução das unidades habitacionais foram obtidos em visitas realizadas a campo, diretamente com os técnicos responsáveis pelas obras e através de material disponibilizado pela Federação dos Trabalhadores na Agricultura Familiar do Estado de São Paulo (Fetaesp), entidade responsável pela implantação das unidades estudadas em Itararé e São Miguel Arcanjo. Ao realizar a avaliação energética dos materiais de construção utilizados, verificam-se os níveis de dependência energética das

etapas construtivas e, assim, compreendem-se as necessidades de adequação do projeto do modelo arquitetônico habitacional proposto pelo PNHR. Para mensurar o consumo da energia dos materiais de construção foram empregados coeficientes energéticos encontrados na literatura, utilizados e calculados por autores que estimaram a energia empregada na construção de diferentes tipologias de edificação. Foram consideradas a energia embutida nos materiais de construção e o dispêndio energético do trabalho humano nos processos construtivos de execução da unidade de habitação. O trabalho analisou as condições da ambiência oferecidas pelo modelo habitacional sob o olhar da proposta do projeto arquitetônico em conformidade com as especificações e diretrizes mínimas exigidas pelo Programa. A unidade habitacional implantada em Itararé consumiu um total de 271.011,52 MJ, enquanto o modelo de São Miguel Arcanjo apresentou um consumo energético de 262.980,99 MJ. Da energia total empregada na construção das unidades os itens fundação, piso, fechamento, revestimento e cobertura representaram 32,47, 0,38, 20,29, 8,29 e 38,57%, respectivamente, no modelo de Itararé e, 37,46, 0,43, 19,85, 7,39 e 34,87% na unidade de São Miguel Arcanjo. O aço e o forro de PVC foram os materiais com os maiores índices energéticos. A análise da ambiência, realizada a partir das soluções adotadas no projeto arquitetônico, demonstrou que ambos os modelos habitacionais implantados foram desenvolvidos com preocupação em atender às expectativas quanto aos aspectos de ambiência, conforme diretrizes mínimas exigidas pelo Programa Nacional de Habitação Rural. Foram sugeridas algumas alterações no layout com o objetivo de melhorar o aproveitamento dos espaços das unidades habitacionais, aumentando a funcionalidade dos ambientes e o conforto e bem estar do usuário.

Palavras-chave: Análise energética, Ambiência, Habitação rural.

ENERGETIC AND AMBIENCE ANALYSIS OF THE ARCHITECTONIC MODEL PROPOSED BY THE NATIONAL PROGRAM OF RURAL HOUSING. Botucatu, 2015. 157p.

Dissertation (Master in Agronomy / Energy in the Agriculture) – Faculty of Agronomy Sciences, State University Paulista.

Author: MARIA BEATRIZ SARTOR ORLANDO

Adviser: OSMAR DE CARVALHO BUENO

Co-adviser: SILVIA REGINA LUCAS DE SOUZA

2. SUMMARY

The ongoing increase of energetic and environmental costs of the civil construction sector has been promoting the development and use of environmentally friendly materials and constructive solutions that may yield lesser expenses during construction. Given the increase of importance that these alternative systems has been gaining, and taking into consideration the increase of energy and production costs, it becomes important to analyze the energetic efficiency as an indicator of effectiveness of the edification production system. Given this, this present work aims to measure the energetic content of the materials used in the construction of a housing architectonic model proposed by the National Program of Rural Housing (NPRH) implemented in the counties of Itararé and São Miguel Arcanjo, in the state of São Paulo, to obtain an estimative of energy used during the construction of a house that presents the adequate conditions of ambience to the rural employees and familiar farmers. For such, the execution of this housing unit was divided in five steps of construction to be analyzed: foundation, floor, finishing, coverings and coverage. Information and data of the project, constructive techniques and the materials used during the execution of the housing units were obtained during visits to the field, directly with the responsible technicians for the constructions and through materials supplied by the Federation of Workers in Family Farming of the state of São Paulo (Fetaesp), responsible entity for the NPRH implementations in Itararé and São Miguel Arcanjo. While carrying out energetic analysis of the materials used during the construction, the level of energetic dependence was analyzed during the constructive steps and, therefore, the need of a project adequacy of the architectonic housing model proposed

by the National Program of Rural Housing is comprehended. To measure the energetic consumption of the materials used in the construction, energetic coefficients were used found in the literature, used and calculated by the authors that had estimated the used energy in the construction of different typology of edifications. The embedded energy of the materials used in the construction and the energetic cost of human labor in the constructive process were considered. This work has analyzed the ambience conditions offered by the housing model under the proposal of the architectonic project in accordance with the minimum specifications and guidelines demanded by the program. The housing unit located in Itararé consumed a total of 271,011.52 MJ while the model of São Miguel Arcanjo had an energy consumption of 262,980.99 MJ. Of the total energy used in the construction of the units, the items foundation, floor, masonry, finish coating and coverage represented 32,47, 0,38, 20,29, 8,29 e 38,57%, respectively, in the unit of Itararé, and 37,46, 0,43, 19,85, 7,39 e 34,87% in the unit of São Miguel Arcanjo. The steel and the PVC lining were the materials with the highest energy contents. The analysis of the ambience, held from the solutions adopted in architectural design, showed that both implanted housing models were developed with concern to meet the expectations of the ambience aspects, according to the minimum guidelines required by the National Program of Rural Housing. Some changes were suggested in the layout in order to improve the use of spaces housing units, increasing the functionality of the environments and the comfort and welfare of the user.

Keywords: Energetic analysis, Ambience, Rural housing.

3. INTRODUÇÃO

Trabalhadores rurais e agricultores familiares vêm sendo beneficiados com a casa própria através do Programa Nacional de Habitação Rural. O PNHR integra o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), que é regulamentado pelo Ministério das Cidades, e busca garantir subsídio financeiro para a produção de moradia aos trabalhadores rurais com o objetivo de reduzir o déficit habitacional rural, oferecendo condições para que seus beneficiários tenham acesso à habitação digna, seja por meio de reforma, ampliação ou construção da unidade habitacional, de forma a contribuir para a manutenção do homem do campo na atividade rural.

A agricultura familiar tem um importante papel no cenário da produção agrícola nacional e a necessidade de uma política pública habitacional que atendesse, principalmente, às especificidades da moradia no campo, à adequação da infraestrutura local e à capacitação dos trabalhadores rurais, resultou na criação do Programa Nacional de Habitação Rural. O PNHR contribui com o trabalho de capacitação técnica e social das comunidades rurais, propondo um modelo habitacional que gere conforto e melhoria na ambiência da habitação rural e, conseqüentemente, na qualidade de vida do agricultor.

O Programa Minha Casa Minha Vida inclui os assentados do Programa Nacional de Reforma Agrária (PNRA) como beneficiários do Programa Nacional de Habitação Rural. Os assentamentos são priorizados pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) que destaca aqueles que detêm as condições de

infraestrutura adequadas, como abastecimento de água, esgoto, energia e estradas, em andamento ou já concluídas.

O modelo arquitetônico proposto pelo Programa Nacional de Habitação Rural deve apresentar condições adequadas de habitabilidade e soluções compatíveis com as características regionais, locais, climáticas e culturais do ambiente ao qual será implantado, possibilitando o emprego de soluções e técnicas simples de arquitetura e construção, eficientes do ponto de vista ambiental, econômico e social, de modo a oferecer uma melhora na qualidade de vida dos agricultores familiares e trabalhadores rurais.

Os parâmetros de ambiência, do ponto de vista do projeto arquitetônico, estão associados aos fatores climáticos, ambientais, culturais e estéticos. A habitação rural deve ser um espaço de ambiência adequada às necessidades locais do agricultor, oferecendo conforto físico e psicológico, economia, salubridade e qualidade de vida ao morador, além de propiciar espaços receptivos e convidativos.

O conceito da ambiência é amplamente trabalhado na área da saúde, pois diz respeito à políticas de humanização dos serviços de saúde, levando em conta o bem estar do paciente enquanto ser humano. O Ministério da Saúde pauta o termo em três pontos principais: espaço que possibilita a reflexão da produção e o desenvolvimento do trabalho do indivíduo que o ocupa; espaço que oferece conforto adequado priorizando a privacidade e individualidade do ocupante; espaço como ferramenta de recuperação, oferecendo funcionalidade, sendo acolhedor e bem resolvido nos elementos que interagem com o homem, como cor, luz, cheiro, som e forma.

Dessa forma, o estudo pretende voltar a atenção aos agricultores familiares e trabalhadores rurais do interior do estado de São Paulo no que diz respeito à qualidade e funcionalidade da moradia oferecida ao homem do campo. Para tal, é apresentado um recorte do atual cenário da produção da habitação rural no Brasil através da explanação das políticas públicas e programas habitacionais em andamento, por intermédio da implantação do Programa Nacional de Habitação Rural nas cidades de Itararé e São Miguel Arcanjo através da entidade organizadora Federação dos Trabalhadores na Agricultura Familiar do Estado de São Paulo.

Além disso, apresentar um estudo da energia contida nos materiais de construção empregados nas habitações rurais de Itararé e São Miguel Arcanjo, visto que esta análise energética constitui um importante instrumento de avaliação da

sustentabilidade do modelo arquitetônico proposto pelo Programa e de seu sistema de implantação, pois possibilita a determinação dos processos e materiais de maior custo energético, evidenciando aqueles que demandam soluções alternativas e opções mais econômicas em relação à energia.

Sendo assim, o objetivo específico do presente trabalho é analisar os modelos de habitação desenvolvidos pela Fetaesp - com base nas diretrizes mínimas do PNHR - e implantados nessas cidades do interior do estado de São Paulo para, então, mensurar o conteúdo energético dos materiais empregados na sua execução, obtendo uma estimativa da energia dispendida na unidade habitacional.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo encontra-se dividido em tópicos que tratam dos principais assuntos do presente trabalho. Inicialmente, é apresentado um conceito geral sobre habitação e habitação de interesse social, tecendo um breve histórico do surgimento do conceito *habitação* e suas implicações nos modelos de construção para fins habitacionais urbanos e rurais. Em seguida, uma exposição das políticas habitacionais existentes no país e a apresentação de um programa em específico, o Programa Nacional de Habitação Rural. A análise, classificação e consumo da energia são os itens abordados nos tópicos seguintes. Por fim, os tópicos que tratam das questões pertinentes à análise da ambiência.

4.1 Conceito geral de Habitação e Habitação de Interesse Social

Desde os primórdios da civilização o homem tem a necessidade de se abrigar. Utilizando-se inicialmente de espaços naturais como cavernas e árvores, o homem primitivo representava o desenvolvimento de suas habilidades na utilização de diferentes materiais, como pedra, cerâmica, pele e madeira, para a construção das moradias. O domínio de construir o próprio abrigo, utilizando-se desses materiais, permitiu o surgimento de agrupamentos de moradias denominados de aldeias. As aldeias possuíam ao seu redor áreas para cultivo de alimentos, desenvolvimento de ações religiosas e construções de defesa. Com o passar dos tempos, as atividades de alimentação, descanso, fisiológicas e sociais passam a ser desenvolvidas dentro da moradia, que se torna o espaço

ocupado antes e depois da jornada de trabalho do homem. Mais adiante, além das funções domésticas, a casa passa a ser o espaço destinado às pequenas atividades de negócios (ABIKO, 1995).

Ainda segundo Abiko (1995), o termo Habitação de Interesse Social (HIS) é utilizado para caracterizar as moradias destinadas às populações de baixa renda, diferentemente de Habitação de Baixo Custo (low-cost housing), que é uma construção que se utiliza de materiais e métodos construtivos que a tornam barata, mas que não é necessariamente destinada à população de baixa renda. Termos como habitação para população de baixa renda, habitação popular e habitação social também são utilizados para designar habitações de interesse social com o objetivo de atender a famílias de baixa renda e carentes de soluções destinadas ao atendimento de necessidades habitacionais.

Para Fernandes (2003), a habitação abrange três funções: social, ambiental e econômica. A principal função social da habitação é a de servir como abrigo. Na função ambiental encontram-se os princípios básicos de infraestrutura, saúde, educação, transporte, trabalho e lazer. A função econômica da moradia se deve ao fato de sua construção oferecer oportunidades de emprego e renda, mobilizar setores da economia local, influenciar o mercado imobiliário, de bens e serviços.

A habitação de interesse social, ou seja, a construção de residência destinada à população de baixa renda é um processo complexo de produção que possui dimensões físicas determinadas por fatores jurídicos, políticos, sociais, econômicos, tecnológicos e ecológicos. O contento do usuário com sua moradia pode ser avaliado conforme a importância dada às qualidades específicas que ela oferece e pela evolução social e econômica de seus ocupantes, que pode modificar as necessidades e o nível de satisfação com a construção (FISCHER, 2003).

Para o autor, o conceito de habitabilidade de uma residência, envolve quatro subsistemas integrados: o subsistema de moradia, o subsistema ambiental, o gerencial e o do usuário. O subsistema de moradia diz respeito aos atributos físicos da construção, ou seja, qualidade do piso, do forro, da pintura e à adequação e uso do espaço e instalações, como o número de cômodos, área dos ambientes e equipamentos disponíveis dentro do imóvel. O subsistema ambiental relaciona as questões ligadas à implantação e localização da habitação, como proximidade de comércio, posto de saúde, disponibilidade de transporte, escola, trabalho. O gerencial envolve questões de compra e locação do imóvel, limpeza pública e segurança da área onde se encontra a habitação. Já o subsistema

do usuário, foco principal do conceito de habitabilidade, elenca as respostas do morador a todos os outros subsistemas citados, ou seja, constitui um retorno quanto às sensações e expectativas em relação à habitação.

A variedade nas formas de construção das habitações, dentro de um mesmo local ou sociedade, demonstra as características do ser humano, transmitindo significados e traduzindo as aspirações de diferenciação e territorialidade dos moradores em relação aos seus vizinhos e outros grupos. Habitação, moradia, casa, vivenda, domicílio e residência são palavras sinônimas utilizadas para designar um conjunto de fatores arquitetônicos, culturais, econômicos, sócio-demográficos, psicológicos e políticos que representam uma ordenação espacial e um núcleo territorial que atendem às condições básicas de habitabilidade, segurança e salubridade (BRANDÃO, 2006).

Para o autor, a habitação é definida como sendo o espaço que proporciona ao seu usuário privacidade e intimidade, que reproduz a imagem de seu ocupante, que possibilita as relações familiares e o desenvolvimento de atividades em grupo ou individuais, que exprime uma territorialidade bem demarcada e define uma interioridade.

A questão da HIS apresenta problemas que estão além da sua construção e a solução dessas dificuldades está ligada a fatores como a renda das famílias de classes sociais mais baixas, à dificuldade de acesso aos financiamentos concedidos pelo governo e à deficiência na implantação de programas e políticas habitacionais públicas (BRANDÃO, 2006).

Sendo a habitação um direito garantido pela Constituição Federal aos cidadãos brasileiros, seus conceitos interagem com fatores sociais, econômicos e políticos, fruto de uma série de fatos históricos que culminaram na sua situação atual e determinaram o desenvolvimento da sociedade como um todo. Dessa forma, para se compreender o cenário atual da habitação popular e suas futuras projeções, faz-se necessário o conhecimento de aspectos socioeconômicos e históricos que norteiam as necessidades habitacionais do país.

4.1.1 Habitação Urbana

A habitação urbana deve oferecer espaço confortável, seguro e salubre aos seus ocupantes, além de abranger fatores como serviços e estruturas urbanas e equipamentos sociais. Serviços e estruturas urbanas compreendem as atividades desenvolvidas no âmbito da cidade que atendam às necessidades coletivas, como abastecimento e distribuição de água, coleta de esgoto e drenagem, fornecimento e distribuição de energia elétrica, comunicação, sistema viário e transporte coletivo. Os equipamentos sociais incluem as edificações e instalações destinadas às atividades como educação, saúde e lazer (ABIKO, 1995).

Com o advento da Revolução Industrial ocorre um aumento no número de indústrias e sua concentração em grandes instalações, inicialmente nas proximidades dos rios, culminou na formação dos centros urbanos. O crescimento da população, decorrente desse desenvolvimento, transformou o modo de vida nos principais centros europeus e, conseqüentemente, nas moradias. Porém, no final do século XVIII ocorria a primeira crise habitacional nos países pioneiros da Revolução Industrial (Inglaterra e França), quando grande número da população migrou das zonas rurais para as cidades, atraídas pelo desenvolvimento urbano. As péssimas condições de higiene e o grande adensamento em pequenos cômodos levaram a epidemias como cólera, peste e tifo (FOLZ, 2003 apud MARCOS, 2009).

No Brasil, as vilas operárias surgiam nas localizações próximas às indústrias e ofereciam condições de vida precária. O cortiço, moradias coletivas situadas em regiões depreciadas do centro urbano, tornou-se a forma mais comum de habitar nas cidades e no final do século XIX o país enfrentava os mesmos problemas das grandes metrópoles europeias (FOLZ, 2003 apud MARCOS, 2009).

É nesse período que surge, com maior enfoque no Rio de Janeiro e em São Paulo, o conceito de habitação popular planejada - destinada à classe de operários - através da criação de vilas operárias que se localizavam nas áreas periféricas aos grandes centros urbanos (FISCHER, 2003). A população trabalhadora morava, predominantemente, de aluguel. Não existia financiamento de casa própria e as habitações de aluguel eram oferecidas em mercados, constituindo um atrativo para investimentos privados (FOLZ, 2003 apud MARCOS, 2009).

Sendo assim, o conceito da habitação popular que começou a ser discutido na Europa no início do século XIX, é discutido no Brasil no final do mesmo século e início do século XX e, inicialmente chamado de “crescimento urbano-industrial”, levou engenheiros e arquitetos a projetarem espaços mínimos de moradia que, ao longo do tempo, foram sendo alterados conforme ocorriam evoluções técnicas, mudanças na sociedade e necessidades de infraestrutura urbana. As “moradias mínimas” surgiram como proposta para habitação destinada aos trabalhadores das indústrias localizadas nos centros urbanos e somente após a década de trinta é que o Governo dá início à possibilidade de financiamento de imóveis, através das Carteiras Prediais dos Institutos de Aposentadoria e Pensão (IAPs), levando a um aumento na produção de unidades habitacionais populares no país (MARCOS, 2009).

4.1.2 Habitação Rural

A casa grande e a senzala podem ser consideradas as primeiras casas rurais brasileiras. Implantadas pelos portugueses na primeira metade do século dezesseis, apresentavam características típicas do país de origem, porém com técnicas construtivas adaptadas ao local, considerando o clima tropical, os materiais disponíveis e alguma contribuição cultural indígena e africana (VAUTIER et al., 1960).

Segundo o autor os índios brasileiros possuíam limitadas técnicas de construção da habitação, porém, diante da grande diversidade cultural das populações indígenas foram constatadas variadas formas de moradias: casas em forma de colmeia, cabanas redondas ou cilíndricas, abrigos de palha, etc., cujas técnicas construtivas não ofereceram grande contribuição para caracterizar o tipo de habitação rural do Brasil, com exceção das moradias populares, que aproveitavam os elementos e recursos do próprio ambiente em que eram construídas¹. A influência da cultura africana na habitação rural brasileira teria sido ainda menor; devido às condições de escravidão a qual foram trazidos os negros africanos para o Brasil sua cultura foi descaracterizada e pouco pôde ser preservado.

¹ Esse tipo de construção, que emprega materiais e recursos oriundos do ambiente local ou regional no qual é implantada, é conhecida como arquitetura *vernacular*. O termo *vernacular* tem sua origem no latim e significa doméstico, nativo, indígena.

Sendo assim, na sua origem, a habitação rural brasileira apresenta características tipicamente lusitanas somadas a uma adaptação ao clima, ambiente e recursos disponíveis locais, resultando em uma construção original de características próprias e peculiares com influência de caráter popular, visto que a grande massa dos colonizadores era composta por lavradores portugueses.

Com o decorrer dos tempos novos tipos de moradias surgiram, passando a caracterizar a habitação rural no Brasil: a senzala foi substituída pelo mocambo - primeira habitação do trabalhador livre (trabalhador dos engenhos de açúcar); a casa grande cedeu espaço aos bangalôs, chalés, casas de estancieiro, ranchos, “barracas”, “tapiris”, palafitas, etc. As construções eram executadas de forma a adaptar-se ao local implantado e às condições oferecidas pelo ambiente, tanto em seu sentido físico como social. Os materiais de construção utilizados eram aqueles obtidos através do aproveitamento dos elementos naturais: barro², madeira, palha de diferentes palmeiras e outras espécies vegetais (VAUTIER et al., 1960).

Ainda segundo Vautier et al. (1960), a diversidade de nomes que a habitação do trabalhador rural recebe tornam-na diferenciada nos aspectos arquitetônico, mas principalmente nas condições de precariedade de vida de seus habitantes. O maior problema da habitação rural, independente da região do país, era a questão da higiene. Com a disseminação de doenças como a malária e a doença de Chagas, alguns cuidados passaram a ser adotados na construção das habitações rurais como, por exemplo, a construção de fossas sanitárias, janelas que pudessem ser fechadas e paredes lisas.

As condições da habitação nas áreas rurais do Brasil estão diretamente relacionadas com a situação econômica agrária do país. O baixo poder aquisitivo e o baixo nível na qualidade de vida dos agricultores familiares refletem, através do problema da habitação rural, na falta de acesso a condições sanitárias adequadas, em moradias de baixa qualidade física, funcional e ambiental, na queda do rendimento do trabalho e, conseqüentemente, da produção e no aumento do número de trabalhadores rurais que migram para as cidades (VAUTIER et al., 1960).

Segundo o autor as habitações rurais de interesse social se limitavam a oferecer um espaço onde as funções de cozinhar, comer e dormir se

² A taipa, o adobe e o pau a pique são métodos construtivos que caracterizam o uso do barro nas construções de moradias brasileiras.

acumulavam. Na maioria dos casos, esse espaço abrigava mais de uma família, gerando uma situação de superlotação que contribuía para o agravamento da falta de qualidade de vida do trabalhador rural. Tal condição ainda faz parte do cenário atual da situação das moradias rurais brasileiras.

As edificações rurais variam em dimensão, qualidade, funcionalidade, conforme a localização geográfica, renda dos proprietários, tamanho e produção da propriedade. Variam de acordo com a função que desempenham, da atividade que abrigam e do nível de sua especialização e conforme a cultura e tradição local ou familiar (MELLO, 1986).

Métodos e materiais construtivos, conforto ambiental e higiene são alguns dos aspectos que devem ser observados no momento do projeto, execução e análise das habitações rurais (PEREIRA, 1986). O autor aponta para a importância de um projeto arquitetônico harmônico, cujo planejamento funcional e ambiental esteja atrelado ao físico e estrutural, indica a necessidade do envolvimento de profissionais com conhecimento técnico, permitindo a simplicidade e a economia na execução, proporcionando um excelente funcionamento das construções que devem oferecer conforto e bem estar aos seus usuários.

Quando se trata de construção rural para habitação, ou seja, edificação localizada no campo e com a finalidade de servir de moradia aos agricultores familiares e trabalhadores rurais, o envolvimento de profissionais com conhecimento técnico (engenheiro agrícola ou civil, arquiteto, agrônomo ou técnico em edificações) se faz necessário para que sejam atendidas as necessidades dos usuários, garantidas as qualidades de ambiência e conforto da moradia, a segurança e durabilidade da edificação, bem como, para reduzir e otimizar a aplicação dos custos, evitando os desperdícios. Estes profissionais possuem a responsabilidade técnica pelos projetos e pela execução das obras habitacionais (BRASIL, 2008).

4.2 Política Nacional de Habitação

Por meio de um diagnóstico realizado a partir de dados do Censo Demográfico de 2000 e da Pesquisa de Informações Municipais de 2001, do Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia (IBGE), sobre a situação da habitação no Brasil, foram identificados os principais aspectos e dificuldades dessa questão, além das

necessidades habitacionais decorrentes do modelo institucional e financeiro em vigor, por meio do qual vem se dando a execução dos programas habitacionais no país.

De acordo com o diagnóstico citado, o Brasil apresenta um déficit habitacional quantitativo e qualitativo, ou seja, além de não suprir a demanda em números de habitação, estas não oferecem a qualidade e o conforto necessários para o desenvolvimento e bem estar de seus ocupantes. Segundo dados levantados através dessa pesquisa realizada, a necessidade quantitativa corresponde a 7,2 milhões de novas unidades habitacionais, das quais 1,7 milhões nas áreas rurais.

Com relação ao déficit qualitativo, observa-se carência de padrão construtivo, situação fundiária, acesso aos serviços e equipamentos, entre outros, o que revela a escassa articulação dos programas habitacionais com a política de desenvolvimento humano. Ambas as necessidades se concentram nas faixas populacionais de baixa renda.

A construção de habitação no Brasil corresponde a uma parcela significativa das atividades do setor da construção civil. Em 2002, segundo o Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SINDUSCON/SP), o subsetor da execução de edifícios foi responsável por 25% da riqueza gerada pela construção civil. Em 2003 o macro setor da construção civil gerou valor correspondente a 6,4% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, sendo que, em 2004 a construção civil foi responsável pela geração de 1,28 milhões de empregos com carteira assinada no país.

Através da criação do Ministério das Cidades, em janeiro de 2003, o governo Brasileiro buscou suprimir o déficit habitacional - que é maior junto à população de baixa renda - e assegurar o acesso à moradia digna. Com a ampliação dos investimentos nos setores da habitação, o Ministério aprimorou os planos existentes para melhor atender às características e necessidades da infraestrutura habitacional (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004).

A trajetória da política habitacional do Brasil tem sido marcada por avanços na concepção e no modelo de intervenção do poder público. A primeira política habitacional brasileira³ foi fundada em 1946 e mostrou-se ineficaz devido à falta de recursos e regras quanto a questões de financiamento. A Lei do Inquilinato foi uma das primeiras intervenções do Governo Federal, possibilitando a produção em massa de

³ Chamada de Fundação da Casa Popular.

moradias através dos Institutos de Aposentadoria e Pensões e da Fundação da Casa Popular (FCP) (BONDUKI, 2004).

Em 1964 foi implantado pelo Banco Nacional de Habitação (BNH) um novo modelo de política habitacional, baseado em um conjunto de características que seriam importantes para os próximos modelos de planos: a criação de um sistema de financiamento que permitiu a captação de recursos específicos e subsidiados, o Fundo de Garantia de Tempo de Serviço (FGTS) e o Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo (SBPE) (MARICATO, 1995 apud MARCOS, 2009).

O BNH era o agente financiador dessa política habitacional e a construção das unidades de habitação ficava a cargo das Companhias Habitacionais Municipais (COHAB) e à iniciativa privada. Com problemas na atuação do BNH, o plano acabou extinto por não conseguir superar a crise do Sistema Financeiro da Habitação (SFH). A crise no SFH e a extinção do BNH criaram um hiato em relação à política habitacional no País e o Banco Nacional de Habitação acabou fechando em 1986, tendo suas atribuições transferidas para a Caixa Econômica Federal, porém, as áreas relacionadas à habitação permaneceram vinculadas ao Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, cuja competência abrangia as políticas habitacionais, de saneamento básico, de desenvolvimento urbano e do meio ambiente (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004).

Nos anos noventa algumas medidas foram tomadas pelo Governo Federal na tentativa de facilitar a quitação dos imóveis financiados e executar programas de construção de moradias, porém tais ações não foram suficientes para desagrar as consequências da extinção do BNH: aumento das favelas e expansão de moradias nas periferias das médias e grandes cidades. Após o Plano de Ação Imediata para Habitação não gerar resultados, em 1993 o Governo implantou medidas e programas que objetivavam à retomada social do sistema habitacional brasileiro, apoiando-se em programas como o Habitar Brasil e o Morar Município, contando com recursos orçamentários e parcerias municipais (FISCHER, 2003).

Em 1994 inicia-se uma reformulação no Sistema Financeiro da Habitação, buscando solucionar os problemas de estruturação do Sistema e permitir um maior número de financiamentos para a população de baixa renda, além de melhorias na construção das novas unidades habitacionais (MARCOS, 2009).

Com a criação do Ministério das Cidades, são adotadas mudanças estratégicas no setor habitacional: o desenvolvimento integrado propõe que a habitação não

fique restrita somente a casa, mas ao direito de infraestrutura, saneamento ambiental, mobilidade e transporte coletivo, equipamentos e serviços sociais.

Surge então a Política Nacional de Habitação (PNH), como uma nova proposta que incorpora esse atual conjunto de recomendações, assegurados pela Constituição Federal, que considera a habitação um direito do cidadão através do Estatuto da Cidade - que estabelece a função social da propriedade - juntamente com as novas diretrizes do governo que recomendam a inclusão social e a gestão participativa e democrática (BRASIL, 2001).

Sendo assim, a Política Nacional de Habitação visa promover as condições de acesso à moradia digna, especialmente à população de baixa renda, contribuindo para a inclusão social e o desenvolvimento humano.

Atualmente no Brasil, segundo o Ministério das Cidades juntamente com a Secretaria Nacional de Habitação (SNH) - responsável pelos processos de formulação, acompanhamento e avaliação dos instrumentos de execução da Política Nacional de Habitação bem como das demais políticas públicas e instituições voltadas aos programas de acesso à moradia, estão em vigor, entre outros, os seguintes programas habitacionais: Plano Nacional de Habitação (PlanHab), Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS), Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) e Programa Minha Casa, Minha Vida, do qual fazem parte o Programa Nacional de Habitação Urbana (PNHU) e o Programa Nacional de Habitação Rural dos quais desmembram diversas ações sociais e fundos monetários (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2014).

A Figura 1 apresenta um resumo da trajetória da Política Nacional de Habitação até os dias atuais.

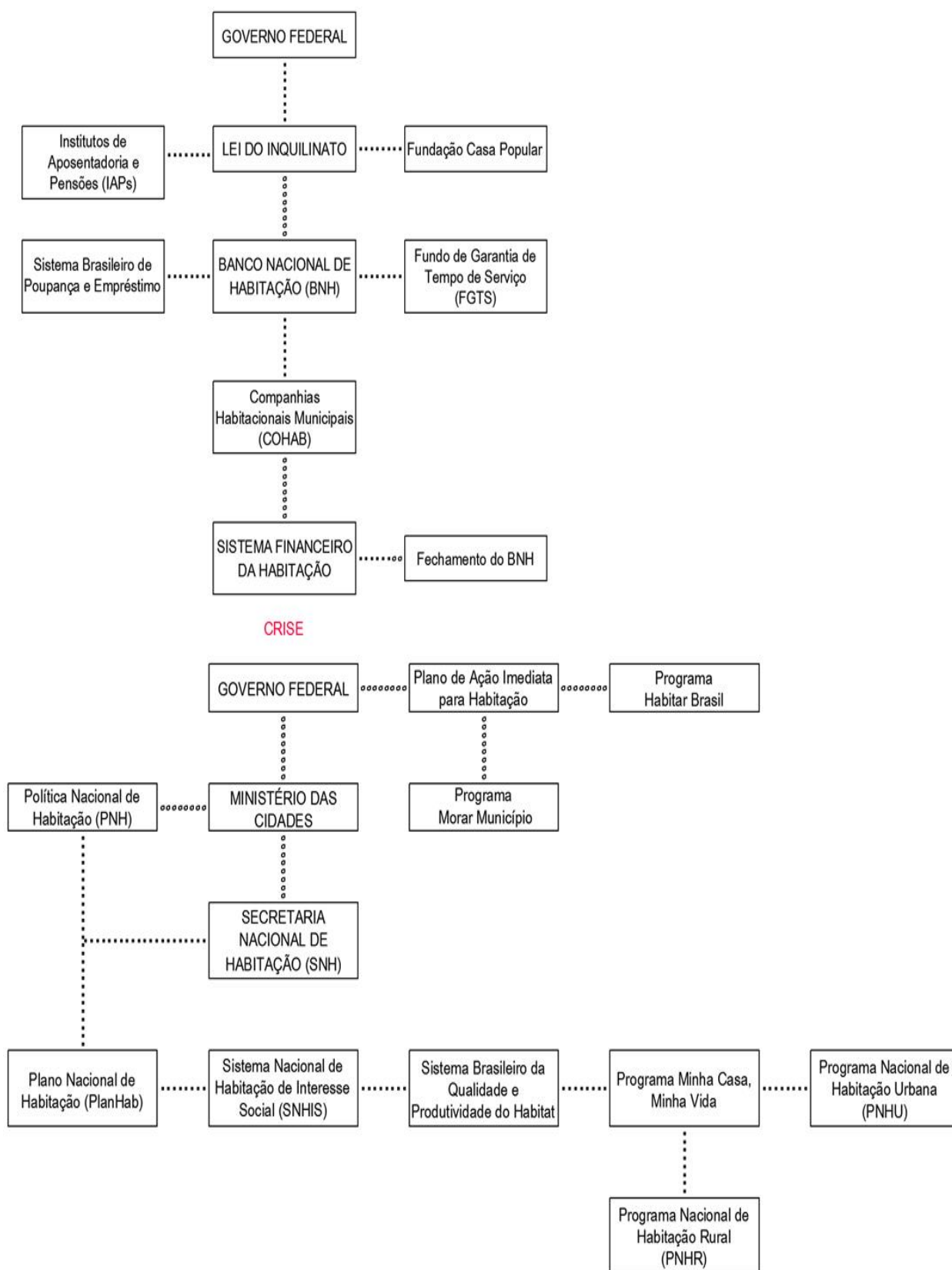


Figura 1 - Resumo da trajetória da Política Nacional de Habitação.

Fonte: Arquivo pessoal (2014).

A SNH conta com os Departamentos de Produção Habitacional (DHAB), de Desenvolvimento Institucional e Cooperação Técnica (DICT) e de Urbanização de Assentamentos Precários (DUAP) no aperfeiçoamento dos programas e ações voltadas ao progresso do acesso à habitação.

O DICT atua diretamente no âmbito do planejamento das políticas habitacionais, promovendo a Política Nacional de Habitação, o PlanHab e o SNHIS, estabelecendo parcerias para o desenvolvimento de estudos e pesquisas relacionados à questão da moradia que permitam calcular com eficiência o déficit habitacional do país possibilitando, assim, o embasamento técnico de informações que viabilizem a criação de políticas habitacionais eficientes e socialmente inclusivas (BRASIL, 2005).

Ao DUAP compete à promoção da elaboração e a efetivação de programas de apoio ao setor público e entidades civis sem fins lucrativos, visando à melhoria das condições de habitação em assentamentos rurais através do acesso a moradia de qualidade. O Departamento é responsável por acompanhar, monitorar e gerenciar as ações de habitação incluídas no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) (BRASIL, 2005).

O Plano Nacional de Habitação é um dos instrumentos mais importantes para a realização dessa nova proposta da Política Nacional de Habitação, pois tem como embasamento o processo participativo. O PlanHab está previsto na Lei Federal nº11.124/05 - que estruturou o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social - e ao longo de sua elaboração a Secretaria Nacional de Habitação buscou alicerçar um amplo compromisso nacional para assegurar o direito a moradia digna (BRASIL, 2005).

Desta forma, segundo a Secretaria Nacional de Habitação, o PlanHab, que apresenta um conjunto de mudanças de abrangência nacional, impacta diretamente o setor habitacional, como parte de um processo de planejamento de longo prazo que se articula com outros instrumentos de planejamento do Governo Federal, tendo como meta o ano de 2023 para finalizar a elaboração de estratégias e propostas que implementam um conjunto de ações formuladas para atingir o principal objetivo da PNH: tornar universal o acesso à moradia digna por todo cidadão brasileiro (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2014).

O Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social, também instituído pela Lei Federal nº11.124/05, compartilha o objetivo de instalar políticas e programas que proporcionem o acesso à moradia íntegra por parte da população de baixa

renda - que compões quase que a totalidade do déficit habitacional do Brasil - centralizando todos os programas e projetos destinados à Habitação de Interesse Social, atuando conjuntamente com o Fundo Nacional de Habitação do Interesse Social (FNHIS) que, desde 2006, centraliza todos os recursos orçamentários dos programas de HIS, inseridos no SNHIS (BRASIL, 2005; MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2014).

O Fundo é composto por recursos do Orçamento Geral da União (OGU), do Fundo de Apoio ao Desenvolvimento Social (FAS), recursos de empréstimos externos e internos, contribuições e doações de pessoas físicas ou jurídicas, entidades e organismos de cooperação nacional ou internacional e receitas de operações realizadas com recursos do FNHIS. Tais recursos têm aplicações pré-definidas e asseguradas legalmente: aquisição, construção, reforma, ampliação, conclusão e melhoria de unidades habitacionais; produção de lotes urbanizados para fins de habitação; regularização fundiária e urbanística de áreas de interesse social; implantação de saneamento básico, infraestrutura e equipamentos urbanos complementares aos programas de habitação social (BRASIL, 2006; MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2014).

4.2.1 Programa Nacional de Habitação Rural

O Programa Nacional de Habitação Rural, integrante do PMCMV, é voltado exclusivamente para a população que vive no campo, ou seja, aos agricultores familiares e trabalhadores rurais e tem como objetivo reduzir o déficit habitacional rural incentivando a permanência no campo e a manutenção da qualidade de vida das famílias rurais, através do acesso a moradia digna, adequada às condições e necessidades da vida na área rural (BRASIL, 2009b; 2012b).

Além dos trabalhadores rurais e agricultores familiares, o Programa Nacional de Habitação Rural inclui como seus beneficiários os quilombolas, silvicultores, extrativistas, pescadores artesanais, ribeirinhos, indígenas e demais comunidades tradicionais que se enquadram como agricultores familiares⁴, além dos produtores assentados do Programa Nacional de Reforma Agrária (BRASIL, 2012a; 2013b).

O PNHR dá subsídios para a construção, reforma ou ampliação de moradias rurais, através de operações de repasse de recursos do Orçamento Geral da União

⁴ Segundo definição do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA).

ou de financiamento habitacional com recursos do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço, para compra de material de construção, contratação de serviço de mão de obra e implantação de abastecimento de água e esgoto sanitário (BRASIL, 2011, 2013a).

O Ministério da Fazenda é o responsável pelo repasse dos recursos financeiros do OGU para aplicação no PNHR e o Ministério das Cidades é o gestor da aplicação desses recursos, estabelecendo os parâmetros operacionais do Programa e avaliando os resultados da aplicação do subsídio (BRASIL, 2012b).

A Caixa Econômica Federal (CAIXA), por intermédio das Gerências ou Representações de Desenvolvimento Urbano e Rural (GIDUR/REDUR), e o Banco do Brasil, por intermédio das Superintendências, são o Agente Financeiro e os Gestores Operacionais do Programa (BRASIL, 2012c), devendo controlar a execução orçamentária, analisar e acompanhar os procedimentos operacionais e propostas de projeto, bem como os processos jurídico e cadastral (BRASIL, 2009a, 2011, 2012b).

Ou seja, a CAIXA e o Banco do Brasil são responsáveis pela liberação dos recursos, pela contratação das operações com os beneficiários e por acompanhar o andamento da execução das obras.

Também conhecido como Minha Casa Minha Vida Rural, o PNHR atende a famílias com renda bruta anual máxima de R\$ 60.000,00 (sessenta mil reais), comprovada mediante Declaração de Aptidão (DA) ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), divididas em três grupos ou faixas de renda (BRASIL, 2012c).

O “Grupo 1” compreende as famílias com renda anual bruta de até R\$ 15.000,00 (quinze mil reais) e os recursos são subsidiados pelo Governo Federal. Nessa faixa a família custeia 4% (quatro por cento) do valor subsidiado, dividido em até quatro parcelas iguais e anuais retornadas ao Agente Financeiro, sendo a primeira parcela no ano subsequente, no mesmo dia e mês de assinatura do contrato (BRASIL, 2012c).

No “Grupo 2” estão as famílias com renda anual bruta superior a R\$ 15.000,00 (quinze mil reais) e até R\$ 30.000,00 (trinta mil reais), para as quais é disponibilizado financiamento com recurso do FGTS e subsídio de R\$ 7.610,00 (sete mil seiscentos e dez reais), por família, na forma de desconto - esse valor é subtraído da quantia financiada e o restante é dividido em até dez anos em parcelas semestrais ou anuais (BRASIL, 2012c).

O “Grupo 3” abrange as famílias com renda anual bruta maior do que R\$ 30.000,00 (trinta mil reais) e inferior ou igual a R\$ 60.000,00 (sessenta mil reais). Com disponibilização de recurso do FGTS, opera na modalidade de balcão, ou seja, as famílias podem ir diretamente e individualmente à CAIXA ou ao Banco do Brasil para obter o financiamento para construção, reforma ou ampliação da habitação (BRASIL, 2012c).

Além de subsídio para a compra de material de construção, contratação de serviço de mão de obra e solução para abastecimento de água e esgoto sanitário, o Programa disponibiliza para o “Grupo 1” e “Grupo 2” de beneficiários subsídio específico para execução de trabalho de Assistência Técnica (ATEC) e para o desenvolvimento de trabalho social na comunidade (BRASIL, 2008, 2011, 2012a).

O trabalho de assistência técnica corresponde à elaboração dos projetos necessários a execução das unidades de habitação e da infraestrutura do empreendimento, além de orientação quanto à reforma e ampliação das moradias. A assistência técnica será fornecida por profissionais credenciados ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) ou ao Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU). O projeto de arquitetura e engenharia deve ser constituído por, no mínimo, planta baixa, croqui e projetos complementares da unidade habitacional (BRASIL, 2012b).

O trabalho social objetiva principalmente o acesso à informação, possibilitando a participação das famílias em outras políticas públicas, o conhecimento de questões ambientais, produção orgânica e soluções sustentáveis, a mobilização e participação dos beneficiários no projeto, o cuidado e embelezamento da propriedade, a importância do papel da mulher na produção familiar, a gestão da sociedade (BRASIL, 2012b, 2013b).

O valor do subsídio para as regiões Nordeste, Centro Oeste, Sudeste e Sul para a construção da unidade habitacional é de R\$ 28.500,00 (vinte e oito mil e quinhentos reais) e para a reforma da moradia é de R\$ 17.200,00 (dezessete mil e duzentos reais). O subsídio para o trabalho de assistência técnica é de R\$ 600,00 (seiscentos reais) e para o trabalho social é de R\$ 400,00 (quatrocentos reais) (BRASIL, 2012d).

Por ser considerada uma região de maior dificuldade de acesso às comunidades rurais, a região Norte do país conta com uma variação no valor subsidiado pelo Programa. Algumas comunidades, por exemplo, são acessíveis somente através de

embarcações enquanto outras enfrentam períodos longos de estiagem, o que altera a logística de implantação do PNHR (informação verbal) ⁵.

Sendo assim, na região Norte o valor para construção da moradia é de R\$ 30.500,00 (trinta mil e quinhentos reais) e para reforma da habitação o subsídio é de até R\$ 18.400,00 (dezoito mil e quatrocentos reais). Os subsídios para assistência técnica e trabalho social são os mesmos que nas demais regiões do país: R\$ 600,00 (seiscentos reais) e R\$ 400,00 (quatrocentos reais) respectivamente (BRASIL, 2012d).

A Figura 2 mostra um resumo das principais características e atribuições do Programa Nacional de Habitação Rural.

GRUPOS	RENDA FAMILIAR ANUAL	PRAZO	PRESTAÇÃO	PROPOSTAS	VALOR FINACIÁVEL		SUBSÍDIO ESPECÍFICO	
					CONSTRUÇÃO	REFORMA	ATEC	PTS
G1 (subsídio 96% do valor)*	Até R\$ 15 mil	4 anos	Anual de 1% do valor subsidiado	Via Entidades Organizadoras (EO)	R\$ 28.500**	R\$ 17.200**	R\$ 600	R\$ 400
G2	Entre R\$ 15 e R\$ 30 mil	10 anos	Anual ou semestral		Até R\$ 90.000***			
G3	Entre R\$ 30 e R\$ 60 mil	10 anos	Anual ou semestral	Individual direto nas agências financiadoras			Não possui	

* Assentados do PNRA serão atendidos na modalidade PNHR G1.

** Na região Norte o valor para construção é de R\$ 30.500 e R\$ 18.400 para reforma.

*** Valores máximos em função das regras do Manual do FGTS, sujeitos a aprovação de cadastro e capacidade de pagamento.

Figura 2 - Características dos Grupos Familiares.

Fonte: Adaptada de Brasil (2012d).

Ainda segundo a entrevista concedida pela Superintendente da CAIXA, para reduzir o déficit habitacional rural, o PNHR, que começou a ser implantado em 2009, tinha como meta a construção e reforma de 120.000 (cento e vinte mil) unidades de moradias até o ano de 2014 e mais 70.000 (setenta mil) voltadas para os assentados do

⁵ Informação fornecida pela Superintendente Nacional de Habitação Rural da Caixa, Noemi Aparecida Lemes, em entrevista concedida à TV NBR, em março de 2013.

PNRA. Em dados divulgados em março de 2013, entre 2011 e 2012 haviam sido atendidas pelo Programa 40.000 (quarenta mil) famílias em todo o país, com uma previsão de aumento de 25% de beneficiários para o próximo período e investimento de aproximadamente 1,5 bilhões de reais pelo Governo Federal.

Os agricultores familiares, trabalhadores rurais e produtores assentados são atendidos por intermédio das Entidades Organizadoras (EO), de natureza pública ou privada. As Entidades Organizadoras devem ser obrigatoriamente pessoa jurídica sem fins lucrativos, não possuir restrição cadastral junto ao Cadastro Informativo de Créditos Não Quitados do Setor Público Federal (CADIN) e não ter histórico de atraso ou paralização na execução de obras com contratos firmados no âmbito do PNHR (BRASIL, 2009c, 2012b).

Enquadram-se como Entidade Organizadora as cooperativas, associações, sindicatos, prefeituras e demais entidades que representem um grupo de beneficiários participantes do PNHR.

As famílias interessadas em participar do PNHR, que contemplem o “Grupo 1” e o “Grupo 2”, devem formar uma Comissão de Interesse que represente no mínimo 4 (quatro) e no máximo 50 (cinquenta) famílias, buscar uma Entidade Organizadora que possa representá-las e propor parceria com o Agente Financeiro – Caixa Econômica Federal ou Banco do Brasil (BRASIL, 2012a).

O Agente Financeiro irá orientar a EO quanto à documentação cadastral necessária para oficializar o interesse e a formalização do Termo de Parceria e Cooperação do PNHR. As famílias que se enquadram no “Grupo 3” devem ir diretamente a uma agência da CAIXA ou do Banco do Brasil para obter informações sobre o financiamento (BRASIL, 2012b).

O subsídio específico – assistência técnica e trabalho social – é repassado à Entidade Organizadora, a qual tem responsabilidade pelo encaminhamento da documentação das propriedades e dos beneficiários para participação no PNHR, desenvolvimento dos projetos de arquitetura e engenharia⁶, apresentação de orçamento para execução das obras e promoção de atividades e trabalhos sociais com os grupos

⁶ Devem ser desenvolvidos por profissional que apresente Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) expedida pelo CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia) ou Registro de Responsabilidade Técnica (RRT) emitida pelo CAU (Conselho de Arquitetura e Urbanismo). Podem ser responsáveis técnicos engenheiros civis, arquitetos, engenheiros agrônomos e engenheiros agrícolas.

beneficiados através de um Projeto de Trabalho Social (PTS), elaborado conjuntamente com o grupo de beneficiários a partir das características das famílias e do município, que contemple ações de organização comunitária, educação ambiental e para a saúde (BRASIL, 2012b).

O trabalho social deve ser implantado nas seguintes etapas: pré-obras - em até 90 (noventa) dias antes do início das obras; durante as obras - em todo o período de execução das construções; e pós-ocupação – por até 90 (noventa) dias após a conclusão das obras (BRASIL, 2012b).

A EO é também responsável por gerenciar as obras e os serviços prestados para execução das unidades habitacionais, garantindo a conclusão e a qualidade da construção bem como sua adequada apropriação pelo beneficiário, fornecendo à Secretaria Nacional de Habitação e aos agentes financeiros e operadores toda a informação necessária quanto às ações desenvolvidas referentes ao financiamento repassado e recursos de subvenção (BRASIL, 2012b).

A Entidade Organizadora deve convocar assembleia para a constituição da Comissão de Acompanhamento de Obras (CAO) e da Comissão de Representantes do Empreendimento (CRE) bem como encaminhar a documentação quanto à formalização dessas comissões (BRASIL, 2012b).

A CAO deve ser composta por no mínimo três integrantes, sendo dois beneficiários do Programa e um representante indicado pela EO, ficando responsável por acompanhar o andamento e evolução das obras, por assistir o recebimento e distribuição dos materiais e pela prestação de contas aos beneficiários e ao Agente Financeiro (BRASIL, 2012b).

À CRE compete a responsabilidade da gestão dos recursos financeiros, compra dos materiais, acompanhamento da emissão de notas fiscais por parte das lojas de material de construção, a prestação de contas aos beneficiários e ao Agente Financeiro. Deve ser composta por no mínimo três integrantes, sendo dois beneficiários e um representante indicado pela Entidade Organizadora (BRASIL, 2012b).

Os representantes da CAO e da CRE devem ser distintos, com exceção do representante indicado pela EO, que pode ser a mesma pessoa quando se tratar do mesmo empreendimento. Em caso de grupo de beneficiários formado por seis pessoas poderá ser constituída apenas a CRE e esta acumulará as atribuições das duas comissões (BRASIL, 2012a).

Para unidades habitacionais construídas em assentamentos da reforma agrária, compete ao INCRA, como gestor do PNRA, indicar ao Ministério das Cidades aqueles que são assentamentos prioritários para mobilização das famílias e apresentação dos projetos por parte das Entidades Organizadoras, além de fornecer material e documentação necessários à implantação do Programa, bem como atestar que os beneficiários preenchem as condições para participar do PNHR (BRASIL, 2013b).

Nos assentamentos que fazem parte do Programa Nacional de Reforma Agrária o PNHR admite grupos formados por mais de 50 (cinquenta) famílias, sendo que, os assentados se enquadram no “Grupo 1” de beneficiários. Os beneficiários do PNRA que já tenham obtido crédito para aquisição de material de construção em outro programa habitacional somente poderão participar do PNHR na modalidade reforma e os que participarem do PNHR não poderão ter acesso ao Crédito Instalação nas modalidades de aquisição e recuperação de material de construção (BRASIL, 2013b).

Todas as moradias rurais, vinculadas ao PNHR, de um grupo de beneficiários participantes, devem estar localizadas no mesmo município ou no máximo em três cidades distintas desde que limítrofes (BRASIL, 2012b).

As unidades habitacionais devem contar com soluções de abastecimento de água, esgoto sanitário e energia elétrica, além de atender às condições mínimas estabelecidas pelo Programa em relação à quantidade e dimensão de cada cômodo, aos materiais construtivos a serem utilizados, às aberturas para iluminação e ventilação, aos espaços de circulação e relativas às instalações hidráulicas e elétricas (BRASIL, 2012a). Tais especificações detalhadas são apresentadas no capítulo de material e métodos do presente trabalho.

Os projetos arquitetônicos devem apresentar soluções compatíveis com características regionais, locais, climáticas e culturais, soluções que possam prever uma futura ampliação da unidade e, ainda, que atendam a parâmetros de sustentabilidade ambiental. (BRASIL, 2012a, 2013a).

A conclusão das obras e dos serviços de produção ou reforma das unidades habitacionais tem prazo de 12 (doze) meses, podendo ser estendido pela Secretaria Nacional de Habitação por no máximo 12 (doze) meses, mediante justificativa do Gestor Operacional e Agente Financeiro do PNHR, e solicitado pela EO em até 30 (trinta) dias antes do término do prazo inicial para finalização das obras. O prazo máximo

para execução das unidades habitacionais, Assistência Técnica e Trabalho Social é de 18 (dezoito) meses (BRASIL, 2012b, 2014b).

Deverá ser adotado um único processo construtivo para o grupo de beneficiários participantes do Programa. São permitidos e adotados pelo PNHR os seguintes processos de construção, reforma e ampliação das unidades de habitação: autoconstrução assistida, mutirão ou autoajuda assistida, autogestão com administração direta e empreitada global (BRASIL, 2012b).

Na autoconstrução assistida é o próprio beneficiário, titular do contrato, quem constrói a unidade de habitação com o auxílio de assistência técnica especializada (engenheiro, arquiteto, mestre de obras, empreiteiro, etc.). O mutirão permite que os beneficiários construam suas moradias de forma recíproca, ou seja, os beneficiários de um grupo atuam conjuntamente na execução das unidades habitacionais, também com o auxílio de assistência técnica especializada.

A administração direta é a construção realizada pelos funcionários da Entidade Organizadora ou por mão de obra a ela vinculada. Sendo assim, a EO fica diretamente responsável pela execução das obras, devendo comprovar que possui funcionários em número suficiente e qualificados para a produção das unidades habitacionais.

Na empreitada global há a contratação de uma construtora para executar a obra e administrar os serviços financeiros, compra de material e mão de obra. Nesse caso, se a Entidade Organizadora for o Poder Público, deverá ser aplicada a Lei de Licitações⁷.

As propostas de reforma e de ampliação das unidades habitacionais que participarem do PNHR devem levar em consideração as inadequações passíveis de intervenção conforme tipologias estabelecidas pela Secretaria Nacional de Habitação: adensamento excessivo, falta de segurança da habitação, falta de condições de habitabilidade e insalubridade (BRASIL, 2012b).

Os serviços necessários de reforma e ampliação serão definidos pela equipe técnica da Entidade Organizadora, que deverá apresentar as tipologias de

⁷ A Lei de Licitações estabelece normas gerais sobre contratos administrativos e licitações pertinentes a obras, serviços, compras, alienações e locações no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios (BRASIL, 1993).

reforma claramente definidas no projeto arquitetônico, não sendo permitida a aplicação do subsídio nas demais construções existentes na propriedade rural (BRASIL, 2012b).

As habitações que apresentarem um número de moradores por dormitório considerado excessivo deverão ter mais um cômodo construído; as que apresentarem cobertura inadequada ou problemas na estrutura deverão passar por reparo ou substituição do telhado e reforço estrutural com eliminação de trincas nas paredes; as moradias com alto grau de depreciação, deficiências de instalações elétricas ou hidráulicas receberão reparos, pintura, instalação de esquadrias e rede elétrica e hidráulica adequadas; unidades de habitação com problemas de umidade, presença de mofo, falta de ventilação e com paredes e piso sem vedação, deverão receber impermeabilização, reboco, pintura e revestimento cerâmico, bem como troca de encanamentos e execução de banheiro dentro da moradia, com acesso interno (BRASIL, 2013).

Para aprimorar as políticas públicas de habitação rural e atender às reivindicações dos movimentos sociais, o PNHHR instituiu a formação de um Grupo de Trabalho (GT) responsável por propor mudanças a partir da discussão da política pública habitacional rural e das possíveis articulações com outras políticas complementares (BRASIL, 2014a).

O GT é composto por representantes da Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura (CONTAG), da Federação dos Trabalhadores na Agricultura Familiar da Região Sul (FETRAF), do Movimento Camponês Popular (MCP), do Movimento de Luta Pela Terra (MLT), do Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB), do Movimento dos Pequenos Agricultores (MPA), do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), da Articulação dos Povos Indígenas no Brasil (APIB), da Coordenação Nacional de Articulação das Comunidades Negras Rurais Quilombolas (CONAQ), do Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais do Brasil (MPP), da Secretaria Nacional de Habitação (SNH), do Conselho Nacional de Populações Extrativistas (CNS) e pelo diretor do Departamento de Produção Habitacional (DHAB) que será o coordenador do Grupo de Trabalho (BRASIL, 2014a).

4.2.2 Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado de São Paulo

A Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado de São Paulo foi fundada em julho de 1962 por iniciativa dos dirigentes dos sindicatos de trabalhadores rurais de diversos municípios do estado de São Paulo, com a colaboração da Federação dos Círculos Operários do Estado de São Paulo. Com o seu reconhecimento por parte do Ministério das Cidades, a Fetaesp se organizou e se desenvolveu, passando a representar cerca de 800 (oitocentos) mil trabalhadores rurais paulistas com mais de 130 (cento e trinta) sindicatos filiados.

Em constante luta pelo desenvolvimento da agricultura paulista a Fetaesp, cuja sede se localiza na cidade de Bauru para facilitar o contato e atendimento às bases de atuação, desenvolve cursos nas áreas de Promoção Social, Formação Profissional, Saúde e outros temas que possibilitem o aprimoramento do trabalhador rural e agricultor familiar, com o objetivo de ampliar seus conhecimentos e valorizar as características regionais, atuando de maneira a promover ações para a melhoria das condições de vida da população rural.

A Fetaesp participou de conquistas relevantes para os trabalhadores rurais como, entre outras, a criação da CONTAG, a Previdência Social Rural, o PRONAF e a Feira da Agricultura Familiar (Agrifam), que teve início em 2003, com o objetivo de proporcionar aos trabalhadores rurais acesso às mais modernas tecnologias, inovações e pesquisas voltadas ao desenvolvimento rural.

Até o ano de 2014 a Federação atuou com os trabalhadores rurais assalariados e produtores familiares, passando, após a decisão de um grupo de dirigentes sindicais e a alteração de seu estatuto em agosto de 2014, a operar somente com os agricultores familiares, de modo que os demais sindicatos representativos dos agricultores e assalariados rurais podem permanecer filiados à Fetaesp, que não receberá contribuição financeira dessas categorias.

As construções das habitações do PNHR cuja Entidade Organizadora é a Fetaesp contam com subsídio dos governos Federal e Estadual, sendo que o incentivo Federal é de 96% (noventa e seis por cento) dos R\$ 28.500,00 (vinte e oito mil e quinhentos reais) atribuídos a cada unidade habitacional que conta, ainda, com R\$ 10.000,00 (dez mil reais) subsidiados pelo Governo Estadual para a sua execução.

Esse valor foi reivindicado pela Fetaesp ao Governo do Estado de São Paulo em agosto de 2013 durante a 10^a Agrifam, a fim de propiciar a ampliação da unidade habitacional, garantindo uma moradia mais adequada à realidade e a necessidade dos agricultores familiares, resultando em uma habitação de R\$ 38.500,00 (trinta e oito mil e quinhentos reais).

4.3 Matriz Energética Brasileira

Publicada em 2007, a Matriz Energética Brasileira 2030, juntamente com o Plano Nacional de Energia 2030, compõem os dois principais documentos que consolidam os estudos desenvolvidos sobre a expansão da oferta e demanda de energia no Brasil para os próximos 25 anos. Sob responsabilidade do Ministério de Minas e Energia (MME), a edição anual da Matriz Energética Nacional é publicada com o objetivo de fornecer uma visão baseada em cenários da evolução da matriz energética nacional a longo prazo (BRASIL, 2014).

De acordo com o MME, o Plano Nacional de Energia (PNE) é um documento de cunho estratégico elaborado para o planejamento em longo prazo do setor energético brasileiro, orientando as tendências e alternativas de expansão desse setor para as próximas décadas. O Plano traz uma série de estudos que procuram fornecer informações necessárias às formulações de políticas energéticas sob um ponto de vista integrado dos recursos disponíveis (BRASIL, 2014).

O Balanço Energético Nacional (BEN) é o documento mais tradicional do setor energético brasileiro. Através de uma longa pesquisa o BEN divulga toda a contabilidade relativa ao consumo e à oferta de energia no país, abrangendo as atividades e operações ligadas à exploração e produção de recursos necessários à produção de energia primária e à conversão desta em formas secundárias. Além disso, considera as ações e procedimentos ligados às contas de importação e exportação, à distribuição e uso final da energia (BRASIL, 2014).

Além do BEN, o Ministério de Minas e Energia faz um levantamento de dados sobre a energia na América do Sul e nos países que fazem parte dos BRICs (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) e, através do Boletim Mensal de Energia, estima as matrizes energéticas do ano em curso, comparando-as com os anos anteriores, levantando as principais variáveis energéticas mensais e acumuladas até o mês

vigente, consumos totais e produção de combustíveis, assim como a produção física de alguns setores intensivos em energia, elaborando, desta forma, um quadro sobre as oportunidades e investimentos no setor de energia no Brasil (BRASIL, 2014).

Ferramenta de importância fundamental para as ações de planejamento e acompanhamento do setor energético nacional brasileiro, o BEN reúne a história das diversas atividades ligadas à oferta e procura de energia pelos setores energéticos nacionais, além de informações sobre reservas e capacidade energética instalada. O Balanço é elaborado e divulgado anualmente pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), através do Relatório Síntese e do Relatório Final do Balanço Energético Nacional. A EPE é uma empresa pública, instituída legalmente, cuja finalidade é prestar serviço no desenvolvimento de estudos e pesquisas que subsidiam o planejamento do setor energético Brasileiro, tais como energia elétrica, petróleo e seus derivados, gás natural, carvão mineral, fontes energéticas renováveis, eficiência energética (BRASIL, 2015).

O Relatório Síntese de 2015 traz dados quanto à oferta, transformação, distribuição, importação, exportação e consumo final da energia no país, sendo 2014 o ano base do documento, cujos dados serão detalhados no Relatório Final do BEN 2015. A contabilização da energia é dada em toneladas equivalentes de petróleo (tep), cujo valor de correspondência é 10 mil kcal/kg. Calculam-se os fatores de conversão pelas relações entre o poder calorífico de cada fonte e o poder calorífico do petróleo, adotado como parâmetro (BRASIL, 2015).

Segundo o relatório referido, em 2014 a demanda total de energia no país registrou uma taxa de crescimento de 3,1% ante a evolução do PIB nacional de 0,1%. O gás natural e o petróleo com seus derivados representam 80% desse aumento - crescimento atribuído à queda na oferta interna de hidroeletricidade com consequente aumento no consumo de termoeletricidade, no caso, gás natural, óleo e carvão mineral.

Devido às condições hidrológicas desfavoráveis no decorrer do período, houve uma queda da oferta de energia hidráulica, pelo terceiro ano consecutivo, de 5,6%. A redução da oferta hídrica explica a diminuição na participação de renováveis na matriz de energia elétrica brasileira, mostrada na Tabela 1 (BRASIL, 2015).

Tabela 1 – Queda da participação de renováveis na matriz elétrica brasileira.

ANO	PARTICIPAÇÃO DE RENOVÁVEIS NA MATRIZ ELÉTRICA
2012	84,5 %
2013	79,3%
2014	65,2%

Fonte: BRASIL (2015) adaptada pelo autor.

Ainda assim, a participação de renováveis na Matriz Energética Brasileira, em 2014, se manteve entre as mais elevadas se comparada com outros países do mundo. A biomassa de cana de açúcar respondeu por 15,7% da repartição da oferta interna de energia, a energia hidráulica por 11,5%, a lenha e o carvão vegetal por 8,1% e as demais energias renováveis por 4,1%, totalizando 39,4% de participação⁸. A repartição da oferta interna de energia não renovável totalizou 60,6%, sendo o petróleo e seus derivados responsáveis por 39,4%, o gás natural por 13,5%, o carvão mineral por 5,7%, o urânio por 1,3% e outras fontes não renováveis por 0,6% do total (BRASIL, 2015).

A Oferta Interna de Energia (OIE), ou seja, a demanda energética brasileira, representa a energia necessária para movimentar a economia do país, incluindo o consumo final de energia nos setores residencial e econômico, além das perdas no transporte, distribuição e processos de transformação da energia (BRASIL, 2015).

Sendo assim, a Figura 3 ilustra a variação da OIE entre 2013 e 2014 na participação de renováveis na Matriz Energética Brasileira e a Figura 4 apresenta um panorama do consumo de energia no Brasil no ano de 2014 em comparação ao ano de 2013, segundo informações do Relatório Síntese de 2015.

⁸ Incluindo a importação de eletricidade proveniente de fonte hidráulica.

	Valores em Mtep*	
Fonte energética	2014	2013
RENOVÁVEIS	120,5	119,8
Energia hidráulica**	35,0	37,1
Biomassa de cana	48,1	47,6
Lenha e carvão vegetal	24,7	24,6
Outras renováveis	12,3	10,6
NÃO RENOVÁVEIS	185,1	176,5
Petróleo e derivados	120,3	116,5
Gás natural	41,4	37,8
Carvão mineral	17,6	16,5
Urânio	4,0	4,1
Outras não renováveis	1,8	1,6

* tep - Tonelada equivalente de petróleo.

** Inclui importação de eletricidade oriunda de fonte hidráulica.

Figura 3 – Oferta Interna de Energia renovável e não renovável: comparativo entre os anos de 2013 e 2014.

Fonte: BRASIL (2015) adaptada pelo autor.

Valores em Mtep*	2014	2013
Oferta Interna de Energia (OIE)	305,6	296,3
Consumo final	265,9	260,2
Perdas **	39,7	36,1

* tep - Tonelada equivalente de petróleo.

** Inclui perdas na transformação.

Figura 4 – Oferta Interna de Energia total: comparativo entre os anos de 2013 e 2014.

Fonte: BRASIL (2015) adaptada pelo autor.

O setor industrial foi o responsável pelo maior consumo de energia no país, no ano de 2014. O gráfico na Figura 5 compara o consumo dos diferentes setores no mesmo ano.

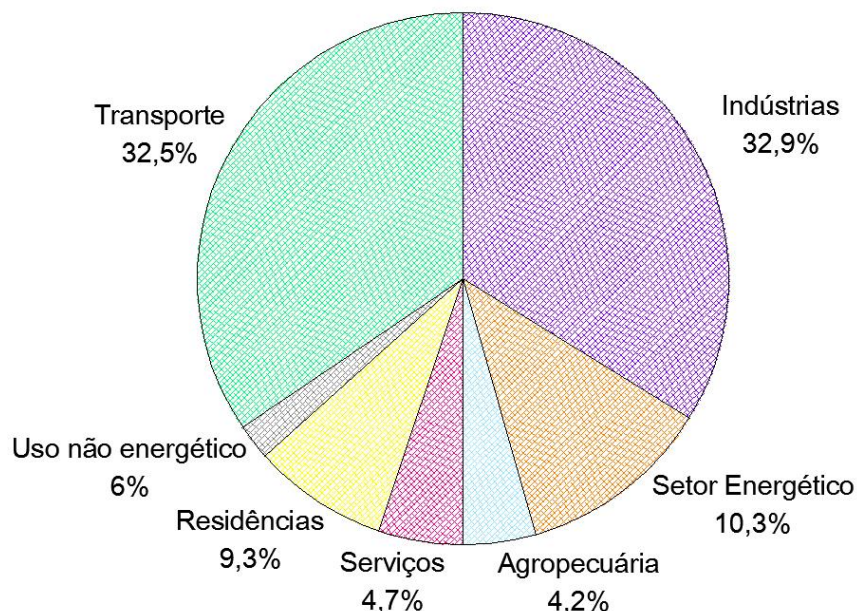


Figura 5 – Consumo energético por setores no Brasil em 2014. Adaptado do Relatório Síntese de 2015.

Fonte: BRASIL (2015).

4.3.1 Consumo de energia na construção civil

O setor da construção civil está diretamente ligado a setores da economia, como o público, o comercial e o residencial e, parcialmente conectado a setores como o industrial e de transportes, devido à produção e descolamento de material de construção. O setor de edificações é o maior consumidor final de energia no mundo, sendo responsável pelo consumo de 48,5% de energia elétrica no Brasil (BRASIL, 2014).

A Agência Internacional de Energia (IEA) constatou que devido aos aumentos mundiais no custo da energia e do eventual esgotamento dos combustíveis fósseis, será necessário que o setor reduza as emissões de CO₂ (dióxido de carbono ou gás carbônico) em 77% (setenta e sete por cento), até o ano de 2050, para que sejam evitadas mudanças climáticas excessivas (IEA, 2014).

Ainda segundo a IEA, no setor da construção civil, o consumo de energia acontece em quatro frentes principais: na extração, fabricação e transporte dos

materiais de construção; na execução da edificação (canteiro de obras); na operação e manutenção do edifício construído e na demolição do mesmo, quando chega ao fim da sua vida útil.

O foco do presente trabalho é a energia consumida na primeira e segunda fase descrita pela Agência Internacional de Energia, ou seja, a energia embutida nos materiais utilizados na construção civil e a energia dispendida pela mão de obra humana na execução da edificação.

A energia consumida pelas edificações, afeta quinze áreas diferentes que poderiam se beneficiar da melhora na eficiência energética do setor da construção civil. Tais áreas podem ser vistas na Figura 6.

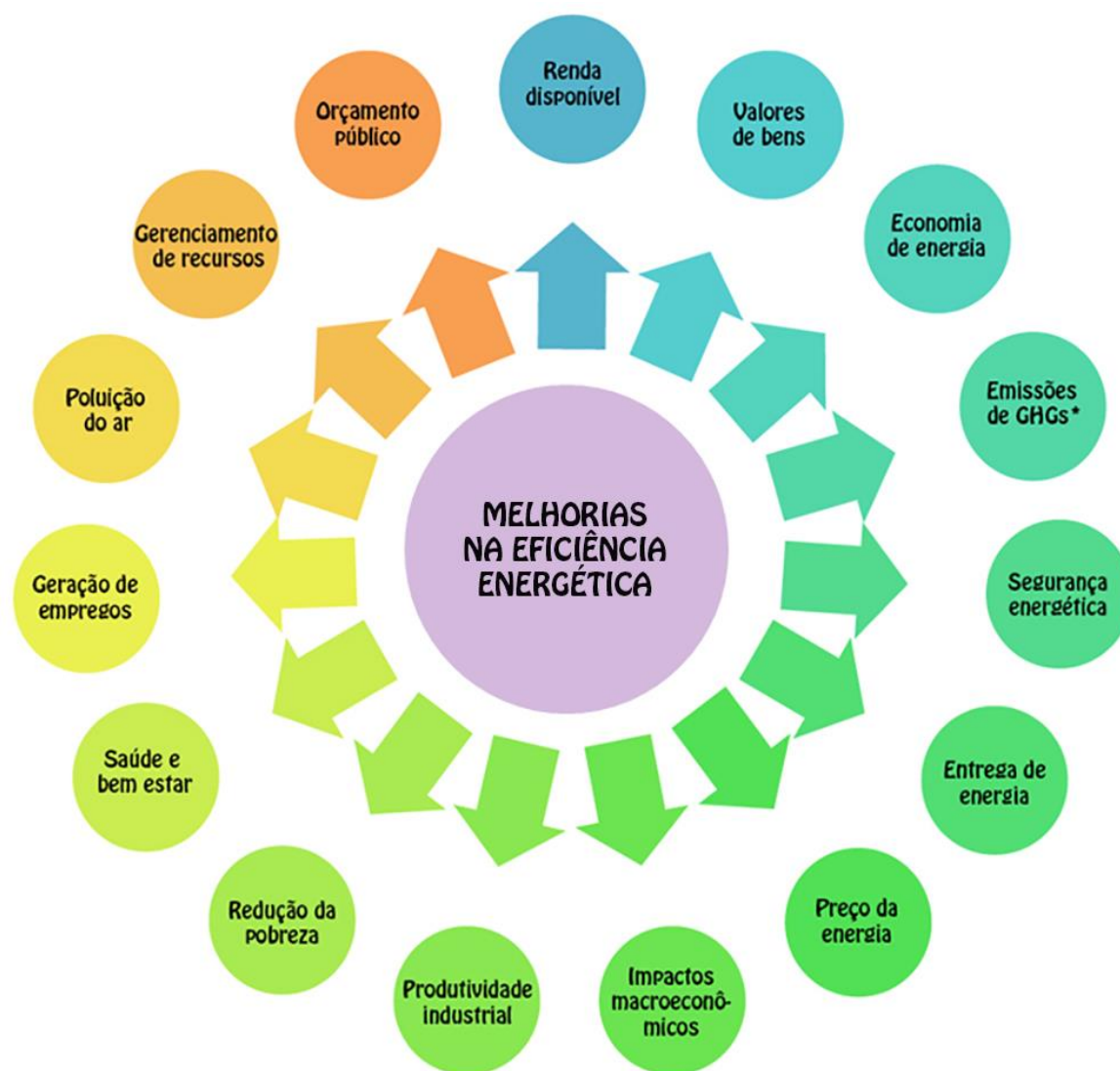


Figura 6 – Principais áreas afetadas pelo uso racional de energia na construção civil.
*Gases Efeito Estufa.

Fonte: IEA (2014).

De acordo com o Conselho Internacional da Construção (CIB) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o setor da construção civil representa um papel essencial no alcance dos objetivos globais para um desenvolvimento sustentável. O CIB aponta a indústria da construção como o setor de realizações humanas que mais consome recursos naturais e energia de forma intensiva, causando impactos ambientais significativos. Além de gerar embates relacionados ao consumo de recursos e energia, a construção civil gera impactos associados à produção e descarte de resíduos sólidos.

Como forma de minimizar as consequências ambientais negativas do setor, surge o arquétipo da construção sustentável que, segundo definido pela Agenda 21, busca “[...] a restauração e a manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído, e a criação de bases que afirmem a dignidade humana e encorajem a equidade econômica”. Ou seja, busca-se que o setor da construção civil ultrapasse o contexto do desenvolvimento sustentável para lidar com a questão da sustentabilidade ambiental em conjunto com a sustentabilidade econômica e social, de forma a evidenciar a importância da adição de valor à qualidade de vida e bem estar humano.

O MMA recomenda que, em síntese, o setor da construção busque reduzir e otimizar o consumo dos insumos e da energia através da diminuição na geração de resíduos, da preservação do ambiente natural e da valorização do ambiente construído. Para tanto, recomenda-se algumas ações listadas na Figura 7.

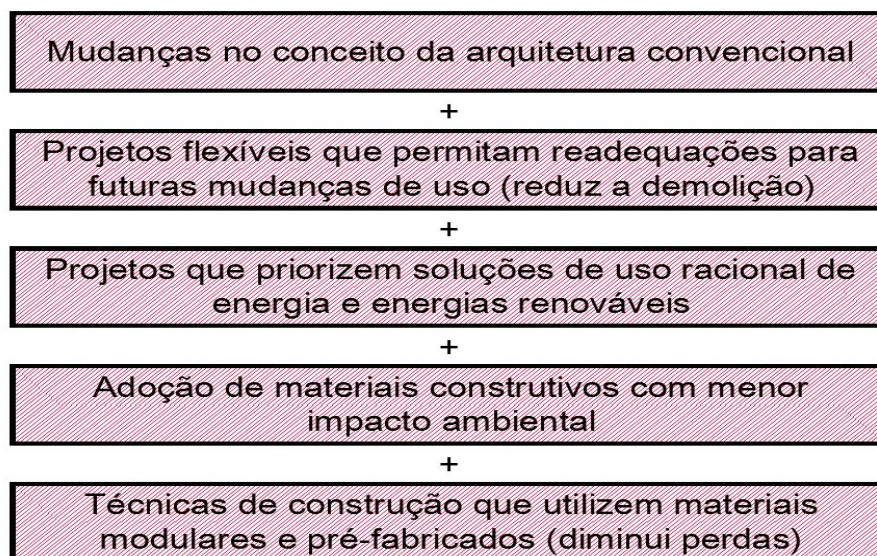


Figura 7 – Recomendações para economia no consumo de energia pelo setor da construção civil.

Fonte: MMA (2015).

A origem da energia envolvida em um determinado sistema de produção, seus fluxos e distribuição, são importantes instrumentos de avaliação da sustentabilidade de um sistema produtivo. Diante da atual situação de crise nos setores energéticos, a análise da energia empregada nos processos produtivos, materiais e equipamentos, possibilita a identificação daqueles de maior consumo energético e a indicação de opções de economia (CAMPOS, 2001).

Em estudo sobre o uso de energia em edificação rural, com o objetivo de estimar a energia envolvida na construção de uma instalação utilizada para armazenar fardos de feno em um sistema de produção de leite e apontar materiais e processos de menor custo energético, Campos et al. (2003) constatou a falta de informações na literatura acerca dos conteúdos energéticos para a construção das edificações utilizadas nos variados processos de produção agrícola no Brasil.

Após a crise petroléira da década de setenta, diversos países direcionaram recursos para o desenvolvimento de estudos e pesquisas relacionadas à busca por fontes alternativas de energia e sistemas de produção mais eficientes energeticamente. Foi então que o desempenho energético das edificações começou a ser assunto fortemente discutido principalmente em países da Europa e pelos Estados Unidos (MENDES et al., 2005).

As edificações (residenciais, comerciais, industriais, institucionais, públicas) são responsáveis por grande parte do consumo de energia na maioria dos países. Os Estados Unidos, por serem fortemente dependentes do petróleo para suprir a demanda por energia elétrica, começaram a incentivar e priorizar iniciativas de desenvolvimento de edificações eficientes energeticamente (MENDES et al., 2005).

Com poucos trabalhos desenvolvidos acerca do consumo energético no setor da construção civil brasileira, o trabalho desenvolvido pela Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), publicado pelo Ministério da Indústria e Comércio em 1982, utilizado por diversos autores em trabalhos que tratam de mensurar o conteúdo energético de construções (CAMPOS et al, 2003; CAMPOS, 2004; TAVARES, 2006), também referenciou o presente trabalho.

A pesquisa da CETEC determinou os conteúdos energéticos diretos e indiretos de três edificações através do levantamento do consumo de energia na produção dos materiais de construção, constatando que, na época do estudo, 50% (cinquenta por cento) do óleo combustível consumido no estado de Minas Gerais eram destinados à

produção de cimento, cal e cerâmica e que 45% (quarenta e cinco por cento) da energia elétrica eram destinados à produção de outros materiais utilizados pela construção civil como ferro, aço e alumínio (BRASIL, 1982 apud TAVARES, 2006).

Assim como na análise energética de um sistema de produção agrícola que “[...] envolve a determinação da energia contida em cada um de seus fatores físicos de produção, da energia gasta na obtenção de tais fatores e ainda o conhecimento de como estes fatores interagem [...]” (MELLO, 1986), a avaliação energética das edificações depende da análise dos fluxos de energia que abrangem desde a origem da matéria prima do material de construção, passando pelo seu processo de fabricação e pelo método construtivo adotado na execução da obra, até a construção como um todo, finalizada.

Como mencionado anteriormente, poucos são os estudos acerca do consumo de energia na construção civil, seja na produção e/ou na operação dos edifícios. Em estudo sobre o consumo de energia em edificações residenciais brasileiras Tavares (2006) estimou que fossem consumidos 4,7% do total de recursos energéticos nacionais anuais na construção de residências e, acrescentando valores determinados pelo Balanço Energético Nacional, onde observou que as residências brasileiras consomem 11,6% de energia operacional de todos os recursos energéticos anuais brasileiros, chegou a um total de 16,3% de consumo de energia.

4.4 Análise Energética

Segundo Hesles (1981), a análise energética quantifica de forma aproximada a energia diretamente ou indiretamente utilizada para produzir um determinado bem ou serviço em um determinado ponto ou etapa pré-estabelecidos.

Diferente de uma análise econômico-financeira, que permite identificar apenas os fluxos e taxas de retorno de um capital investido ao longo de um determinado tempo, sujeita às instabilidades da economia, a análise dos fluxos de energia de um sistema permite a composição de um referencial livre das inconstâncias mercadológicas e financeiras, sendo compreendida no contexto da escassez dos recursos energéticos disponíveis. A análise energética de um sistema de produção deve ser parte de um conjunto de diagnósticos que integre análises econômico-financeiras, política, social e ambiental (MELLO, 1986).

Desta forma, para Mello (1986), a análise energética de um sistema produtivo permite não só a estimativa da energia investida na obtenção de um determinado produto, mas também a compreensão dos fluxos energéticos deste sistema, possibilitando que sejam identificados pontos de desperdício de energia e elementos que possam ser substituídos por outros componentes de menor custo energético.

A análise energética envolve produtos de diferentes fontes e conversores de energia em uma mesma unidade calórica com o objetivo de estabelecer fluxos de energia e determinar sua demanda total e eficiência através da relação de “entrada” e “saída” de energia (COMITRE, 1995).

Sendo assim, é possível monitorar a sustentabilidade de um processo produtivo, pois são quantificados os insumos utilizados e os produzidos, transformando-os em unidade de energia, de forma a propor o uso de fontes com menor custo energético como alternativa àquelas provenientes de fontes não renováveis e com maior conteúdo energético (BUENO et al., 2000).

Com a possibilidade de observar o desenvolvimento de um processo de valorização das energias que apresentam menor dependência de energia proveniente de recursos fósseis, principalmente do petróleo, passou-se a investigar não só a eficiência produtiva e econômica dos processos de produção, mas também a eficiência e o custo energéticos envolvidos, possibilitando a busca por fontes alternativas de energia, que tenham menor dependência do petróleo e seus derivados (BUENO, 2002).

Portanto, além das abordagens relacionadas à produtividade e área explorada, bem como aquelas que relacionam custos e lucratividade, os sistemas de produção agrícola têm recebido a atenção de pesquisadores que tratam das abordagens energéticas dos agroecossistemas, ou seja, da mensuração e obtenção de índices capazes de estimar o conteúdo energético envolvido em um determinado sistema de produção agrícola. A abordagem energética complementa as análises da produção física e econômica, e agrega questões sociais, ambientais, culturais e políticas, entre outras, uma vez que se aprofunda nas análises, principalmente no que diz respeito à sustentabilidade (BUENO, 2002).

Para Campos et al. (2003) “[...] o estudo da energia empregada em sistemas agrícolas [...] constituem importante instrumental para avaliação da sustentabilidade destes sistemas.” A partir da análise do dispêndio energético de um sistema produtivo é possível identificar as etapas, processos e insumos de maior custo

energético para, então, indicar opções de menor consumo energético, possibilitando um sistema mais econômico e sustentável do ponto de vista energético.

Porém, quando se trata da análise dos custos energéticos de edificações utilizadas nos processos produtivos agrícolas brasileiros, poucos são os estudos encontrados na literatura (CAMPOS et al., 2003) o que torna mais difícil mensurar os coeficientes energéticos dos materiais de construção e das diferentes partes da edificação.

O entendimento dos fluxos energéticos é fundamental para se compreender como são consumidos os recursos energéticos disponíveis. Sendo assim, determinar a energia necessária para a produção de um bem ou serviço, requer uma forma sistematizada de avaliação, a qual pode ser chamada de análise energética. Para a realização dessa análise é necessário que se limite o sistema a ser avaliado e que seja determinado um método ou modelo de análise (TAVARES, 2006).

No caso da análise energética de uma edificação, a diversidade de insumos e serviços implica em maior dificuldade para relacionar e avaliar energeticamente os elementos que envolvem sua concepção e execução. Sendo assim, a definição e limitação do sistema a ser estudado tem sido a principal questão para se viabilizar as análises energéticas de diferentes naturezas (BOUSTEAD; HANCOCK, 1979 apud TAVARES, 2006).

Pode-se, então, dizer que o recorte no sistema a ser estudado determina a complexidade da análise energética. A Federação Internacional de Institutos de Estudos Avançados (IFIAS), em um workshop realizado na Suécia em 1974, definiu alguns parâmetros para análises energéticas e, o grupo reunido no evento, conclui que “[...] a determinação da energia despendida no processo de obtenção de um bem ou serviço dentro da estrutura definida de convenções ou da aplicação de informações assim obtidas [...]” é o que caracteriza uma análise energética, e que esta deve prescrever um inventário dos insumos energéticos consumidos, bem como, examinar a natureza dos resultados, fornecendo subsídio para outras formas de análise (WILTING, 1996 apud TAVARES, 2006).

4.4.1 Classificação das energias

A palavra energia originou-se do grego *energeia* e *energós* cujos significados são, respectivamente, “operação, atividade” e “ativo, trabalhador”. Dessa

forma, podemos assumir que “energia” está associada à capacidade de produzir, ou seja, de realizar um trabalho, uma ação.

Antes dos anos 1970, a energia era tida somente como um bem necessário ao fornecimento de insumos à produção. Nos anos de 1980, com a crise do petróleo e a ameaça à produção gerada pelo crescente preço dessa matéria prima, a energia passou a ser um assunto intrínseco a questão da preservação ambiental.

Malassis (1973) apud Campos (2002) considerou os fluxos de energia para processos de produção agrícola. O autor supõe três diferentes fluxos de energia: externo, interno e perdido ou reciclado, sendo o fluxo externo a energia injetada no agroecossistema, o fluxo interno a energia compreendida na própria produção e o fluxo perdido ou reciclado como aquelas energias não aproveitadas no sistema produtivo.

Os recursos energéticos podem ser classificados, quanto a sua origem, em renováveis e não renováveis. Recursos renováveis são aqueles que se originam de processo fotossintético, dessa forma, entende-se por energia renovável àquela proveniente de recursos naturais, como o sol, as águas, o vento, ou seja, recursos que são considerados permanentes e naturalmente reabastecidos. A energia não renovável é classificada como aquela oriunda de combustíveis fósseis ou de fissão nuclear, ou seja, procedente de recursos temporários. Os combustíveis fósseis são representados pelo petróleo, gás natural e carvão (FAO, 1976).

A FAO (1976) estabelece, ainda, a diferença entre recursos energéticos comerciais e não comerciais. Os combustíveis fósseis, combustíveis nucleares, a energia eólica, hídrica, geotérmica e a energia das marés, a energia resultante da conversão solar em energia mecânica ou elétrica e o carvão vegetal, foram considerados como recursos energéticos comerciais. A energia do trabalho humano e do trabalho animal, a lenha, os resíduos agrícolas e dejetos animais, utilizados diretamente como combustível, foram classificados como recursos energéticos não comerciais.

É possível classificar os recursos energéticos de acordo com seu destino e sua utilização. Segundo Junqueira et al. (1982), a energia não utilizada de maneira direta na produção agrícola corresponde à energia utilizada para o bem estar do trabalhador rural e à energia contida nas operações pós-produção. A energia utilizada diretamente no processo, mas não convertida em energia no produto final é aquela que corresponde ao trabalho realizado pelos agricultores, animais de trabalho, máquinas e equipamentos. A energia utilizada e convertida de maneira direta ao produto final

corresponde à energia solar, dos nutrientes do solo, a energia contida nos adubos e nos alimentos dos animais.

Pode-se considerar os recursos energéticos segundo a forma como se apresentam na natureza: energia primária e energia secundária. Energia primária: “[...] as fontes providas pela natureza na sua forma direta, como a energia luminosa provida do sol, a energia química provida do petróleo, a energia mecânica provida do vento ou da água [...]”. Energia secundária: “[...] é considerada como aquela derivada da energia primária que passa por um centro de transformação, [...] como no caso do óleo diesel que é energia química secundária, derivado da energia química primária do petróleo encontrado na natureza” (MACEDÔNIO; PICCHIONI, 1985).

Para Ulbanere (1988), no cálculo de eficiência energética de um processo produtivo agrícola, as energias podem ser classificadas em “diretas” e “indiretas”, sendo a energia direta aquela referente ao conteúdo energético de combustíveis e lubrificantes e, energia indireta, o conteúdo energético de insumos e máquinas agrícolas. O autor não contabilizou a energia contida nas atividades humana.

Os recursos energéticos podem também ser considerados conforme sua origem: biológica, fóssil e industrial. A energia de origem biológica é caracterizada pela energia de origem humana ou animal, energia oriunda de resíduos de animais e da agroindústria, de material genético de propagação, dos alimentos dos animais, adubação verde e cobertura morta. A energia de origem fóssil é caracterizada pelos produtos e subprodutos do petróleo, como combustíveis, lubrificantes, graxa, adubos químicos e agrotóxicos. A energia de origem industrial caracteriza a energia contida nos tratores e equipamentos agrícolas, bem como a energia elétrica (CARMO et al., 1988).

Avaliando energeticamente a cadeia produtiva da soja na região de Ribeirão Preto, interior do estado de São Paulo, Comitre (1993) apud Campos (2002) exibiu dois tipos de fluxo externo de energia na composição da matriz do grão da soja: energia direta e indireta. A autora observou que os tipos de fluxo de energia se subdividem dependendo de qual for a fonte energética, esta, especificada pela maneira a qual aparece no processo produtivo.

Dessa forma, a energia direta seria aquela originada do somatório das quantidades calóricas totais das fontes energéticas na forma em que se apresentam e, a energia indireta, a somatória das quantidades calóricas da energia incorporada nas máquinas, insumo, equipamentos, implementos e edificações, ou seja, a energia total de

bens e serviços consumidos na produção, incluindo transporte, distribuição e armazenagem (COMITRE, 1993 apud CAMPOS, 2001).

A origem e a forma de se utilizar a energia em um agroecossistema, e em outros sistemas de produção, apresentam-se de modos diferenciados, o que faz necessária uma classificação da energia para que possam ser realizadas análises energéticas sobre os sistemas produtivos (BUENO, 2002). A determinação dessa energia é importante para que se possam visualizar os impactos causados, por cada atividade desenvolvida, ao meio ambiente.

Sendo assim, para a análise energética de um sistema de produção deve-se entender a relação entre “entradas” (inputs) e “saídas” (outputs) de energia, bem como a maneira como é utilizada e classificada nos sistemas produtivos, pois esta análise estima a quantidade de energia diretamente utilizada e/ou indiretamente consumida em determinadas etapas do processo de produção.

Segundo Bueno (2002), pode-se apresentar de duas maneiras a composição do fluxo externo de energia presente no agroecossistema: energia direta e indireta. A energia direta pode apresentar-se de três maneiras de acordo com sua fonte: biológica, fóssil e elétrica, enquanto a energia indireta é representada pela fonte industrial. A Figura 8 retrata a classificação proposta pelo autor.



Figura 8 – Classificação das energias conforme a fonte.

Fonte: Arquivo pessoal (2015).

Seguindo essa classificação, Campos (2001) indicou que os combustíveis de origem fóssil e a eletricidade, ou seja, formas de energia absorvidas diretamente no agroecossistema, são consideradas do tipo “energia direta” e que as energias de fonte industrial, manufaturadas, enquadram-se como formas de “energia indireta”.

A energia que se consome é proveniente de fontes primárias e secundárias. As fontes energéticas primárias são aquelas fornecidas pela natureza e utilizadas na sua forma direta como, por exemplo, o petróleo, o gás natural, o carvão vapor e o metalúrgico, o urânio, a energia hidráulica, a lenha, produtos da cana e resíduos vegetais e industriais utilizados para geração de vapor ou calor, entre outros. A energia proveniente de insumos energéticos resultantes da transformação da energia primária é de fonte secundária e temos como exemplo o óleo diesel e óleo combustível, a gasolina, o gás liquefeito, a querosene, a eletricidade, o carvão vegetal (BRASIL, 2014).

4.4.2 Energia embutida nos materiais de construção

A energia contida em uma edificação pode ser observada sob duas óticas diferentes: através da energia operacional e da energia incorporada. A energia operacional é aquela necessária às atividades de operação e funcionamento dos edifícios, como aquecimento, refrigeração, ventilação, iluminação, etc. A energia incorporada diz respeito às energias utilizadas na construção do edifício e inclui os o conteúdo energético dos materiais de construção, serviços e componentes utilizados, ou seja, trata da energia utilizada desde as fontes primárias, processo de manufatura e transporte até a energia utilizada na execução da edificação (SZOKOLAY, 1997).

Treloar et al. (2001) definem Energia Embutida (EE) como sendo o total de insumos energéticos, diretos e indiretos, necessários para a produção e distribuição de um produto desde sua origem até o final do seu ciclo de vida. Dessa forma, a energia embutida em uma edificação pode ser determinada através da análise da energia embutida nos materiais de construção utilizados na sua execução.

De modo geral, o método de análise da energia embutida nos materiais de construção baseia-se nas etapas do processo de produção desse material, discriminando os eventos de consumos energéticos diretos e indiretos em cada etapa.

No Brasil, ainda é limitado o número de trabalhos envolvendo a obtenção de coeficientes energéticos de materiais de construção. A origem da matéria prima empregada e o processo de fabricação dos materiais de construção são alguns dos fatores prevaletentes que determinam seu custo energético (FERNANDES; SOUZA, 1982 apud CAMPOS, 2001).

Fernandes e Souza (1982 apud CAMPOS, 2001), utilizando-se de diferentes materiais de construção, determinaram a energia empregada na execução de uma residência composta de três dormitórios, um banheiro, uma sala de estar, uma cozinha, uma sala de jantar e uma varanda. Separando o modelo de habitação em dois tipos, os autores observaram que a substituição do tijolo cerâmico pelo bloco de concreto resultou em economia no consumo energético total da unidade habitacional. As paredes de tijolo cerâmico representaram 66% (sessenta e seis por cento) do conteúdo energético total da edificação, sendo este valor superior ao custo energético total da residência executada com blocos de concreto.

No mesmo estudo, os autores observaram também que a areia, a brita, o PVC, o bloco de concreto, o piso vinílico e as vigas de concreto são os materiais de menor custo energético, por unidade de peso. Concluíram que o coeficiente energético do tijolo cerâmico é sete vezes maior que o do bloco de concreto, por unidade de peso, e que a telha de amianto possui quase a metade do conteúdo energético da telha de cerâmica. Os conteúdos energéticos calculados pelos autores podem ser vistos na Tabela 2.

Tabela 2 – Conteúdos energéticos (kcal) de uma residência utilizando-se diferentes tipos de materiais estudadas por Fernades e Souza (1982).

ELEMENTO	MATERIAL	CONTEÚDOS	CONTEÚDOS
		ENERGÉTICOS	ENERGÉTICOS
		Tipo 1	Tipo 2
Laje de cobertura	Cimento	1.420.224	1.420.224
	Areia	21.839	21.839
	Brita	114.443	114.443
	Ferragem	2.462.544	2.462.544
	Total	4,02x10⁶	4,02x10⁶
Fundação	Cimento	7.519.904	7.519.904
	Areia	115.036	115.036

	Brita	603.012	603.012
	Total	8,24x10⁶	8,24x10⁶
Forro	Cimento	162.217	162.217
	Areia	9.918	9.918
	Cal	233.411	233.411
	Tinta	14.687	14.687
	Total	0,42x10⁶	0,42x10⁶
Estrutura	Total	0,40x10⁶	0,40x10⁶
Paredes	Vidro	829.563	829.563
	Tijolo cerâmico	23.654.160	-
	Tijolo de concreto	-	2.898.883
	Cimento	1.893.632	1.256.352
	Areia	115.453	76.505
	Cal	2.545.686	1.684.826
	Tinta	28.622	31.674
	Cerâmica	1.199.793	2.674.649
	Azulejo	2.336.799	-
	Total	32,60x10⁶	9,45x10⁶
Telhado	Telhas cerâmica	2.745.240	-
	Telhas de amianto	-	1.487.760
	Total	2,75x10⁶	1,49x10⁶
Pisos	Cerâmica	1.055.040	-
	Vulcapiso	-	18.048
	Total	1,06x10⁶	0,02x10⁶

Fonte: CAMPOS (2001).

Manfredini e Sattler (2005) estimaram índices de energia incorporada a materiais de cerâmica vermelha produzida no Rio Grande do Sul ao avaliar o impacto ambiental causado pelas edificações e pelo setor da construção civil, em especial, as consequências causadas pelo processo produtivo dos itens de cerâmica vermelha. Os dados encontrados permitiram uma estimativa da energia incorporada aos materiais cerâmicos e uma comparação com valores fornecidos pela literatura nacional e internacional.

Participaram da análise qualitativa e quantitativa, relacionadas ao consumo de fontes energéticas, 20 (vinte) indústrias gaúchas de cerâmica vermelha com produção entre 40.000 (quarenta mil) e 1.500.000 (um milhão e meio) de peças por mês - telhas, tijolos e blocos cerâmicos. No processo de cálculo os autores consideraram os gastos com energia elétrica utilizada principalmente nas fases de preparação da matéria prima - extrusão e secagem artificial, a matéria prima utilizada na etapa de queima e secagem artificial (lenha, serragem, cavaco de madeira), a energia utilizada em geradores a base de óleo diesel, gastos energéticos com a extração e transporte de argila, transporte de insumos energéticos e outras matérias primas⁹.

A média dos resultados encontrados por Manfredini e Sattler (2005) ficou dentro da faixa indicada pela literatura nacional, que varia entre 0,30 kWh/kg e 0,93 kWh/kg e dos valores referenciados pela bibliografia internacional, que variam de 0,29 a 1,94 kWh/kg. Sendo assim, os autores concluíram que a energia incorporada a um material é um importante indicativo da quantidade de energia gasta na sua produção, bem como a fonte da energia utilizada nos processos de sua fabricação.

Países como a Nova Zelândia, Japão, Índia e Austrália têm desenvolvido pesquisas sobre o conteúdo energético envolvido na fabricação e processamento de materiais de construção no intuito de monitorar os impactos ambientais causados pelo setor da construção civil e obter dados sobre os materiais de construção adotados (BUCHANAN; HONEY, 1994; SUZUKI et al, 1995; LAWSON, 1996 apud TAVARES, 2006).

Em estudo sobre a análise do ciclo de vida energético de edificações brasileiras para residência, Tavares (2006) apresenta valores de energia embutida nos materiais de construção obtidos a partir de análises energéticas. O conceito da EE é difundido e utilizado com o objetivo de viabilizar e aperfeiçoar as análises energéticas, sendo usado para definir os requisitos totais de energia dos materiais de construção e edificações. Através da utilização da noção de EE simplifica-se a obtenção de dados o que permite um aumento da precisão dos conteúdos energéticos obtidos – aproximadamente 90% (noventa por cento) do valor de requisitos totais de energia (BAIRD; CHAN, 1983; TREOLAR, 2001 apud TAVARES, 2006).

⁹ A principal fonte da energia utilizada no setor cerâmico gaúcho é a lenha, representando 86,11% da energia empregada no ano de 2000 (BRASIL, 2000 apud MANFREDINI; SATTLER, 2005).

Devido à complexidade que envolve a análise energética de uma edificação e à dificuldade em se encontrar dados publicados na literatura, optou-se, assim como utilizado por Tavares (2006), por adotar os índices de Energia Embutida para determinar os requisitos totais de energia dos materiais de construção utilizados na execução dos modelos de habitação analisados e, assim, estimar a quantidade de energia contida na edificação.

As unidades dos valores de eficiência energética são normalmente apresentadas conforme o Sistema Internacional, ou seja, em joule e seus múltiplos, como MJ.kg^{-1} e MJ.m^{-3} de material produzido e MJ.m^{-2} para elementos construídos, como alvenarias, pisos e coberturas.

Em seu trabalho sobre ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras, Tavares (2006) reuniu as principais pesquisas acerca de energia embutida em materiais de construção relacionadas à análises energéticas, resumidas na Tabela 3.

Tabela 3 – Principais pesquisas sobre Energia Embutida em materiais de construção.

AUTOR	ANO	TÍTULO
BOUSTEAD; HANCOCK	1979	Handbook of industrial energy analysis.
BAIRD; CHAN	1983	Energy Cost of houses and light construction Buildings.
LAWSON	1996	Building Materials energy and environment - Towards ecologically development.
ALCORN	1996	Embodied energy coefficients of building Material.
TRELOAR	1997	Extracting embodied energy paths from input-output tables: towards an input-output based hybrid energy analysis method.
ADALBERT	1997	Energy use during the life cycle of building: a method.

Fonte: Adaptada de TAVARES (2006).

Esses trabalhos pioneiros serviram de embasamento para diversos autores em outras pesquisas sobre energia embutida nas edificações (BUCHANAN; HONEY, 1994; FAY, 1999; CHEN, 2001; THORMARK, 2002; MITHRARATNE, 2004 apud TAVARES, 2006).

Os números encontrados pelos diversos autores apresentam diferenças em função do local em que foram realizadas as pesquisas e da metodologia aplicada para mensurar a quantidade da energia embutida nos materiais de construção. Além disso, as atividades econômicas e os processos industriais de produção dos materiais variam entre países, bem como a qualidade da matéria prima, o processo de extração e a mão de obra utilizada (TAVARES, 2006).

4.4.3 Dispendio energético da mão de obra

Mensurar o dispendio energético da atividade do trabalho humano é um assunto abordado e adotado de maneiras diferentes pelos autores diante da decisão de incluir ou não os valores nas análises energéticas, bem como da discussão de como mensurar a energia contida na atividade realizada pelo homem.

Pyke (1982) desenvolveu uma tabela na qual descreve conteúdos energéticos para diversas atividades realizadas pelo homem que variam entre 19 (dezenove) e 90 (noventa) kcal.hora⁻¹ para trabalhos leves, 80 (oitenta) e 200 (duzentos) kcal.hora⁻¹ para trabalhos moderados, entre 170 (cento e setenta) e 700 (setecentos) kcal.hora⁻¹ para trabalho pesados e de 400 (quatrocentos) a 1000 (mil) kcal.hora⁻¹ para trabalhos muito pesados. Porém não foi possível encontrar a publicação desta tabela com a descrição das atividades consideradas como leve, moderadas, pesadas ou muito pesadas.

Pimentel et al. (1973 apud MELLO, 1986) não consideram o trabalho humano no cálculo de dispendio energético, pois consideram que “o cálculo do valor apropriado do custo energético do trabalho é dificultado pelos vários meios de se considerar e medir o próprio [...]”. Para o autor deveriam ser considerados, para este cálculo, índices como a energia dispendida em tarefas particulares, a energia contida nos alimentos ingeridos, além da energia total gasta pelos trabalhadores e suas famílias nas atividades realizadas na sociedade. Dessa forma, a energia consumida pelo homem seria aproximadamente a mesma, esteja ele trabalhando ou desempregado.

Em 1974, David Pimentel havia considerado como insumo na produção agrícola o total de alimentos consumidos por um trabalhador, exercendo a atividade por aproximadamente 40 (quarenta) horas na semana, e chegou ao valor de 21.770 (vinte e um mil setecentos e setenta) kcal.semana⁻¹ e 580 (quinhentos e oitenta) kcal.hora⁻¹.

Revelle (1976 apud MELLO, 1986) citou o trabalho de Passmore e Durnin (1855) no qual os autores estimaram a energia gasta pelo homem na realização de diversas atividades agrícolas através da quantidade de oxigênio consumido e de dióxido de carbono expirado, chegando a 6 (seis) kcal.minuto⁻¹ para homens pesando em torno de 65 (sessenta e cinco) quilos e 4,7 (quatro vírgula sete) kcal.minuto⁻¹ para mulheres pesando aproximadamente 55 (cinquenta e cinco) quilos. Revelle (1976) adota para agricultores indianos um gasto energético de 250 (duzentos e cinquenta) kcal.hora⁻¹ para homens e 200 (duzentos) kcal.hora⁻¹ para mulheres.

Em 1979, Pimentel e Pimentel (1979 apud MELLO, 1986) desenvolveram alguns estudos nos quais abordaram a questão do cálculo da energia do trabalho humano na agricultura e o autor passou a adotar valores específicos para as diferentes atividades agrícolas exercidas pelo homem e chegou aos valores de 300 (trezentos) kcal.hora⁻¹ para trabalhos leves, 400 (quatrocentos) kcal.hora⁻¹ para trabalhos moderados, 500 (quinhentos) kcal.hora⁻¹ para atividades pesadas, 45 (quarenta e cinco) kcal.hora⁻¹ para o sono e 100 (cem) kcal.hora⁻¹ para atividades diferentes do trabalho.

Outros autores são citados por Mello (1986) e são diversos os índices energéticos considerados por eles na contabilização da energia humana dispendida nas atividades agrícolas. A Tabela 4 apresenta um resumo dos principais valores encontrados.

Tabela 4 - Energia humana dispendida em atividades agrícolas.

AUTOR	ANO	TRABALHADOR	ATIVIDADE	ENERGIA GASTA (kcal.hora⁻¹)
PASSMORE	1955	Homem		360
		Mulher		282
PYKE	1970	Homem ou mulher	Leve	19 – 90
		Homem ou mulher	Moderada	80 – 200

		Homem ou mulher	Pesada	170 - 700
		Homem ou mulher	Muito pesada	400 - 1000
CHRISTENSEN	1972	Homem ou mulher	Muito leve	150
		Homem ou mulher	Leve	150 - 300
		Homem ou mulher	Mod. Pesada	300 - 450
		Homem ou mulher	Pesada	450 - 600
		Homem ou mulher	Muito pesada	600 - 750
		Homem ou mulher	Extrem. Pesada	> 750
HEICHEL	1973	Homem ou mulher		175
PIMENTEL, D.	1974	Homem ou mulher		580
MAKHJANE	1975	Homem ou mulher		870
LEACH	1976	Homem ou mulher		200
REVELLE	1976	Homem		250
		Mulher		200
FAO	1976	Homem ou mulher	Moderada	250
ODUM	1979	Homem ou mulher		175
PIMENTEL, D.;	1979	Homem ou mulher	Leve	300
PIMENTEL, M.		Homem ou mulher	Moderada	400
		Homem ou mulher	Pesada	500
		Homem ou mulher	Sono	45
		Homem ou mulher	Diversas	100
HART	1980	Homem ou mulher		3130

Fonte: Adaptada de MELLO (1986).

Para Mello (1986), considerar o trabalho humano como insumo no cálculo energético de agroecossistemas pode ser contraditório. Porém, na análise energética de um sistema produtivo em Santa Catarina, o autor optou por considerar o trabalho humano em seus cálculos, apresentando diversos métodos utilizados na contabilização da energia consumida pelo trabalhador. Mello (1986) adotou o valor de 500 kcal.h⁻¹ para o trabalho humano na agricultura, incluindo as atividades extras laborativas.

Para Cook (1971 apud BUENO, 2002) uma estimativa da energia do trabalho humano poderia ser calculada pela transformação do salário do trabalhador em unidades energéticas, obtida através da relação entre unidade monetária e unidade energética⁻¹, dividindo o consumo energético *per capita* do país, onde ocorrem as análises, pelo produto interno bruto do mesmo.

A FAO/OMS (1973 apud BUENO, 2002) chegou aos seguintes valores médios de calorias diárias necessárias: 125 (cento e vinte e cinco) kcal.h⁻¹ gastas pelo homem e 91,7 (noventa e uma vírgula sete) kcal.h⁻¹ para a mulher. Em outro estudo a FAO (1980) contabilizou em 250 kcal.h⁻¹ a quantidade de energia necessária para um homem trabalhar em atividades agrícolas moderadas.

Entretanto, Slessor (1973 apud BUENO, 2002) propôs um valor bem mais alto para a energia do trabalho humano. Considerando-o como somente um dos componentes que fazem parte da vida do trabalhador, chegou ao valor de 229 (duzentos e vinte e nove) MJ.h⁻¹.

Na mesma linha de pensamento, Fluck (1976 apud BUENO, 2002) questiona os valores indicados por diversos autores por estes não considerarem, além da caloria ingerida diariamente pelo trabalhador rural através da alimentação, itens como educação, transporte, moradia, vestuários, etc., os quais adicionam conteúdo energético aos índices de energia referentes ao trabalho humano. Dessa forma, o autor adotou o valor de 450 (quatrocentos e cinquenta) MJ.h⁻¹ de energia gasta com mão de obra.

Em análise sobre rendimento energético e econômico da produção de soja na região de Ribeirão Preto, interior do estado de São Paulo, Comitê (1993) utilizou o valor de 292,50 kcal.h⁻¹ na determinação da energia consumida com mão de obra. Segundo a autora esse valor corresponde à necessidade energética na alimentação do trabalhador rural do interior paulista, calculada a partir de índices determinados pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (FIBGE), em 1977.

Conforme colocado no início deste capítulo, a contabilização do trabalho humano em termos calóricos e sua consideração ou não nos cálculos energéticos, não é consenso entre os autores. Campos et al. (2003) compartilham da opinião de Risoud (1999) de que ainda não há uma forma padronizada de se contabilizar a mão de obra humana nas matrizes energéticas, embora sua importância nos sistemas de produção agrícola seja indiscutível. Risoud (1999) relaciona a análise energética de agroecossistemas com desenvolvimento sustentável e adota coeficientes que variam entre 125 kcal.h^{-1} (energia apenas da alimentação do trabalhador) e $3.540 \text{ kcal.h}^{-1}$ (considerando também o custo de energia da produção e reprodução da mão de obra).

A grande diversidade de índices referentes ao dispêndio energético da mão de obra se deve aos diferentes métodos e análises utilizados para quantificar o gasto calórico do trabalho humano. Alguns autores consideram exclusivamente o gasto de energia durante o desenvolvimento do trabalho, enquanto outros autores incluem também o gasto calórico das atividades realizadas fora do trabalho. Há autores que incorporam o Gasto Energético no Repouso (GER), além de autores que consideram outras variáveis, como o consumo de energia na produção e reprodução da força de trabalho (BUENO, 2002).

Segundo Bueno (2002) a demanda de energia para desenvolver determinada atividade é diferente para cada indivíduo de um grupo de trabalhadores, bem como, variável conforme a localidade e cultura de cada um. Desta forma, o autor considera que quanto mais detalhados e próximos da realidade forem os cálculos do dispêndio energético da mão de obra, mais exatos serão os coeficientes relacionados e adota, em seu estudo sobre análise energética e eficiência cultural do milho, o “método simplificado”, que consiste em analisar o gasto de energia para as diferentes ações do trabalhador rural, considerando o tempo efetivo empregado na realização do trabalho e nas atividades extra laborais. O “método simplificado” depende da coleta de dados como massa, gênero, altura e idade do trabalhador, além da duração média de tempo de cada atividade realizada por ele.

Sendo assim, optou-se por utilizar no cálculo proposto pelo presente trabalho os coeficientes energéticos, relativos à mão de obra, adotados por Campos (2001) e retirados de seu trabalho sobre o custo energético da construção de uma instalação utilizada para armazenagem de fardos de feno. O autor adotou o índice de $386,40 \text{ kJ.h}^{-1}$ como padrão para todas as atividades que envolveram trabalho humano.

4.5 Ambiência e Bem Estar Humano

Os índices de bem estar estão relacionados à qualidade de vida que um espaço ou um equipamento podem proporcionar aos seus usuários e ocupantes. O Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia desenvolveu um estudo sobre os Índices de Bem Estar Urbano (IBEU), o qual aborda, entre outros indicadores, o Indicador de Condições Habitacionais. A principal consideração, dentro deste item, foi a densidade domiciliar, ou seja, a relação entre o espaço oferecido pela habitação e a quantidade de pessoas que ocupam essa unidade habitacional.

A Cartilha de Ambiência da Política Nacional de Humanização (PNH), publicada pelo Ministério da Saúde em 2010, ressalta o cuidado que se deve ter com os ambientes físicos em relação à humanização e ao acolhimento que estes proporcionam, destacando a ambiência sob três frentes principais: espaço que proporciona conforto na individualidade e privacidade dos usuários, espaço que possibilita o desenvolvimento de atividade social e ambiente utilizado como facilitador do processo de trabalho (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010).

Os elementos do ambiente que funcionam como qualificadores e transformadores do espaço, permitindo as modificações necessárias no processo de oferta de bem estar, estão descritos na Figura 9.

MORFOLOGIA	Formas, dimensões e volumes que configuram e criam o espaço, definindo a estética do ambiente, proporcionando-lhe beleza e funcionalidade.
LUZ	Iluminação natural ou artificial com incidência, quantidade e qualidade necessárias à realização das atividades desenvolvidas no espaço. Um ambiente bem iluminado contribui para a sensação de segurança e aconchego. A iluminação natural deve estar presente em todos os espaços.
CHEIRO	Devem-se considerar os odores que podem compor o ambiente, pois eles interferem na sensação de bem estar das pessoas que ocupam o espaço. Necessita ser evitado qualquer tipo de cheiro excessivamente forte.
SOM	Deve-se conceber a proteção acústica como forma de preservar a privacidade, além da prevenção contra ruídos.
SINESTESIA	Diz respeito à percepção do espaço através dos movimentos e dos sentidos.
COR	As cores são utilizadas para estimular os sentidos, para auxiliar na iluminação e na sensação da amplitude do espaço.

Figura 9 – Parâmetros de Ambiência. Adaptado da Cartilha de Ambiência da PNH.

Fonte: MINISTÉRIO DA SAÚDE (2010).

Para Rodrigues e Silva (2013), ambiência pode ser entendida como o conjunto de fatores e condições que cercam um ser vivo e que nele possam exercer alguma influência. O conceito de ambiência engloba fatores fisiológicos, morais e comportamentais cujos índices são influenciados por diversos elementos como temperatura e insolação, umidade relativa do ar, taxa de ventilação e iluminação, além de aspectos como ergonomia, circulação e funcionalidade do espaço ocupado.

Dessa forma, pode-se concluir que aspectos concretos e subjetivos definem o conceito de ambiência. Para cada situação a ser analisada existem orientações específicas que buscam instruir quanto à adequação no conforto necessário.

4.5.1 Ambiência e bem estar na habitação rural

O bem estar do trabalhador rural e do agricultor familiar está relacionado com a sua produtividade e, conseqüentemente, com a qualidade final da produção. As deficiências apresentadas pela habitação rural representam também as deficiências nas condições de vida de seus ocupantes. Muitas vezes o material de construção utilizado não é adequado para proporcionar um ambiente com a higiene e o conforto necessários à manutenção do bem estar do trabalhador (VAUTIER et al., 1960).

VAUTIER et al. observaram que o fato do trabalhador rural ser o proprietário da moradia, faz com que ele e sua família cuidem melhor da habitação, ou seja, preservem as condições de habitabilidade da construção o que, conseqüentemente, melhora a qualidade de vida dos seus ocupantes.

O projeto arquitetônico de uma habitação rural, sendo bem elaborado e desenvolvido, torna a sua construção mais econômica, permite um melhor aproveitamento da área construída e, assim, uma melhor funcionalidade da moradia, além de garantir que os materiais de construção empregados proporcionem condições de ambiências e habitabilidade adequadas ao conforto e bem estar do usuário. A localização da habitação deve contemplar às condições de acesso adequado, abastecimento de água e esgotamento sanitário. A sua orientação deve ser prevista de forma a ficar protegida dos ventos frios predominantes e exposta aos raios solares - preferencialmente os dormitórios devem receber o sol nascente (PEREIRA, 1986).

Para Pereira (1986), as habitações rurais devem apresentar um projeto com soluções simples, econômicas e higiênicas, de modo a oferecer conforto aos

seus usuários. Casas com uma má divisão interna dos cômodos, sem circulação adequada, quartos mal dimensionados, deficiência de iluminação e/ou ventilação naturais, espaços sem comodidade e banheiro externo ao corpo da casa ou com comunicação direta na cozinha, são algumas das deficiências observadas pelo autor nas moradias rurais, as quais devem ser consideradas quando se busca fazer uma análise da ambiência oferecida pela construção.

Com a função de abrigar e proteger o homem, a habitação deve proporcionar um ambiente favorável ao seu bem estar e capacidade produtiva, ou seja, oferecer salubridade, aquecimento agradável, umidade relativa do ar, ventilação e luminosidade confortáveis, com uma adequada implantação da moradia, posicionamento correto dos ambientes e uma boa estética construtiva. Essas premissas devem ser observadas e consideradas no desenvolvimento do projeto arquitetônico e na adoção do método construtivo para se assegurar que, quando construída, a habitação ofereça as condições de ambiência necessárias ao bem estar humano (NEUFERT E NEFF, 1999).

Segundo os autores, algumas soluções arquitetônicas, adotadas e previstas no projeto, são fundamentais para garantir um bem estar duradouro oferecido pela habitação como, por exemplo, o uso de janelas nos locais certos e nas dimensões corretas, previsão de mobiliário em quantidade, formas e localização adequadas, vãos de passagem e circulação funcionais.

Para Malard et al. (2002) os fatores ambientais externos e o microclima interno das edificações exercem efeitos diretos e indiretos sobre os seus usuários. Os autores observam que desde a década de 60, pesquisadores trabalham com a problemática da produção de unidades habitacionais populares de baixo custo que ofereçam condições adequadas de ambiência, pois o homem necessita estar integrado ao seu ambiente e, é da busca constante pela harmonia entre os elementos que compõe o espaço – luminosidade, decoração, espaços de circulação, temperatura – e o conforto oferecido ao seu usuário que os parâmetros de ambiência despontam.

Sendo assim, a ambiência refere-se, resumidamente, a qualidade em relação à temperatura e umidade que a edificação oferece. Em termos de saúde e conforto, o desempenho da construção e o nível de conforto que ela apresenta estão diretamente relacionados aos fatores climáticos da região onde ela encontra-se implantada, bem como à escolha dos materiais de construção utilizados (SOUZA, 2003).

Segundo Boueri (2003), a habitação é o lugar onde o morador descansa e revigora as suas energias para as atividades a serem desenvolvidas no dia a dia. O barulho, ou ruído, em excesso pode interferir nessa necessidade do ocupante e causar estresse e agitação, da mesma forma que, um ambiente demasiado silencioso pode trazer a sensação de insegurança, solidão e tristeza.

Um espaço fechado, sem aberturas que permitam a circulação do ar, causa sensações de sufocamento. É importante que sejam identificados os ventos predominantes no local onde a habitação será implantada e orientar adequadamente a unidade em relação às direções que ele sopra. Alguns cômodos necessitam de ventilação natural e permanente, enquanto outros ambientes devem oferecer condições de ventilação controlada (BOUERI, 2003).

A taxa da umidade mantida no interior da habitação é influenciada pela distribuição dos cômodos, pelo material das paredes e pisos e, principalmente, pelo clima da região à qual a moradia está implantada. Cada espaço da moradia é utilizado para desempenhar atividades específicas, que necessitam de mais ou menos quantidade de luz. O indicado é que os cômodos ofereçam uma quantidade ideal de iluminação natural, contribuindo para a economia de energia elétrica e para a manutenção da temperatura e umidade no interior da moradia, que deve ser mantida organizada e limpa (BOUERI, 2003).

Pesquisas relativas ao dimensionamento dos espaços da habitação consideram os aspectos funcionais, simbólicos, históricos e culturais que têm influência nas atividades realizadas pelo homem e, conseqüentemente, nas soluções adotadas no projeto arquitetônico habitacional. Desde a pré-história, quando o homem buscou abrigo nas cavernas, a habitação representa o registro da vivência social, sendo a síntese das relações sociais, culturais e tecnológicas de seus ocupantes (BOUERI, 2003).

Porém, segundo o autor, apesar de simbolizar um grupo humano adaptado a um determinado lugar, em seu interior, a habitação evidencia a individualidade de cada usuário. Unidades habitacionais, projetadas e construídas de forma idêntica, têm seus espaços apropriados de maneiras diferentes. A peculiaridade do espaço é determinada pelo número de membros de uma família, a idade de cada indivíduo, o poder aquisitivo, a filosofia de vida, entre outras características particulares.

Sendo assim, a análise da ambiência, observadas as soluções do projeto arquitetônico, procura avaliar o uso do espaço das unidades habitacionais propostas

pelo Programa Nacional de Habitação Rural e os materiais empregados na sua construção, na busca de obter parâmetros que contribuam para a melhora da qualidade de vida do morador e que sirvam de referência para futuros projetos e propostas arquitetônicas de unidades residenciais populares situadas na área rural.

Através da melhoria na qualidade da habitação das famílias rurais o PNHR pretende diminuir o êxodo rural, incentivando a permanência dos agricultores familiares e trabalhadores rurais no campo, produzindo alimento, contribuindo com a economia local e, assim, com o seu próprio desenvolvimento.

A análise do projeto arquitetônico e da ambiência proporcionada pelas soluções contidas no mesmo, para o modelo habitacional rural do PNHR, complementa a análise energética dos materiais utilizados na construção das habitações do Programa.

4.5.2 Conforto térmico e ambiental

O conforto térmico depende de uma série de parâmetros relacionados aos processos de troca de calor entre os espaços internos e o ambiente externo da edificação. Estes parâmetros são definidos pela propriedade de condutividade térmica dos materiais e componentes da construção, pela insolação, ventilação e inércia térmica da edificação. Para tal é necessário considerar-se as condições climáticas da região, a atividade prevista para ser desenvolvida e o entorno da implantação da construção (CUNHA, 2006).

Os primeiros estudos que relacionam parâmetros e índices que definem o conforto térmico e ambiental datam do século dezenove. A partir do século vinte, os elementos construtivos passam a exercer grande influência no processo adaptativo do homem aos fatores climáticos e, com a industrialização e a adoção de sistemas de iluminação e climatização artificiais, criam-se ambientes que proporcionam aos seus usuários as devidas condições necessárias ao melhor desempenho na realização de suas tarefas, ainda que de forma a utilizar-se de quantidades consideráveis de insumos energéticos (PUPPO E PUPPO, 1979).

O homem passa a demonstrar sua necessidade de controle e independência do meio habitado em relação aos fatores climáticos que proporcionam condições adversas, como o frio ou calor em excesso, ventos, chuvas, etc. Dessa relação

entre arquitetura, construção e elementos climáticos é que surge a necessidade de se estipular padrões de condições ideais de habitabilidade, de forma a projetar de maneira consciente o ambiente interno, no que se refere às condições de conforto térmico. É dessa necessidade que os estudos quanto à ambiência e o bem estar humano vêm sendo desenvolvidos (PUPPO E PUPPO, 1979).

Nesse contexto, observa-se que há carência de estudos que proponham soluções construtivas e arquitetônicas alternativas, adequadas para as habitações rurais e que, além do baixo custo, ofereçam conforto térmico e ambiental, contribuindo para a manutenção da qualidade de vida e do desenvolvimento dos trabalhadores rurais e agricultores familiares (MALARD, 1992).

Cuidados que reduzam os impactos das condições climáticas devem ser planejados e aplicados na construção das edificações rurais. Materiais de construção com maior capacidade isolante e a cor da pintura das paredes e telhas são algumas das propostas para minimizar os efeitos do calor. Sistemas de climatização artificial ou aberturas, previstas em projeto, que tirem proveito da orientação solar, ventilação e vegetações existentes contribuem para melhorar a sensação térmica do ambiente interno construído (SEVEGNANI et al., 1994).

Para Neufert e Neff (1999), a disposição da edificação na sua implantação, ou seja, em relação à orientação solar, deve assegurar uma adequada condição de insolação diária aos ambientes da habitação, também garantidos através da organização da planta de projeto arquitetônico. As áreas de vivência e os dormitórios devem ficar voltados para a orientação que recebe mais sol e as áreas de serviço, como lavanderia e garagem para a orientação que recebe menor insolação, ou seja, os ambientes devem estar ensolarados enquanto são ocupados, sempre que possível.

Os autores apresentam um gráfico resumido, que pode ser visto na Figura 10, da orientação favorável de cada ambiente para o hemisfério Norte. No hemisfério Sul os mesmos conceitos podem ser seguidos, apenas com a inversão da orientação norte-sul.

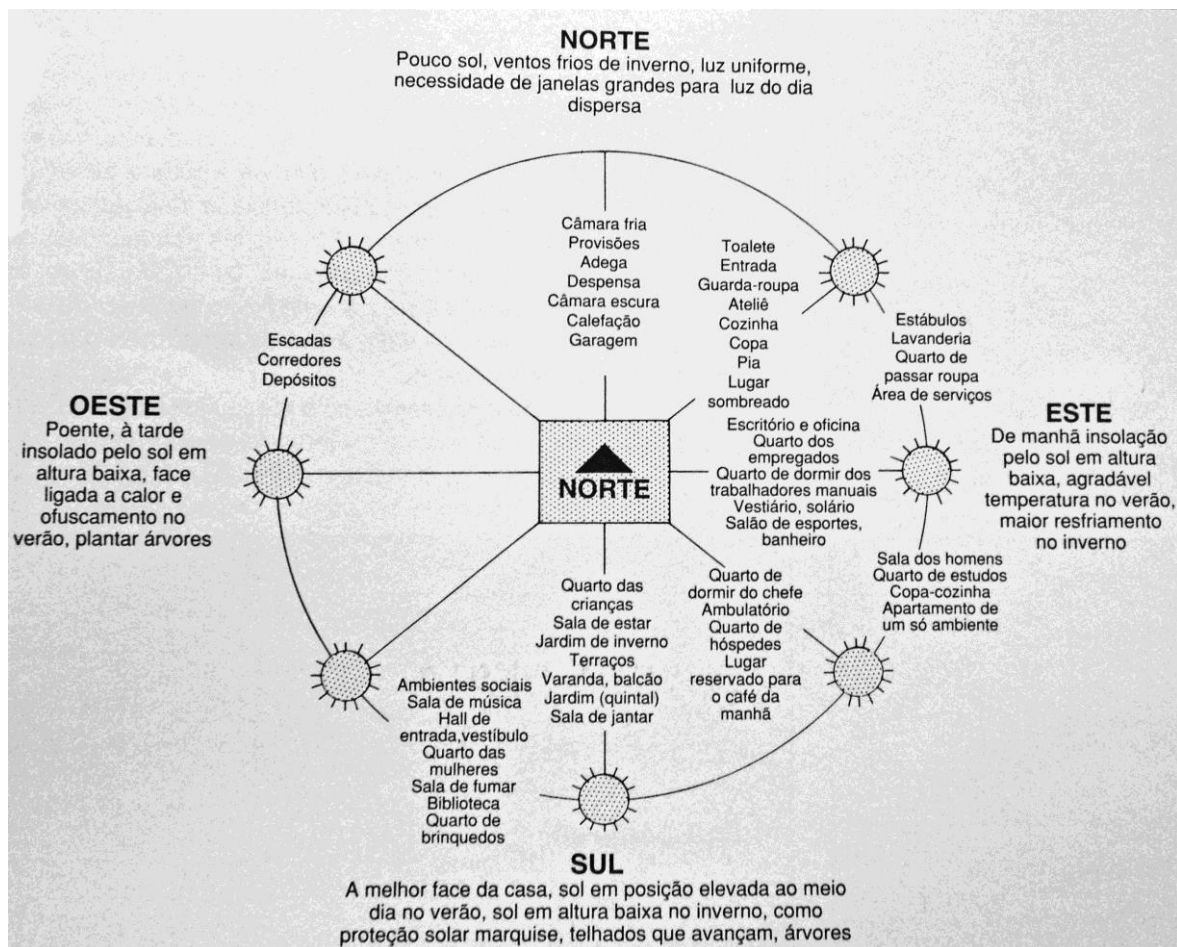


Figura 10 - Orientação favorável de cada ambiente para o hemisfério Norte.

Fonte: NEUFERT E NEFF (1999).

Portanto, no hemisfério Sul a orientação mais nobre para as residências é a face norte, que recebe insolação praticamente o dia todo. É importante observar a mudança da inclinação solar nas diferentes estações do ano, a proximidade com construções vizinhas, a direção e intensidade dos ventos e a existência de vegetação nas áreas ao redor da edificação.

Medidas que visam à melhoria nas condições da ambiência que a edificação oferece devem ser previstas no projeto arquitetônico para que não sejam necessárias futuras intervenções na construção. Alguns dos fatores que devem ser observados são: a cobertura (material e altura), os vãos e aberturas (dimensão), a incidência solar (implantação), a ventilação (orientação), a umidade do ar (clima local), a disponibilidade de equipamentos de infraestrutura, como o fornecimento de água e rede de

esgoto, etc., que contribuem de forma positiva ou negativa em relação ao conforto térmico e ambiental proporcionado pela edificação (BACCARI JÚNIOR, 2001).

O telhado é uma das estruturas mais importantes de uma edificação para a manutenção da temperatura do ambiente interno. Segundo Abreu et al. (2001), o material das telhas e sua coloração influenciam nas trocas de calor entre os ambientes interno e externo da construção. Com a substituição de alguns materiais construtivos empregados nas edificações é possível melhorar a sua condição térmica. Uma estratégia que pode ser utilizada para reduzir os efeitos do calor nas edificações é a adoção de telhados verdes (Figura 11).



Figura 11 – Telhado verde. Solução utilizada para melhorar as condições de conforto térmico e ambiental.

Também conhecida como teto jardim, terraço jardim, eco telhado ou telhado sustentável, esta solução melhora o isolamento térmico da edificação, protegendo-a contra altas temperaturas no verão e auxiliando na manutenção da temperatura interna durante o inverno, além de melhorar a eficiência energética da construção, diminuindo a necessidade de refrigeração ou aquecimento do ambiente interno.

Quando se diz que uma habitação oferece conforto térmico entende-se que a temperatura no interior da unidade proporciona bem estar e comodidade. O tamanho e a disposição das aberturas (janelas e portas), o material utilizado na execução das paredes e do telhado e os equipamentos e mobiliários internos, podem ser determinantes no desempenho térmico da habitação. Markus e Morris (1980, apud KRÜGER, 2002) analisam a habitação de um ponto de vista “orgânico e sistêmico”, compreendendo-a como um sistema formado por quatro elementos principais - clima

externo, ambiente interno, reação dos usuários e materiais que compõe a edificação – que atuam de forma dinâmica e complexa.

No período da Revolução Industrial, devido às condições das moradias aglomeradas próximas às indústrias, condicionadas pela falta de saneamento básico, e ao aumento de acidentes e doenças ocasionadas pelo ambiente industrial, iniciaram-se as investigações acerca do assunto, porém, o objetivo não era de fato a saúde e o bem estar do operário, mas sim o aumento do seu rendimento no trabalho e, conseqüentemente, da produtividade industrial (KRÜGER, 2002).

O homem sempre buscou abrigar-se atento a um conjunto de fatores necessários à sua sobrevivência. No período pré-histórico, era importante que o abrigo oferecesse defesa contra os inimigos e animais selvagens, além de proteger dos elementos climáticos. Apesar da característica nômade das comunidades, a necessidade de manter a temperatura corporal ideal contribuiu para a busca por abrigo (OLGYAY, 1963 apud KRÜGER, 2002).

A condição principal para o bom funcionamento do corpo humano é a manutenção de sua temperatura interna constantemente em torno de 37°C, permitindo-se uma pequena variação, conforme indica a Tabela 5. A sensação de conforto térmico é influenciada por diversos fatores fisiológicos, como por exemplo, idade, peso, sexo, ciclo menstrual, diferenças étnicas, alimentação (FANGER, 1970 apud KRÜGER, 2002).

Tabela 5 – Análise do conforto térmico: capacidade de adaptação do corpo humano e temperaturas limite.

Temperatura do corpo (°C)	Temperatura da pele (°C)	Consequência fisiológica
42	45	Morte
40	45	Suor, vasodilatação
37	31-34	Conforto
35-25	10	Tremores, vasoconstrição

Fonte: SZOKOLAY (1985 apud KRÜGER, 2002).

Variações de temperatura, além de uma determinada faixa assegurada pelo nosso organismo, podem resultar em colapso no funcionamento do mesmo. Criam-se adaptações às situações adversas e mantém-se nosso organismo saudável por meio de mecanismos fisiológicos, das vestimentas e da habitação (KRÜGER, 2002).

A capacidade de adaptação ao ambiente que lhe cerca não é característica exclusiva do ser humano, sendo qualquer sistema vivo dotado de mecanismos autorreguladores, responsáveis por esse processo. Para Krüger (2002), a análise do conforto térmico e ambiental procura avaliar as necessidades desse processo de adaptação. Segundo o autor, a necessidade de se abrigar não consiste, necessariamente, em um processo racional. Ele observa e compara a complexidade do *habitar* humano com situações encontradas na natureza, como a coordenação dos animais em tocas e o comportamento das abelhas, cujo interior da colmeia é sempre mantido aquecido. Para ele, a atmosfera do nosso planeta pode ser considerada uma “fachada inteligente” que impede a entrada dos raios solares prejudiciais, porém permite a passagem de luz e calor necessários.

Com o advento das técnicas construtivas surgem as primeiras comunidades sedentárias que, adaptando suas construções ao meio ao qual estavam inseridas segundo as características climáticas predominantes da região, suprem sua necessidade de abrigar-se. Um exemplo são os *iglus*, construídos pelo povo esquimó, que são executados com uma espessa camada de gelo que oferece resistência térmica, adquirindo formato semiesférico, conectado ao exterior por extensões que servem para desviar a trajetória dos ventos e, assim, manter o calor no seu espaço interno. Da mesma forma, as construções de regiões áridas são constituídas de espessas paredes de barro com poucas aberturas, o que permite proteção térmica contra a forte insolação durante o dia e armazenamento do calor para a noite, período em que há queda da temperatura externa (KRÜGER, 2002).

Além do conforto térmico, devem-se buscar adequações aos demais princípios físicos envolvidos na caracterização dos ambientes e necessidades de seus usuários, como o conforto luminoso, acústico e visual. Os conceitos aplicados, no que diz respeito ao conforto térmico e ambiental do espaço ocupado e, considerados no desenvolvimento do projeto arquitetônico e na concepção das edificações, são aplicados sempre em respeito às necessidades funcionais da construção, determinadas por cada situação específica (BOUERI, 2003).

5. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada no presente trabalho buscou realizar um estudo do Programa Nacional de Habitação Rural observando as alterações feitas desde a sua implantação e as implicações que essas mudanças trouxeram nas soluções para a moradia dos trabalhadores rurais e agricultores familiares, reunindo informações relativas à Política Nacional de Habitação, no âmbito da importância do acesso à moradia de qualidade nas áreas rurais.

As informações quanto ao Programa e às unidades de habitação analisadas foram levantadas junto a entidades competentes e responsáveis envolvidas no desenvolvimento e implantação do PNHR, através do estudo de Leis e Decretos pertinentes ao assunto abordado, de informações disponibilizadas pelo Ministério das Cidades, nas visitas aos locais de construção dos modelos habitacionais e com dados captados junto às equipes dos construtores, beneficiários do Programa, Entidade Organizadora e Superintendências dos agentes financeiros.

Inicialmente, foi feito contato com a agência bancária da Caixa Econômica federal da cidade de Botucatu/SP, na busca por informações de municípios próximos que contassem com a implantação do PNHR. A agência direcionou a necessidade para a Superintendência da CAIXA da cidade de Sorocaba/SP, que forneceu informação sobre a Federação dos Trabalhadores na Agricultura Familiar do Estado de São Paulo e sua localização no município de Bauru/SP, o que indicava que era ela a responsável por representar os trabalhadores rurais e agricultores familiares da região, interessados em participar do PNHR.

A partir disso foi estabelecido um contato direto com a Fetaesp, que indicou em quais municípios próximos à Botucatu estava atuando com o desenvolvimento e implantação do Programa, fornecendo as primeiras informações quanto à construção das unidades habitacionais das quais ela é a Entidade Organizadora responsável.

Após a escolha dos municípios de São Miguel Arcanjo/SP e Itararé/SP para análise dos modelos habitacionais, devido à proximidade de Botucatu e do estágio de implantação do PNHR, deu-se início ao estudo de campo através de visitas realizadas periodicamente às propriedades rurais nas quais estão sendo construídas as unidades de habitação.

Algumas dificuldades tiveram de ser superadas ao longo do desenvolvimento do trabalho, pois o PNHR está atrelado às questões políticas e econômicas, ficando sujeito às variações que ocorreram desde o início da pesquisa até o presente momento. Dessa forma, o andamento da execução das obras, com seus prazos prolongados, e a liberação do material referente aos projetos arquitetônicos e planilhas financeiras com quantificação de material e serviço, que não foi disponibilizado no seu devido tempo, acabaram por influenciar no andamento das análises e na direção que elas tomaram.

Certas propostas iniciais tiveram que ser adaptadas às situações que surgiram. O levantamento dos serviços e materiais utilizados na construção de cada um dos modelos habitacionais teve que ser desenvolvido a partir dos projetos e planilhas disponibilizados pela Fetaesp e através de cálculos realizados com base na Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO), a partir de conhecimento e dados técnicos, visto que os materiais fornecidos apresentaram divergências de informação entre eles e em relação ao que foi observado no acompanhamento *in loco* da execução das unidades.

Após esse processo, foi realizada a análise da composição e do consumo energético dos materiais que compõem a construção dos modelos habitacionais de São Miguel Arcanjo e Itararé nas etapas de fundação, piso, fechamento (alvenaria), revestimento e cobertura, com o objetivo de estimar a energia envolvida na execução dessas fases construtivas específicas.

Os coeficientes energéticos foram obtidos mediante pesquisa exploratória da literatura existente sobre o assunto específico. Foram utilizados índices

energéticos retirados do trabalho de Campos (2001), no qual o autor estima a energia empregada na construção de um galpão utilizado para armazenagem de fardos de feno, e coeficientes utilizados por Tavares (2006) em seu trabalho sobre ciclo de vida energético de edificações brasileiras voltadas para habitação.

Ambos os trabalhos utilizam-se de dados e índices energéticos estimados por outros autores, conforme citado no capítulo 4.4, os quais receberam os devidos créditos na composição energética das unidades habitacionais. Para diversos materiais foi necessário fazer uma conversão de unidades, baseada em suas respectivas densidades, para adequação à metodologia aplicada.

A análise da ambiência oferecida pelo modelo habitacional, implantado em cada um dos municípios, foi realizada com enfoque nas concepções do projeto arquitetônico, através da investigação dos aspectos construtivos e das soluções adotadas considerando-se as diretrizes oferecidas pelo PNHR.

5.1 Área de estudo

A presente pesquisa foi realizada em dois municípios localizados no interior do estado de São Paulo - São Miguel Arcanjo e Itararé - com moradias construídas pela Entidade Organizadora Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado de São Paulo.

Distantes, aproximadamente, 200 e 230 km, respectivamente, da cidade de Botucatu, São Miguel Arcanjo e Itararé foram escolhidas para as análises propostas no presente trabalho devido à sua localização em relação a Botucatu, à sólida implantação das propostas e aplicações do PNHR e à preparação e maturidade dos trabalhos realizados pela entidade organizadora Fetaesp.

Município do sudoeste paulista, São Miguel Arcanjo está localizado no interior do estado de São Paulo, na região metropolitana de Sorocaba, a aproximadamente 143 km da capital. A cidade é conhecida pela conservação da Mata Atlântica no Parque Estadual Carlos Botelho, incitando a presença de aventureiros em busca de atrações naturais. A população de aproximadamente 31.450 habitantes distribuídos em 930 km² de território (IBGE – Censo demográfico 2010/SEADE) dedica-se a preservação da cultura interiorana, produção agropecuária e agricultura familiar. Com economia voltada para o setor agrícola, destacam-se as culturas da uva Itália, Rubi e

Niágara, entre as fruticulturas, além da produção de leite, cereais e carnes bovina e bubalina.

O município de Itararé está localizado no interior do estado de São Paulo a 345 km da capital, na divisa com o estado do Paraná. Com uma população de aproximadamente 50.000 habitantes (IBGE – Censo demográfico 2013) distribuída em 1.004 km² de território de clima subtropical e economia baseada na agricultura, a cidade é conhecida por sua tradição na cultura do milho verde e pelo turismo ecológico.

A localização dos dois municípios em relação à Botucatu e São Paulo, pode ser observada na Figura 12.



Figura 12 – Mapa da localização dos municípios de Itararé, São Miguel Arcanjo e Botucatu.

Fonte: Google Images (2015). Adaptado pelo autor.

Os modelos habitacionais construídos na cidade de São Miguel Arcanjo e de Itararé contam com as mesmas soluções construtivas e os mesmo materiais de construção, porém os projetos arquitetônicos apresentam diferentes soluções de plantas, com disposições e áreas diversas, ambas em conformidade com as exigências do Programa Nacional de Habitação Rural.

A Fetaesp está com o PNHR em andamento em outras cidades do interior do estado de São Paulo, seja em processo construtivo, análise de documentação ou levantamento de produtores rurais que possam se beneficiar do Programa: Apiaí, Dracena, Fartura, Itaberá, Jales, Lagoinha, Marília, Mirante do Paranapanema, Pacaembu, Piedade, Pilar do Sul, Presidente Epitácio, Presidente Prudente, Regente Feijó, Santa Fé do Sul, São Pedro do Turvo e Taquarituba.

5.2 Modelo Habitacional do PNHR

O desenvolvimento do projeto arquitetônico do modelo habitacional do Programa Nacional de Habitação Rural deve ser desenvolvido seguindo-se as diretrizes e especificações mínimas elaboradas e fornecidas pelo Ministério das Cidades para a construção, ampliação ou reforma das unidades de moradia, que levam em conta o valor do subsídio do Programa e as necessidades do trabalhador rural e da rotina da vida no campo.

A unidade de habitação deve ser uma moradia com uma sala, um dormitório de casal, um dormitório para duas pessoas, uma cozinha, uma área de serviço externa e coberta, área de circulação e um banheiro, devendo contar com solução de ampliação para mais um dormitório para duas pessoas.

5.2.1 Especificações para o desenvolvimento do Projeto Arquitetônico

Conforme diretrizes fornecidas pelo Ministério das Cidades, não são especificadas as áreas mínimas para os cômodos, ficando a cargo da equipe técnica responsável por elaborar o projeto arquitetônico, a competência de formatar a planta, criando os ambientes da unidade habitacional conforme mobiliário previsto e indicado na Tabela 6.

Tabela 6 - Especificações mínimas para a unidade habitacional do Programa Nacional de Habitação Rural.

CÔMODOS	ESPECIFICAÇÕES MÍNIMAS
Dormitório casal	Quantidade mínima de móveis: 1 cama (1,40m X 1,90m), 1 criado mudo (0,50m X 0,50m) e 1 guarda roupa (1,60m X 0,50m). Circulação mínima entre mobiliário e/ou parede de 0,50m.
Dormitório duas pessoas	Quantidade mínima de móveis: 2 camas (0,80m X 1,90m), 1 criado mudo (0,50m X 0,50m) e 1 guarda roupa (1,50m X 0,50m). Circulação mínima entre as camas de 0,80m. Demais circulações, mínimo de 0,50m.
Cozinha	Largura mínima da cozinha: 1,80m. Quantidade mínima de equipamentos: pia (1,20m X 0,50m), fogão (0,55m X 0,60m) e geladeira (0,70m X 0,70m). Previsão para armário sob a pia e gabinete.
Sala de estar/jantar	Largura mínima da sala de estar/jantar: 2,40m. Quantidade mínima de móveis: sofás com número de assento igual ao número de leitos, mesa para 4 pessoas e estante/armário de TV.
Banheiro	Largura mínima do banheiro: 1,50m. Quantidade mínima: 1 lavatório sem coluna, 1 vaso sanitário com caixa de descarga acoplada, 1 box (0,90m X 0,95m) com desnível máx. 15mm, ponto de chuveiro e previsão para instalação de barras de apoio e de banco articulado. Assegurar a área para transferência ao vaso sanitário e ao box.
Área de serviço	Quantidade mínima: 1 tanque (0,52m X 0,53m) e 1 máquina de lavar roupas (0,60m X 0,65m).
Em todos os cômodos	Espaço livre de obstáculos de no mínimo 1,20m em frente às portas. Deve ser possível inscrever, em todos os cômodos, o módulo de manobra sem deslocamento para rotação de 180° definido pela NBR 9050 (1,20m X 1,50m), livre de obstáculos.

Fonte: MINISTÉRIO DAS CIDADES – Programa Minha Casa Minha Vida Rural (2012).

A área útil da unidade habitacional, ou seja, a área sem contar as paredes da construção, deve ser de no mínimo trinta e seis metros quadrados - sem contar a área de serviço. A altura do piso até o teto, ou “pé direito”, deve ser de no mínimo 2,30 metros nos banheiros e 2,50 metros nos demais cômodos.

A cobertura deve ser executada em telha cerâmica sobre estrutura de madeira ou metálica. Nas regiões centro-oeste, sul e sudeste permite-se o uso de telha de fibrocimento com espessura mínima de seis milímetros, também sobre estrutura de madeira ou metálica. É obrigatória a instalação de forro de madeira ou *policloreto de vinila* (PVC) ou a execução de laje de concreto nas regiões centro-oeste, sul e sudeste. Nas demais regiões, somente será exigida laje de concreto no banheiro. A largura mínima do beiral do telhado deve ser de sessenta centímetros.

Internamente, as paredes precisam receber pintura sobre reboco ou gesso. As áreas molhadas (banheiro, cozinha e lavanderia) devem receber revestimento de azulejo cerâmico em todas as paredes até a altura mínima de 1,50 metros. Externamente, as paredes necessitam ter um revestimento com textura ou pintura aplicada sobre reboco.

A construção ou reforma de moradia executada em madeira é permitida exclusivamente na região Norte do país, apenas para beneficiários do grupo de renda “Grupo 1”, e deve atender as especificações da legislação ambiental vigente (BRASIL, 2014a). Admite-se a adoção de tecnologia inovadora, desde que homologada pelo Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT) e seguindo suas diretrizes. O SINAT é uma iniciativa da comunidade técnica em construção civil com o objetivo de dar suporte as operações e procedimentos aplicados na execução das edificações avaliando os novos produtos utilizados, garantindo a qualidade e segurança da produção habitacional. O intuito é incentivar a inovação tecnológica no setor da construção civil ampliando as possibilidades tecnológicas disponíveis e atestando os materiais que ainda não possuem normas técnicas para a sua aplicação.

As portas e batentes podem ser de madeira ou metálicos. Todas as portas devem ter vão livre mínimo de 80 centímetros por 2,10 metros de altura. A previsão de áreas de aproximação para abertura das portas deve ser de sessenta centímetros internamente e trinta centímetros na área externa. As janelas também podem ser metálicas ou de madeira. Os vãos devem ter 1,20 metros quadrados nos quartos e 1,50 metros quadrados na sala para oferecerem iluminação e ventilação adequadas. É admitida uma variação de até 5% para mais ou para menos na área dos vãos das janelas. Toda a área interna da moradia deve receber revestimento com piso cerâmico. Admite-se um desnível máximo de quinze milímetros no piso acabado. Há ainda orientações com relação a instalações elétricas, hidráulica, aquecimento, e infraestrutura conforme a Tabela 7.

Tabela 7 - Especificações para instalação elétrica e telefônica, diversos e infraestrutura das unidades habitacionais do Programa Nacional de Habitação Rural.

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E TELEFÔNICAS	
Número de pontos de tomadas elétricas	2 na sala, 4 na cozinha, 1 na área de serviço, 2 em cada dormitório, 1 tomada no banheiro, 1 tomada ao lado do tanque e 1 tomada para chuveiro elétrico.
Número de pontos diversos	1 ponto de antena de TV na sala.
Iluminação	1 ponto em cada ambiente.
Número de circuitos	Prever circuitos independentes para chuveiro (dimensionado para a potência usual do mercado local), tomadas e iluminação.
Geral	Tomadas baixas a 0,40m do piso acabado, interruptores e outros a 1,00m do piso acabado.

DIVERSOS

Reservatório	Reservatório de no mínimo 500 litros ou de maior capacidade quando exigido.
Proteção da alvenaria externa (calçada)	Em concreto, com largura de 0,50m ao redor da edificação, com sistema de impermeabilização da fundação. Em frente ao tanque e porta da cozinha largura mínima de 1,20m.
Aquecimento solar	Instalação opcional para aquecimento da água do chuveiro. Sistemas aprovados/certificados pelo INMETRO/QUALISOL.
Cisterna Pluvial	Instalação opcional, em consonância com o Programa Cisternas do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome - MDS.
Máquina de lavar	Prever solução para máquinas de lavar roupas (ponto elétrico, hidráulico e de esgoto).

INFRAESTRUTURA

Vias de acesso em condições de tráfego de veículos.

Sistema de abastecimento de água adequado às condições locais.

Solução de esgotamento sanitário, sendo admitidos fossa séptica e sumidouro.

5.2.2 Modelo Arquitetônico das unidades habitacionais da Fetaesp

Os projetos arquitetônicos dos modelos habitacionais construídos pela Fetaesp nas cidades de Itararé e de São Miguel Arcanjo seguem as especificações mínimas conforme determinado pelo Ministério das Cidades, e descritas no capítulo anterior, como orientação à implantação e desenvolvimento do Programa Nacional de Habitação Rural.

O Sistema Nacional de Avaliações Técnicas, citado no item 5.2.1, é um projeto que faz parte do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat, instrumento do Governo Federal, integrante da Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades, cuja meta é organizar o setor da construção civil através da melhoria na qualidade da habitação e da modernização produtiva da mesma.

A Fetaesp, conforme pôde ser comprovado nas visitas feitas aos canteiros de obra de Itararé e de São Miguel Arcanjo, prioriza a utilização dos materiais - como pisos, esquadrias e tintas - que contém o selo do PBQP-H. A Entidade afirma que com a adesão desses materiais pode garantir a qualidade das suas construções e acelerar os processos de compra com os fornecedores, além de assegurar uma melhor negociação nos valores dos produtos.

Como pode ser observado na Figura 13, a fundação da unidade habitacional da Fetaesp é do tipo *radier* - fundação rasa que se assemelha a uma placa ou laje que abrange toda a área de piso da construção.



Figura 13 – Fundação do tipo *radier*. Solução construtiva adotada nas unidades habitacionais executadas pela Fetaesp.

Fonte: Fetaesp (2014).

Os *radiers* são lajes contínuas de concreto armado em contato direto com o solo que recebem as cargas oriundas dos pilares e paredes da construção, descarregando-as e distribuindo-as uniformemente da superestrutura para o terreno. Essa é a solução mais comum adotada para a fundação de obras de pequeno porte, pois apresenta vantagens como o baixo custo e a rapidez na execução, além da redução de mão de obra necessária à sua realização se comparada com outros tipos de fundação semelhantes.

Para o assentamento do piso cerâmico é feita uma regularização, como mostra a Figura 14, com argamassa de cimento sobre a estrutura do *radier* deixando a superfície lisa para a instalação do material, que é executada com argamassa comum e junta de cinco milímetros entre as peças cerâmicas.



Figura 14 – Regularização de piso para assentamento de cerâmica.

Fonte: Fetaesp (2014).

A cerâmica utilizada para o piso é do tipo PEI 5, ou seja, essa é a característica específica em relação a resistência da camada de esmalte ao desgaste provocado pelo movimento de pessoas, objetos e equipamentos.

PEI (*Porcelain Enamel Institute*) é o instituto de pesquisa de esmalte que desenvolveu o aparelho que mede a resistência à abrasão desse componente, importante informação que deve ser levada em consideração na hora da especificação de um revestimento esmaltado.

As cerâmicas esmaltadas variam de PEI 0 (zero) até PEI 5 (cinco), sendo zero o material de uso exclusivo em paredes devido a baixa resistência à abrasão e cinco o material mais indicado para áreas de altíssimo tráfego ou necessidade de maior resistência ao desgaste por abrasão.

No caso das unidades habitacionais da Fetaesp, a cerâmica com PEI 5 é indicada para o revestimento do piso em toda a área interna da moradia devido a natureza e intensidade do tráfego na habitação, além da provável presença de partículas abrasivas nas áreas de uso do material. Na Figura 15, pode ser visto o material utilizado e instalado. Ao redor de toda a moradia é executada uma calçada de concreto com largura mínima de 50 centímetros.



Figura 15 – Revestimento do piso com cerâmica PEI 5.

Fonte: Arquivo pessoal (2014).

As paredes, como pode ser visto na Figura 16, são compostas por alvenaria cerâmica de um tijolo do tipo oito furos¹⁰ assentados em pé com argamassa de cimento e areia, revestidos por emboço paulista - também conhecido como massa única - que é uma camada única de argamassa aplicada sobre o chapisco, cumprindo as funções de emboço e reboco, deixando a parede acabada com aproximadamente dez a treze centímetros de espessura e a superfície pronta para receber o acabamento, seja revestimento cerâmico ou pintura.

¹⁰ O tijolo cerâmico de oito furos é encontrado normalmente nas dimensões de 9x19x19cm, 9x19x24cm e 9x19x29cm.

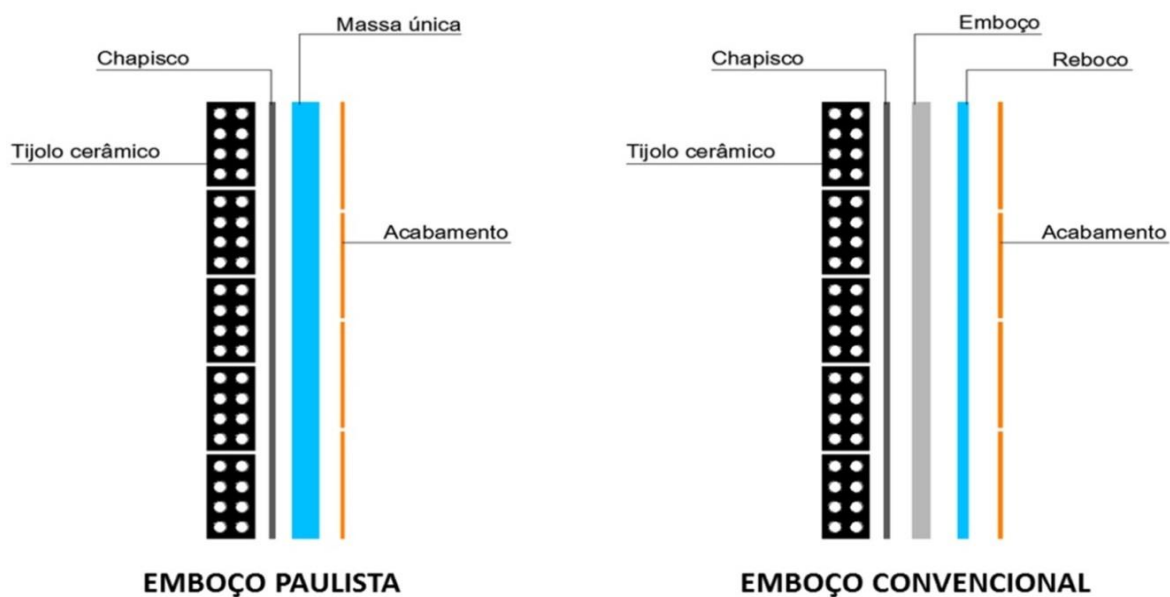


Figura 16 - Parede com emboço paulista e revestimento tradicional.

As paredes do banheiro são revestidas até a altura do forro com azulejo cerâmico de PEI 1 fixados com argamassa de assentamento. A parede da cozinha onde se encontra a pia recebe revestimento de azulejo até a altura de um metro e meio, assim como a parede da lavanderia onde é instalado o tanque, como pode ser observado na Figura 17. As demais paredes recebem pintura acrílica interna e externamente.



Figura 17 - Parede revestida de azulejo na altura de 1,50 metros na cozinha e até o teto no banheiro.

Fonte: Arquivo pessoal (2014).

As esquadrias das janelas são de ferro, assim como as portas externas. As portas internas são de madeira com batentes metálicos. A cobertura é de telha cerâmica sobre estrutura de madeira executada em duas águas, beiral de sessenta centímetros e fechamento interno em forro de PVC. O pé direito mínimo de todos os ambientes da casa varia de 2,40 a 2,50 metros e uma laje de concreto pré-moldada abriga a caixa d'água acima da circulação à frente do banheiro, como pode ser visto na Figura 18.



Figura 18 – Laje pré-moldada com caixa d'água e forro de PVC. Sistemas adotados pelas unidades habitacionais executadas pela Fetaesp.

Fonte: Arquivo pessoal (2015).

5.2.2.1 Unidades habitacionais de São Miguel Arcanjo

No município de São Miguel Arcanjo, o Programa Nacional de Habitação Rural é representado pela entidade organizadora Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado de São Paulo. São onze unidades habitacionais construídas com subsídio dos governos Estadual e Federal, resultando em uma construção que conta com subsídio total de R\$ 38.500,00 (trinta e oito mil e quinhentos reais), dois dormitórios e, aproximadamente, cinquenta e cinco metros quadrados de área construída.

As obras das unidades habitacionais de São Miguel Arcanjo já se encontravam em andamento quando a Fetaesp teve a verba de R\$ 10.000,00 (dez mil reais) disponibilizada pelo Governo Estadual, por este motivo o subsídio adicional foi aplicado em melhorias na execução da moradia como, por exemplo, a instalação de azulejo até o teto no banheiro, e não na ampliação da unidade para três dormitórios.

As habitações atendem a agricultores familiares de um assentamento rural chamado “Gleba das Videiras” que faz parte do Programa de Regularização Fundiária. Encontram-se agrupadas em uma propriedade de aproximadamente 24 hectares e 30 famílias que praticam diferentes culturas de produção, entre elas “uvas de mesa”, feijão, soja, batata e milho. Dessas, 11 famílias puderam ser contempladas com o subsídio do PNHR.

A solução da planta de projeto arquitetônico das habitações de São Miguel Arcanjo é diferente do modelo de planta adotado em Itararé - que é diferente da solução arquitetônica adotada e implantada atualmente pela Fetaesp, que é a utilizada como modelo padrão. As técnicas construtivas adotadas e os materiais de construção são os mesmos utilizados em todos os modelos habitacionais construídos pela Entidade e, conforme apresentado no tópico anterior, somente há a diferença no número de dormitórios construídos: enquanto o projeto implantado em Itararé e o projeto “padrão Fetaesp” possuem três dormitórios, o de São Miguel Arcanjo possui somente dois dormitórios.

As moradias de São Miguel Arcanjo, como mostra a Figura 19, apresentam as seguintes especificações de planta, conforme diretrizes mínimas do PNHR: uma sala de estar, um dormitório para casal, um dormitório para duas camas de solteiro, cozinha, um banheiro, área de circulação interna, área de serviço externa coberta e previsão de ampliação para um terceiro dormitório.

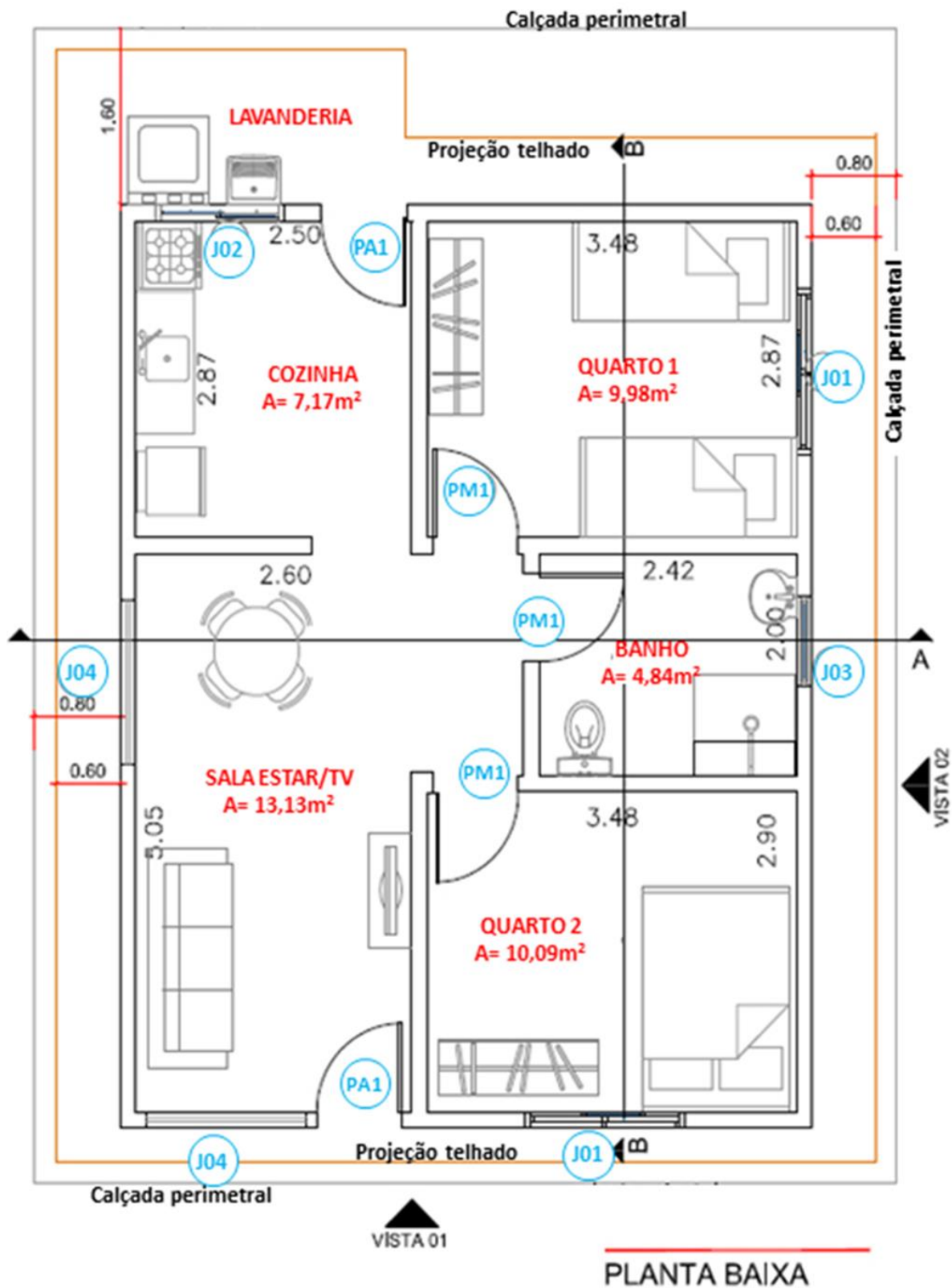


Figura 19 – Planta modelo do Projeto Arquitetônico da unidade habitacional implantada pela Fetaesp no município São Miguel Arcanjo (sem escala).

Fonte: Fetaesp (2014).

O dormitório de casal, denominado na planta como “quarto 2”, possui uma área de 10,09 metros quadrados que abriga a quantidade mínima de móveis nas dimensões exigidas pelo Programa, bem como dois pontos para tomadas elétricas, um ponto de iluminação no teto e janela com dimensão mínima de vão (1,50 x 1,00m) para proporcionar a quantidade de luminosidade e ventilação exigida pelas orientações do PNHR.

O dormitório para duas camas de solteiro, indicado na planta como “quarto 1”, possui área de 9,98 metros quadrados que atende às especificações mínimas do Programa quanto a mobiliário, espaço de circulação, tamanho da janela (1,50 x 1,00m), pontos de elétrica e de iluminação. Ambos os dormitórios possuem revestimento de piso cerâmico, paredes com pintura acrílica e forro de PVC.

O banheiro possui área total de 4,84 metros quadrados com piso cerâmico e azulejo até o teto, janela basculante de aço na dimensão 80 por 80 centímetros e forro de PVC com ponto central de iluminação. A caixa d’água se encontra na laje logo acima do hall de circulação com 1,80 metros quadrados em frente à porta do banheiro e dos dois dormitórios.

Com ambiente para estar e jantar, a sala tem 13,13 metros quadrados de área útil abrigando os mobiliários indicados pelas especificações do PNHR e preservando a área de circulação; janela de correr com duas folhas que oferece iluminação e ventilação com área de 1,5 metros quadrados, piso cerâmico e pintura acrílica nas paredes. Forro de PVC com dois pontos de iluminação.

A cozinha, com área de 7,17 metros quadrados tem porta de saída para a lavanderia, janela ampla basculante, área para fogão e geladeira, piso cerâmico e azulejo em toda a parede que abriga a bancada com a pia e atende as demais especificações mínimas. Toda a unidade de habitação possui uma altura de pé direito de 2,60 metros, portas internas de madeira e batentes metálicos, janelas e portas externas de ferro e forro de PVC.

Após a experiência com as casas de São Miguel Arcanjo a Fetaesp alterou o projeto arquitetônico para a construção das moradias de Itararé, acrescentando um dormitório ao modelo habitacional. Com a mudança na planta de projeto a entidade buscou realizar um melhor uso do subsídio atribuído aprimorando a construção, o uso e a ampliação da habitação.

A planta baixa e os demais desenhos fornecidos pela entidade organizadora e que compõem o projeto arquitetônico das unidades implantadas em São Miguel Arcanjo, encontram-se no anexo do presente trabalho.

5.2.3 Unidades habitacionais de Itararé

O Programa Nacional de Habitação Rural do município de Itararé atende a onze famílias de agricultores familiares também através da Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado de São Paulo. A Fetaesp é a entidade organizadora responsável pela construção das onze unidades habitacionais que atendem a demanda dos produtores de leite, queijo, hortaliças diversas e gado de corte. As habitações encontram-se cada uma na propriedade do respectivo produtor, ficando a uma distância de até 65 km umas das outras.

O modelo arquitetônico implantado pela Fetaesp em Itararé se diferencia do modelo executado em São Miguel Arcanjo por possuir um dormitório a mais do que propõe as diretrizes mínimas do PNHR, ou seja, possui três dormitórios construídos ao invés de somente dois, com o terceiro previsto em projeto como possível ampliação da unidade habitacional.

Com o diferencial da verba de R\$ 10 mil, disponibilizada pelo Governo Estadual, a entidade buscou aperfeiçoar o projeto da habitação de acordo com as necessidades de uso do produtor familiar, porém sem alterar as especificações do Programa, os materiais utilizados na execução da moradia ou as técnicas construtivas aplicadas anteriormente.

Sendo assim, a unidade habitacional de Itararé conta com uma sala de estar, um dormitório para casal, dois dormitórios para camas de solteiro, cozinha, um banheiro, área de circulação interna e área de serviço coberta resultando em uma edificação de R\$ 38.000,00 (trinta e oito mil reais) e cinquenta e oito metros quadrados de área construída, conforme pode ser visto na Figura 20.

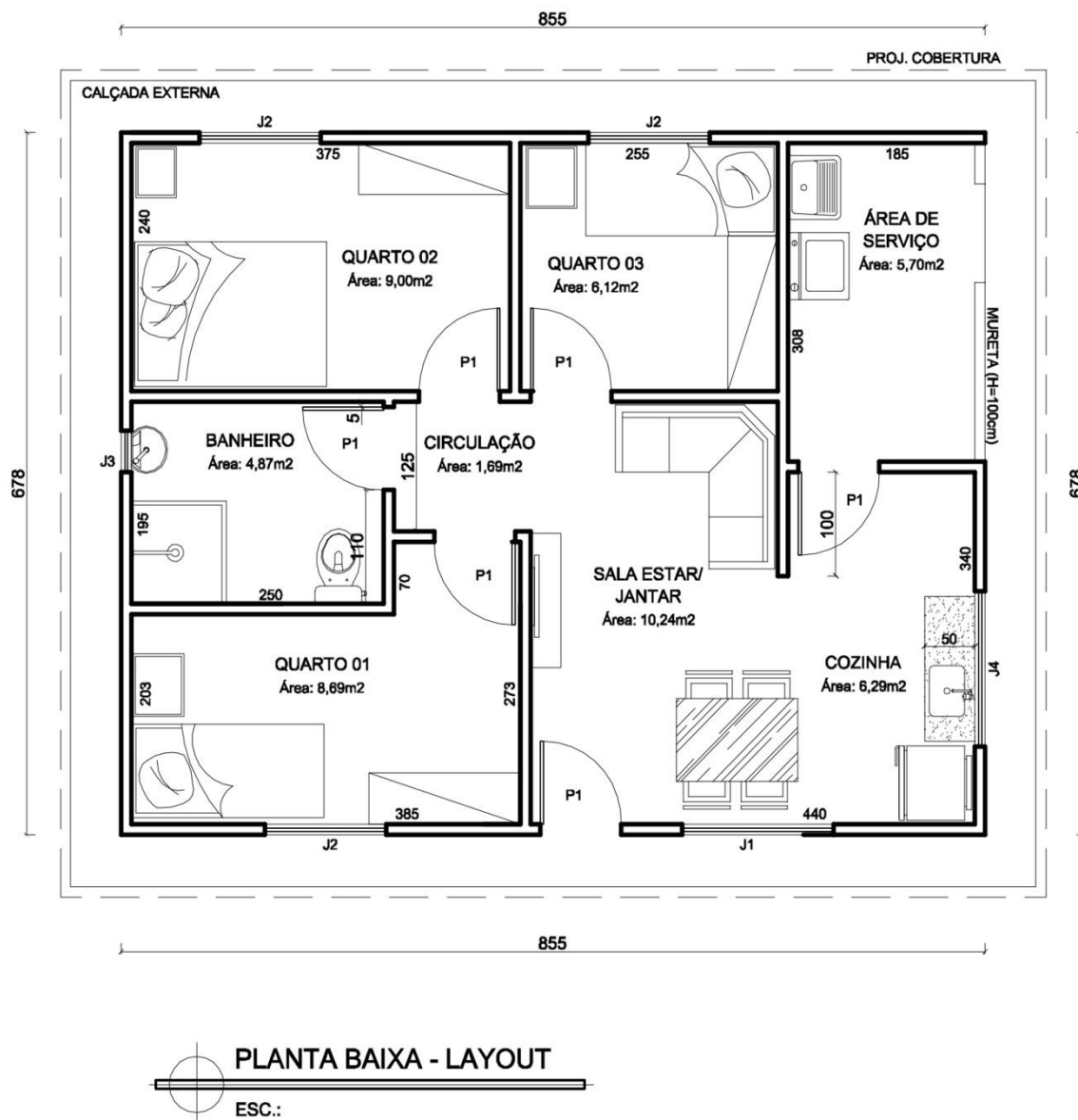


Figura 20 - Planta modelo do Projeto Arquitetônico da unidade habitacional implantada pela Fetaesp no município de Itararé (sem escala).

Fonte: Fetaesp (2014).

O dormitório de casal, denominado na planta como “quarto 2”, possui uma área total de 9 (nove) metros quadrados que abriga a quantidade mínima de móveis nas dimensões exigidas pelo PNHR. Possui uma janela com dimensões para oferecer a quantidade de iluminação e ventilação mínimas exigidas, piso cerâmico, pontos para tomada elétrica, luminária de teto, forro de PVC e pintura acrílica nas paredes, assim como os demais dormitórios.

Os dormitórios denominados como “quarto 1” e “quarto 3” com áreas de 8,69 metros quadrados e 6,12 metros quadrados respectivamente, abrigam uma cama de solteiro, armário e criado mudo nas dimensões mínimas exigidas pelo Programa, janela com as mesmas dimensões que o “quarto 2”, além de preservarem a área de rotação para portador de necessidades especiais, da mesma maneira que os demais cômodos da unidade.

O banheiro possui área de 4,87 metros quadrados, piso cerâmico e azulejo até o teto. Janela basculante de aço na dimensão de 40 por 40 centímetros e forro de PVC com iluminação central. A caixa d'água se encontra localizada na laje logo a frente do banheiro, acima da área de circulação entre o “quarto 1” e o “quarto 2”.

A sala de estar é integrada com a sala de jantar e juntas possuem uma área de 10,42 metros quadrados que abrigam sofá para quatro pessoas e armário para TV. A janela fornece iluminação e ventilação mínimas, conforme orientações das diretrizes do PNHR. O forro de PVC se estende até a cozinha e concentra os pontos de iluminação necessários.

A cozinha possui área de 6,29 metros quadrados, porta de saída para a lavanderia, janela de correr (1,50 X 0,80m) sobre a bancada da pia, que recebe azulejo até a altura de um metro e meio, área para fogão e geladeira e piso cerâmico. A lavanderia, denominada na planta como “área de serviço”, encontra-se anexa ao corpo da casa, tem área de 5,70 metros quadrados, azulejo até a altura de um metro e meio na parede que recebe o tanque e muretas em alvenaria com altura de um metro.

Toda a unidade habitacional possui altura do piso até o forro de PVC de 2,70 metros, portas internas de madeira com batente metálico, janelas e portas externas de ferro, pintura acrílica sobre as paredes externas e internas que não recebem revestimento de azulejo. O projeto completo, fornecido pela entidade organizadora, encontra-se no anexo deste trabalho.

5.3 Quantificação Energética do Modelo Habitacional

A partir do trabalho de Mello (1986) sobre a questão da quantificação da energia incorporada em agroecossistemas, foi possível traçar um raciocínio quanto à importância e aplicação da análise energética, bem como o entendimento da maneira de se estruturar a avaliação dos fluxos de energia que compõem

um sistema de produção. Para o autor, a análise dos sistemas agrícolas de produção, sob o ponto de vista energético, é uma importante ferramenta, ainda em fase de aprimoramento, para se definir as técnicas produtivas a serem adotadas, de forma a contribuir para o aumento da eficiência e economia dos custos energéticos da produção.

Para Giampietro et al. (1992 apud CAMPOS, 2001), as análises energéticas e outros indicadores quanto ao consumo de energia, são uma maneira promissora de se abordar os problemas relacionados à sustentabilidade de sistemas agrícolas e à sua eficiência energética, apesar de no Brasil este enfoque ainda carecer de interesse no que diz respeito ao desenvolvimento de trabalhos que se utilizam de quantificações energéticas como meio de avaliar os processos produtivos.

No caso da análise energética de construções e instalações rurais, a complexidade de um cálculo preciso se deve à dificuldade de estipular um padrão para as construções brasileiras e de se encontrar coeficientes energéticos para todos os itens que compõem a execução de uma edificação rural (COMITRE, 1993). A adoção de novas técnicas construtivas e diferentes opções de materiais de construção são importante instrumental na busca pelo aumento da eficiência e redução dos custos energéticos de execução das edificações rurais.

Dessa forma, o presente trabalho buscou mensurar a energia incorporada nos materiais de construção utilizados na execução das unidades residenciais propostas pelo PNHR e implantadas pela Fetaesp nas cidades de Itararé e São Miguel Arcanjo, interior do estado de São Paulo, para então propor opções que contribuam com o custo e eficiência energética na produção da habitação rural.

Os coeficientes energéticos utilizados foram os levantados pela Fundação Centro Tecnológicos de Minas Gerais (CETEC) em estudo que mensurou os conteúdos energéticos diretos e indiretos de três edificações através do levantamento do consumo de energia na fabricação dos materiais de construção empregados na execução das mesmas (FERNADES; SOUZA, 1982 apud CAMPOS, 2001).

Foram considerados os índices energéticos dos materiais de construção e mão de obra, aplicados por Campos (2001) em seu trabalho sobre o balanço energético da produção de feno e alfafa em sistema intensivo de produção de leite, bem como a metodologia utilizada pelo autor para mensurar a energia empregada em uma instalação utilizada para armazenagem de fardos de feno. Assim como no trabalho de Campos (2001), foram necessárias conversões de unidade de composição energética para

alguns materiais, utilizando-se as respectivas densidades, adequando as unidades necessárias ao cálculo.

Para complementar o cálculo da quantificação energética, índices de energia embutida nos materiais de construção, utilizados em habitação, foram retirados do trabalho de Tavares (2006) que, ao analisar o ciclo de vida energético de construções residenciais brasileiras, reuniu autores e pesquisas que mensuraram os coeficientes energéticos de diversos materiais de construção, conforme apresentado no item 4.4.2. e nas tabelas do apêndice.

O levantamento dos materiais empregados na construção das unidades habitacionais foi feito a partir de material disponibilizado pela Fetaesp (planilha orçamentária apresentada à CAIXA e desenhos do projeto arquitetônico), informações obtidas através de pesquisa de campo (visitas aos canteiros de obras nas cidades de Itararé e São Miguel Arcanjo), utilizando-se das Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos e adotando os critérios da Norma Brasileira NBR 12721, a qual determina o Custo Unitário Básico (CUB) por metro quadrado de construção (ABNT, 2006).

Foram encontradas divergências nas informações apresentadas pelo projeto arquitetônico em relação às planilhas orçamentárias – ambos materiais disponibilizados pela Fetaesp - e ao modelo real construído, que foi observado e acompanhado através de visitas regulares aos canteiros das obras durante o desenvolvimento do presente trabalho. Sendo assim, para a quantificação energética do modelo habitacional foram consideradas as unidades físicas executadas e implantadas em ambas as cidades.

Dessa forma, o presente trabalho buscou definir um método adequado à análise da energia contida em edificações, especificamente nas unidades habitacionais implantadas pela Fetaesp nas cidades de Itararé e São Miguel Arcanjo, para identificar qual a etapa construtiva e o material de construção (isolado e por etapa construtiva) que apresenta maior custo energético.

A Tabela 8 e a Tabela 9 mostram o levantamento quantitativo dos materiais e serviços de mão de obra empregados na construção das unidades habitacionais para cada etapa construtiva pré-estabelecida, apresentando os valores relativos de consumo de energia para os diversos componentes.

Tabela 8 - Composição energética do modelo arquitetônico implantado através do PNHR em Itararé/SP.

MATERIAL	UNID.	QUANTID.	DENSIDADE kg.m ⁻³	ENERGIA COMPONENTE	ENERGIA PARCIAL
FUNDAÇÃO					
RADIER					
Caibro de pinus	m ³	0,03	600,00 ⁽⁴⁾	13.810,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁹⁾	8.286.000,00 [kJ.m ⁻³]
Tábua de pinus	m ³	0,54	600,00 ⁽⁴⁾	13.810,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁹⁾	8.286.000,00 [kJ.m ⁻³]
Aço CA-50 8mm	kg	2.623,92	7.850,00 ⁽⁶⁾	30.000,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁶⁾	235.500.000,00 [kJ.m ⁻³]
CONCRETO					
	m ³	7,43			
Cimento	kg	743,00 ⁽³⁾	1.950,00 ⁽⁴⁾	4.761,39 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	9.284.710,50 [kJ.m ⁻³]
Areia	m ³	2,53 ⁽³⁾	1.450,00 ⁽¹⁾	44,77 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	64.916,50 [kJ.m ⁻³]
Pedra	m ³	7,28 ⁽³⁾	2.700,00 ⁽¹⁾	41,84 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	112.968,00 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra*	h	109,96 ⁽³⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
PISO					
ARGAMASSA DE REGULARIZAÇÃO					
	m ²	74,29			
Cimento	kg	175,53	1.950,00 ⁽⁴⁾	4.761,39 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	9.284.710,50 [kJ.m ⁻³]
Areia	m ³	1,93	1.450,00 ⁽¹⁾	44,77 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	64.916,50 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra*	h	148,58 ⁽³⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
FECHAMENTO (ALVENARIA)					
CONCRETAGEM PILARES					
	m ³	0,63			
Cimento	kg	150,00	1.950,00 ⁽⁴⁾	4.761,39 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	9.284.710,50 [kJ.m ⁻³]
Pedra	m ³	0,69	2.700,00 ⁽¹⁾	41,84 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	112.968,00 [kJ.m ⁻³]
Areia	m ³	0,36	1.450,00 ⁽¹⁾	44,77 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	64.916,50 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra	h	3,5 ⁽¹⁰⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
PAREDE DE 1 TIJOLO					
	m ²	136,14			
Aço CA-60 4,2mm	m ³	0,001	7.850,00 ⁽⁴⁾	62.780,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁸⁾	492.823.000,00 [kJ.m ⁻³]
Aço CA-60 8mm	m ³	0,012	7.850,00 ⁽⁴⁾	62.780,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁸⁾	492.823.000,00 [kJ.m ⁻³]
Tijolo cerâmico de 8 furos	m ³	11,21	1.400,00 ⁽⁴⁾	2.900,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁶⁾	4.060.000,00 [kJ.m ⁻³]
ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO					
	kg	210,00	1.950,00 ⁽⁴⁾	4.761,39 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	9.284.710,50 [kJ.m ⁻³]
Cal	kg	210,00	1.600,00 ⁽⁷⁾	4.030,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁷⁾	6.448.000,00 [kJ.m ⁻³]
Areia	m ³	1,59	1.450,00 ⁽¹⁾	44,77 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	64.916,50 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra**	h	789,61 ⁽³⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
REVESTIMENTOS					
EMBOÇO INTERNO					
	kg	928,00	1.950,00 ⁽⁴⁾	4.761,39 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	9.284.710,50 [kJ.m ⁻³]
Areia	m ³	4,87	1.450,00 ⁽¹⁾	44,77 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	64.916,50 [kJ.m ⁻³]
Cal	kg	528,00	1.600,00 ⁽⁷⁾	4.030,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁷⁾	6.448.000,00 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra*	h	79,32 ⁽¹⁰⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
EMBOÇO EXTERNO					
	kg	551,00	1.950,00 ⁽⁴⁾	4.761,39 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	9.284.710,50 [kJ.m ⁻³]
Areia	m ³	2,89	1.450,00 ⁽¹⁾	44,77 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	64.916,50 [kJ.m ⁻³]
Cal	kg	313,50	1.600,00 ⁽⁷⁾	4.030,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁷⁾	6.448.000,00 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra*	h	53,32 ⁽¹⁰⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
PINTURA INTERNA					
Tinta látex	kg	18,56	1,30 [kg.l ⁻¹] ⁽⁴⁾	65.000,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁷⁾	84.500.000,00 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra	h	24,04 ⁽¹⁰⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
PINTURA EXTERNA					
Tinta acrílica	kg	19,06	1,30 [kg.l ⁻¹] ⁽⁴⁾	61.000,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁷⁾	79.300.000,00 [kJ.m ⁻³]
Tinta óleo	kg	4,68	1,30 [kg.l ⁻¹] ⁽⁴⁾	98.100,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁷⁾	127.530.000,00 [kJ.m ⁻³]
Solvente	kg	11,00	1.100,00 ⁽⁴⁾	67.900,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁷⁾	74.690.000,00 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra	h	16,15 ⁽¹⁰⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
ACABAMENTO ALVENARIA					
Argamassa de assentamento	kg	171,51	1.860,00 ⁽⁶⁾	2.100,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁶⁾	3.906.000,00 [kJ.m ⁻³]
Cerâmica PEI 4	m ²	0,26	2.000,00 ⁽⁶⁾	6.200,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁶⁾	12.400.000,00 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra***	h	76,58 ⁽³⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
ACABAMENTO PISO					
Argamassa de assentamento	kg	247,39	1.860,00 ⁽⁶⁾	2.100,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁶⁾	3.906.000,00 [kJ.m ⁻³]
Cerâmica PEI 5	m ²	0,37	2.000,00 ⁽⁶⁾	5.000,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁶⁾	10.000.000,00 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra***	h	110,46 ⁽³⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-

COBERTURA					
LAJE PRÉ-MOLDADA FORRO					
Aço vigota	kg	5,92	7.850,00 ⁽⁴⁾	62.780,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁸⁾	492.823.000,00 [kJ.m ⁻³]
Lajota cerâmica	m ³	0,20	1.400,00 ⁽⁴⁾	2.900 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁶⁾	4.060.000,00 [kJ.m ⁻³]
CONCRETAGEM LAJE					
Cimento	kg	34,00	1.950,00 ⁽⁴⁾	4.761,39 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	9.284.710,50 [kJ.m ⁻³]
Pedra	m ³	0,15	2.700,00 ⁽¹⁾	41,84 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	112.968,00 [kJ.m ⁻³]
Areia	m ³	0,10	1.450,00 ⁽¹⁾	44,77 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	64.916,50 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra	h	0,98	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
COBERTURA					
Ripa 4x2cm de madeira	m ³	0,22	600,00 ⁽⁴⁾	13.810,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁹⁾	8.286.000,00 [kJ.m ⁻³]
Caibro 7x4cm	m ³	0,41	600,00 ⁽⁴⁾	13.810,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁹⁾	8.286.000,00 [kJ.m ⁻³]
Peça lateral 6x12cm de madeira	m ³	0,30	600,00 ⁽⁴⁾	13.810,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁹⁾	8.286.000,00 [kJ.m ⁻³]
Peça travamento 6x12cm de madeira	m ³	0,10	600,00 ⁽⁴⁾	13.810,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁹⁾	8.286.000,00 [kJ.m ⁻³]
Cumeeira 12x6	m ³	0,08	600,00 ⁽⁴⁾	13.810,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁹⁾	8.286.000,00 [kJ.m ⁻³]
Telha cerâmica	m ³	1,10	1.900,00 ⁽⁶⁾	5.400,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁶⁾	10.260.000,00 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra	h	25,94 ⁽¹⁰⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
FORRO					
Fechamento PVC	m ³	0,53	1.300,00 ⁽⁴⁾	119.990,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁸⁾	155.987.000,00 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra	h	10,52 ⁽¹⁰⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-

⁽¹⁾ Pianca (1968) apud Campos (2001).

⁽²⁾ Fernandes e Souza (1982) apud Campos (2001).

⁽³⁾ Campos (2001).

⁽⁴⁾ Valores médios: Incropera (1992); Van Vlack (1970) apud Tavares (2006).

⁽⁵⁾ Carvalho et al. (1974) apud Campos (2001).

⁽⁶⁾ Tavares (2006).

⁽⁷⁾ MIC-CETEC (1982) apud Tavares (2006).

⁽⁸⁾ Pimentel (1980).

⁽⁹⁾ Brasil (2001).

⁽¹⁰⁾ TCPO (2003).

*Incluindo pedreiro e servente;

**Incluindo preparação da argamassa e assentamento dos tijolos.

*** Incluindo aplicação de rejunte.

Tabela 9 - Composição energética do modelo arquitetônico implantado através do PNHR em São Miguel Arcanjo/SP.

MATERIAL	UNID.	QUANTID.	DENSIDADE kg.m ⁻³	ENERGIA COMPONENTE	ENERGIA PARCIAL
FUNDAÇÃO					
RADIER					
Caibro de pinus	m ³	0,03	600,00 ⁽⁴⁾	13.810,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁹⁾	8.286.000,00 [kJ.m ⁻³]
Tábua de pinus	m ³	0,68	600,00 ⁽⁴⁾	13.810,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁹⁾	8.286.000,00 [kJ.m ⁻³]
Aço CA-50 8mm	kg	2.917,79	7.850,00 ⁽⁶⁾	30.000,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁶⁾	235.500.000,00 [kJ.m ⁻³]
CONCRETO					
Cimento	kg	827,00 ⁽³⁾	1.950,00 ⁽⁴⁾	4.761,39 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	9.284.710,50 [kJ.m ⁻³]
Areia	m ³	2,81 ⁽³⁾	1.450,00 ⁽¹⁾	44,77 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	64.916,50 [kJ.m ⁻³]
Pedra	m ³	8,10 ⁽³⁾	2.700,00 ⁽¹⁾	41,84 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	112.968,00 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra*	h	122,40 ⁽³⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
PISO					
ARGAMASSA DE REGULARIZAÇÃO					
Cimento	kg	195,20	1.950,00 ⁽⁴⁾	4.761,39 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	9.284.710,50 [kJ.m ⁻³]
Areia	m ³	2,15	1.450,00 ⁽¹⁾	44,77 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	64.916,50 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra*	h	165,22 ⁽³⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
FECHAMENTO (ALVENARIA)					
CONCRETAGEM PILARES					
Cimento	kg	145,24	1.950,00 ⁽⁴⁾	4.761,39 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	9.284.710,50 [kJ.m ⁻³]
Pedra	m ³	0,67	2.700,00 ⁽¹⁾	41,84 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	112.968,00 [kJ.m ⁻³]
Areia	m ³	0,35	1.450,00 ⁽¹⁾	44,77 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	64.916,50 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra	h	3,5 ⁽¹⁰⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
PAREDE DE 1 TIJOLO					
Aço CA-60 4,2mm	m ³	0,001	7.850,00 ⁽⁴⁾	62.780,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁸⁾	492.823.000,00 [kJ.m ⁻³]
Aço CA-60 8mm	m ³	0,012	7.850,00 ⁽⁴⁾	62.780,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁸⁾	492.823.000,00 [kJ.m ⁻³]
Tijolo cerâmico de 8 furos	m ³	10,56	1.400,00 ⁽⁴⁾	2.900 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁶⁾	4.060.000,00 [kJ.m ⁻³]
ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO					
Cimento	kg	198,00	1.950,00 ⁽⁴⁾	4.761,39 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	9.284.710,50 [kJ.m ⁻³]
Cal	kg	198,00	1.600,00 ⁽⁷⁾	4.030,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁷⁾	6.448.000,00 [kJ.m ⁻³]
Areia	m ³	1,50	1.450,00 ⁽¹⁾	44,77 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	64.916,50 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra**	h	743,15 ⁽³⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
REVESTIMENTOS					
EMBOÇO INTERNO					
Cimento	kg	855,50	1.950,00 ⁽⁴⁾	4.761,39 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	9.284.710,50 [kJ.m ⁻³]
Areia	m ³	4,49	1.450,00 ⁽¹⁾	44,77 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	64.916,50 [kJ.m ⁻³]
Cal	kg	486,50	1.600,00 ⁽⁷⁾	4.030,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁷⁾	6.448.000,00 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra*	h	72,72 ⁽¹⁰⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
EMBOÇO EXTERNO					
Cimento	kg	420,50	1.950,00 ⁽⁴⁾	4.761,39 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	9.284.710,50 [kJ.m ⁻³]
Areia	m ³	2,20	1.450,00 ⁽¹⁾	44,77 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	64.916,50 [kJ.m ⁻³]
Cal	kg	239,25	1.600,00 ⁽⁷⁾	4.030,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁷⁾	6.448.000,00 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra*	h	40,80 ⁽¹⁰⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
PINTURA INTERNA					
Tinta látex	kg	17,03	1,30 [kg.l ⁻¹] ⁽⁴⁾	65.000,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁷⁾	84.500.000,00 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra	h	22,04 ⁽¹⁰⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
PINTURA EXTERNA					
Tinta acrílica	kg	14,59	1,30 [kg.l ⁻¹] ⁽⁴⁾	61.000,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁷⁾	79.300.000,00 [kJ.m ⁻³]
Tinta óleo	kg	4,68	1,30 [kg.l ⁻¹] ⁽⁴⁾	98.100,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁷⁾	127.530.000,00 [kJ.m ⁻³]
Solvente	kg	11,00	1.100,00 ⁽⁴⁾	67.900,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁷⁾	74.690.000,00 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra	h	12,36 ⁽¹⁰⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
ACABAMENTO ALVENARIA					
Argamassa de assentamento	kg	149,80	1.860,00 ⁽⁶⁾	2.100,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁶⁾	3.906.000,00 [kJ.m ⁻³]
Cerâmica PEI 4	m ³	0,22	2.000,00 ⁽⁶⁾	6.200,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁶⁾	12.400.000,00 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra***	h	66,90 ⁽³⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
ACABAMENTO PISO					
Argamassa de assentamento	kg	212,62	1.860,00 ⁽⁶⁾	2.100,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁶⁾	3.906.000,00 [kJ.m ⁻³]
Cerâmica PEI 5	m ³	0,32	2.000,00 ⁽⁶⁾	5.000,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁶⁾	10.000.000,00 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra***	h	94,96 ⁽³⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-

COBERTURA					
LAJE PRÉ-MOLDADA FORRO					
Aço vigota	kg	4,44	7.850,00 ⁽⁴⁾	62.780,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁸⁾	492.823.000,00 [kJ.m ⁻³]
Lajota cerâmica	m ³	0,15	1.400,00 ⁽⁴⁾	2.900 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁶⁾	4.060.000,00 [kJ.m ⁻³]
CONCRETAGEM LAJE					
Cimento	kg	42,00	1.950,00 ⁽⁴⁾	4.761,39 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	9.284.710,50 [kJ.m ⁻³]
Pedra	m ³	0,19	2.700,00 ⁽¹⁾	41,84 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	112.968,00 [kJ.m ⁻³]
Areia	m ³	0,12	1.450,00 ⁽¹⁾	44,77 [kJ.kg ⁻¹] ⁽²⁾	64.916,50 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra	h	1,2	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
COBERTURA					
Ripa 4x2cm de madeira	m ³	0,22	600,00 ⁽⁴⁾	13.810,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁹⁾	8.286.000,00 [kJ.m ⁻³]
Caibro 7x4cm	m ³	0,41	600,00 ⁽⁴⁾	13.810,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁹⁾	8.286.000,00 [kJ.m ⁻³]
Peça lateral 6x12cm de madeira	m ³	0,30	600,00 ⁽⁴⁾	13.810,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁹⁾	8.286.000,00 [kJ.m ⁻³]
Peça travamento 6x12cm de madeira	m ³	0,10	600,00 ⁽⁴⁾	13.810,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁹⁾	8.286.000,00 [kJ.m ⁻³]
Cumeeira 12x6	m ³	0,08	600,00 ⁽⁴⁾	13.810,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁹⁾	8.286.000,00 [kJ.m ⁻³]
Telha cerâmica	m ³	1,09	1.900,00 ⁽⁶⁾	5.400,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁶⁾	10.260.000,00 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra	h	25,67 ⁽¹⁰⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-
FORRO					
Fechamento PVC	m ³	0,45	1.300,00 ⁽⁴⁾	119.990,00 [kJ.kg ⁻¹] ⁽⁸⁾	155.987.000,00 [kJ.m ⁻³]
Mão de obra	h	9,01 ⁽¹⁰⁾	-	386,40 [kJ.h ⁻¹] ⁽⁵⁾	-

⁽¹⁾ Pianca (1968) apud Campos (2001).

⁽²⁾ Fernandes e Souza (1982) apud Campos (2001).

⁽³⁾ Campos (2001).

⁽⁴⁾ Valores médios: Incropera (1992); Van Vlack (1970) apud Tavares (2006).

⁽⁵⁾ Carvalho et al. (1974) apud Campos (2001).

⁽⁶⁾ Tavares (2006).

⁽⁷⁾ MIC-CETEC (1982) apud Tavares (2006).

⁽⁸⁾ Pimentel (1980).

⁽⁹⁾ Brasil (2001).

⁽¹⁰⁾ TCPO (2003).

*Incluindo pedreiro e servente;

** Incluindo preparação da argamassa e assentamento dos tijolos.

*** Incluindo aplicação de rejunte.

5.4 Ambiência proposta pelo Projeto Arquitetônico

A qualidade do processo construtivo encontra no Projeto Arquitetônico um dos seus principais determinantes. O desenvolvimento do projeto de uma edificação é uma atividade intelectual pautada em conhecimentos diversificados de aspectos técnicos, fisiológicos, psicológicos, históricos, socioeconômicos e ambientais, entre outros.

A preocupação com a representação dos aspectos de conforto ambiental é assunto recorrente em estudos e pesquisas sobre a qualidade do ambiente construído. A análise da ambiência proposta pela unidade habitacional de São Miguel Arcanjo e pela unidade habitacional de Itararé foi realizada a partir do projeto arquitetônico do modelo de cada habitação, desenvolvido com embasamento nas diretrizes mínimas pontuadas pelo Programa Nacional de Habitação Rural.

Através da observação de um levantamento de fatores necessários ao ser humano para a sua sobrevivência e que, por sua vez, determinam a apropriação dos ambientes da habitação, foram analisados os cômodos de cada unidade habitacional e a composição e configuração desses espaços na formatação da habitação.

Como referencial antropométrico das escalas humanas foi utilizado o trabalho de Neufert (1998), a pesquisa de Neufert e Neff (1999) e a norma técnica de acessibilidade de edificações - NBR 9050, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2015). Estes documentos, juntamente com o mobiliário e equipamentos necessários, demonstram como devem ser dimensionados os espaços mínimos para o desenvolvimento das atividades cotidianas no ambiente da habitação, estabelecendo parâmetros e critérios técnicos a serem observados quanto ao projeto e construção das edificações frente às exigências da acessibilidade.

A Figura 21 exemplifica qual a dimensão mínima a ser considerada no módulo de referência para um Portador de Necessidades Especiais (PNE), especificamente um cadeirante.

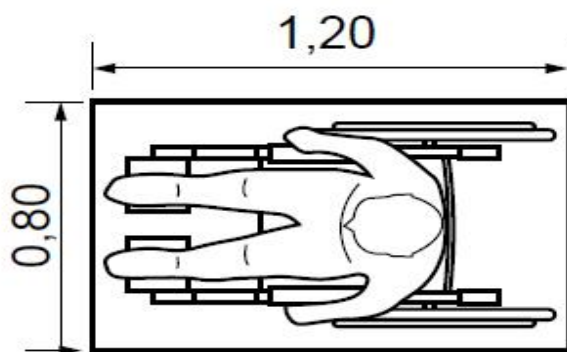


Figura 21 – Dimensões mínimas do módulo de referência.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2015).

O projeto arquitetônico do modelo habitacional do PNHR deve ser dimensionado de forma a atender as exigências da NBR 9050, conforme previsto nas diretrizes do Programa, assegurando espaço livre de obstáculos em frente às portas e área suficiente, em cada cômodo, para inscrever o módulo de manobra sem deslocamento com rotação de 180 (cento e oitenta) graus, também livre de obstáculos, conforme demonstra a Figura 22.

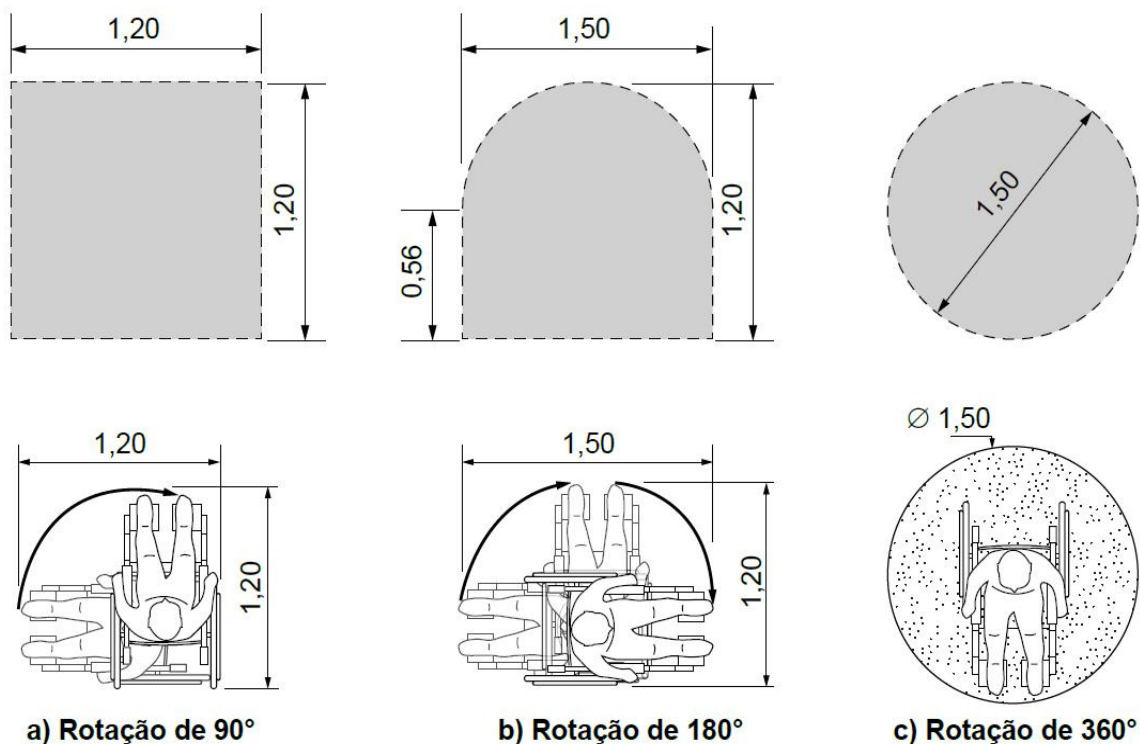


Figura 22 – Área para manobra de cadeira de rodas sem deslocamento.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2015).

A documentação de um dimensionamento mínimo dos ambientes da habitação, adequados às necessidades dos moradores, permite um reconhecimento dos espaços de uma moradia, facilitando a identificação e a compreensão do sentido de conforto e bem estar que ela proporciona a quem a habita. A Figura 23 demonstra algumas das dimensões a serem consideradas no projeto (NEUFERT, 1998).

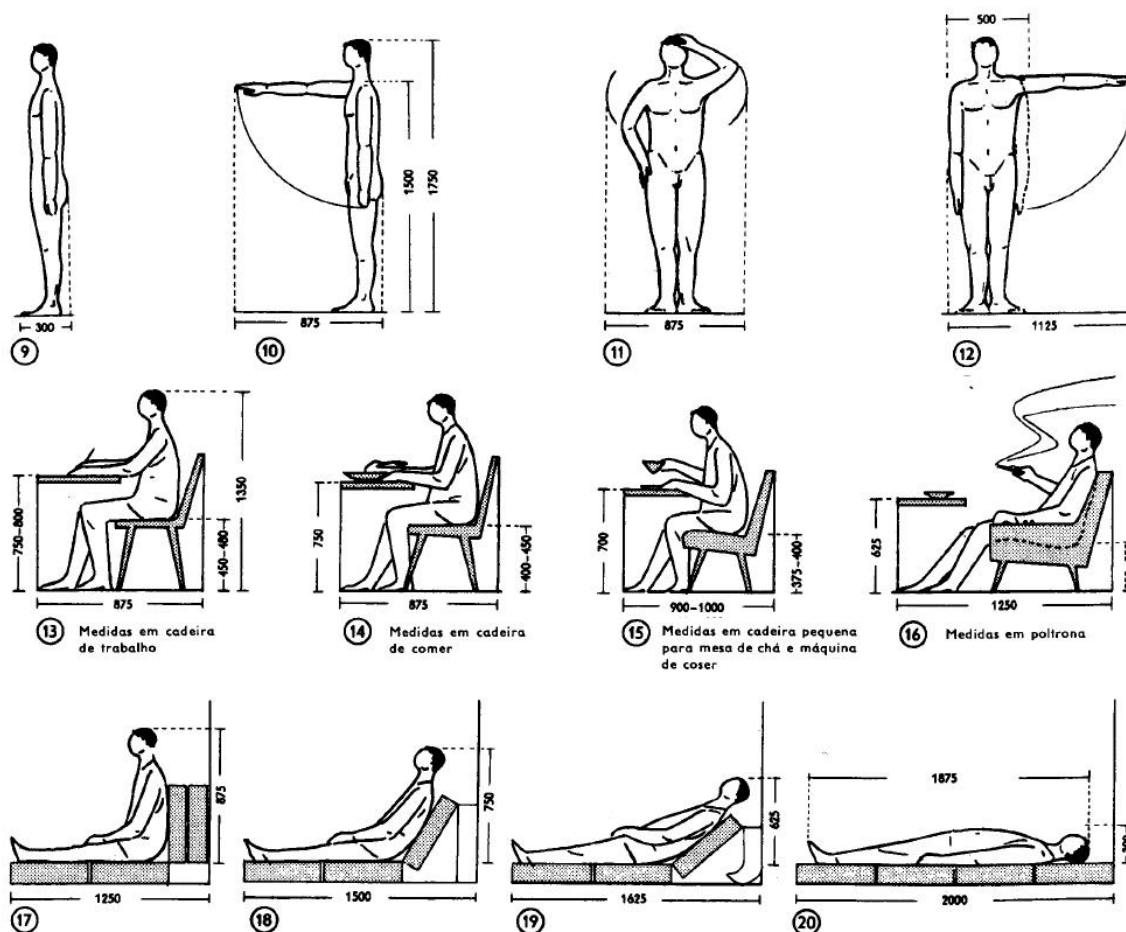


Figura 23 – O homem - dimensões e espaços necessários.

Fonte: NEUFERT (1998).

O estudo de um modelo arquitetônico de habitação possibilita uma definição padrão de áreas e espaços adequados ao desenvolvimento das atividades e necessidades do homem dentro do ambiente da moradia. A Tabela 10 traz um inventário das principais necessidades e atividades dos usuários da habitação.

Tabela 10 – Atividades básicas dos usuários da habitação

NECESSIDADES	ATIVIDADES
Fisiológicas, Físicas e Biológicas	Alimentação Estar íntimo Repouso Lazer individual Higiene pessoal Dormir Desenvolvimento intelectual Atividade cultural
Psicológicas	Privacidade Individualidade Territorialidade Exclusividade Isolamento Compatibilidade Satisfação pessoal Satisfação cultural Satisfação social Propriedade Adaptabilidade/ Flexibilidade Personalização Proteção/ Segurança Liberdade de arranjo Comodidade Atendimento de prioridades Habitabilidade
Conforto	Iluminação natural e artificial Insolação Obscurecimento Renovação de ar Condicionamento de temperatura Controle da umidade Condicionamento acústico Prevenção de odores Durabilidade Qualidade espacial Organização racional do espaço habitável
Sociológicas	Identificação cultural Equipamentos urbanos: Saúde, educação, higiene, transporte,

	Segurança coletiva
	Serviços e comércio
	Promoção social e cultural
	Possibilidade de trabalho
	Integração/ Convívio social
Econômicas	Satisfação
	Custo X Qualidade

Fonte: BELO et al., (2000).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Análise Energética do Modelo Habitacional

Utilizando-se o trabalho de Campos (2001) como base e a metodologia adotada pelo autor, apresenta-se a quantificação da energia investida na construção dos modelos habitacionais implantados pela Fetaesp nas cidades de São Miguel Arcanjo/SP e Itararé/SP através do PNHR. A execução da unidade habitacional foi dividida em cinco etapas construtivas - fundação, piso, fechamento (alvenaria), revestimento e cobertura - e foram quantificados os materiais utilizados em cada uma delas, além do trabalho humano envolvido no processo de construção.

Dessa forma foi possível estimar, além da energia total contida na edificação, o custo energético de cada etapa construtiva, identificar o material de maior consumo energético por etapa construtiva e em relação à moradia como um todo. Os resultados dos conteúdos energéticos obtidos foram apresentados em MJ, unidade do Sistema Internacional. Os dados levantados possibilitaram observar a grande variação dos resultados encontrados e apresentados pela literatura, principalmente se comparadas construções brasileiras com pesquisas realizadas em outros países.

Os valores estimados da energia consumida na construção das unidades de Itararé e São Miguel Arcanjo encontram-se, respectivamente, na Tabela 11 e Tabela 12.

Tabela 11 - Consumo energético da construção da unidade habitacional de Itararé/SP.

MATERIAL	UNID.	QUANTID.	CONTEÚDO ENERGÉTICO (MJ)
FUNDAÇÃO			
RADIER			
Caibro de pinus	m ³	0,03	248,58
Tábua de pinus	m ³	0,54	4.474,44
Aço CA-50 8mm	kg	2.623,92	78.717,60
CONCRETO	m ³	7,43	
Cimento	kg	743,00	3.537,71
Areia	m ³	2,53	164,24
Pedra	m ³	7,28	822,41
Mão de obra*	h	109,96	42,49
TOTAL			88.007,47
PISO			
ARGAMASSA DE REGULARIZAÇÃO	m ²	74,29	
Cimento	kg	175,53	835,77
Areia	m ³	1,93	125,29
Mão de obra*	h	148,58	57,41
TOTAL			1.018,47
FECHAMENTO (ALVENARIA)			
CONCRETAGEM PILARES	m ³	0,63	
Cimento	kg	150,00	714,21
Pedra	m ³	0,69	77,95
Areia	m ³	0,36	23,37
Mão de obra	h	3,5	1,35
PAREDE DE 1 TIJOLO	m ²	136,14	
Aço CA-60 4,2mm	m ³	0,001	492,82
Aço CA-60 8mm	m ³	0,012	5.913,87
Tijolo cerâmico de 8 furos	m ³	11,21	45.512,60
ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO			
Cimento	kg	210,00	999,89
Cal	kg	210,00	846,30
Areia	m ³	1,59	103,22
Mão de obra**	h	789,61	305,10
TOTAL			54.990,68
REVESTIMENTOS			
EMBOÇO INTERNO			
Cimento	kg	928,00	4.418,57
Areia	m ³	4,87	316,14
Cal	kg	528,00	2.127,84
Mão de obra*	h	79,32	30,65
EMBOÇO EXTERNO			
Cimento	kg	551,00	2.623,53
Areia	m ³	2,89	187,61
Cal	kg	313,50	1.263,40
Mão de obra*	h	53,32	20,60
PINTURA INTERNA			
Tinta látex	kg	18,56	1.206,40
Mão de obra	h	24,04	9,29
PINTURA EXTERNA			
Tinta acrílica	kg	19,06	1.162,66
Tinta óleo	kg	4,68	459,11

Solvente	kg	11,00	746,90
Mão de obra	h	16,15	6,24
ACABAMENTO ALVENARIA			
Argamassa de assentamento	kg	171,51	360,17
Cerâmica PEI 4	m ³	0,26	3.224,00
Mão de obra***	h	76,58	29,59
ACABAMENTO PISO			
Argamassa de assentamento	kg	247,39	519,52
Cerâmica PEI 5	m ³	0,37	3.700,00
Mão de obra***	h	110,46	42,68
TOTAL			22.454,90
COBERTURA			
LAJE PRÉ-MOLDADA FORRO			
Aço vigota	kg	5,92	371,65
Lajota cerâmica	m ³	0,20	812,00
CONCRETAGEM LAJE			
Cimento	kg	34,00	161,89
Pedra	m ³	0,15	16,94
Areia	m ³	0,10	6,49
Mão de obra	h	0,98	0,38
COBERTURA			
Ripa 4x2cm de madeira	m ³	0,22	1.822,92
Caibro 7x4cm	m ³	0,41	3.397,26
Peça lateral 6x12cm de madeira	m ³	0,30	2.485,80
Peça travamento 6x12cm de madeira	m ³	0,10	828,60
Cumeeira 12x6	m ³	0,08	662,88
Telha cerâmica	m ³	1,10	11.286,00
Mão de obra	h	25,94	10,02
FORRO			
Fechamento PVC	m ³	0,53	82.673,11
Mão de obra	h	10,52	4,06
TOTAL			104.540,00

Tabela 12 – Consumo energético da construção da unidade habitacional de São Miguel Arcanjo/SP.

MATERIAL	UNID.	QUANTID.	CONTEÚDO ENERGÉTICO (MJ)
FUNDAÇÃO			
RADIER			
Caibro de pinus	m ³	0,03	248,58
Tábua de pinus	m ³	0,68	5.634,48
Aço CA-50 8mm	kg	2.917,79	87.533,70
CONCRETO	m ³	8,27	
Cimento	kg	827,00	3.937,67
Areia	m ³	2,81	182,41
Pedra	m ³	8,10	915,04
Mão de obra*	h	122,40	47,30
TOTAL			98.499,18
PISO			
ARGAMASSA DE REGULARIZAÇÃO	m ²	82,61	
Cimento	kg	195,20	929,42
Areia	m ³	2,15	139,57
Mão de obra*	h	165,22	63,84
TOTAL			1.132,83
FECHAMENTO (ALVENARIA)			
CONCRETAGEM PILARES	m ³	0,61	
Cimento	kg	145,24	691,54
Pedra	m ³	0,67	75,69
Areia	m ³	0,35	22,72
Mão de obra	h	3,5 ⁽¹⁰⁾	1,35
PAREDE DE 1 TIJOLO	m ²	128,13	
Aço CA-60 4,2mm	m ³	0,001	492,82
Aço CA-60 8mm	m ³	0,012	5.913,87
Tijolo cerâmico de 8 furos	m ³	10,56	42.873,60
ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO			
Cimento	kg	198,00	942,76
Cal	kg	198,00	797,94
Areia	m ³	1,50	97,37
Mão de obra**	h	743,15	287,15
TOTAL			52.196,81
REVESTIMENTOS			
EMBOÇO INTERNO			
Cimento	kg	855,50	4.073,37
Areia	m ³	4,49	291,47
Cal	kg	486,50	1.960,60
Mão de obra*	h	72,72	28,10
EMBOÇO EXTERNO			
Cimento	kg	420,50	2.002,16
Areia	m ³	2,20	142,82
Cal	kg	239,25	964,18
Mão de obra*	h	40,80	15,76
PINTURA INTERNA			
Tinta látex	kg	17,03	1.106,95
Mão de obra	h	22,04	8,52
PINTURA EXTERNA			

Tinta acrílica	kg	14,59	889,99
Tinta óleo	kg	4,68	459,11
Solvente	kg	11,00	746,90
Mão de obra	h	12,36	4,78
ACABAMENTO ALVENARIA			
Argamassa de assentamento	kg	149,80	314,58
Cerâmica PEI 4	m ³	0,22	2.728,00
Mão de obra***	h	66,90	25,85
ACABAMENTO PISO			
Argamassa de assentamento	kg	212,62	446,50
Cerâmica PEI 5	m ³	0,32	3.200,00
Mão de obra***	h	94,96	36,69
TOTAL			19.446,33
COBERTURA			
LAJE PRÉ-MOLDADA FORRO			
Aço vigota	kg	4,44	278,74
Lajota cerâmica	m ³	0,15	609,00
CONCRETAGEM LAJE			
Cimento	kg	42,00	199,98
Pedra	m ³	0,19	21,46
Areia	m ³	0,12	7,79
Mão de obra	h	1,2	0,46
COBERTURA			
Ripa 4x2cm de madeira	m ³	0,22	1.822,92
Caibro 7x4cm	m ³	0,41	3.397,26
Peça lateral 6x12cm de madeira	m ³	0,30	2.485,80
Peça travamento 6x12cm de madeira	m ³	0,10	828,60
Cumeeira 12x6	m ³	0,08	662,88
Telha cerâmica	m ³	1,09	11.183,40
Mão de obra	h	25,67	9,92
FORRO			
Fechamento PVC	m ³	0,45	70.194,15
Mão de obra	h	9,01	3,48
TOTAL			91.705,84

A unidade habitacional implantada em São Miguel Arcanjo consumiu um total de 262.980,99 MJ em sua construção. O consumo energético de cada etapa construtiva apresenta-se na Tabela 13. A unidade de habitação construída em Itararé apresentou custo energético total de 271.011,52 MJ e o consumo energético por etapa construtiva encontra-se na Tabela 14.

Tabela 13 - Total de energia consumida por etapa de construção do modelo arquitetônico de São Miguel Arcanjo/SP.

ETAPA CONSTRUTIVA	CONTEÚDO ENERGÉTICO (MJ)
FUNDAÇÃO	98.499,18
PISO (incluindo calçada externa)	1.132,83
FECHAMENTO (ALVENARIA)	52.196,81
REVESTIMENTOS	19.446,33
COBERTURA (incluindo o forro)	91.705,84
TOTAL	262.980,99

Tabela 14 - Total de energia consumida por etapa de construção do modelo arquitetônico de Itararé/SP.

ETAPA CONSTRUTIVA	CONTEÚDO ENERGÉTICO (MJ)
FUNDAÇÃO	88.007,47
PISO (incluindo calçada externa)	1.018,47
FECHAMENTO (ALVENARIA)	54.990,68
REVESTIMENTOS	22.454,90
COBERTURA (incluindo o forro)	104.540,00
TOTAL	271.011,52

Como pôde ser observado nas Tabelas apresentadas anteriormente e conforme mostra a Figura 24, a cobertura foi a etapa construtiva de maior utilização de energia no modelo habitacional de Itararé, sendo a telha cerâmica e o forro de PVC os materiais responsáveis pelos mais altos custos energéticos. Os índices desses materiais podem ser comparados na Tabela 15. Na unidade habitacional de São Miguel Arcanjo, a fundação foi a etapa construtiva responsável pela maior demanda de energia, como pode ser observado na Figura 25, sendo o aço utilizado no *radier* o material de custo energético mais alto, seguido da tábua de pinus, conforme compara a Tabela 16.

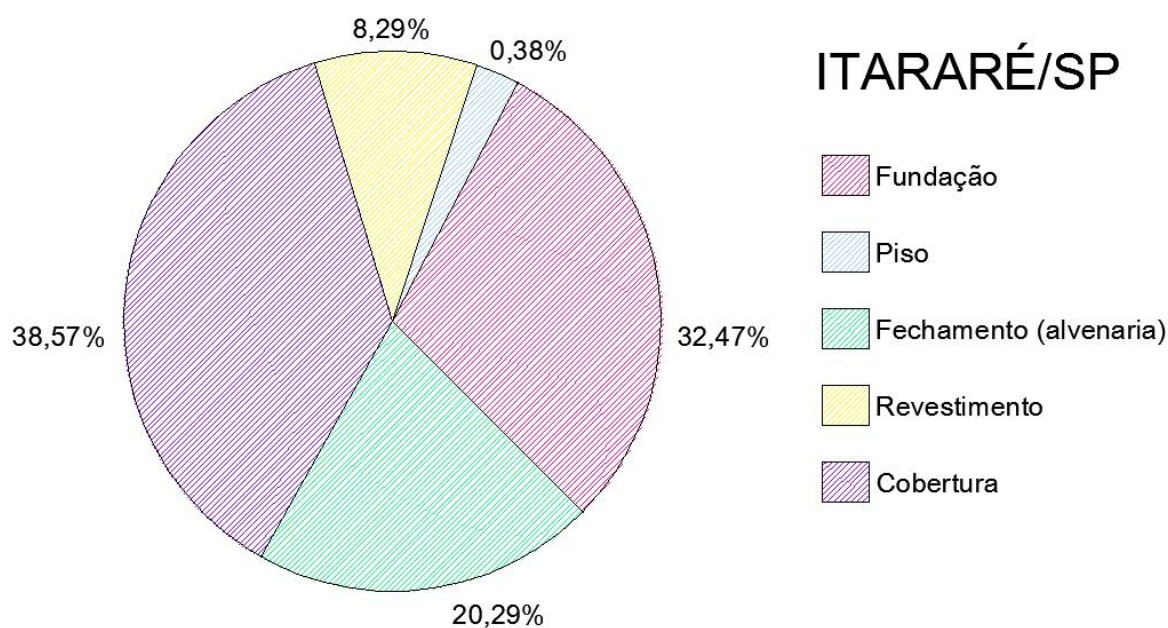


Figura 24 – Participação percentual das diferentes etapas construtivas na quantificação energética da unidade habitacional implantada em Itararé/SP.

Tabela 15 - Materiais com os maiores conteúdos energéticos na etapa construtiva cobertura.

MATERIAL DE CONSTRUÇÃO	ITARARÉ	SÃO MIGUEL
ETAPA COBERTURA		ARCANJO
TELHA CERÂMICA	11.286,00 MJ	11.183,40 MJ
FECHAMENTO PVC	82.673,11 MJ	70.194,15 MJ

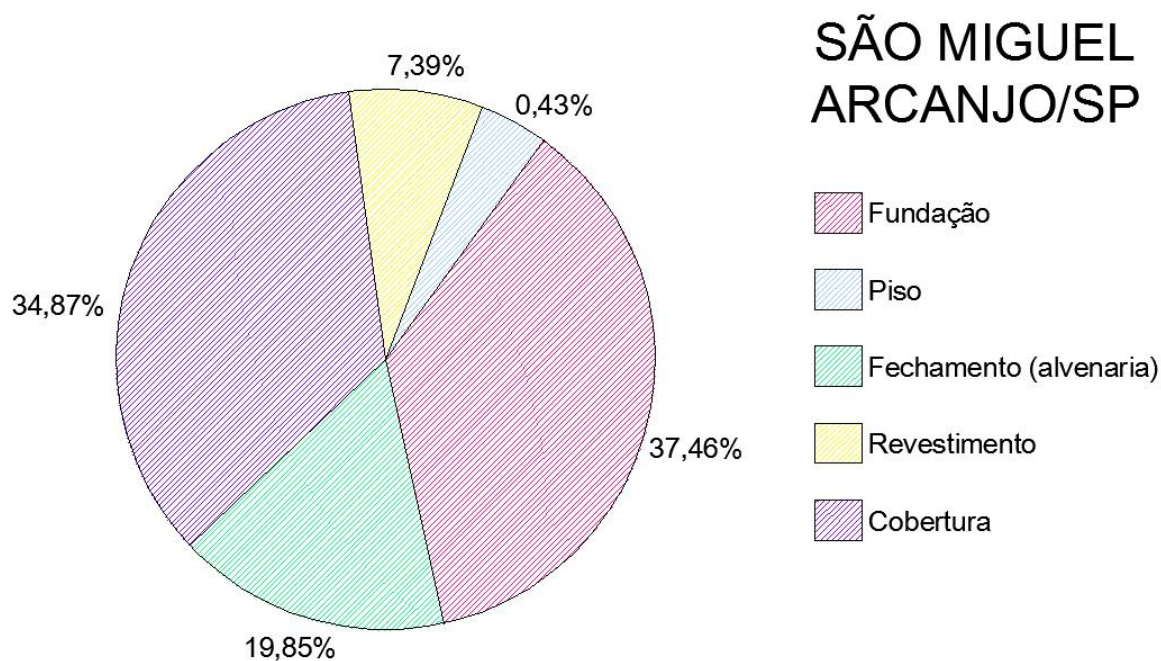


Figura 25 – Participação percentual das diferentes etapas construtivas na quantificação energética da unidade habitacional implantada em São Miguel Arcanjo/SP.

Tabela 16 - Materiais com os maiores conteúdos energéticos na etapa construtiva fundação.

MATERIAL DE CONSTRUÇÃO ETAPA FUNDAÇÃO	ITARARÉ	SÃO MIGUEL ARCANJO
AÇO CA-50	78.717,60 MJ	87.533,70 MJ
TÁBUA DE PINUS	4.474,44 MJ	5.634,48 MJ

Na unidade habitacional de Itararé, o forro de PVC foi o material de maior consumo de energia não só na etapa construtiva da cobertura, cujo percentual de composição energética foi o mais alto, mas também o material de maior índice de energia na quantificação energética da unidade habitacional como um todo. O material foi responsável por quase 80% da energia consumida na etapa de cobertura e 30,5% da demanda total de energia para a construção da moradia.

É interessante observar que, apesar dos índices calculados, o forro de PVC não é o material utilizado em maior quantidade na execução da edificação. O seu alto custo energético pode ser atribuído aos processos industriais de fabricação e ao fato de o material ser composto por elevada porcentagem de elemento derivado do petróleo. Sendo assim, a substituição desse material seria significativa na busca pela redução do consumo energético do modelo habitacional.

No modelo implantado em São Miguel Arcanjo, o aço utilizado na fundação foi o insumo de maior custo energético na etapa construtiva referente e no total energético da unidade habitacional. O material respondeu por quase 89% da energia demandada na execução da fundação e 33,28% da energia total consumida para a construção da habitação. Seu alto índice energético pode ser atribuído aos processos de extração do minério de ferro e de produção do aço.

Na Figura 26, podem ser analisados os outros materiais de maior custo energético por etapa construtiva em cada uma das unidades de habitação.

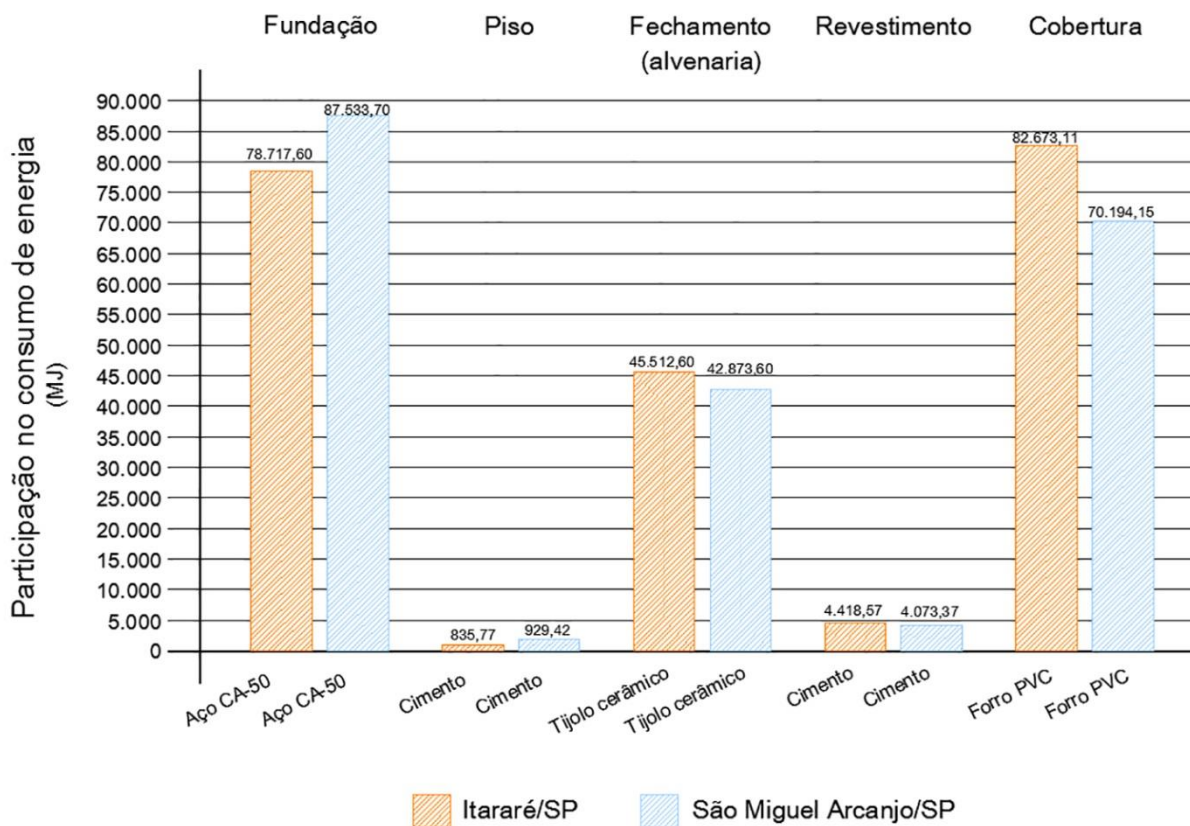


Figura 26 – Material com maior índice energético em cada etapa de construção.

Na unidade de São Miguel Arcanjo, o aço da fundação apresentou um valor de energia maior do que o valor energético do forro de PVC na unidade de Itararé. Isso se deve à maior área total de piso que o modelo de SMA possui. Como pode ser visto na Figura 27, apesar de ter uma área construída menor do que a unidade de Itararé (4,30 m² a menos de área construída), a habitação de São Miguel Arcanjo possui um recorte no piso de largura maior do que a medida da calçada, para abrigar a lavanderia, somando 8,32 m² a mais no total de piso se comparado com o modelo de Itararé.

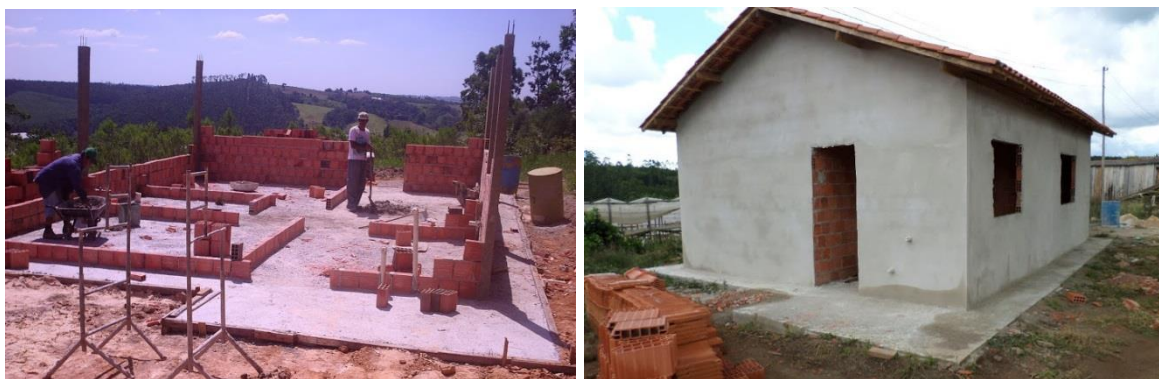


Figura 27 – Perímetro da fundação da unidade habitacional de São Miguel Arcanjo.

Fonte: Arquivo pessoal (2014).

Depois do forro de PVC e do aço utilizado na fundação, o tijolo cerâmico foi o material que apresentou o mais alto valor energético. Conforme já havia sido relatado por Fernandes e Souza (1982 apud CAMPOS, 2001), esse material apresenta altos custos energéticos devido ao seu processo industrial de produção. Segundo os autores, a parede de alvenaria poderia apresentar uma demanda menor de energia se os tijolos cerâmicos fossem substituídos por blocos de concreto, que são prensados, ou seja, não sofrem processo de queima na sua fabricação e podem utilizar-se de agregados reciclados na sua composição.

Deve-se priorizar a utilização de materiais que apresentam processos de produção otimizados, racionalização no dispêndio de energia e no uso dos recursos energéticos. A escolha dos materiais deve levar em consideração diferentes fatores além da fabricação do insumo, como por exemplo, o acesso ao material, os recursos disponíveis no local de implantação da edificação, o transporte do produto até o local da obra, entre outros. A Tabela 17 apresenta os cinco materiais de construção que apresentaram os maiores valores de demanda de energia nas duas unidades de habitação.

Tabela 17 - Materiais de construção que apresentaram os maiores conteúdos energéticos.

MATERIAL DE CONSTRUÇÃO	ITARARÉ	SÃO MIGUEL ARCANJO
AÇO CA-50 8mm	78.717,60 MJ	87.533,70 MJ
FORRO DE PVC	82.673,11 MJ	70.194,15 MJ
TIJOLO CERÂMICO	45.512,60 MJ	42.873,60 MJ
TELHA CERÂMICA	11.286,00 MJ	11.183,40 MJ
AÇO CA- 60 8mm	5.913,87 MJ	5.913,87 MJ

Ao considerar a área útil de cada unidade de habitação, os índices encontrados foram de 5.778,50 MJ.m⁻² para o modelo implantado em Itararé e 5.816,88 MJ.m⁻² para a unidade de São Miguel Arcanjo.

A área útil considera o espaço interno da edificação, sem incluir as paredes. É calculada pelo somatório da área dos cômodos do interior da habitação. A área da lavanderia, conforme orientação do próprio PNHR, não é computada como área útil em ambos os modelos habitacionais.

Foram quantificados, também, os custos energéticos considerando-se a área total construída com e sem as calçadas externas das unidades, as informações encontram-se na Tabela 18.

Tabela 18 - Coeficientes energéticos das unidades habitacionais de Itararé e São Miguel Arcanjo.

ÍNDICE DETERMINADO	ITARARÉ	SÃO MIGUEL ARCANJO
ÁREA CONSTRUÍDA (sem contar as calçadas)	58 m ²	53,70 m ²
ENERGIA/ÁREA CONSTRUÍDA	4.672,61 MJ.m⁻²	4.897,23 MJ.m⁻²
ÁREA CONSTRUÍDA (incluindo as calçadas)	74,29 m ²	82,61 m ²
ENERGIA/ÁREA CALÇADAS	3.648,02 MJ.m⁻²	3.183,40 MJ.m⁻²
ÁREA ÚTIL	46,90 m ²	45,21 m ²
ENERGIA/ ÁREA ÚTIL	5.778,50 MJ.m⁻²	5.816,88 MJ.m⁻²

Comparando-se os dois modelos arquitetônicos, a unidade habitacional de Itararé, constituída por três dormitórios, apresentou um consumo energético total maior do que a unidade construída em São Miguel Arcanjo, de dois dormitórios. Sendo assim, considerando-se a área total construída de cada um dos modelos de habitação, incluindo as calçadas externas, o custo energético determinado para Itararé foi de 3.648,02 MJ.m⁻², enquanto o de São Miguel Arcanjo foi de 3.183,40 MJ.m⁻².

Esses valores podem ser considerados muito superiores aos encontrados por Campos (2001) no galpão de armazenagem de feno: 587,09 MJ.m⁻² considerando-se a área total construída do galpão de 176 m² e 622,23 MJ.m⁻² considerando-se somente a área útil de 166,06 m². Em seu trabalho o autor cita e compara outros valores encontrados na literatura, como por exemplo, a pesquisa de Doering (1980 apud CAMPOS, 2001) que apresentou os índices de 1.711,43 MJ.m⁻² para construções de serviço e 6.260,23 MJ.m⁻² para residências.

No caso do galpão utilizado para armazenar fardos de feno, a grande diferença entre os valores encontrados, se comparados com as unidades habitacionais, pode ser atribuída à complexidade de cada projeto arquitetônico. O galpão é

uma edificação de serviços, que leva em conta a necessidade dos fardos de serem armazenados em local bem ventilado para que o excesso de umidade não ocasione perdas do produto; é um espaço aberto, constituído por proteção lateral executada com elementos vazados até a altura de dois metros e sem alvenaria de divisão interna.

Beber (1989 apud CAMPOS et al., 2003) estimou os valores de $35,33 \text{ MJ.m}^{-2}$ para instalações construídas com alvenaria e $58,89 \text{ MJ.m}^{-2}$ para aquelas construídas com madeira. Mello (1986) adotou o valor de 1.004 MJ.m^{-2} para residências rurais brasileiras e 271 MJ.m^{-2} para edificações de serviço. A grande variação de valores achados na literatura nacional e internacional reforça a necessidade de estudos específicos para edificações brasileiras com diferenciação por regiões, categorias, tipos e padrões de construções.

Como já colocado anteriormente, o dispêndio de energia da atividade do trabalho humano é assunto controverso nas pesquisas de análise energética. Alguns autores defendem que o custo energético do trabalho humano não deve ser considerado nas análises, devido a dificuldade de se mensurar este índice de energia. O consumo energético da mão de obra na execução da construção teve pouca expressividade em relação ao custo total de energia da unidade habitacional.

Na unidade executada em Itararé, a energia total dispendida com mão de obra representou 0,2% do valor completo de energia consumida na construção da unidade habitacional. Em relação as etapas subdivididas, a maior porcentagem energética gasta com mão de obra foi no serviço de regularização do piso com argamassa de cimento e areia: 5,64% da energia consumida na etapa construtiva.

Na unidade implantada em São Miguel Arcanjo, a energia gasta com a mão de obra também representou 0,2% do valor da totalidade de energia consumida na construção da unidade habitacional. A maior porcentagem energética gasta com mão de obra por etapa construtiva também foi com o serviço de regularização do piso: 5,63%. As porcentagens são praticamente as mesmas para ambos os modelos de habitação.

A Tabela 19 traz os valores e porcentagens da energia consumida por etapa de execução das unidades habitacionais.

Tabela 19 – Dispêndio energético da mão de obra por etapa construtiva das unidades habitacionais implantadas em Itararé/SP e São Miguel Arcanjo/SP.

ETAPA CONSTRUTIVA	ITARARÉ (MJ)	ITARAR É (%)	SÃO MIGUEL ARCANJO (MJ)	SÃO MIGUEL ARCANJO (%)
FUNDAÇÃO	42,49	0,05	47,30	0,049
PISO	57,41	5,64	63,84	5,63
FECHAMENTO	306,45	0,56	288,50	0,55
REVESTIMENTO	139,05	0,62	119,70	0,61
COBERTURA	14,46	0,014	13,86	0,015

Os conteúdos energéticos levantados pelo presente trabalho são específicos para os modelos arquitetônicos habitacionais propostos pelo PNHR, implantados nas cidades de Itararé/SP e São Miguel Arcanjo/SP, porém, os índices energéticos apresentados, dos serviços de mão de obra e dos materiais de construção, podem ser usados como base para o desenvolvimento de novas análises energéticas referentes a materiais de construção e execução de edificações, bem como a metodologia aplicada para os cálculos.

Outros tipos de construções rurais podem apresentar diferentes valores de consumo energético conforme materiais de construção utilizados, complexidade do projeto arquitetônico e funcionalidade do edifício, além da metodologia de cálculo aplicado para o custo da energia. Ainda é necessário que sejam desenvolvidas pesquisas mais detalhadas quanto aos índices energéticos dos materiais de construção brasileiros para que se possa fazer composições e quantificações mais exatas do dispêndio energético de diferentes tipologias de edificações.

6.2 Análise da Ambiência do Modelo Habitacional

A análise da ambiência do modelo habitacional das unidades implantadas em Itararé e em São Miguel Arcanjo, pela Fetaesp, consiste em uma visão integrada dos conceitos de conforto ambiental e bem estar, considerando a importância da compreensão entre projeto arquitetônico e produtividade e qualidade de vida.

O projeto de arquitetura, no seu aspecto mais amplo, deve ser instrumento de análises diversas, como a investigação de elementos de iluminação, conforto térmico e acústico, funcionalidade e ergonomia, entre outros, já discutidos nos itens anteriores do presente trabalho.

No caso da iluminação e da ventilação, observa-se as áreas dos cômodos e a dimensão das aberturas das janelas, que devem proporcionar adequada quantidade de luz para as atividades específicas a serem desenvolvidas em cada ambiente da habitação. A Tabela 20 compara as medidas adotadas pelo projeto com as medidas mínimas exigidas pelo PNHR.

Tabela 20 – Dimensões das janelas: comparativo entre as especificações mínimas do PNHR e as unidades habitacionais.

Cômodo	PNHR	São Miguel Arcanjo	Itararé
Sala estra/jantar	1,50m ²	1,50m ²	1,50m ²
Dormitório 1	1,20m ²	1,50m ²	1,20m ²
Dormitório 2	1,20m ²	1,50m ²	1,20m ²
Dormitório 3	1,20m ²	-	1,20m ²
Cozinha	-	1,50m ²	1,20m ²

O Programa Nacional de Habitação Rural, visando assegurar a qualidade térmica das unidades habitacionais, propõem alguns materiais construtivos que devem ser adotados nas regiões específicas do país. As características gerais dos materiais indicados pelo PNHR e suas aplicações podem ser conferidas na Figura 28 e as soluções elegidas na construção das habitações de São Miguel Arcanjo e de Itararé, podem ser comparadas na Tabela 21.

MATERIAL/REGIÃO	Centro-oeste	Sul	Sudeste	Norte e Nordeste
Estrutura cobertura	Madeira ou metálica	Madeira ou metálica	Madeira ou metálica	Madeira ou metálica
Telha	Cerâmica ou fibrocimento	Cerâmica ou fibrocimento	Cerâmica ou fibrocimento	Cerâmica
Forro (obrigatório)	Laje de concreto, forro de madeira ou PVC	Laje de concreto, forro de madeira ou PVC	Laje de concreto, forro de madeira ou PVC	Laje de concreto, forro de madeira ou PVC somente no banheiro
Pé direito mínimo	2,30m banheiro 2,50m outros cômodos	2,30m banheiro 2,50m outros cômodos	2,30m banheiro 2,50m outros cômodos	2,30m banheiro 2,50m outros cômodos

Figura 28 – Programa Minha Casa Minha Vida: Características gerais.

Fonte: Ministério das Cidades (2012).

Tabela 21 – Características adotadas em relação às especificações do PNHR.

Característica	São Miguel Arcanjo	Itararé
Estrutura cobertura	Madeira	Madeira
Telha	Cerâmica	Cerâmica
Laje	Concreto	Concreto
Forro	PVC	PVC
Pé direito mínimo	2,60m	2,70m

Quanto à acessibilidade do modelo habitacional, o Programa orienta que todos os cômodos devem preservar um espaço livre de obstáculos, de no mínimo 1,20 metros, à frente das portas, além de permitir a inscrição do módulo de manobra sem deslocamento, livre de obstáculos e também em todos os cômodos, para rotação de 180° conforme definido pela NBR 9050 e descrito no item 5.4 do presente estudo. No caso das unidades de Itararé e das unidades de São Miguel Arcanjo, os projetos arquitetônicos trazem inscritos, em planta, o módulo de manobra considerado, adequado ao layout proposto, conforme pode ser visto nas Figuras 29 e 30.

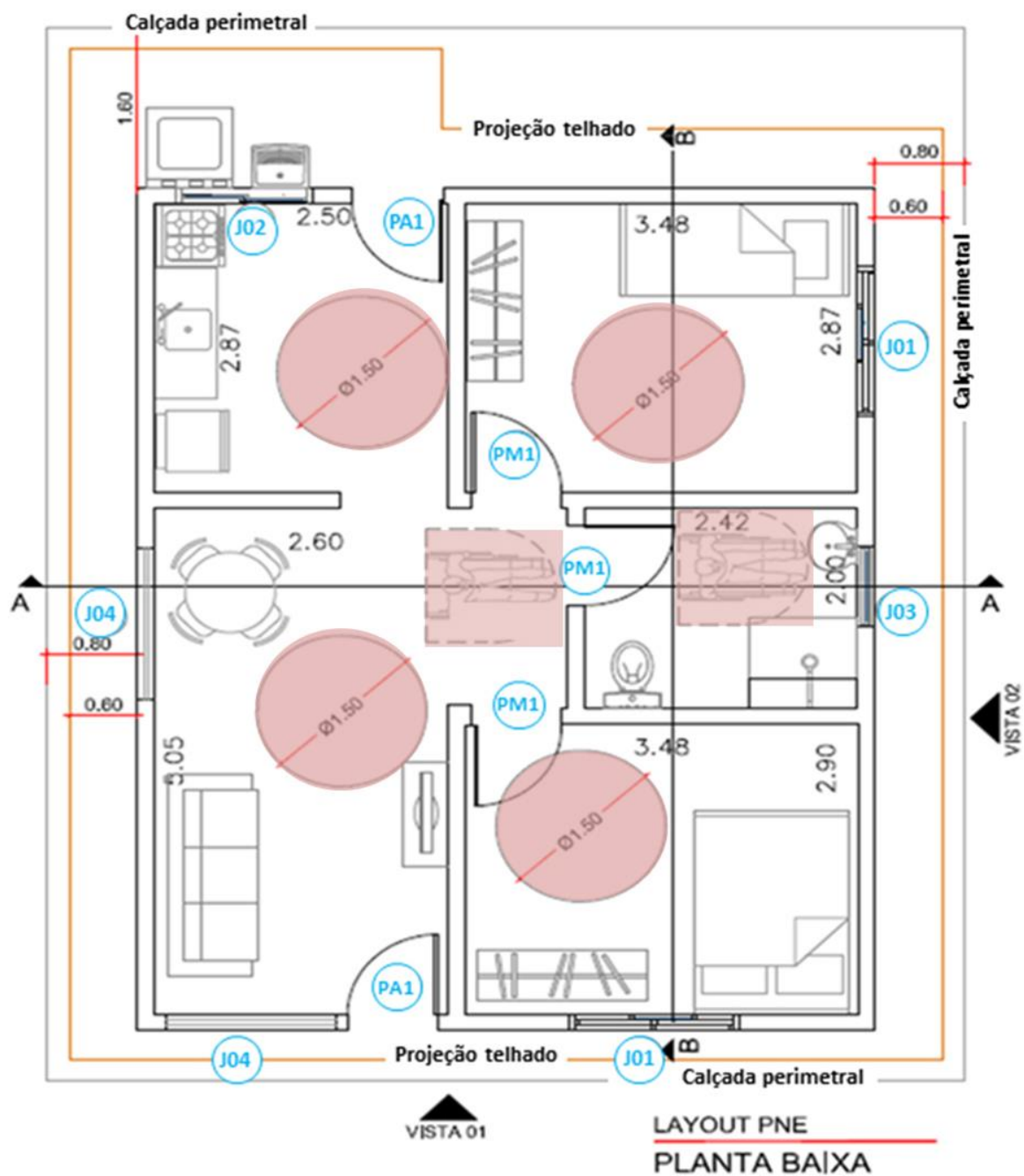


Figura 29 - Planta modelo da unidade de São Miguel Arcanjo (sem escala) com layout para PNE: módulo de rotação de 360° e manobra de 180°.

Fonte: Fetaesp (2014).

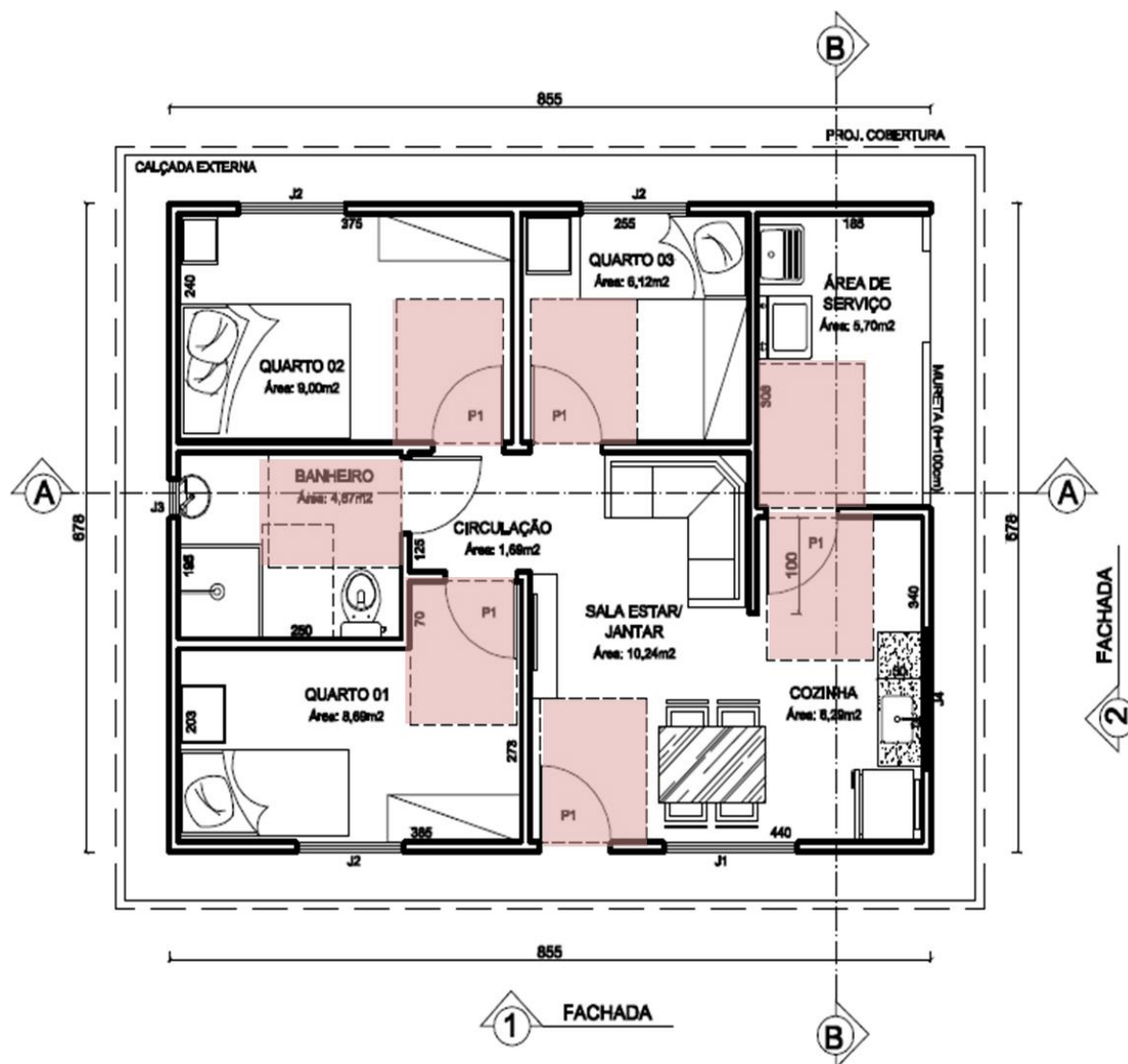


Figura 30 - Planta modelo da unidade de Itararé (sem escala) com layout para PNE: módulo de rotação de 180° .

Fonte: Fetaesp (2014).

Como pôde ser observado nas Figuras anteriores, a unidade de SMA considera o módulo de rotação de 360° ou seja, rotação completa com diâmetro de 1,50 metros, nos cômodos principais (cozinha, sala de estar e jantar e dormitórios) e módulo de rotação de 180° no banheiro e no hall de circulação entre os dormitórios, enquanto o modelo de Itararé trabalha somente com o módulo mínimo determinado de 180° (1,20 por 1,50 metros) em todos os cômodos da habitação.

O modelo habitacional de Itararé possui uma área construída maior do que a unidade de São Miguel Arcanjo, porém, com três dormitórios, os espaços dos cômodos são reduzidos. A Tabela 22 compara as áreas dos cômodos dos dois modelos de habitação.

Tabela 22 – Comparativo entre as áreas dos cômodos das unidades de Itararé e SMA.

CÔMODO	ITARARÉ	SÃO MIGUEL ARCANJO
Cozinha	6,29m ²	7,17m ²
Sala de jantar/estar	10,24m ²	11,33m ²
Banheiro	4,87m ²	4,84m ²
Dormitório 1	8,69m ²	9,98m ²
Dormitório 2	9,00m ²	10,09m ²
Dormitório 3	6,12m ²	-
Hall circulação	1,69m ²	1,80m ²
Área de serviço	5,70m ²	aprox. 4,00m ²

Em relação à área dos cômodos e à quantidade mínima de móveis, exigida pelas diretrizes do Programa Nacional de Habitação Rural, percebe-se que a unidade habitacional de Itararé, com ambientes menos espaçosos, oferece um conforto relativamente inferior à unidade de São Miguel Arcanjo, porém o fato de possuir três dormitórios atende de maneira mais funcional à demanda das necessidades dos trabalhadores rurais e agricultores familiares.

Em ambos os modelos, o layout apresentado como proposta para o mobiliário, não necessariamente é a melhor opção para atender à comodidade do usuário da habitação, a acessibilidade e/ou as especificações mínimas do PNHR.

Sendo assim, as Figuras 31 e 32 trazem uma proposta de um layout mais funcional - com pelo menos as dimensões mínimas exigidas pelo Programa - para os mobiliários, que atende, sem necessidade de alteração na estrutura da unidade, às demandas da NBR 9050 referente à acessibilidade. Dessa forma, pretende-se alcançar o melhor proveito do modelo de habitação proposto em relação às condições de ambiência, adequando os espaços ao desenvolvimento com qualidade das atividades e necessidades do homem dentro do ambiente da moradia.

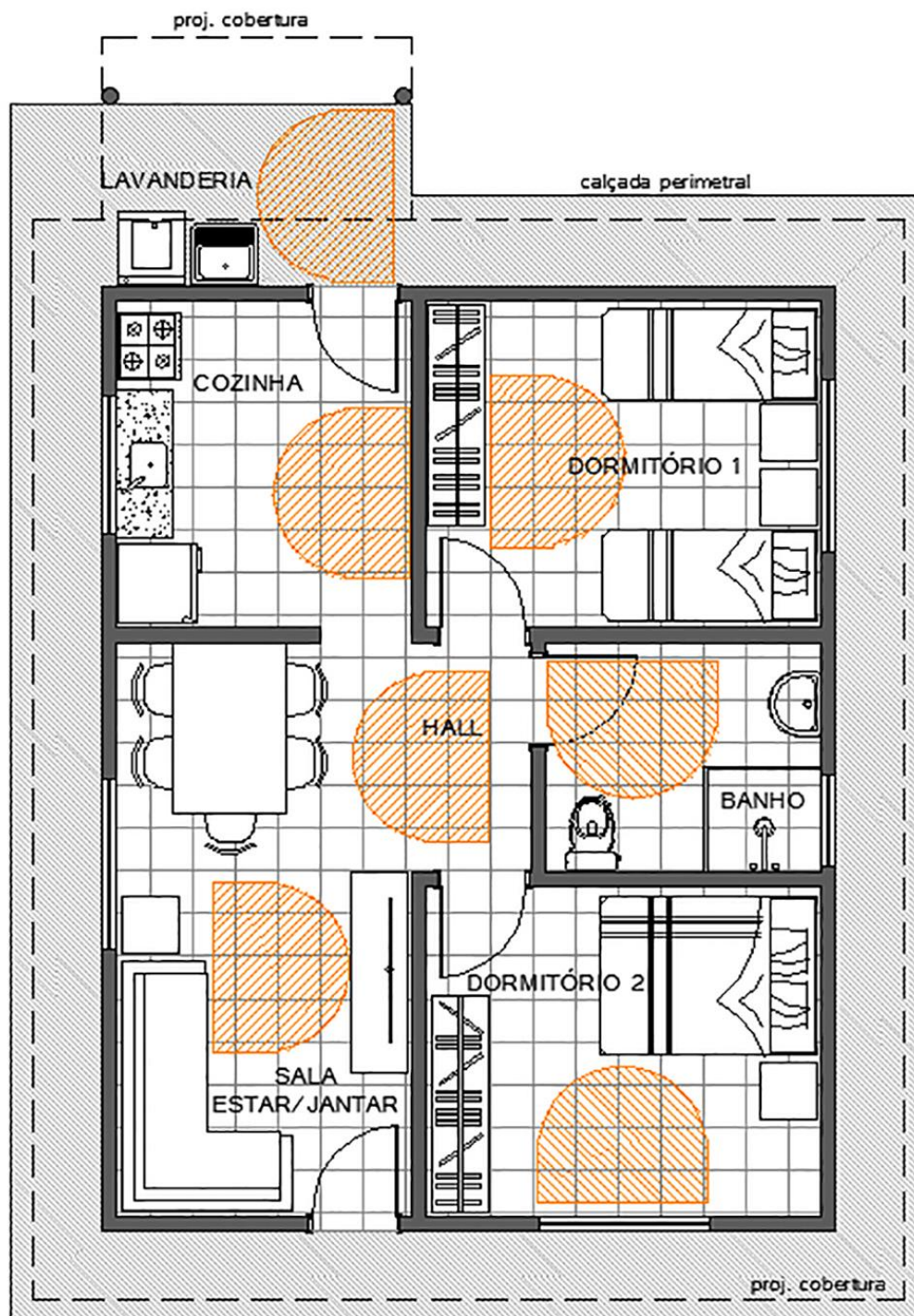


Figura 31 - Planta modelo da unidade de São Miguel Arcanjo (sem escala) com proposta de layout funcional: módulo de manobra de 180°.

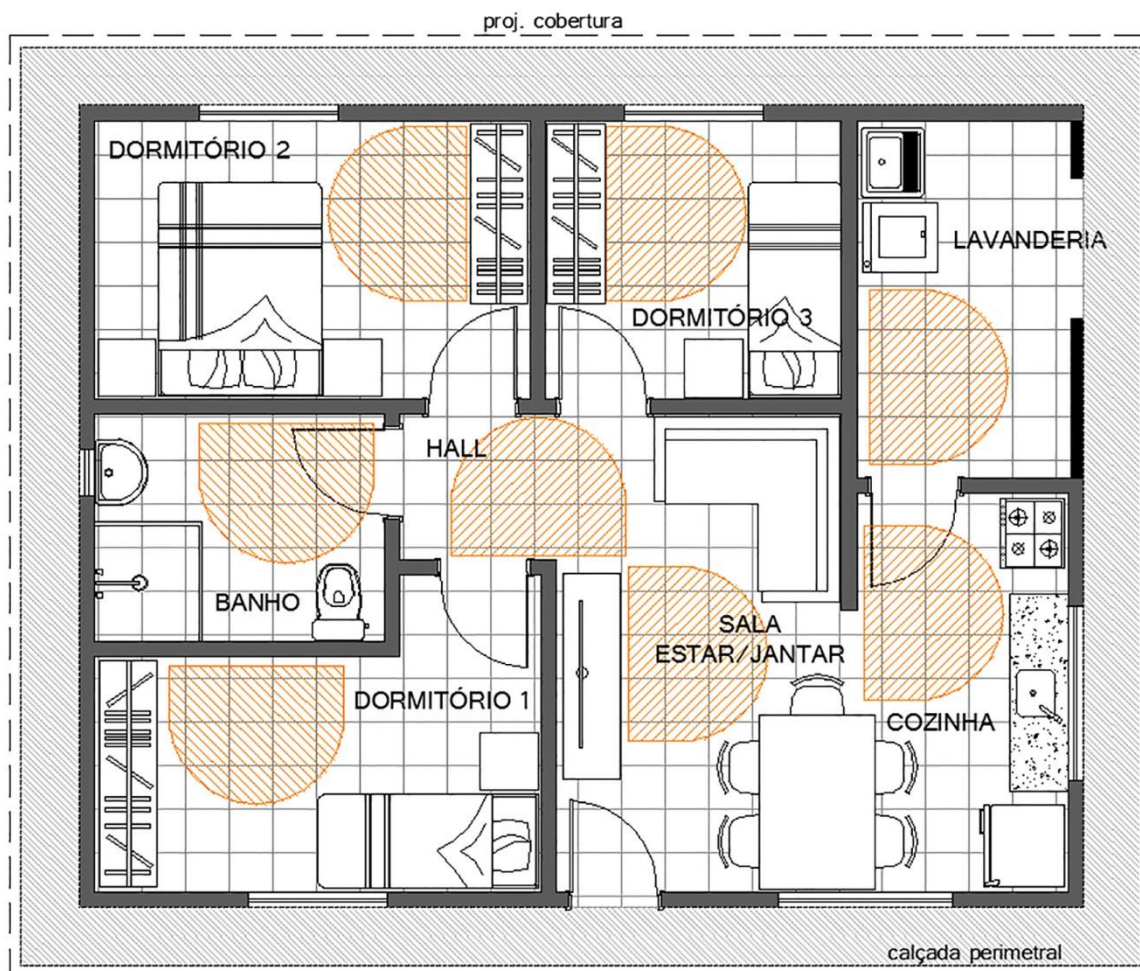


Figura 32 - Planta modelo da unidade de Itararé (sem escala) com proposta de layout funcional: módulo de manobra de 180°.

7. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e nas discussões apresentadas por este trabalho, destacam-se as seguintes conclusões:

- Do ponto de vista energético, o modelo arquitetônico implantado em Itararé/SP apresentou um maior custo de energia total da unidade habitacional. A moradia, de três dormitórios e 58m² de área construída, atingiu valor de 271.011,52 MJ. Já o modelo habitacional executado em São Miguel Arcanjo/SP, com dois dormitórios e área construída de 53,70m², totalizou 262.980,99 MJ.

- As unidades de habitação, por possuírem soluções de projeto distintas, apresentaram diferentes etapas construtivas com maior índice de energia. No modelo de Itararé, a cobertura foi a etapa responsável pela maior demanda de energia (104.504,00 MJ), sendo o forro de PVC o material com o maior coeficiente energético. No modelo habitacional de São Miguel Arcanjo, o aço utilizado na etapa da fundação, respondeu pelo maior índice de energia, tornando a etapa construtiva a mais cara energeticamente (98.499,180MJ).

- Dentre os diversos materiais de construção utilizados, que tiveram seus custos energéticos quantificados, o de maior consumo de energia foi o aço CA-50, com 87.533,70MJ, utilizado na fundação da unidade habitacional de SMA, seguido do forro de PVC, com 82.673,11 MJ, utilizado na cobertura da unidade de Itararé.

- As escolhas do método construtivo e dos materiais de construção utilizados na edificação, contribuem de forma determinante para o resultado final de seu

custo energético. É na etapa de desenvolvimento do Projeto Arquitetônico que se consegue um maior êxito nas decisões quanto à essas escolhas. As definições conscientes, tomadas com base nos aspectos energéticos e de ambiência, possibilitam que a edificação represente um menor impacto ao meio ambiente.

- Ambos os modelos arquitetônicos implantados demonstraram preocupação quanto aos aspectos de ambiência na solução de seus projetos, atendendo às expectativas quanto às especificações mínimas do PNHR.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A grande variação nos índices energéticos encontrados, em comparação ao relatado por diversos autores, se deve ao fato de não haver na literatura estudos acerca da composição energética de edificações rurais brasileiras específicas para habitação. Há, ainda, a questão da aplicação de diferentes metodologias e pressupostos teóricos, o que torna difícil a adoção de coeficientes homogêneos que permitam uma comparação entre as análises energéticas.

Sendo assim, verifica-se a necessidade do desenvolvimento de pesquisas que possibilitem a ampliação das discussões quanto à energia envolvida no processo de construção de edificações, principalmente daquelas implantadas nas áreas rurais. Uma análise mais detalhada quanto aos materiais de construção, que englobe todo o seu ciclo de vida, desde a extração da matéria prima para sua fabricação, sua utilização no processo de execução da edificação até a sua eventual demolição, com descarte ou reutilização do material construtivo, pode trazer uma visão mais completa das variáveis energéticas envolvidas em todo o ciclo de vida do edifício.

Os cálculos apresentados no presente trabalho resultaram em valores de energia incorporados à unidade de habitação proposta pelo PNHR e implantadas pela Fetaesp nas cidades de Itararé/SP e São Miguel Arcanjo/SP. Tais dados podem ser utilizados como valores de referência para futuras análises energéticas de edificações rurais brasileiras que reúnam informações quanto ao conteúdo energético dos materiais de construção, energia incorporada nas etapas construtivas e custo energético da edificação como um todo.

O conhecimento desses valores permite que soluções não convencionais sejam adotadas no setor da construção civil na busca de tornar as edificações mais eficientes do ponto de vista energético, minimizando a dependência de energia oriunda de fontes não renováveis e de materiais desenvolvidos com matéria prima de origem fóssil, diminuindo, conseqüentemente, os impactos ambientais.

Considerando-se a importância progressiva que sistemas construtivos alternativos e sustentáveis vêm adquirindo, frente aos elevados custos de energia e de produção, torna-se importante analisar a eficiência energético-econômica como mais um indicativo da saúde ambiental dos sistemas produtivos.

Sendo assim, a partir da composição que estima o custo energético da unidade habitacional é possível levantar o custo econômico de construção do modelo da habitação e desenvolver uma análise comparativa entre os dois parâmetros, complementando a discussão da eficácia das construções rurais. A abordagem econômica juntamente com a análise da eficiência energética, fatores sociais, culturais e políticos, complementa o diagnóstico da produção do setor público habitacional, principalmente no que diz respeito à sustentabilidade.

A análise da ambiência, realizada a partir das soluções adotadas pelo projeto arquitetônico, frente às diretrizes mínimas exigidas pelo Programa Nacional de Habitação Rural para construção das unidades habitacionais, poderá ser complementada por uma investigação da ambiência executada através de simulação computacional do modelo das unidades de moradia.

As formas convencionais de representação gráfica podem não ser suficientes para representar as informações e perspectivas relativas ao conforto térmico, acústico, psicológico e ergonômico dos espaços projetados. A utilização da modelagem computacional permitiria que os modelos das unidades habitacionais fossem investigados quanto ao conforto e bem estar que proporcionam aos moradores simulando as soluções adotadas no projeto arquitetônico e demonstrando o seu comportamento, como modelo tridimensional, frente às condições de contorno aplicadas (umidade do ar, temperatura, radiação solar, nebulosidade, velocidade dos ventos).

Dessa forma, aplicativos de informática e softwares de simulação computacional podem servir de apoio no desenvolvimento do projeto arquitetônico, buscando aumentar a produtividade com qualidade, bem como os índices de acerto, que podem ser comprovados posteriormente com avaliações pós-ocupação das edificações.

9. REFERÊNCIAS

ABIKO, A. K. **Introdução à gestão habitacional**. São Paulo: EPUSP-USP, 1995.

ABREU, P.G. de; ABREU, V. M. N.; COLDEBELLA, A.; CONCEIÇÃO, V. da; TOMAZELLI, I. L. **Análise termográfica da temperatura superficial de telhas**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, n. 11, p. 1193-1198, 2011.

ADALBERTH, K. Energy use during the life cycle of buildings: a method. **Building and Environment**, p. 317-320, Elsevier Science Ltd, 1997.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (IEA). **CO₂ Capture and Storage**: a key carbon abatement option. Disponível em: www.iea.org/publications. Acesso em: 2014.

ALCORN, J. **Embodied Energy Coefficients of Building Materials**. Centre for Building Performance Research: Victoria University of Wellington, New Zealand, 1996.

ANDERSEN, S. et al. **Livscyclus-baseret bygning-sprojektering**. Report n. 224, Danish Building Research Institute, Denmark, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5735**: Cimento Portland de alto-forno. Rio de Janeiro, 1991. 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721**: critérios para avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015. 148p.

BACCARI JR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: UEL, 2001. 142 p.

BAIRD, G., CHAN, S. A. **Energy Cost of Houses and Light Construction Buildings**, New Zealand Energy Research and Development Committee: NZERDC Report n. 76, Auckland, 1983.

BEBER, J.A.C. **Eficiência energética e processos de produção em pequenas propriedades rurais**. 1989. 295 f. Dissertação (Mestrado em extensão Rural) – Curso de Pós-graduação em Extensão Rural, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1989.

BELO, S. et al. **Modelos de dimensionamento da habitação**: recomendações e estudos de casos. São Paulo: FAUUSP, 2000.

BLANCHARD, S.; REPPE, P. **Life cycle analysis of a residential home in Michigan**. Report n. 1998-5, University of Michigan, USA, 1998.

BONDUKI, Nabil. **Origens da habitação social no Brasil**: arquitetura moderna, lei do inquilinato e difusão da casa própria. São Paulo: Estação Liberdade, 2004.

BOUERI, J. **Estudos de um modelo para o dimensionamento da habitação**. São Paulo: FAUUSP, 2003.

BOUSTEAD, I.; HANCOCK, G. F. **Handbook of Industrial Energy Analysis**. England: Ellis Horwood, 1979.

BRANDÃO, D. **Habitação Social Evolutiva**: aspectos construtivos, diretrizes para projetos e proposição de arranjos espaciais flexíveis. Cuiabá: CEFET-MT, 2006. 94 p.

BRASIL. Decreto n. 5.796, de 6 de junho de 2006. Regulamenta a Lei nº 11.124, de 16 de junho de 2005, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social – SNHIS, cria o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social – FNHIS e institui o Conselho Gestor do FNHIS. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 jun. 2006.

BRASIL. Decreto n. 6.962, de 17 de setembro de 2009. Regulamenta as Seções I, II, III e IV do Capítulo I e o Capítulo II da Lei nº 11.977, de julho de 2009, que dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 set. 2009a.

BRASIL. Decreto n. 7.499, de 16 de junho de 2011. Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009, que dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 jun. 2011.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2015 – Ano base 2014**: Relatório Síntese. Rio de Janeiro: EPE, 2015.

BRASIL. Lei n. 8.666 de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 jun. 1993.

BRASIL. Lei n. 10.257 de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 jul. 2001.

BRASIL. Lei n. 11.124 de 16 de junho de 2005. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social – SNHIS, cria o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social – FNHIS e institui o Conselho Gestor do FNHIS. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 jun. 2005.

BRASIL. Lei n. 11.888, de 24 de dezembro de 2008. Assegura às famílias de baixa renda assistência técnica pública e gratuita para o projeto e construção de habitação de interesse social e altera a Lei nº 11.124, de 16 de junho de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 dez. 2008.

BRASIL. Lei n. 11.977, de 7 de julho de 2009. Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas; altera o Decreto-Lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941, as Leis nºs 4.380, de 21 de agosto de 1964, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 8.036, de 11 de maio de 1990, e 10.257, de 10 de julho de 2001, e a Medida Provisória nº 2.197-43, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 jul. 2009b.

BRASIL. Ministério da Indústria e Comércio, Secretaria de Tecnologia Industrial – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC/MG. **Balanco Energético de Edificações Típicas**. Brasília, 1982.

BRASIL. Ministério das Cidades. Orientação Operacional nº 02, DHAB/SNH/MCIDADES. **Reformas nas Unidades Habitacionais, no âmbito do Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR) para o Grupo 1, encaminhadas por Entidades Organizadoras – EOs.** Brasília, DF, 14 ago. 2013.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional - BEN.** Brasília: MME, 2014.

BRASIL. Portaria n. 593, de 13 de dezembro de 2012. Altera a Portaria nº 406, de 2 de setembro de 2011, do Ministério das Cidades, que regulamenta o Programa Nacional de Habitação Rural – PNHR, integrante do Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV, para os fins que especifica. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 80-82, 19 dez. 2012a. Seção 1.

BRASIL. Portaria n. 594, de 13 de dezembro de 2012. Publicação Consolidada da Portaria nº 406, de 2 de setembro de 2011, que regulamenta o Programa Nacional de Habitação Rural – PNHR, integrante do Programa Minha Casa Minha Vida – PMCMV, para os fins que especifica, determinada pelo art. 6º da Portaria nº 593, de 13 de dezembro de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 82-84, 19 dez. 2012b. Seção 1.

BRASIL. Portaria n. 194, de 30 de abril de 2013. Regulamenta o Programa Nacional de Habitação Rural – PNHR, integrante do Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV, para os fins que especifica. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 65, 02 mai. 2013a. Seção 1.

BRASIL. Portaria n. 811, de 23 de dezembro de 2014. Institui Grupo de Trabalho para estudar e propor mudanças com o objetivo de aprimorar as políticas públicas de habitação rural. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 249, p. 78, 24 dez. 2014a. Seção 1.

BRASIL. Portaria n. 821, de 30 de dezembro de 2014. Altera a Portaria nº 194 do Ministério das Cidades, de 30 de abril de 2013, que regulamenta o programa Nacional de Habitação Rural – PNHR, integrante do Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV, para os fins que especifica. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 253, p. 134, 31 dez. 2014b. Seção 1.

BRASIL. Portaria Interministerial n. 326, de 31 de agosto de 2009. Dispõe sobre o Programa Nacional de Habitação Rural – PNHR, integrante do Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 79-80, 02 set. 2009c. Seção 1.

BRASIL. Portaria Interministerial n. 229, de 28 de maio de 2012. Dispõe sobre o Programa Nacional de Habitação Rural – PNHR, integrante do Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV, para os fins que especifica. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 103, p. 96, 29 mai. 2012c. Seção 1.

BRASIL. Portaria Interministerial n. 580, de 03 de dezembro de 2012. Dá nova redação à Portaria Interministerial n.º 229, de 28 de maio de 2012, que dispõe sobre o Programa Nacional de Habitação Rural – PNHR, integrante do Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 233, p. 40, 4 dez. 2012d. Seção 1.

BRASIL. Portaria Interministerial n. 78, de 8 de fevereiro de 2013. Inclui os agricultores familiares beneficiários do Programa Nacional de Reforma Agrária – PNRA entre os possíveis beneficiários do Programa Nacional de Habitação Rural – PNHR, integrante do Programa Minha Casa Minha Vida – PMCMV. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p.58, 13 fev. 2013b. Seção 1.

BUCHANAN, A.; HONEY, B. Energy and carbono dioxide implications of building constructions. **Energy and Buildings** 20, p. 205-217, Elsevier Science Ltd, 1994.

BUENO, O. C. **Análise energética e eficiência cultural do milho em assentamento rural, Itaberá/SP**. 2002. 141 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

BUENO, O. C.; CAMPOS, A. T.; CAMPOS A. T. de. **Balanco de energia e contabilização da radiação global: simulação e comparativo**. In: Avances en Ingenieria Agrícola. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomia, 2000. p. 477 - 482.

CAMPOS, Alessandro Torres. **Balanco energético relativo à produção de feno de “coast-cross” e alfafa em sistema intensivo de produção de leite**. 2001. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2001.

CAMPOS, Alessandro Torres; CAMPOS, Aloísio Torres. **Balancos energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1977-1985, nov./dez., 2004.

CAMPOS, Alessandro Torres. et al. **Custo energético de construção de uma instalação para armazenagem de feno**. Ciência Rural, Santa Maria, v.33, n.4, ago., 2003.

CAMPOS, Alessandro Torres. et al. **Balço energético na produção de feno e alfafa em sistema intensivo de produção de leite.** Ciência Rural, Santa Maria, v.34, n.1, p.245-251, jan./fev., 2004.

CARMO, M. S.; COMITRE, V.; DULLEY, R. D. **Balço energético de sistemas de produção na agricultura alternativa.** Agricultura em São Paulo, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 87-97, 1988.

CHRISTENSES, E.H. **Physiology of work.** In: Encyclopedia of occupational health and safety. Geneva: International Labor Office, 1972. v. 2, p. 1063-1065.

CIB. Conseil International du Bâtiment. **Agenda 21 on sustainable construction for developing countries:** a discussion document. CIB/UNEP-ITEC, 2002.

COMITRE, V. **Avaliação energética e aspectos econômicos da *filière* soja na região de Ribeirão Preto - SP.** 1993. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Planejamento Agropecuário) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

COMITRE, V. **A eficiência energética na atividade florestal.** Informações Econômicas, São Paulo, v. 25, n. 10, p. 61-67, out. 1995.

COOK, E. The flow of energy in an industrial society. **Scientific American**, v.3, n. 224, p. 134-147, 1971.

CUNHA, E. G. **Elementos de arquitetura de climatização natural:** método projetual buscando a eficiência nas edificações. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2006. 188 p.

FANGER, P. O. **Thermal comfort.** Copenhagen: Danish Technical Press, 1970.

FAO. **El estado mundial de la agricultura y la alimentación.** Roma: FAO, 1976. 158p.

FAO. **Energia para la agricultura.** Roma: FAO, 1980. 208 p.

FAO/OMS. **Besoin énergétique et besoin em protéine.** Rome: FAO/OMS, 1973. 292 p.

FERNANDES, M. **Agenda Habitat para Municípios.** Rio de Janeiro: IBAM, 2003.

FERNANDES, M.P.; SOUZA, A.M.T. Balanço Energético - o consumo de energia na construção civil. **Revista Brasileira de Tecnologia**, Brasília, v.13, n.3, p.22-36, 1982.

FISCHER, S. **Diretrizes de projeto arquitetônico e design de interiores para permitir a expansão de habitações de interesse social**. 2003. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de pós-graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

FLUCK, R. C. To evaluate labor energy in food production. **Agric. Eng.**, v.57, n.1, 1976.

FOLZ, S. **Mobiliário na habitação popular**: discussões de alternativas para melhoria da habitabilidade. São Carlos: Ed. Rima, 2003.

GIAMPIETRO, M.; CERRETELLI, G.; PIMENTEL, D. Energy analysis of agricultural ecosystem management: human return and sustainability. **Agric. Ecosyst. Environ.**, v.38, n.3, p. 219-44, 1992.

GONÇALVES, A. **Alvenaria e pavimentação**: do alicerce ao telhado. 3. ed. Porto Alegre : Sagra, 1982. 100 p.

HART, R. D.; JIMÉNEZ, T.; SERPA, R. **Análisis energético de sistemas agrícolas**. Turrialba, Costa Rica: UCR/CATIE, 1980. P. 3-14.

HEICHEL, G.H. **Assessing the fossil energy costs of propagating agricultural crops**, 1973. In: PIMENTEL, D. **Handbook of energy utilization in agriculture**. Florida: CRC Press Inc., 1980. p. 21-33.

HESLES, J. B. S. **Objetivos e princípios da análise energética, análise de processos industriais**: métodos e convenções. Rio de Janeiro: Preprint AIECOPPE/UFRJ, 1981.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Informações Municipais**. IBGE. Rio de Janeiro, 2001.

JUNQUEIRA, A. A. B.; CRISCUOLO, P. D.; PINO, F. A. **O uso da energia na agricultura paulista**. Agricultura em São Paulo, São Paulo, v. 29, tomos I e II, 1982. p. 55-100, 1982.

KRONKA, R. C. **Sustentabilidade e o Material Construtivo**. Critérios de escolha de material construtivo com menor impacto ambiental. In: Cadernos Técnicos - AUT. São Paulo: Departamento de Tecnologia da Arquitetura da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de São Paulo, 2002. n. 9. p. 35 - 50.

KRÜGER, E. L. **Conforto Térmico**: a necessidade de adaptação climática como forma de sobrevivência. In: Cadernos Técnicos - AUT. São Paulo: Departamento de Tecnologia da Arquitetura da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de São Paulo, 2002. n. 10. p. 23 - 38.

LAWSON, B. **Building Materials Energy and Environment** – towards ecologically development. University of New South Wales, Sidney, Austrália, 1996.

LEACH, G. **Energy and food production**. London: International Institute for Environment and Development, 1976.

LEMES, N. A. **Programa Nacional de Habitação Rural beneficia 40 mil famílias de agricultores**. [mar. 2013]. Entrevistador: Carla Wathier. TV NBR entrevista, 6 de março de 2013. Disponível em: <<https://www.youtube.com/user/TVNBR>>. Acesso em jun. 2014.

MACEDÔNIO, A. C.; PICCHIONI, S. A. **Metodologia para o cálculo do consumo de energia fóssil no processo de produção agropecuária**. Curitiba: DERAL/SEAB, 1985. 95 p.

MAKHJANI, Arjum. **Energy and Agriculture in The Third World**. Cambridge: Ballinger Pub., 1975. 168 p.

MALARD, M. L., et al. **Avaliação Pós-Ocupação, participação de usuários e melhoria de qualidade de projetos habitacionais**: uma abordagem fenomenológica com o apoio do Estúdio Virtual de Arquitetura - EVA. Relatório Final - EAUFMG/FINEP, 2002.

MALARD, M.L. **Brazilian low-cost housing**: interactions and conflicts between residents and dwellings. 1992. Tese (Doutorado) - School of Architectural Studies, Universidade de Sheffield, Inglaterra, 1992.

MANFREDINI, C.; SATTler, M.A. Estimativa da energia incorporada a materiais de cerâmica vermelha no Rio Grande do Sul. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 23-37, jan./mar., 2005.

MARCOS, M.H.C. **Análise da emissão de CO₂ na fase pré-operacional da construção de habitação de interesse social através da utilização de uma ferramenta CAD-BIM.** 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

MELLO, R. **Análise energética de agroecossistemas: o caso de Santa Catarina.** 1986. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1986.

MENDES, N. et al. Uso de instrumentos computacionais para análise do desempenho térmico e energético de edificações no Brasil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 5, n. 4, p. 47-68, out./dez., 2005.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Cartilha de Ambiência.** Secretaria da Atenção à Saúde. Política Nacional de Humanização – Núcleo Técnico da PNH. Brasília, 2010.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Diagnóstico das condições habitacionais, da política habitacional e das ações institucionais da política habitacional realizada no Brasil.** Política Nacional de Habitação. Programa Habitar Brasil – BID (Projeto BRA/00/019). Brasília, 2004.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Secretaria Nacional de Habitação.** Outubro, 2014. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/habitacao>>. Acesso em: nov. 2014.

NEUFERT, Ernst. **Arte de projetar em arquitetura: princípios, normas e prescrições sobre construção, instalações, distribuição e programa de necessidades, dimensões de edifícios, locais e utensílios.** 13 ed. São Paulo: Gustavo Gili, 1998.

NEUFERT, Peter; NEFF, Ludwig. **Casa, apartamento e jardim.** Projetar com conhecimento. Construir corretamente. Barcelona: Gustavo Gili, 1999.

ODUM, H. T. **Energetics of world food production.** The world food problem. Washington D.C., 1967. In: COX, G. W.; HARTKINS, M. D. **Energy costs of agriculture.** Agricultural ecology. San Francisco: Freeman, 1979.

PEREIRA, Milton Fischer. **Construções rurais.** São Paulo: Nobel, 1986. 330 p.

PIANCA, J.B. **Manual do construtor: materiais de construção e técnica construtiva.** Porto Alegre: Globo, 1968.

PIMENTEL, D.; PIMENTEL M. **Food energy and society**. London: Edward Arnold, 1979. 163 p.

PIMENTEL, D. et al. Food production and the energy crises. **Science**, v. 182, p. 443-449, 1974.

PIMENTEL, D. (Ed). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton, Flórida: CRC Press Inc., 1980. 475 p.

PINI WEB. **Portal Pini de notícias**. Disponível em <<http://piniweb.pini.com.br>>. Acessado em 2015.

PUPPO, E., PUPPO, G. **Acondicionamento natural y arquitectura**: Ecología en Arquitectura. Barcelona: Marcombo Boixareu Editores, 1979.

PYKE, M. **Man and food**. New York: Mc Graw-Hill, 1970. 256p. In: PIMENTEL, D.; PIMENTEL, M. Food energy and society. Great Britain: Edward Arnold, 1982.

REVELLE, Roger. Energy use in rural India. **Science**, USA, v. 192, p. 969-975, 1976.

RISOUD, B. Développement durable et analyse énergétique d'exploitations agricoles. **Économie Rurale**, n.252, 1999, p. 16-27.

RODRIGUES, Alice Deléo; SILVA, Iran José Oliveira da. **Inovações tecnológicas em ambiência para produção de ovinos**. 2013. Radares Técnicos. Disponível em: <www.farmpoint.com.br/radares-tecnicos/bemestar-e-comportamento-animal>. Acesso em: 10 jun. 2015.

SCHEUER, C. et al. **Life cycle energy and environmental performance of a new university building**: modeling challenges and design implications. Energy and Buildings n. 35, p. 1049-1064. Elsevier Science Ltd., 2003.

SEVEGNANI, K. B., et al. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Sci. Agric.**, Piracicaba, jan./abr., 1994.

SLESSER, M. Energy subsidy and criterion in food policy. **Sci. Food Agric.**, v. 24, n. 5, 1973, p. 1191-1207.

SOUZA, Silvia Regina Lucas de. **Análise do ambiente físico de vacas leiteiras alojadas em sistema de freestall**. 2003. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SUZUKI, M.; OKA, T.; OKADA, K. Estimation of energy consumption and CO2 emission due to housing construction in Japan. **Energy and Buildings** **22**. Elsevier Science Ltd, p. 165-169, 1995.

SZOKOLAY, S.V. Thermal comfort and passive design. **Advances in Solar Energy**. In: Annual Review of Research and Development, v. 2, 1985.

SZOKOLAY, S.V. **The environmental imperative**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE IN PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE – PLEA, 14., 1997. Kushiro: PLEA, 1997.

TAVARES, S. F. **Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras**. 2006. 225 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

TCPO. **Tabelas de composição de Preços para Orçamentos**. São Paulo: Editora PINI, 2003. CD-ROM.

TRELOAR, G.J. Extracting embodied energy paths from input-output tables: towards an input-output-based hybrid energy analysis method. **Economic Systems Research**, p. 375–391, 1997.

TRELOAR, G.J.; LOVE, P.; HOLT, G. Using national input-output data for embodied energy analysis of individual residential buildings. **Construction Management and Economics** **19**, Taylor and Francis Ltd, UK, p. 49-61, 2001.

ULBANERE, R. C. **Análise dos balanços energético e econômico relativa à produção e perda de grãos de milho no Estado de São Paulo**. 1988. 127 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1988.

VAUTIER, Ernesto. et al. **Problemas de habitação rural**. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1960. 136 p.

APÉNDICE

APÊNDICE A - Composição básica de materiais utilizados no modelo habitacional da Fetaesp em Itararé/SP

DESCRIÇÃO	UNID	QUANTID
ÁREA CONSTRUÍDA	m ²	58
ESTRUTURA		
Fundação radier		
Lona preta	m ²	75
Malha de aço para fundação 20x20	m ²	74,29
Lastro de brita 2cm	m ²	1,48
Concreto usinado	m ³	7,43
Pregos de aço 17x27	kg	1
Arame recozido	kg	1
Caibro de pinus 5x6x350cm	unid	3
Tábua de pinus 30x300cm	unid	12
ALVENARIA		
Paredes*		
Aço CA-60 4,2mm (barra de 12m)	unid	8
Aço CA-60 8mm (barra de 12m)	unid	20
Vedação impermeabilizante**	ml	10000
Tijolo cerâmico de 8 furos (9x19x19cm)	unid	3450
Tijolo cerâmico de 8 furos canaletas	unid	430
Concretagem de 6 pilares (30x13x270cm) 1:2:4		
Cimento Portland CP 32	kg	150
Pedra (brita 1)	m ³	0,69
Areia grossa	m ³	0,36
Argamassa de assentamento 1:2:9		
Cimento Portland CP 32	kg	210
Cal hidratada	kg	210
Areia grossa	m ³	1,59
COBERTURA		
Estrutura da cobertura		
Pregos de Aço 18x27	kg	2
Pregos de Aço 16x24	kg	2
Ripa 4x2cm de madeira de lei (10,50m)	m	252
Caibro 7x4cm (peça de 5m)	m	145
Peça lateral 6x12cm de madeira (10,50m)	m	42
Peça travamento 6x12cm de madeira (7m)	m	14
Cumieira 12x6cm (10,50m)	m	10,50
Peça pontalete 6x12cm	m	4,80
Peça espiã 7x4cm	m	12,30
Telha cerâmica (projeção telhado 77,81m²)		
Telha cerâmica***	unid	1245
Cumieira cerâmica	unid	26
FORRO		
Laje pré moldada		
Laje pré moldada para forro 100kg/m ²	m ²	1,69
Vigota 4m	unid	1,50
Lajota cerâmica 25x40x7cm	unid	22

Concretagem da laje de forro

Cimento Portland CP 32	kg	34
Pedra (brita 1)	m ³	0,15
Areia grossa	m ³	0,10

FORRO**Estrutura do forro**

Estrutura horizontal (distância entre os perfis de 0,60 a 0,70 cm)	m	84,83
Estrutura vertical (distância entre os perfis do telhado de 1 a 1,20m)	m	80,07
Parafuso GM 25 8x4 mm (placa forro)	unid	200
Parafuso para roda forro (4,2 32mm)	unid	100
Bucha 6 para roda forro	unid	100

Fechamento PVC

Forro PVC (6m X 0,20cm)	m ²	52,60
Roda forro de PVC	m	76,18
Emenda de forro PVC	m	1,46

ESQUADRIAS****

Porta e batente de aço com vidro (0,80x2,10m)	unid	1
Porta e batente de aço (0,80x2,10m)	unid	1
Porta e batente de madeira (0,80x2,10m)	unid	4
Janela basculante de aço (0,40x0,40m)	unid	1
Janela de aço 4 folhas e veneziana (1,00x1,20)	unid	3
Janela de aço 4 folhas (1,00x1,50)	unid	1
Janela basculante de aço (0,80x1,50m)	unid	1

REVESTIMENTOS INTERNOS (159,49m²)**Chapisco 1:3 e reboco 1:2:9**

Cimento Portland CP 32 (chapisco e reboco)	kg	928
Areia fina (reboco)	m ³	3,89
Areia grossa (chapisco)	m ³	0,98
Cal hidratada (reboco)	kg	528

REVESTIMENTOS EXTERNOS (93,48m²)**Chapisco 1:3 e reboco 1:2:9**

Cimento Portland CP 32 (chapisco e reboco)	kg	551
Areia fina (reboco)	m ³	2,31
Areia grossa (chapisco)	m ³	0,58
Cal hidratada (reboco)	kg	313,5

PISO E AZULEJO**Contra piso 1:9 (74,29m²)**

Cimento portland CP 32	kg	175,53
Areia média	m ³	1,93

Revestimento

Argamassa ou cimento colante em pó	kg	418,90
Rejunte	kg	29,92
20% Cerâmica esmaltada para parede PEI 4 32x54cm	m ²	38,29
5% Cerâmica esmaltada para piso PEI 5 45X45cm	m ²	55,23

LOUÇAS E METAIS

Vaso sanitário louça branca sifonado/caixa acoplada	unid	1
Lavatório louça branco sem coluna 0,35 x 0,30cm	unid	1
Parafuso niquelado p/ fixar peça sanitária completa	unid	2
Conjunto ligação plástica para vaso sanitário	unid	1

Torneira cromada ½" para lavatório	unid	1
Torneira cromada longa ½" para pia	unid	1
Torneira cromada ½" para tanque	unid	2
Torneira cromada ½" para chuveiro	unid	1
Chuveiro elétrico comum plástico TP ducha 110/220 v	unid	1
Pia e cuba de mármore sintético 1,40 x 0,55cm	unid	1
Tanque de mármore sintético 2 bojos 0,55 x 1,05cm	unid	1
<hr/>		
PINTURA		
Solvente	l	10
Tinta acrílica exterior (área superfície: 88,86m ² - 3 demãos)	l	14,66
Tinta látex para interior (área superfície: 132,20m ² - 3 demãos)	l	14,28
Tinta verniz	l	3,60
<hr/>		

* Altura de pé direito: 2,70m. Área de paredes: 136,14m². Espessura da parede: 13cm.

** São utilizados 500ml de impermeabilizante por m² de parede.

*** Telha do tipo *duplana romana* 40 x 22cm - rendimento 16 telhas por m².

**** Área total das aberturas: 16,54m².

APÊNDICE B - Composição básica de materiais utilizados no modelo habitacional da Fetaesp em São Miguel Arcanjo/SP

DESCRIÇÃO	UNID	QUANTID
ÁREA CONSTRUÍDA	m ²	53,70
ESTRUTURA		
Fundação radier		
Lona preta	m ²	83
Malha de aço para fundação 20x20	m ²	82,61
Lastro de brita 2cm	m ²	1,65
Concreto usinado	m ³	8,27
Pregos de aço 17x27	kg	1
Arame recozido	kg	1
Caibro de pinus 5x6x350cm	unid	3
Tábua de pinus 30x300cm	unid	15
ALVENARIA		
Paredes*		
Aço CA-60 4,2mm (barra de 12m)	unid	7,50
Aço CA-60 8mm (barra de 12m)	unid	19
Vedação impermeabilizante**	ml	9500
Tijolo cerâmico de 8 furos (9x19x19cm)	unid	3250
Tijolo cerâmico de 8 furos canaletas	unid	406
Concretagem de 6 pilares (30x13x270cm) 1:2:4		
Cimento Portland CP 32	kg	150
Pedra (brita 1)	m ³	0,69
Areia grossa	m ³	0,36
Argamassa de assentamento 1:2:9		
Cimento Portland CP 32	kg	198
Cal hidratada	kg	198
Areia grossa	m ³	1,50
COBERTURA		
Estrutura da cobertura		
Pregos de Aço 18x27	kg	2
Pregos de Aço 16x24	kg	2
Ripa 4x2cm de madeira de lei (10,50m)	m	252
Caibro 7x4cm (peça de 5m)	m	145
Peça lateral 6x12cm de madeira (10,50m)	m	40
Peça travamento 6x12cm de madeira (7m)	m	14
Cumieira 12x6cm (10,50m)	m	10,50
Peça pontalete 6x12cm	m	4,75
Peça espiã 7x4cm	m	12,20
Telha cerâmica (projeção telhado 77,02m²)		
Telha cerâmica***	unid	1235
Cumeeira cerâmica	unid	26

FORRO

Laje pré moldada

Laje pré moldada para forro 100kg/m ²	m ²	2,08
Vigota 4m	unid	2
Lajota cerâmica 25x40x7cm	unid	28

Concretagem da laje de forro

Cimento Portland CP 32	kg	42
Pedra (brita 1)	m ³	0,19
Areia grossa	m ³	0,12

FORRO

Estrutura do forro

Estrutura horizontal (distância entre os perfis de 0,60 a 0,70 cm)	m	72,90
Estrutura vertical (distância entre os perfis do telhado de 1 a 1,20m)	m	68,82
Parafuso GM 25 8x4 mm (placa forro)	unid	170
Parafuso para roda forro (4,2 32mm)	unid	85
Bucha 6 para roda forro	unid	85

Fechamento PVC

Forro PVC (6m X 0,20cm)	m ²	45,21
Roda forro de PVC	m	65,48
Emenda de forro PVC	m	1,25

ESQUADRIAS****

Porta e batente de aço com vidro (0,80x2,10m)	unid	1
Porta e batente de aço (0,80x2,10m)	unid	1
Porta e batente de madeira (0,80x2,10m)	unid	3
Janela basculante de aço (0,80x0,80m)	unid	1
Janela de aço 4 folhas e veneziana (1,00x1,50)	unid	2
Janela de aço 4 folhas (1,00x1,50)	unid	1
Janela basculante de aço (1,00x1,50m)	unid	1

REVESTIMENTOS INTERNOS (146,17m²)**Chapisco 1:3 e reboco 1:2:9**

	m ²	295
Cimento Portland CP 32 (chapisco e reboco)	kg	855,50
Areia fina (reboco)	m ³	3,59
Areia grossa (chapisco)	m ³	0,90
Cal hidratada (reboco)	kg	486,50

REVESTIMENTOS EXTERNOS (70,90m²)**Chapisco 1:3 e reboco 1:2:9**

	m ²	145
Cimento Portland CP 32 (chapisco e reboco)	kg	420,50
Areia fina para reboco (reboco)	m ³	1,76
Areia grossa (chapisco)	m ³	0,44
Cal hidratada (reboco)	kg	239,25

PISO E AZULEJO

Contra piso 1:9 (82,61m²)

Cimento portland CP 32	kg	195,20
Areia média	m ³	2,15

Revestimento

	Argamassa ou cimento colante em pó	kg	362,42
	Rejunte	kg	25,89
20%	Cerâmica esmaltada para parede PEI 4 32x54cm	m ²	33,45
5%	Cerâmica esmaltada para piso PEI 5 45X45cm	m ²	47,48

LOUÇAS E METAIS

	Vaso sanitário louça branca sifonado/caixa acoplada	unid	1
	Lavatório louça branco sem coluna 0,35 x 0,30cm	unid	1
	Parafuso niquelado p/ fixar peça sanitária completa	unid	2
	Conjunto ligação plástica para vaso sanitário	unid	1
	Torneira cromada ½" para lavatório	unid	1
	Torneira cromada longa ½" para pia	unid	1
	Torneira cromada ½" para tanque	unid	1
	Torneira cromada ½" para chuveiro	unid	1
	Chuveiro elétrico comum plástico TP ducha 110/220 v	unid	1
	Pia e cuba de mármore sintético 1,40 x 0,55cm	unid	1
	Tanque de mármore sintético 1 bojo	unid	1

PINTURA

	Solvente	l	10
	Tinta acrílica exterior (área superfície: 68,00m ² - 3 demãos)	l	11,22
	Tinta látex para interior (área superfície: 121,20m ² - 3 demãos)	l	13,10
	Tinta verniz	l	3,00

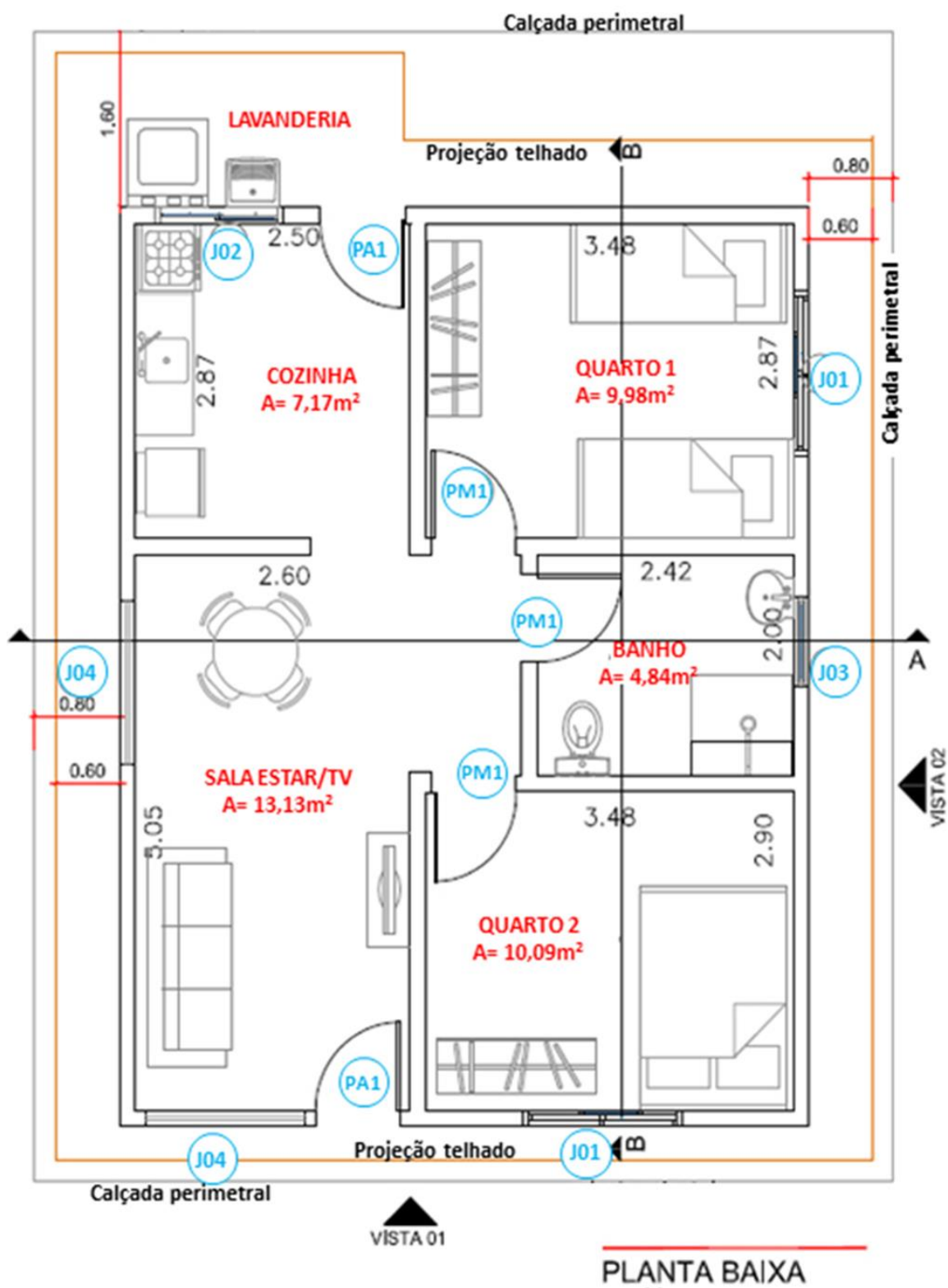
* Altura de pé direito: 2,60m. Área de paredes: 128,13m². Espessura da parede: 13cm.

** São utilizados 500ml de impermeabilizante por m² de parede.

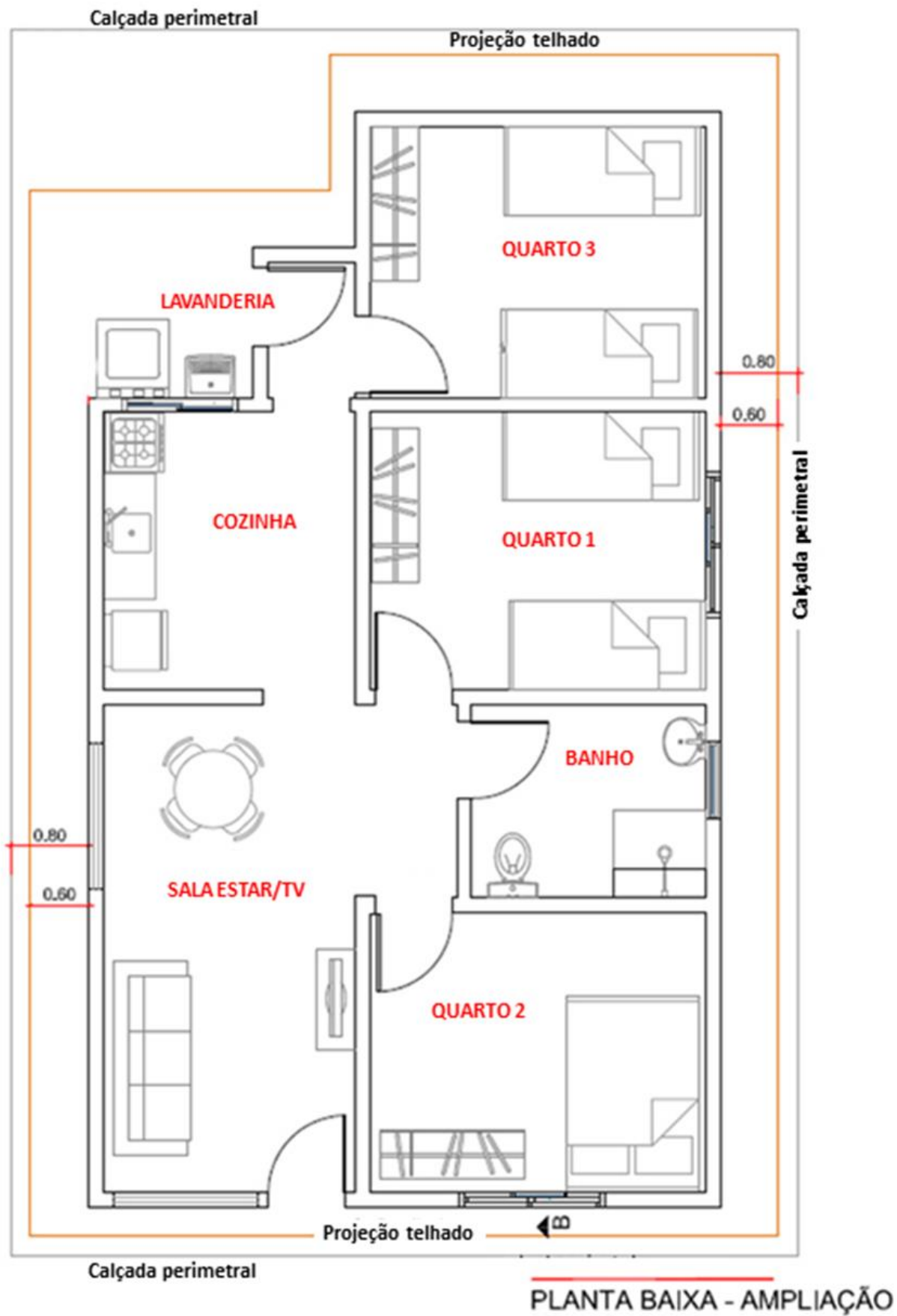
*** Telha do tipo *duplana romana* 40 x 22cm - rendimento 16 telhas por m².

**** Área total das aberturas: 15,04m².

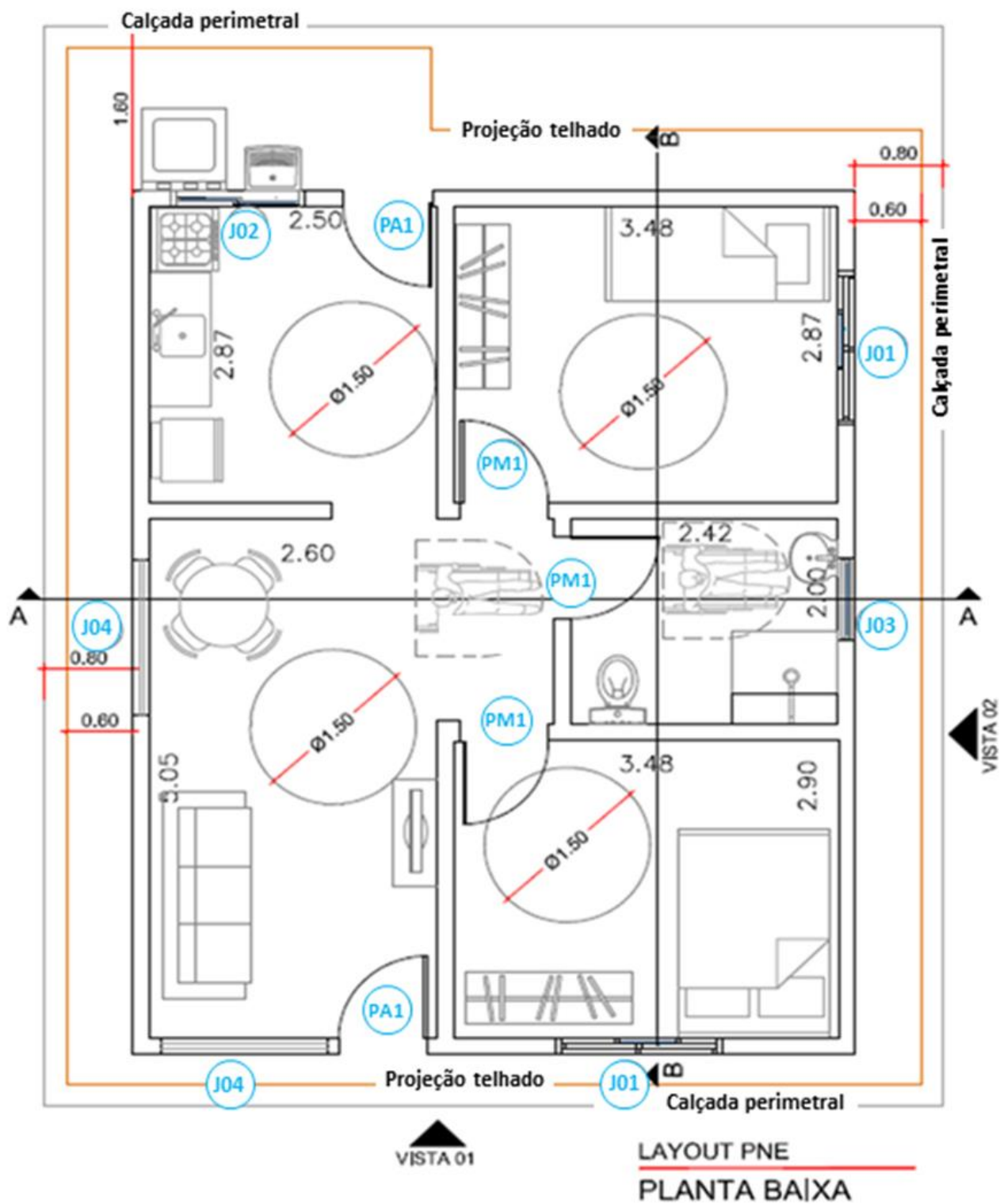
**ANEXO 1 – Projeto da unidade habitacional construída em São Miguel Arcanjo/SP
(sem escala).**



Fonte: Fetaesp, 2014.

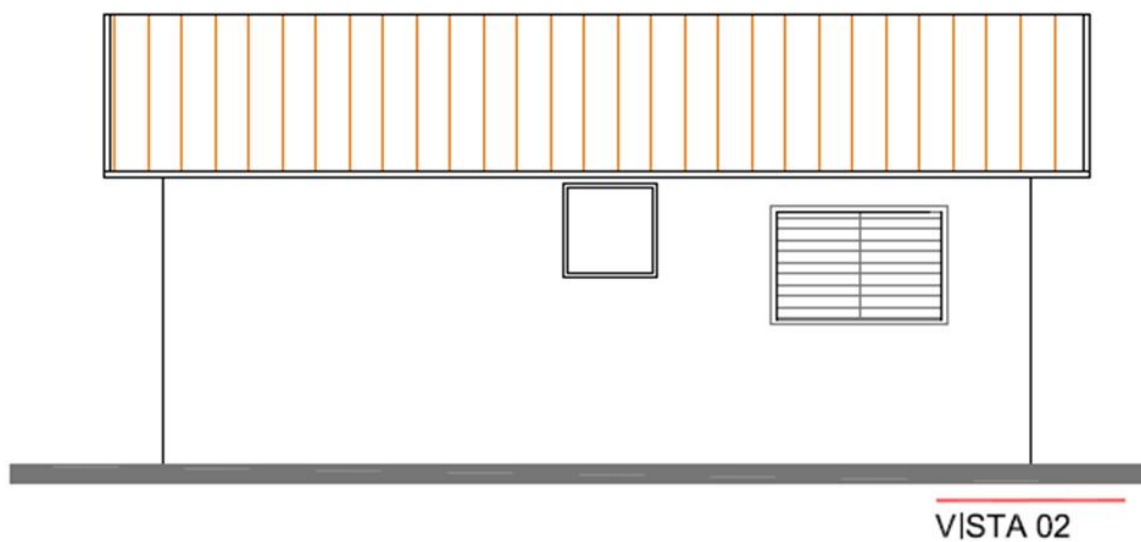
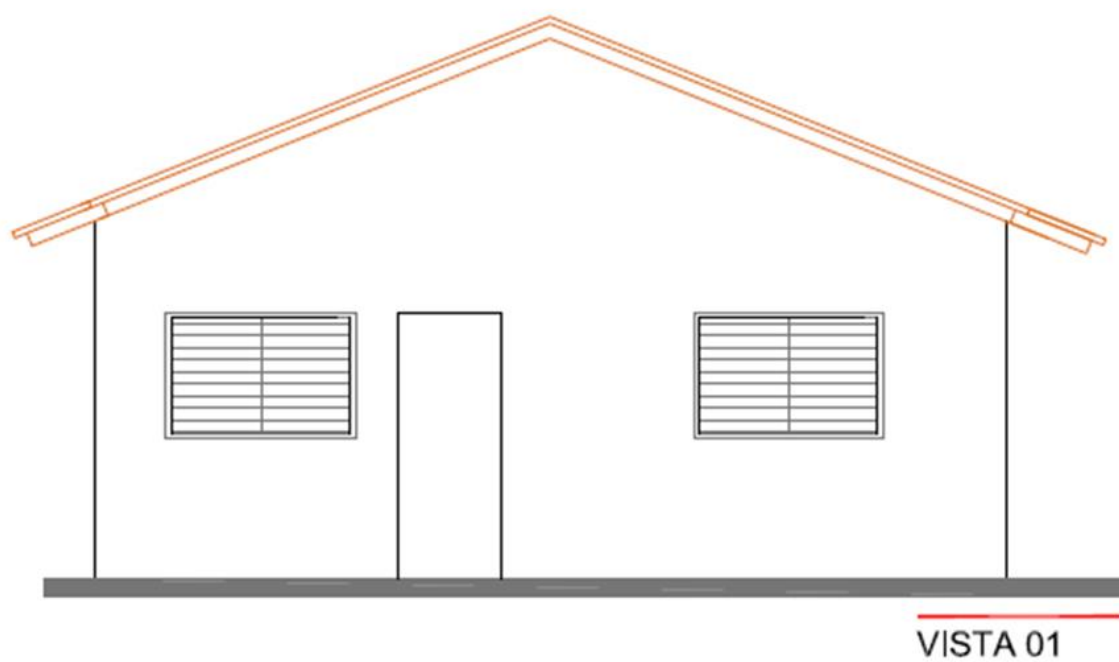


Fonte: Fetaesp, 2014.



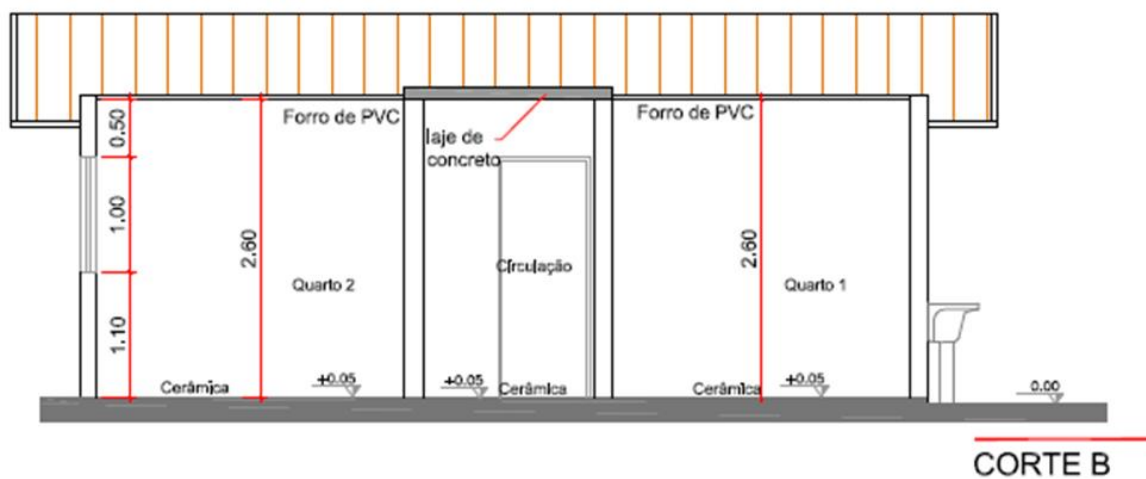
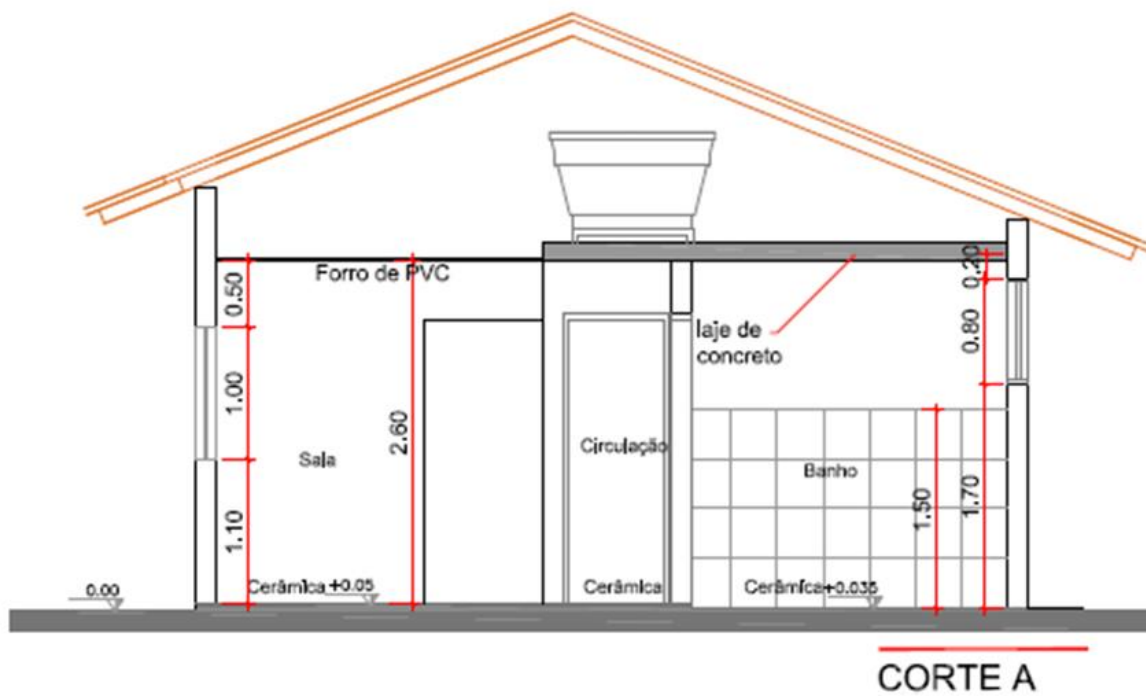
Layout Portador de Necessidades Especiais (PNE) – sem escala.

Fonte: Fetaesp, 2014.



Elevação frontal e lateral da unidade habitacional de São Miguel Arcanjo/SP.

Fonte: Fetaesp, 2014.



Corte frontal (A) e lateral (B) da unidade habitacional de São Miguel Arcanjo/SP.

Fonte: Fetaesp, 2014.

TABELA DE ESQUADRIAS					
LEGENDA	ESPECIFICAÇÕES	CAIXILHOS			QUANTIDADE POR UNIDADE HABITACIONAL
		LARGURA	ALTURA	PEITORIL	
PA 01	Porta de aço com bascula (sala e cozinha).	0,80m	2,17m	-	02
PM 01	Porta de madeira com batente metálico.	0,80m	2,15m	-	03
J 01	Janela de aço e veneziana 4 folhas (quartos).	1,50m	1,00m	1,10m	02
J 02	Janela de aço de correr 2 folhas (cozinha).	1,50m	1,00m	1,10m	01
J 03	Janela basculante de aço (banheiro).	0,80m	0,80m	1,70m	01
J 04	Janela de aço de correr 4 folhas (sala)	1,50m	1,00m	1,10m	02

UNIDADE HABITACIONAL			
LOCAL	ÁREA AMBIENTE	1/8 DE ILUMINAÇÃO (min.)	ÁREA EXISTENTE ILUMINAÇÃO
SALA	13.13 m2	1.64 m2	3.00 m2
COZINHA	7.17 m2	0.89 m2	1.20m2
BANHO	4.84 m2	0.60 m2	0.64 m2
DORMITÓRIO 1	9.98 m2	1.24 m2	1,50 m2
DORMITÓRIO 2	10.09 m2	1.26 m2	1,50 m2

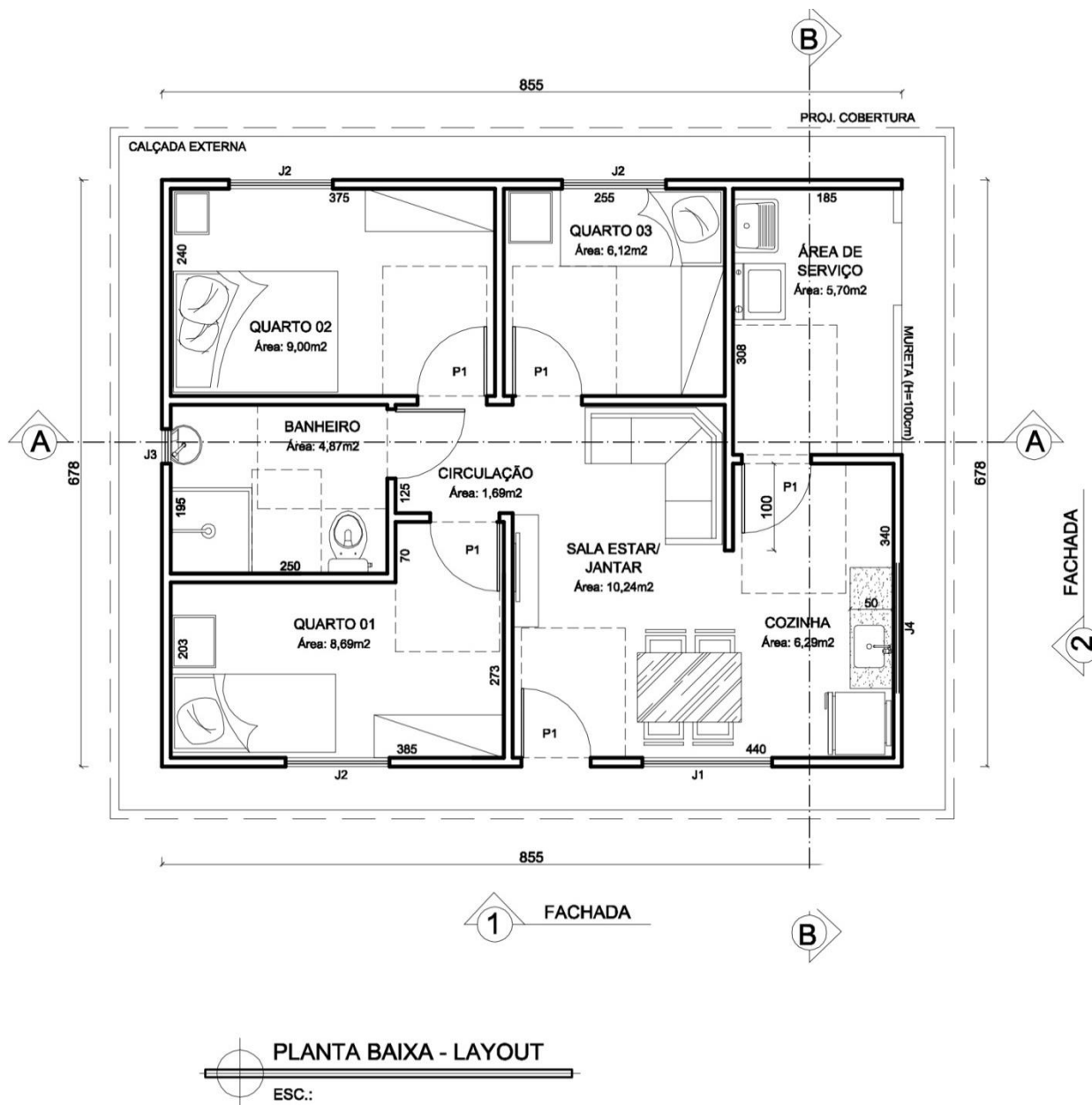
Fonte: Fetaesp, 2014.

ANEXO 2 – Etapas construtivas da unidade habitacional de São Miguel Arcanjo/SP.

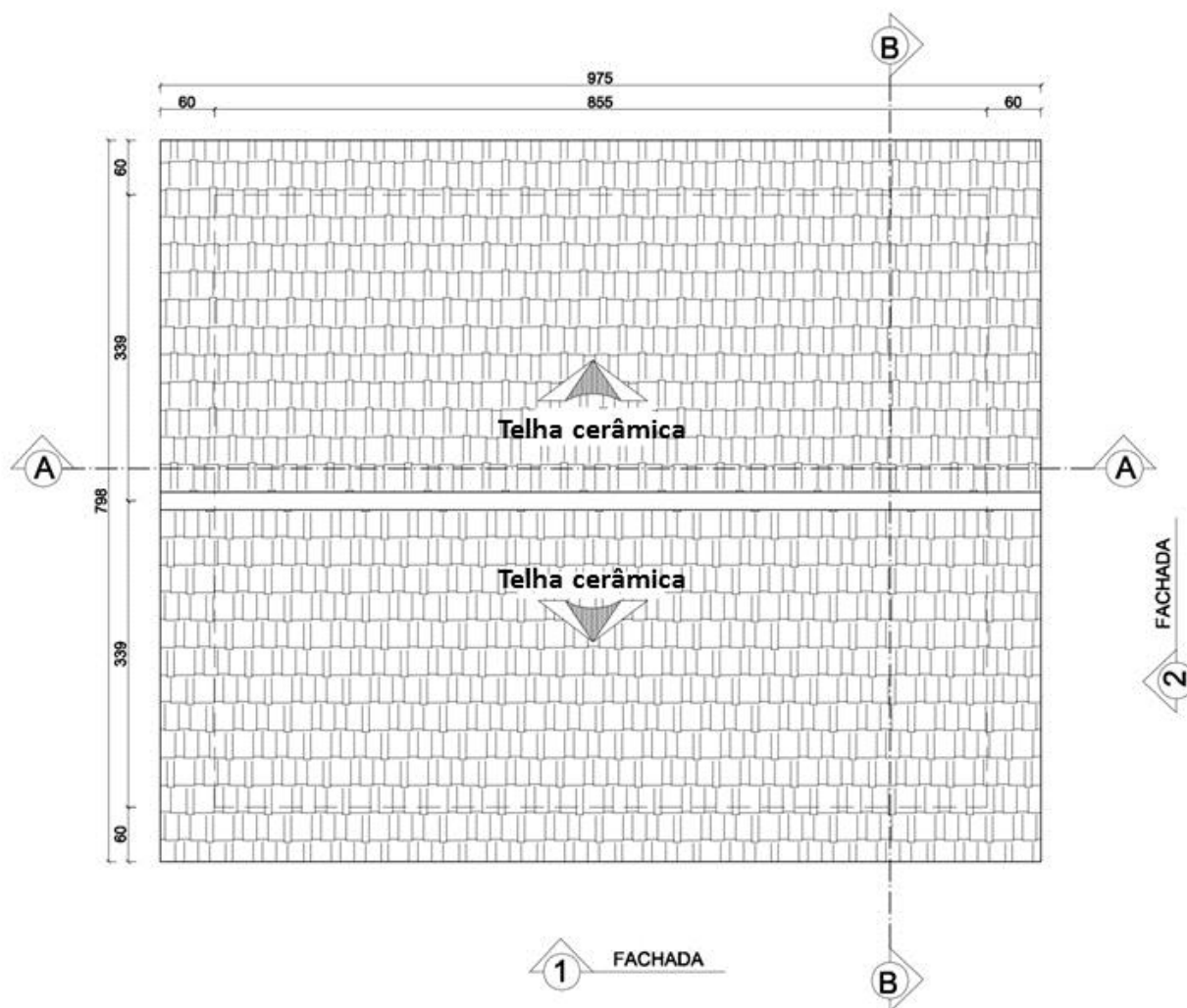


Fonte: Fetaesp e arquivo pessoal, 2014 e 2015.

ANEXO 3 – Projeto da unidade habitacional construída em Itararé/SP (sem escala).



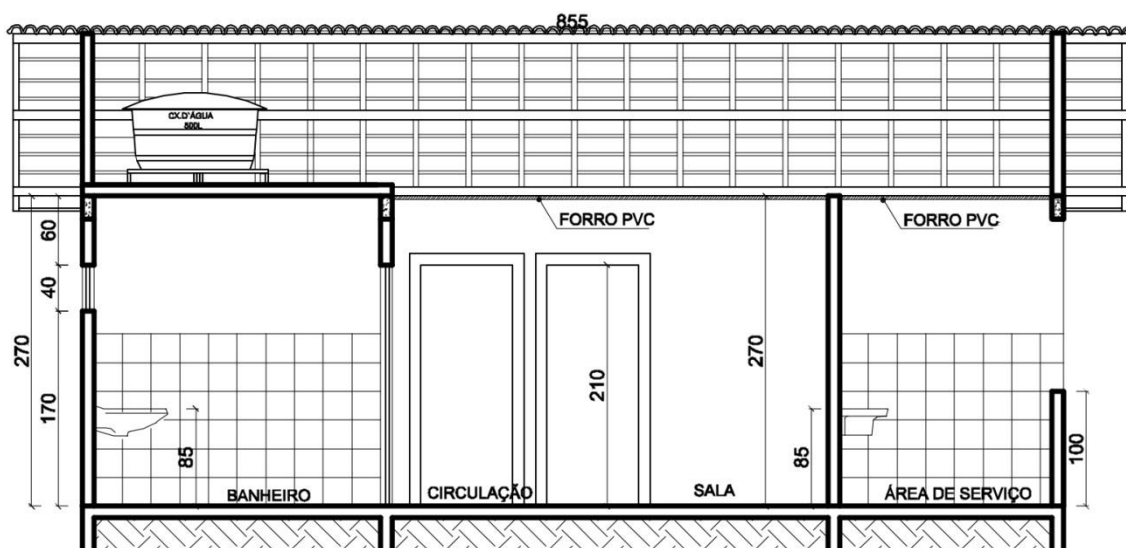
Fonte: Fetaesp, 2014.



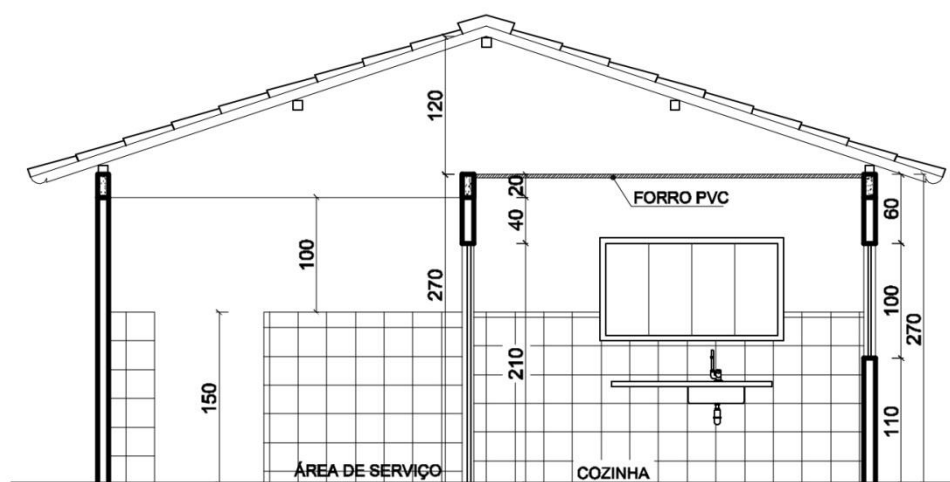
PLANTA DE COBERTURA
ESC.:

QUADRO DE ESQUADRIAS	
PORTAS	
P1	0,80 X 2,10m
JANELAS	
J1	1,00 X 1,50m - P=1,10m
J2	1,00 X 1,20m - P=1,10m
J3	0,40 X 0,40m - P=1,70m
J4	0,80 X 1,50m - P=1,30m

Fonte: Fetaesp, 2014.



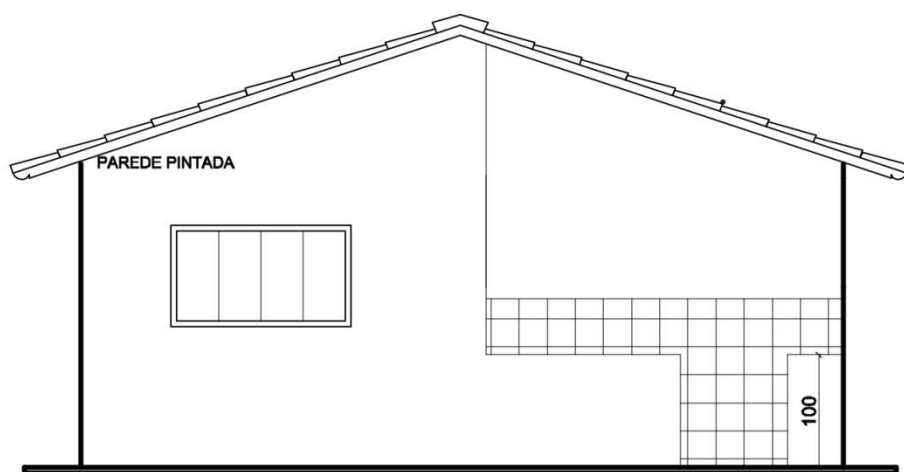
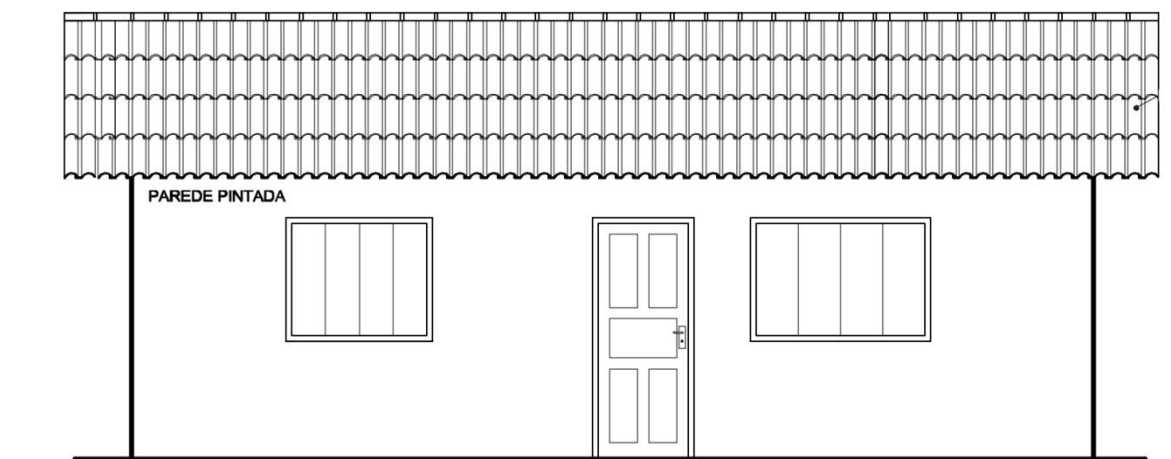

CORTE AA
 ESC.:




CORTE BB
 ESC.:

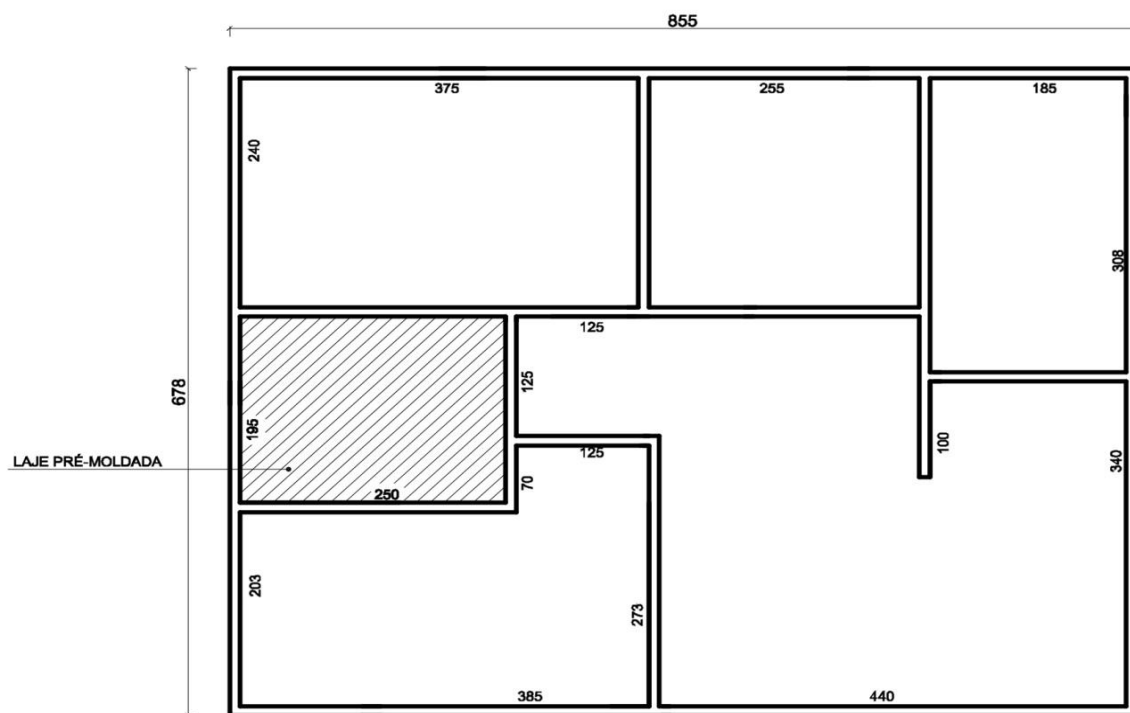
Corte lateral (AA) e frontal (BB) da unidade habitacional de Itararé/SP (sem escala).

Fonte: Fetaesp, 2014.

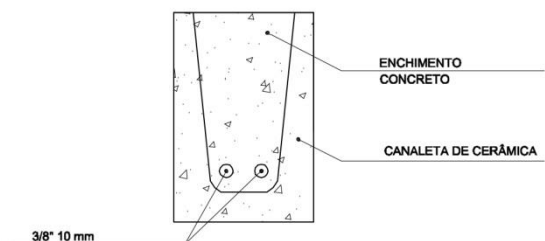


Elevação lateral (1) e frontal (2) da unidade habitacional de Itararé/SP (sem escala).

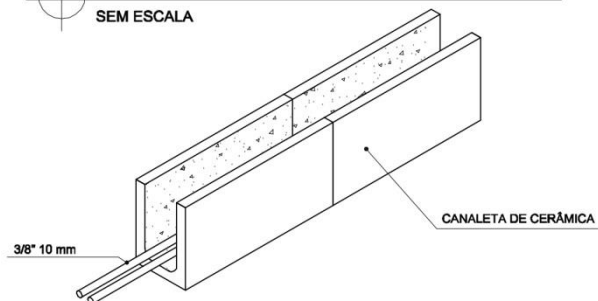
Fonte: Fetaesp, 2014.



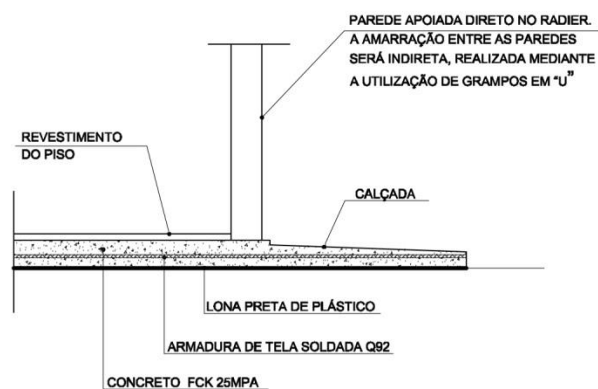
FORMA DAS VIGAS DE TRAVAMENTO
 ESC.:



DETALHE 1 - CINTA DE TRAVAMENTO
 SEM ESCALA

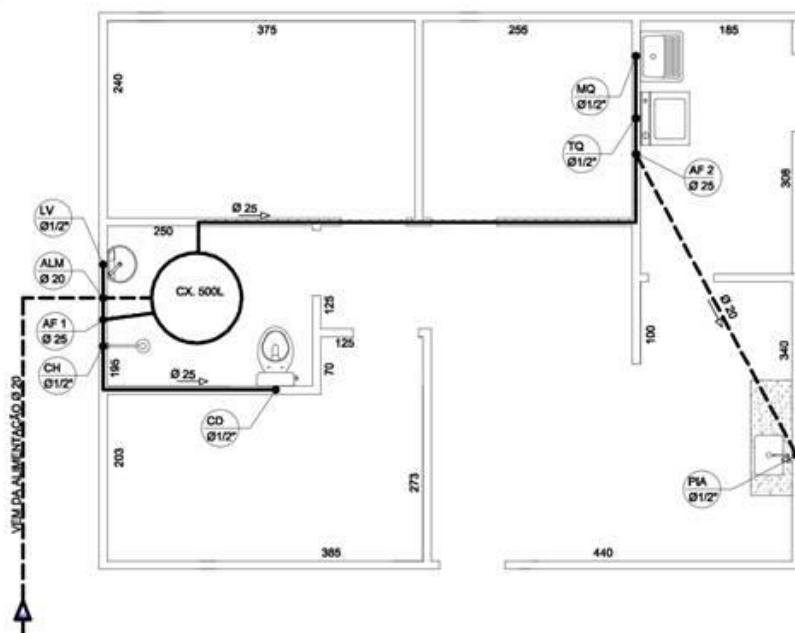
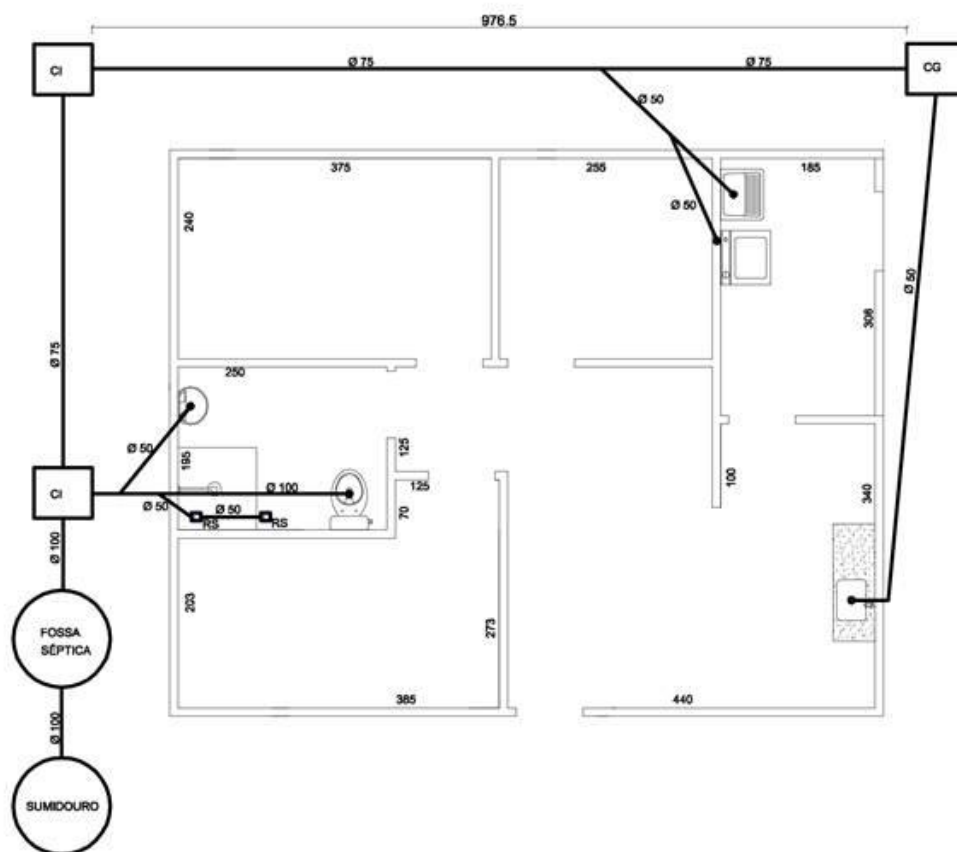


DETALHE 2 - CINTA DE TRAVAMENTO
 SEM ESCALA



DETALHE RADIER
 SEM ESCALA

Fonte: Fetaesp, 2014.



PROJETO HIDRÁULICO
 ESC.:

Fonte: Fetaesp, 2014.

ANEXO 4 – Etapas construtivas da unidade habitacional de Itararé/SP.



Fonte: Fetaesp e arquivo pessoal, 2014 e 2015.

ANEXO 5 – Energia Embutida em materiais de construção brasileiros

MATERIAIS	⁽²⁾ EE (MJ/kg)	EE (MJ/m³)	⁽³⁾ DENSIDADE (kg/m³)
Aço - chapa galvanizada	33,80	265330,00	7850
Aço - chapa dobrada	30,00	235500,00	7850
Aço - laminado CA 50A ⁽¹⁾	30,00	235500,00	7850
Aço - reciclado	12,50		
Acrílico	80,00		
Água	0,02	20,00	1000
Alumínio lingote ⁽¹⁾	98,20	265140,00	2700
Alumínio anodizado	210,00	567000,00	2700
Alumínio reciclado extrudado	17,30		
Alumínio reciclado anodizado	42,90		
Areia	0,05	75,75	1515
Argamassa - mistura	2,10	3906,00	1860
Asfalto	51,00	107865,00	2115
Batente - madeira aparelhada	3,50	2100	600
Borracha natural - látex	69,00	63480,00	920
Borracha sintética	135,00	160650,00	1190
Brita	0,15	247,50	1650
Cal virgem	3,00	4500,00	1500
Carpete	50,00		
Cera	52,00		
Cerâmica - azulejo	6,20	12400,00	2000
Cerâmico - bloco de 8 furos ⁽¹⁾	2,90	4060,00	1400
Cerâmica - branca	25,00	52075,00	2000
Cerâmica - piso esmaltado	5,00	10000,00	2000
Cerâmica - revestimento biqueima	6,20	12400,00	2000
Cerâmica - revestimento monoqueima ⁽¹⁾	5,10	10200,00	2000
Cerâmica - porcelanato	13,00	27300,00	2100
Cerâmica - refratária	32,40		
Cerâmica - telha	5,40	10260,00	1900
Chapa de compensado	8,00	4400,00	550
Chumbo lingote	21,00	238140,00	11340
Cimento Portland ⁽¹⁾	4,20	8190,00	1950
Cobre	75,00	669975,00	8933
Concreto armado	3,10		
Concreto bloco	1,00	2000,00	2000
Concreto simples	1,20	2760,00	2300
Dobradiça - ferro	40,00	314800,00	7870
Fechaduras	55,00	467500,00	8500
Ferro fundido	32,80	246000,00	7500
Fibra de vidro	24,00	768,00	32
Fibrocimento - telha	6,00	11520,00	1920
Fio termoplástico	83,00	201690,00	2430
Gesso	4,00	3200,00	800
Gesso acartonado	6,10		
Granito - aparelhada	2,00	5400,00	2700

Lã mineral	19,00	2090,00	110
Latão	80,00	682400,00	8530
Madeira - aparelhada seca forno	3,50	2100,00	600
Madeira - aparelhada ar livre	0,50	300,00	600
Madeira - laminada colada	7,50	4875,00	650
Madeira - MDF	9,00	9000,00	1000
Mármore	1,00	2680,00	2680
Marmorite	0,48		
Palha	0,24	31,20	130
Papel ⁽¹⁾	18,54	17242,20	930
Papel kraft	37,70		
Papel de parede	36,40		
Placa de gesso	4,50	4500,00	1000
Poliamida - nylon	125,00	143750,00	1150
Poliestireno expandido	112,00	6160,00	55
Polietileno de alta densidade	95,00	90250,00	950
Polipropileno	83,80	92180,00	1100
Poliuretano - espuma	74,00	2590,00	35
Porta - madeira aparelhada	3,50	2275,00	650
Prata	128,20	1346100,00	10500
Selante - formaldeído	80,00	120000,00	1500
Solo cimento - bloco	0,60	1020,00	1700
Solvente - tolueno	67,90	74690,00	1100
Telha de vidro	23,13	55512,00	2400
Tinta acrílica	61,00	79300,00	1.3 kg/l
Tinta óleo	98,10	127530,00	1.3 kg/l
Tinta PVA látex	65,00	84500,00	1.3 kg/l
Torneiras e registros	95,00		
Tubo PVC	80,00	104000,00	1300
Tubo de ferro galvanizado	33,80		
Vermiculita	1,37	167,14	122
Vidro plano	18,50	46250,00	2500
Vidro blindex	26,20		
Vinil	47,00		
Zinco	51,00	364140,00	7140

⁽¹⁾ TAVARES (2006).

⁽²⁾ Valores médios: BOUSTEAD & HANCOCK (1979); MIC-CETEC MG (1982); GUIMARAES (1985); ALCORN (1996); LAWSON (1996); ANDERSEN (1993); BLANCHARD & REPPE (1998); SCHEUER (2003) apud TAVARES (2006).

⁽³⁾ Valores médios: VAN VLACK (1970); INCROPERA (1992) apud TAVARES (2006).

Fonte: TAVARES, 2006.

ANEXO 6 – Energia Embutida em materiais de construção de diversos países (MJ/kg)

MATERIAIS	CETEC/ MG Brasil - 1982	GONÇALVES Brasil - 1985	TAVARES Brasil - 2006	BOUSTEAD; HANCOCK UK - 1979	ANDERSEN DN - 1993	ALCORN NZ - 1996	LAWSON AU - 1996	BLANCHARD; REPPE USA - 1998	SCHEUER USA - 2003
Aço - cantoneira laminada	47,27							28,80	26,40
Aço - chapa dobrada	46,05	15,04		50,00					28,00
Aço - laminado CA 50A	21,81	25,59	30,00	36,00	37,22	32,00		37,30	30,60
Aço - reciclado						12,50			
Acrílico	53,74							112,20	
Água									0,20
Alumínio lingote	95,87		98,20	251,00		191,00	170,00	207,80	207,00
Alumínio anodizado						227,00			
Alumínio reciclado - extrudado						17,30			
Alumínio reciclado - anodizado						42,90			
Areia	0,02	0,06		0,60		0,10			0,60
Argamassa - mistura	0,54	3,47				2,10		1,90	0,10
Asfalto								51,00	50,20
Batente - madeira aparelhada	8,37	3,35							
Borracha natural - látex						67,50			70,00
Borracha sintética							110,00	150,40	143,00
Brita	0,03	0,08		0,09		0,10		0,90	0,20
Cal virgem				0,10					0,10
Cal Hidratada	4,03			5,20					
Carpete	4,68					106,00			30,80
Cera									52,00
Cerâmica - azulejo	12,56	5,76			8,37			4,50	
Cerâmica - bloco de 8 furos	2,87	3,60	2,90	2,60		2,50	2,50		2,70
Cerâmica - branca	12,98	39,34							
Cerâmica - piso esmaltado	12,98	23,36						20,50	

Cerâmica - revest. biqueima									5,50
Cerâmica - revest. monoqueima			5,10						
Cerâmica - refratária				6,30					32,40
Chapa de compensado	5,44					9,00	10,40	8,30	
Chumbo lingote	10,47					35,10			
Cimento Portland	4,96	4,04	4,20	7,80		7,80	5,60		3,70
Cobre				17,50	81,64	70,60	100,00	48,70	71,60
Cola				78,40					
Concreto armado				3,80	2,34	3,40	3,33		
Concreto bloco				1,40		1,00			
Concreto simples	0,56			1,30	0,88	1,40	1,90	1,60	0,50
Disjuntor	0,54								
Dobradiça - ferro	46,05	2,05							
Fechaduras		10,04							
Ferro fundido				34,00					32,80
Fibra de vidro						30,30		24,50	17,60
Fibrocimento - telha	4,19	0,31		6,40		13,10	4,80		
Fio termoplástico	71,18	7,70							
Garrafa de vidro				19,00					
Gesso				3,40					0,90
Gesso acartonado						6,10			
Granito aparelhado						0,79	5,90		0,10
Lã mineral					22,32	16,10			
Latão						62,00		99,90	239,00
Madeira - aparelhada seca forno				5,50	13,19	2,50	3,40	5,80	10,80
Madeira - aparelhada ar livre						0,30	0,50		
Madeira laminada colada						4,60	11,00		
Madeira MDF	8,37					11,90			
Mármore	1,38					0,79			
Marmorite		0,48							
Palha						0,24			

Papel			18,50	28,30		12,60		16,20	
Papel Kraft									37,70
Papel de parede						36,40			
Placa de gesso					10,05	4,50	2,90	3,80	
Poliamida - nylon									125,00
Polietileno de alta densidade				50,60		103,00			79,50
Polietileno de baixa densidade				92,30					
Poliestireno expandido					124,14	117,00		100,30	94,40
Polipropileno				129,50		64,00		83,80	75,00
Poliuretano						74,00			70,00
Porta - madeira aparelhada	8,37	3,35							
Prata								128,20	
Selante - formaldeído						78,20	87,00		
Solo cimento - bloco						0,42	0,80		
Solvente - tolueno									67,90
Telha de vidro	23,13								
Tinta acrílica							61,50		60,20
Tinta óleo						98,10			
Tinta PVA látex	1,25	2,19			29,31	88,50		77,60	
Torneiras e registros	96,30	790,94							
Tubo PVC	0,54	3,47		96,30	103,21	70,00	80,00	77,40	60,70
Tubo de cobre									65,80
Tubo de ferro galvanizado	26,11						38,00	37,30	
Vermiculita	1,37								
Vidro plano	19,61	27,94		20,50	30,27	14,90	12,70	18,40	6,80
Vidro blindex						26,20			
Vinil						79,10		11,80	50,80
Zinco - chapa galvanizada				65,00		53,80			

Fonte: Tavares, (2006).

