

LINA MARCELA GUERRA GARCIA

**RESIDÊNCIA PRÉ-FABRICADA DE ARGAMASSA ARMADA
COMO UNIDADE BÁSICA DE AGROVILA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2012

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

G216r
2012

Garcia, Lina Marcela Guerra, 1979-

Residência pré-fabricada de argamassa armada como
unidade básica de agrovila / Lina Marcela Guerra Garcia. –
Viçosa, MG, 2012.

viii, 94f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Construções rurais - Projetos e construção.
2. Habitações - Projetos e construção. 3. Argamassa.
4. Agroindústria. 5. Trabalhadores rurais. 6. Mão-de-obra.
7. Convivência. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 631.2

LINA MARCELA GUERRA GARCIA

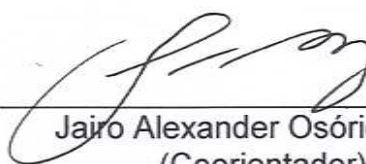
**RESIDÊNCIA PRÉ-FABRICADA DE ARGAMASSA ARMADA
COMO UNIDADE BÁSICA DE AGROVILA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 19 de junho de 2012.



Fernando da Costa Baêta
(Coorientador)



Jairo Alexander Osório Saraz
(Coorientador)



Marcos Oliveira de Paula



Ilda de Fátima Ferreira Tinôco
(Orientadora)

Esta conquista é especialmente
dedicada à minha família e ao meu
companheiro, por acreditarem
em mim e pelo apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pois sem o sacrifício deles não teria conseguido chegar até aqui.

Às minhas irmãs e ao meu sobrinho, por não se esquecerem de mim enquanto estava longe.

Ao meu companheiro, por caminhar de mãos dadas comigo durante todo este processo.

Ao povo brasileiro, por me acolher e aceitar com tanto carinho durante o tempo do meu mestrado.

Aos professores Fernando da Costa Baêta e à professora Cecília de Fátima Souza, por me orientar com paciência e dedicação.

À professora Ilda de Fátima Ferreira Tinôco, pela oportunidade e pela confiança que depositou em mim, assim como pela dedicação para me orientar.

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Engenharia Agrícola, por me iniciar em uma formação científica.

À Universidade Nacional da Colômbia, por me receber e apoiar em parte desta pesquisa.

À CAPES, ao CNPq e à FAPEMIG, pelo apoio e por tornar realidade meu mestrado.

Ao professor Jairo Alexander Osorio Saraz e à sua família, por ajudar a meu esposo e a mim, acompanhando-nos neste processo da pós-graduação e fazendo-nos sentir como parte de sua família em Viçosa.

Aos colegas do Ambiagro, pela acolhida, pelo compartilhamento de momentos inesquecíveis e pelo ensinamento de tantas coisas importantes para a vida.

Aos colegas colombianos, Sebastian, Carolina, Enrique e Jorge, e equatorianos, Manuel, Fátima e Digner, que estiveram comigo no início em Viçosa, e a Pedro e Katia, que ao final se tornaram minha família.

A todos os que direta ou indiretamente fizeram possível esta pesquisa e minha estadia no Brasil.

BIOGRAFIA

LINA MARCELA GUERRA GARCIA, filha de María Olga García Muñoz e José Imer Guerra Pulgarín, nasceu em 20 de dezembro de 1979, em Medellín, Antioquia, Colômbia.

Em setembro de 2004, formou-se em Arquitetura pela Universidad Nacional de Colombia,

Em agosto de 2010, iniciou o Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, na área de Construções Rurais e Ambiente, pela Universidade Federal de Viçosa.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS.....	3
CAPÍTULO 1 - A AGROVILA	5
1. INTRODUÇÃO	5
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
2.1. Estudos de caso	7
2.2. Aplicações.....	8
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
3.1. Estudos de caso	9
3.1.1. Características encontradas nos estudos de caso de agrovilas	14
3.1.2. Parâmetros para o projeto da agrovila	16
3.2. Aplicações.....	17
3.2.1. Diagrama da primeira alternativa para agrovila	18
3.2.2. Diagrama da segunda alternativa para agrovila.....	19
3.2.3. Diagrama da terceira alternativa para agrovila	21
3.3. Definição da proposta para a agrovila	22
4. CONCLUSÕES	23
5. REFERÊNCIAS.....	24
CAPITULO 2 - A RESIDÊNCIA.....	26
1. INTRODUÇÃO	26
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
2.1. Estudos de caso	27
2.2. Aplicações.....	27
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
3.1. Estudos de caso	28
3.1.1. Características encontradas nas experiências de residências.....	32
3.1.2. Parâmetros para o projeto da residência	33
3.2. Aplicações.....	33
3.2.1. Planta baixa da primeira alternativa para a residência	34
3.2.2. Planta baixa da segunda alternativa para a residência.....	35
3.2.3. Planta baixa da terceira alternativa para a residência	36

3.3. Definição da proposta para a residência.....	38
4. CONCLUSÕES	41
5. REFERÊNCIAS.....	42
6. ANEXO - Imagens da proposta para residência em três dimensões	43
CAPÍTULO 3 - O SISTEMA CONSTRUTIVO.....	47
1. INTRODUÇÃO	47
2. MATERIAL E MÉTODOS	50
2.1. Estudos de caso	50
2.2. Aplicações.....	51
2.2.1. Propriedades mecânicas do sistema construtivo	52
2.2.2. Propriedades térmicas do sistema construtivo.....	54
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
3.1. Estudos de caso	55
3.1.1. Características encontradas nos estudos de caso do sistema construtivo.....	59
3.1.2. Parâmetros para o projeto do sistema construtivo	60
3.2. Aplicações.....	61
3.2.1. Primeira alternativa de sistema construtivo.....	62
3.2.2. Segunda alternativa de sistema construtivo.....	66
3.2.3. Terceira alternativa de sistema construtivo	71
3.3. Propriedades mecânicas das três alternativas de sistema construtivo .	77
3.4. Definição da proposta final para o sistema construtivo	80
3.5. Propriedades térmicas do sistema construtivo.....	89
4. CONCLUSÕES	90
5. REFERÊNCIAS.....	91
CONCLUSÃO GERAL	94

RESUMO

GARCIA, Lina Marcela Guerra, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2012. **Residência pré-fabricada de argamassa armada como unidade básica de agrovila.** Orientadora: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco. Coorientadores: Fernando da Costa Baêta, Cecília de Fátima Souza e Jairo Alexander Osorio Saraz.

O agronegócio brasileiro vem desenvolvendo-se com celeridade nos últimos anos, constituindo grande porcentagem do PIB nacional, e com forte tendência a levar o país a ser a maior despensa agrícola do mundo em 10 anos. Em razão disso, a demanda de mão de obra eficiente nas fazendas está aumentando. As agrovilas têm sido alternativa para garantir essa eficiência, mantendo os trabalhadores próximos às zonas de produção; entretanto, muitas delas não oferecem condições necessárias para um bom desenvolvimento dos moradores, o que afeta também a produção. Este trabalho originou-se da necessidade de dar resposta a esse acelerado processo, desde o ponto de vista urbano-arquitetônico, por meio de propostas de casas agrupadas em agrovilas, com soluções construtivas rápidas e de baixo custo. A argamassa armada é um dos materiais com as características que podem garantir esse tipo de soluções construtivas; a utilização dela na forma de painéis tipo sanduíche pode melhorar suas qualidades térmicas com ajuda de materiais isolantes. Objetivou-se propor uma residência pré-fabricada de argamassa armada como unidade básica de agrovila. Com base em estudos de caso, referidos aos temas principais do trabalho, abordados do geral ao particular; ou seja, desde a agrovila, passando pela residência e terminando com o sistema construtivo, foram analisadas as características de cada uma e, a partir delas, foram determinados os parâmetros para iniciar o processo de projeto de cada tema. No processo de projeto, foram realizados estudos com diferentes alternativas de cada item, que foram avaliados à luz dos parâmetros empregados para a elaboração desses. Todo esse processo deu lugar a uma proposta de agrovila, de residência para o trabalhador da agrovila e de um sistema construtivo de argamassa armada para a residência.

ABSTRACT

GARCIA, Lina Marcela Guerra, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2012. **Housing prefab ferrocement as the basic unit of agricultural community**. Adviser: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco. Co-advisers: Fernando da Costa Baêta, Cecília de Fátima Souza and Jairo Alexander Osorio Saraz.

Brazilian agribusiness has been developing rapidly in recent years, providing a large percentage of national GDP, and with a strong tendency to lead the country to be the largest pantry agricultural world in ten years. Because of this, the demand for labor efficient farms is increasing. The rural villages have been an alternative to ensure that efficiency by keeping workers close to production areas, but many do not offer the necessary conditions for the optimal development of residents in all respects, also affecting production. In this sense the present work originated from the need to respond to this accelerated process, from the point of view urban-architectural, through proposals for residential, grouped in rural villages, with constructive solutions rapid, low cost. The ferrocement is a material with the characteristics that can guarantee this kind of constructive solutions, and its use as sandwich panels can improve their thermal qualities with the help of insulating materials. The general objective was to propose a residence prefabricated ferrocement as the basic unit of rural village. Based on case studies, referring to the main themes of work, addressed the general to the particular, ie, from the rural village, through the residence and ending with the building system, we analyzed the characteristics of each, and from them were determined the guidelines to start the design process of each subject. In the process of design studies have been performed with different alternatives for each item, which were evaluated in light of the guidelines used in their preparation. Finally this process resulted in a proposed of rural village, of residence to the employee of the rural village and a ferrocement building system for the residence.

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil goza de grandes vantagens sobre muitos países, como terras abundantes, climas favoráveis, potencial de produção, enorme disponibilidade de água doce e energia renovável, assim como capacidade empresarial. Essas vantagens vêm sendo fortemente exploradas nos últimos anos, desde o tema do agronegócio, potenciando o desenvolvimento desse setor, chegando a ser considerado o país um celeiro mundial (LOURENÇO et al., 2009).

Segundo o mesmo autor, de acordo com os indicadores da Conferência das Nações Unidas para o Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD), o Brasil tende a ser o maior país agrícola do mundo em 10 anos, assim como determinante no tocante à produção de carnes e outros produtos de origem animal.

De acordo com a Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais (GOVERNO DE MINAS, 2011), o PIB mundial para o ano 2010 movimentou cerca de U\$ 74,5 trilhões, cuja participação do Brasil esteve representada em 2,9%, ou seja, U\$2,2 trilhões. Segundo a Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO (2011), o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio brasileiro representou em 2010 o equivalente a 22,4% do PIB nacional, movimentando cerca de U\$ 467,9 bilhões/ano.

Torna-se necessário o aumento da mão de obra na produção agropecuária do país, que já é bastante expressiva, uma vez que, segundo a Assembleia Legislativa do Estado do Amazonas – ALEAM (2011), apoiada nos últimos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o agronegócio emprega atualmente a maioria da mão de obra ativa do mercado nacional e responde por pelo menos 49% do PIB do país.

No Brasil, segundo Smith (1982), as primeiras agrovilas foram planejadas pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), para a colonização da Amazônia, que constavam de conjuntos de moradias para os trabalhadores rurais, acompanhadas de infraestrutura e de serviços complementares que conformavam pequenos sistemas urbanos, próximos às zonas de produção.

Atualmente, existem empresas do setor agropecuário que tentam construir agrovilas, com o fim de manter os trabalhadores perto da zona de serviço, melhorando a eficiência na produção; entretanto, têm trabalhadores morando em casas com condições desumanas, com ausência quase total de infraestrutura.

Para minimizar esse problema no Brasil, o Ministério Público do Trabalho (MPT) vem fazendo uma série de controles nas fazendas, entre eles o relacionado a moradias, exigindo a regularização imediata dos alojamentos e das condições do meio ambiente de trabalho. Situações não resolvidas são transformadas em processos judiciais (MINISTÉRIO PÚBLICO DO TRABALHO - MPT, 2011).

Como resultado da alta demanda para a construção de casas com qualidade, inseridas em um contexto de urbanidade para os trabalhadores, principalmente atendendo ajustes das moradias exigidas pelo MPT (2011), torna-se imperioso soluções construtivas rápidas e de baixo custo, para produção em pequena ou larga escala, o que sugere a industrialização com algum grau de pré-fabricação dos componentes.

Entre os materiais que têm as características para possibilitar esses tipos de soluções, destaca-se a argamassa armada que, segundo Saleme et al. (2002), é de fácil construção e reparação, gera baixo custo em razão do tipo de material, requer mão de obra não qualificada, pouco tempo para execução, além de ser bastante resistente mecanicamente, ter menor condutividade térmica (seis vezes menor do que o aço), ter maior resistência à abrasão e ao impacto, ser impermeável e ser concebida com espessuras mínimas entre 10 e 15 mm, diminuindo o peso próprio dela consideravelmente.

A argamassa armada foi utilizada para residências de baixo custo em diferentes países da América Latina, incluindo o Brasil (MACHADO, 1991).

A utilização desse material na forma de placas tipo sanduíche tem permitido melhorar as qualidades térmicas dessa com ajuda de materiais isolantes de caráter comercial, como o poliestireno expandido (CEMENTOS BIO BIO, 2010) ou poliuretano (MACHADO, 1991); no entanto, na busca de diminuir o custo, bem como pela melhor conservação do meio ambiente, é importante o aproveitamento de resíduos agroindustriais de maneira a atingir esse objetivo.

Um dos resíduos que podem ser sugeridos como material potencialmente isolante é a casca de arroz, já que o volume poroso na sua estrutura é de 54%, gerando um coeficiente de condutividade térmica adequado para ser utilizado como material de isolamento térmico (CADENA et al., 2002). Diferentes estudos têm corroborado essa afirmação com os de Cadena et al. (2002), Guimarães et al. (2004) e Navroski et al. (2010). Além disso, a casca de arroz constitui um dos principais subprodutos que deverá aumentar enormemente, segundo as projeções do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2011) para 2020-2021.

Esta pesquisa teve como objetivo propor uma residência pré-fabricada de argamassa armada como unidade básica de agrovila, a fim de manter o trabalhador perto da zona de serviço e com condições de conforto.

REFERÊNCIAS

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO AMAZONAS – ALEAM. **Abdala Fraxe propõe criação de agrovilas no Amazonas**. Disponível em: <http://www.aleam.gov.br/ANoticia_Materia.asp?id=7085>. Acesso em: 07 dez. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. **Projeções do agronegócio 2010-2011 a 2020-2021**. Brasília, 2011. 59 p.

CADENA, C.G.; SILVEIRA, A.J.B. Estudio de la variación en la conductividad térmica de la cascarilla de arroz aglomerada con fibras vegetales. **Ingeniería & Desarrollo**, Barranquilla, n. 12, p. 1-9, 2002.

CEMENTOS BIO BIO. **Ferrocemento, viviendas industrializadas definitivas en hormigón**. Santiago de Chile, 2010. 69 p.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – FEPAGRO. **Genética vai proporcionar mais qualidade ao gado de corte e leite no Rio Grande do Sul**. Disponível em: <http://www.fepagro.rs.gov.br/conteudo/1402/?Gen%C3%A9tica_vai_proporcionar_mais_qualidade_ao_gado_de_corte_e_leite_no_Rio_Grande_do_Sul>. Acesso em: 23 jul. 2012.

GOVERNO DE MINAS. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. Subsecretaria do Agronegócio. **Dados do agronegócio**: perfil do agronegócio mundial. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/files/perfil/perfil_mundial.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2011.

GUIMARÃES, L.E.; TUBINO, R.M.C. Ambientação térmica de casas de madeira utilizando paredes externas duplas recheadas com argamassa contendo casca de arroz, resíduos de borracha (pneu) ou garrafa PET triturada. In: CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2004, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** São Paulo: Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável, 2004.

LOURENÇO, C.; LIMA, C.E.B. Evolução do agronegócio brasileiro, desafios e perspectivas. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Málaga, n. 118, 2009.

MACHADO, E.F. **Casas populares pré-moldadas em argamassa armada**: procura de uma solução econômica e confortável. 1991. 192 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO TRABALHO – MPT. **Moradia de trabalhadores do café "esfarelam" no interior de São Paulo**. Campinas, 2011.

NAVROSKI, M.C.; LIPPERT, D.B.; CAMARGO, L.; PEREIRA, M.O.; HASELEIN, C.R. Avaliação do isolamento térmico de três diferentes materiais usados na construção e preenchimento de paredes externas. **Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 1, n. 1, p. 41-51, 2010.

SALEME, H.; COMOGLIO, S.; MÉNDEZ, J.M. Ferrocemento: un material apropiado a nuestro medio. **CET, Investigación y Desarrollo**, Tucumán, Argentina, n. 22, p. 19-24, 2002.

SMITH, Nigel J.H. **Rainforest corridors, the transamazon colonization scheme**. Los Angeles, 1982. 248 p.

CAPÍTULO 1

A AGROVILA

RESUMO: O desenvolvimento das agrovilas tem sido pouco documentado. É difícil encontrar informações gráficas sobre planejamentos ou estudos urbano-arquitetônicos que deem conta das características dessas. Tais estudos agora se tornam necessários, com o crescimento do agronegócio brasileiro, para gerar novas propostas, visando melhorar a qualidade de vida da mão de obra rural e consequentemente a produção agropecuária. Objetivou-se, com este trabalho, estabelecer as características da agrovila onde será inserida a residência, sintetizando os traços gerais dessa no Brasil. Partindo de estudos de caso, encontrou-se que o conceito de “trabalho em equipe” reúne as condições para o bom funcionamento de uma agrovila. Dito conceito deu lugar à elaboração de alternativas que finalmente foram sintetizadas em uma proposta de agrovila onde estão reunidas as qualidades gerais dessas no Brasil.

Palavras-chave: Planejamentos urbano-arquitetônicos, trabalho em equipe, mão de obra rural.

ABSTRACT: The development of rural village is poorly documented. It is difficult to find graphical information about planning or studies urban-architectural account of the characteristics of them. Such studies now are needed, with the growth of agribusiness, to generate new proposals to improve the quality of life of rural labor, and hence agricultural production. Based on the foregoing, the aim of this work was to establish the characteristics of the rural village will be inserted where the residence, summarizing the general characteristics of rural villages in Brazil. Based on case studies, it was found that the concept of "teamwork" qualifies for the proper functioning of a rural village. Said concept led to the development of alternatives that were finally synthesized into a proposed rural village where they met the general characteristics of rural villages in Brazil.

Keywords: Urban architectural planning, teamwork, rural labor.

1. INTRODUÇÃO

As agrovilas, segundo Fénelon (1960), foram aplicadas na URSS, em razão de uma ideologia que visava reduzir as diferenças entre o campo e a cidade, gerando uma relação mais estreita entre esses por meio da aglomeração de granjas em uma fazenda, com vários habitantes cultivando em comum, mas complementado com os elementos habituais de um centro urbano.

Essa experiência, segundo Bertolini (2007), foi concebida pelos desurbanistas soviéticos dos anos de 1920 e influenciada em parte por urbanistas do final do século XIX como Ebenezer Howard com suas “Cidades Jardim” na Inglaterra que, segundo Cornell (1998), foram baseadas em

comunidades de até 2.000 pessoas, morando em fazendas coletivas agroindustriais, onde todos desempenhariam tarefas em proveito da comunidade, tentando relacionar moradia e trabalho.

Em 1932, nos EEUU, Frank Lloyd Wright apresentou *Broadacre City*, influenciado pelos soviéticos, defendendo a dissolução gradual das distinções entre campo e cidade, por meio da dispersão homogênea da população sobre o espaço urbano, com uma rodovia contínua ladeada por residências unifamiliares (BERTOLINI, 2007).

No Brasil, segundo Oliveira (2007), o conceito de agrovila foi empregado pelo INCRA em 1979 como parte da estratégia geopolítica da ocupação e exploração da Amazônia, durante o período militar.

Segundo o mesmo autor, tal estratégia propôs a ausência de uma cidade organizadora da zona rural e, em seu lugar, surgiram três projetos que evoluíram de agrovilas para agrópolis e dessa para rurópolis, uma espécie de município sem cidade polarizadora. Para o INCRA, aquelas agrovilas eram pequenos centros urbanos destinados a moradias vinculadas a atividades agrícolas ou pastoris e tinham por finalidade a integração social dos habitantes do meio rural, oferecendo-lhes condições de vida em moldes civilizados. Eram verdadeiros bairros rurais.

Estudos concretos sobre o desenvolvimento das agrovilas, relacionados ao urbanismo, são escassos ou não são analisados desde o ponto de vista urbano-arquitetônico.

Leite et al. (2004) fizeram um trabalho orientado para o tema social, que buscava sistematizar informações assim como análises profundas sobre os impactos dos assentamentos rurais de diferentes regiões do Brasil, nos ambientes onde se encontram inseridos.

Nonato (2008) realizou uma análise da responsabilidade social empresarial de uma empresa agroindustrial, localizada no Estado do Ceará, para medir o nível de contribuição dessa na promoção da qualidade de vida da população rural.

A Cooperativa de Prestação de Serviços Técnicos Ltda. – COPTEC (2010) apresentou relatório de seus serviços de assistência técnica, social e ambiental para as famílias assentadas em Rio Grande do Sul, contemplando planos de desenvolvimento e recuperação, realizados com a participação das

famílias, tendo como base o desenvolvimento sustentável dos assentamentos de reforma agrária para esse Estado brasileiro.

Frata et al. (2010) efetuaram o levantamento das condições sociais e de infra-estrutura de uma agrovila sucroalcooleira de Mato Grosso do Sul, para depois avaliarem os impactos sociais de sua possível desativação sobre os moradores dela e as comunidades do entorno, que receberiam esses moradores no momento da desativação da mesma.

A aceleração no crescimento do agronegócio no Brasil leva a considerar a importância do bem-estar dos trabalhadores rurais para garantir essa tendência. Segundo as experiências, as agrovilas podem ser boa opção para esses; entretanto, é necessário aprofundar mais sobre seu estudo urbano-arquitetônico, documentá-lo e gerar propostas de forma sistemática.

O objetivo deste trabalho foi estabelecer as características da agrovila onde será inserida a residência, sintetizando as características gerais das agrovilas no Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Estudos de caso

O estudo das agrovilas esteve focado especificamente nos elementos que as compõem como o ponto de vista urbano como equipamentos (edifícios de caráter administrativo, saúde, ensino, lazer, comunitário, comercial e religioso); espaço público (áreas verdes, praças e mobilidade); infraestrutura (redes elétrica, distribuição de água, esgoto, comunicações e disposição de lixo); núcleos residenciais; e instalações agropecuárias, fazendo uma descrição geral e considerando os critérios para sua organização no espaço.

Estudos de caso foram feitos apoiados em pesquisas realizadas por outros autores. Inicialmente, extraíram-se informações dos estudos de Leite et al. (2004) e Coptec (2010), que tratam de agrovilas localizadas em assentamentos na região Sul do Brasil. Porém, em razão das limitações que essas apresentaram com relação aos componentes indispensáveis para adequado funcionamento do sistema urbanizado, foi necessário complementar o estudo com as pesquisas de Nonato (2008) e Frata (2010), sobre agrovilas

pertencentes a empresas agroindustriais localizadas nas regiões Centro-Oeste e Nordeste do país.

Essas informações foram resumidas em planilhas para a caracterização das agrovilas, considerando os componentes urbanos citados nas Tabelas 1, 2, 3 e 4. Das características encontradas nessas informações, foram determinados os parâmetros para iniciar o processo de projeto das agrovilas.

2.2. Aplicações

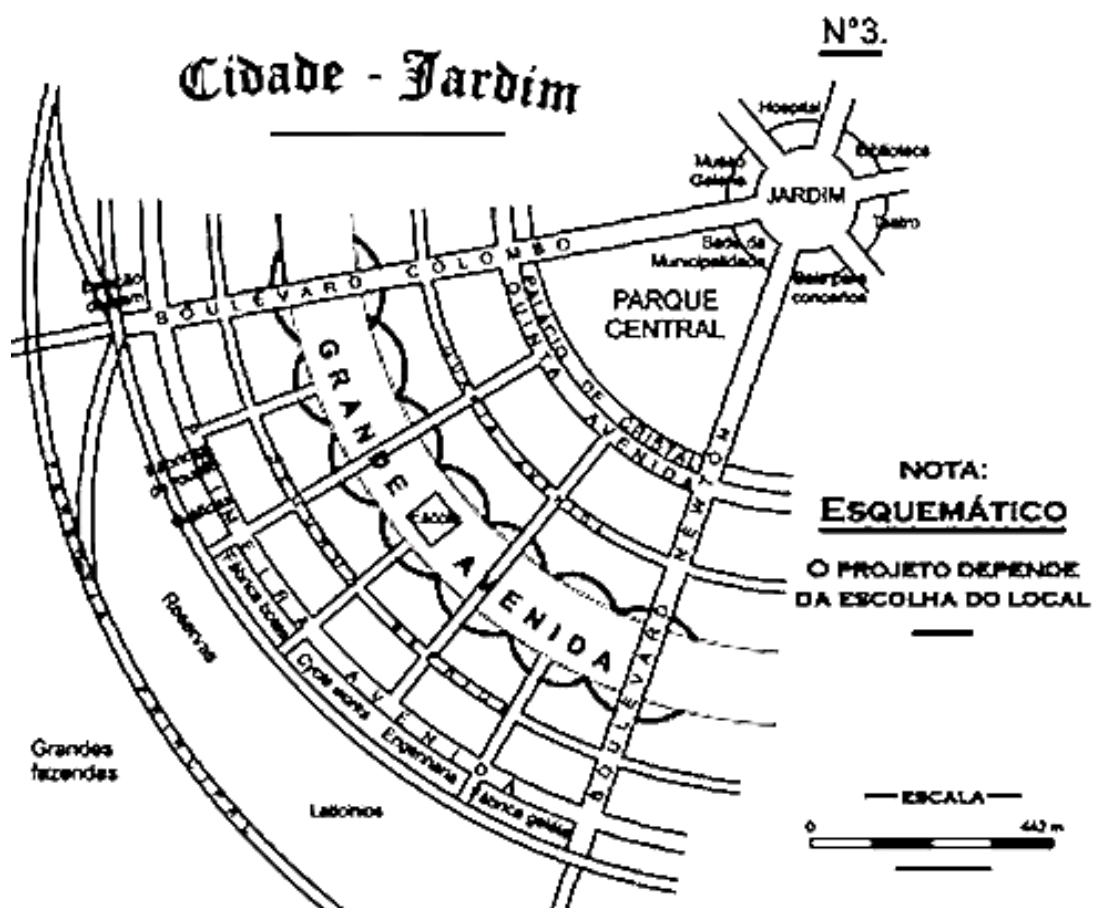
Tratam-se do processo de criação, que consistiu das etapas de concepção, avaliação e definição da proposta.

Na etapa de concepção, consideraram-se as características urbanas das agrovilas no Brasil, fundamentada no que foi encontrado nas teorias, nos estudos de casos feitos previamente e nos parâmetros para o projeto, resultando em um estudo com três alternativas representadas em diagramas¹ (Figura 1).

As alternativas foram avaliadas segundo o nível de cumprimento dos parâmetros em que foram baseadas a elaboração delas, para uma aproximação em relação à definição conceitual da agrovila.

A representação dessa definição, que constitui a proposta definitiva, foi realizada por meio de um diagrama síntese dos componentes, das características básicas de uma agrovila e da configuração dessa para adequado funcionamento.

¹ Tais diagramas são expressões gráficas do processo de projeto que, segundo Vidler (2006), não representam a aparência exata de um objeto, apenas simbolicamente; são uma abstração desse em que se apresentam de maneira geral seu perfil e suas partes sem imitá-las.



Fonte: Villada et al. (2006).

Figura 1 - Exemplo de diagrama, Cidade Jardim de Ebenezer Howard.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Estudos de caso

Embora os casos estudados não tenham um foque urbano, há informações importantes que puderam ser aproveitadas para fazer uma análise das características gerais das agrovilas. Tais informações foram resumidas em planilhas que se podem apreciar nas Tabelas 1, 2, 3 e 4.

Tabela 1 - Planilha de informação sobre agrovilas: oeste de Santa Catarina

INFORMAÇÃO AGROVILAS							
NOME AGROVILA		Vários assentamentos no oeste de Santa Catarina					
LOCALIZAÇÃO		Oeste de Santa Catarina					
# FAMILIAS		MÉDIA PESSOAS/ FAMILIA	% IDADE			OBSERVAÇÕES	
			MENINOS E JOVENS	ADULTOS	IDOSOS		
52% = < 50 famílias/assent.		5	Sem informação		Sem informação	Sem informação	Foram pesquisados 19 assentamentos.
COMPONENTE		PRESEÇA	AUSÊNCIA	ATIVIDADES	OBSERVAÇÕES		CRITÉRIOS DE ORGANIZAÇÃO NO ESPAÇO (Descrição)
INFRAESTRUTURA (EDIFICAÇÕES DE USO COLETIVO)	ADMINISTRAÇÃO		X				A única informação suministrada com relação a este item, é que os equipamentos existentes estão localizados no centro do "bairro rural", o que sugere que estão perto das moradias.
	SAÚDE		X		89% de 19 assentamentos não tem posto de saúde. O problema se agudiza com estradas e sistemas de transporte deficientes para chegar aos postos mais próximos.		
	ENSINO	X		Escola até 4º série de ensino fundamental para 89% dos assentamentos.	A maioria de estudantes chegam até 7º e 8º procurando em outros lugares.		
	LAZER	X		Campo de futebol.			
	CENTRO COMUNITÁRIO	X		Reuniões da cooperativa e encontro dos assentados.	É catalogado como Sede de Associação Cooperativa.		
	COMÉRCIO	Sem informação	Sem informação				
	IGREJA	X		culto religioso			
COMPONENTE		PRESEÇA	AUSÊNCIA	DESCRIÇÃO GERAL			
INFRAESTRUTURA (REDES)	ELETRICIDADE	X		Presença em 79% dos assentamentos; 42% tem energia na totalidade dos lotes.			
	ÁGUA PARA CONSUMO	X		Ela é extraída de nascente em 89% dos assentamentos, de poço comum em 47% e de rio em 5% deles.			
	ESGOTO		X	É inexistente em 79% dos assentamentos, recorrendo em sua maioria a semidouros direitos nos rios , e outros a fossas septicas ou fossas comuns.			
	DISPOSIÇÃO LIXO	Sem informação	Sem informação				
	COMUNICAÇÃO		X	A cobertura é muito pouca, somente 26% dos assentamentos contam com telefone de uso privado e 21% de uso comum.			
COMPONENTE		PRESEÇA	AUSÊNCIA	DESCRIÇÃO GERAL			
ESPAÇO PÚBLICO	ÁREAS VERDES	Sem informação	Sem informação	As estradas de acesso do 89% dos assentamentos são de terra e cascalho, e em geral se encontram em boas condições; enquanto as estradas no interior deles apresentam dificuldades de comunicação nas chuvas, afetando o acesso à saúde, educação e comercialização de produtos. O transporte é coletivo em 63% dos assentamentos, para as estradas principais, mas devido à sua precariedade, o transporte animal e com bicicleta, é muito utilizado.			
	MOBILIDADE	X					
	PRAÇAS	Sem informação	Sem informação				
COMPONENTE		PRESEÇA	AUSÊNCIA	DESCRIÇÃO GERAL			
NÚCLEOS RESIDENCIAIS	R. ADMINISTRADORES		X	Não tem casas segundo hierarquias porque não são trabalhadores de fazenda. São casas em lotes individuais, onde se faz também a produção, muito próximas entre si para conformar o "bairro rural" com seu centro.			
	R. TRABALHADORES FIXOS		X				
	R. TRABALHADORES TEMPORÁRIOS		X				
COMPONENTE		PRESEÇA	AUSÊNCIA	DESCRIÇÃO GERAL			
INSTALAÇÕES AGROPECUÁRIAS	Criação animal	X		A utilização de instalações para a produção se faz em 97% dos assentamentos, com a grande maioria de lotes com 3 instalações em média cada.			
	Armazenamento	X					
	Beneficiamento	X					
	Armazenamento de água e piscicultura	X					
	Beneficiamento	X					

Fonte: Adaptada de Leite et al. (2004).

Tabela 2 - Planilha de informação sobre agrovila: empresa agroindustrial nutriorgânica

INFORMAÇÃO AGROVILAS					
NOME AGROVILA		Agrovila em uma das fazendas da empresa agroindustrial Nutriorgânica (produção de polpas e concentrados com suplementos alimentares Nutrilite).			
LOCALIZAÇÃO		Município de Ubajara, a 331 km de Fortaleza - CE			
# FAMILIAS	MÉDIA PESSOAS/FAMÍLIA	% IDADE			OBSERVAÇÕES
		MENINOS E JOVENS	ADULTOS	IDOSOS	
41	Sem informação	Sem informação	Sem informação	Sem informação	
COMPONENTE		PRESENÇA	AUSÊNCIA	ATIVIDADES	OBSERVAÇÕES
INFRAESTRUTURA (EDIFICAÇÕES DE USO COLETIVO)	ADMINISTRAÇÃO	X			É realizada pela empresa
	SAÚDE	X		Consultório odontológico e ambulatório da própria empresa.	Agenda de visita de médicos específicos na própria empresa.
	ENSINO	X		Aulas de computação, música, artesanato, futebol, capoeira, etc., além da escola de ensino fundamental.	
	LAZER	X		Campo de futebol, campo cross country, clubes ou associações esportivas.	
	CENTRO COMUNITÁRIO	X			Na realidade é uma sala de reunião da empresa para as atividades da comunidade.
	COMÉRCIO	Sem informação	Sem informação		
	IGREJA	Sem informação	Sem informação		
COMPONENTE		PRESENÇA	AUSÊNCIA	DESCRIÇÃO GERAL	
INFRAESTRUTURA (REDES)	ELETRICIDADE	X		Boa qualidade e boa cobertura.	
	ÁGUA PARA CONSUMO	X		82,9% das casas recebe água tratada (filtrada, fervida ou com cloro) ou da empresa CAGECE.	
	ESGOTO		X	87% possui fossa.	
	DISPOSIÇÃO LIXO	X		A maioria é queimado, enterrado ou recolhida por carros de coleta.	
	COMUNICAÇÃO	Sem informação	Sem informação		
COMPONENTE		PRESENÇA	AUSÊNCIA	DESCRIÇÃO GERAL	
ESPAÇO PÚBLICO	ÁREAS VERDES	Sem informação	Sem informação	Nesta empresa parece que as praças são parte das zonas de lazer; enquanto à alta frequência no uso do transporte e à satisfação que expressam os moradores com relação a ele, faz supor que tanto ruas quanto estradas se encontram em bom estado.	
	MOBILIDADE	X			
	PRAÇAS	X			
COMPONENTE		PRESENÇA	AUSÊNCIA	DESCRIÇÃO GERAL	
NÚCLEOS RESIDENCIAIS	R. ADMINISTRADORES		X	As casas existentes são unicamente para os trabalhadores, sem manejar hierarquias. Não se oferece informação sobre organização no espaço, mas devido a que fazem parte de uma empresa, supõe-se que cada lote não tem nenhuma área adicional para cultura.	
	R. TRABALHADORES FIXOS	X			
	R. TRABALHADORES TEMPORÁRIOS		X		
COMPONENTE		PRESENÇA	AUSÊNCIA	DESCRIÇÃO GERAL	
INSTALAÇÕES AGROPECUÁRIAS	Sist. de irrigação	X		A pesquisa não oferece mais informação sobre este tema, porque principalmente o estudo foi realizado para analisar os elementos que melhoram a qualidade de vida do trabalhador na empresa.	
	Compostagem	X			
	Locais maquinária	X			

Fonte: Adaptada de Nonato (2008).

Tabela 3 - Planilha de informação sobre agrovila: assentamento Padre Josimo

INFORMAÇÃO AGROVILAS						
NOME AGROVILA		Assentamento Padre Josimo				
LOCALIZAÇÃO		Município Eldorado do Sul - RS				
# FAMILIAS		MÉDIA PESSOAS/FAMILIA	% IDADE			OBSERVAÇÕES
			MENINOS E JOVENS	ADULTOS	IDOSOS	
22		6	35,7	60	4.2	Área de agrovila = 17 ha = 3,45% da área do assentamento (493 ha).
COMPONENTE		PRESEÇA	AUSÊNCIA	ATIVIDADES	OBSERVAÇÕES	CRITÉRIOS DE ORGANIZAÇÃO NO ESPAÇO (Descrição)
INFRAESTRUTURA (EDIFICAÇÕES DE USO COLETIVO)	ADMINISTRAÇÃO		X		Tem conselho da comunidade, para os assuntos de Interés comum, mas não é precisamente uma administração.	Não tem uma descrição concreta da organização no espaço, o que si sugere, é que os equipamentos se localizam perto do conjunto de moradias para facilitar seu acesso e a interação entre as pessoas. Estão situadas nas partes inclinadas, já que o terreno plano é destinado para as lavouras de arroz cultivado por inundação.
	SAÚDE		X		Postos procurados no centro do município, a 9 km do assentamento.	
	ENSINO	X		Escola até 4ª série de ensino fundamental		
	LAZER	X		Campo para futebol e jogo da bocha.	Encontra-se em más condições de solo e pouco espaço.	
	CENTRO COMUNITÁRIO	X		Festas e jogos; reuniões de grupos (mulheres, jovens, assembléias, etc.)		
	COMÉRCIO		X			
	IGREJA	X		culto religioso		
COMPONENTE		PRESEÇA	AUSÊNCIA	DESCRIÇÃO GERAL		
INFRAESTRUTURA (REDES)	ELETRICIDADE	X		Insuficiente (1 transformador para 30 casas), tem quedas de energia por aumento desordenado de número de famílias.		
	ÁGUA PARA CONSUMO	X		Poços coletivos feitos pelas famílias (1/7 famílias), bombeando a água e encanando-a para as casas, sem tratamento.		
	ESGOTO		X	Sistemas de tratamento em fossas. É insuficiente por causa do aumento desordenado de famílias.		
	DISPOSIÇÃO LIXO	X		Coleta municipal; compostagem de hortas e pomares, assim como dejetos de animais e lixo orgânico.		
	COMUNICAÇÃO		X			
COMPONENTE		PRESEÇA	AUSÊNCIA	DESCRIÇÃO GERAL		
ESPAÇO PÚBLICO	ÁREAS VERDES	Sem informação	Sem informação	Não falam de praças nem de áreas verdes, unicamente que algumas famílias colocam árvores e jardins aoredor das casas. As ruas e estradas de acesso às moradias e em geral, estão em más condições, em parte por falta de investimento do Estado, e em parte por falta de planificação urbana e controle das famílias que vão chegando e constroem desordenadamente, afetando o traçado urbano, com algumas moradias que nem tem estrada de acesso. Não tem transporte público, obrigando a caminhar 4 km para pegar ônibus.		
	MOBILIDADE	Sem informação	Sem informação			
	PRAÇAS	Sem informação	Sem informação			
COMPONENTE		PRESEÇA	AUSÊNCIA	DESCRIÇÃO GERAL		
NÚCLEOS RESIDENCIAIS	R. ADMINISTRADORES		X	Não tem casas segundo hierarquias porque não são trabalhadores de fazenda. São casas em lotes individuais, onde também se produz, muito próximas entre si devido ao incremento da quantidade inicial.		
	R. TRABALHADORES FIXOS		X			
	R. TRABALHADORES TEMPORÁRIOS		X			
COMPONENTE		PRESEÇA	AUSÊNCIA	DESCRIÇÃO GERAL		
INSTALAÇÕES AGROPECUÁRIAS	Galpões de armazenamento	X		Unicamente se fala de galpões por cada duas a três famílias. Faltam instalações para maquinária, porque ela é alugada por horas, e a produção individual difiulta os investimentos em máquinas, além de outras instalações necessárias para a produção, como beneficiamento, galpões de armazenamento adequados, etc.		

Fonte: Adaptada de Coptec (2010).

Tabela 4 - Planilha de informação sobre agrovila: usina sucroalcooleira

INFORMAÇÃO AGROVILAS						
NOME AGROVILA		Agrovila de trabalhadores de Usina Sucro-alcooleira				
LOCALIZAÇÃO		Rio Brilhante - Mato Grosso do Sul				
# FAMILIAS	MÉDIA PESSOAS/FAMILIA	% IDADE			OBSERVAÇÕES	
		MENINOS E JOVENS	ADULTOS	IDOSOS		
210 (trabalhadores fixos)	5	Sem informação		Sem informação	Sem informação	
COMPONENTE		PRESEÇA	AUSÊNCIA	ATIVIDADES	OBSERVAÇÕES	CRITÉRIOS DE ORGANIZAÇÃO NO ESPAÇO (Descrição)
INFRAESTRUTURA (EDIFICAÇÕES DE USO COLETIVO)	ADMINISTRAÇÃO	X			É realizada pela empresa	Não oferecem informação sobre critérios de organização no espaço, mas se sugere que os equipamentos e as moradias estão proximos entre si para aproveitar a infra-estrutura.
	SAÚDE	X		Posto de saúde e ambulatório médico.	O posto de saúde funciona em parceria com a prefeitura, e o ambulatório é principalmente para tratar acidentes de trabalho.	
	ENSINO	X		Escola desde pré-escola até 9ª série de ensino fundamental.		
	LAZER	X		Confraternizações, festas comemorativas, sessões de cinema e jogos esportivos (futebol, volei,etc).	Todas as atividade estão concentradas em um clube recreativo.	
	CENTRO COMUNITÁRIO		X			
	COMÉRCIO	X		Shopin com mercado, farmácias, padaria, loja de confeções, frutaria e bar.		
	IGREJA	X		culto religioso	1 igreja católica e 2 evangélicas	
COMPONENTE		PRESEÇA	AUSÊNCIA	DESCRIÇÃO GERAL		
INFRAESTRUTURA (REDES)	ELETRICIDADE	X		Na época de safra a energia é fornecida pela usina, enquanto na entre-safra é suministrada pela empresa de energia do município.		
	ÁGUA PARA CONSUMO	X		É através de posto tubular, que recebe tratamento da água de uma empresa especializada.		
	ESGOTO		X	Tem fossas negras junto às residências, na maioria das casas. A maior parte das casas destinam as águas residuais nas lagoas de sacrifício.		
	DISPOSIÇÃO LIXO	X		Coleta pela própria usina encaminhada a um lixão localizado lá mesmo, mas na época da pesquisa ia a desaparecer para atender questões ambientais.		
	COMUNICAÇÃO	X		Cobertura de telefone fixo em 89,23% das residências.		
COMPONENTE		PRESEÇA	AUSÊNCIA	DESCRIÇÃO GERAL		
ESPAÇO PÚBLICO	ÁREAS VERDES	Sem informação	Sem informação	Tem transporte gratuito para os estudantes desde ensino fundamental até ensino superior, e para trabalhadores que moram fora, em cidades próximas à unidade. São 50 ônibus em 8 horários ao longo do dia, o que faz supor que contam com um sistema de estradas em bom estado.		
	MOBILIDADE	X				
	PRAÇAS	Sem informação	Sem informação			
COMPONENTE		PRESEÇA	AUSÊNCIA	DESCRIÇÃO GERAL		
NÚCLEOS RESIDENCIAIS	R. ADMINISTRADORES	X		210 residências para trabalhadores fixos e 2 alojamentos para trabalhadores temporários, sendo em total 1940 pessoas na agrovila.		
	R. TRABALHADORES FIXOS	X				
	R. TRABALHADORES TEMPORÁRIOS	X				
COMPONENTE		PRESEÇA	AUSÊNCIA	DESCRIÇÃO GERAL		
INSTALAÇÕES AGROPECUÁRIAS				Não tem informação sobre este tema, o estudo fala basicamente das condições em que moram os trabalhadores da usina.		

Fonte: Adaptada de Frata (2010).

3.1.1. Características encontradas nos estudos de caso de agrovilas

Segundo a análise feita dos quatro exemplos de agrovilas, foram encontradas as seguintes características:

- As que proveem de assentamentos², a produção se faz de forma individual, com lote para cada família, o que parece limitar muito o desenvolvimento, tanto com relação à produção quanto à infraestrutura do sistema urbano, quando comparadas com o desenvolvimento das de produção coletiva, que é o caso específico das agrovilas vinculadas a empresas.
- A maior parte está composta de famílias nucleares (pais e filhos) com cinco ou seis pessoas por grupo familiar.
- O número de famílias por agrovila poderia ser determinado pela forma de produção (individual ou coletiva), pela escala de produção, pelo nível de organização e pela administração das agrovilas³.
- As de assentamentos apresentam muitas carências de infraestruturas e de qualidade, enquanto as vinculadas a empresas contam com maior variedade de infraestruturas, melhor qualidade e ainda servem às comunidades mais próximas. As principais infraestruturas que não devem faltar são:
 - Lugar para o ensino, contemplando ensino fundamental e níveis mais elevados, dependendo da demanda, além de oferecer cursos para qualificar a comunidade, como computação, artesanato e agricultura, entre outros; serviço de biblioteca.
 - Posto de saúde, que pode ter serviço permanente de enfermagem e periódico de médicos de diferentes especialidades, segundo a demanda.
 - Centro de lazer e cultura, com alternativas para idades e gêneros, como campo de futebol, sala de cinema, sala de festas etc.
 - Espaço para as reuniões comunitárias, podendo ser um centro ou salão comunitário.
 - Locais comerciais para serviços como drogaria, padaria, cabeleireiro etc.

² De acordo com Perissatto et al. (2008), os assentamentos rurais normalmente estão associados à reforma agrária. Existem basicamente dois tipos de assentamentos: os coletivos e os individuais. Nos coletivos, há a área de produção que é comum, ou seja, os integrantes a utilizam de modo coletivo e a área destinada à construção das casas, uma para cada família. Já nos individuais, cada família recebe um lote para morar e produzir; o tamanho dos lotes corresponde geralmente a um módulo rural.

³ Quando não há controle na chegada de moradores, apresenta-se um desequilíbrio já que a infraestrutura existente não abastece a população (COPTec, 2010).

- Espaços para o culto religioso.
 - Administração, indispensável para o funcionamento adequado, melhoramento e controles necessários.
- Observa-se, nas agrovilas de assentamentos, alta precariedade no tema de espaço público, com estradas em condições deficientes, que afetam fortemente a mobilidade para qualquer meio de transporte, o que incide negativamente na comercialização de produtos, na procura de serviços em outras partes e na qualidade de vida em geral. O restante do tema de espaço público é praticamente ignorado em todos os estudos, possivelmente porque não é analisado desde o ponto de vista urbano.
 - Concernente ao tema infraestrutura relacionado a redes elétricas e hidráulicas, em agrovilas de assentamentos, nota-se a insuficiência ou precariedade, para todos os moradores, de redes elétricas e telefônicas, tratamento da água e esgoto, além do manejo ambiental. Há exceção do manejo do esgoto em uma das empresas. O resto desses itens tem condições adequadas nas agrovilas vinculadas a empresas.
 - As moradias nas agrovilas de assentamentos não têm hierarquias e estão organizadas em lotes individuais, de forma que fiquem próximas umas das outras, conformando um “bairro rural” com centro. Em uma agrovila de empresa, observou-se hierarquia, onde possivelmente as moradias maiores, com acabamentos e localização privilegiada, são destinadas para os administradores.
 - No tocante a culturas e instalações agropecuárias, essas parecem não serem consideradas como parte da agrovila, observando-se extensas áreas para produção, diferenciadas segundo o uso delas, onde as zonas para cultura e agroindústria são diferentes dos pequenos centros urbanos chamados de agrovilas. As agrovilas normalmente ocupam uma pequena parte do assentamento ou empresa. Por exemplo, a agrovila do assentamento do Padre Josimo conta apenas com 17 ha, representando 3,45% da área do assentamento, que tem um total de 493 ha (COPTEC, 2010).

Em nenhum dos estudos, observaram-se informações concretas sobre os critérios de organização dos diferentes elementos das agrovilas em relação

ao espaço, possivelmente porque nenhum deles esteve focado na arquitetura e urbanismo, muito menos foram obtidas informações gráficas a respeito. O que se consegue concluir, a partir desses estudos, é que as moradias se organizam formando conjuntos ao redor ou próximas de um centro onde estão concentrados os serviços. Os acessos a casas são por meio de estradas. Contudo, necessita-se maior atenção aos espaços públicos, ao redor das casas e zonas comuns para estimular espaços de encontro agradáveis para os moradores.

3.1.2. Parâmetros para o projeto da agrovila

Com base nas teorias sobre o desenvolvimento das agrovilas e nos estudos de caso, foram estabelecidos os seguintes parâmetros para iniciar o processo criativo:

- O projeto deve contemplar produção de caráter coletivo, por considerar o seu funcionamento mais eficiente e trazer consigo maior desenvolvimento, em razão de melhor organização e planificação, além de controle nos usos do solo. Nesse caso, sugere-se uma escala de produção relativamente grande.
- As residências devem ser projetadas para quatro a seis pessoas com pelo menos dois tipos de moradias, uma maior do que a outra.
- A agrovila deve oferecer um conjunto de equipamentos que pode ser classificado e localizado segundo os usos como:
 - Centro de Cultura e Esporte, com uma escola de ensino fundamental (para os nove primeiros anos de escolaridade), que possa ser aproveitada para cursos de extensão (computação, agropecuária, artesanato, música, dança, teatro etc.); um pequeno auditório para discussões, palestras, cinema etc.; um salão para festas e reuniões; uma biblioteca, além de campos para jogos (futebol, vôlei, basquete etc.).
 - Posto de saúde.
 - Locais comerciais.
 - Administração.

- Os espaços públicos devem ser contudentes com áreas verdes, estradas, calçadas, praças e jardins bem definidos, permitindo um controle sobre esses, a fim de evitar a desfiguração do espaço planejado e garantir que sejam agradáveis, de forma a estimular encontros e atividades de lazer, fortalecendo a vida em comunidade.
- O projeto da agrovila deve contemplar estrutura para tratamento e distribuição de água potável, sistema para captação e tratamento de esgotos com posterior lançamento no solo ou rios, sistema de geração e distribuição de energia elétrica para aproveitar o processo produtivo e atender a todos e prever a captação, manejo e tratamento do lixo, empregando-se a compostagem, quando orgânico, e a reciclagem, quando não orgânico.
- No planejamento das agrovilas, deve-se primeiro priorizar os espaços de congregação e fluxo de pessoas e, segundo, considerar os conjuntos residenciais.

Como consequência desta análise, encontrou-se que o conceito de “trabalho em equipe” reúne todos esses parâmetros e as condições para iniciar um processo projetual na busca do diagrama que sintetize as características básicas de uma agrovila com um adequado funcionamento.

Aplica-se este conceito partindo de que a produção ou trabalho é o principal motor para o funcionamento da agrovila, já que por esse se originou e se mantém. Porém, o “trabalho em equipe” é determinante para que esse funcionamento seja ótimo. Segundo Gómez et al. (2003), a coletividade é parte importante nesse processo porque quando se “trabalha em equipe”, a tomada de decisões se faz desde o coletivo, as metas e os resultados são assimilados de maneira coletiva.

A partir desse ponto de vista, este trabalho visa privilegiar os espaços coletivos e as atividades que estimulam o fortalecimento dos laços sociais como parte da estratégia para garantir esse “trabalho em equipe”, o que consequentemente poderá gerar o bom desenvolvimento da agrovila.

3.2. Aplicações

A seguir, apresentam-se estudos de três alternativas para o plano de agrovila, que faz parte do processo de projeto para se chegar à proposta final.

3.2.1. Diagrama da primeira alternativa para agrovila

Na Figura 2, pode-se observar a primeira alternativa de agrovila em que são notados quatro pontos de aglomeração, espaços de uso coletivo; ou seja, o centro cultural e esportivo, a igreja, o centro de saúde e a administração. Os quatro pontos constituem uma centralidade, localizados ao redor de uma praça principal, que, além desses serviços, concentra o comércio. Cada ponto, por sua vez, atrai o fluxo de pessoas, individualmente apoiado em sua própria praça, gerando escalonamento do espaço público, favorecendo o público em relação ao privado.

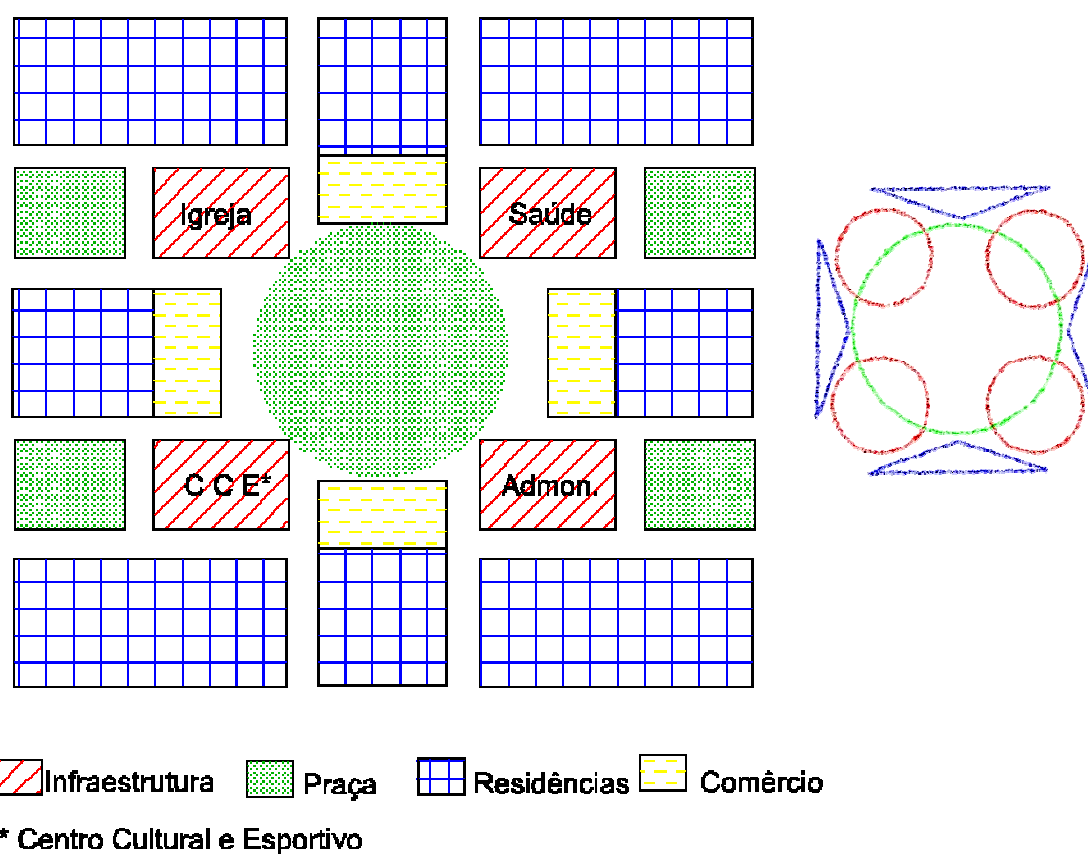


Figura 2 - Diagrama da primeira alternativa para agrovila (esquerda) e esquema básico (direita).

Nessa opção, em razão da aglomeração de todos os serviços no centro, observa-se demasiado peso desse sobre os demais pontos de concentração, o que tende a levar a um desequilíbrio das atividades desenvolvidas nos espaços públicos com relação àquelas realizadas nas áreas residenciais.

3.2.2. Diagrama da segunda alternativa para agrovila

A segunda alternativa pode ser observada, na Figura 3, com um corredor verde central (especial para pedestres, ciclistas ou simplesmente para fazer exercício), constituindo um eixo ao redor do qual se desenvolvem as cinco principais regiões deste projeto: as residências, o centro cultural e esportivo, o posto de saúde, a igreja e a administração. Paralelas ao corredor, passam as estradas que dão acesso à fazenda, sem entrar no interior do conjunto. O comércio funciona voltado para as estradas e o corredor verde. Nesse caso, quatro espaços de uso coletivo estão acompanhados de pracinhas que rompem com a monotonia e que, por sua vez, complementam duas grandes praças. A presença de áreas verdes, dentro de todos os espaços públicos, são fundamentais para criar microclimas agradáveis que facilitam a permanência dos moradores.

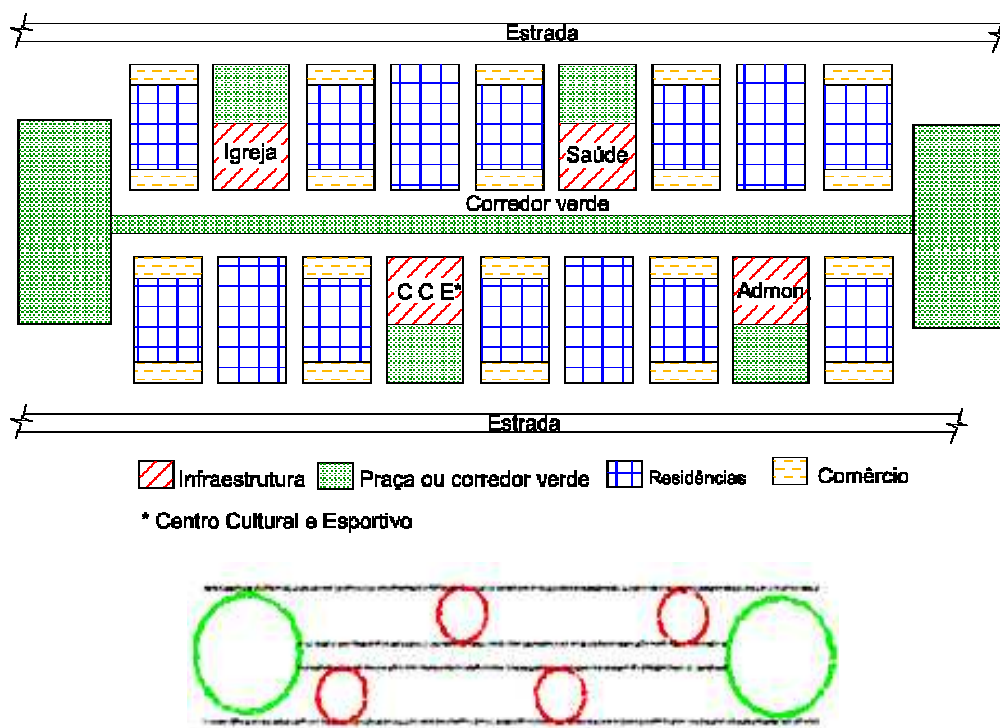


Figura 3 - Diagrama com esquema básico (abaixo) da segunda alternativa para a agrovila.

O esquema basicamente linear dessa ideia somente pode ser aplicado em situações ideais, dependendo do local e da topografia, entre outros, que para o caso deste estudo não estão disponíveis. Deve-se, portanto, pensar em um esquema que possa ser aplicado a condições gerais.

Outra desvantagem desta alternativa é que as duas praças localizadas nas extremidades do eixo principal não contam com usos complementares de apoio, tendendo a ficarem desertas ou serem focos de insegurança. Essas são espaços de maior importância do que as infraestruturas, o que não corresponde aos parâmetros iniciais para o desenho.

O centro cultural e esportivo por causa do seu caráter multifuncional pode atrair maior quantidade de pessoas do que as demais infraestruturas, o que pode ser contraproducente, considerando um mesmo peso na hora do planejamento.

3.2.3. Diagrama da terceira alternativa para agrovila

A terceira alternativa pode ser observada na Figura 4, composta de dois eixos cruzados, funcionando como corredores verdes. As pessoas podem utilizar esses corredores para se dirigirem aos centros de uso coletivo. No cruzamento dos eixos, encontra-se a praça principal, onde se concentra o comércio da agrovila. Nos extremos dos eixos funcionam quatro pólos, constituídos pelos quatro espaços de uso coletivo, acompanhados de pequenas praças. Entre o centro e os pólos, desenvolvem-se as áreas residenciais.

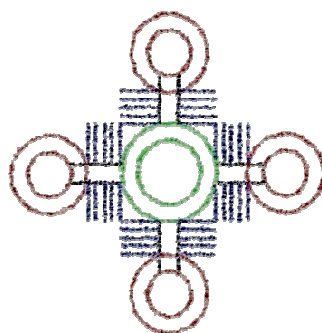
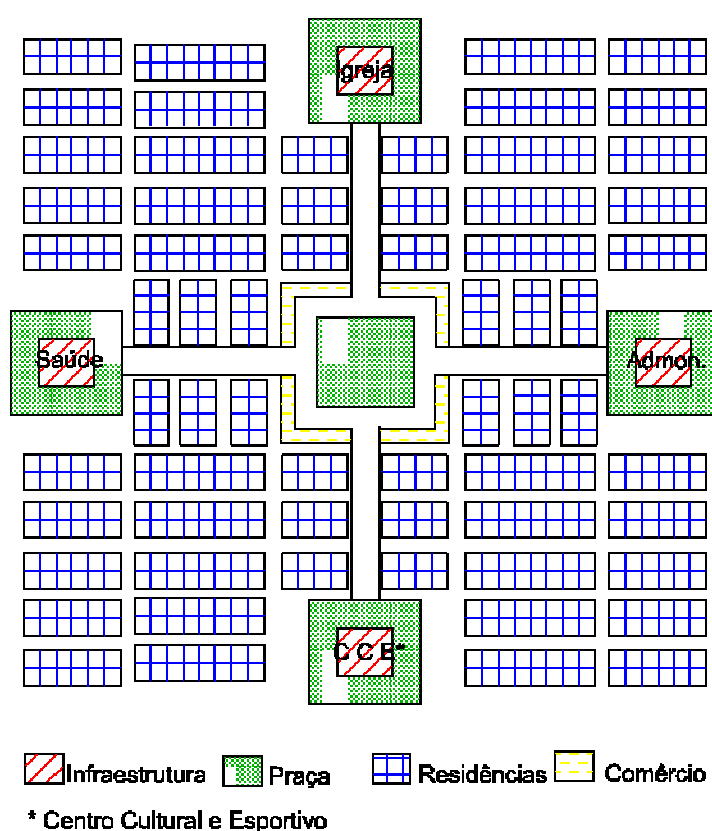


Figura 4 - Diagrama, com esquema básico (abaixo), da terceira alternativa para a agrovila.

A praça central aparece como o ponto de maior importância, mas as edificações que a rodeiam não correspondem a tal nível. No tratamento das infraestruturas principais, embora nesta alternativa apareça com pólos com comportamentos equitativos em relação à concentração de pessoas, do mesmo modo que na segunda alternativa, o centro cultural e esportivo pode chegar a ter maior importância, inclusive sobre a centralidade principal.

3.3. Definição da proposta para a agrovila

Em uma proposta definitiva para a agrovila deve ser considerada uma centralidade representada pelo centro cultural e esportivo, já que esse congrega a maior quantidade de serviços de caráter coletivo e, por conseguinte, atrai maior número de pessoas (Figura 5).

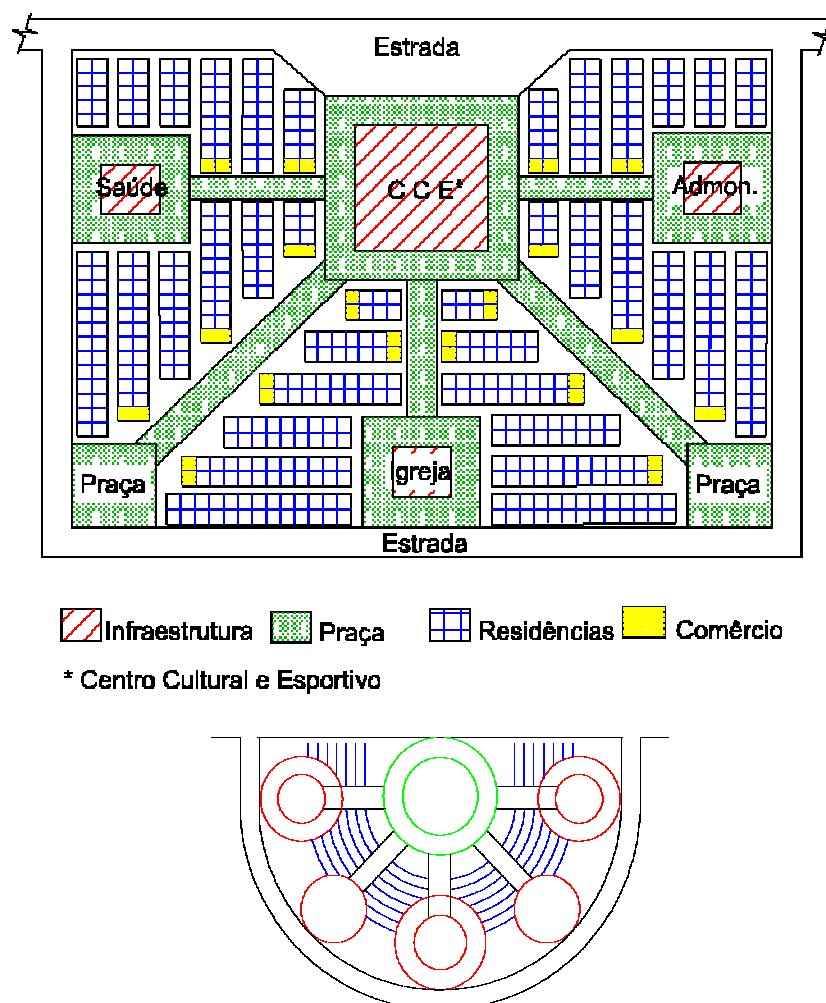


Figura 5 - Proposta para a agrovila com diagrama na parte superior e esquema básico na parte inferior.

Um conjunto de corredores verdes, para uso de pedestres e ciclistas, deve atuar como conectores entre a centralidade e as demais infraestruturas, congregando os fluxos de pessoas que vem tanto dessas quanto das residências.

As infraestruturas como o posto de saúde, igreja e administração devem constituir outros pólos de menor importância, enquanto os serviços de caráter comercial devem estar dispersos ao longo dos corredores verdes.

Cada pólo deve contemplar espaços públicos por meio de pequenas praças para o descanso; à parte, devem ser oferecidas duas praças alternativas, que, nesse caso, constituem outros dois pólos, conectados com a centralidade por meio de corredores verdes.

Todo o conjunto de espaços públicos deve contar com uma forte presença da natureza para proporcionar microclimas amenos que garantam a estadia das pessoas nesses espaços.

Ao redor da agrovila, comunicando os diferentes pólos, deve passar uma estrada, evitando a entrada de carros para não prejudicar a liberdade de locomoção e facilitar a socialização entre os moradores.

Essa mesma estrada deve dar acesso aos pontos principais de abastecimento de água potável e energia, assim como aqueles pontos para tratamento de esgotos e lixo que, na Figura 5, não aparecem porque estariam localizados dependendo das condições reais que apresenta o local.

O planejamento da agrovila, com base na variedade de usos de caráter coletivo e sua estreita relação com o sistema de espaços públicos, favorece a aplicação do conceito de “trabalho em equipe”, adotado para essa proposta, no sentido de oferecer diferentes opções para reuniões ou encontros entre a comunidade, a fim de os integrar, gerando melhores relações sociais e melhor desempenho na produção.

4. CONCLUSÕES

A análise individual das três alternativas para a proposta da agrovila estabeleceu as características gerais das agrovilas no Brasil, sintetizadas por meio de uma proposta definitiva.

O conceito de “trabalho em equipe” foi determinante para a planificação geral da agrovila com moradia, cultura, saúde, comércio, lazer e trabalho, funcionando como um sistema fortemente ligado pelos laços sociais entre os moradores. O “trabalho em equipe” é fortalecido pela configuração espacial, privilegiando a produção coletiva, o que finalmente pode garantir a funcionalidade e prosperidade da agrovila.

O desenvolvimento do âmbito rural dos países de América Latina merece que seja considerada tanto a produção quanto os espaços habitáveis para os trabalhadores e suas famílias. Deve-se pensar que as atividades realizadas nesses espaços fazem parte do ciclo produtivo e que, gerando bem-estar por meio daqueles espaços, aumentam as possibilidades de crescimento na produção. É necessário que arquitetos e urbanistas direcionem as pesquisas deles nas zonas rurais, sobretudo com propostas que estimulem o progresso dessa população.

5. REFERÊNCIAS

BERTOLINI, V.A.; CARNEIRO, F.F. Considerações sobre o planejamento espacial e a organização da moradia dos assentamentos de reforma agrária no D.F. e entorno. **Libertas**, Juiz de Fora, ed. esp., p. 202-226, 2007.

COOPERATIVA DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS TÉCNICOS LTDA. – COPTec. **Plano de recuperação do assentamento Padre Josimo**. Eldorado do Sul, RS, 2010. 130 p.

CORNELL, E.A. **Arquitetura da relação cidade-campo**. Brasília: Elva, 1998. 236 p.

FÉNELON, P. Vocabulaire de géographie agraire. **Norois. Poitiers**, Francia, v. 28, n. 28, p. 436, 1960.

FRATA, A.; PEREIRA, M.C.; CAMPÊLO, E. Agrovila de trabalhadores de usina sucroalcooleira em Rio Brilhante, MS: um estudo de caso. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48, 2010, Campo Grande. **Anais eletrônicos...** Brasília: SOBER, 2010.

GÓMEZ, A.; ACOSTA, H. Acerca del trabajo en grupos o equipos. **ACIMED**, Ciudad de La Habana, v. 11, n. 6, 2003.

LEITE, S.; HERÉDIA, B.; MEDEIROS, L.; PALMEIRAS, M.; CINTRÃO, R. (Orgs.). **Impactos dos assentamentos**: um estudo sobre o meio rural brasileiro. Brasília: Nead/Unesp, 2004. 391 p.

NONATO, F.J.A.P. **Responsabilidade social da empresa no semiárido**: um instrumento de melhoria da qualidade de vida da população rural? São Paulo: Instituto Ethos, 2008.

OLIVEIRA, Ariovaldo Umbelino. **Modo de produção capitalista, agricultura e reforma agrária**. São Paulo: FFLCH, 2007. 184 p.

PERISSATTO, E.B.; BANDEIRA, A.S. Assentamentos rurais e desenvolvimento local: o caso de querência do norte – PR. In: SIMPÓSIO SOBRE PEQUENAS CIDADES E DESENVOLVIMENTO LOCAL, 1, e SEMANA DE GEOGRAFIA, 17, 2008, Maringá. **Anais eletrônicos...** Maringá: UEM, 2008.

VIDLER, A. **What is a diagram anyway?** Milano: Skira, 2006. p. 19-27.

VILLADA, G.; BURITICÁ, J.D.; VELÁSQUEZ, L.S. Del urbanismo al biourbanismo. **Revista de Arquitectura El Cable**, Manizales, Colombia, n. 5, p. 41-52, 2006.

CAPITULO 2

A RESIDÊNCIA

RESUMO: Neste trabalho, objetivou-se determinar a proposta arquitetônica da residência para o trabalhador, segundo o conceito gerado das necessidades do usuário e das características da agrovila onde essa será inserida. Com base em estudos de caso, assim como no conceito de “trabalho em equipe”, que surgiu no processo de concepção da agrovila, foram realizadas e avaliadas alternativas de residência, em que se encontrou vantajoso privilegiar as regiões sociais para possibilitar a convivência entre família e vizinhos e o trabalho em equipe. Essa e outras vantagens foram resumidas em uma proposta definitiva, coerente com o projeto definitivo de agrovila.

Palavras-chave: Regiões sociais, convivência, trabalho em equipe.

ABSTRACT: In the present study aimed to determine the architectural proposal of residence for the employee generated according to the concept of user needs and characteristics of the rural village which will be inserted. Based on case studies, as well as the concept of "teamwork" that arose in the design process of the rural village, were performed and evaluated alternative residence, where they found advantageous to focus on the regions to enable social interaction between family and neighbors anyway teamwork. This and other advantages were summarized in a final proposal, with the consequent definitive draft rural village.

Keywords: Social areas, coexistence, teamwork.

1. INTRODUÇÃO

São escassos os estudos com enfoque arquitetônico para residências em agrovilas para trabalhadores.

Lussy (1993), por exemplo, faz uma descrição geral, gráfica e textual de algumas casas em agrovilas localizadas em diferentes fazendas do Brasil.

Dentro do trabalho de Leite et al. (2004), além das análises das agrovilas nos assentamentos em que foram pesquisados, foram mencionadas algumas das características das moradias ali inseridas.

Arruda (2007) apresentou reflexões sobre a implantação do Programa de Subsídio Habitacional Rural (PSH-Rural), desde a observação do modo de vida camponês para a construção de moradias em um regime de mutirão e autogestão, na fazenda Pirituba, Itapeva, Estado de São Paulo.

Um dos elementos essenciais para o bom funcionamento de uma agrovila é a planificação. As residências, como unidades básicas desse sistema, devem também ser planificadas de modo que sejam coerentes com esse. Os projetos de residência para trabalhadores de agrovila, além de serem

poucos, não apresentam amplamente uma clara relação física com o conjunto a que pertencem, sugerindo falta de planificação.

Objetivou-se com este trabalho determinar a proposta arquitetônica da residência para o trabalhador, segundo o conceito gerado das necessidades do usuário e das características da agrovila onde essa será inserida.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Estudos de caso

Consideraram-se elementos como as diferentes tipologias de residências para trabalhadores as agrovilas; os critérios para o desenvolvimento dessas agrovilas; as zonas em que essas estão divididas (zonas de lazer, de serviço, de descanso e circulação); descrição do projeto; e relação com a ambiência segundo o projeto e os materiais.

As informações foram extraídas de aplicações de residências em agrovilas, com base nas pesquisas realizadas previamente por Leite et al. (2004), Arruda (2007) e Lussy (1993). Da pesquisa de Leite et al. (2004), foram retiradas informações do Estado de Santa Catarina, enquanto as demais foram realizadas nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, respectivamente.

A organização sistemática dessa informação foi feita por meio de planilhas, levando em consideração os elementos mencionados anteriormente, para facilitar a análise das características dessas residências apresentada nas Tabelas 1, 2 e 3. Com base nas características encontradas nessas informações, foram determinados os parâmetros para iniciar o processo de projeto das residências.

2.2. Aplicações

Consistem do processo criativo, dividido nas etapas de concepção, avaliação e definição da proposta.

A etapa de concepção da residência para o trabalhador da agrovila apoiou-se nas teorias e nos estudos de casos sobre esse tema, assim como no diagrama síntese das características da agrovila, feito no Capítulo 1. A seguir,

realizou-se um estudo com três alternativas, representadas por meio de plantas e cortes arquitetônicos.

As alternativas foram avaliadas à luz dos parâmetros empregados para a elaboração delas, aproximando à definição arquitetônica da moradia.

Finalmente, este processo deu lugar ao desenho de uma proposta de casa típica, com possibilidade para se adaptar a condições reais de uma agrovila.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Estudos de caso

Apesar de que os casos estudados não aprofundarem na arquitetura própria das moradias, as informações apresentadas contribuem para a análise das características gerais das residências para trabalhadores de agrovilas. Essas informações foram resumidas em planilhas representadas nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1 - Planilha de informação sobre residências para trabalhadores:
Fazenda Brasília

INFORMAÇÃO RESIDÊNCIAS PARA TRABALHADORES					
NOME AGROVILA		Fazenda Brasília, de Rubens Resende Peres.			
LOCALIZAÇÃO		Município de São Pedro dos Ferros - MG.			
CARACTERÍSTICA		ÁREA (m²)	COMPONENTES	SITUAÇÃO NO CONJUNTO	CRITÉRIOS PARA SEU DESENVOLVIMENTO (Descrição)
TIPOLOGIAS	2 quartos	Sem informação	Quartos, cozinha e copa juntos, sala, banheiro, área de serviço, varanda e passilho.	Casas para vaqueiros, dispostas em fileira, frente uma rua que as separa de outra fileira de casas para outro tipo de trabalhador.	Diferente número de quartos para diferente tamanho de famílias.
	3 quartos	Sem informação			
	-	-			
	-	-			
CARACTERÍSTICA		ÁREA (m²)	COMPONENTES		DESCRIÇÃO DO DESIGN
ZONAS	LAZER	Sem informação	Sala (casa 2 quartos), e sala e varanda (casa 3 quartos).		As zonas estão claramente diferenciadas. Cozinha e copa se encontram juntos devido à costume de server de uso múltiplo. Na casa de 3 quartos, cozinha e serviço estão separados dos demais espaços, em contato com o terreno, enquanto os demais cômodos se encontram elevados, para melhorar a ambiência da casa.
	SERVIÇO	Sem informação	Cozinha, baheiro e varanda.		
	DESCANSO	Sem informação	Quartos.		
	CIRCULAÇÕES	Sem informação	Passilho que leva aos quartos e ao banehiro, também à cozinha em uma das soluções.		
CARACTERÍSTICA		DESCRIÇÃO			
AMBIÊNCIA		Devido ao clima quente, apresênta-se um desnível entre a área de serviço e os demais cômodos, aumentando a altura do pé-direito nessa área e consequentemente o volume de ar; enquanto no resto dos cômodos circula o ar livremente embaixo deles. A ventilação no interior da casa se faz através de um ripado + tela, localizado na altura da verga das janelas, já que elas permanecem herméticas.			
	VENTILAÇÃO				
	ILUMINAÇÃO	Se faz naturalmente através das janelas.			
	PISOS	Sem informação.			
	COBERTURA	Não é oferecida muita informação sobre o tema. Parece ser um telhado simples em duas águas.			
	FECHAMENTOS	Unicamente se informa que os fechamentos são grossos.			

Fonte: Adaptada de Lussy (1993).

Tabela 2 - Planilha de informação sobre residências para trabalhadores: Oeste de Santa Catarina

INFORMAÇÃO RESIDÊNCIAS PARA TRABALHADORES					
NOME AGROVILA		Vários assentamentos no oeste de Santa Catarina.			
LOCALIZAÇÃO		Oeste de Santa Catarina.			
CARACTERÍSTICA		ÁREA (m²)	COMPONENTES	SITUAÇÃO NO CONJUNTO	CRITÉRIOS PARA SEU DESENVOLVIMENTO (Descrição)
TIPOLOGIAS	Sem informação	Sem informação	Consistem de 4,3 cômodos em média, sem incluir banheiro (sala, varanda, cozinha e quartos).	São casas em lotes individuais, onde se faz também a produção, muito próximas entre si para conformar o "bairro rural" com seu centro.	Não é oferecida informação acerca do desenvolvimento das possíveis tipologias, mas tudo parece indicar que cada família construi segundo seu próprio critério.
	Sem informação	Sem informação			
	Sem informação	Sem informação			
	Sem informação	Sem informação			
CARACTERÍSTICA		ÁREA (m²)	COMPONENTES		DESCRIÇÃO DO DESIGN
ZONAS	LAZER	Sem informação	Sala e varanda.		Não tem informação sobre este tema.
	SERVIÇO	Sem informação	Cozinha, banheiro e/ou possivelmente varanda.		
	DESCANSO	Sem informação	Quarto ou quartos.		
	CIRCULAÇÕES	Sem informação	Sem informação		
CARACTERÍSTICA		DESCRIÇÃO			
AMBIÊNCIA	VENTILAÇÃO	A pesquisa não registra informação com relação à ventilação e iluminação, mas a disposição das casas, separadas, uma em cada lote, faz supor que as quatro fachadas são aproveitadas para dar entrada de luz e ar, através de janelas.			
	ILUMINAÇÃO				
	PISOS	Sem informação.			
	COBERTURA	Sem informação.			
	FECHAMENTOS	O material mais utilizado é o tijolo.			

Fonte: Adaptada de Leite et al. (2004).

Tabela 3 - Planilha de informação sobre residências para trabalhadores:
Assentamento Fazenda Pirituba

INFORMAÇÃO RESIDÊNCIAS PARA TRABALHADORES					
NOME AGROVILA		Assentamento Fazenda Pirituba (agrovilas 1 e 4).			
LOCALIZAÇÃO		Próximas aos municípios de Itapeva, Itararé e Itaberó, região sudoeste do Estado de São Paulo.			
CARACTERÍSTICA		ÁREA (m²)	COMPONENTES	SITUAÇÃO NO CONJUNTO	CRITÉRIOS PARA SEU DESENVOLVIMENTO (Descrição)
TIPOLOGIAS	2 quartos e banheiro fora	75.83	Quartos, cozinha e copa juntos, sala, banheiro e a área de serviço está misturada com a área de acesso.	Dispostas em fileira, aos lados de uma rua única.	Cada tipologia resultou do convenio entre desenhistas e comunidade, para facilitar a autoconstrução: marcação de eixos, compreensão do desenho arquitetônico, acompanhamento dos mestres de obra, etc.
	3 quartos e banheiro fora	75.83			
	2 quartos e banheiro	75.83			
	3 quartos e banheiro	75.83			
CARACTERÍSTICA		ÁREA (m²)	COMPONENTES		DESCRIÇÃO DO DESIGN
ZONAS	LAZER	8,68 e de 12,15 a 14,93	Sala e varanda.		As zonas de descanso estão colocadas no fundo o design, mas não existe um espaço de transição entre o público e o privado. A cozinha é independente da sala e cada um tem acesso desde o exterior.
	SERVIÇO	de 13.31 a 17,32 (cozinha), 2,62 (banheiro)	Cozinha, banheiro e varanda.		
	DESCANSO	8,68 (máximo)	Quartos.		
	CIRCULAÇÕES	-	Fazem parte das zonas comuns (sala, cozinha e varanda), sem necessidade de áreas adicionais.		
CARACTERÍSTICA		DESCRIÇÃO			
AMBIÊNCIA	VENTILAÇÃO	Ventilação e iluminação é natural, através de janelas para cada espaço. A ventilação é cruzada, para uma renovação do ar mais eficiente. Neste caso tiveram assessoria técnica na orientação com relação ao sol e o vento.			
	ILUMINAÇÃO				
	PISOS	Sem informação.			
	COBERTURA	Teto em duas águas, com um entramado de madeira denominado VIP (ou Viga Laminada Pregada), com lâminas de Pinus que garante a resistência estrutural e qualidade estética como componente de cobertura.			
	FECHAMENTOS	Foram escolhidos parede estrutural em adobe (tijolo de terra crua e palha de arroz + água, seco ao sol).			

Fonte: Adaptada de Arruda (2007).

3.1.1. Características encontradas nas experiências de residências

Do estudo das propriedades arquitetônicas das experiências de residências para trabalhadores de agrovila, foram deduzidas as seguintes características:

- As casas são organizadas comumente em fileiras, com o acesso principal voltado para a rua, e não apresentam localização especial segundo cada tipologia.
- A tipologia das casas sofre pouca variação; basicamente o número de quartos (entre dois e três) com os mesmos cômodos para as atividades restantes desenvolvidas na casa. Acredita-se que isto esteja relacionado ao número de componentes das famílias, que são entre quatro e seis pessoas.
- As residências pesquisadas estão constituídas por:
 - Área de lazer, constituída por sala e varanda.
 - Área de serviço, representada pela cozinha, banheiro e área de serviço.
 - Área de descanso, que são especificamente os quartos.
 - Circulações, que não necessariamente se constituem como áreas independentes.
- Além da sala, a cozinha e a varanda são utilizadas para socialização com vizinhos ou parentes, ocorrendo o acesso por estes pontos.
- As áreas de descanso, ou íntimas, estão claramente diferenciadas das demais e geralmente estão localizadas na parte posterior da casa.
- As variáveis climáticas do local, como radiação solar e direção de vento, são consideradas na definição das entradas de ventilação e luz, por meio de soluções naturais como os vãos ou desníveis nos pisos das cozinhas. Estes últimos geram maior volume de ar e mais frescura no espaço.
- Os fechamentos são de materiais resistentes e com espessuras relativamente grossas, aparentemente estáveis.
- As coberturas geralmente são de duas águas, mas sem maiores informações.
- As construções, em geral, são de desenhos simples, conformados por um único nível.

3.1.2. Parâmetros para o projeto da residência

A partir das teorias sobre o desenvolvimento das residências para trabalhadores nas agrovilas e dos estudos de caso, foram determinados os seguintes parâmetros para iniciar a criação da proposta:

- Arquitetar um modelo de residência típico com dois quartos, sala, varanda, cozinha e copa, banheiro e área de serviço, organizados em um único nível.
- Projetar uma tipologia alternativa com três quartos, considerando os demais espaços da casa típica.
- Organizar o conjunto de casas em forma de fileiras com o acesso principal pela frente da rua ou da calçada, segundo o diagrama definitivo da agrovila e as características encontradas nos estudos de caso sobre as experiências de residências.
- Considerar a cozinha, copa e varanda como locais de ocorrência de funções sociais.
- Empregar ao máximo possível a iluminação e ventilação natural.
- Utilizar técnicas simples para a construção dos fechamentos, da cobertura e dos demais sistemas da casa.
- Usar espessuras nos fechamentos que sejam facilmente aceitas pelos moradores com aparência estável e resistente.

Tal como no caso da agrovila, o processo projetual da residência para o trabalhador foi com base no conceito de “trabalho em equipe”, com início pelos espaços sociais, dentro dos quais foram considerados varanda, sala, cozinha, copa e área de serviço. Este último espaço foi incorporado dentro do grupo de espaços sociais e hierárquicos, em razão de ter relação direta com a produção, por ser a área de chegada dos trabalhadores e também por constituir transição para socialização e descanso deles.

3.2. Aplicações

O estudo com três alternativas de residências, realizadas durante o processo de criação na busca da proposta definitiva, é apresentado a seguir.

3.2.1. Planta baixa da primeira alternativa para a residência

A primeira alternativa com 63 m² consta de duas regiões: uma social e outra de uso privado.

A região social tem sala, cozinha e copa que se conectam à área de serviço. A região privada está constituída por dois quartos e um banheiro. A varanda está reduzida a um espaço que apenas cobre a metade da fachada.

Observa-se que nas paredes laterais da casa não existem aberturas, o que pode ser interessante por permitir certa privacidade, no caso de residências geminadas.



Figura 1 - Planta baixa da primeira alternativa para a residência.

Na proposta da residência em questão, a importância dos espaços sociais em relação aos privados não ficou clara, além do que as paredes laterais não permitem acrescentar outro quarto para gerar outra tipologia, existindo a limitação de entradas de luz e de ar no interior da edificação.

3.2.2. Planta baixa da segunda alternativa para a residência

A segunda alternativa consiste de 66,5 m² e contempla também uma região social e outra privada, com um eixo de circulação central que inicia no acesso principal e termina na área de serviço. Somente uma das paredes laterais não possui aberturas; entretanto, na outra lateral, encontra-se um corredor que comunica a varanda à área de serviço, o que permitem entradas de luz e ar. A presença de plantas nos espaços próximos a casa gera microclima bastante agradável.

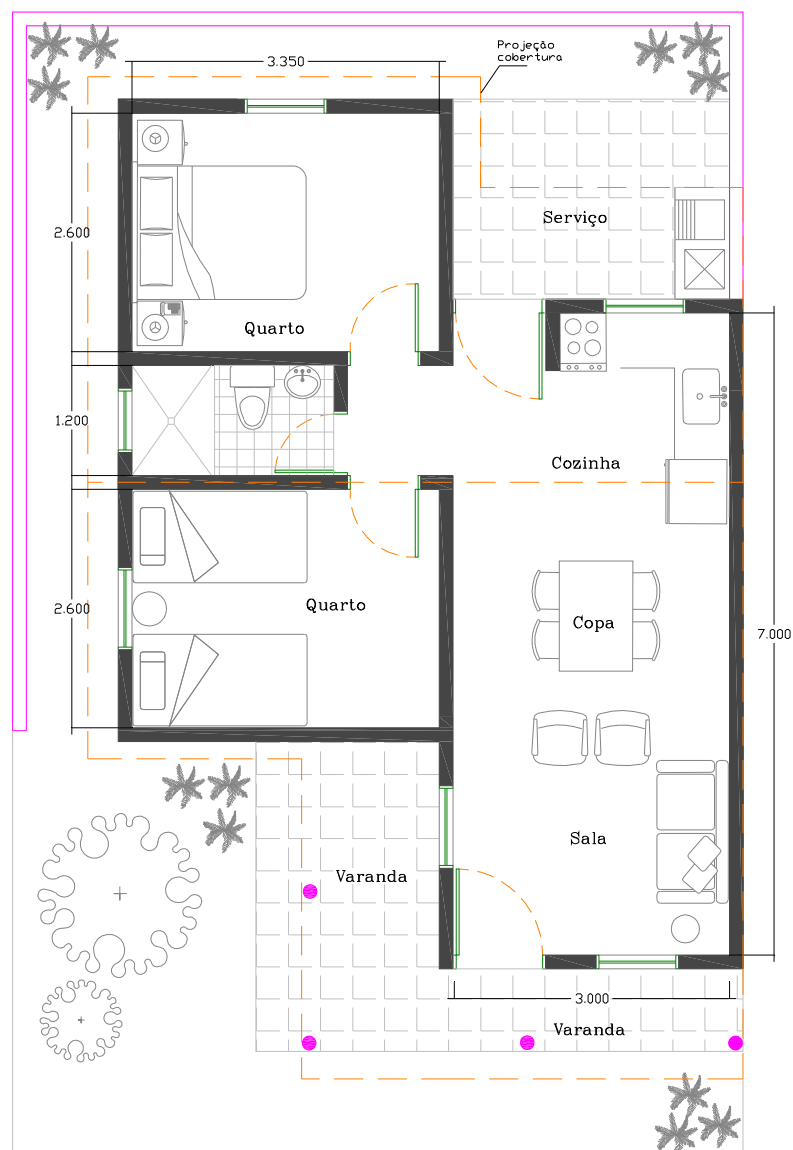


Figura 2 - Planta baixa da segunda alternativa para a residência.

Nessa proposta de residência, embora uma das paredes laterais seja constituída de aberturas, o projeto não permite adicionar outro quarto para conformar outra tipologia; a região de serviço não cumpre o papel de espaço para a socialização. Ademais, a forma irregular da cobertura dificulta sua construção.

3.2.3. Planta baixa da terceira alternativa para a residência

A terceira alternativa, com 74 m², é composta de uma região social frontal com varanda, sala, cozinha e copa e uma região posterior com área de serviço e um quintal com plantas para amenizar o clima. Pode-se chegar ao quintal pelo corredor central interno ou pelo corredor externo. Entre a região social e a área de serviço encontram-se dois quartos e um banheiro (ou região privada).

Uma das paredes laterais não possui aberturas, o que pode ser uma vantagem por permitir certa privacidade no caso de residências geminadas.

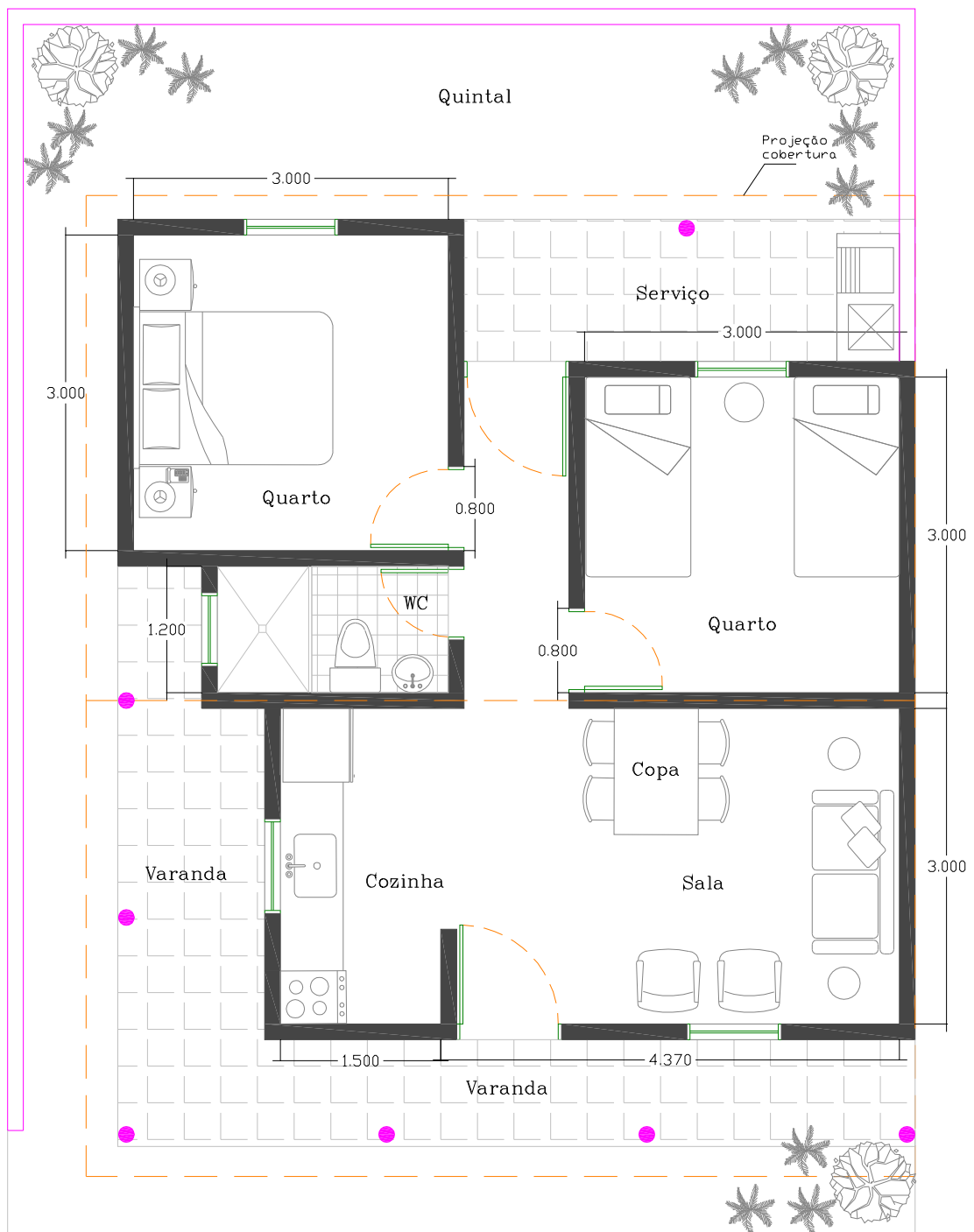


Figura 3 - Planta baixa da terceira alternativa para a residência.

3.3. Definição da proposta para a residência

A proposta final de uma residência para a agrovila está representada nas Figuras 4, 5, 6 e 7. Essa proposta tem 86 m², com uma região social localizada na frente da residência, envolvida quase totalmente pela varanda, no seu exterior.

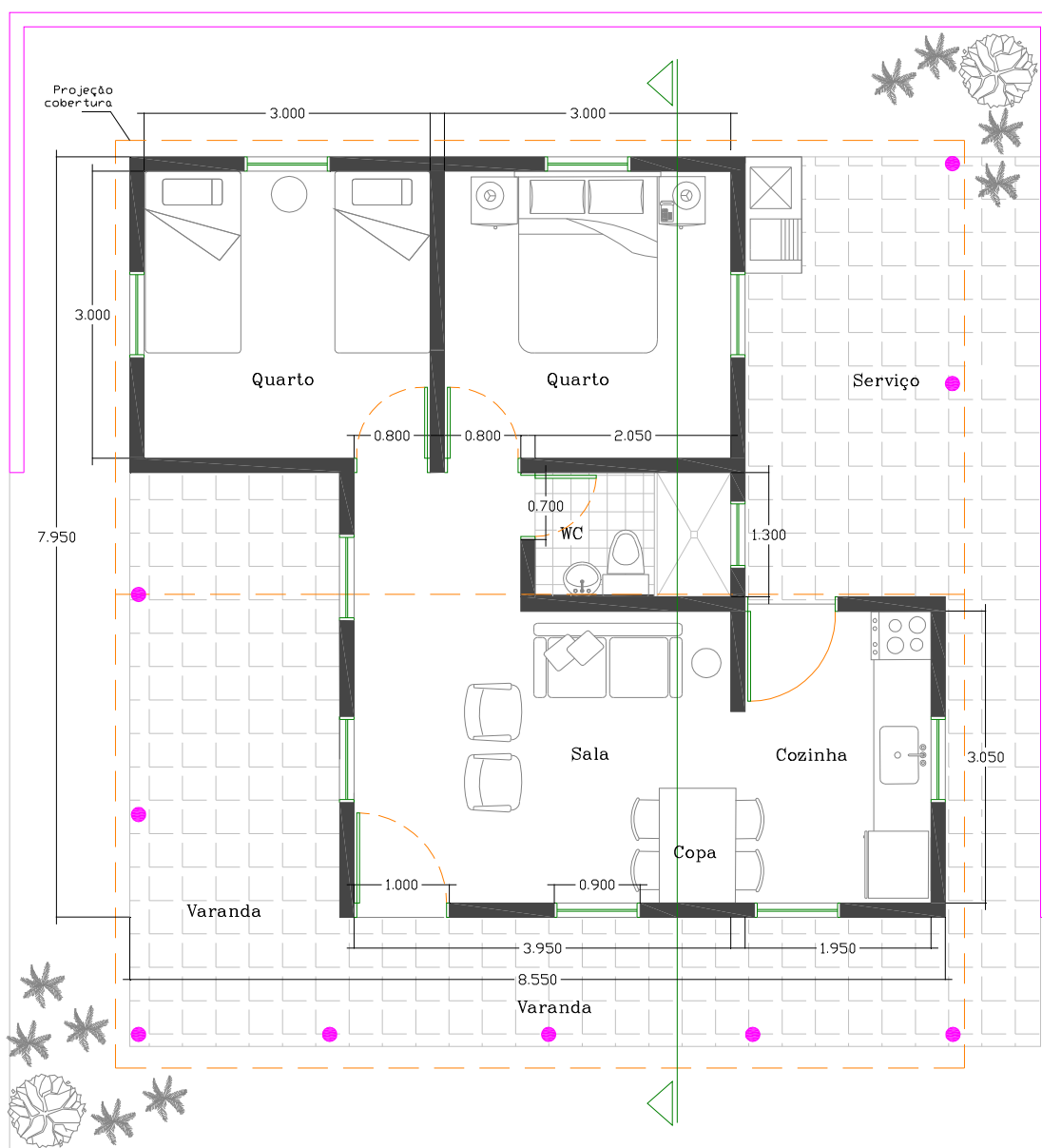


Figura 4 - Planta baixa correspondente à proposta final de residência para trabalhador de agrovila, com dois quartos.

A varanda é totalmente coberta e envolve a região da área de serviço como parte dela; assim essa também representa uma área social, possibilitando o “trabalho em equipe”.

Nesse projeto, a sala, cozinha e copa constituem um só espaço, conforme visto em todas as alternativas anteriores, conservando a possibilidade de socialização entre as famílias rurais e parentes ou vizinhos.

A região privada ou íntima, localizada na parte posterior da casa, é constituída por dois quartos e um banheiro.

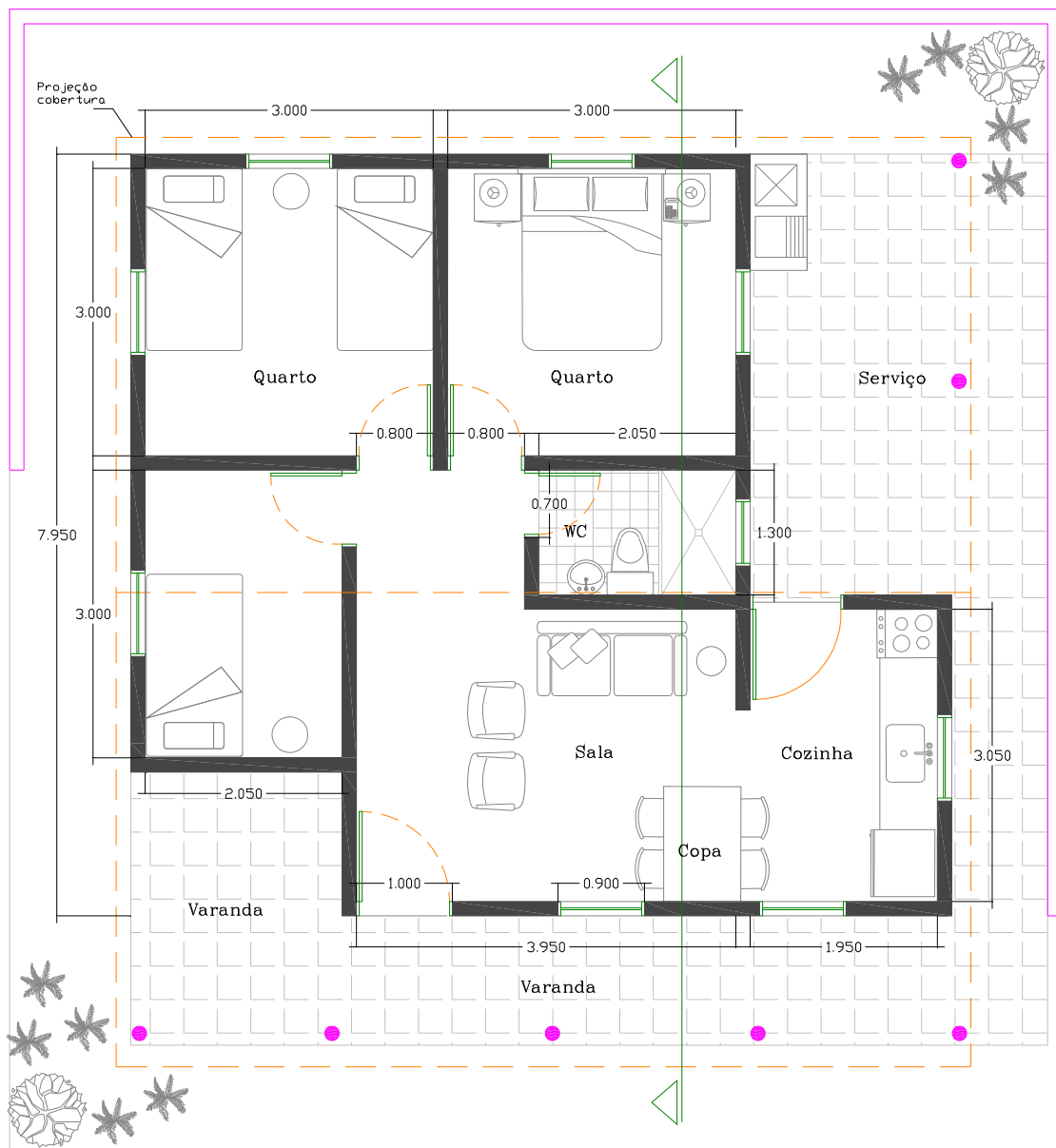
Essa tipologia permite a adição de mais um quarto, conectado à área de circulação, sem mudar o projeto original, como se pode observar na Figura 5 e, assim, melhor atender às necessidades das famílias mais numerosas dentro da agrovila.

O lote deve ter dimensões que garanta afastamento suficiente das paredes da casa, permitindo a entrada de luz e ar, o que possibilita um microclima agradável ao redor por meio de jardins.

Sendo coerente com a proposta definitiva da agrovila, as casas devem ser agrupadas em forma de fileiras, aproveitando todos os lindeiros para esse agrupamento, com acesso na frente das calçadas.

Observa-se que a casa é de um único nível, com telhado simples, em duas águas, forro em PVC e paredes com espessura de 0,15 m, para facilitar a aceitação entre os moradores, em razão de aparentar maior estabilidade.

A hierarquia dos espaços sociais sobre os privados se faz evidente, facilitando o fortalecimento das relações entre membros da família e entre esses e a comunidade, o que deve favorecer o “trabalho em equipe” e o desenvolvimento da agrovila.



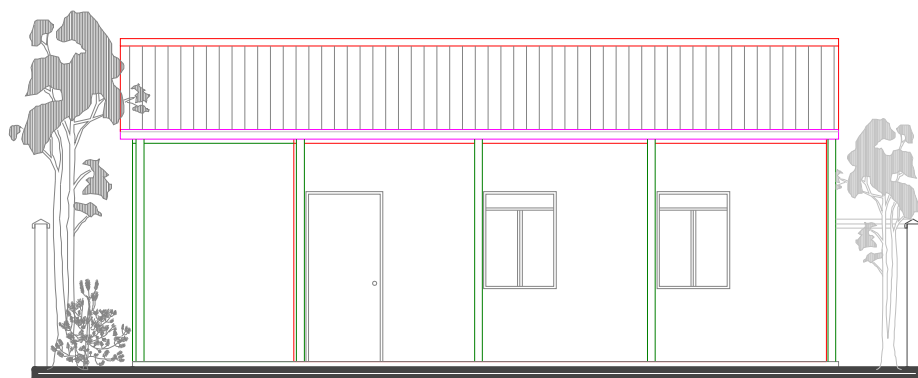


Figura 6 - Fachada frontal correspondente à proposta final de residência para trabalhador de agrovila.

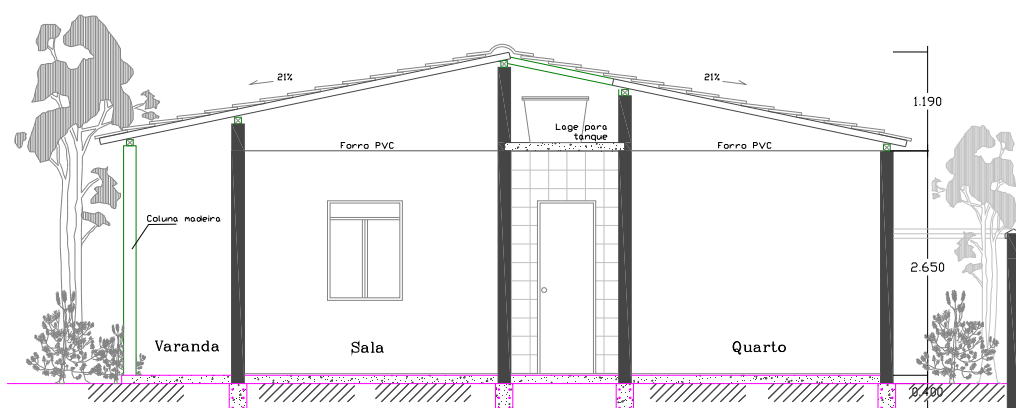


Figura 7 - Corte longitudinal correspondente à proposta final de residência para trabalhador de agrovila.

4. CONCLUSÕES

Com base nas vantagens das três alternativas de residência, foi possível gerar uma nova proposta arquitetônica da residência para o trabalhador, coerente com a proposta definitiva da agrovila.

Essa proposta concede maior importância à região social, com uma localização na sua fachada principal, envolvida por varanda, enquanto a região privada ou íntima se localiza na parte posterior. O projeto possibilita o “trabalho em equipe” por meio da convivência entre os vizinhos.

5. REFERÊNCIAS

ARRUDA, A.F. **O espaço concebido e o espaço vivido da morada rural: políticas públicas x modo de vida camponês**. 2007. 159 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

ARRUDA, A.F. PSH-Rural Fazenda Pirituba: algumas reflexões sobre a organização do mutirão do “Grupo das Casas”. In: SEMINÁRIO NACIONAL PAISAGEM E PARTICIPAÇÃO: PRÁTICAS NO ESPAÇO LIVRE PÚBLICO, 1, 2007, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo, 2007.

LEITE, S.; HERÉDIA, B.; MEDEIROS, L.; PALMEIRAS, M.; CINTRÃO, R. (Orgs.). **Impactos dos assentamentos: um estudo sobre o meio rural brasileiro**. Brasília: Nead/Unesp, 2004. 391 p.

LUSSY, C.R.M. **A arquitetura rural**. Viçosa: UFV, 1993. 123 p.

6. ANEXO - Imagens da proposta para residência em três dimensões



Figura 1A - Exterior: fachadas principais.



Figura 2A - Exterior: área de serviço.



Figura 3A - Sala, cozinha e copa.



Figura 4A - Quarto dos filhos.

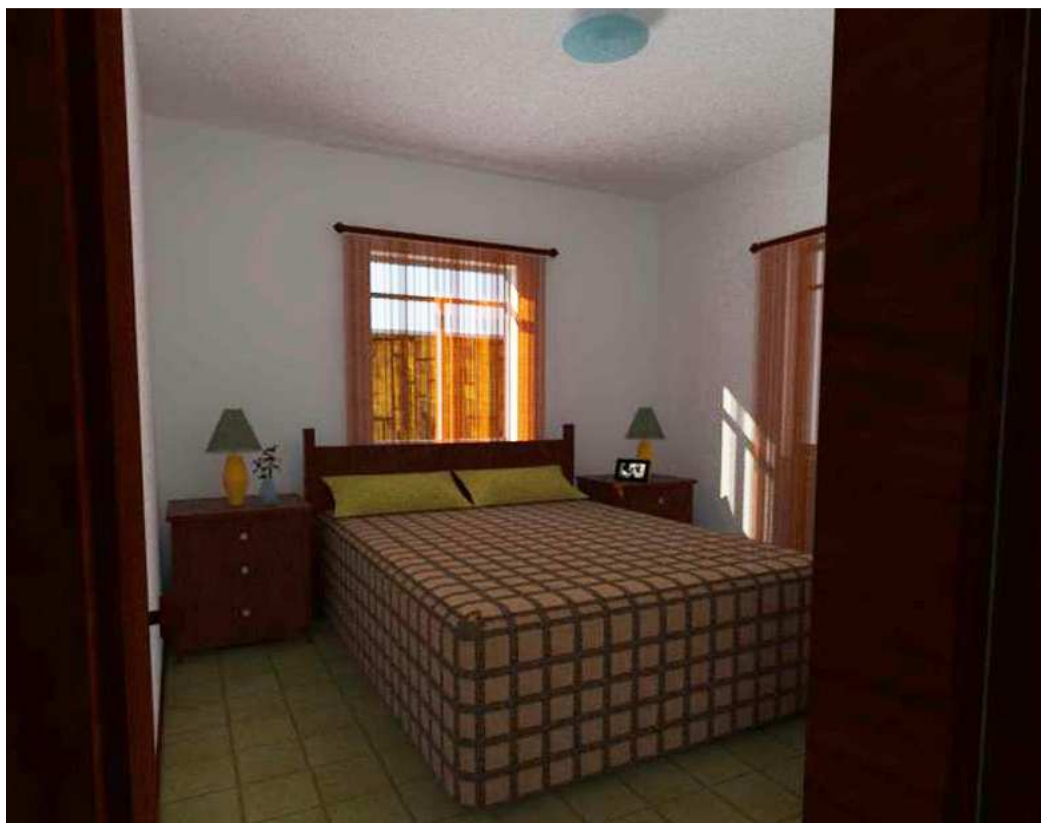


Figura 5A - Quarto dos pais.

CAPÍTULO 3

O SISTEMA CONSTRUTIVO

RESUMO: Até agora não se tem aplicado a argamassa armada como sistema construtivo em residências para trabalhadores de agrovila; entretanto, outras experiências permitem pensar que pode ser uma boa opção. Este trabalho objetivou-se definir as características dos componentes do sistema construtivo em argamassa armada e sua forma de montagem. Foram apresentadas alternativas de sistema construtivo com base em painéis de argamassa armada, que surgiram de estudos de caso realizados com antecedência. Avaliou-se, além da relação entre componentes do sistema, a resistência mecânica das alternativas, assim como suas propriedades térmicas. Encontraram-se bons comportamentos mecânico e térmico em todas as alternativas. Com base no critério de praticidade, optou-se por combinar duas das alternativas apresentadas para definir a proposta do sistema construtivo.

Palavras-chave: Sistema construtivo, painéis de argamassa armada, resistência mecânica, propriedades térmicas.

ABSTRACT: So far, no one has applied to mortar building system as homes for workers in rural village, but other experiments, it appears that may be a good option. Thus, this work aimed to define the characteristics of system components mortar and constructive form of assembly. Alternatives were presented in panel building system based mortar, which emerged from case studies in advance. We evaluated in addition to the relationship between system components, alternative mechanical strength as well as its thermal properties. It was found good mechanical behavior and good thermal behavior in all alternatives. Based on the criterion of convenience we chose to combine two of the alternatives presented to define the proposed construction system.

Keywords: Building system, mortar boards, mechanical strength, thermal properties.

1. INTRODUÇÃO

No que concerne aos sistemas construtivos empregados nas residências de trabalhadores de agrovilas, os casos estudados nos Capítulos 1 e 2 não entram em detalhes.

Porém, há vários relatos disponíveis, envolvendo experiências e vantagens com argamassa armada, que permitem pensar que os sistemas pré-fabricados com esse material são boa alternativa para as residências de trabalhadores de agrovila. As creches e escolas em Salvador, desenhadas e executadas pelo arquiteto João Filgueiras Lima (TRIGO, 2009), são exemplos dos bons resultados, assim como a utilização de placas de argamassa armada em residências localizadas em diferentes países da América Latina como Brasil, Colômbia, Chile e México (MACHADO, 1991; WALLTECH, 2003; BEDOYA et al., 2009; e CEMENTOS BIO BIO, 2010, respectivamente).

Machado (1991), por exemplo, apresentou um sistema com base em painéis tipo sanduíche, com placas pré-moldadas em argamassa armada e núcleo de poliuretano como isolante térmico. Esse autor desenhou os elementos de ligação entre as placas e considerou os demais sistemas fundamentais para o funcionamento da casa. Com base em protótipo, construído em escala real, foram avaliados a segurança estrutural, o desempenho térmico e o custo total da obra.

Walltech (2003) tem comercializado casas de baixo custo, especiais para zonas sísmicas, compostas por painéis estruturais modulares, tipo sanduíche, com esqueleto de aço, coberto com camadas de argamassa armada no exterior e câmara de ar no seu núcleo para isolamento térmico e acústico. As especificações técnicas desse sistema foram publicadas em um manual, levando em consideração a relação dessas com os demais sistemas necessários para o funcionamento das casas.

Bedoya et al. (2009) avaliaram o comportamento de dois protótipos de moradias em escala real submetidos a cargas cíclicas. Os protótipos possuíam painéis pré-fabricados de argamassa armada com 20 mm espessura.

Cementos Bio Bio (2010), por sua parte, comercializa habitações pré-fabricadas de argamassa armada, constituídas de módulos tipo sanduíche com núcleo de poliestireno expandido. Essas habitações são consideradas de alta resistência frente aos sismos, em razão do alto risco telúrico do Chile, cujas especificações se encontram em manual técnico, em que além dos fechamentos são considerados os demais sistemas que conformam a casa.

Vale ressaltar que as propriedades térmicas são partes importantes do material. No caso do sistema construtivo, para esta pesquisa, é fundamental considerar o fenômeno da condução térmica.

Tal fenômeno está associado à movimentação de energia em determinado meio por causa do gradiente de temperatura; ou seja, nesse caso, depende da diferença de temperatura entre as duas faces do material, da distância entre essas, da área considerada e da condutividade térmica do material (INCROPERA, 1999).

Os materiais envolvidos no fenômeno da condução, no sistema construtivo que se pretende propor neste trabalho, são a argamassa armada e a casca de arroz, este último como material isolante sugerido.

Vários autores têm buscado alternativas para o aproveitamento da casca de arroz na construção. Alguns desses estudos têm considerado o emprego da cinza da casca de arroz em argamassas para revestimento (BEZERRA, 2010) e em painéis de fechamento (MARTINEZ et al., 2005). Outros autores têm utilizado a casca de arroz em estado natural como isolantes térmicos.

A casca de arroz, segundo Cadena et al. (2002), é um material com uma estrutura porosa de 54% e coeficiente de condutividade térmica igual a 0,0360 W/m K, cuja comparação com outros materiais pode ser verificada na Tabela 1.

Tabela 1 - Comparação entre condutividade térmica da casca de arroz e alguns isolantes comerciais

Material	k (W/m K)
Lã mineral	0,0303
Poliestireno expandido	0,0330
Casca de arroz	0,0360
Fibra de vidro	0,0380
Cortiça aglomerada	0,0450

Fonte: Cadena et al. (2002).

Segundo o mesmo autor, essa casca tem uma propriedade ignífuga, ou seja, que não faz combustão facilmente e não produz chama enquanto se queima. A transformação físico-química dessa casca começa acima dos 750°C, garantindo ampla faixa de estabilidade térmica.

Pesquisadores, buscando diminuir os impactos negativos da casca de arroz como resíduo agroindustrial sobre o meio ambiente, fizeram, em 2002, um estudo para desenvolver novos materiais isolantes térmicos, com base principalmente nesse material, aglutinado com fibras e substâncias naturais, em que resultou que as misturas mais porosas geraram menor condutividade térmica.

Entretanto, Guimarães et al. (2005), buscando alternativas para reaproveitar rejeitos industriais, compararam a casca de arroz com rejeitos de

pet e pneu, como adições em argamassa de gesso, para enchimento de painéis tipo sanduíche para paredes externas de casas de madeira, adotando-se como referência peças em puro gesso, gesso com vermiculita e só madeira, segundo o material comercial. Os resultados da pesquisa evidenciaram que as alternativas com rejeitos industriais tiveram comportamento homogêneo muito satisfatório, com redução de temperatura entre as interfaces externas e internas das amostras ao redor de 70%.

Navroski et al. (2010) avaliaram a casca de arroz como camada intermediária de isolamento térmico, em uma caixa com paredes de madeira, comparando com outras duas caixas de madeira, uma com camada intermédia de isopor e a outra com paredes simples, após colocadas em estufa para a verificação de temperatura no interior dessas. Os resultados deste estudo indicaram o isopor como melhor isolante térmico e em segunda instância a casca de arroz. Contudo, em termos econômicos, a casca de arroz resultou mais viável por causa da condição de rejeito da agroindústria.

O sistema construtivo com base em argamassa armada, de acordo com as experiências mencionadas, apresenta vantagens em termos de qualidade, praticidade, tempos de execução, custo, entre outras, que o torna ideal para a residência de trabalhador de agrovila.

O objetivo deste trabalho foi definir as características dos componentes do sistema construtivo em argamassa armada e sua forma de montagem.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Estudos de caso

No estudo do sistema construtivo foram consideradas as seguintes características: tipos de placas de argamassa armada (espessura, peso, modulação, presença de isolamento térmico e tipo, presença de isolamento acústico e resistência mecânica); ligações entre placas, manuseio e acabamento superficial; relação entre essas com outros componentes (estrutura, fundações, pisos, cobertura e redes), além do tempo de montagem e custos.

Foram analisados três casos sobre sistemas construtivos com base em placas de argamassa armada empregados na construção de residências. Dois desses sistemas pertencem a empresas construtoras, onde são tratados de maneira comercial, com certa experiência em zonas com problemas sísmológicos da América Latina, com Walltech, no México, e Cimentos Bio Bio, no Chile. O terceiro sistema provém de uma pesquisa realizada no Brasil por Machado (1991).

As informações sobre os sistemas construtivos estudados foram organizadas, segundo as características mencionadas anteriormente, por meio de fichas técnicas para facilitar a visualização de seus componentes (Tabelas 3, 4 e 5). A partir das características encontradas nessas informações, foram determinados os parâmetros para iniciar o processo de projeto do sistema construtivo.

Além de todos esses estudos, foram levados em consideração trabalhos sobre o comportamento térmico da casca de arroz como isolante, como o de Navroski et al. (2010), com a avaliação desse material em estado natural sem aglutinante e agindo como camada isolante, assim como os de Guimarães et al. (2005), que consideraram a casca de arroz com aglutinante e agindo como camada isolante, e os de Cadena et al. (2002), que avaliaram a casca de arroz com aglutinante natural misturada com outras fibras vegetais.

2.2. Aplicações

O processo de criação consistiu das etapas de concepção, avaliação e definição da proposta.

A etapa de concepção, com os diferentes componentes do sistema construtivo em argamassa armada, levou em consideração as formas de ligação entre esses e com outros componentes da casa.

A concepção esteve baseada nos estudos de caso sobre esse tema e no desenho da residência para o trabalhador.

Nessa etapa, a residência foi desenhada por meio de um estudo com três opções de placa de argamassa armada tipo sanduíche, com variações na forma. Para isso, foram consideradas as relações entre fundações, pisos,

cobertura, portas, janelas e redes hidráulicas e elétricas, desenhadas com o uso do programa computacional Autocad.

2.2.1. Propriedades mecânicas do sistema construtivo

Com ajuda do *software Solidworks*, foi realizada uma simulação por meio do método dos elementos finitos, aplicada para cada opção de painel, individualmente, para saber sua resistência mecânica. O *software* baseou a simulação no cálculo de esforços de Von Mises, sintetizado na Equação 1.

Equação da tensão de Von Mises:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}} \quad (1)$$

em que σ_1 , σ_2 , e σ_3 representam as tensões principais (CERVERA et al., 2003).

As condições de contorno para a simulação foram os seguintes:

- As cargas verticais suportadas pelos painéis, onde foi escolhida aquela que suporta maior área de cobertura dentro do desenho da casa. Tais cargas estiveram constituídas do peso da cobertura em telha de barro, peso da cinta que amarra as paredes na parte superior e peso próprio do painel, além do peso de 70 kg/m² sobre a cobertura como carga viva.
- A carga horizontal correspondente ao vento máximo para a Região Sul, de 60 km/h ou 16,66 m/s, segundo as intensidades medidas por Monteiro et al. (2011), no litoral Sul do Brasil, sendo essa uma das zonas com maior potencial eólico do país, segundo Feitosa et al. (2003). A pressão dessa carga equivale aproximadamente a 260 N/m² ou 27 kg/m², segundo as Equações 2 e 3, para o cálculo da pressão do vento sobre uma estrutura (COMISION ASESORA PERMANENTE PARA EL REGIMEN DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES – NSR , 2010a).

Equação da pressão do vento sobre uma estrutura:

$$P = C_q K \quad (2)$$

em que :

P = pressão do vento sobre a estrutura (N/m^2).

C = coeficiente eólico.

q = pressão dinâmica do vento (N/m^2).

K = fator eólico de esbeltez (como $h/b < 5$, $K=1$, sendo h = altura e b = largura).

Para encontrar a pressão dinâmica, utiliza-se a seguinte equação:

Equação da pressão dinâmica do vento sobre uma estrutura:

$$q = 0,625 \times V_s \times S_4 \quad (3)$$

em que:

V_s = velocidade do vento (m/s).

S_4 = coeficiente da variação da densidade do ar com a altura sobre o nível do mar (para altura de 0 a 500, $S_4 = 1$).

Considerando $C = 1,5$ para paredes em barlovento:

$$q = 0,625 \times 16,66^2 \times 1 = 173,47 \text{ N/m}^2; \text{ e}$$

$$P = 1,5 \times 173,47 \text{ N/m}^2 \times 1 = 260 \text{ N/m}^2.$$

- O fator de segurança para as cargas vivas e mortas de 1,4, segundo a NSR (2010a).
- A argamassa armada foi considerada como material homogêneo para facilitar a formação da malha dentro do processo da simulação.
- O mesmo tipo de malha foi empregado, para cada alternativa de placa ou sistema construtivo, mas se empregou diferente número de elementos e de nodos, que podem ser apreciados na Tabela 2.

Tabela 2 - Informação da malha para a simulação das três alternativas de sistema construtivo

	Placas		
	1. ^a alternativa	2. ^a alternativa	3. ^a alternativa
Tipo de malha	Sólida	Sólida	Sólida
Número de elementos	8259	8258	8240
Número de nodos	16412	16445	16053

- O módulo de elasticidade para argamassa armada com malha tecida baixo tensão foi ao redor de 5.440 Mpa, segundo o estudo de Arif et al. (1999).
- O módulo de elasticidade para argamassa armada com malha tecida baixo compressão foi ao redor de 7.600 Mpa, de acordo com Arif et al. (1999).
- A densidade da argamassa armada foi considerada de 2.500 kg/m³, segundo Barrientos (2004).

As alternativas foram avaliadas com base nos parâmetros utilizados para sua elaboração, conduzindo à determinação dos componentes definitivos da proposta.

2.2.2. Propriedades térmicas do sistema construtivo

As propriedades térmicas do sistema construtivo, ou seja, dos módulos que constituem a edificação, foram calculadas com base nos valores típicos de condutividade e resistência térmica dos materiais das placas e suas espessuras, utilizando-se o método de resistências térmicas para duas situações, uma considerando a casca de arroz como isolante térmico sugerido e outra, uma câmara de ar com a mesma função.

Para esse cálculo, foram empregadas as seguintes equações de transferência de calor por condução ou lei de Fourier e resistência térmica:

Equação de transferência de calor por condução ou lei de Fourier:

$$Q_x = -kA \frac{\Delta T}{\Delta X} \quad (4)$$

Equação da resistência térmica:

$$R = \frac{\Delta X}{kA} \quad (5)$$

$$Q_x = \frac{\Delta T}{\sum R_i} \quad (6)$$

em que:

Q_x = transferência de calor na direção X em W.

k = condutividade térmica do material em W/m °C.

A = área de transferência de calor em m².

R = resistência térmica do material em °C/W.

ΔT = gradiente de temperatura °C.

ΔX = distância em X medida em m (INCROPERA, 1999).

Os resultados desse cálculo, comparados com a condutividade térmica das placas analisadas na fase teórica, são apresentados na seção de Resultados e Discussão.

Para as fases de exploração conceitual e formal de cada item, assim como para gerar as alternativas laboratoriais e posteriormente a definição das propostas finais, foram utilizados os programas computacionais *AutoCAD*, *Solidworks* e *Sketchup*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Estudos de caso

Levando-se em conta que um dos objetivos desta pesquisa é propor um sistema construtivo com base em componentes pré-fabricados tipo sanduíche, passou-se ao aprofundamento dos estudos de Machado (1991), Walltech (2003) e Cimentos Bio Bio (2010), por esses oferecerem subsídios ao

objeto de estudo cujas informações foram resumidas nas Tabelas 3, 4 e 5, respectivamente.

Tabela 3 - Ficha técnica do sistema construtivo de Machado (1991), adaptada da pesquisa do autor

FICHA TÉCNICA SISTEMAS CONSTRUTIVOS COM PLACAS DE ARGAMASSA ARMADA									
COMPONENTES DE FECHAMENTO: PLACA									
TIPO		ESPESSURA (mm)	PESO (kg/painel)	MODULAÇÃO: DIMENSÃO (m*m)	ISOLAMENTO TÉRMICO			GEOMETRIA TÍPICA	
SIMPLES	DUPLA				MATERIAL	LOCALIZAÇÃO	VALOR		
	X (11mm /face)	50	57 a 60	0,448*2,47	Poliuretano	Estre as duas placas	Sem informação		
COMPRESSÃO VERTICAL		TRAÇÃO NA FLEXÃO		ISOLAMENTO ACÚSTICO					
34,5 Mpa (28 dias) ou 3520 ton/m²		3,1Mpa (28 dias)- resist. 12 à tração ou 3 1/8 to/m²		Sem informação					
LIGAÇÕES ENTRE PLACAS (Descrição)									
A ligação entre as placas é realizada através de nós pré-moldados de argamassa armada, com forma de I para as paredes contínuas, T para as paredes intermediárias, e L as paredes de canto. Eles unem os painéis através de juntas secas, ou seja, encaixam nos espaços deixados pelas placas para este fim (ver geometria típica). As cintas na parte superior das placas também ajudam à ligação entre elas.									
TIPOLOGIAS									
1. Placas típicas. 2. Placas para portas e janelas (diferença nas dimensões).									
MANUSEIO									
Manual. Exigência de estrutura provisional para guiar a montagem (prumo e alinhamento).									
ACABAMENTO SUPERFICIAL									
Liso. É necessário cobrir as uniões com massa cimentícia.									
LIGAÇÕES COM OUTROS SISTEMAS (Descrição)									
ESTRUTURA	Nós de ligação pré-moldados, e cintas concretadas no local, em um espaço deixado entre as duas faces das placas.								
FUNDAÇÕES	Sapata corrida, complementada de barras de aço para fixação dos componentes ao contrapiso.								
PISOS	Contrapiso que é concretado sobre o nível das sapatas, quando as placas já foram colocadas sobre elas.								
COBERTURA	Ligação das terças às armaduras das cintas, através de chumbadores e ganchos que ficam presos nas cintas.								
REDES	Distribuição horizontal através do piso e vertical no interior das placas. Após da injeção do poliuretano entre as faces de argamassa armada.								
COMPONENTES ESTRUTURAIS									
	ESTRUTURA VERTICAL			ESTRUTURA HORIZONTAL			FUNDAÇÕES		
TIPO	Nós pré-moldados.			Cintas superiores abrangendo as paredes.			Barras de aço através de painéis e nós na parte inferior das paredes, sobre sapatas corridas.		
MATERIAL	Argamassa armada.			Concreto armado.			Concreto simples		
DIMENSÕES	Várias (altura = 2,47 m)			0,03*0,05 m (Seção)			0,30*0,10 m (seção sapata)		
OUTROS COMPONENTES									
	TIPO	MATERIAL	DESCRIÇÃO						
PISOS	Contrapiso	Concreto	O nível do contrapiso é construído 5 cm acima do nível do terreno, no interior e no exterior da casa, com acabamento o nível interno fica mais alto.						
COBERTURA	Duas águas	Metal + Fibrocimento	Basea-se em terças apoiadas sobre pontalletes, descarregando nas paredes portantes.						
REDES	Água, eletricidade	Tubaria convencional	A distribuição horizontal se faz através do piso, e a vertical no interior das placas.						
EXECUÇÃO									
TEMPO DE MONTAGEM PARA UMA CASA SIMPLES					CUSTO				
Casa de 24,5 m² (sem ampliação): < 1 semana					R 863.584,37 com acabamentos (ano 1991)				

Tabela 4 - Ficha técnica do sistema construtivo de Walltech (2003), adaptada do respectivo manual

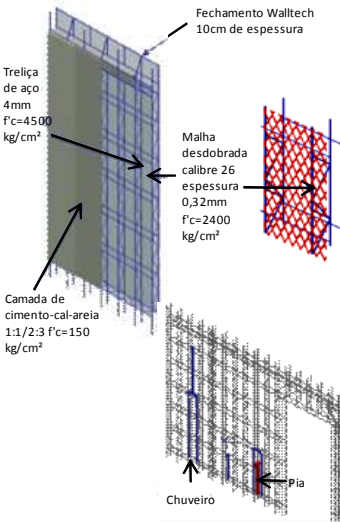
FICHA TÉCNICA SISTEMAS CONSTRUTIVOS COM PLACAS DE ARGAMASSA ARMADA								
COMPONENTES DE FECHAMENTO: PLACA								
TIPO		ESPESSURA (mm)	PESO (kg/painel)	MODULAÇÃO: DIMENSÃO (m*m)	ISOLAMENTO TÉRMICO			GEOMETRIA TÍPICA
SIMPLES	DUPLA				MATERIAL	LOCALIZAÇÃO	VALOR	
	X (25mm /face)	118	319.234	1,20*2,795	Ar	Estre as duas placas	Sem informação	
COMPRESSÃO VERTICAL		TRAÇÃO NA FLEXÃO		ISOLAMENTO ACÚSTICO				
Sem informação		Sem informação		Sem informação				
LIGAÇÕES ENTRE PLACAS (Descrição)								
A ligação entre as placas se faz durante o seu processo de armado. O processo de armado é realizado na obra, colocando primeiro o reforço das placas ou painéis de aço, sobre as sapatas (treliças em sentido vertical, aço em sentido horizontal e, a malha de menor diâmetro no exterior, todo formando o painel). Estes painéis conformam o esqueleto das paredes, e são unidos através de estribos, incluindo nas esquinas.								
TIPOLOGIAS								
1. Placas bom base em painéis internos de aço, cubertos com camadas de argamassa.								
MANUSEIO								
Manual.								
ACABAMENTO SUPERFICIAL								
Pode ser liso, uniforme em toda a parede, ou enrugado dependendo da pessoa que aplica a argamassa, ou do desejo do usuário.								
LIGAÇÕES COM OUTROS SISTEMAS (Descrição)								
ESTRUTURA	A estrutura das placas transmitem as cargas ao solo, sem necessidade de elementos adicionais.							
FUNDAÇÕES	A sapata perimetral é armada em conjunto com os painéis, amarrando ambos sistemas, mas é despejada antes da aplicação da argamassa nas placas.							
PISOS	É uma lage de pavimento, cuja malha de reforço também está unida às malhas das sapatas e das placas, antes de despejar todos os elementos.							
COBERTURA	O sistema está concebido para instalar e suportar uma lage aligeirada ou maciça como cobertura, ligada às placas através da sua própria malha (deixa a parte superior de uma das caras sem cobrir com argamassa, para juntar esta estrutura com a estrutura da lage).							
REDES	Distribuição horizontal através do piso e vertical no interior das placas. Instaladas antes de cobrir as paredes com a argamassa.							
COMPONENTES ESTRUTURAIS								
	ESTRUTURA VERTICAL		ESTRUTURA HORIZONTAL		FUNDAÇÕES			
TIPO	Placas (treliças de reforço vertical interno)		Placas (reforços horizontais internos)		Sapata perimetral.			
MATERIAL	Argamassa armada.		Argamassa armada.		Concreto armado.			
DIMENSÕES	1,20*2,795*0,10 m		1,20*2,795*0,11 m		0,40*0,18 m (seção)			
OUTROS COMPONENTES								
	TIPO	MATERIAL	DESCRIÇÃO					
PISOS	Lage de pavimento	Concreto	O nível da lage é construído 8 cm acima do nível do terreno.					
COBERTURA	Lage	Concreto	Alternativas baseadas em lage maciça, aligeirada com abóbadas ou com material recuperável.					
REDES	Água, eletricidade	Tubaria convencional	A distribuição horizontal se faz através do piso, e a vertical no interior das placas. As redes e suas saídas são instaladas antes de cobrir as placas com argamassa.					
EXECUÇÃO								
TEMPO DE MONTAGEM PARA UMA CASA SIMPLES				CUSTO				
Casa básica (42 m²): 11 dias				Sem informação				

Tabela 5 - Ficha técnica do sistema construtivo de Cimentos Bio Bio (2010), adaptada do respectivo manual

FICHA TÉCNICA SISTEMAS CONSTRUTIVOS COM PLACAS DE ARGAMASSA ARMADA								
COMPONENTES DE FECHAMENTO: PLACA								
TIPO		ESPESSURA (mm)	PESO (kg/painel)	MODULAÇÃO: DIMENSÃO (m*m)	ISOLAMENTO TÉRMICO			



3.1.1. Características encontradas nos estudos de caso do sistema construtivo

Segundo a análise dos três estudos de caso do sistema construtivo, foram encontradas as seguintes características:

- A possibilidade de ocorrências sísmicas, nas regiões de aplicação, tem influência direta na armação das placas modulares para paredes, influenciando inclusive sobre a espessura da argamassa armada, com consequências no peso final do painel.
- O peso, as dimensões e a forma dos painéis afetam o processo de montagem do sistema, podendo exigir o uso de estruturas auxiliares, com consequências no tempo de execução e, dependendo da escala do projeto, aumentar consideravelmente os custos da obra.
- O núcleo dos painéis tipo sanduíche pode funcionar como isolante térmico, como ocorre no caso do sistema utilizado por Cimentos Bio Bio (2010), ou Machado (1991), ou ainda como no caso da câmara de ar do sistema Walltech (2003).
- Os componentes do sistema que são construídos no local, como pilares ou vigas, podem gerar sujeira, desperdício de material, demora na montagem e finalmente o sistema “predominantemente pré-fabricado” pode perder praticidade.
- As uniões entre painéis podem ser elementos que funcionem como colunas ou vigas, ou seja, ligando o sistema e transmitindo cargas ao mesmo tempo; podem ser pré-fabricados ou não, dependendo da forma do painel e do nível de industrialização do sistema.
- As uniões entre placas também podem ser consideradas como estrutura interna, como no caso da Walltech (2003).
- A instalação de portas, janelas e redes necessita-se de outras alternativas de placas.
- As juntas entre placas precisam de um acabamento adicional simples com base no preenchimento delas com argamassa de cimento, nos casos das placas totalmente pré-fabricadas, ou seja, nos sistemas Cimentos Bio Bio (2010) e Machado (1991).

- Os painéis em geral se apóiam diretamente sobre vigas baldrame ou fundações corridas, com um adendo de que em regiões sísmicas esses devem ser também conectados à base por meio de ferragens do próprio painel, como no caso de Walltech (2003), ou ferragens dos pilares, como no de Cimentos Bio Bio (2010).
- O piso pode ser feito independentemente dos demais ou integrado à fundação e aos painéis, ambos com ótimo desempenho no caso de terremotos.
- O aproveitamento do espaço foi observado, em todos os casos pesquisados, entre as placas do painel para a instalação de redes elétricas e hidráulicas em sentido vertical, sendo a distribuição em sentido horizontal por meio do piso.
- Os Cimentos Bio Bio (2010) e Machado (1991) utilizaram telhados em duas águas com estrutura de madeira ou metal. No caso de estrutura metálica, essa foi fixada às cintas por meio de chumbadores ou ganchos. Já o sistema Walltech (2003) está concebido para ter simplesmente uma laje como cobertura ou para futuros desenvolvimentos, nos sistemas construtivos com cintas amarrando os painéis na parte superior.
- Os componentes estruturais (verticais, horizontais e fundações), que fazem parte dos sistemas sísmo-resistentes, têm dimensões maiores e maior reforço do que o sistema convencional.

3.1.2. Parâmetros para o projeto do sistema construtivo

Com base nas teorias sobre sistemas construtivos para residências pré-fabricadas com painéis compostos de placas de argamassa armada e no estudo de caso das três experiências sobre o tema, foram estabelecidos os seguintes parâmetros para iniciar o processo de criação do sistema construtivo:

- Considerar cargas horizontais como vento ou a possibilidade de ocorrência de terremotos, ainda que de pequena intensidade, por se tratar de região brasileira.

- Desenhar um sistema simples e prático, que não precise do uso de estruturas auxiliares para sua montagem, evitando aumento de custos, mão de obra e tempo de execução.
- Considerar um painel tipo sanduíche, com a possibilidade de conter um isolante, que junto com as faces de argamassa armada, forme paredes com espessura normal, facilmente aceitas pelos usuários, em razão da aparência.
- Evitar ao máximo a utilização de componentes construídos na obra para agilizar a montagem, assim como evitar o desperdício e a sujeira.
- Incorporar os elementos conectores entre as placas, dentro da forma dessas, para não afetar a aparência final das paredes.
- Desenhar pilares ou vigas como parte da concepção dos painéis.
- Conceber um sistema cujos componentes sejam pré-fabricados em sua maioria, o que sugere certo nível de industrialização, necessário para atender à demanda de residências para a agrovila proposta.
- Incluir na concepção da proposta a instalação de redes elétricas e hidráulicas, além de portas, janelas e basculantes.
- Aproveitar o espaço entre as placas para instalação de redes, deixando claras as saídas nas faces internas do painel.
- Determinar uma união simples e sólida entre fundações e placas para garantir resistência e qualidade.
- Propor um sistema de cobertura simples, de fácil montagem, em duas águas, já que com lajes, por exemplo, fica aberta a possibilidade de crescimento vertical, o que a princípio é indesejável.

3.2. Aplicações

O estudo das três alternativas para o sistema construtivo foi representado em plantas, cortes, detalhes e gráficos em 3D para determinar a proposta.

As três alternativas apresentam várias características comuns, como se pode observar na Figura 1: painel na forma de sanduíche com 1,0 m de largura por 2,70 m de comprimento; espessura total de 15 cm; espessura da

argamassa armada em cada face de 15 mm; possibilidade de conter um material isolante térmico; três reforços verticais, dois correspondentes aos extremos e outro na metade do painel, e dois reforços horizontais, localizados na parte superior e inferior respectivamente; painéis com adaptações para portas e janelas embutidas; e painéis com tampas adaptadas para colocação de redes elétricas e hidráulicas.

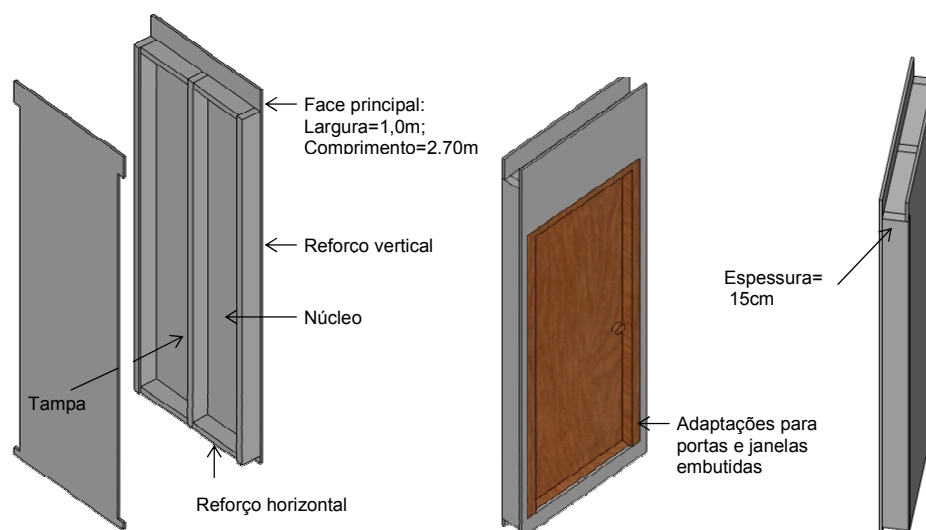


Figura 1 - Exemplos das características comuns entre as três alternativas de sistema construtivo.

Além das características comuns dos painéis, pode-se citar: viga de fundação pré-fabricada de concreto, que se pode apreciar na Figura 20, onde são encaixadas as placas; cinta pré-fabricada de concreto, que se pode notar na Figura 21, usada para amarrar as placas na parte superior; e utilização dessa cinta para apoio da cobertura em duas águas, de acordo com a forma da residência.

A diferença de cada alternativa reside no tipo de união entre painéis. Sequencialmente, são apresentadas as três alternativas:

3.2.1. Primeira alternativa de sistema construtivo

A primeira alternativa de sistema construtivo corresponde à utilização de painéis com união tipo fêmea em seus dois extremos, como observa-se nas

Figuras 2 e 3, gerando espaço vazio entre placas contínuas, que pode ser preenchido com argamassa ou concreto, funcionando como pilar conector (Figura 4).

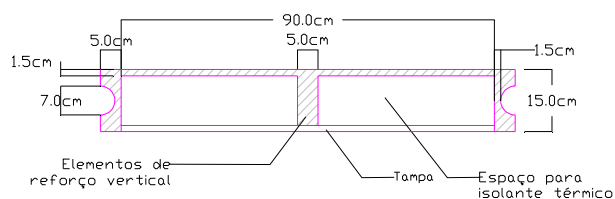


Figura 2 - Corte transversal de um painel típico da primeira alternativa para o sistema construtivo.

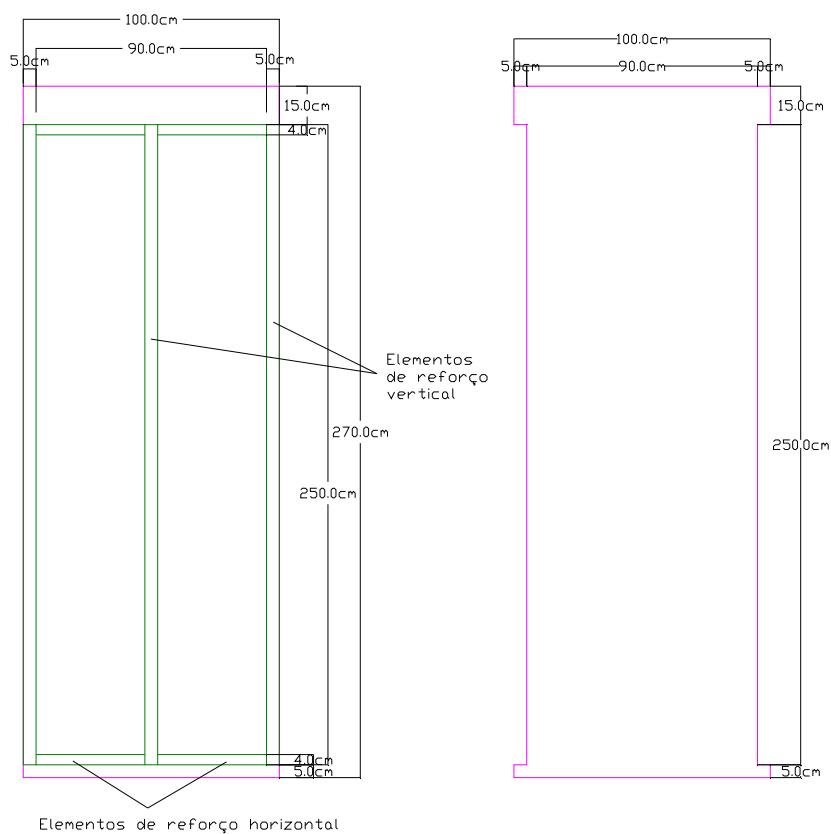


Figura 3 - Vista frontal de um painel aberto (esquerda) e da respectiva tampa (direita) da primeira alternativa para o sistema construtivo.

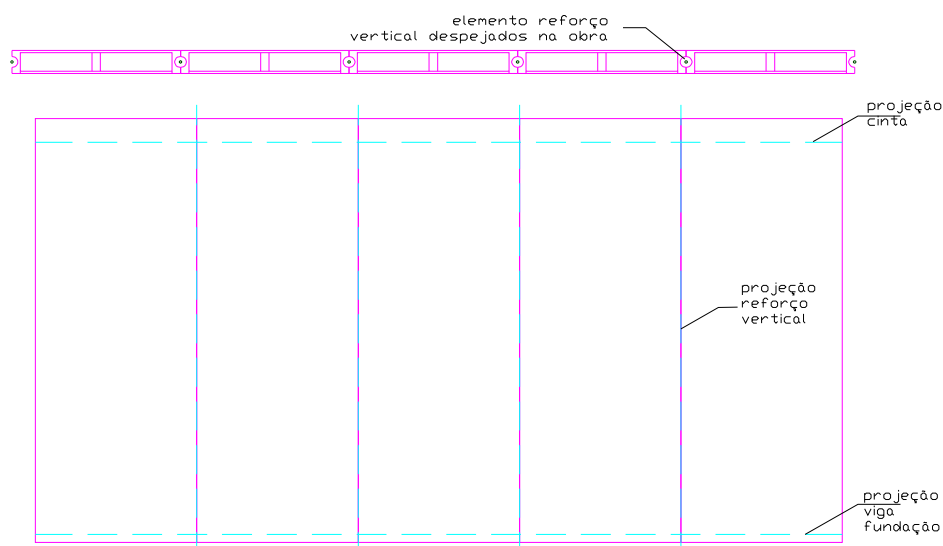


Figura 4 - Conexão dos painéis referente à primeira alternativa de sistema construtivo.

Neste sistema, as conexões em esquinas e as com paredes intermédias são feitas na obra, na forma de pilar, conforme a Figura 5. As tubulações de redes são posicionadas dentro da placa, em sentidos horizontal e vertical, como se pode notar na Figura 6.

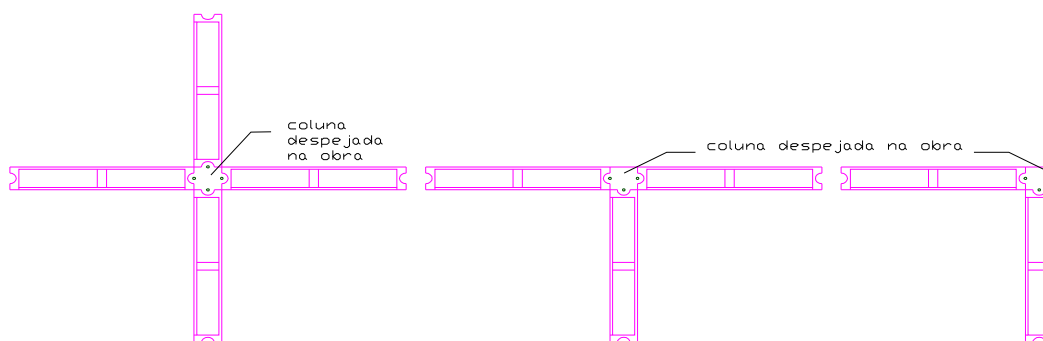


Figura 5 - Conexões de painéis em esquinas e paredes intermédias para a primeira alternativa de sistema construtivo.

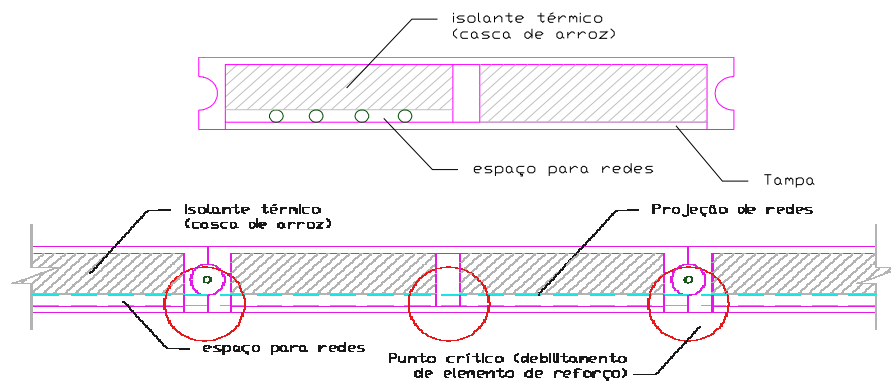


Figura 6 - Posicionamento das tubulações de redes na vertical (acima) e horizontal (embaixo) para a primeira alternativa de sistema construtivo.

Essa alternativa de sistema construtivo, a princípio, é a que requer menor volume de material, aproximadamente $0,1149 \text{ m}^3$ de argamassa armada; no entanto, parece ter a desvantagem da forma de conexão, diminuindo sua praticidade ao requerer o preenchimento adequado dos furos, de relativamente pequeno diâmetro, e dos pilares. Ademais, as formas para as colunas são estruturas adicionais que aumentam custos e tempo de execução, podendo também prejudicar o avanço de outros trabalhos.

Outra limitação desse sistema parece estar associada à distribuição de tubulações de redes no sentido horizontal dentro das placas, podendo afetar a resistência delas, por atravessar seus elementos verticais de reforço.

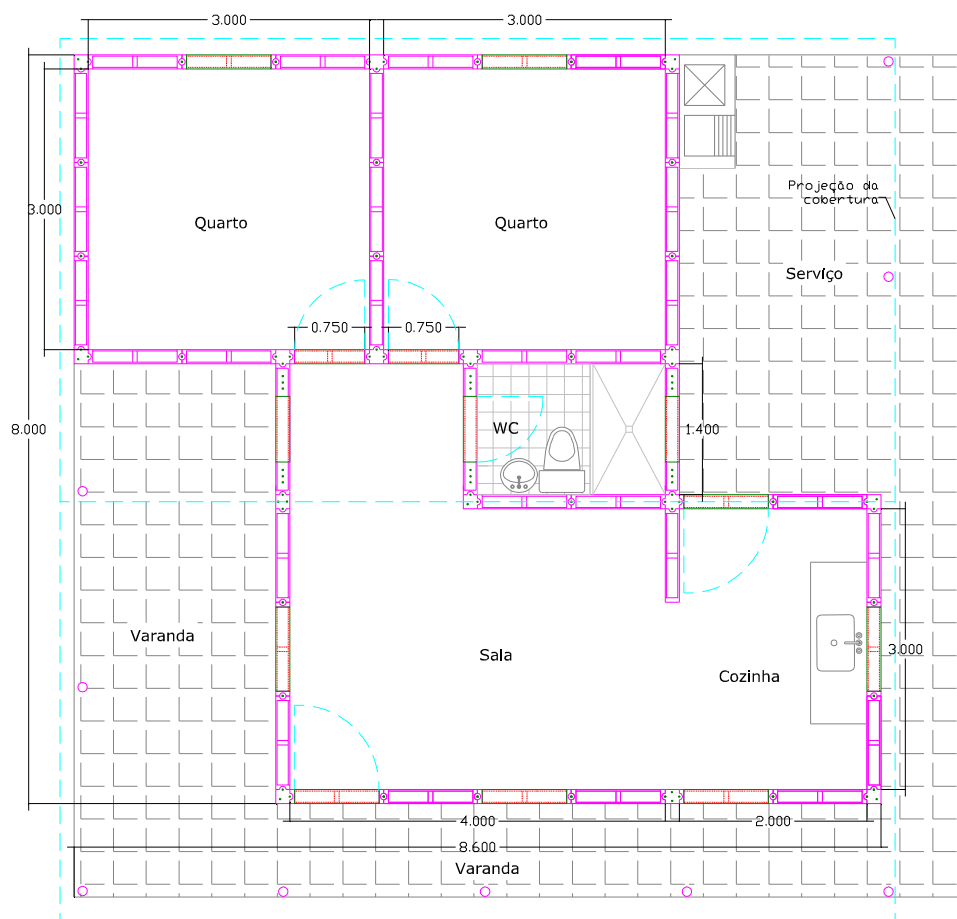


Figura 7 - Planta baixa da residência com painéis para a primeira alternativa de sistema construtivo.

3.2.2. Segunda alternativa de sistema construtivo

A segunda alternativa consiste de um painel simples, como se pode observar nas Figuras 8 e 9. Os painéis contínuos têm uniões praticamente inexistentes (Figura 10) e são conectadas pela viga de fundação e pelas cintas da parte superior. O processo construtivo também requer colunas para formar esquinas e paredes intermédias (Figura 11).

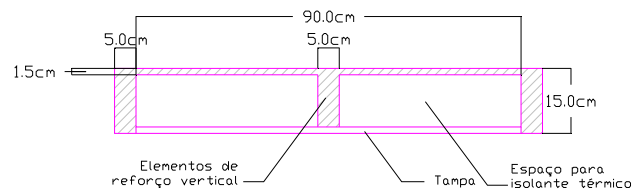


Figura 8 - Corte transversal de um painel típico da segunda alternativa para o sistema construtivo.

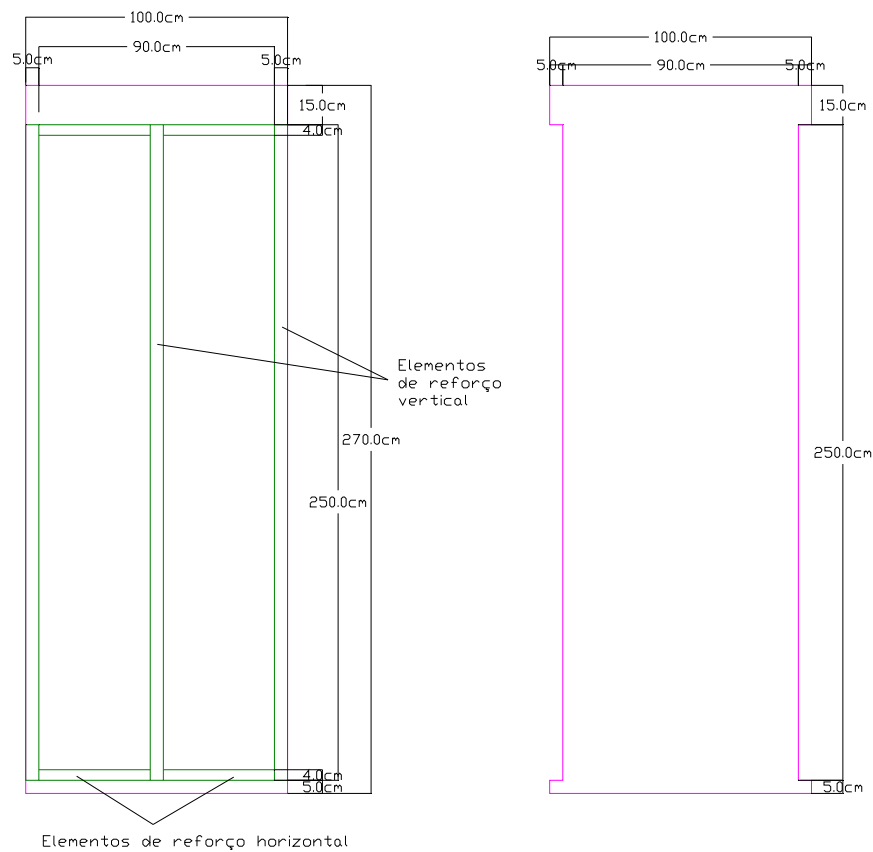


Figura 9 - Vista frontal de um painel aberto (esquerda) e da respectiva tampa (direita) da segunda alternativa para o sistema construtivo.

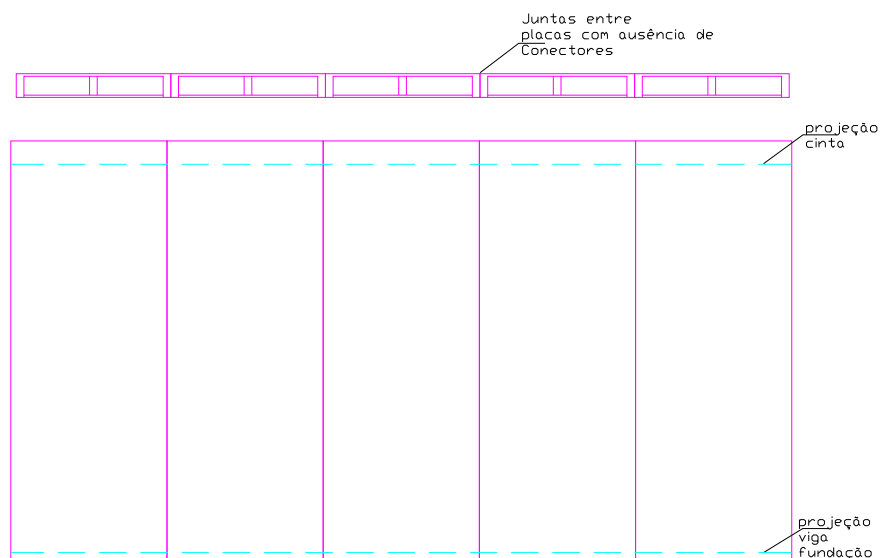


Figura 10 - Conexão dos painéis referente à segunda alternativa de sistema construtivo.

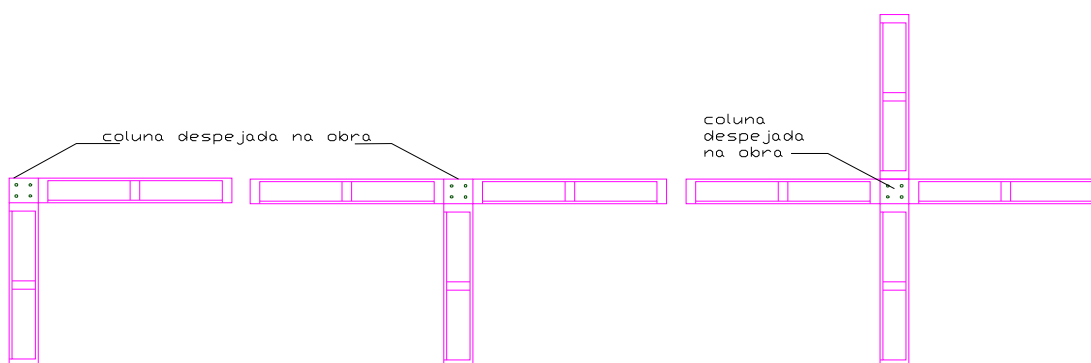


Figura 11 - Conexões de painéis em esquinas e paredes intermédias para a segunda alternativa de sistema construtivo.

A Figura 12 apresenta adaptações dos painéis para acomodar portas e basculantes, com reforços adicionais para suportar a laje que terá sobre o reservatório de água e o banheiro.

Esses tipos de painéis ocorrerão também para as outras duas alternativas de sistema construtivo, considerando a forma de cada um.

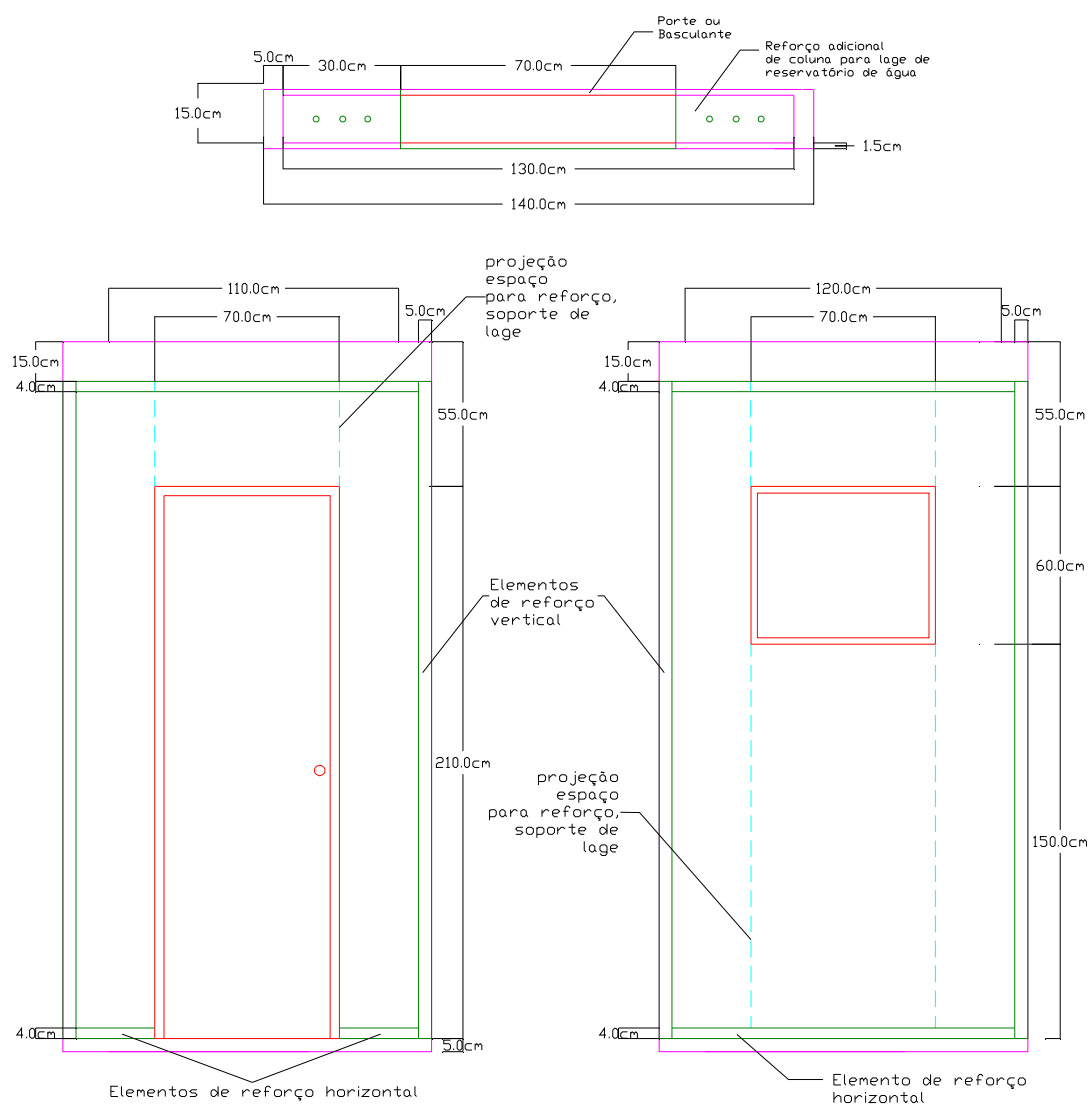


Figura 12 - Corte transversal de um painel com adaptação para porta e basculante do banheiro (acima) e vistas frontais dos respectivos painéis correspondente à segunda alternativa do sistema construtivo.

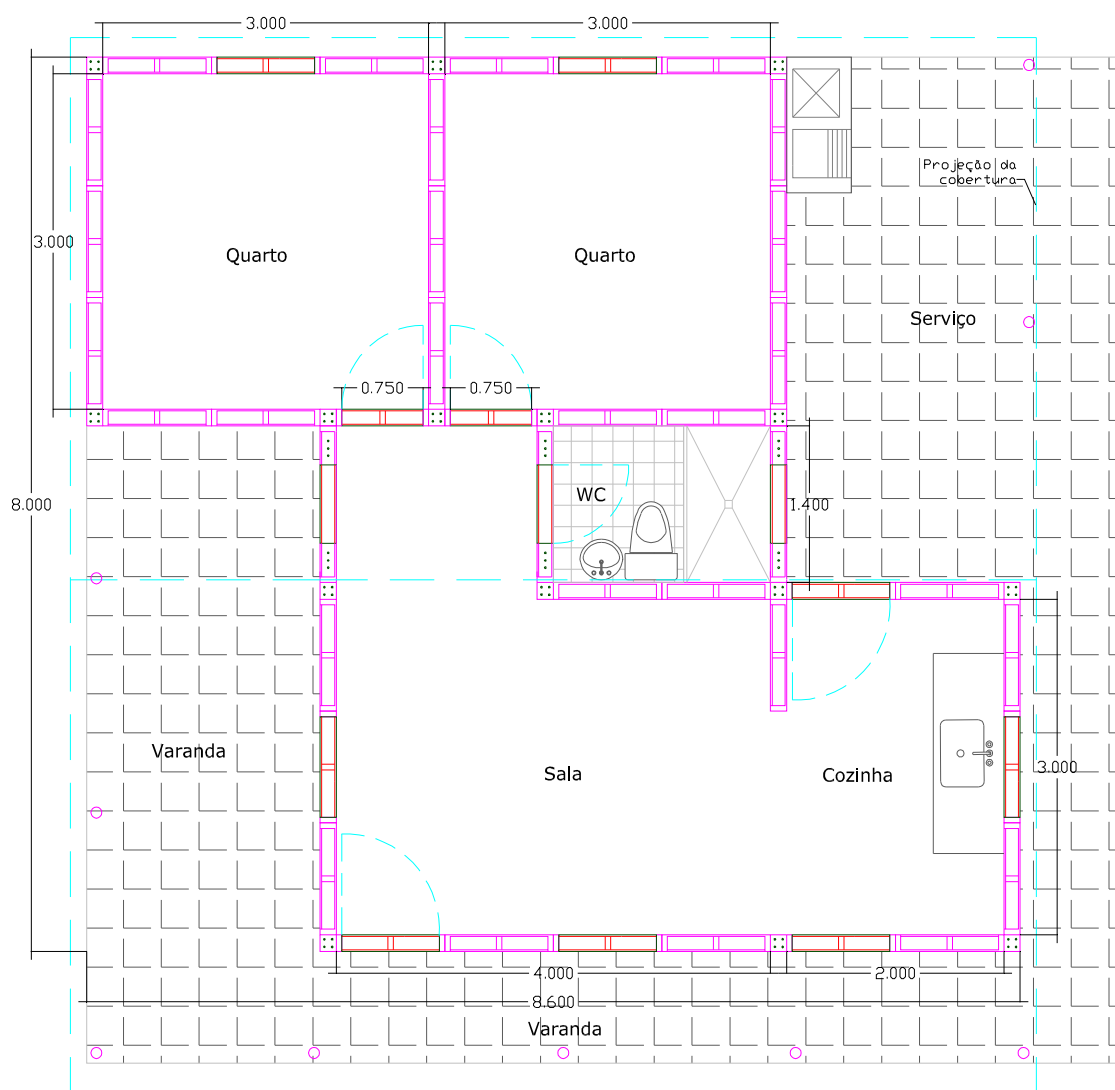


Figura 13 - Planta baixa da residência com painéis para a segunda alternativa de sistema construtivo.

Uma análise detalhada dessa alternativa de sistema construtivo permite inferir que, como na primeira alternativa, os inconvenientes são basicamente os mesmos, com exceção na forma de conexão entre painéis que é praticamente inexistente. Além disso, a ausência de uma conexão mais forte entre os painéis com fundações e cintas pode gerar maior fragilidade desse tipo estrutural. Essa alternativa requer aproximadamente $0,1342 \text{ m}^3$ de argamassa armada para sua construção.

3.2.3. Terceira alternativa de sistema construtivo

Para essa alternativa será considerada um tipo de conexão por meio de “dentes” e parafusos, que é um sistema tipo macho-fêmea, nos extremos dos painéis (Figuras 14 e 15).

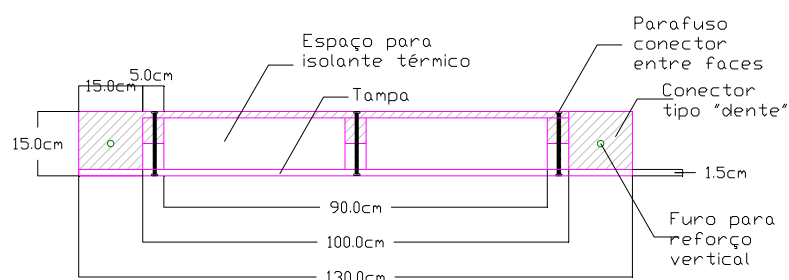


Figura 14 - Corte transversal de um painel típico da terceira alternativa para o sistema construtivo.

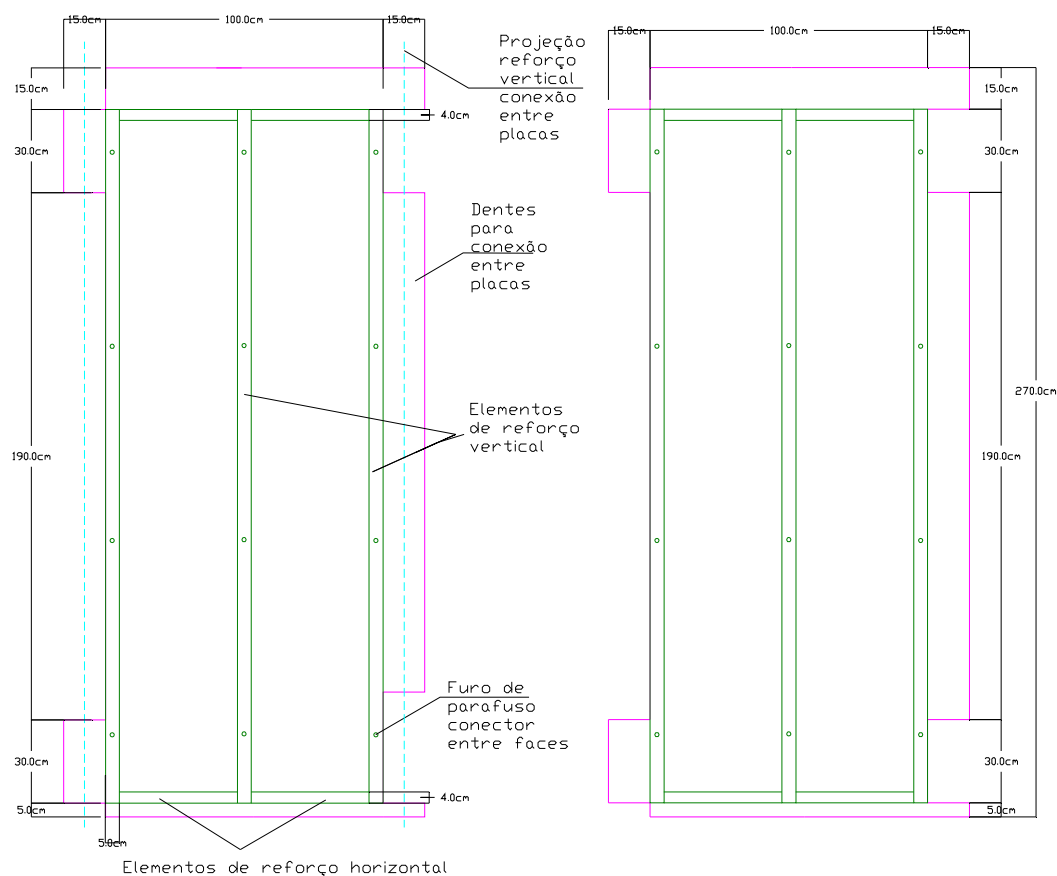


Figura 15 - Vista frontal de um painel aberto (esquerda) e da respectiva tampa (direita) da terceira alternativa para o sistema construtivo.

A função dos parafusos é unir as tampas do painel para facilitar o manuseio durante o transporte e instalação. As marcas dos parafusos são cobertas ao final com argamassa.

Os “dentes” são furados no sentido vertical, durante a fabricação do painel. No momento da montagem, quando um painel é fixado ao seguinte, uma barra de aço atravessa esse furo, conectando a fundação com a cinta da parte superior (Figura 16). Dessa forma, a conexão entre painéis tipo “dentes” funcionam como pilares.

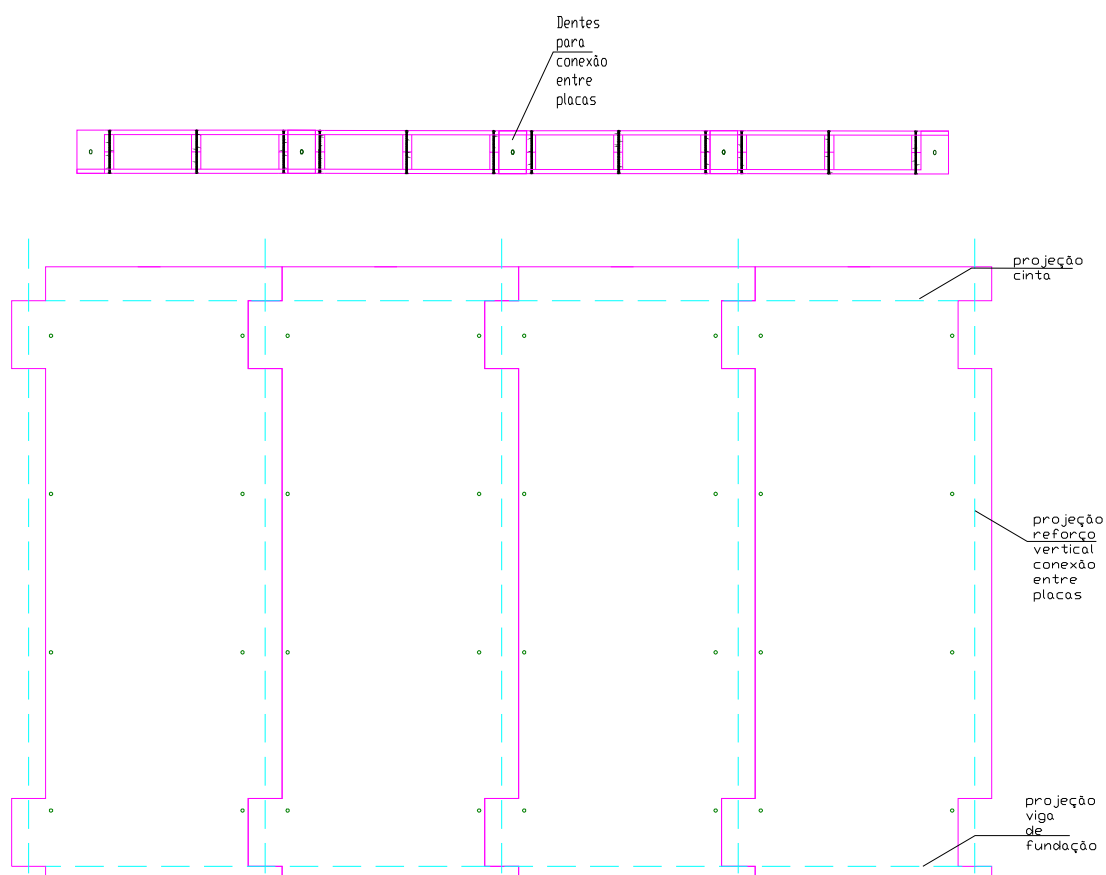


Figura 16 - Conexão dos painéis referente à terceira alternativa de sistema construtivo.

A Figura 17 exibe conexões entre painéis contínuos, inclusive com formação de esquinas, facilitado pela geometria desses.

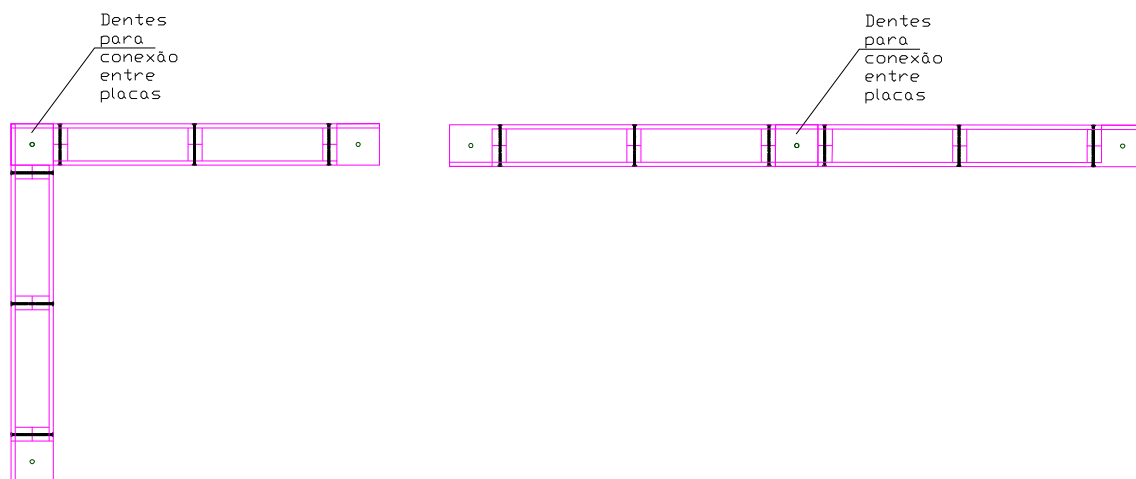


Figura 17 - Conexões de painéis em esquinas e paredes lineares para a terceira alternativa de sistema construtivo.

Na Figura 18, observa-se a conexão de painéis no caso de paredes intermédias.

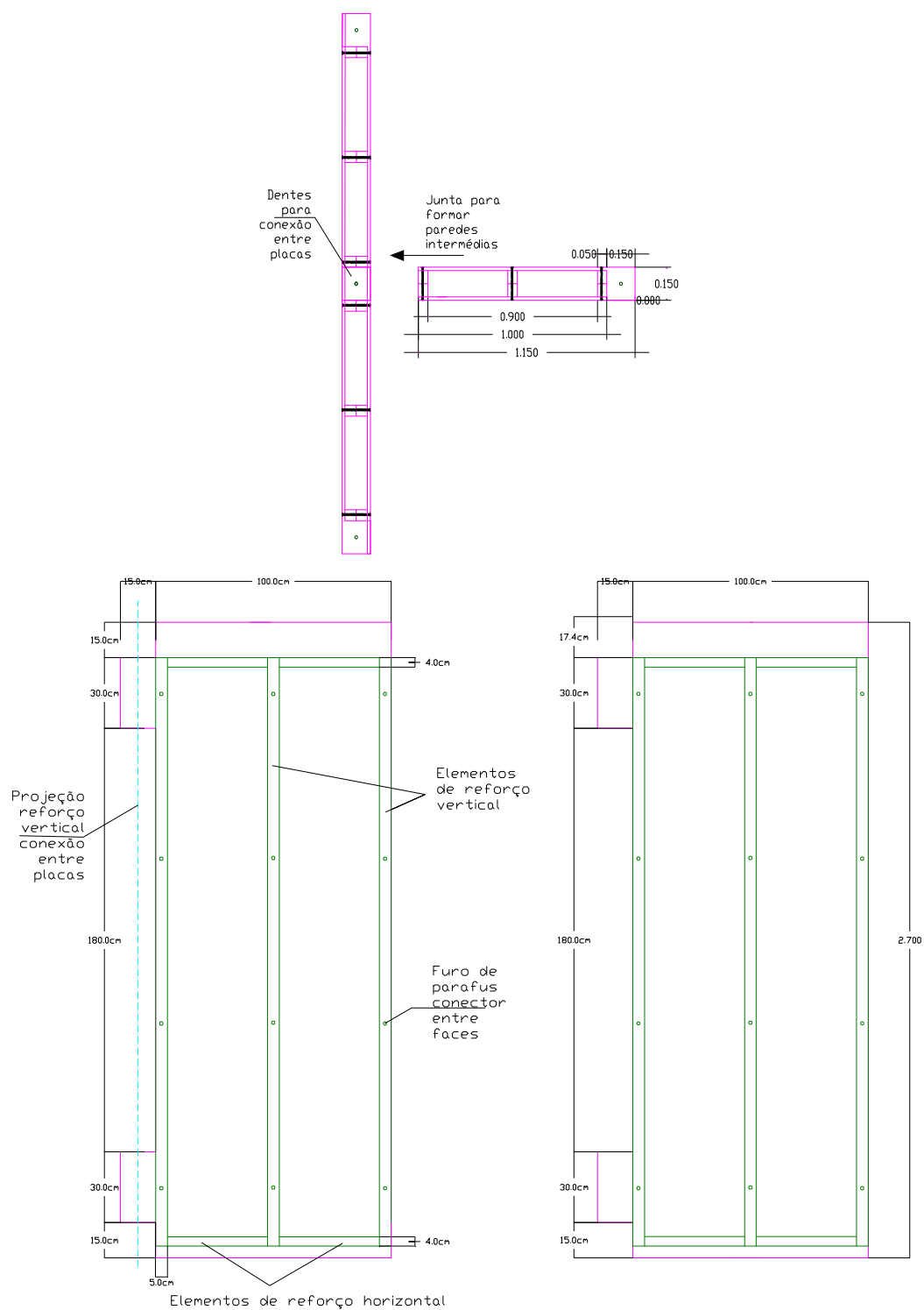


Figura 18 - Conexões de painéis para formar paredes intermediárias (acima) e vista frontal interior de um painel com respectiva tampa (abaixo) para a terceira alternativa de sistema construtivo.

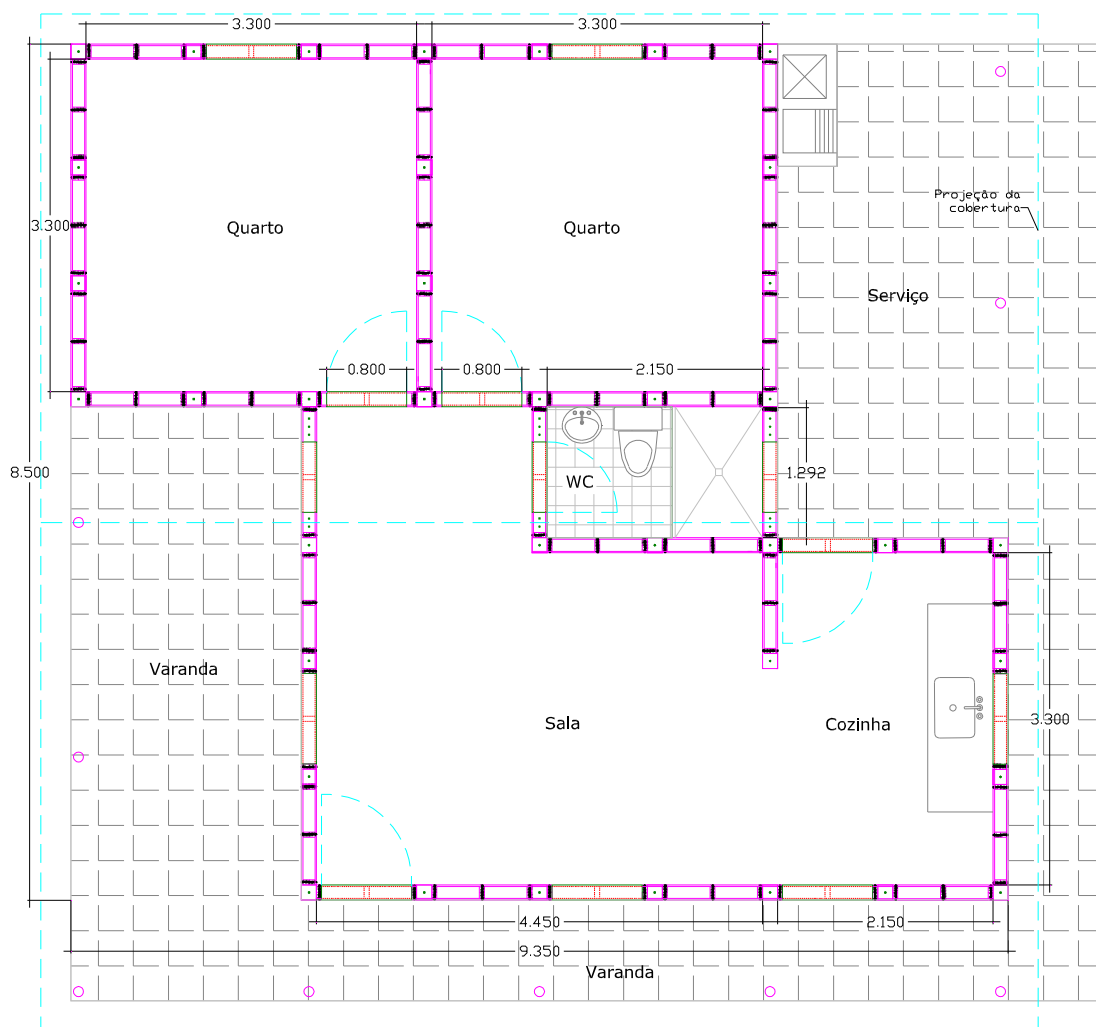


Figura 19 - Planta baixa de residência com painéis correspondentes à terceira alternativa para o sistema construtivo.

Nessa alternativa de sistema construtivo, observa-se que esse sistema somente permite conexões de painéis em paredes contínuas ou em esquinas. Torna-se necessário ter um modelo especial de painel para gerar paredes intermediárias, contendo um lado liso para conectar as paredes interiores à parede externa. A parede interna seria fixada à externa unicamente por meio da fundação e cinta superior (Figuras 20 e 21).

A seguir, serão apresentados os detalhes de fundações e cintas, que são comuns para todas as alternativas.

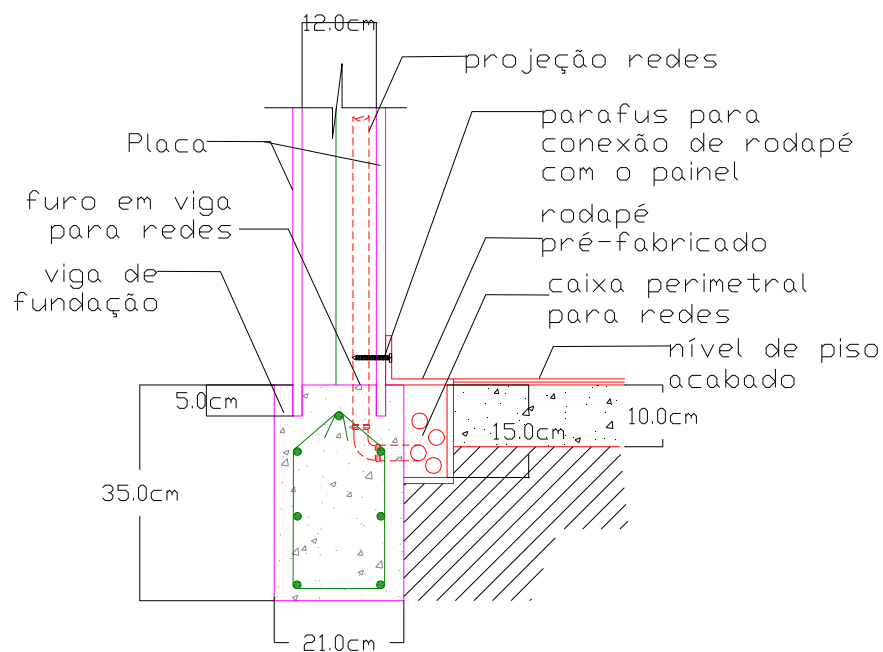


Figura 20 - Detalhe de viga de fundação, comum para todas as alternativas.

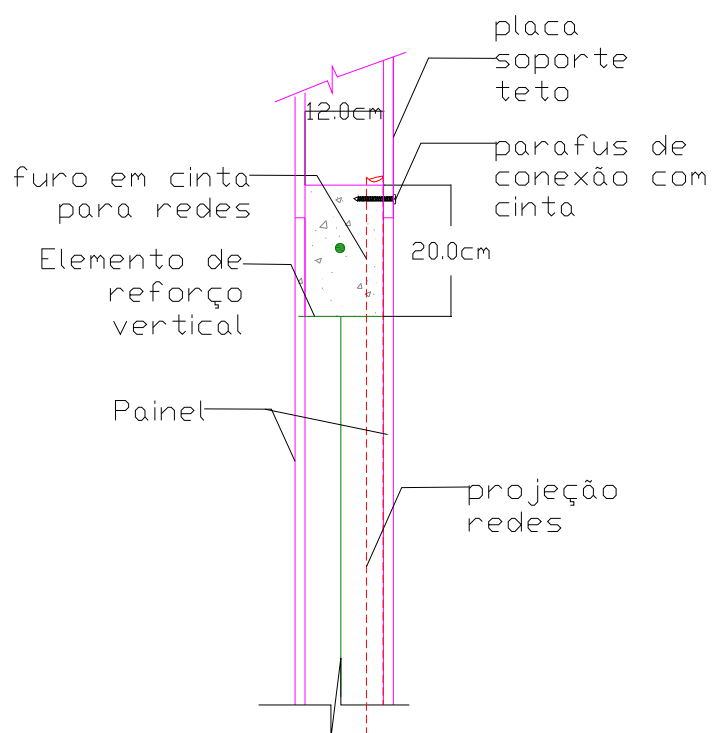


Figura 21 - Detalhe de cinta, comum para todas as alternativas.

Embora o sistema seja aparentemente mais estável e prático, há desvantagem como a que os “dentes” conectores aumentam relativamente o volume de argamassa armada requerido, ficando com $0,1904 \text{ m}^3$ do material, aumentando conseqüentemente o peso de cada painel, o que dificulta o manuseio de forma manual. Esse fato obriga a uma montagem em duas etapas, primeiro montando a face nervurada do painel e posteriormente procedendo à colocação e fixação da tampa, por meio de parafusos, como se pode observar na Figura 15.

O transporte dos painéis abertos pode ser bastante vulnerável a quebras.

3.3. Propriedades mecânicas das três alternativas de sistema construtivo

As propriedades mecânicas das três alternativas do sistema construtivo foram satisfatórias, considerando a resistência última e o deslocamento máximo.

Segundo a Unidad de Apoyo Técnico para el Saneamiento Básico del Área Rural – UNATSABAR (2003), no *design* de estruturas de argamassa armada, o modelo de *design* por resistência última para compressão, considera $0,85 f_c$ como a resistência nominal das seções de argamassa armada submetidas à compressão axial; ou seja, que se $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, segundo o capítulo C da NSR (2010b), que equivale a $20.580.000 \text{ N/m}^2$, então a resistência última da argamassa armada submetida à compressão axial equivale a $17.493.000 \text{ N/m}^2$.

No entanto, o deslocamento máximo de uma estrutura de concreto aplicando-se à argamassa armada, não pode ser superior a 1,0% de sua altura, conforme indicado pelo capítulo A da NSR (2010a), como se pode apreciar na Tabela 6. Para o caso da pesquisa, com uma altura de 2.700 mm para cada alternativa de sistema construtivo, o deslocamento máximo equivale a 27 mm.

Tabela 6 - Deslocamentos máximos como percentagem de h_{pi}

Estruturas	Deslocamento máximo
Concreto reforçado, metálicas, de madeira, e de alvenaria que cumprem os requisitos de A.6.4.2.2	1,0% ($\Delta_{max}^i \leq 0,010 h_{pi}$)
De alvenaria que cumprem os requisitos de A.6.4.2.3	0,5% ($\Delta_{max}^i \leq 0,005 h_{pi}$)

Fonte: Capítulo A da NSR (2010a).

Na Figura 22, observam-se as regiões de maior esforço em cada painel, de acordo com o critério de Von Mises e seus valores em N/m^2 .

As partes inferiores dos painéis apresentaram a maior tensão, concentrando os esforços verticais e horizontais combinados.

Pode-se observar que os valores de esforço máximo de cada alternativa do sistema construtivo são muito menores do valor referenciado para resistência última da argamassa armada, com 7,38% dele na primeira alternativa; 8,7%, na segunda; e 6,92%, na terceira.

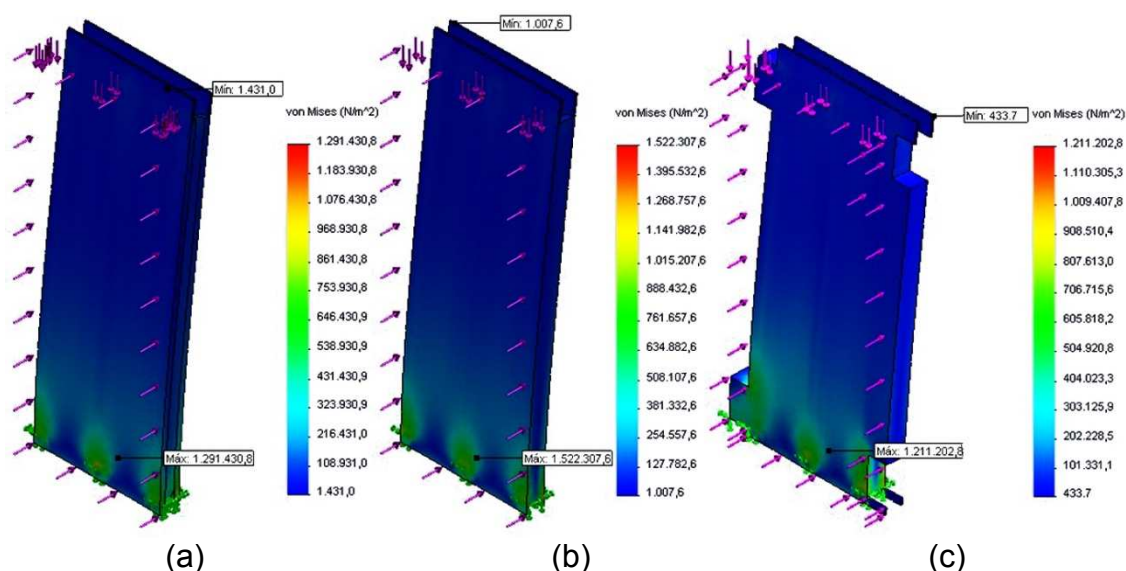


Figura 22 - Resistência última do sistema construtivo: (a) primeira alternativa; (b) segunda alternativa; e (c) terceira alternativa.

A Figura 23 apresenta as regiões de deslocamento máximo de cada painel em razão das cargas combinadas produzidas pelo vento e pela estrutura. Os valores do deslocamento foram representados em milímetros.

O vermelho representa a região mais crítica, sendo para esse caso a parte superior dos painéis, já que a parte inferior foi fixada à viga de fundação.

Esses valores encontram-se abaixo do estabelecido pelo capítulo A da NSR (2010a), com apenas 6,7% do valor limite na primeira alternativa, 8,8% na segunda; e 6,5%, na terceira.

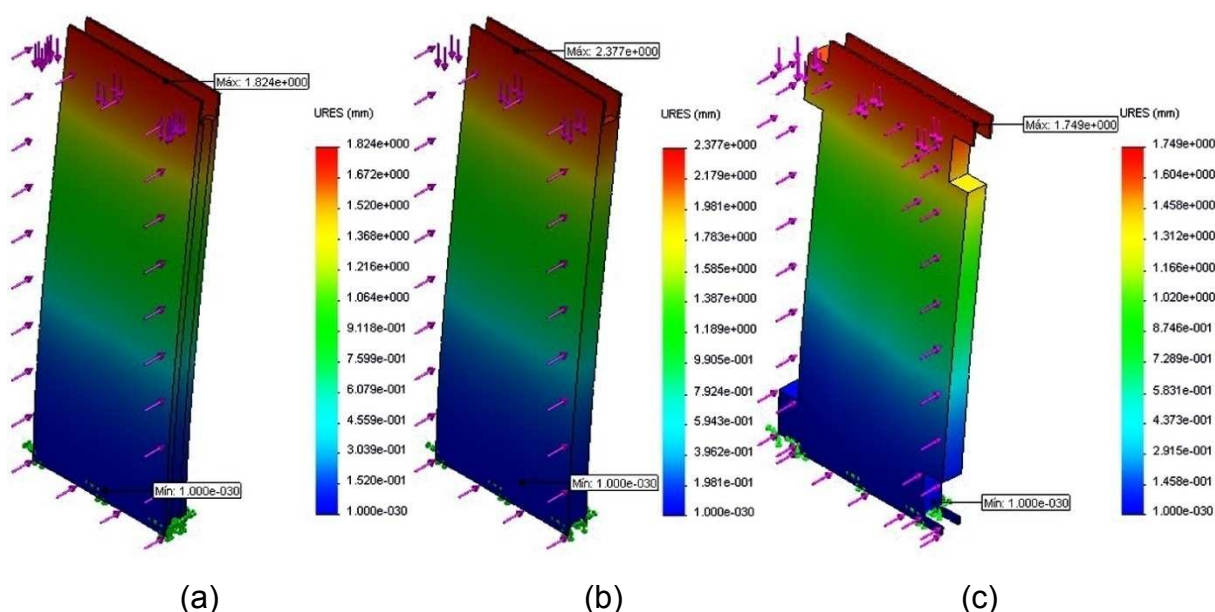


Figura 23 - Deslocamento máximo do sistema construtivo: (a) primeira alternativa; (b) segunda alternativa; e (c) terceira alternativa.

De acordo com os resultados da simulação, todas as alternativas para o sistema construtivo são viáveis mecanicamente, o que sugere que para definir o sistema construtivo é necessário considerar critérios relacionados com praticidade na construção da casa, assim como aqueles relacionados com os custos.

3.4. Definição da proposta final para o sistema construtivo

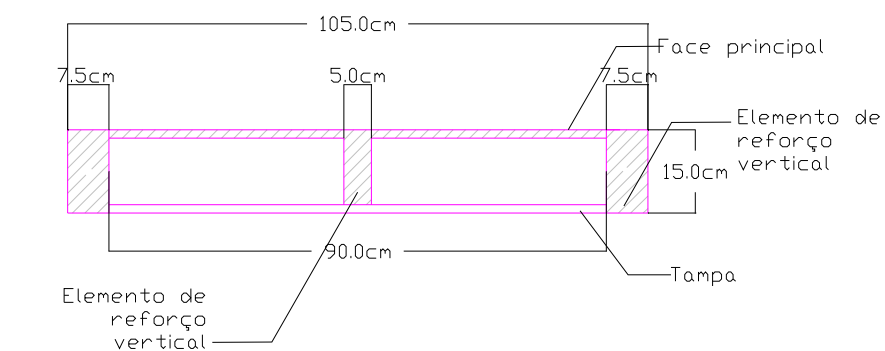
Levando em consideração as vantagens de cada alternativa do sistema construtivo, optou-se por empregar tanto a segunda quanto a terceira alternativa para a definição desse.

Embora a primeira alternativa do sistema construtivo apresente menor volume de argamassa armada do que as demais, e consequentemente menor custo na sua produção, essa é pouco prática nas conexões entre painéis, o que sugere aumento no custo da obra.

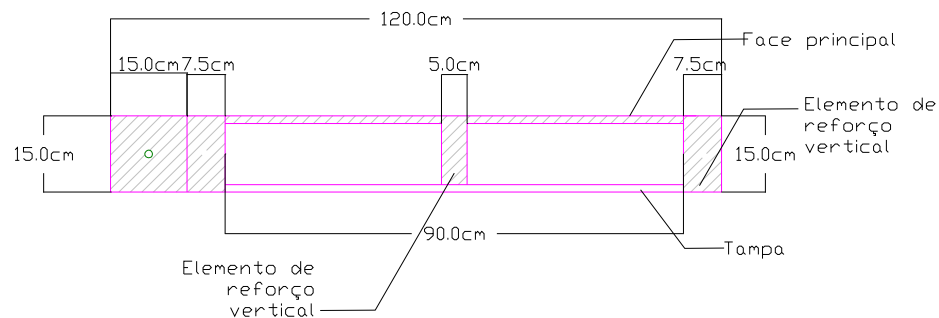
Entretanto, considerando que a segunda e a terceira alternativa podem funcionar juntas, aproveitou-se a vantagem da segunda, que facilita a pré-fabricação e a montagem, sendo ideal para paredes contínuas e, segundo os resultados da simulação, não apresenta instabilidade ou fragilidade com relação à sua conexão com as fundações. A terceira alternativa pode complementar a segunda, já que em razão de seus conectores tipo “dentes”, é especial para a conformação das esquinas, o que evita a construção de pilares na obra e reforça estruturalmente os pontos críticos da casa.

Porém, a combinação dos dois tipos de painel exige pequenas modificações nos desenhos originais.

Os painéis de ambas as alternativas para o sistema construtivo, que agora serão chamados de painéis simples e tipo “dentes”, respectivamente, tiveram um aumento na largura dos elementos de reforço vertical, localizados nos extremos de 0,05 m para 0,075 m, conforme a Figura 24. Isto deve ser feito para evitar conflito entre esses e a largura das paredes no momento da conformação dos fechamentos da casa e de fechar o sistema. Como se pode observar na Figura 25, a união desses elementos funciona como pontos receptores e transmissores de cargas para as fundações.



(a)



(b)

Figura 24 - Cortes transversais dos dois tipos de painéis principais do sistema construtivo definitivo: (a) painel simples; e (b) painel tipo “dentes”.

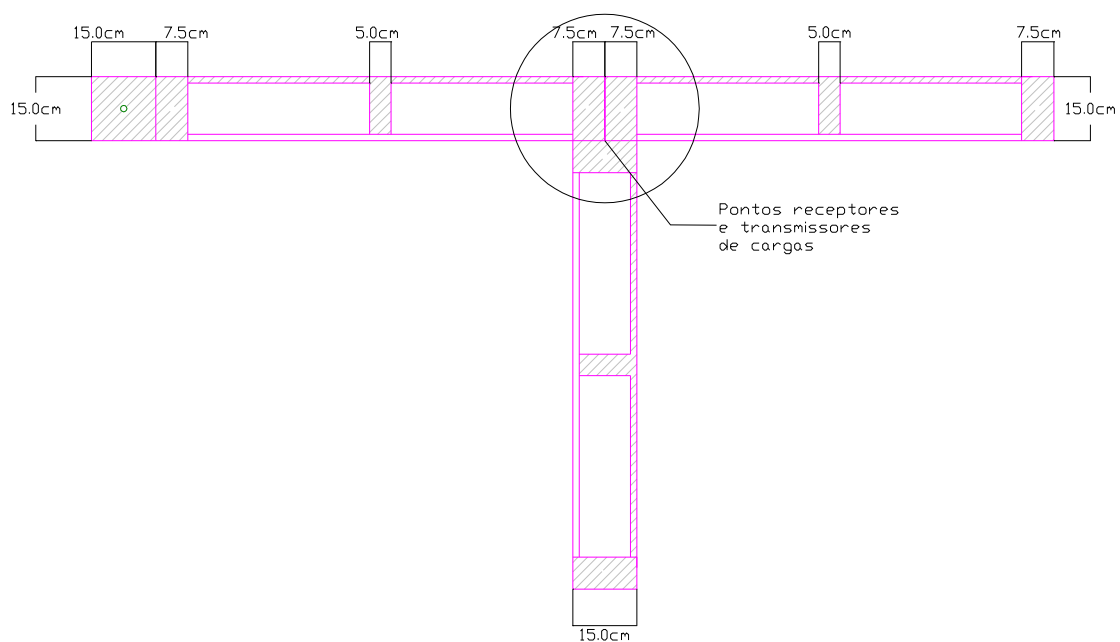


Figura 25 - Conexões de painéis com paredes intermédias do sistema construtivo definitivo.

Para a união de ambos os tipos de painéis, foi considerada a variação do painel da terceira alternativa, apresentada na Figura 18, que estava destinada para gerar paredes intermédias.

É necessário considerar que na fabricação das formas das peças do sistema construtivo devem ser ajustadas as dimensões para possibilitar o encaixe de umas com outras.

Nas Figuras 24 e 25, notam-se as áreas hachuras, que representam a parte principal dos painéis, ou seja, aquela que tem conexão direta com os elementos de reforço vertical e a parte secundária ou tampa.

Com o objetivo de minimizar o tempo de montagem dos painéis na obra, assim como de evitar danos durante o transporte, optou-se por descartar a ideia de instalar os painéis em duas partes. Foi proposto tratar esses painéis como unidades monolíticas, confeccionando primeiro a parte principal, durante a pré-fabricação, e, em seguida, a tampa.

Com as modificações propostas, o volume de material para a pré-fabricação dos painéis também mudou. O painel simples passou a requerer $0,1533\text{m}^3$ de argamassa armada, o que equivale a um peso de 383 kg aproximadamente, enquanto o tipo “dentes” diminuiu para $0,1814\text{ m}^3$ de material, o equivalente a 453 kg, aproximadamente.

Considerando o peso dos painéis, recomenda-se fazer a montagem com utilização de maquinaria, já que todas as peças são pré-fabricadas e a proposta encaminhada a projetos em escala relativamente grande, a mão de obra e os tempos de execução seriam mínimos, trazendo benefícios econômicos.

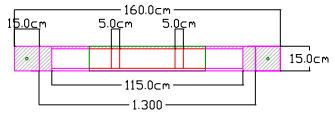
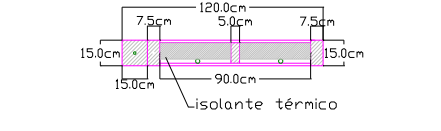
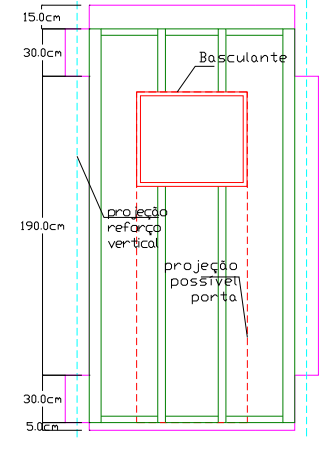
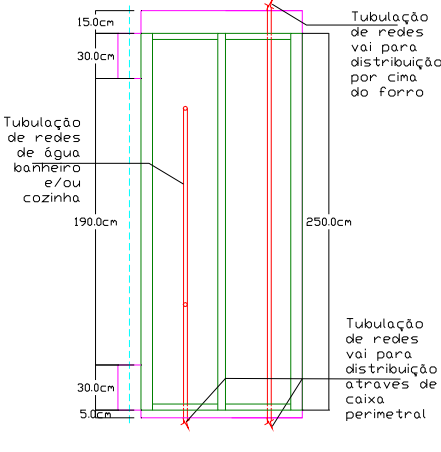
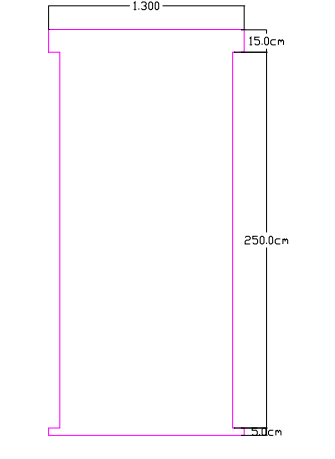
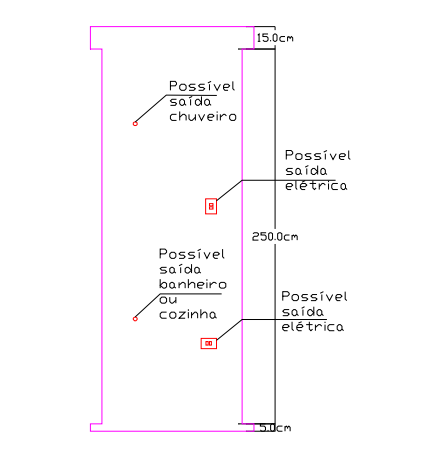
Os desenhos da proposta final para o sistema construtivo são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Desenhos da proposta final para o sistema construtivo

NOME DESENHO	PAINEL SIMPLES	PAINEL TIPO “DENTES” A	PAINEL TIPO “DENTES” B
Corte transversal			
Vista frontal de um painel aberto			
NOME DESENHO	PAINEL SIMPLES PORTAS QUARTOS	PAINEL SIMPLES JANELAS	PAINEL TIPO “DENTES” PORTAS ACESSO
Corte transversal			
Vista frontal de um painel aberto			

Continua...

Tabela 7, Cont.

NOME DESENHO	PAINEL BANHEIRO	PAINEL REDES
Corte transversal		
Vista frontal de um painel aberto		
Vista frontal da tampa de um painel		

Na Figura 26, estão representados os diversos tipos de painéis que suportam a cobertura da residência de agrovila (Tabela 8), identificados por número.

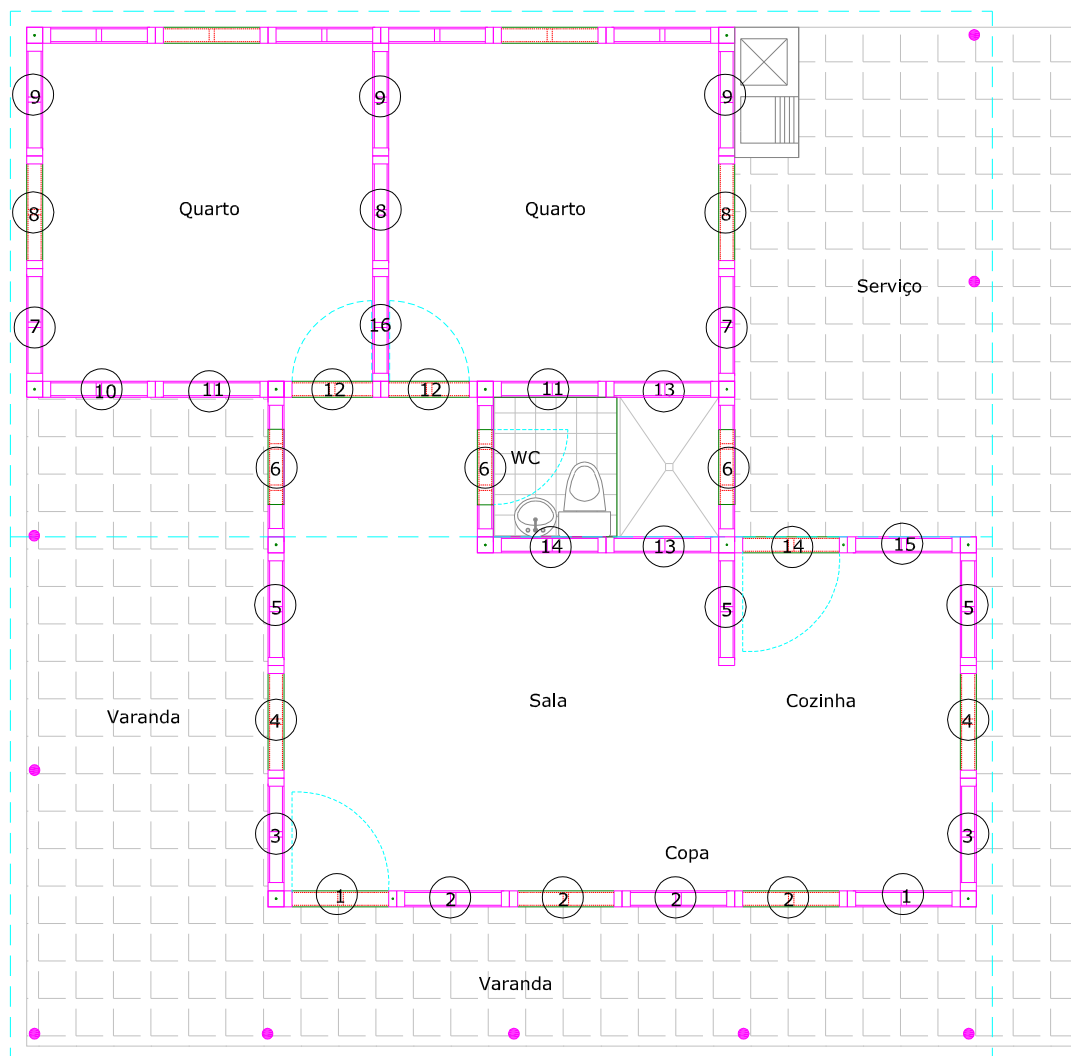
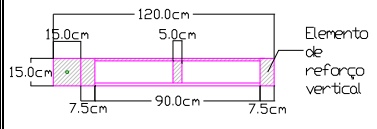
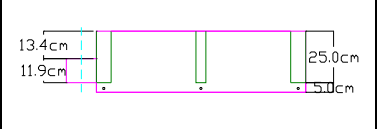
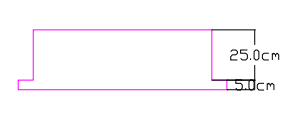
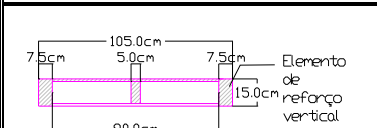
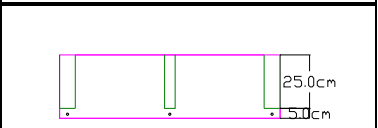
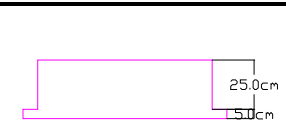
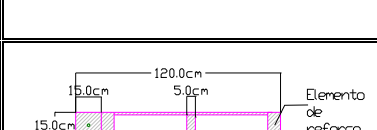
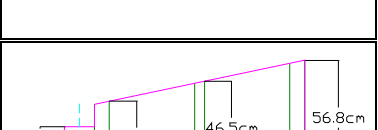
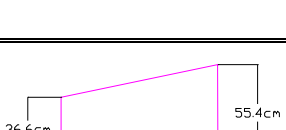
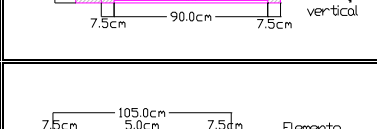
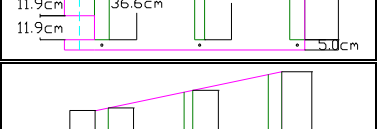
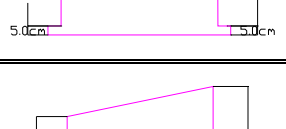
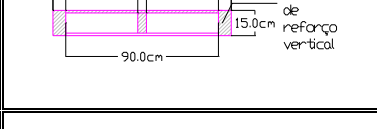
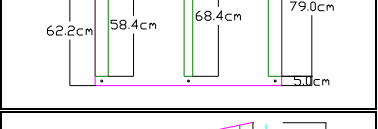
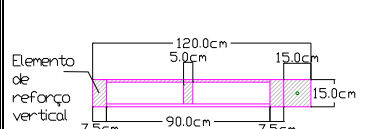
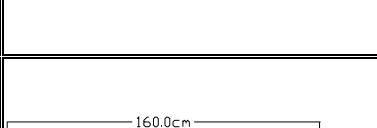
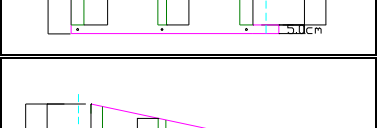
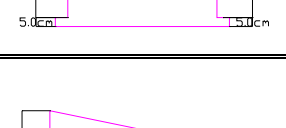
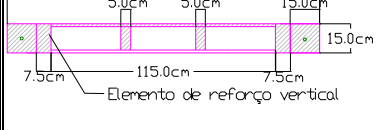
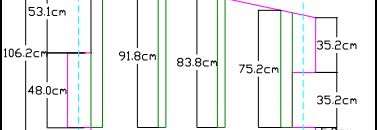


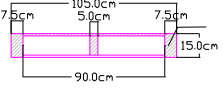
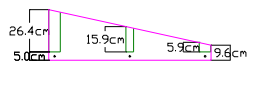
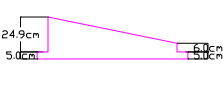
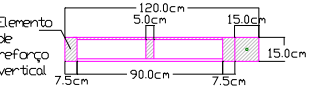
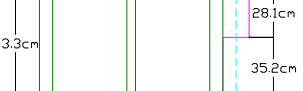
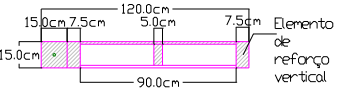
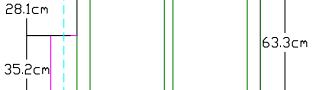
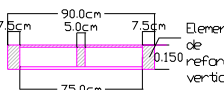
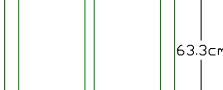
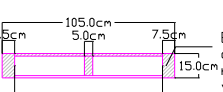
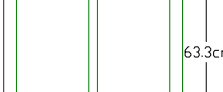
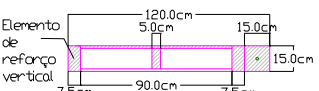
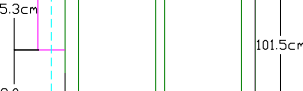
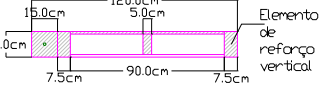
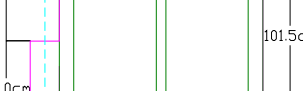
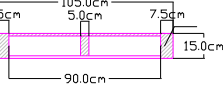
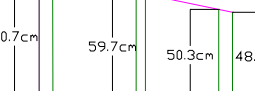
Figura 26 - Localização dos painéis que suportam a cobertura na residência.

Tabela 8 - Desenhos dos painéis que suportam a cobertura

LOCALIZAÇÃO	DESENHO		
	CORTE TRANSVERSAL	VISTA FRONTAL DE UM PAINEL ABERTO	TAMPA
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Continua...

Tabela 8, Cont.

LOCALIZAÇÃO	DESENHO		
	CORTE TRANSVERSAL	VISTA FRONTAL DE UM PAINEL ABERTO	TAMPA
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			

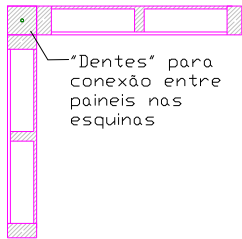
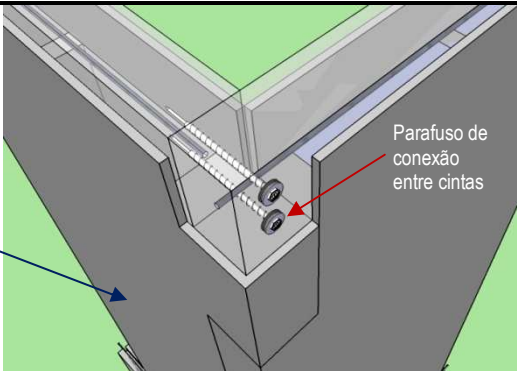
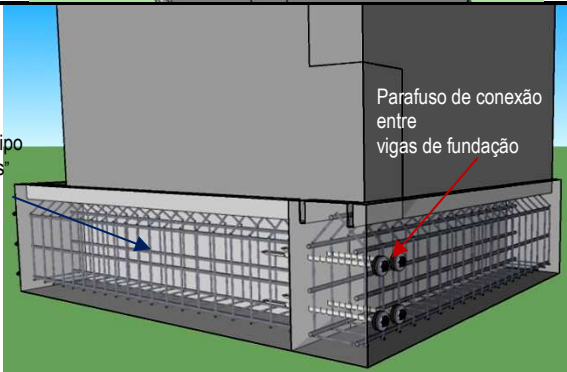
A Tabela 9 apresenta outros detalhes da proposta final do sistema construtivo.

Tabela 9 - Outros detalhes da proposta final do sistema construtivo

NOME	DETALHE
Detalhe de cintas combinadas com redes	
Detalhe de vigas de fundação combinadas com redes	
Conexão dos painéis referente para paredes contínuas	

Continua...

Tabela 9, Cont.

NOME	DETALHE
Conexões de painéis em esquinas	 "Dentes" para conexão entre painéis nas esquinas
Detalhe de amarre entre cintas	 Painel tipo "dentes" Parafuso de conexão entre cintas
Detalhe de amarre entre vigas de fundação	 Painel tipo "dentes" Parafuso de conexão entre vigas de fundação

3.5. Propriedades térmicas do sistema construtivo

Na Tabela 10, são apresentados os resultados do cálculo dos valores de condutividade e resistência térmica para os painéis dos sistemas construtivos considerados em revisão, comparados com a condutividade térmica dos painéis analisados na fase teórica com o uso de casca de arroz no seu interior, como material isolante sugerido ou simplesmente ar (Estudo 1 e Estudo 2, respectivamente).

Tabela 10 - Condutividade e resistência térmica para painéis tipo sanduíche

Sistema	Material isolante	$kT/\Delta X$ (W/m°C)	$RT = \Delta X/kA$ (°C/W)
Machado	Poliuretano	0,763	1,311
Walltech	Ar	0,502	1,992
Bio Bio	Poliestireno expandido	0,340	2,944
Estudo 1	Casca de arroz	0,295	3,385
Estudo 2	Ar	0,216	4,625

De acordo com os dados da Tabela 10, os painéis de argamassa armada contendo casca de arroz no seu interior ou contendo apenas ar, Estudo 1 e Estudo 2, respectivamente, têm menores valores de condutividade térmica e por conseguinte apresentam maior resistência térmica e isolamento térmico, quando comparados com os sistemas considerados na revisão deste trabalho.

O fato mencionado se deve às diferentes espessuras dos materiais considerados em cada caso e suas propriedades térmicas.

Confrontando os resultados dos estudos 1 e 2, observa-se que o estudo com câmara de ar teve menor valor de condutividade térmica e maior valor de resistência térmica do que a casca de arroz. Contudo, considerando o seu alto valor como isolante térmico, em regiões onde a casca de arroz possa constituir problema ambiental, mesmo com ligeira perda, preconiza-se que o seu emprego pode ser alternativa viável.

4. CONCLUSÕES

As alternativas do sistema construtivo estudadas tiveram bons resultados de resistência última e deslocamento máximo, quando comparados com os valores de referência. A primeira alternativa foi a que possibilitou o menor peso, mas, segundo o critério de praticidade, optou-se por uma proposta final englobando a segunda e a terceira alternativa como complementares.

Considerando as espessuras dos materiais dos painéis do sistema construtivo, em conjunto com casca de arroz ou câmara de ar, quando avaliando resistência térmica e capacidade isolante, esses painéis foram mais

eficientes quando comparados com os dos casos estudados. A casca de arroz como isolante sugerido, foi menos eficiente do que a câmara de ar, porém sua utilização pode ser viável em lugares com alta produção desse material, onde representa problema ambiental.

Grande parte do peso dos painéis deve-se aos elementos de reforço vertical. Considerando que o painel tem uma espessura de 150 mm e ainda que os resultados de resistência e deformação foram amplamente satisfatórios, é factível sugerir diminuição na espessura total dos painéis para diminuir seu peso; porém, é necessário levar em consideração a condutividade e resistência térmica desses.

Com a maior parte de componentes pré-fabricados no sistema construtivo definitivo, pode-se prever uma obra de baixo custo, por seu alto nível de industrialização, pouca necessidade de mão de obra na montagem, assim como de estruturas auxiliares, e pouco tempo de execução.

5. REFERÊNCIAS

ARIF, M. PANKAJ; SURENDRA, K.K. Mechanical behaviour of ferrocement composites: an experimental Investigation. **Cement & Concrete Composites**, Amsterdam, n. 21, p. 301-312, 1999.

BARRIENTOS, C.A. **Diseño en ferrocemento de un edificio destinado a vivienda social**. 2004. 110 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidad Austral de Chile, Valdivia, Provincia de Valdivia.

BEDOYA, D.R.; ÁLVAREZ, D.B. Comportamiento de viviendas de ferrocemento bajo cargas cíclicas. **Revista de Ingenierías Universidad de Medellín**, Medellín, v. 8, n. 15, p. 37-46, 2009.

BEZERRA, I.M.T. **Cinza da casca do arroz utilizada em argamassas de assentamento e revestimento**. 2010. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB.

CADENA, C.G.; SILVEIRA, A.J.B. Estudio de la variación en la conductividad térmica de la cascarilla de arroz aglomerada con fibras vegetales. **Ingeniería & Desarrollo**, Barranquilla, n. 12, p. 1-9, 2002.

CEMENTOS BIO BIO. **Ferrocemento, viviendas industrializadas definitivas en hormigón**: manual. Santiago de Chile, 2010. 69 p.

CERVERA, M.; BLANCO, E. **Mecánica de estructuras**. Libro 1. Resistencia de Materiales. Barcelona, 2003. 318 p.

COMISION ASESORA PERMANENTE PARA EL REGIMEN DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES – NSR. **Reglamento colombiano de construcción sismo resistente**. Bogotá, 2010a. 410 p. (NSR-10, Capítulo A).

COMISION ASESORA PERMANENTE PARA EL REGIMEN DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES – NSR. **Reglamento colombiano de construcción sismo resistente**. Bogotá, 2010b. 410 p. (NSR-10, Capítulo C).

FEITOSA, E.A.N. et al. **Panorama do potencial eólico no Brasil**. Brasília: ANEEL, 2003. 68 p.

GUIMARÃES, L.E.; TUBINO, R.M.C. Ambientação térmica de casas de madeira utilizando paredes externas duplas recheadas com argamassa contendo casca de arroz, resíduos de borracha (pneu) ou garrafa PET triturada. In: CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2004, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** São Paulo: Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável, 2004.

INCROPERA, F.P.; DE WITT, D.P. **Fundamentos de transferência de calor**. México: Prentice-Hall, 1999. 886 p.

MACHADO, E.F. **Casas populares pré-moldadas em argamassa armada**: procura de uma solução econômica e confortável. 1991. 192 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

MARTINEZ, R.G.; FERREIRA, H.C.; NOGUEIRA, M.C.J.A.; NOGUEIRA, J.S. Placa de argamassa composta com casca de arroz para painéis de fechamento vertical em habitações populares. In: SEMINÁRIO MATO-GROSSENSE DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL, 1, 2005, Cuiabá. **Anais eletrônicos...** Cuiabá: CEFETMT-UFMT, 2005.

MÉXICO. Walltech Internacional. **Sistema walltech**: manual técnico. México, 2003. 20 p.

MÉXICO. Walltech Internacional. **Sistema walltech**: resumen del proceso de cálculo de muros a base de paneles WALLTECH - manual sísmico. México, 2003. 12 p.

MONTEIRO, M.A.; CARDOSO, C.S.; CALEARO, D.S.; DIAS, C.A.O.; LOPEZ, F.Z. Comportamento do vento no Litoral Sul do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, 4, 2011, João Pessoa. **Anais Eletrônicos...** Florianópolis: Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Rural Sustentável, 2011.

NAVROSKI, M.C.; LIPPERT, D.B.; CAMARGO, L.; PEREIRA, M.O.; HASELEIN, C.R. Avaliação do isolamento térmico de três diferentes materiais usados na construção e preenchimento de paredes externas. **Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 1, n. 1, p. 41-51, 2010.

TRIGO, C.C. **Pré-fabricados em argamassa armada**: material, técnica e desenho de componentes desenvolvidos por Lelé. 2009. 162 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

UNIDAD DE APOYO TÉCNICO PARA EL SANEAMIENTO BÁSICO DEL ÁREA RURAL – UNATSABAR. **Especificaciones técnicas para el diseño de estructuras de ferrocemento**. Lima, 2003. 22 p.

CONCLUSÃO GERAL

A abordagem dos principais temas deste trabalho, do geral ao particular, foi determinante para o desenvolvimento desse de forma coerente. Nessa ordem, a avaliação das alternativas de agrovila, as quais surgiram de estudos de caso realizados com antecedência, deu lugar à definição da proposta. A partir dessa proposta, desenvolveu-se o estudo e a definição do projeto da residência, que, por sua vez, foi base para o processo de definição do sistema construtivo de argamassa armada, aplicando em ambos os processos a mesma metodologia da agrovila. O conjunto de resultados possibilitou uma proposta de residência pré-fabricada de argamassa armada como unidade básica de agrovila.