



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE CRATEÚS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

CARLOS HENRIQUE MENDES DE OLIVEIRA

CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA DE PROJETOS RESIDENCIAIS:
UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE CRATEÚS-CE

CRATEÚS
2019

CARLOS HENRIQUE MENDES DE OLIVEIRA

CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA DE PROJETOS RESIDENCIAIS:
UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE CRATEÚS-CE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Luís Felipe Cândido.

CRATEÚS-CE

2019

Dados Internacionais da Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

O46c Oliveira, Carlos Henrique Mendes de.

Caracterização Geométrica de Projetos Residenciais: um estudo de caso na cidade de Crateús-CE / Carlos Henrique Mendes de Oliveira. – 2019.

80 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Crateús, Curso de Engenharia Civil, Crateús, 2019.

Orientação: Prof. Me. Luís Felipe Cândido.

1. Indicadores geométricos. 2. Projeto arquitetônico. 3. residências térreas. I.
Título.

CDD 620

CARLOS HENRIQUE MENDES DE OLIVEIRA

CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS TIPOLOGICAS RESIDENCIAIS NA CIDADE
DE CRATEÚS-CE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Civil da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial à
obtenção do título de bacharel em Engenharia
Civil.

Aprovado em: 06/12/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Luís Felipe Cândido (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. M.^a Tatiane Lima Batista
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Antônio Arthur Fortaleza Neves
Centro Universitário Estácio do Ceará (ESTÁCIO FIC)

Aos meus pais, irmãos, amigos, minha
namorada e toda minha família.

Ao meu avô Geraldo (in memoriam), cuja
lembrança me inspira e me faz persistir.

Saudade eterna.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Raimundo Alves e Maria Alice, pela formação como ser humano e por tudo que me repassaram. Seus cuidados e esforços me fizeram chegar a esta etapa. Vocês são meus exemplos e me motivam a buscar meus sonhos.

À minha namorada, Amanda Kathelyn, pelo apoio, estímulo e carinho durante todo nosso tempo junto. Conhecê-la na universidade foi um dos grandes presentes que a UFC me deu.

Aos meus irmãos, Marcos Vinicius e Ana Sophia, pelo carinho e incentivo.

Ao Prof. Me. Luis Felipe Cândido pela excelente orientação, pela paciência e pelo apoio e incentivo. Seu esforço foi tamanho e a nossa parceria foi incrível.

Aos participantes da banca examinadora Prof^a. M.^a Tatiane Lima Batista e Prof. Me. Antônio Arthur Fortaleza Neves pelo tempo, críticas e sugestões para o enriquecimento do trabalho.

Ao Eng. Rodolfo França pela contribuição para a realização da pesquisa.

Aos meus amigos da turma de graduação, pela amizade, apoio e incentivo. Vocês me ajudaram a suportar o peso da graduação com sorriso.

“Segue o teu destino, rega as tuas plantas, ama as tuas rosas. O resto é a sombra de árvores alheias.”

(Fernando Pessoa)

RESUMO

Apesar do projeto arquitetônico representar uma pequena parcela do custo da construção, é nesta fase que são tomadas as principais decisões em relação aos espaços, instalações, padrões de acabamento e muito mais. Essas decisões influenciam substancialmente o custo total e a qualidade do ambiente construído e merecem atenção, pois a insatisfação dos usuários finais para com a edificação está intrinsecamente relacionada ao projeto arquitetônico. Assim, este trabalho teve como objetivo realizar a caracterização geométrica de residências da cidade de Crateús, estado do Ceará, nordeste do Brasil. Com base em uma ampla revisão da literatura, foram selecionados oito indicadores geométricos referentes à eficiência de custos e qualidade do ambiente construído. Estes indicadores foram aplicados a 60 projetos habitacionais da cidade de Crateús, o que forneceu uma visão geral dos principais recursos do projeto arquitetônico dos edifícios residenciais, que podem ser usados para avaliar a qualidade do projeto. Além disso, os indicadores podem ser usados para visualizar antecipadamente o custo do projeto, conduzindo uma melhor tomada de decisão que otimiza a qualidade e o custo do ambiente construído. Os indicadores geométricos também foram comparados com a literatura para verificar suas semelhanças com projetos habitacionais de outras regiões brasileiras. Percebeu-se similaridade em relação a alguns indicadores como compactidade e densidade da parede. No entanto, outros indicadores mostraram grande divergência com a literatura. Conclui-se que o uso de indicadores geométricos é uma estratégia válida para melhorar a qualidade do projeto e dos custos. Evidenciou-se que os projetos arquitetônicos das residências de Crateús podem ser considerados como satisfatórios. Estudos futuros foram sugeridos.

Palavras-chave: Indicadores Geométricos. Projeto Arquitetônico. Ambiente Construído. Qualidade do Projeto.

ABSTRACT

Despite of the architectural design represent a small portion of construction cost, it is at this stage that major decisions are made regarding the building spaces, facilities, finishing standards and more. These decisions influence substantively the total cost and built environment quality and deserves more attention, because of the dissatisfaction of end users with the built environment is intrinsically related to architectural design. Thus, this works aimed to perform the geometric characterization of residential buildings from city of Crateús, state of Ceará, northeast of Brazil. Based on a wide literature review, eight geometrical indicators regarding cost efficiency and quality of built environment were selected. Then, these indicators were applied to 60 housing projects from city of Crateús and provided an overview of the main features of architectural design of the residential buildings, that can be used for assessing the quality of design. Besides that, the indicators can be used to visualizes the project cost in advance, conducting a best decision making that optimizes the quality and cost of built environment. The geometrical indicators were also compared with literature to check its similarities with housing projects from other Brazilian regions. It was perceived similarities regarding some indicators like compacity and density of wall. Nevertheless, other indicators showed great divergence from the literature. It is concluded that the use of geometric indicators is a valid strategy to improve project quality and costs. It was evidenced that the architectural designs of residences at Crateús can be considered as satisfactory. Future studies were suggested.

Keywords: Geometrical Indicators. Architectural Design. Built Environment. Quality of Design.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Delineamento da pesquisa	30
Figura 2 – Localização do município de Crateús dentro do estado do Ceará	36
Figura 3 - Distribuição dos projetos da amostra por bairro	37
Figura 4 - Planta baixa do Projeto 30	38
Figura 5 - Influência do formato do pavimento no custo da fachada das edificações.....	38
Figura 6 - Elementos para o cálculo do IEC para o Projeto 30	40
Figura 7 - Elementos para o cálculo da PAF para o Projeto 30.....	42
Figura 8 - Elementos para o cálculo da PAC para o Projeto 30	44
Figura 9 - Elementos para o cálculo da DP para o Projeto 30.....	45
Figura 10 - Exemplo de levantamento da área útil.....	48
Figura 11 - Elementos para o cálculo do IAP para o Projeto 30	52
Figura 12 - Índice de compacidade dos projetos	54
Figura 13 - Classificação dos projetos em relação à PAF.	56
Figura 14 - Classificação da Porcentagem de Área de Circulação.....	57
Figura 15 - Classificação do Índice de Áreas Privativas	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Roteiro para cálculo do índice de compacidade.....	40
Quadro 2 - Características das amostras dos estudos	53
Quadro 3 - Classificação proposta por Oliveira (2018).....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sumário de indicadores de eficiência econômica de projetos.....	31
Tabela 2 – Principais características observadas nos métodos de avaliação da qualidade.....	33
Tabela 3 - Recomendações de tamanho de amostra.....	35
Tabela 4 - Principais características dos projetos da amostra	37
Tabela 5 - Relação de ambientes e suas áreas	48
Tabela 6 - Índice de áreas externas por área útil para o projeto 30.....	50
Tabela 7 - Índice de compacidade dos projetos.....	53
Tabela 8 - Índice de compacidade econômico dos projetos	55
Tabela 9 - Porcentagem de áreas frias	55
Tabela 10 - Porcentagem de áreas de circulação dos projetos	57
Tabela 11 - Densidade de paredes	58
Tabela 12 - Classificação descrita por Oliveira e Lantelme (1993)	58
Tabela 13 - Proporção de paredes externas dos projetos.....	59
Tabela 14 - Critério de avaliação da espaciosidade.....	59
Tabela 15 - Relação de área mínima dos cômodos	60
Tabela 16 - Dados estatísticos dos compartimentos.....	60
Tabela 17 - Aberturas externas por área útil.....	61
Tabela 18 - Relação de área mínima de janelas para os ambientes.....	62
Tabela 19 - Índice áreas externas por área útil	63
Tabela 20 - Índice de áreas privativas dos projetos.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AC	Área de Circulação
AE/AU	Áreas Externas por Área Útil
APF	Área de Piso Frio
AT	Área Total
AU	Área Útil
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CE	Ceará
CUB	Custo Unitário Básico
CUG	Custo Unitário Geométrico
Desv.	Desvio
DP	Densidade de Paredes
ENTAC	Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FNA	Federação Nacional dos Arquitetos e Urbanistas
HIS	Habitação de Interesse Social
IAC	Índice de Áreas de Circulação
IAP	Índice de Áreas Privativas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Índice de Compacidade
ICE	Índice de Compacidade Econômico (ou Efetivo)
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
ITBI	Imposto sobre Transmissão de Bens Intervivos
N.º	Número
NBR	Norma Brasileira Regulamentar
PAC	Porcentagem de Áreas de Circulação
PAF	Porcentagem de Áreas Frias
Pav.	Pavimento
PH	Programa Habitacional
PPE	Proporção de Paredes Externas
PQBP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat

PR	Paraná
Qtde.	Quantidade
RS	Rio Grande do Sul
S.	Sala
SC	Santa Catarina
SEL	<i>System d'Évaluation de Logements</i>
SIBRAGEC	Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção
UECE	Universidade Estadual do Ceará
UFC	Universidade Federal do Ceará
Unid.	Unidade

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
R\$	Reais
CO2	Gás Carbônico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Contextualização	18
1.2	Questão de pesquisa	19
1.3	Objetivos	20
1.4	Justificativa.....	20
1.5	Delimitação do estudo	22
1.6	Roteiro temático	22
2	REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1	Avaliação de Eficiência Econômica do Projeto	23
2.2	Métodos de Avaliação da Qualidade Habitacional	25
3	MÉTODO DE PESQUISA	30
3.1	Fundamentação e compreensão	30
3.2	Estudo de campo	31
3.2.1	<i>Identificação e seleção dos principais indicadores geométricos.....</i>	31
3.2.1.1	Indicadores da literatura de eficiência econômica do projeto	31
3.2.1.2	Indicadores da literatura de avaliação da qualidade	33
3.2.2	<i>Definição do escopo e tamanho da amostra.....</i>	34
3.2.3	<i>Coleta e tratamento dos projetos.....</i>	35
3.2.3.1	Caracterização da Cidade de Crateús	36
3.2.3.2	Caracterização da Amostra.....	37
3.2.4	<i>Extração dos indicadores geométricos de custo.....</i>	38
3.2.4.1	Índice de Compacidade e Índice de Compacidade Econômico.....	38
3.2.4.2	Porcentagem de Áreas Frias	41
3.2.4.3	Porcentagem de Áreas de Circulação	43
3.2.4.4	Densidade de Paredes	44
3.2.5	<i>Extração dos indicadores geométricos de qualidade</i>	46
3.2.5.1	Proporção de Paredes Externas	46
3.2.5.2	Espaciosidade	47
3.2.5.3	Índice de Aberturas Externas por Área Útil	49
3.2.5.4	Índice de Áreas Privativas	51
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
4.1	Índice de Compacidade e Índice de Compacidade Econômico.....	53
4.2	Porcentagem de Áreas Frias	55

4.3	Porcentagem de Áreas de Circulação	57
4.4	Densidade de Paredes	58
4.5	Proporção de Paredes Externas	59
4.6	Espaciosidade	59
4.7	Índice de Aberturas Externas por Área Útil	61
4.8	Índice de Áreas Privativas	64
5	CONCLUSÃO	65
	REFERÊNCIAS	67
	APÊNDICE A – LEVANTAMENTO DOS INDICADORES GEOMÉTRICOS	74
	APÊNDICE B – SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS POR PROJETO	79
	ANEXO A – PLANTAS BAIXAS DOS PROJETOS UTILIZADOS NA PESQUISA....	82

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

O rápido crescimento populacional nas grandes cidades brasileiras ocasionou um descompasso entre as políticas de infraestrutura urbana e as necessidades da população (WEBER, 2006). Com 57% da população morando em apenas 6% das cidades (IBGE, 2018), o resultado é o grande número de edificações construídas sem critérios técnicos de segurança e conforto (VAZ, 1994). Conforme relatório de 2018 da Fundação Getúlio Vargas (FGV), existem quase 1 milhão de habitações precárias, 3 milhões de habitações em que coexistem famílias, e também 3 milhões de residências cujo aluguel consome grande parte da renda das famílias. Assim, conforme metodologia da FGV, o déficit habitacional brasileiro, é de cerca de 7,7 milhões de unidades, sendo o maior de toda a série histórica.

Desta forma, diversos estudos têm se focado na melhoria da qualidade do ambiente construído em particular (MARTINS, 1999; OLIVEIRA, 2018) e da cidade como um todo (CÂMARA *et al.*, 2016, 2017). Com relação à cidade, observa-se crescente aplicação do conceito de cidades inteligentes como forma de garantir a adequação da prestação de serviços públicos e da infraestrutura das necessidades aos diversos interesses sociais (CÂMARA *et al.*, 2016, 2017).

Já em relação ao ambiente construído, foco do presente trabalho, tem-se buscado conhecer as características tipológicas das edificações e seu atendimento aos diversos segmentos sociais e econômicos (BRANDÃO, 2002), a criação de requisitos de desempenho da edificação, baseado no arcabouço normativo da NBR 15.575 (ABNT, 2013), na melhoria da produção e redução com programas de qualidade – como o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PQBP-H).

Esse contexto de expansão da demanda habitacional e necessidade da melhoria da qualidade do ambiente construído tem se mostrado desafiador diante das características do setor da construção civil que ainda guarda traços artesanais de produção, resistência à modernização e atualização dos processos (GONSALEZ, 2017), baixa qualificação da mão de obra (ANDRADE; BIZZO, 2019) e dificuldades para o cumprimento de normas técnicas (MOREIRA; LIMA; CÂNDIDO, 2018), o que leva autores a considerarem o setor atrasado em termos de gestão e tecnologia em relação (BÖES *et al.*, 2018).

Este cenário é muito mais complexo em pequenas cidades, devido à expectativa de baixa profissionalização do setor e a falta de informações sobre seus empreendimentos, como se discute a seguir para a formulação do problema da pesquisa.

1.2 Questão de pesquisa

Nas grandes cidades a construção civil está se modernizando devido tanto a concorrência entre as empresas construtoras quanto a alta nos preços da mão de obra, que incentivam o uso da tecnologia para manter/ampliar a rentabilidade (MARTINS E BARROS, 2005). Além disso, os projetos de construção estão cada vez mais complexos, exigindo maior confiabilidade de custos, de planejamento e controle (FISCHER, 2009) e uma das maneiras para que isso seja possível é a melhoria do espaço projetado, adequando-se não só as restrições dos construtores, mas às necessidades dos diversos agentes econômicos que o usarão.

Conforme alega a Federação Nacional dos Arquitetos e Urbanistas – FNA (2016), o projeto arquitetônico tem um baixo índice de custo (de 2 e 11% do custo total da obra) e sua influência no custo do empreendimento é determinante. Além disso, as decisões ainda durante o início do projeto sobre tipo, tamanho e forma da construção possuem relevância muito maior quanto ao custo e qualidade do que as decisões seguintes (OLIVEIRA, 2018).

Porém, as decisões de projeto não são determinadas exclusivamente por fatores econômicos. De acordo com Oliveira (2018) e Martins (1999), a configuração espacial de uma residência é determinada a partir de uma série de necessidades e desejos dos seus usuários. “O conforto ambiental, nos seus aspectos térmicos, acústicos, visuais e de funcionalidade, é um dos elementos da arquitetura que mais influencia o bem-estar do homem” (KOWALTOWSKI *et al.* 2006, p. 10) e podem ser encarados como um conjunto básico de características de qualidade do projeto.

Além disso, o projeto arquitetônico traz consigo aspectos culturais, sociodemográficos e psicológicos que implicam e dirigem a concepção de espaços dos projetos habitacionais (BRANDÃO; HEINECK, 2003). Ainda para os autores, tais aspectos ligados à natureza do ser humano em ser diferente explica a diversidade habitacional e ajuda a entender as tendências que induzem o pensar dos espaços contemporâneos.

Como se vê, a qualidade do projeto no setor de Arquitetura, Engenharia e Construção é um conceito complexo. De acordo com Fabrício, Orsnstein e Melhado (2010, p. 16), além das características mencionadas, “[...] envolve diferentes entendimentos e interesses de diferentes agentes, projetistas, construtores e usuários [...] em um ciclo de vida dinâmico em que a vivência com o edifício e com sua inserção na cidade vai se transformando”.

Assim, o problema motivador deste trabalho se refere a análise dos projetos arquitetônicos residenciais por meio de características geométricas. Isto torna-se ainda mais crítico para o contexto das pequenas cidades e médias cidades, como é o caso de Crateús, que

é explorada nesta pesquisa, devido à escassez de estudos que analisam cidades desse porte (BRANDLI, 2004).

Diante do exposto, levantou-se os seguintes questionamentos:

Quais as principais características geométricas das edificações residenciais de Crateús-CE?

Como analisar a qualidade das habitações, por meio dessas características geométricas?

Esses questionamentos nortearam o desenvolvimento do estudo, conforme objetivos apresentados a seguir.

1.3 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho foi:

Analisar a eficiência econômica e a qualidade habitacional de projetos arquitetônicos residenciais da cidade de Crateús-CE por meio de indicadores geométricos.

Especificamente pretendeu-se:

- a) Caracterizar os índices geométricos de projetos arquitetônicos de edificações residenciais da cidade de Crateús;
- b) Comparar os índices geométricos de projetos de edificações residenciais da cidade de Crateús com os disponíveis na literatura;
- c) Analisar os índices geométricos obtidos e sua relação com o projeto do ponto de vista de qualidade e de custo.

1.4 Justificativa

O projeto arquitetônico de uma habitação é o ponto central na questão da habitação, pois é nele que se dispõe, através de seu arranjo geométrico e da definição dos materiais, os desejos e necessidades dos moradores (OLIVEIRA, 2018). Nesse sentido, avaliar a qualidade de um projeto assume o importante papel de concepção de novas ideias, aperfeiçoamento de soluções e melhorias no desempenho do ambiente construído (MACEDO, ATAÍDE, SILVA, 2018)

Não obstante, do ponto de vista empresarial, conhecer as características tipológicas do mercado habitacional permite conhecer o estoque imobiliário atual, traçar suas tendências e

alinhar a oferta de novos empreendimentos. Em especial, devido a inexistência de informações sistematizadas sobre o setor de construção civil da cidade de Crateús, o presente estudo toma relevância e originalidade, possibilitando comparar suas características com as de outras cidades.

Destaca-se, também, a possibilidade do conhecimento acerca de relações geométricas que possibilitem a redução de custos, o aprimoramento dos quesitos de habitabilidade e a minimização de impactos ambientais (MORAES, PICCHI, GRANJA, 2016). De fato, a maior utilização dos índices geométricos são as estimativas de custos de projetos – pelo método do Custo Unitário Geométrico (CUG), visto que o Custo Unitário Básico (CUB) é atualmente um método pouco preciso para os padrões atuais da construção civil (LIMA *et al.*, 2013).

Por fim, os indicadores geométricos, também podem ajudar na busca pela sustentabilidade ambiental, como se observa em Schneck (2013) – que ao simular projetos com índices geométricos mais otimizados observou potencial de redução de 8% da emissão de CO₂ e em Ramão (2018) – que relacionou os índices aos conceitos de produção mais limpa. Dessa forma estabelece-se um panorama da construção civil da região no que tange a qualidade dos projetos arquitetônicos, fornecendo ferramentas para futuros trabalhos sobre desempenho e ainda comparação com outras regiões do estado e do país.

Conforma argumenta Neris (2010), diversos estudos fundamentaram as análises de índices geométricos para quantificação de pacotes de serviços, tipificação de projetos e racionalização do projeto.

Todavia estes trabalhos foram realizados com amostras retiradas das regiões Sul e Centro-Oeste do país tendo poucos estudos na região Nordeste. A arquitetura, e consequentemente os índices geométricos, só podem ser entendidos localmente, pois é uma manifestação cultural de uma localidade (VILLAÇA, 2001), e é um fenômeno de extrema importância para a cidade, já que é nela que se desenvolve as ações dos cidadãos (INDA, 2003).

Assim, analisar localmente os indicadores é importante, visto que tais índices variam conforme se analisam os tipos de edificações (residenciais, comerciais e industriais), em diversas localidades (regiões metropolitanas, rurais etc.) e em diversas regiões (norte, sul, sudeste etc.).

1.5 Delimitação do estudo

O estudo se restringe ao estudo das características geométricas do projeto arquitetônico de 60 edificações residenciais que se localizam na cidade de Crateús, sendo analisados os mesmos do ponto de vista econômico e de conforto ao usuário.

1.6 Roteiro temático

Este trabalho está subdividido em 5 seções, incluindo esta introdução. A seguir, na seção dois, apresenta-se o referencial teórico que abordará os aspectos de qualidade e custos de projetos relacionando-os aos índices geométricos.

Na terceira seção apresenta-se o método de pesquisa utilizado para a realização dos objetivos propostos neste trabalho. Portanto, este item irá apresentar as características da amostra e a sistemática utilizada para o levantamento de dados. O método de pesquisa está relacionado a questões que envolvem o tema e em decisões tomadas pelo pesquisador.

Na quarta seção apresentam-se os resultados e as discussões, os primeiros dizem respeito aos dados extraídos dos projetos analisados, enquanto os últimos se referem a uma análise crítica desses dados quanto ao conforto habitacional e a eficiência econômica do projeto.

Na quinta, e última, seção apresentam-se as conclusões do trabalho e as recomendações de estudos futuros, seguidos das referências necessárias para a realização da pesquisa, apêndices e anexos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Abordar de modo amplo os indicadores da literatura é essencial à pesquisa, todavia, se faz necessário, antes, a distinção entre os termos indicador e índice e entre características e parâmetros geométricos.

Gouveia (2013) afirma que os termos índice e indicador podem gerar confusão, uma vez que são utilizados como sinônimos, todavia, o autor considera, em seu trabalho, que indicador é “uma relação matemática que [...] permite identificar o [...] resultado de um processo”, enquanto índice é “uma forma de apresentação da informação que indica [...] alguma qualidade”. No presente trabalho será considerado indicador como a expressão matemática, e índice como o valor numérico resultante.

Já as características geométricas se referem às propriedades quanto aos elementos geométricos, por exemplo, as dimensões de um piso, a área do piso e seu peso. Já os parâmetros geométricos dizem respeito as relações entre as características, por exemplo, a relação entre o peso e a área de um piso, ou seja: kg/m^2 . Dentre os principais elementos analisados nesse trabalho, pode-se citar as paredes, os pisos e as esquadrias, e os principais parâmetros geométricos foram as relações entre esses, assim, pode-se considerar os indicadores como um tipo de parâmetro geométrico.

Por fim, cabe definir que tipologia construtiva, apesar dos diversos sentidos, é o estudo dos tipos de construção (PEREIRA, 2012), ou seja, é o conjunto de características que permeiam um determinado grupo de edificações, tais como altura, quantidade de cômodos, espaço, e fins de construção.

2.1 Avaliação de Eficiência Econômica do Projeto

A modernização da construção civil vem ocorrendo por meio de diversas inovações. Dentre elas pode-se destacar a mudança de postura das construtoras diante do gerenciamento do processo de projeto que pode ser compreendida como uma forma de assegurar o desenvolvimento das análises críticas dos projetos. Essa análise advém dos indicadores do projeto que permitem que a empresa possa verificar a conformidade das soluções de projeto em comparação com indicadores obtidos de outras obras já realizadas ou não pela empresa (NOVAES, 2001).

Existe uma relação direta entre as características geométricas da edificação e o seu custo total, tornando essencial o estudo dos aspectos econômicos das decisões arquitetônicas (MASCARÓ, 1995). Oliveira (1990) e Oliveira (2018) argumentam que caso exista

necessidade de alterações no projeto, os indicadores geométricos são úteis para descobrir a influência de cada decisão no custo final e na qualidade dos projetos. Os mesmos autores ainda apontam que a análise dessas características pode ser uma alternativa à redução dos custos pela diminuição da qualidade dos materiais, pois mudanças na geometria, em geral, também acarretam economia significativa sem perda da qualidade.

Para compreender a importância dos indicadores geométricos é necessário entender as individualidades das construções e a dificuldade na comparação entre eles devido a sua localização, padrão de acabamento, número de cômodos e outras peculiaridades (LOSSO, 1995). Já Hirota (1987) aponta que a ausência de padronização na caracterização da edificação influencia na dificuldade de obtenção dos custos da edificação, que por sua vez acarreta em alta demanda de tempo e recursos para o estudo do projeto.

As pesquisas sobre indicadores geométricos partiram do trabalho de Rosso (1978) sobre aspectos geométricos e custos das edificações, tendo-se consolidado no trabalho de Mascaró (1985), principalmente no que tange as decisões de geometria e suas influências no custo (PARISOTTO, 2003). Desde então, muitos pesquisadores têm voltado sua atenção a questão das características geométricas do projeto e sua relação com o custo. Assim, uma série de trabalhos mais recentes foram realizados, como destacados cronologicamente alguns deles a seguir.

Hirota (1987) analisou a tipologias das edificações residenciais de até 4 pavimentos da cidade de Porto Alegre/RS a partir de 30 projetos executados entre 1971 e 1984. O estudo foi realizado a partir das características geométricas dos projetos arquitetônicos e mostrou, por exemplo, a predominância de unidades (apartamentos ou casas) com 2 dormitórios.

Andrade (1996) analisou uma amostra de 20 casas unifamiliares construídas entre 1986 e 1995 em Florianópolis, com o objetivo de analisar os custos e comparar os indicadores geométricos das edificações. Os resultados indicaram, por exemplo, uma média de 3,35 quartos por residência, um índice superior ao encontrado em outros trabalhos.

Já Martins (1999) propôs uma metodologia de análise da qualidade e eficiência econômica para o projeto arquitetônico. Para validar sua metodologia, o autor analisou uma amostra de 177 apartamentos de diversas cidades do país, obtidos a partir de feira de imóveis e anúncios de jornais a partir de 1995. Os resultados indicaram, por exemplo, a preponderância de apartamentos com 3 dormitórios e poucos com 1 dormitório.

Cunha (2009, *apud* Oliveira, 2014, p.37) analisou 6 edifícios residenciais multifamiliares em Torres/RS, obtendo índices geométricos tais como área de circulação de uso comum e área de cerâmica, que fornecem subsídios para quantificação de materiais e estimativa

de custo. Na mesma linha de pensamento, Neris (2010) analisou 10 projetos de prédios de alto padrão em Fortaleza/CE, almejando extrair dados geométricos que dessem apoio a estimativas preliminares de custo de edifícios de alto padrão. O autor observou, por exemplo, que a área das varandas destes prédios é maior que as de outros estudos em outras localidades e atribuiu isso ao clima local propício ao aproveitamento das áreas de lazer.

Por fim, Cezar (2017) analisou 27 amostras de empreendimentos artificiais baseados nas tipologias utilizados no método do custo unitário básico (CUB) para relacionar o custo destes empreendimentos com a proporção de áreas frias, de paredes externas, de paredes internas e com o padrão construtivo.

Em síntese, vê-se que o histórico de busca pela caracterização geométrica das edificações é extenso, datando, ainda, da década 1970 e se estendendo até hoje, revelando sua importância e necessidade de atualização e acompanhamento contínuo. Entretanto, a avaliação das edificações por indicadores geométricos – que tem um fim mais econométrico para avaliação do projeto, é complementado por outros métodos que visam analisar a qualidade do ambiente construído sob outros aspectos. A conjunção destes pode ampliar a percepção da qualidade de projeto. Desta forma, a seguir apresentam-se métodos de avaliação da qualidade habitacional.

2.2 Métodos de Avaliação da Qualidade Habitacional

Existem diversos métodos para a avaliação da qualidade habitacional a partir de índices geométricos, cujos principais são apresentados a seguir com base em Barcellos (2011): (1) Método Klein; (2) Método Qualitel; (3) Método SEL; (4) Método de Martins; (5) Método de Brandão; (6) Método de Leite; (7) Método de Palermo; (8) Método de Buzzar e Fabrício e; (9) Método PH.

Apresentado em 1928, o Método de Klein é composto por 3 ações que visam avaliar os problemas funcionais e econômicos das habitações (BARCELLOS, 2011): (i) um questionário; (ii) análise dos projetos, condições de higiene, mobiliário e economia; e (iii) relação das circulações e das superfícies livres de mobiliários.

Para Pedro (2000) *apud* Barcellos (2011), Klein foi pioneiro no estudo do uso das áreas mínimas, pois:

No seu estudo, o autor considera que a definição de habitação mínima não deveria significar um empobrecimento nas condições de habitabilidade, mas sim uma procura da redução da habitação [...] que permitisse manter ou mesmo aumentar o grau de satisfação [...] dos moradores. (PEDRO,2000, p.59 *apud* BARCELLOS, 2011, p.85)

Essa visão também é defendida por Lapetina (2007) que afirma que o método visa atender a satisfação dos usuários em tempo reduzido e baixo custo.

O método de Klein não é muito utilizado atualmente, principalmente por muitas questões específicas do hemisfério norte. Todavia, os princípios descritos em seu trabalho são úteis a projetistas. Conforme Folz (2008), Klein sugere que os projetistas devem:

- Princípio 1: obter uma máxima amplitude dos espaços, estabelecendo uma relação visual entre eles, com o objetivo de diminuir a sensação de opressão dos ambientes;
- Princípio 2: estabelecer uma relação entre a habitação e seu entorno, por meio de janelas, de modo aproximar interior e exterior;
- Princípio 4: facilitar aos pais o controle visual dos filhos;
- Princípio 5: aproveitar ao máximo a insolação natural;
- Princípio 7: evitar os inconvenientes de uma cozinha fechada.

Estes não são os únicos princípios. Os demais foram omitidos por se referirem a questões como aquecimento dos ambientes e ventilação para fluxo de calor, dentre outros pontos. Todavia, nota-se que o autor foi um dos pioneiros em analisar a relação habitação-entorno e a relação entre os cômodos.

Já o método Qualitel foi introduzido na França em 1974 como um sistema de informações sobre as qualidades de uma habitação, visando auxiliar o consumidor a tomar a decisão de compra e aos projetistas a solucionarem problemas de projeto (COSTA, 1995). O método consiste em avaliar as características do projeto, denominadas rubricas, e dar uma pontuação baseada no atendimento ou não de determinadas condições (BARCELLOS, 2011).

As tais rubricas dizem respeito a conforto térmico, acústico, acessibilidade, custo e disponibilidade de água e energia elétrica, todavia não há nenhuma rubrica sobre a eficiência na utilização dos espaços, diferente de outros métodos (BARCELLOS, 2011).

Por seu turno, o método Sel (*System d'Évaluation de Logements*) é um método suíço apresentado em 1975 e tem por base estudos realizados desde 1960 (BARCELLOS, 2011). De modo geral, o método almeja atribuir um valor de uso de modo que se possa atribuir um valor financeiro ao mesmo para negócios imobiliários (LAPETINA, 2007).

Os parâmetros utilizados na avaliação dão destaque a questões de longos períodos de utilização e parte da definição de uma habitação ideal, a partir da qual a edificação é subdividida em noções específicas até encontrar parâmetros específicos (ditos ideais) (COSTA, 1995). Ainda de acordo com o autor, o método incorpora diversas questões relativas à área,

dimensão e distribuição dos espaços, das paredes e das áreas de circulação, além de analisar as exigências fisiológicas quanto ao isolamento acústico, a insolação nos ambientes e a ventilação.

Mais recentemente, Martins (1999) propõe um índice de qualidade geométrica e de custo/qualidade, por meio de um modelo matemático do arranjo físico de apartamentos. Para isso, extraem-se do projeto variáveis como área e dimensão de paredes, ambientes e áreas de circulação, que são transformadas em indicadores e comparadas com um projeto tomado como ideal ou projeto alvo.

Os indicadores de cálculo dizem respeito ao custo e a qualidade da habitação, sendo a última composta por questões que envolvem espaciosidade, disposição dos ambientes e a quantidade de aberturas, janelas e portas. Apesar de o método de Martins ter como público alvo os projetistas de arquitetura, ele é um método muito complexo de ser aplicado, devido à dificuldade de levantamento dos dados necessários e de o projeto alvo variar conforme a amostra com o qual se compara o projeto estudado (BARCELLOS, 2011).

O método de Brandão (2002) almeja determinar o quanto uma habitação é flexível, ou seja, o quanto é possível personalizar o espaço físico, criando, modificando e removendo ambientes, tentando prever se outras famílias que venham a morar no imóvel se sentirão satisfeitas com o novo lar (BARCELLOS, 2011). Ainda conforme o autor, nesse método as análises são realizadas sobre:

- a quantidade de cômodos total;
- a quantidade de cômodos específicos (banheiros e sacadas);
- o tamanho da habitação;
- o índice de compacidade;
- o índice de exteriorização;
- a proporção de áreas íntimas, de serviços e comuns;
- a circulação entre os cômodos.

Há outros pontos estudados, porém esses são os principais, pois definem o potencial de flexibilidade da habitação. Todavia, Barcellos (2011) afirma que é um método específico para análise da flexibilidade da habitação, não incorporando, portanto, análises de acessibilidade ou funcionalidade, diferente do método de Leite.

O método de Leite (2003) é basicamente um método de análise da funcionalidade da habitação, analisando a edificação a partir da avaliação dos seus compartimentos individuais (SZUCS; COSTA, 2006 *apud* BARCELLOS, 2011, p. 98.). Diversos indicadores quantitativos e qualitativos são gerados, sendo os primeiros relacionados ao número de peças e equipamentos do ambiente, e o segundo relacionados ao arranjo dessas peças e equipamentos no ambiente.

O método de Palermo (2009) tem por objetivo analisar Habitações de Interesse Social (HIS) e é baseado, conforme Barcellos (2011), na existência de cômodos específicos e, na relação entre as áreas de serviço (cozinha, lavanderia, entre outros) e banheiro com os demais ambientes. O método foi desenvolvido a partir de dificuldades e problemas identificados em projetos arquitetônicos, ou seja, a metodologia tem um cunho funcionalista (PALERMO, 2009 *apud* BARCELLOS, 2011, p. 99).

O método de Buzzar e Fabrício (2006) busca, de acordo com Barcellos (2011), avaliar a habitação por meio dos seguintes indicadores: (1) habitabilidade urbana – oferta de serviços no entorno da edificação; (2) habitabilidade da unidade habitacional – espaciosidade, acessibilidade e conforto ambiental; (3) construtibilidade – sobre o modo de construção e padrão da edificação; (4) espacialidade – sobre a disposição dos ambientes; (5) avaliação do usuário – avaliação do próprio usuário sobre a residência.

A pontuação final é dada pela ponderação nas notas dos 5 indicadores. Uma grande dificuldade dessa metodologia é sua aplicação, visto a complexidade e vastidão de questões a responder, tal como os métodos SEL, Qualitel, Martins e Pedro (exposto a seguir).

Conforme Barcellos (2011), o método PH (Programa habitacional) foi desenvolvido por Pedro (2000) com base nos estudos do Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Portugal. O autor ainda afirma que o método avalia a qualidade das soluções adotadas pelos projetistas em relação a diversos aspectos: (1) conforto ambiental – referente ao conforto acústico, visual, térmico, a qualidade do ar, dentre outros; (2) segurança – referente à segurança contra incêndio, contra intrusão, segurança no uso normal, dentre outros; (3) adequação espacial/funcional – referente à espaciosidade e funcionalidade; (4) articulação – referente à privacidade e acessibilidade; (5) personalização – referente à flexibilidade.

Partindo da definição desses pontos, o autor estabelece indicadores buscando uma análise mais objetiva e racional. Por exemplo, a análise da espaciosidade é feita conforme área útil, dimensão útil e pé-direito dos ambientes, enquanto o conforto visual é analisado por meio da orientação solar, da iluminação natural, dentre outros (BARCELLOS, 2011).

Uma das utilidades dessa metodologia é a de apoio às decisões que os projetistas devem tomar (LAPETINA, 2007). Apesar de ser um método consagrado internacionalmente sua utilização é limitada, devido à grande quantidade de levantamento de dados necessárias, como nos métodos de Buzzar e Fabrício (2006), Sel (1975) e Qualitel (1974).

Em suma, observa-se, principalmente após a segunda metade do século XX, uma busca por um modo de avaliação da qualidade das habitações a partir de uma metodologia racional e cientificista (LAPETINA, 2007). Barcellos (2011) ainda afirma que muitos métodos

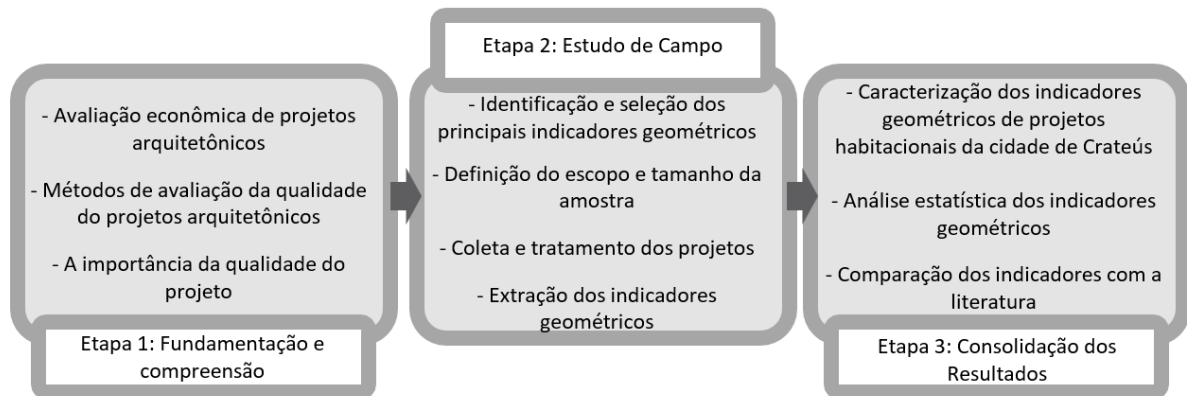
já foram criados, com distintos objetivos, todavia a maioria é de complexa aplicação, motivo pelo qual não são implementados em grande parte das empresas de projetos.

Apesar de não necessariamente pertencerem a uma metodologia de avaliação de projetos, os indicadores geométricos podem ser utilizados individualmente, ou em conjunto, para analisar a qualidade de um determinado aspecto do projeto, e a conjunção de vários destes permite expandir a compreensão da qualidade do projeto.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Esta pesquisa tem como objetivo realizar uma caracterização das residências da cidade de Crateús por meio de seus índices geométricos e seguiu as três etapas apresentadas na Figura 1 e detalhadas a seguir.

Figura 1 - Delineamento da pesquisa



Fonte: Autoria Própria.

3.1 Fundamentação e compreensão

Inicialmente realizou-se um levantamento da literatura para entender como os projetos de habitação são avaliados com base em artigos científicos, livros, dissertações e teses. Privilegiou-se a leitura de artigos publicados no principal periódico nacional de gestão da construção, Revista Ambiente Construído (ISSN 1415-8876), e nos principais eventos da área, SIBRAGEC (Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção) e ENTAC (Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído). Além desses, foram analisados trabalhos obtidos pela plataforma do Google Scholar que o autor deste trabalho considerou interessantes e importantes.

Neste específico, identificou-se dois grupos de estudos principais, ambos com base em indicadores geométricos: avaliação da eficiência econômica e qualidade habitacional. Ao todo foram encontrados mais de 30 indicadores, conforme Apêndice A, além de vários métodos disponíveis. Assim, foi necessária a seleção dos principais indicadores, que foram utilizados no estudo de campo, como descrito a seguir, e que se constitui em uma primeira contribuição deste estudo.

Macedo, Ataíde e Silva (2018)	X												X
% de trabalhos com o indicador	86	50	41	33	27	23	23	23	23	14	14	14	14

Legenda: (1) Índice de compacidade; (2) Porcentagem de Áreas Frias; (3) Porcentagem de Área de Circulação; (4) Densidade de Paredes; (5) Comprimento de Paredes Internas pela Área Construída; (6) Área de Paredes Internas pela Área Construída; (7) Área de Paredes Externas pela Área Construída; (8) Perímetro Externo pela Área Construída; (9) Porcentagem de Áreas de Varanda e Sacada; (10) Quantidade de Portas por Área Construída; (11) Área Média dos Cômodos; (12) Índice de Eficiência do Projeto.

Fonte: Autoria Própria.

Cabe ressaltar que no indicador 1 foram computados tanto o índice de compacidade (IC) quanto o índice de compacidade econômico (ICE), pois são idênticos no objetivo e na formulação matemática, sendo a única diferença o fato de o e que o ICE considera o quadrado como a figura com compacidade perfeita, enquanto o IC considera o círculo.

Nos indicadores necessários, a diferença nas definições dos autores sobre se um indicador deve utilizar a área útil ou a área construída (área total) foi desconsiderada, afim de simplificar o levantamento e evitar a criação de indicadores muito semelhantes.

Assim, os indicadores contidos na Tabela 1 são os mais utilizados para caracterizar as edificações quanto ao custo. Todavia, nem todos serão utilizados já que muitos têm o mesmo objetivo e seriam redundantes. Por exemplo, os indicadores (5) e (6) medem a relação entre as paredes internas e a área do pavimento e os indicadores (7) e (8), que tentam medir a relação entre as paredes externas e a área do pavimento. Todavia, o indicador (4) engloba totalmente o (5) e o (12) e parcialmente o (6), assim, serão calculados apenas o indicador (4), por ter mais representatividade que os outros, e o indicador (8), que é mais simples de entender e mais fácil de calcular.

Assim, os indicadores utilizados neste trabalho foram:

- (1) Índice de Compacidade (IC) e Índice de Compacidade Econômico (ICE): conforme Andrade (1996), mensura o grau de compacidade do formato da habitação, almejando indicar se a relação perímetro/área é econômica;
- (2) Porcentagem de Áreas Frias (PAF): mensura, conforme Cunha (2009 *apud* SILVA *et al.*, 2014, p.7), se há áreas frias em demasia, e se isso é antieconômico;
- (3) Porcentagem de Áreas de Circulação (PAC): similar ao PAF, mensura, conforme Hirota (1987), se há áreas de circulação em demasia, e se isso é antieconômico;

- (4) Densidade de Paredes (DP): verifica o grau de compartimentação da edificação, afim de descobrir se há paredes em demasia (ANDRADE,1996);
- (8) Perímetro Externo pela Área Construída: Losso (1995) afirma que quantidade de paredes externas é uma respeitável variável quanto ao custo, uma vez que as fachadas compõem grande parte do orçamento.

Os indicadores (9) e (10) foram excluídos da pesquisa por serem muito mais apropriados a estudos de apartamentos em edificações de múltiplos pavimentos, cujo o custo das esquadrias e das áreas de lazer (varandas e sacadas) são mais representativos. Já o indicador (11) foi excluído da análise de custo porque está muito mais relacionado a questão de qualidade da habitação, conforme próxima subseção.

3.2.1.2 Indicadores da literatura de avaliação da qualidade

Após levantamento bibliográfico das metodologias existentes percebeu-se o enfoque das características apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Principais características observadas nos métodos de avaliação da qualidade

Autores x características	01	02	03	04	05	06	07
Klein (1928)	X	X	X		X	X	
Qualitel (1974)		X			X		
SEL (1975)	X	X	X	X	X		
Martins (1999)	X		X	X	X	X	X
Pedro (2000)	X	X	X		X		X
Brandão (2002)	X		X				X
Leite (2003)						X	
Buzzar e Fabrício (2006)	X	X	X	X	X		
Palermo (2009)						X	
% de trabalhos com o indicador	66	55	66	33	66	44	33

Legenda: (1) Espaciosidade; (2) Conforto Ambiental; (3) Circulação; (4) Espacialidade; (5) Acessibilidade e Comunicabilidade; (6) Funcionalidade e Flexibilidade; (7) Privacidade.

Fonte: Autoria Própria.

As características que constam na Tabela 2 são: a espaciosidade, que se refere a análise das dimensões e áreas dos ambientes; o conforto ambiental, que diz respeito ao conforto térmico, visual e acústico; e a circulação, que remete a análise das áreas de circulação (horizontais e/ou verticais). Além desses, têm-se a espacialidade, que se refere a distribuição dos ambientes, e a acessibilidade e comunicabilidade, que é sobre a ligação entre os ambientes, ou seja, aos estudos de portas, janelas etc. e por fim, há ainda a funcionalidade e flexibilidade,

que se referem ao potencial de mobiliamento dos ambientes, e a privacidade, que diz respeito às áreas privativas.

Portanto, um modelo representativo da qualidade habitacional deve mensurar o maior número dessas características possível, de forma a avaliar a residência por diversos ângulos. Assim, partindo do levantamento bibliográfico, decidiu-se analisar as seguintes características/indicadores:

- Espaciosidade: mensura a quantidade de espaço disponível para uso, ou seja, é o estudo da própria área útil, seja do compartimento ou da edificação inteira;
- Proporção de Paredes Externas (PPE): é um indicador de espacialidade descrito por Hirota (1987) que analisa a relação entre o perímetro externo e área total da edificação. Mede o grau de enclausuramento dos ambientes a partir de um indicador de simples obtenção e compreensão;
- Áreas Externas por Área Útil (AE/AU): é um indicador descrito por Losso (1995) que mensura a relação entre o perímetro das aberturas externas (janelas) e a área útil da edificação, visando analisar o conforto visual, térmico e acústico dos ambientes, além do enclausuramento dos mesmos.
- Indicador de Áreas de Circulação (IAC): mensura o quanto da área útil é ocupada pela área de circulação, contemplando as ligações entre os ambientes, conforto visual, e proporção de áreas não úteis;
- Indicador de Áreas Privativas (IAP): mensura a quantidade de áreas privativas na edificação para analisar questões de conforto e de privacidade.

Cabe salientar que o indicador PPE tem formulação matemática igual ao indicador “Perímetro Externo pela Área Construída”, assim, só é necessário o cálculo do primeiro. Ademais, a escolha desses indicadores se deu a partir do levantamento bibliográfico das necessidades dos residentes de uma habitação, e a necessidade de analisar essas exigências a partir de indicadores representativos. Há outros indicadores possíveis de serem utilizados para análise da qualidade habitacional, todavia, ou são de complexa obtenção, ou são indicadores cujo sentido já é o mesmo analisado em outro indicador mais simples.

3.2.2 Definição do escopo e tamanho da amostra

O estudo foi realizado na cidade de Crateús. Para tal, foi necessário coletar uma amostra válida de residências dentre as mais de vinte mil existentes, conforme o IBGE (2010). De acordo com Collis e Hussey (2005), uma amostra válida, ou representativa, é aquela em que

é possível generalizar os resultados para toda a população, sendo assim escolhida aleatoriamente e grande o suficiente para representar a população.

Para a maioria das pesquisas não é necessário escolher uma amostra necessariamente grande, desde que se aceite um certo nível de incerteza nas conclusões, todavia, é muito complexo definir quantos casos a amostra irá contemplar (COLLIS; HUSSEY, 2005). Clegg (1990 *apud* COLLIS; HUSSEY, 2005, p. 153) considera que se deve pensar nas tradições da área de pesquisa quanto ao tamanho adequado da amostra, de forma a atingir os requisitos mínimos necessários a pesquisa.

Dessa forma, seguiu-se a indicação de Hirota (1987) para determinar o número mínimo de projetos que a amostra deve possuir para que se torne possível a generalização de suas características geométricas, conforme sumarizado na Tabela 3.

Tabela 3 - Recomendações de tamanho de amostra

Variáveis	N.º mínimo de projetos
Área construída no pavimento tipo	59
Índice de compactidade	7
Área fechada do térreo	71
Área de circulação horizontal no pavimento tipo	57
Coefficiente de paredes externas	22
Coefficientes de paredes internas	10
Aberturas na envoltória	41

Fonte: Adaptado de Hirota (1987).

Optou-se por levantar apenas 60 projetos localizados na zona urbana, caracterizados como de uso residencial, aprovados a partir de 2000 com apenas pavimento térreo. As plantas baixas dos projetos podem ser encontradas ao fim deste trabalho, no Anexo A.

3.2.3 Coleta e tratamento dos projetos

Definido o escopo e tamanho da amostra, foram coletados projetos aprovados na Secretaria de Finanças da Prefeitura Municipal de Crateús no período de 2013 a 2019. Por questões legais, não foi possível remover tais projetos das dependências da Prefeitura, bem como identificar proprietários e endereços.

Ainda, a prefeitura não possuía os projetos digitalizados, assim, os projetos para Alvará de Construção e ITBI (Imposto de Transmissão de Bens Intervivos) aprovados na prefeitura foram fotografados e posteriormente digitalizados pelo autor.

A seguir, realiza-se uma maior caracterização da cidade estudada e dos projetos que compõem a amostra.

3.2.3.1 Caracterização da Cidade de Crateús

A cidade de Crateús, onde se realizou o presente trabalho, possui cerca de 72 mil habitantes (IBGE, 2010) e está localizada na região do oeste do estado do Ceará a cerca de 350km da capital Fortaleza, conforme Figura 2.

Figura 2 – Localização do município de Crateús dentro do estado do Ceará



Fonte: Wikipédia (2019)

Fundada em 1880, a cidade é reconhecida como polo de desenvolvimento econômico e social da região contando com diversas instituições públicas de educação como o campus avançado da Universidade Estadual do Ceará (UECE), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) e da Universidade Federal do Ceará (UFC).

De acordo com o IBGE (2010), Crateús possui aproximadamente 21717 domicílios particulares permanentes, dentre os quais 8231 domicílios se encontravam adequados a moradia (37,9%), 11995 domicílios se encontravam semi-adequados (55,23%); e 1490 domicílios eram inadequados a moradia (6,86%) e experimenta um crescimento com os diversos empreendimentos que estão surgindo por toda a cidade, seja de loteamentos ou de condomínios.

Com esse enorme “boom” imobiliário, é importante investigar as características e qualidade das moradias, visando estabelecer bases sólidas tanto para estimativa de custo e conforto, quanto para análise das decisões referentes aos projetos residenciais na cidade de Crateús.

3.2.3.2 Caracterização da Amostra

A amostra de projetos coletada é composta por 60 projetos arquitetônicos residenciais da cidade de Crateús, cujas principais características são apresentadas na Tabela 4.

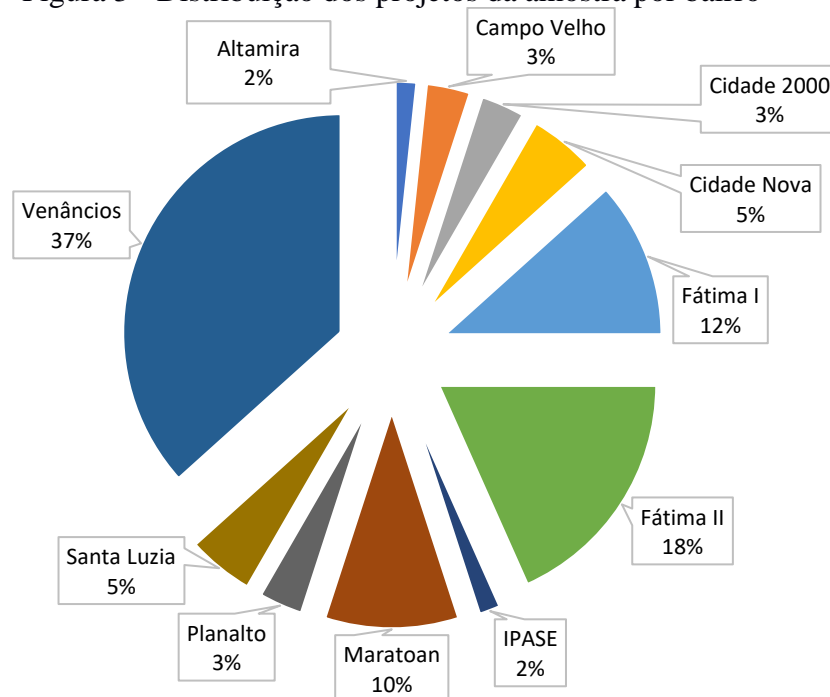
Tabela 4 - Principais características dos projetos da amostra

Característica	Unidade	Valor
Custo médio	R\$	104.779,33
Quartos por residência	Unid.	2,78
Banheiros por residência	Unid.	1,93
Área construída média	M ²	98,9

Fonte: autoria própria.

O custo médio foi calculado apenas por média simples, desconsiderando os efeitos de inflação, deflação e variação do valor da moeda que ocorrem devido a diferença nos anos de construção das residências, uma vez que este não é o propósito do trabalho. Ademais, a distribuição da amostra por bairros é conforme a Figura 3.

Figura 3 - Distribuição dos projetos da amostra por bairro

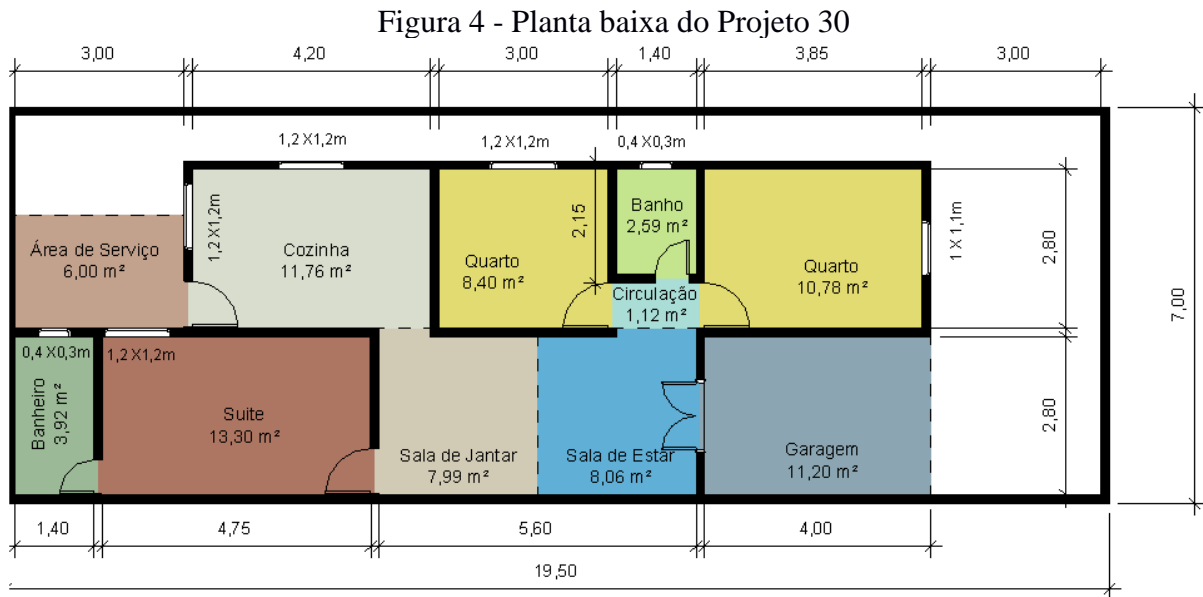


Fonte: Autoria Própria.

Assim, é possível perceber uma predominância dos projetos de residências do bairro dos Venâncios (37%), Fátima II (18%), Fátima I (12%), e Maratoan (10%), todavia, edificações de outras localidades também contemplam a amostra.

3.2.4 Extração dos indicadores geométricos de custo

Nesta subseção apresenta-se o procedimento de extração das variáveis coletadas, a fim de melhor esclarecer os procedimentos adotados e possibilitar a replicação do estudo. Além de se definir cada um dos indicadores identificados e selecionados na seção 3.2.1, tomou-se o projeto 30, cuja planta baixa é apresentada na Figura 4, para a exemplificação do procedimento.

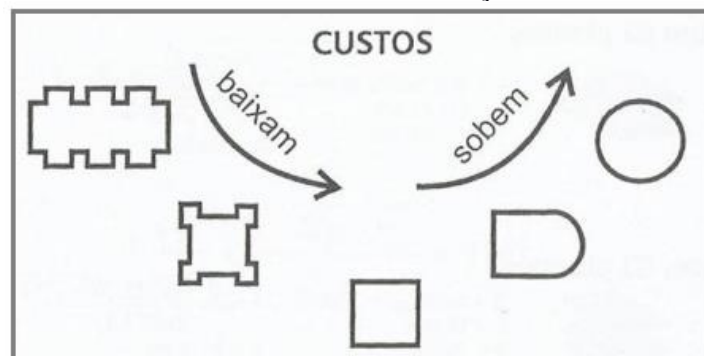


Fonte: Autoria Própria.

3.2.4.1 Índice de Compacidade e Índice de Compacidade Econômico

O primeiro indicador a ser calculado é o Índice de Compacidade (IC) e sua variante, o Índice de Compacidade Econômico (ICE). Conforme Rosso (1978) e Mascaró (1985), citados por Andrade (1996, p.51 e 52), quanto maior o quociente entre as paredes da envoltória e a área da superfície inscrita, maior o custo da edificação, já que o custo das fachadas é maior que a das divisórias internas, como demonstra na Figura 5.

Figura 5 - Influência do formato do pavimento no custo da fachada das edificações



Fonte: Mascaró (2010).

Uma das formas de analisar a relação perímetro-área de uma figura é pelo índice de compacidade, que indica o quanto a figura se afasta da forma do círculo, considerada a mais econômica (ANDRADE, 1996).

O objetivo do índice de compacidade é medir e avaliar a relação entre as paredes do perímetro do edifício e sua área, podendo ser definido como a relação percentual entre o perímetro de um círculo de área igual à do projeto (P_c) em análise e o perímetro das paredes exteriores do projeto (P_p), conforme a equação (1):

$$IC = \frac{P_c}{P_p} \times 100 \rightarrow IC = \frac{2 \times \sqrt{AT \times \pi}}{P_p} \quad (1)$$

Em que:

- AT: Área total da edificação (m²);
- Pp: Perímetro das paredes exteriores (m);

O índice de compacidade, todavia, não leva em consideração as dificuldades construtivas de superfícies curvas e arestas (LIMA, 2013). Neste sentido, Mascaró (2010), citado por Lima (2013, p.32), afirma que cada aresta equivale a 0,5m de perímetro e um plano curvo custa, em média, 50% a mais que seu equivalente reto, criando assim a variável de perímetro econômico do projeto (P_{ep}).

Portanto, a partir dessas premissas, calcula-se o Índice de Compacidade Econômico (ICE), expresso pela equação (2):

$$ICE = \frac{P_c}{P_{ep}} \times 100 \rightarrow ICE = \frac{2 \times \sqrt{AT \times \pi}}{P_{pr} + 1,5 \times P_{pc} + \left(\frac{n}{2}\right)} \quad (2)$$

Em que:

- AT: Área total da edificação (m²);
- Ppr: Perímetro das paredes retas exteriores (m);
- Ppc: Perímetro das paredes curvas exteriores (m);
- n: número de arestas das fachadas.

Diante disso, Cezar (2017) argumenta que o círculo deixa de ser a forma mais econômica, já que, apesar de ser a mais compacta, tem todo o perímetro em formato curvo. Lima (2013) afirma que o custo de construção por metro quadrado diminui na medida em que o índice de econômico de compactidade aumenta, atingindo um valor mínimo quando ICE corresponde a forma quadrada. Este último ainda alega que o ICE ótimo da forma quadrada é 84,38%, enquanto Mascaró (2010, *apud OLIVEIRA*, 2014, p. 53) afirma que é 88,5%.

Para cálculo das variáveis, seguiu-se as recomendações de Oliveira, Lantelme e Formoso (1995, *apud SILVA*, 2018, p.44), conforme o Quadro 1.

Variáveis	Crítérios
Área Total da habitação	Medida em planta pela face externa das paredes
	Não inclui áreas de sacadas e floreiras
Perímetro das paredes externas	Medida em planta pelo eixo das paredes
	Não descontar os vãos das aberturas.

Fonte: Adaptado de Oliveira, Lantelme e Formoso (1995, *apud SILVA*, 2018, p.44).

Além destes critérios, não se deve incluir as áreas de garagem, áreas de serviço, lavanderias ou outros compartimentos que possuam algum lado aberto, ou seja, que não definam os limites exteriores da edificação. Neste caso, o cômodo deve ser considerado externo ao corpo da edificação.

A Figura 6 destaca os elementos para o cálculo do IEC para o Projeto 30.

Figura 6 - Elementos para o cálculo do IEC para o Projeto 30



Fonte: Autoria Própria.

Cabe esclarecer que a garagem e a área de serviço, nesse caso, não pertencem ao corpo da edificação, pois não são ambientes fechados. Dessa forma, como existe um vão de abertura em ambos os espaços, as paredes internas (Arestas 3,4 e Arestas 7 e 8) são mais importantes para o custo e qualidade da residência do que os vãos (vão 01 e 02).

Assim, para o caso do projeto 30, tem-se:

- Perímetro Externo = 44,2m;
- Área Total = 77,83m²;
- Área Construída = 95,93m²;
- Número de Arestas = 8;
- Parte do perímetro que é curvo = 0m;

Cabe informar, ainda, que a área total se refere a área do corpo da edificação, sem considerar as áreas externas, enquanto que área construída se refere à soma de ambas as áreas (internas e externas).

Assim, inicialmente, calcula-se o IC (%), aplicando a equação 1:

$$IC = \frac{2 \times \sqrt{AT \times \pi}}{Pp} \rightarrow \frac{2 \times \sqrt{77,83 \times \pi}}{44,2} \rightarrow 0,7074 \rightarrow 70,74\%$$

Ademais, obtém-se o ICE (%), aplicando-se a equação 2:

$$ICE = \frac{2 \times \sqrt{AT \times \pi}}{Ppr + 1,5 \times Ppc + \left(\frac{n}{2}\right)} \rightarrow \frac{2 \times \sqrt{77,83 \times \pi}}{44,2 + 1,5 \times 0 + \left(\frac{8}{2}\right)} \rightarrow 0,6487 \rightarrow 64,87\%$$

Verifica-se, portanto, que o ICE está cerca de 20% menor que o valor perfeito (do quadrado) indicado por Lima e cerca de 23% menor que o indicado por Mascaró.

3.2.4.2 Porcentagem de Áreas Frias

O segundo indicador a ser calculado foi a Porcentagem de Áreas Frias (PAF). Conforme Cunha (2009, *apud* SILVA *et al.*, 2014, p.7), quanto menor a porcentagem de pisos frios (molhados) no projeto, mais econômico será o empreendimento. Podem ser consideradas áreas de pisos frios qualquer compartimento que possui instalação hidráulica (LOSSO, 1995), sendo os mais comuns: as cozinhas, banheiros, lavanderias e varandas (ANDRADE, 1996; NERIS, 2010; SILVA *et al.*, 2014).

De acordo com Andrade (1996), a importância do conhecimento da quantidade de pisos frios se deve a esses cômodos possuírem revestimentos diferenciados, como azulejos,

pedras ou epóxi, encarecendo a obra. Assim, o objetivo desse índice é determinar o quanto estes revestimentos de maior custo se encontram aplicados na edificação (LOSSO, 1995).

A porcentagem de áreas frias (PAF) é calculada pela equação (3).

$$PAF = \frac{APF}{AU} \times 100 \quad (3)$$

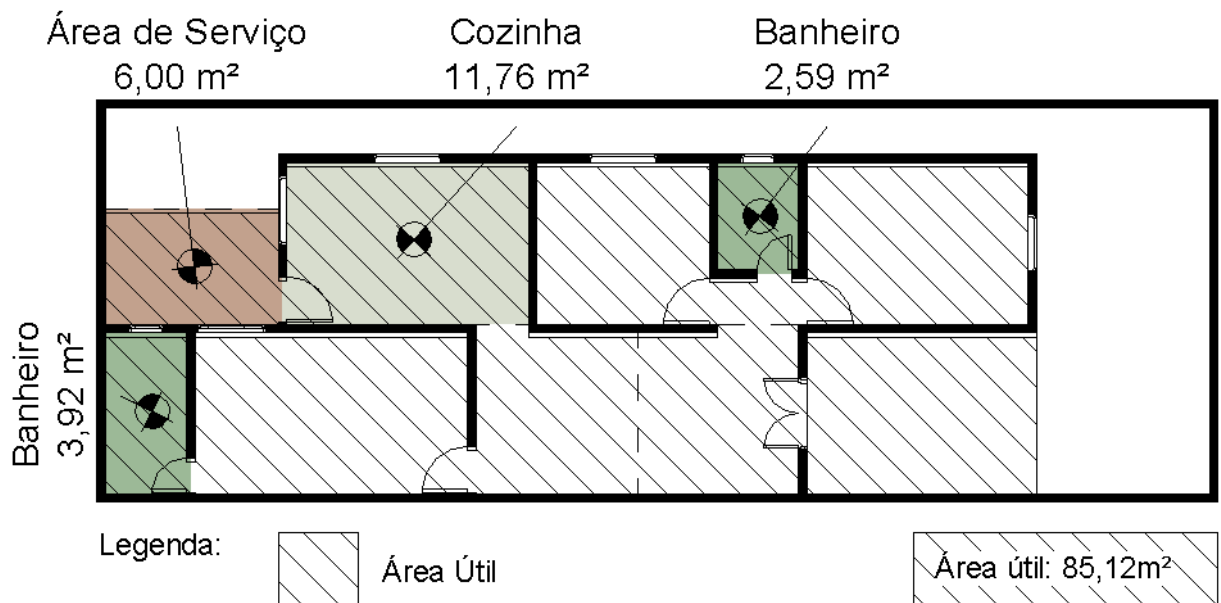
Em que:

- APF: Área de piso frio (m²);
- AU: Área útil da residência (m²).

Todavia, conforme Andrade (1996), o projeto arquitetônico de casas e prédios são diferentes, pois garagens e varandas não são computadas como área útil nem área construída, enquanto em casas esses compartimentos devem ser somados, já que são parte indivisível da unidade habitacional.

Assim, os procedimentos de cálculo da área de piso frio e área útil envolvem somente o descarte das áreas de projeção das paredes. A Figura 77 destaca os elementos para o cálculo do PAF para o Projeto 30.

Figura 7 - Elementos para o cálculo da PAF para o Projeto 30



Fonte: Autoria Própria.

A área útil foi calculada como a soma das áreas úteis de todos os cômodos (85,12m²) e a área de cômodos frios como o somatório da área da cozinha, banheiros, lavanderia e área de serviço, (24,27m²). Aplicando-se a Equação (3), tem-se:

$$PAF = \frac{APF}{AU} \rightarrow \frac{24,27}{85,12} \rightarrow 0,2851 \rightarrow 28,51\%$$

Oliveira (2018) desenvolveu uma escala para esse indicador que varia de 4 a 10 conforme valor obtido, onde uma PAF maior que 28% representa uma nota 8, ou seja, é um valor razoável, principalmente considerando que é distante apenas 8% do valor ideal (20%) considerado pelo autor citado.

3.2.4.3 Porcentagem de Áreas de Circulação

O terceiro indicador calculado foi a Porcentagem de Áreas de Circulação (PAC), que conforme Silva (2018) e Andrade (1996) representa a quantidade de áreas destinadas a promover o acesso de pessoas e bens dentro de uma edificação, agregando pouco valor ao imóvel. Hirota (1987) afirma que a área de circulação é uma área “morta”, tendo como única função dar acesso às unidades autônomas ou cômodos.

Mascaró (1975), citado por Andrade (1996), afirma que os custos de construção das áreas de circulação, chegam a ser 30% maiores que os custos dos demais ambientes, em função do seu índice de compacidade ser normalmente inferior a 70%. Além do fator compacidade, Oliveira, Lantelme e Formoso (1995, *apud* SILVA, 2018, p.43) argumenta que essas áreas possuem custo elevado devido a seus revestimentos, e assim, deve-se minimizar sua área.

Conforme Andrade (1996), a PAC é calculada pela equação (4):

$$PAC = \frac{AC}{AU} \times 100 \quad (4)$$

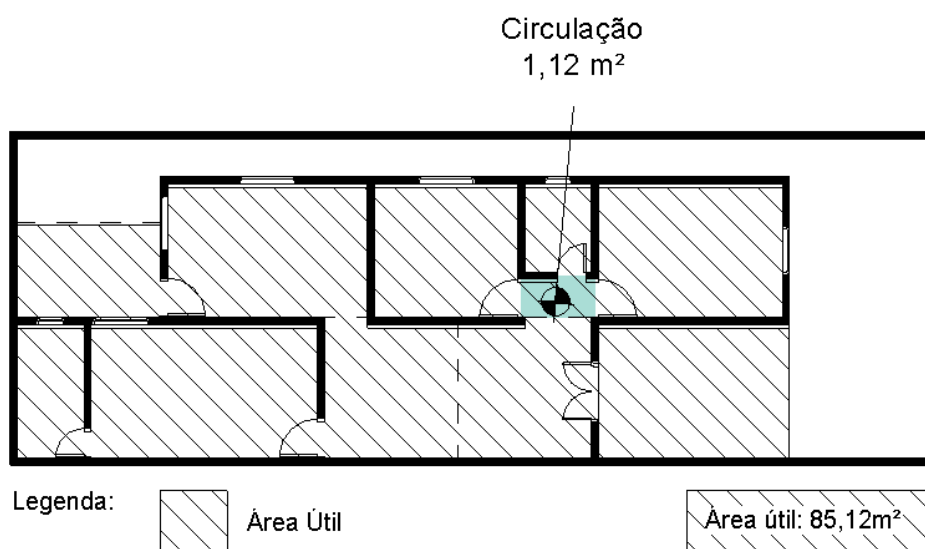
Em que:

- AC: Área de circulação (m²);
- AU: Área útil (m²).

Contudo, Silva (2018) atenta para o fato de AC incluir todas as áreas úteis de circulação, sejam horizontais ou verticais (escadas, elevadores etc.); e a AU desse indicador deve incluir possíveis áreas de garagem e varanda.

A Figura 8 destaca os elementos para o cálculo do PAC para o Projeto 30.

Figura 8 - Elementos para o cálculo da PAC para o Projeto 30



Fonte: Autoria Própria.

Desta forma, por meio da Equação (4), para o Projeto 30, tem-se:

$$PAC = \frac{AC}{AU} \rightarrow \frac{1,12}{85,12} \rightarrow 0,0132 \rightarrow 1,32\%$$

Oliveira (2018) alega que projetos com áreas de circulações menores que 5% são desconfortáveis aos residentes, pois aumenta a sensação de enclausuramento e diminui a acessibilidade. Assim, vê-se que o valor encontrado é aproximadamente 3,5 vezes menor que o limite mínimo para ser considerado razoável.

3.2.4.4 Densidade de Paredes

O indicador Densidade de Paredes (DP) pode ser definido como a relação entre a área de projeção das paredes e a área total da construção (SILVA, 2018; ANDRADE, 1996). Ainda conforme os autores, seu objetivo é verificar o grau de compartimentação da edificação, ou seja, analisar a relação entre a área ocupada pelas paredes e a área total.

A utilização desse indicador é importante, uma vez que os planos verticais representam até 40% do custo da obra, e influenciam no peso da construção, elevando o custo da estrutura (OLIVEIRA; LANTELME; FORMOSO, 1995 *apud* SILVA, 2018, p.45). Além disso, é possível verificar se a compartimentação dos pavimentos foi feita de forma racional e

eficiente, pois quanto menor a densidade de paredes, maior a área útil do pavimento – para uma mesma área total (SILVA, 2018).

A DP é calculada pela equação (5):

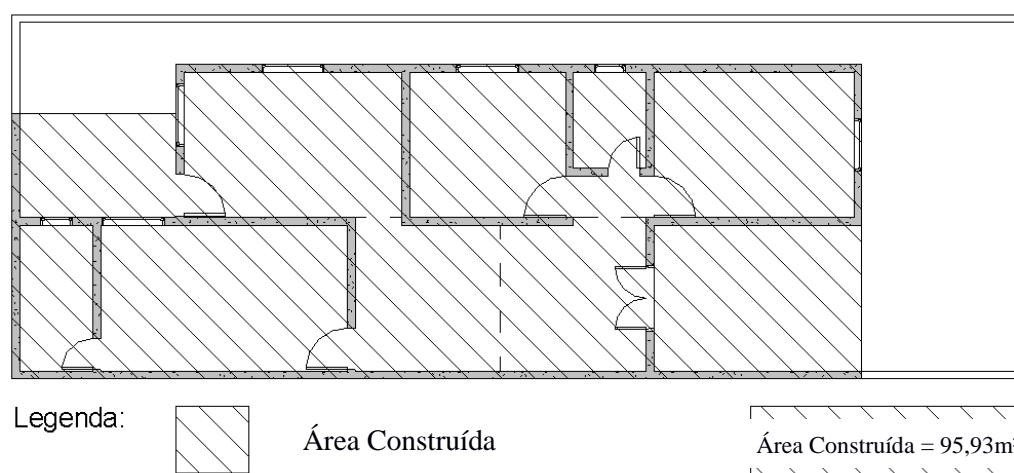
$$DP = \frac{AP}{AC} \times 100 \quad (5)$$

Em que:

- AP: Área de projeção das paredes (m²);
- AC: Área construída (m²).

A Figura 9 destaca os elementos para o cálculo da DP para o Projeto 30.

Figura 9 - Elementos para o cálculo da DP para o Projeto 30



Fonte: Autoria Própria.

Conforme Oliveira, Lantelme e Formoso (1993), citado por Gouveia (2013), na área construída não se deve somar as áreas de garagem. Entretanto, essa recomendação se aplica somente a prédios, pois o(s) pavimento(s) de garagem possuem uma baixíssima densidade de paredes, diferente de residências térreas. Assim, as áreas de garagem foram consideradas no cálculo da área total.

A área de projeção das paredes pode ser calculada como a diferença entre a área construída e a área útil, o que resulta em 10,81m². Desta forma, por meio da Equação (5), tem-se:

$$DP = \frac{95,93 - 85,12}{95,93} \times 100 = 11,27\%$$

Oliveira, Lantelme e Formoso (1993, *apud* LOSSO, 1995, p.89) recomendam, para unidades habitacionais entre 70 a 100m², uma densidade de paredes menor que 20%, o que significa que o valor obtido está numa faixa ótima, pois pouco do espaço construído não será utilizado.

3.2.5 *Extração dos indicadores geométricos de qualidade*

3.2.5.1 *Proporção de Paredes Externas*

Este indicador consiste na relação entre o perímetro externo e a área total da edificação. Assim, busca-se analisar o quanto existe de divisória externa por m². Conforme Martins (1999), Mascaró (1987) argumenta que a parede externa representa um importante indicador no contexto de custo, enquanto Gero *et al.* (1983) afirma que ela é um atributo e de desempenho térmico e estético. Além disso, este indicador é utilizado por Costa (1995) para classificar e qualificar as habitações na sua metodologia de avaliação de projetos habitacionais. Dessa forma, fica clara sua importância para caracterização de imóveis residenciais quanto ao custo e a qualidade.

Quanto ao custo, Mascaró (1985), citado por Losso (1995, p.60), relata em seu trabalho que 40% dos custos totais são constituídos pelas paredes e, dessa porcentagem, aproximadamente 40% representam as fachadas, podendo-se afirmar que as fachadas constituem, em média, 15% do custo total do edifício. Além disso, Mascaró ainda afirma que os planos externos podem custar de três a cinco vezes mais que os planos internos, o que é justificado por Losso (1995) ao afirmar que as fachadas possuem custos elevados devido ao material utilizado no seu revestimento, sendo um dos itens que mais pesam nas curvas ABC de insumos das empresas.

Quanto à qualidade, Martins (1999) afirma que a quantidade de perímetro externo está relacionada diretamente a questão do confinamento dos ambientes. Ou seja, no *layout* da edificação, os ambientes que não possuem pelo menos um de seus lados como parede externa (conexões com o meio exterior) podem ser considerados confinados.

Isto é capturado pela Proporção de Paredes Externas (PPE) calculada em m/m² pela equação (6):

$$PPE = \frac{PE}{AT} \quad (6)$$

Em que:

- PE: Perímetro das paredes externas (m);
- AT: Área total (m²).

Cabe ressaltar que o perímetro externo deve ser medido pelo eixo central das paredes, e que não se deve incluir as áreas de garagem e áreas de serviço se esses ambientes possuírem algum lado aberto, semelhante ao cálculo do ICE.

Como já foi levantado o perímetro das paredes externas e a área total construída, pode-se aplicar a Equação (6):

$$PPE = \frac{PE}{AT} \rightarrow \frac{44,2}{77,83} \rightarrow 0,57m/m^2$$

Apesar de não haver sido encontrados classificações para este indicador, valores de referência encontrados, para prédios, tem em média um valor de 0,3m/m², o que indica que a sensação de enclausuramento nessa residência é menor do que aquele sentido pelos residentes das edificações multipavimentos.

3.2.5.2 *Espaciosidade*

Devido à importância da quantidade de espaço disponível para o usuário da residência, é necessário analisar se tal quantidade é suficiente para suportar a execução de tarefas domésticas de forma adequada, eficiente e segura (LAPETINA, 2007). Assim, o debate acerca da área mínima de um ambiente/edificação acontece há quase um século e se iniciou a partir das definições espaciais, das disposições do mobiliário até as discussões atuais sobre a psicologia ambiental (BARCELLOS, 2011).

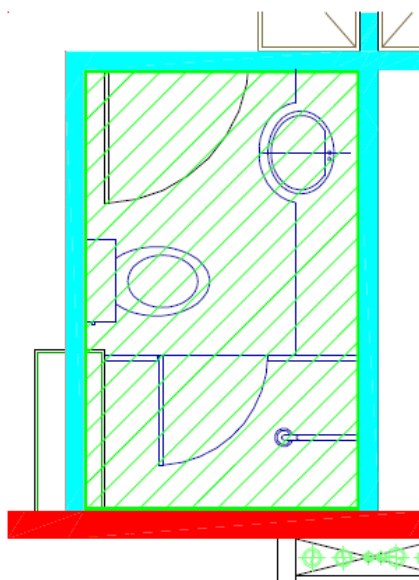
A partir da análise de cortiços em Boston, Hall (2005) comenta que as dimensões dos espaços habitacionais conseguiram de algum modo passar, sem que se percebesse, do tamanho que mal chegava a ser suficiente para o totalmente insuficiente, motivado principalmente por fatores econômicos (*apud* BARCELLOS, 2011, p.61). Já Valladares (1978), também citado por Barcellos (2011, p.61) comenta, ao analisar um conjunto habitacional Cidade de Deus no Rio de Janeiro, que o tamanho e qualidade das habitações implicavam quase sempre em ampliações e reformas que os moradores não podiam arcar, gerando alta rotatividade nas residências.

Nesse contexto, um indicador de espaciosidade pode ser definido como a quantidade de espaço disponível para uso (LAPETINA, 2007). Ainda para o autor, a área

líquida do ambiente é igual a área de piso, ou seja, sem contar as paredes. Essa área, também é conhecida como área de vassoura.

Para determinação da área útil de cada ambiente utilizou-se as medidas entre as faces internas das paredes, seguindo a recomendação de Neris (2010) de desconsiderar os elementos estruturais, visto que esta análise é puramente sobre o projeto arquitetônico, conforme a Figura 10.

Figura 10 - Exemplo de levantamento da área útil



Fonte: Neris (2010)

Assim, para o projeto 30 encontraram-se os valores descritos na Tabela 05.

Tabela 5 - Relação de ambientes e suas áreas

Ambiente	Área Útil (m²)
Sala de estar	8,06
Cozinha	11,76
Sala de Jantar	7,99
Banheiro 1	3,92
Banheiro 2	2,59
Quarto 1	13,30
Quarto 2	10,78
Quarto 3	8,40
Área de Serviço	6
Garagem	11,2

Fonte: Autoria Própria.

Quando comparados aos limites mínimos impostos pelo município de Crateús, descobre-se que somente a sala de estar não atende a dimensão mínima, que é de 10m². Assim,

considera-se que o espaço disponível nos compartimentos é adequado para o conforto dos residentes.

3.2.5.3 *Índice de Aberturas Externas por Área Útil*

Este indicador busca simplificar as análises necessárias para estudo do conforto térmico e visual e de eficiência energética de uma residência a partir da análise das dimensões das janelas, que é o meio mais comum de entrada da luz, do calor e dos sons.

Quanto a iluminação, Martins (1999) argumenta que a luminosidade é um dos pontos centrais do projeto, pois o uso dessa por meios artificiais está relacionada diretamente à dimensão e confinamento dos ambientes. O autor ainda alega que um ambiente confinado induz a uma perda na utilização do produto, seja pelo alto consumo de energia elétrica, que acarreta acréscimos de custos, ou em relação ao conforto térmico e visual e a higiene, visto que baixa iluminação favorece acúmulo de fungos e bactérias.

Ainda sobre iluminação, Costa (1995) defende que o aconchego dos ambientes da residência passa pela disponibilidade de fontes de iluminação natural e de circulação de ar. Dessa forma, para o autor, a disposição das janelas deve garantir uma iluminação adequada ao longo do dia e uma ventilação eficaz.

Quanto ao conforto acústico e desempenho energético, Vettorazzi *et al.* (2014) afirmam que desconforto causado à população pela exposição a níveis elevados de ruídos no meio urbano é um fator que contribui para o aumento do consumo de energia elétrica. Assim, de acordo com os autores, para se proteger dos ruídos o morador fecha as esquadrias diminuindo a ventilação e iluminação natural, o que impulsiona o uso de soluções artificiais, como ventiladores, ar-condicionados e lâmpadas. Assim, as janelas são utilizadas de forma a regular a entrada de ruídos, criando uma dualidade em sua função: ou se opta por um ambiente sem ruídos ou ventilado.

Quanto ao conforto visual, Goulart (1997) afirma que as pessoas possuem o desejo e a necessidade de olharem para o exterior. A janela é então, um elemento essencial para sensação de liberdade, de vida, de saúde e de felicidade. O autor indica que pequenas áreas de janelas são melhores que nenhuma, pois satisfazem o desejo de ver o exterior. Nesse contexto, Vasconcelos (2004) discorre sobre efeitos nocivos da falta dessa integração homem-externo, principalmente no que tange a saúde das pessoas.

A preocupação com a localização das portas e janelas surgiu nos Estados Unidos durante o crescimento da indústria automobilística, que tornou os subúrbios mais acessíveis, e

visava otimizar a distribuição do mobiliário e o contato com o meio ambiente (LAPETINA, 2007).

Costa (1995) desenvolveu uma metodologia de avaliação de projetos em que uma habitação ideal deveria ter uma diversidade de orientações de janelas, garantindo a entrada de luz natural direta ao longo do dia. Assim, o autor afirma que:

- A cozinha deve possuir janelas em tamanho e quantidade adequadas para permitir iluminação e ventilação convenientes para as zonas de trabalho, pois a cozinha é o centro de numerosas atividades domésticas em que a iluminação e ventilação desempenham papel fundamental;
- As instalações sanitárias devem possuir janelas adequadas que permitam iluminação e, em especial, ventilação natural adequada. Nesses locais existe frequentemente a produção de grandes quantidades de vapor de água, com consequências graves na durabilidade e aspecto dos revestimentos. Assim, a ventilação natural contribui para a diminuição da umidade do local.

Assim, o indicador de “Área de Aberturas Externas por Área Útil do Pav. Tipo” consiste na razão entre a área das janelas do compartimento e a área útil do compartimento (LOSSO, 1995), e é muito utilizada nos códigos de obra e postura das cidades brasileiras, podendo ser calculado pela equação (7):

$$AE/AU = \frac{AE}{AU} \quad (7)$$

Em que:

- AE: Áreas das janelas do compartimento (m²);
- AU: Área útil do compartimento (m²).

Ressalta-se que esse indicador pode ser analisado individualmente para cada cômodo e de forma geral (a residência completa).

Para o projeto 30, aplicou-se a equação (7), cujos resultados são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Índice de áreas externas por área útil para o projeto 30

Ambiente	Área Útil (m ²)	Área das Janelas (m ²)	AE/AU (m ² /m ²)
Sala de estar	8,06	0	0,00

Ambiente	Área Útil (m²)	Área das Janelas (m²)	AE/AU (m²/m²)
Cozinha	11,76	2,88	0,25
Sala de Jantar	7,99	0	0,00
Banheiro 1	3,92	0,24	0,06
Banheiro 2	2,59	0,24	0,09
Quarto 1	13,30	1,44	0,11
Quarto 2	10,78	1,1	0,10
Quarto 3	8,40	1,44	0,17

Fonte: Autoria Própria.

Dessa forma, quando comparados aos valores impostos pela prefeitura como mínimo, percebe-se que somente a cozinha e o quarto 3 atendem aos requisitos mínimos para as janelas. Assim, pode-se alegar que os residentes podem vir a sofrer com desconforto térmico e visual, ocasionado pela ausência ou pequenez dessas esquadrias.

3.2.5.4 Índice de Áreas Privativas

Este índice relaciona áreas de uso privado e áreas de uso comum, visando determinar a proporção dessas áreas no projeto. Segundo Vianna (2010), “A privacidade é uma condição própria do ser humano, entendida como a necessidade e direito, sempre relacionada aos aspectos psicológicos, ambientais e culturais de cada indivíduo e da sociedade”.

Conforme Lapetina (2007), após a popularização da iluminação artificial, os horários passaram a ser mais elásticos, possibilitando atividades noturnas. Dessa forma, os espaços e as necessidades residenciais foram alterados, transformando a privacidade em uma das funções mais importantes da casa.

Assim, a privacidade é uma das exigências para a qualidade do projeto habitacional (OLIVEIRA, 2018). Uma má distribuição dos espaços pode ser uma das mais graves deficiências construtivas, na medida que pode prejudicar a privacidade a que todos tem direito.

Por fim, além de influenciar na qualidade, as áreas privativas também impactam no custo da obra, pois o seu excesso pode representar um desperdício de recursos e funcionalidade (OLIVEIRA, 2018). Assim, calcula-se o Índice de Áreas Privativas (IAP) de acordo com a equação (8):

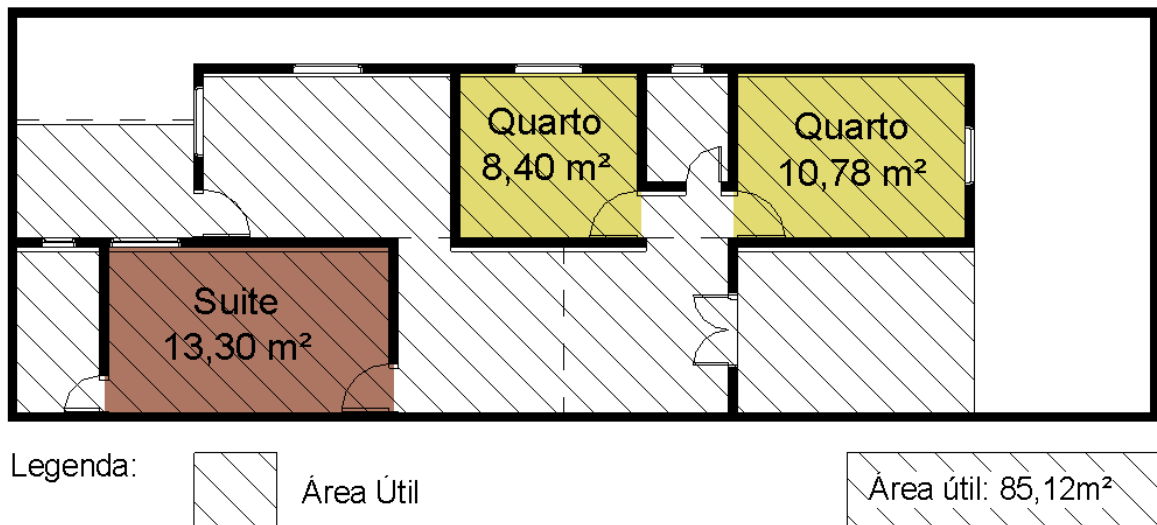
$$IAP = \frac{AP}{AU} \times 100 \quad (8)$$

Em que:

- AP: Áreas privadas úteis (m²);
- AU: Área útil (m²).

Cabe ressaltar que apenas os quartos foram considerados áreas privadas. A Figura 11 destaca os elementos para o cálculo do IAP para o Projeto 30.

Figura 11 - Elementos para o cálculo do IAP para o Projeto 30



Fonte: Autoria Própria.

Somando-se apenas as áreas dos dormitórios (áreas privadas), por meio da Equação (8), tem-se:

$$IAP = \frac{AP}{AU} \rightarrow \frac{13,3 + 10,78 + 8,4}{85,12} \rightarrow \frac{32,48}{85,12} \rightarrow 0,3816 \rightarrow 38,16\%$$

Oliveira (2018) argumenta que valores de IAP maiores que 40% são considerados péssimos valores, pois indica que o custo da construção será desnecessariamente oneroso. Todavia, o valor ideal, alega o autor, seria entre 25 e 35%, então essa é uma classificação tênue, e indica que o valor obtido é razoável.

Em síntese, o conjunto de indicadores são de fácil obtenção, pois muitas variáveis são utilizadas em mais de um indicador, e dessa forma, esse processo torna-se plausível para uso em tomadas de decisão no início do projeto arquitetônico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir os resultados e discussões são realizados para cada um dos índices selecionados, sendo que os resultados individuais, por projeto, podem ser encontrados no Apêndice B.

4.1 Índice de Compacidade e Índice de Compacidade Econômico

Com relação ao índice de compacidade obteve-se uma média de 75,43%, com desvio padrão de 5,06%, um valor mínimo de 65,6% e um máximo de 84,55%. A Tabela 7 apresenta o índice de compacidade médio em comparação com outros estudos da literatura.

Tabela 7 - Índice de compacidade dos projetos

Estudos	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Média (%)	75,43	76	54	52,34	85,7	79,6	69,1	69,5	62,81	68,35	66,11
Desvio Padrão (%)	5,06	7,86	7,02	2	-	-	11,7	6,65	9,63	11,14	6,71
Máx. (%)	84,55	87,38	59	59,09	-	-	-	-	-	83,2	-
Mín. (%)	65,6	55,32	45,98	49,32	-	-	-	-	-	41,7	-

Legenda: (A) Presente Estudo; (B) Andrade (1996); (C) Espíndola e Daré (2011a); (D) Espíndola e Daré (2011b); (E) Gouveia (2013a); (F) Gouveia (2013b); (G) Gouveia (2013c); (H) Neris (2010); (I) Silva (2018); (J) Hirota (1987); (K) Losso (1995).

Fonte: Autoria Própria

Destaca-se que foram encontrados poucos estudos com este índice para residências térreas, o que levou ao comparativo, também, com estudos referentes a edificações de múltiplos pavimentos, conforme indica Quadro 2.

Quadro 2 - Características das amostras dos estudos

Estudos	Tamanho Amostral	Tipo Amostral	Amplitude Amostral (m ²)	Anos de Construção	Região
A	60	Casas	43,33 a 163,95	2014 a 2016	Crateús-CE
B	20	Ambos	103,14 a 405,5	1986 a 1995	Florianópolis-SC
C	3	Casas	50,28 a 69,94	-	Criciúma-SC
D	5	Casas		-	Criciúma-SC
E	10	Casas	32,84 a 68,71	-	Brasil
F	5	Casas		-	Brasil
G	4	Edifícios	185,39 a 260,09	-	Brasil
H	10	Edifícios	-	-	Fortaleza-CE
I	16	Edifícios	-	-	Nordeste
J	30	Ambos	30,31 a 171,6	-	Porto Alegre-RS
K	20	Edifícios	-	-	Curitiba-PR

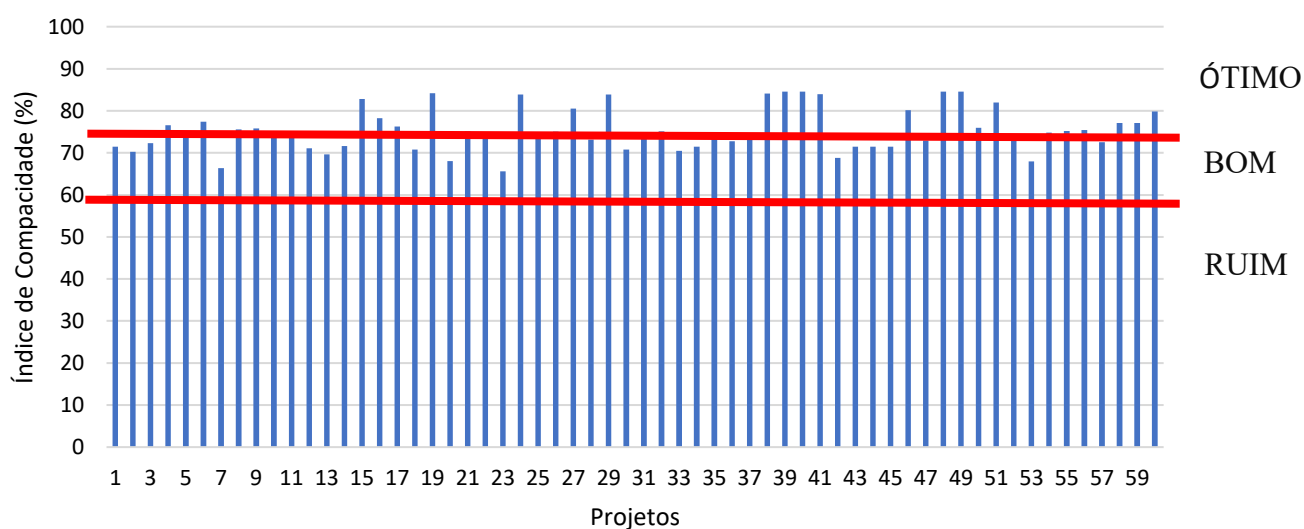
Fonte: Autoria Própria

É possível afirmar que o índice de compacidade das residências de Crateús é semelhante aos encontrados em outras pesquisas, como a de Andrade (1996) e a de Gouveia (2013)-B, e tal fato não é fruto do acaso, dado que ambos os trabalhos contêm casas térreas voltadas para público de classe média.

Já os resultados mais destoantes referem-se ao estudo de Espíndola e Daré (2011) e Gouveia (2013) -A. A diferença com os resultados dos estudos de Espíndola e Daré (2011) provavelmente se devem ao formato do terreno, pois um terreno irregular conduz a um formato de residência irregular. Enquanto a diferença para Gouveia (2013) -A pode se dar pela amostra ser composta de residências voltadas ao público de baixa renda, o que difere da amostra da presente pesquisa.

De acordo com Oliveira, Lantelme e Formoso (1993), citado por Gouveia (2013), um índice de compacidade abaixo de 60% é considerado ruim, acima de 75% é ótimo, e entre esses valores é bom. Assim, a Figura 11 apresenta a variação do índice para os projetos analisados.

Figura 12 - Índice de compacidade dos projetos



Fonte: Autoria Própria.

Assim, 50% dos projetos da amostra foram classificados com compacidade ótima e 50% de compacidade boa. Além disso, alguns projetos obtiveram um índice de compacidade acima de 80%, o que aponta uma otimização dos projetos em torno do custo. De fato, é comum uma empresa ter um projeto base que possa ser replicável, mas cuja geometria e estrutura são de domínio do construtor.

Com relação ao índice de compacidade econômico, apenas Neris (2010) apresentou resultados de referência, como apresentado e comparado com os índices obtidos neste estudo na Tabela 8.

Tabela 8 - Índice de compacidade econômico dos projetos

Estudos	Presente Estudo	Neris (2010)
Média (%)	69,3	61,75
Desvio Padrão (%)	4,71	5,74
Máximo (%)	78,73	69,98
Mínimo (%)	61,33	51,79

Fonte: Autoria Própria

Também não foram encontradas classificações intervalares para o indicador em questão, assim como outros valores de referências, principalmente devido o indicador ser relativamente recente. Verificou-se que 63,33% dos projetos possuem índice de compacidade econômico de até 70%, e 36,67% dos projetos possuem IC entre 70 e 80%, o que pode ser considerado um bom índice, acima dos obtidos por Neris (2010). Vale ressaltar que a amostra deste é composta por edifícios, que naturalmente possuem compacidade menor, como argumenta o próprio autor.

Foram encontradas diferenças entre o índice de compacidade e o índice de compacidade econômico que varia de 2,78% a 8,25%, com uma diferença média de 6,14%, semelhante a encontrada por Neris (2010), que foi de 7,7%.

4.2 Porcentagem de Áreas Frias

Para a amostra desse trabalho obteve-se uma porcentagem de áreas frias média de 26,99% com desvio padrão de 5,21%, um valor mínimo 9,17% e um máximo de 40,97%. Buscou-se na literatura valores encontrados em outros trabalhos. Os valores encontrados estão na Tabela 9.

Tabela 9 - Porcentagem de áreas frias				
Estudos	A	CD	H	K
Média (%)	26,99	10	31,4	25,11
Desvio Padrão (%)	5,21	4	4,6	2,68
Máximo	40,97	6	38,2	-
Mínimo	9,17	18	25,2	-

Legenda: (A) Presente Estudo; (CD) Espíndola e Daré-2011; (H) Neris-2010; (K) Losso-1995.

Fonte: Autoria Própria

Assim, percebe-se que a amostra possui uma porcentagem de áreas frias semelhantes à do estudo de Losso (1995) e maior que os de Espíndola e Daré (2011), que estudaram residências térreas. Já comparando com Neris (2010) o indicador foi menor.

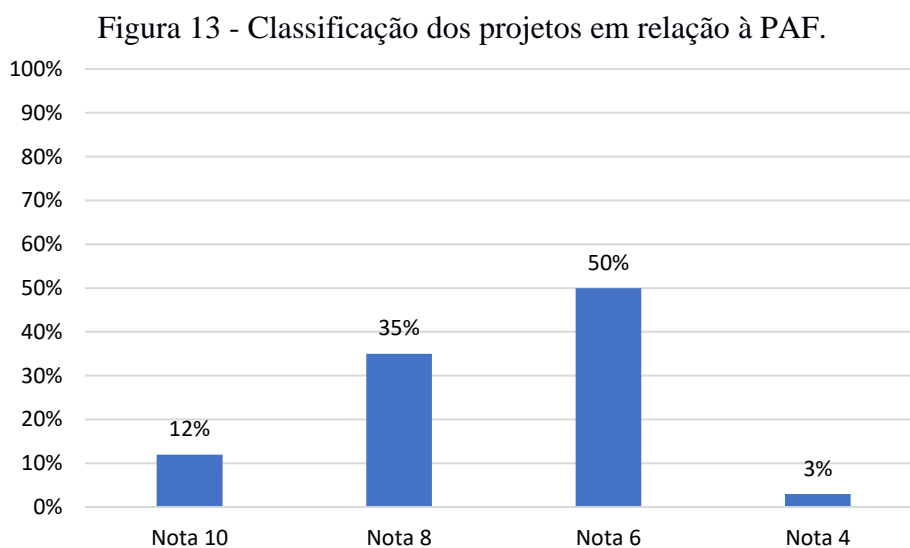
O Quadro 3 apresenta uma classificação para a porcentagem de áreas frias, conforme proposto por Oliveira (2018).

Quadro 3 - Classificação proposta por Oliveira (2018)

Nota	Porcentagem de Áreas Frias
10	20%
8	28%
6	35%
4	44%

Fonte: Autoria Própria

Segundo essa indicação, os projetos podem ser classificados, conforme a Figura 12.



Fonte: Autoria Própria

O resultado sugere que as residências de Crateús possuem áreas frias em demasia, ocasionando um aumento no custo de construção. A comparação com o estudo de Espíndola e Daré (2011) corrobora essa hipótese, uma vez que os autores obtiveram uma média de 10% de áreas frias, com uma amostra semelhante aos do presente trabalho, que é menos da metade do valor encontrado nesse trabalho. Assim, 53% dos projetos possuem alta porcentagem de áreas frias, ou seja, há espaço para otimizações.

4.3 Porcentagem de Áreas de Circulação

Para a amostra desse trabalho obteve-se uma porcentagem de áreas de circulação média de 2,67% com desvio padrão de 2,55%, um valor mínimo de 0% e um máximo de 15,42%. Novamente, buscou-se na literatura outros valores de referência, que são exibidos na Tabela 10.

Tabela 10 - Porcentagem de áreas de circulação dos projetos

Estudos	A	B	H	J	K
Média (%)	2,67	5,14	2,9	4,55	3,04
Desvio Padrão (%)	2,55	2,39	1	2,38	1,23
Máximo (%)	15,42	9,87	4,1	12,5	-
Mínimo (%)	0	1,18	1	1,7	-

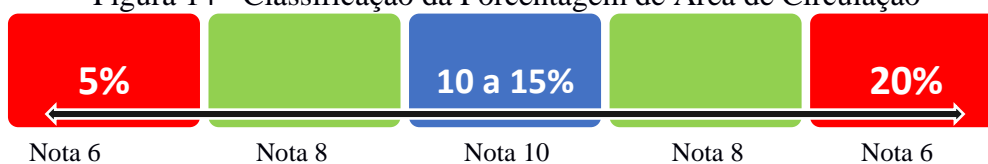
Legenda: (A) Presente Estudo; (B) Andrade-1996; (H) Neris-2010; (J) Hirota-1987; (K) Losso-1995.

Fonte: Autoria Própria

A amostra possui uma porcentagem de áreas de circulação semelhantes às encontradas na literatura, sendo mais próxima do valor encontrado por Neris (2010) e mais distante do valor encontrado por Andrade (1996). Apesar deste estudo ter encontrado a menor média relativa a esse indicador ele também obteve o maior desvio padrão e a maior amplitude, indicando grande variabilidade no tamanho de corredores e outras áreas de circulação nas residências térreas de Crateús.

Oliveira (2018) também desenvolveu uma classificação intervalar para a porcentagem de áreas de circulação, ilustrada conforme Figura 13.

Figura 14 - Classificação da Porcentagem de Área de Circulação



Fonte: Baseado em Oliveira (2018)

Seguindo essa indicação, as habitações de Crateús foram classificadas verificando-se que, aproximadamente, 88% dos projetos obtiveram nota 6, 10% nota 8 e 2% nota 10. Tais resultados sugerem que as residências de Crateús possuem pouca área de circulação, favorecendo a economia na construção. Todavia, pode indicar uma má qualidade do projeto no quesito acessibilidade, uma vez que os seres humanos sentem a necessidade de fácil acesso entre os ambientes da residência.

4.4 Densidade de Paredes

Obteve-se uma densidade de paredes média de 11,5% com desvio padrão de 1,14%, um valor mínimo de 8,49% e máximo de 13,93%, como apresentado e comparado com os valores da literatura na Tabela 11.

Tabela 11 - Densidade de paredes

Estudos	A	B	CD	E	F	G
Média (%)	11,5	10	13	14,3	14	12,3
Desvio Padrão (%)	1,14	3	1	-	-	1,4
Máximo (%)	13,93	14	14	-	-	-
Mínimo (%)	8,49	4	12	-	-	-

Legenda: (A) Presente Estudo; (B) Andrade-1996; (CD) Espíndola e Daré-2011; (E) Gouveia-2013-A; (F) Gouveia-2013-B; (G) Gouveia-2013-C.
Fonte: Autoria Própria

Percebe-se que a amostra possui uma densidade de paredes semelhantes às encontradas na literatura, sendo mais próxima do valor encontrado por Andrade (1996) e mais distante do valor encontrado por Gouveia (2013). Essas diferenças, são tão pequenas (não chegando a 5%) que podem ser desconsideradas. Ademais, os pequenos valores encontrados nos estudos para o desvio padrão confirmam pouca variabilidade nos valores de densidade de paredes, o que atesta a confiabilidade da média.

A Tabela 12 apresenta uma classificação desenvolvida por uma empresa privada para a densidade de paredes disponível na literatura revisitada.

Tabela 12 - Classificação descrita por Oliveira e Lantelme (1993)

Faixas de área privativa (m²)	Ótimo	Bom	Ruim
70 a 100	Até 20%	20 a 25%	Acima de 25%
100 a 140	Até 19%	19 a 24%	Acima de 24%
140 a 180	Até 19%	19 a 23%	Acima de 23%
180 a 250	Até 18%	18 a 22%	Acima de 22%
250 a 400	Até 17%	17 a 21%	Acima de 21%

Fonte: Oliveira, Lantelme e Formoso (1995, *apud* LOSSO, 1995, p.66)

É válido considerar que a maior parte dos projetos se encontra na faixa de 70 a 100m², tendo alguns poucos acima de 100m² e alguns poucos abaixo de 70m². De todo modo, todos os projetos, independente das suas áreas privativas (m²), foram classificados como de ótima densidade de paredes, uma vez que o projeto com maior DP foi aproximadamente 14%. Este resultado sugere que as residências de Crateús possuem uma otimização no quesito da quantidade de paredes, e conseqüentemente, na disponibilidade de área útil, o que é ótimo para

economia na construção, para a valorização do imóvel, e para a qualidade habitacional, uma vez que os usuários necessitam de espaço para suas atividades caseiras.

4.5 Proporção de Paredes Externas

Obteve-se uma proporção de paredes externas média de 0,53m/m² com desvio padrão de 0,06m/m² e um valor mínimo de 0,4m/m² e máximo de 0,7m/m². A Tabela 13 apresenta a proporção de paredes externas dos projetos confrontando-os com a literatura revisitada.

Tabela 13 - Proporção de paredes externas dos projetos

Estudos	A	H	J	L
Média (m/m ²)	0,53	0,234	0,32	0,35
Desvio Padrão (m/m ²)	0,06	0,045	0,07	0,08
Máximo (m/m ²)	0,7	0,311	0,46	0,61
Mínimo (m/m ²)	0,4	0,17	0,19	0,16

Legenda: (A) Presente Estudo; (H) Neris-2010; (J) Hirota-1987; (L) Oliveira-1990.

Fonte: Autorial Própria

Percebe-se que a média obtida neste trabalho é superior à dos outros trabalhos, sendo até o dobro do obtido no trabalho de Neris (2010), por exemplo. Todavia, cabe ressaltar que este trabalho analisa residências térreas, enquanto os outros estudam edifícios residenciais. Já o trabalho de Oliveira (1990), não citado anteriormente, analisa 84 prédios habitacionais da cidade de Porto Alegre-RS.

É possível inferir que casas possuem uma menor sensação de enclausuramento do que os prédios, uma vez que os moradores de prédios possuem menos acesso às paredes exteriores do que os de residência térreas. Todavia, apesar dessa hipótese se mostrar verdadeira para esse conjunto de dados, são necessários mais estudos em outras localidades, a fim de tornar possível uma generalização dessa ideia.

4.6 Espaciosidade

A Tabela 14 apresenta os critérios de avaliação da espaciosidade adotadas por este trabalho.

Tabela 14 - Critério de avaliação da espaciosidade

Nota	Sala de Estar/Jantar	Cozinha	Banheiro	Quartos	Área de serviço	Garagem
10	>15m ²	>6,75m ²	>4,5m ²	>13,5m ²	>6m ²	>18m ²

8	De 12,5 a 15m ²	De 5,6 a 6,75m ²	De 3,75 a 4,5m ²	De 11,25 a 13,5m ²	De 5 a 6m ²	De 15 a 18m ²
6	De 10 a 12,5m ²	De 4,5 a 5,6m ²	De 3 a 3,75m ²	De 9 a 11,25m ²	De 4 a 5m ²	De 12 a 15m ²
4	<10m ²	<4,5m ²	<3m ²	<9m ²	<4m ²	<12m ²

Fonte: Adaptado de Oliveira (2018)

Além disso, o autor supracitado ainda propôs o cálculo da espaciosidade da residência por meio da média da espaciosidade dos seus compartimentos, subtraindo pontos conforme a verificação da ausência de importantes ambientes. Alguns exemplos propostos pelo autor para a retirada de 0,5 pontos (por ausência) são:

- Ausência de Garagem;
- Ausência de Área de Serviço;
- Proporção de banheiros menor ou igual a 1:3 (1 banheiro para 3 dormitórios).

Assim, calculando a espaciosidade das residências por tais critérios, obteve-se a pontuação média de 7,03, com desvio padrão é 0,79, valor máximo de 9,05 e mínimo de 5,03.

Apesar dos valores indicados na literatura nacional e internacional, o município de Crateús regulariza por ato de lei os valores mínimos para cada ambiente por meio do Código de Obras e Posturas da cidade de Crateús (CRATEÚS, 2001), cujos limites inferiores estão na Tabela 15.

Tabela 15 - Relação de área mínima dos cômodos

Cômodo	Área mínima (m²)
Sala de Estar	10,0
Sala de Jantar	6,0
Cozinha	5,0
1º e 2º quartos	8,0
Demais quartos	5,0
Banheiro	1,5
Área de Serviço	2,5
Garagem	9,0

Fonte: Código de Obras e Posturas de Crateús (2001).

Assim, considerando tais valores, que são inclusive menos rigorosos quando comparados aos de Oliveira, obtém-se dados expostos na Tabela 16.

Tabela 16 - Dados estatísticos dos compartimentos

Ambientes	Qtde.	Área média (m²)	Área mínima (m²)	Área máxima (m²)	Desvio padrão (m²)	Atende (%)
S. de Estar	60	13,88	7,03	28,68	4,79	71,67
S. Jantar	31	10,08	5,06	18,82	2,8	93,55

Cozinha	59	11,29	4,66	22,36	3,5	98,31
1º e 2º quartos	118	11,63	7,79	21,56	2,09	99,15
Demais quartos	49	9,82	7,76	13,46	1,37	100
Banheiro	116	3,08	1,73	6,52	0,78	100
Área de Serviço	52	7,53	3	17,1	2,41	100
Garagem	54	12,09	8,66	29,17	2,88	98,15

Fonte: Autoria Própria

Cabe destacar que o cômodo mais problemático da amostra é a sala de estar, cujo limite mínimo imposto por lei é 10m². Verificou-se que 28,33% das residências não dispõem dessa espaciosidade, resultando numa média de 13,88 m².

No que tange aos outros compartimentos, pode-se considerar que maioria das residências de Crateús possuem espaciosidade adequada quando valores de referência são os da Lei Municipal. Entretanto, ao se aplicar a metodologia de Oliveira (2018), as habitações obtiveram uma pontuação média de 7,03, o que, ao substituir a escala de Oliveira pela de Boueri (1989), citado por Lapetina (2007), tem-se 5% dos projetos como regular, 85% satisfatório e 10% como bom.

Em vista do exposto, pode-se considerar que as residências de Crateús, em média, possuem espaciosidade adequada para permitir aos residentes realizar suas tarefas domésticas, sendo que algumas casas possuem dificuldades nas áreas de permanência semi-prolongada, como sala de estar e jantar, devido ao pouco espaço disponível.

4.7 Índice de Aberturas Externas por Área Útil

A Tabela 17 apresenta as aberturas externas por área útil dos projetos analisados.

Tabela 17 - Aberturas externas por área útil

Ambientes	Qtde.	Área (m ²)			Desv. pad.	Qtde.	Área da Janela (m ²)			Desv. pad.
		Méd.	Mín.	Máx.			Méd.	Mín.	Máxi.	
S. de Estar	60	13,89	7,03	28,68	4,79	2	0,96	0,6	1,32	0,51
S. Jantar	31	9,47	5,06	18,82	1,79	0	-	-	-	-
Cozinha	59	11,3	4,66	22,36	3,51	30	1,5	0,18	2,97	0,8
Banheiro	116	3,08	1,73	6,52	0,78	81	0,24	0,12	0,72	0,08
Dormitório	167	11,11	7,76	21,56	2,08	152	1,39	0,372	2,2	0,2

Fonte: Autoria Própria

Note-se que a análise foi realizada somente para os ambientes de permanência prolongada, ou seja, ignorou-se alguns espaços, tais como: garagens: cujo principal objetivo é proteger veículos; áreas de serviço: que são localizadas totalmente na área externa, ou seja, não

necessitam de janelas; escritórios: cuja quantidade é pequena demais na amostra para ser analisada; corredores: cujo único objetivo é dar passagem aos usuários de um cômodo a outro.

Assim, analisou-se somente as salas de estar, de jantar, as cozinhas, banheiros e dormitórios, tendo-se constatado que:

- 96,66% das residências com sala de estar não possuem janelas nesse ambiente;
- 100% das residências com salas de jantar não possuem janelas nesse ambiente;
- 49,15% das cozinhas não possuem janelas;
- 30,17% dos banheiros não possuem janelas;
- Somente 8,98% dos dormitórios não possuem nenhum tipo de janela.

Estes resultados indicam a preferência dos habitantes de Crateús por quartos com janelas, ou que não julgam como necessárias em ambientes como salas de estar e cozinha. Isto pode estar vinculado a questão do conforto ambiental, uma vez que a cidade possui clima semiárido e a ventilação natural, muitas vezes, pode provocar trocas de calor desfavoráveis ao conforto térmico (vento quente).

Verificou-se, ainda, se as aberturas externas atendem ao Código de Obras e Posturas da cidade de Crateús (CRATEÚS, 2001), conforme a Tabela 18.

Tabela 18 - Relação de área mínima de janelas para os ambientes

Cômodo	Iluminação Mínima	Ventilação Mínima
Sala de Estar	1/6 da área do piso	1/12 da área do piso
Sala de Jantar	1/6 da área do piso	1/12 da área do piso
Cozinha	1/6 da área do piso	1/12 da área do piso
Banheiro	1/8 da área do piso	1/16 da área do piso
Dormitório	1/6 da área do piso	1/12 da área do piso

Fonte: Código de Obras e Posturas de Crateús (2001).

Dessa forma, os ambientes foram analisados segundo o critério mais rígido, que é o da iluminação, pois quase sempre sua aceitação resulta no aceite pelo critério da ventilação (menos rígido). Antes, porém, cabe ressaltar que a área do piso se refere a área útil do compartimento. Assim, foi possível constatar que:

- 100% das salas de estar não atendem ao critério do Código Municipal, uma vez que 96,66% das residências não possuem janelas nesse ambiente, e mesmo que as possuem não tem área adequada, sendo em média 58,54% menores do que deveriam;
- 100% das salas de jantar não atendem ao critério do Código Municipal, uma vez que nenhum das salas de jantar da amostra possui janelas;

- se forem consideradas as cozinhas que não possuem janelas, apenas 16,67% das cozinhas atendem ao critério do Código Municipal. Se não, o número de cozinhas que atendem sobe para 33,33%, e dentre as que não atendem, as janelas são, em média, 45,18% menores do que deveriam;
- se forem considerados os banheiros que não possuem janelas, apenas 3,45% dos banheiros atendem ao critério do Código Municipal. Se não, o número de banheiros que atendem sobe somente para 4,94%, e dentre as que não atendem, as janelas são, em média, 38,87% menores do que deveriam;
- se forem considerados os dormitórios que não possuem janelas, apenas 8,98% atende ao critério do Código Municipal. Se não, o número de quartos que atendem sobe somente para 9,87%, e dentre os que não atendem, as janelas são, em média, 26,9% menor do que deveriam.

Realizando uma comparação entre os valores globais do indicador de áreas externas por área total, encontrasse-se os seguintes valores, expostos na Tabela 17.

Tabela 19 - Índice áreas externas por área útil

Estudos	A	B	C	H	J	K
Média (%)	5,83	10,8	18,1	14,3	15	16,43
Desvio Padrão (%)	2,31	2,32	1,8	2	-	4,37
Máximo (%)	10,67	15,84	20,2	17,5	-	-
Mínimo (%)	0,22	6,77	14,9	11,5	-	-

Legenda: (A) Presente Estudo; (B) Andrade-1996; (C) Espíndola e Daré-2011-A; (H) Neris-2010; (J) Hirota-1987; (K) Losso-1995.

Fonte: Autoria Própria

Dessa forma é perceptível a deficiência destas residências quando comparadas a outras amostras, principalmente com relação a de Espíndola e Daré (2011) que também analisam casas térreas. A média para este estudo é apenas ligeiramente maior que a metade da menor média da Literatura, Andrade (1996), e como o desvio padrão é pequeno, isso atesta a confiabilidade da média para a análise.

4.8 Índice de Áreas Privativas

Obteve-se um índice de áreas privativas de 35,19% com desvio padrão de 4,24%, valor mínimo de 23,72% e máximo de 43,76%, como apresentado na Tabela 20.

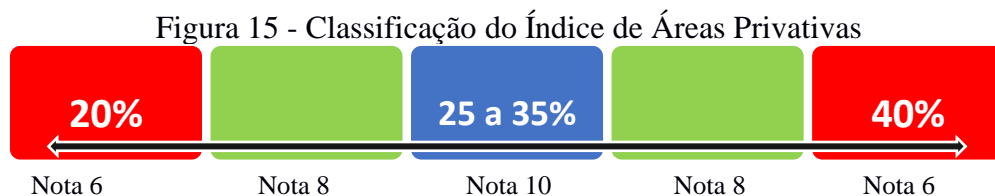
Tabela 20 - Índice de áreas privativas dos projetos

Estudos	A	H	L
Média (%)	35,19	20,9	34,88
Desvio Padrão (%)	4,24	1,7	6,09
Máximo (%)	43,76	23,6	53,02
Mínimo (%)	23,72	18,6	19,04

Legenda: (A) Presente Estudo; (H) Neris-2010; (L) Oliveira-1990

Fonte: A autoria Própria

Apesar de poucas referências na literatura, pode-se perceber que Crateús possui média semelhantes aos outros trabalhos, sendo levemente maior que a média encontrada por Oliveira (1990) em sua pesquisa sobre edifícios residenciais e 68% maior que a média encontrada por Neris em seu trabalho sobre edifícios residenciais de alto padrão em Fortaleza-CE. Oliveira (2018) desenvolveu uma classificação intervalar para a porcentagem de áreas privativas, conforme a Figura 13.



Fonte: Adaptado de Oliveira (2018)

Seguindo essa classificação, 60% dos projetos possuem um índice de áreas privativas com nota 8, enquanto 33,33% possuem nota 10, e apenas 6,67% receberam nota 6, o que pode ser considerado um indicativo da qualidade das residências de Crateús. Vale ressaltar que, diferente do indicador de proporção das paredes, esse indicativo não pode ser generalizado facilmente, devido à baixa disponibilidade de dados na literatura.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve por objetivo analisar a eficiência econômica e a qualidade habitacional de projetos arquitetônicos residências da cidade de Crateús-CE por meio de indicadores geométricos.

Desta forma, a caracterização das residências urbanas da cidade de Crateús por meio da obtenção dos índices geométricos dos projetos imobiliários, de modo a criar parâmetros para avaliação da qualidade do projeto, atingiu-se o objetivo específico a. Isto é uma contribuição porque poucos são os dados residenciais térreos.

Não obstante, o trabalho permitiu ainda compreender melhor a tipologia construtiva empregada em Crateús verificando-se uma maior proximidade entre a literatura e a realidade local da construção civil, como pretendido no objetivo específico b.

Quanto ao custo, os projetos de Crateús apresentaram um bom resultado, sendo que o índice de compacidade obteve valores acima de outros valores da literatura, mostrando uma otimização do formato da edificação, mesmo que as casas tenham sido projetadas por profissionais distintos. Resultado semelhante foi obtido com a densidade de paredes, em que 100% da amostra foi classificada como de densidade ótima.

Quanto a porcentagem de áreas de circulação, têm-se um bom resultado quanto ao custo, apesar da diminuição da qualidade habitacional, e assim, somente a porcentagem de áreas frias teve baixo desempenho, uma vez que há uma alta proporção de ambientes molhados nas habitações.

Quanto à qualidade, os projetos têm uma quantidade razoável de áreas privativas, e uma alta proporção de paredes externas, o que é um ótimo indicativo de qualidade habitacional. A espaciosidade dos espaços também foi atestada por essa pesquisa, que mostrou que, no geral, os compartimentos das casas são maiores do que o necessário, diferente das aberturas externas (janelas), que não atendem, no geral, nem aos valores mínimos impostos por Lei Municipal, o que indica que há uma deficiência de ventilação e iluminação natural nas habitações.

Assim, em visto do exposto, pode-se concluir que as casas de Crateús têm uma otimização de custo razoável, assim como a sua qualidade, havendo espaços para melhoria. A análise demonstra, portanto, o cumprimento do objetivo específico c.

Assim, dentre as vantagens da utilização dos indicadores geométricos, mostrou-se, por exemplos, a velocidade na análise de um assunto complexo, como custo global do empreendimento, por meio de variáveis simples de calcular que geram um indicativo de uma obra mais cara. A análise desses indicadores levanta ainda a possibilidade da utilização de

ferramentas BIM para automatização dos cálculos, o que pode permitir ao projetista tomar decisões e melhorar a qualidade habitacional, além de reduzir os custos.

Além dos indicadores levantados das edificações de Crateús, foi realizada uma ampla revisão da literatura que permitiu identificar os principais indicadores para análise, bem como a exposição de dados de referências, constituindo-se, também, como uma contribuição. Além disso, é possível se inferir que as relações entre a geometria do empreendimento e seu custo e sua qualidade, fazem parte de um campo da construção civil que ainda há de ser bastante estudado, dispondo de diferentes variáveis a serem exploradas.

Desta forma, conclui-se que a qualidade das habitações pôde ser avaliada, por meio dessas características geométricas, que permitem aos projetistas posicionarem seus projetos dentro dos padrões de outros projetos que já foram executados e que possuem qualidade aferida pelos seus usuários, o que permite antecipar decisões arquitetônicas para melhorar a qualidade do ambiente construído.

Para trabalhos futuros sugere-se:

- analisar as características geométricas de habitações das cidades e regiões vizinhas a cidade de Crateús-CE, visando identificar as semelhanças e diferenças entre as tipologias construtivas;
- analisar as habitações de Crateús construídas no século XX, para verificar suas características e em que medida as alterações aconteceram até o século XXI;
- desenvolver uma metodologia de estimativa de custo de construção para residências unifamiliares em Crateús por meio do Custo Unitário Geométrico (CUG);
- desenvolver uma metodologia para avaliação do valor de compra e venda de imóveis por meio de suas características geométricas;
- implementar o cálculo automático dos indicadores geométricos em *softwares* de modelagem que utilizam Building Information Modeling (BIM);
- desenvolver de metodologia de avaliação da qualidade de projeto por meio de características geométricas;
- estudar as fragilidades dos indicadores geométricos no que tange aos seus propósitos, e em que medida o indicador representa o que se propõe.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Valdelis Fernandes de; BIZZO, Waldir Antonio. Corporate social responsibility in Brazil according to SA 8000: Case studies and the correlation with the supply chain. **Journal of Cleaner Production**, v. 210, p. 1022–1032, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.347>. Acesso em: 18 abr. 2019.
- ANDRADE, Vanessa Adriano. **Modelagem dos custos para casas de classe média**. 1996. 214 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/76455>. Acesso em: 22 jul. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INCORPORADORAS IMOBILIÁRIAS. FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Análise das necessidades habitacionais e suas tendências para os próximos dez anos**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABRAINC, 2018. 64 p. Disponível em: <https://www.abrainc.org.br/wp-content/uploads/2018/10/ANEHAB-Estudo-completo.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575: Edificações Habitacionais – Desempenho**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- BARCELOS, Kátia Alves. **Método para avaliação de projetos de habitação social: mobiliamento, espaciosidade e funcionalidade**. 2011. 264 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental) – Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.
- BÖES, Jeferson Spiering.; ROCHA, Paulo Henrique.; CÂNDIDO, Luis Felipe.; BARROS NETO, José De Paula. Levantamento de melhores práticas de construtoras cearenses. *In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 18., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018. p. 1468-1475. Disponível em: <https://www.antac.org.br/anais-c1pyf>. Acesso em: 16 fev. 2019.
- BRANDÃO, Douglas Queiroz. **Diversidade e potencial de flexibilidade de arranjos espaciais de apartamentos: uma análise do produto imobiliário no Brasil**. 2002. 443 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/106529>. Acesso em: 25 ago. 2019.
- BRANDÃO, Douglas Queiroz; HEINECK, Luiz Fernando Mählmann. Significado multidimensional e dinâmico do morar: compreendendo as modificações na fase de uso e propondo flexibilidade nas habitações sociais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 35-48, out./dez. 2003. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3504>. Acesso em: 29 out. 2019.
- BRANDLI, Luciana Londero. **Modelo de demanda habitacional de estudantes numa perspectiva de desenvolvimento local**. 2004. 308 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal

de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/87387>. Acesso em: 03 abr. 2019.

BRESSIANI, Lucia.; LESSIO, Julio Cesar.; RACHID, Ligia Eleodora Francovig.

Caracterização geométrica de edifícios habitacionais: uma análise das áreas dos apartamentos.

In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2006, 11., Florianópolis. **Anais ...** [S.l.; s.n.], 2006. p. 1439-1448.

BUZZAR, Miguel Antônio; FABRÍCIO, Márcio Minto. Desenvolvimento de metodologia de avaliação para o aspecto produto habitacional do programa de arrendamento residencial. **Risco**, [S.l.], v. 5, n. 1, p.226-235, 2007. Disponível em :

<http://www.revistas.usp.br/risco/article/view/44706>. Acesso em: 17 jul. 2019.

CÂMARA, Samuel Façanha *et al.* Cidades inteligentes e inovadoras: a proposta de um

framework. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, Blumenau, v. 5, n. 1, p.31-52,

2017. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/rbdr/article/view/5589>. Acesso em: 18 ago. 2019.

CÂMARA, Samuel Façanha *et al.* Cidades Inteligentes no Nordeste Brasileiro: Análise das dimensões de trajetória e a contribuição da população. **Cadernos Gestão Pública e**

Cidadania, São Paulo, v. 21, n. 69, p.137-157, mai./ago., 2016. Disponível em:

<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/cgpc/article/view/57739>. Acesso em: 13 out. 2019.

CEZAR, Ricardo Teixeira Almeida. **Estimativa inicial de custos através de características geométricas, programação visual por algoritmo e BIM**. 2017. 117 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) –, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

COELHO, Ronaldo Sérgio de Araújo. **Método para estudo da produtividade da mão-de-obra na execução de alvenaria e seu revestimento em ambientes sanitários**. 2003. 189 f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica – Planejamento e Gestão Estratégica da Manufatura) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, São Luís, 2003.

COLLIS, Jill; HUSSEY, Roger. **Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 349 p.

COSTA, Jorge Moreira da. **Métodos de avaliação da qualidade de projectos de edifícios de habitação**. 1995. 358 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) –Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 1995.

CRATEÚS. Prefeitura Municipal. KI-Serviços e Engenharia S/C. **Plano diretor de desenvolvimento urbano: código de obras e posturas**. Crateús: KI-Serviços e Engenharia, 2001. 238 p.

CRATEÚS. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Instituto Venturi. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos**. Crateús: Instituto Venturi, 2014. 238 p.

DIAS JÚNIOR, José Graciano; NERIS, Luis Fernando Araújo; HEINECK, Luiz Fernando Mählmann. Relações paramétricas para estimativa de custos de edifícios de alto padrão situados em Fortaleza, Ceará. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO*, 7., 2011, Belém. **Anais...** [S.l.; s.n.], 2011. p. 1-6.

ESPÍNDOLA, Rodinele; DARÉ, Mônica Elizabeth. **Obtenção e análise de indicadores geométricos para edificações residenciais padrão R1/B utilizadas no programa minha casa, minha vida no município de Criciúma/SC**. 2011. 13 f. Artigo de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, [S.l.], 2011.

FABRICIO, Márcio Minto; ORNSTEIN, Sheila Walbe; MELHADO, Silvio Burrattino. Conceitos de qualidade no projeto de edifícios. *In: FABRICIO, Márcio Minto; ORNSTEIN, Sheila Walbe (Org.). Qualidade no projeto de edifícios*. [S.l.: s.n.], 2010.

FEDERAÇÃO NACIONAL DOS ARQUITETOS E URBANISTAS (Brasil). **Tabelas de honorários de serviços de arquitetura e urbanismo do brasil**: guia do usuário. [S. l.]: Jardine Comunicação, 2016. 77 p. Disponível em: http://www.fna.org.br/e-book/images/FNA_Guia-Tabelas-Honorarios_jun-2016.pdf. Acesso em: 15 set. 2019.

FISCHER, M. Reshaping the Life Cycle Process with Virtual Design and Construction Methods. *In: Virtual Futures for Design, Construction & Procurement*. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd., 2009. p. 104–112.

FOLZ, Rosana Rita. **Projeto tecnológico para produção de habitação mínima e seu mobiliário**. 2008. 371 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-06082008-100756/pt-br.php>. Acesso em: 02 jul. 2019.

GONSALEZ, A. Entraves no ciclo de produção brasileiro. **Construção Mercado**, São Paulo, v.70, n. 187, p.11-13, fev. 2017.

GOULART, Chrystianne. **Janela - Elemento do Ambiente Construído**: uma abordagem psicológica da relação 'homem-janela'. 1997. 162 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30433243.pdf>. Acesso em: 12 out. 2019.

GOUVEIA, Hugo Leonardo Vilela. **Indicadores de desempenho de projetos em habitações de interesse social no brasil**. 2013. 176 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.pecc.unb.br/wp-content/uploads/dissertacoes/M13-10A-Hugo-Gouveia.pdf>. Acesso em: 19 out. 2019

HIROTA, Ercília Hitomi. **Estudo exploratório sobre a tipificação de projetos de edificações, visando a reformulação da norma brasileira NB-140/65**. 1987. 164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1987. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/130127>. Acesso em: 14 out. 2019.

INDA, Pedro Augusto Alves de. **O planejamento urbano e seu impacto na tipologia arquitetônica, no bairro cidade baixa, em Porto Alegre.** 2003. 229 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/4116>. Acesso em: 13 abr. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2017.** [S.l.]:IBGE, 2018. Disponível em:ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2017 Acesso em: 19 out. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Tabela (XLS)- Mesorregiões, microrregiões e municípios do Ceará:** Tabela 4.10.2.4 -Domicílios particulares permanente e moradores em domicílios particulares permanentes, por adequação da moradia, segundo as Mesorregiões, Microrregiões e os Municípios – Ceará – 2010. [S. l.], [2010?]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=9755&t=downloads>. Acesso em: 25 ago. 2019.

KERN, Andrea P.; GUERRA, Georgio M.; GONZÁLEZ, Marco Aurélio S. Relação entre área e custo de empreendimentos de habitação de interesse social. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO*, 5., 2007, Campinas. **Anais...** [S.l.; s.n.], 2007. p. 1-10.

KOWALTOWSKI, Doris Catharine Cornelie Knatz; *et al.* Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 07-19, abr./jun. 2006. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3683>. Acesso em: 19 set. 2019.

LAPETINA, Claudia Maria Lavieri. **Uma contribuição para a avaliação da qualidade no dimensionamento dos espaços da habitação.** 2007. 282 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-23112010-150053/publico/Binder1.pdf>. Acesso em: 19 set. 2019.

LIMA, Flávia *et al.* O método do custo unitário geométrico e o seu potencial de uso no mercado imobiliário. *In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DA LATIN AMERICAN REAL ESTATE SOCIETY*, 13., 2013, São Paulo. **Anais...** São Paulo: LARES, 2013.

LIMA, Flávia Schmidt de Andrade. **Custo Unitário Geométrico:** Uma proposta de método de estimativa de custos na fase preliminar do projeto de edificações. 2013. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

LOPES, Guilherme Martins *et al.* Indicadores geométricos da arquitetura de edifícios em alvenaria estrutural. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO*, 6., 2009, João Pessoa. **Anais...** [S.l.]: ANTAC, 2009. p. 1-10.

LOSSO, Iseu Reichmann. **Utilização das características geométricas da edificação na elaboração de estimativas preliminares de custos:** estudo de caso em uma empresa de

construção. 1995. 177 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/76309>. Acesso em: 03 set. 2019.

MACEDO, Priscila Ferreira de; ATAÍDE, Ruth Maria da Costa; SILVA, Heitor de Andrade. Métodos de avaliação de projetos habitacionais: proposta metodológica de avaliação de plantas no contexto contemporâneo brasileiro. **Revista Projetar: projeto e percepção do ambiente**, Natal, v. 3, n. 2, p.36-50, jun./ago. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revprojetar/article/view/16548>. Acesso em: 03 set. 2019.

MARTINS, Daniel das Neves. **Metodologia para determinar e avaliar a qualidade e o custo da solução geométrica do projeto arquitetônico de apartamentos**. 1999. 223 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/81094>. Acesso em: 14 jul. 2019.

MARTINS, Marcelo Gustavo; BARROS, Mercia Maria Semensato Bottura de. **A formação de parcerias como alternativa para impulsionar a inovação na produção de edifícios**. São Paulo: EPUSP, 2005. 30 p. – (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil; BT/PCC/391).

MASCARÓ, Juan Luiz. **O custo das decisões arquitetônicas no projeto de hospitais**. Brasília: Ministério da Saúde, 1995. 73 p. (Saúde e Tecnologia - textos de apoio à programação física dos estabelecimentos assistenciais de saúde).

MORAES, Aline Fróes de Souza; PICCHI, Flavio; GRANJA, Ariovaldo Denis. Variáveis e índices geométricos de projeto arquitetônico relacionados ao custo de empreendimentos residenciais. *In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2016. p. 3722-3732.

MOREIRA, Fernanda.; LIMA, Rafaela Fujita.; CÂNDIDO, Luis Felipe. Os desafios para a implementação dos requisitos de desempenho acústico de acordo com a ABNT NBR 15.575/2013: um estudo de caso com construtoras cearenses. *In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 18., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018. p. 2853-2860. Disponível em: <https://www.antac.org.br/anais-clpyf> Acesso em: 16 fev. 2019.

NERIS, Luis Fernando Araújo. **Relações paramétricas para estimativas de custo de edifícios de alto padrão situados em Fortaleza, Ceará**. 2010. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

NOVAES, Celso Carlos. Processo de projeto de edificações: estruturação de informações e indicadores para elaboração e controle da qualidade. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 2001, 2., Fortaleza, CE. **Anais ...** [S.l.; s.n.], 2001. p. 1-14.

OLIVEIRA, Bruno Barbosa de. **Mapeamento de variáveis tipológicas de segunda moradia em edifícios residenciais no litoral do Aquiraz, Ceará**. 2014. 205 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil,

Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/25103>. Acesso em: 13 fev. 2019.

OLIVEIRA, Lucas Rickli de. **Proposta de Metodologia de avaliação da qualidade e eficiência econômica de projetos arquitetônicos**. 2018. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/11144>. Acesso em: 13 ago. 2019.

OLIVEIRA, Mírian. **Caracterização de prédios habitacionais de porto alegre através de variáveis geométricas**: uma proposta a partir das técnicas de estimativas preliminares de custo. 1990. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/10750>. Acesso em: 28 ago. 2019.

PARISOTTO, Jules Antonio. **Análise de estimativas paramétricas para formular um modelo de quantificação de serviços, consumo de mão-de-obra e custos de edificações residenciais**: estudo de caso em uma empresa construtora. 2003. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

PEREIRA, Renata Baesso. Tipologia arquitetônica e morfologia urbana. Uma abordagem histórica de conceitos e métodos. **Arquitextos**, São Paulo, ano 13, n. 146.04, Vitruvius, jul. 2012. Disponível em: <https://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/13.146/4421>. Acesso em: 17 out. 2019.

RAMÃO, Ana Cláudia Lemos *et al.* Tomada de decisões de projeto de edificações residenciais verticais na ótica do conceito de produção mais limpa. *In: FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS*, 9., 2018, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Instituto Venturi, 2016.

SCHNECK, Eduardo Reuter. **Tipo arquitetônico em empreendimentos habitacionais de interesse social**: impactos ambientais, diferenças no custo e em quesitos de habitabilidade. 2013. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2013. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/4210>. Acesso em: 29 mar. 2019.

SILVA, Luciana Ferreira Silva *et al.* Parâmetros de análise de projeto para viabilidade econômica de empreendimentos imobiliários. *In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DA LATIN AMERICAN REAL ESTATE SOCIETY*, 14., 2014, Rio de Janeiro. **Anais...** [S.l.; s.n.], 2014.

SILVA, Manuela Abath Coutinho Couto da. **Análise de indicadores de qualidade de projeto visando a tomada de decisão**: um estudo de casa. 2018. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

TOLEDO, Alexandre M.; PEREIRA, Fernando O. R. Verificação da adequação de índices construtivos para expressar o desempenho de ventilação natural. *In: ENCONTRO NACIONAL*

DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2006, 11., Florianópolis. **Anais ...** [S.l.; s.n.], 2006. p. 1387-1396.

VASCONCELOS, Renata Thaís Bomm. **Humanização de ambientes hospitalares**: características arquitetônicas responsáveis pela integração interior/exterior. 2004. 177 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/87649>. Acesso em: 02 mar. 2019.

VAZ, Lilian Fessler. Dos cortiços às favelas e aos edifícios de apartamentos: a modernização da moradia no Rio de Janeiro. **Análise Social**, Lisboa, v. 127, n. 29, p.581-597, 1994.

VETTORAZZI *et al.* Elemento de controle térmico, lumínico e acústico. *In*: SEMINÁRIO NACIONAL DE CONSTRUÇÕES SANITÁRIAS, 3., 2014, Passo Fundo. **Anais...** [S.l.; s.n.], [2014?].

VIANNA, Luciana de Medeiros. **Arquitetura e privacidade em ambientes de atenção à saúde**. 2010. 183 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp132694.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2019.

VILLAÇA, Flavio. **Espaço intra-urbano no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001. 379 p.

WIKIPÉDIA. **Localização de Crateús no Ceará**. [S. l], 2006. 1 mapa, color. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Crate%C3%BA>s. Acesso em: 11 set. 2019.

WEBER, Ismael. **Mapeamento de variáveis tipológicas para edifícios residenciais multifamiliares em Porto Alegre/RS, na vigência do PDDUA**: as macrozonas 1 e 3. 2006. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/8983>. Acesso em: 11 abr. 2019.

APÊNDICE A – LEVANTAMENTO DOS INDICADORES GEOMÉTRICOS

Tabela A.01 - Indicadores pesquisados (do 01 ao 07)

Autor	Ano	01	02	03	04	05	06	07
Hirota	1987	X	X					
Oliveira	1990	X	X					X
Losso	1995		X			X		X
Mascaró	1995		X					
Andrade	1996	X	X	X	X	X	X	X
Martins	1999		X					
Novaes	2001	X	X	X				X
Bressiani, Lessio e Rachid	2006	X		X				
Toledo e Pereira	2006		X					
Kern, Guerra e González	2007		X					
Lopes <i>et al.</i>	2009	X	X	X				
Neris	2010		X					X
Espindola, Daré	2011		X	X				X
Dias Júnior	2011		X					X
Gouveia	2013		X	X				
Lima <i>et al.</i>	2013							X
Silva <i>et al.</i>	2014		X					X
Oliveira	2014	X	X			X		
Cezar	2017							X
Oliveira	2018	X	X					X
Silva	2018	X	X	X				
Macedo, Ataíde e Silva	2018		X					
% de trabalhos com o indicador		41%	86%	32%	5%	14%	5%	50%

Legenda:

- (1) Porcentagem de Áreas de Circulação;
- (2) Índice de Compacidade e Índice de Compacidade Econômico;
- (3) Densidade de Paredes;
- (4) Porcentagem da Área da Garagem;
- (5) Porcentagem da Área de Varandas e Sacadas;
- (6) Porcentagem da Área de Telhado;
- (7) Porcentagem de Áreas Frias.

Fonte: Autoria Própria.

Tabela A.02 – indicadores pesquisados (do 08 ao 14)

Autor	Ano	8	9	10	11	12	13	14
Hirota	1987							
Oliveira	1990							
Losso	1995	X			X	X		
Mascaró	1995							
Andrade	1996	X	X	X	X	X		
Martins	1999							
Novaes	2001							
Bressiani, Lessio e Rachid	2006						X	X
Toledo e Pereira	2006							
Kern, Guerra e González	2007							
Lopes <i>et al.</i>	2009							
Neris	2010		X	X				
Espíndola, Daré	2011				X			
Dias Júnior	2011							
Gouveia	2013							
Lima <i>et al.</i>	2013							
Silva <i>et al.</i>	2014							
Oliveira	2014			X				X
Cezar	2017							
Oliveira	2018						X	
Silva	2018							
Macedo, Ataíde e Silva	2018						X	
% de trabalhos com o indicador		9%	9%	14%	14%	9%	14%	9%

Legenda:

- (8) N.º de Banheiros por Área Total;
- (9) Área de Esquadrias por Área Total;
- (10) N.º Portas por Área Total;
- (11) Área Média dos Cômodos;
- (12) Perímetro Médio dos Cômodos;
- (13) Área Útil por Área Total.
- (14) Proporção de Áreas Sociais, Íntimas e de Serviço

Fonte: Autoria Própria

Tabela A.03 – indicadores pesquisados (do 15 ao 21)

Autor	Ano	15	16	17	18	19	20	21
Hirota	1987			X		X	X	
Oliveira	1990							
Losso	1995	X	X	X	X			X
Mascaró	1995							
Andrade	1996							
Martins	1999							
Novaes	2001			X		X		
Bressiani, Lessio e Rachid	2006							
Toledo e Pereira	2006				X		X	
Kern, Guerra e González	2007							
Lopes <i>et al.</i>	2009							
Neris	2010	X	X	X		X		
Espíndola, Daré	2011	X	X	X	X			
Dias Júnior	2011			X		X		X
Gouveia	2013							
Lima <i>et al.</i>	2013	X	X					
Silva <i>et al.</i>	2014							
Oliveira	2014					X		
Cezar	2017	X	X					
Oliveira	2018							
Silva	2018							
Macedo, Ataíde e Silva	2018							
% de trabalhos com o indicador		23%	23%	27%	14%	23%	9%	9%

Legenda:

- (15) Área das Paredes Externas por Área Total;
- (16) Área das Paredes Internas por Área Total;
- (17) Comprimento das Paredes Internas;
- (18) Esquadrias Externas por Área Total;
- (19) Proporção de Paredes Externas;
- (20) Esquadrias Externas por Área da Parede;
- (21) N.º de Aberturas Internas por Área Total.

Fonte: Autoria Própria

Tabela A.04 – indicadores pesquisados (do 22 ao 28)

Autor	Ano	22	23	24	25	26	27	28
Hirota	1987							
Oliveira	1990							
Losso	1995	X						
Mascaró	1995							
Andrade	1996							
Martins	1999		X	X	X	X	X	X
Novaes	2001							
Bressiani, Lessio e Rachid	2006							
Toledo e Pereira	2006				X			
Kern, Guerra e González	2007							
Lopes et al.	2009							
Neis	2010							
Espíndola, Daré	2011							
Dias Júnior	2011							
Gouveia	2013							
Lima et al.	2013							
Silva et al.	2014							
Oliveira	2014							
Cezar	2017							
Oliveira	2018		X		X		X	X
Silva	2018							
Macedo, Ataíde e Silva	2018							
% de trabalhos com o indicador		5%	9%	5%	14%	5%	9%	9%

Legenda:

(22) Perímetro de Esquadrias Externas por Área Total;

(23) Índice de Espaciosidade;

(24) Índice de Configuração;

(25) Índice de Exteriorização;

(26) Índice de Mobiliamento;

(27) Índice de Acessocomunicabilidade;

(28) Índice de Comunicabilidade.

Fonte: Autoria Própria

Tabela A.05 – indicadores pesquisados (do 29 ao 35)

Autor	Ano	29	30	31	32	33	34	35
Hirota	1987							
Oliveira	1990							
Losso	1995							
Mascaró	1995							
Andrade	1996							
Martins	1999	X						
Novaes	2001							
Bressiani, Lessio e Rachid	2006							
Toledo e Pereira	2006							
Kern, Guerra e González	2007							
Lopes et al.	2009							
Neris	2010		X					
Espíndola, Daré	2011							
Dias Júnior	2011							
Gouveia	2013							
Lima et al.	2013							
Silva et al.	2014							X
Oliveira	2014							
Cezar	2017							
Oliveira	2018		X	X	X	X	X	
Silva	2018							
Macedo, Ataíde e Silva	2018							
% de trabalhos com o indicador		5%	9%	5%	5%	5%	5%	5%

Legenda:

- (29) Índice de Amplitude;
- (30) Porcentagem de Paredes Frias;
- (31) Áreas de Uso Privativo;
- (32) Índice de Conforto Ambiental;
- (33) Índice de Planos Verticais;
- (34) Índice de Fachada Externa;
- (35) Índice de Eficiência do Projeto.

Fonte: Autoria Própria

APÊNDICE B – SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS POR PROJETO

Tabela B.01 – indicadores obtidos para cada projeto

Síntese geral								
Projeto	IC (%)	ICE (%)	PAF (%)	PAC (%)	DP (%)	PPE (m/m ²)	AE-AU (m ² /m ²)	IAP (%)
1	71,50	63,96	29,71	1,46	11,22	0,58	0,07	35,84
2	70,24	64,73	22,79	2,68	12,92	0,54	0,05	37,07
3	72,32	66,53	31,71	1,45	11,34	0,52	0,07	36,37
4	76,59	71,41	30,07	1,92	11,38	0,52	0,09	35,76
5	75,16	68,43	24,10	2,27	12,58	0,55	0,08	40,19
6	77,42	69,81	23,42	1,65	10,20	0,46	0,07	27,50
7	66,33	61,33	26,49	2,79	11,25	0,58	0,10	30,56
8	75,54	68,96	30,60	4,58	13,32	0,70	0,06	33,85
9	75,80	70,84	32,00	1,77	11,26	0,51	0,08	30,68
10	73,70	66,45	30,63	3,52	12,08	0,63	0,10	27,07
11	75,09	69,80	25,13	1,64	11,38	0,56	0,07	36,23
12	71,06	63,55	30,68	1,35	11,44	0,59	0,10	35,37
13	69,62	65,35	28,71	15,42	12,17	0,56	0,01	23,72
14	71,63	68,85	25,63	9,55	13,31	0,49	0,09	37,75
15	82,82	76,93	27,00	3,60	11,73	0,47	0,09	36,32
16	78,25	72,64	29,31	4,79	9,56	0,53	0,05	35,46
17	76,23	70,58	25,90	3,24	9,69	0,43	0,05	33,16
18	70,74	64,87	28,51	1,32	11,27	0,57	0,10	38,16
19	84,16	76,03	40,97	0,00	10,73	0,63	0,05	25,32
20	68,01	63,00	17,83	0,00	13,93	0,54	0,09	43,76
21	75,15	68,42	23,99	2,24	11,56	0,55	0,08	39,72
22	73,82	67,76	28,92	5,68	13,11	0,52	0,08	34,29
23	65,60	61,77	29,21	4,91	12,60	0,45	0,06	34,46
24	83,91	77,58	29,43	1,74	10,89	0,48	0,06	38,81
25	74,57	68,00	24,05	2,45	11,17	0,55	0,05	39,11

26	75,06	69,78	24,43	1,73	11,54	0,56	0,08	36,53
27	80,53	74,13	9,17	0,00	12,67	0,67	0,04	28,91
28	73,11	68,59	18,41	0,00	9,83	0,52	0,04	35,34
29	83,91	77,58	29,43	1,74	10,78	0,48	0,06	38,81
30	70,74	64,87	28,51	1,32	11,27	0,57	0,10	38,16
31	74,91	68,31	24,05	2,56	11,05	0,54	0,05	39,11
32	75,15	68,42	24,10	2,27	12,56	0,55	0,08	40,19
33	70,50	65,82	16,61	1,24	12,49	0,60	0,02	36,58
34	71,50	63,96	28,92	1,53	11,21	0,58	0,09	36,18
35	74,46	67,06	19,85	3,45	13,29	0,50	0,04	39,24
36	72,72	65,03	22,66	1,65	11,65	0,56	0,10	41,28
37	74,56	68,63	30,60	4,58	13,32	0,65	0,06	33,85
38	84,06	78,73	21,32	5,67	11,03	0,40	0,06	39,09
39	84,55	76,30	28,51	1,32	11,27	0,48	0,10	38,16
40	84,55	76,30	28,51	1,32	11,27	0,48	0,10	38,16
41	83,91	77,59	29,43	1,74	10,77	0,48	0,06	38,81
42	68,78	62,67	26,67	1,51	10,06	0,52	0,06	37,90
43	71,50	63,96	28,92	1,53	11,21	0,58	0,09	36,18
44	71,50	63,96	28,75	1,55	12,42	0,58	0,09	35,88
45	71,50	63,96	28,92	1,53	11,21	0,58	0,09	36,18
46	80,15	74,61	26,16	4,81	12,60	0,48	0,05	36,11
47	72,91	67,60	27,57	5,59	13,71	0,62	0,06	36,34
48	84,55	76,30	28,92	1,53	11,21	0,48	0,09	36,18
49	84,55	76,30	30,13	2,93	11,24	0,48	0,11	36,47
50	75,93	71,41	15,30	6,41	10,51	0,46	0,03	26,99
51	81,99	75,38	27,21	2,57	10,16	0,41	0,04	34,88
52	73,41	68,87	17,90	7,55	11,26	0,51	0,05	34,10
53	67,98	62,21	34,58	3,21	8,49	0,63	0,05	31,88
54	74,79	70,10	27,89	0,00	13,54	0,50	0,03	29,78
55	75,20	69,87	31,83	0,00	11,17	0,57	0,05	29,56
56	75,41	68,70	29,01	1,11	10,16	0,43	0,04	37,29

57	72,54	66,80	27,59	1,39	10,40	0,51	0,07	38,83
58	77,10	71,78	32,40	1,31	10,24	0,52	0,12	33,32
59	77,10	71,78	32,40	1,31	10,24	0,52	0,12	33,32
60	79,85	72,83	35,97	0,00	11,98	0,47	0,02	25,14

Legenda:

- (1) IC: Índice de Compacidade;
- (2) ICE: Índice de Compacidade Econômico;
- (3) PAF: Porcentagem de Áreas Frias;
- (4) PAC: Porcentagem de Áreas de Circulação;
- (5) DP: Densidade de Paredes;
- (6) PPE: Proporção de Paredes Externas;
- (7) AE-AU: Áreas Externas por Área Útil;
- (8) IAP: Índice de Áreas Privativas.

Fonte: A autoria Própria.

ANEXO A – PLANTAS BAIXAS DOS PROJETOS UTILIZADOS NA PESQUISA

Figura A.01 – Projeto 01

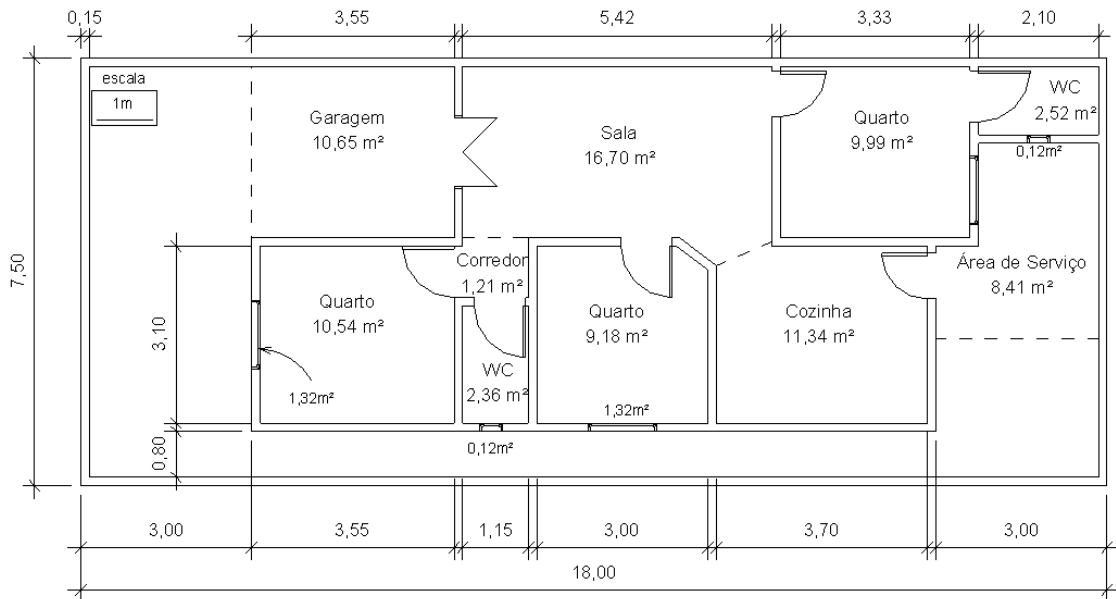


Figura A.02 – Projeto 02

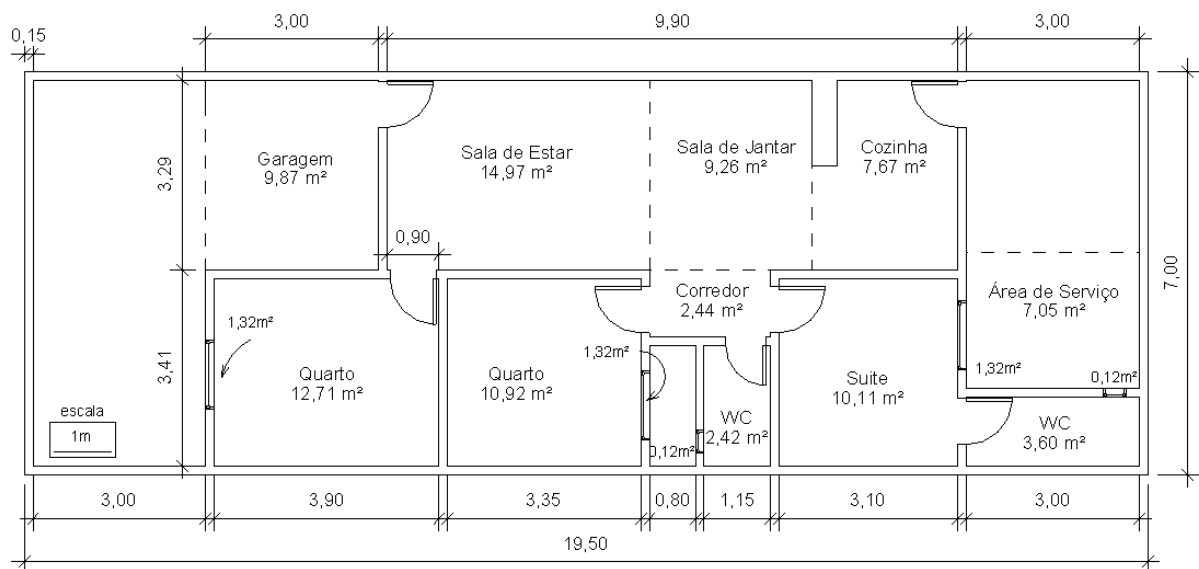


Figura A.03 – Projeto 03

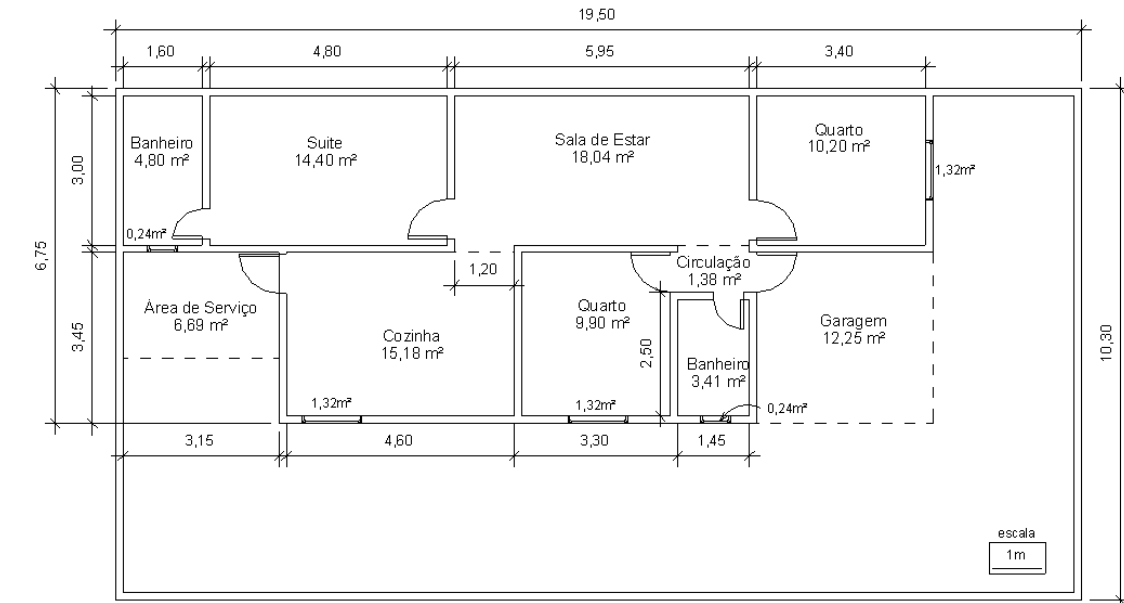


Figura A.04 – Projeto 04

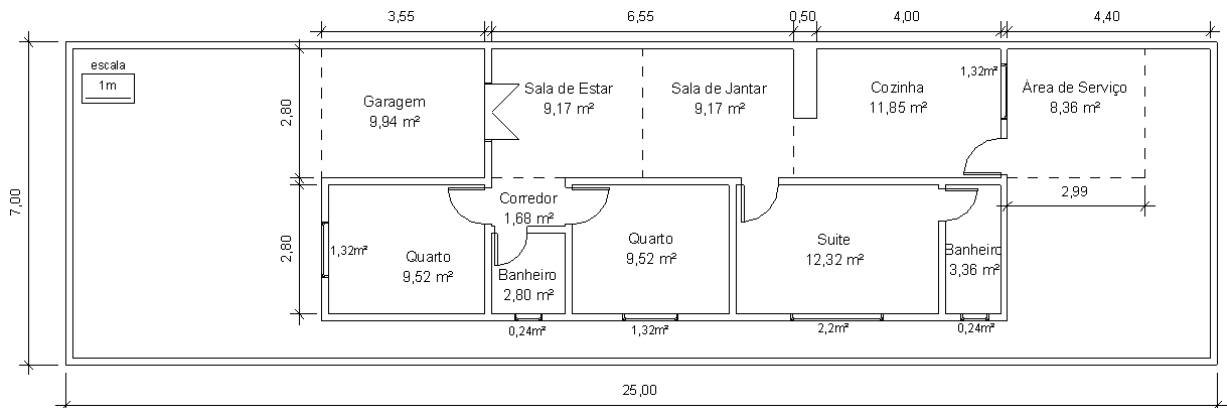


Figura A.05 – Projeto 05

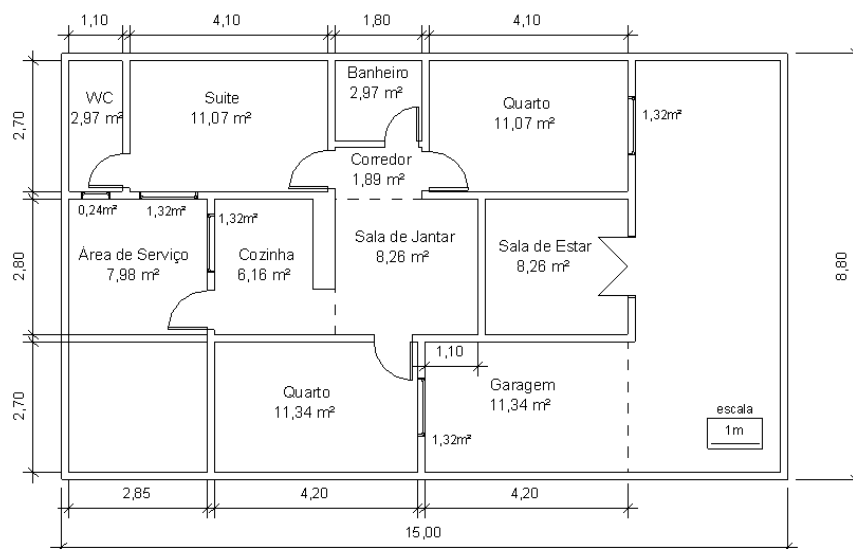


Figura A.06 – Projeto 06

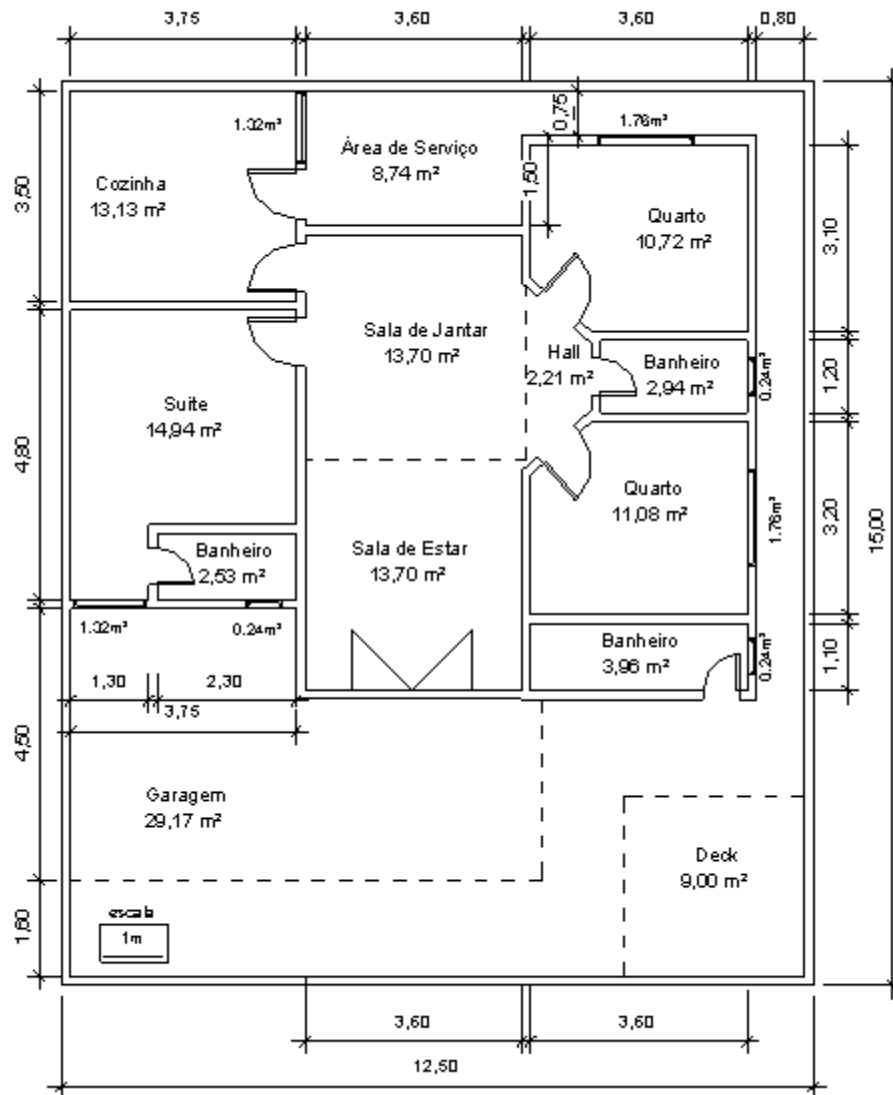


Figura A.07 – Projeto 07

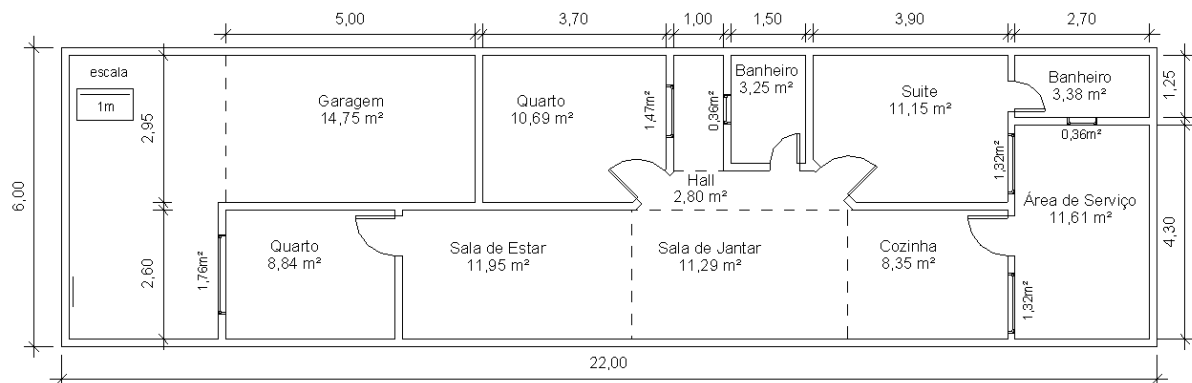


Figura A.08 – Projeto 08

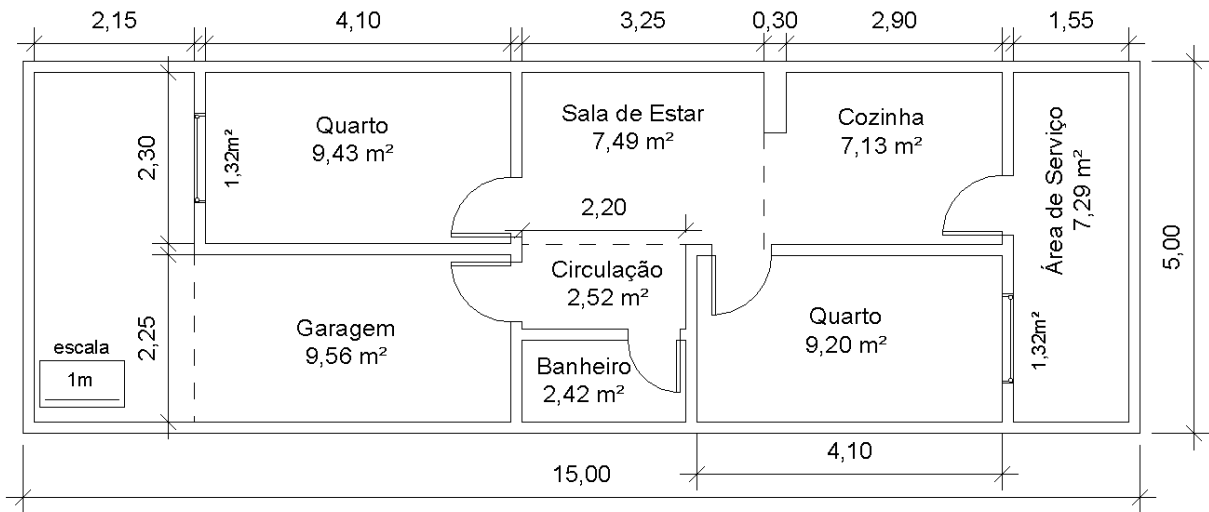


Figura A.09 – Projeto 09

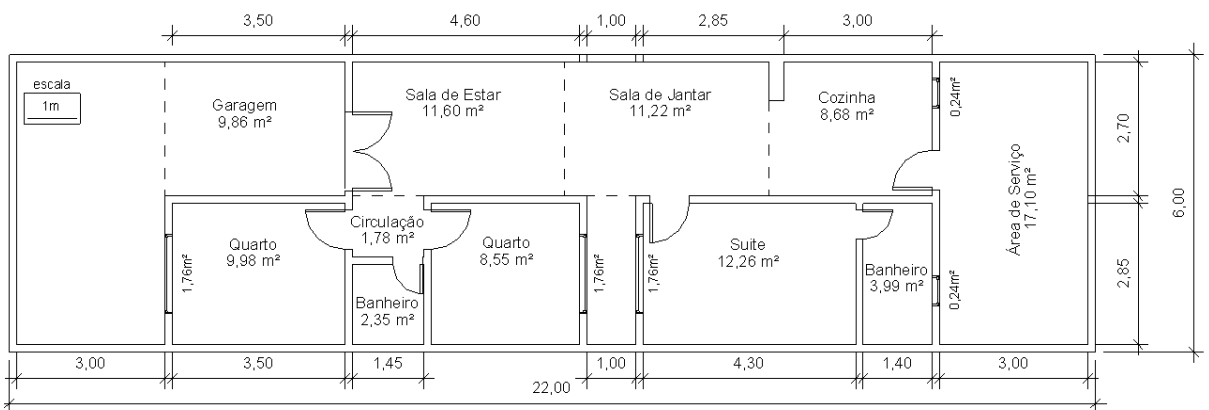


Figura A.10 – Projeto 10

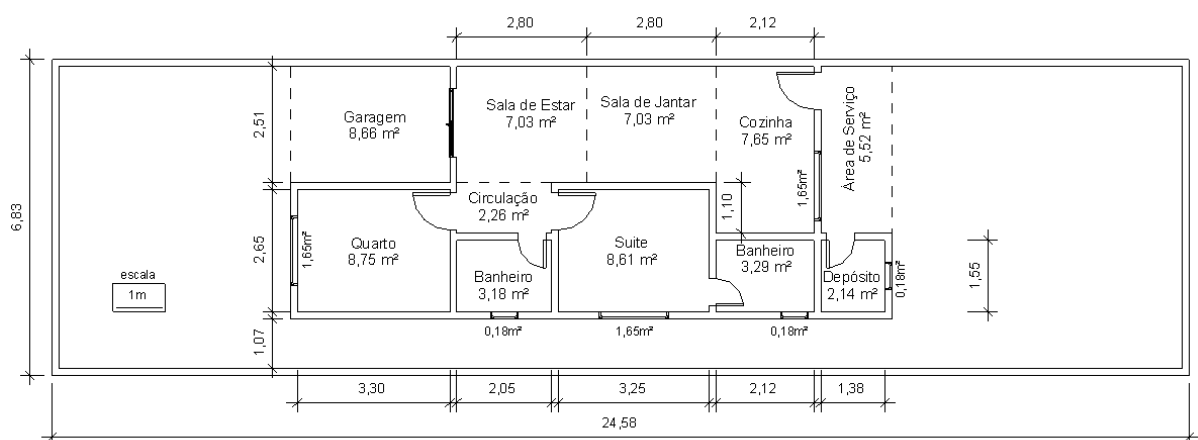


Figura A.11 – Projeto 11

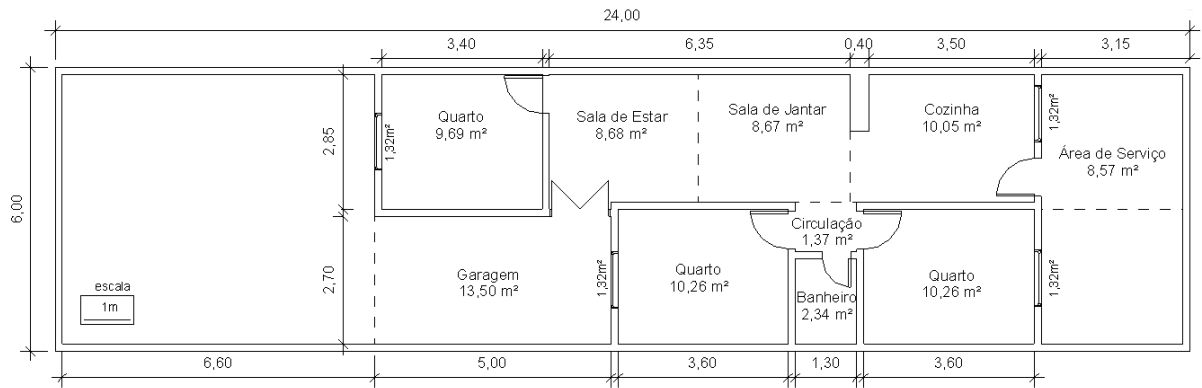


Figura A.12 – Projeto 12

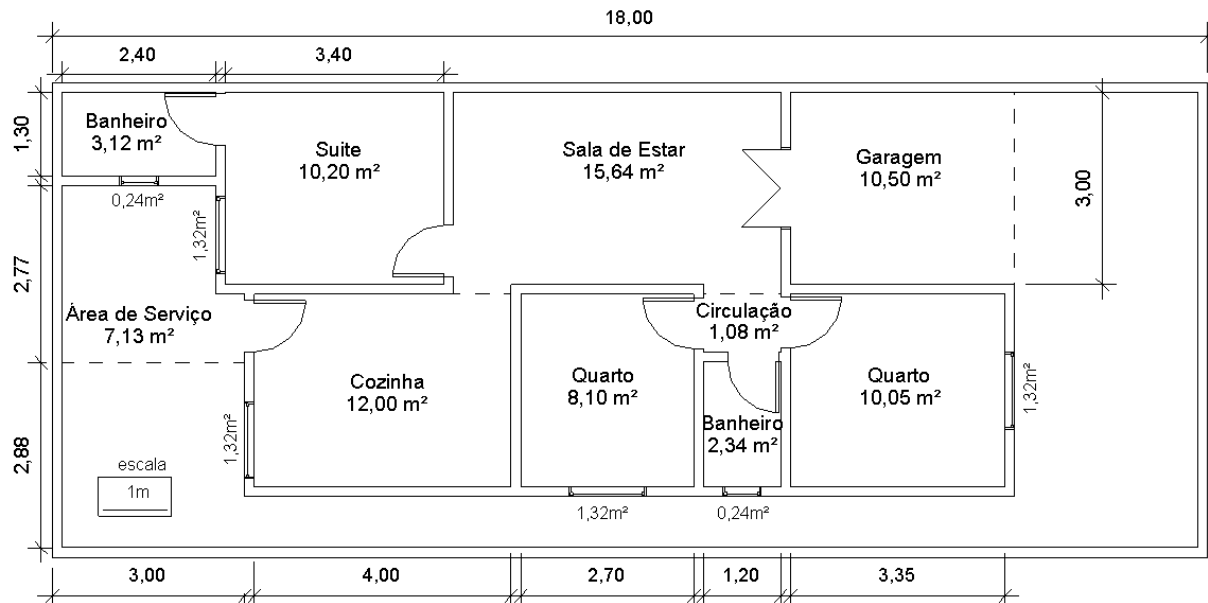


Figura A.13 – Projeto 13

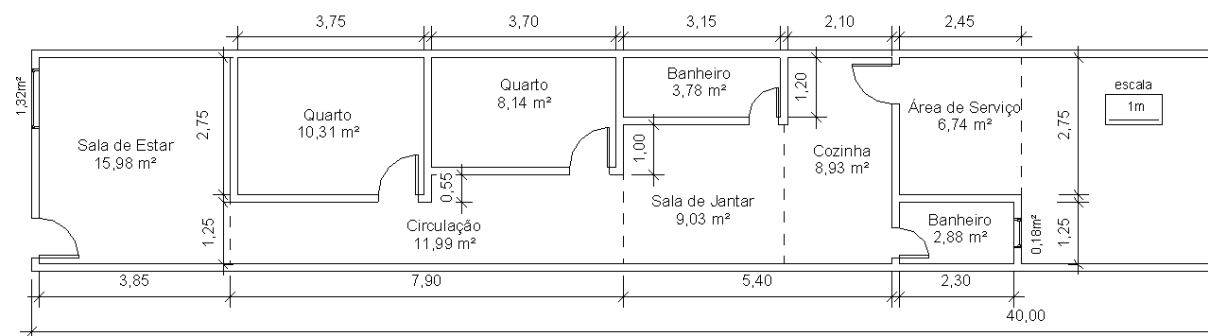


Figura A.14 – Projeto 14

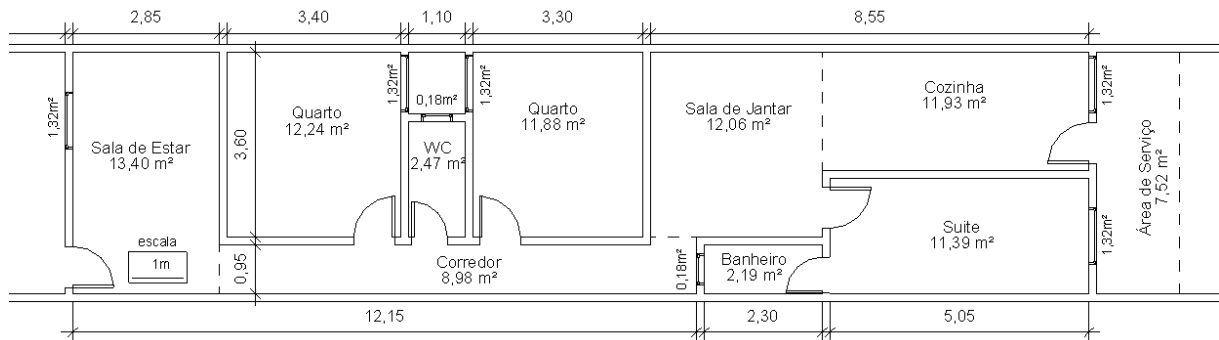


Figura A.15 – Projeto 15

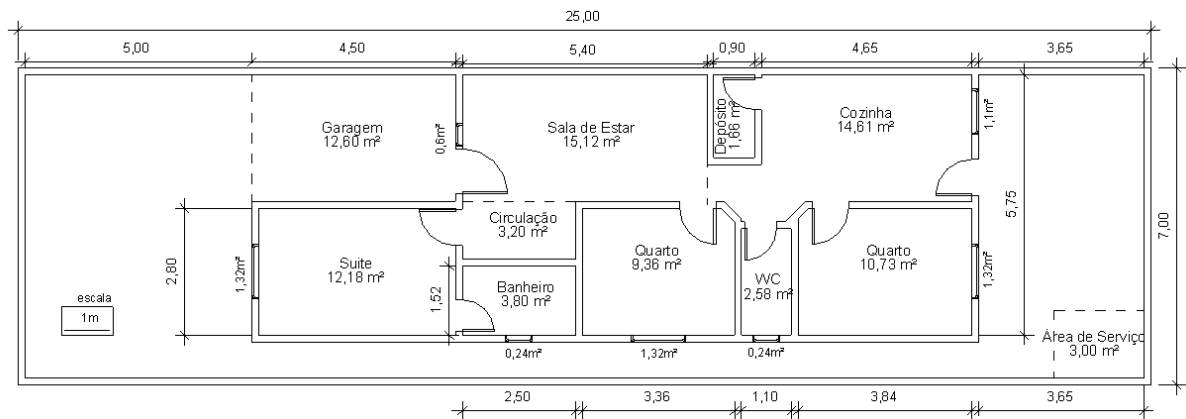


Figura A.16 – Projeto 16

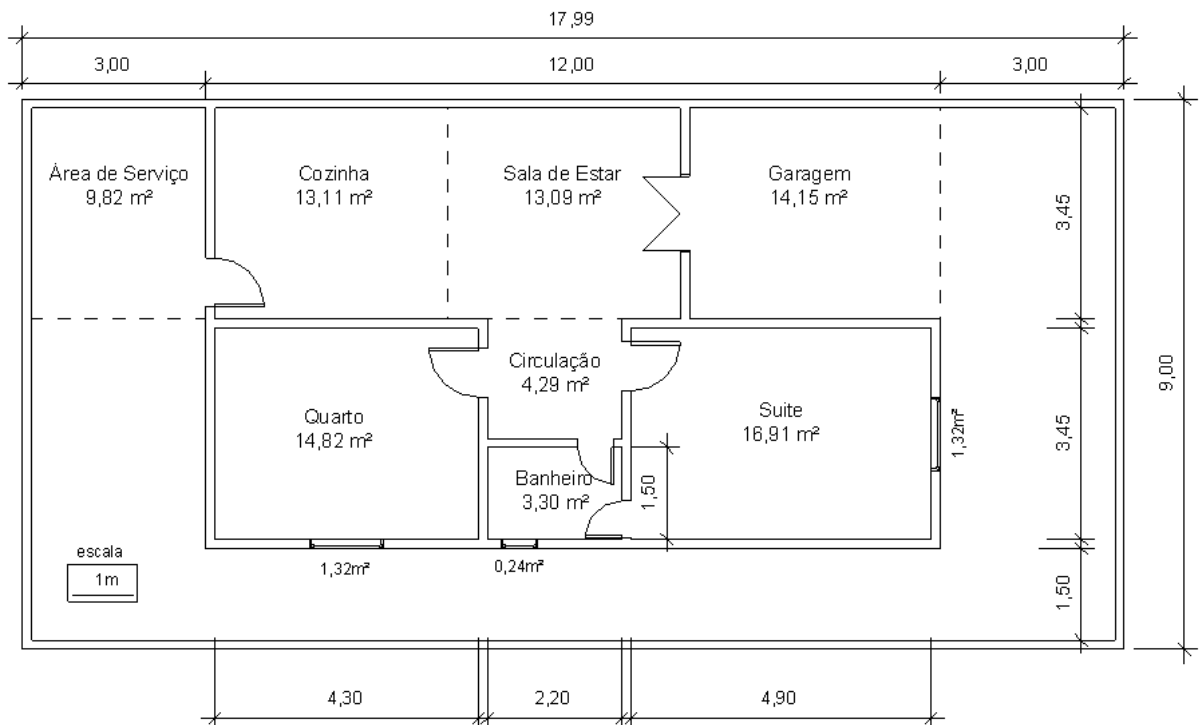


Figura A.17 – Projeto 17

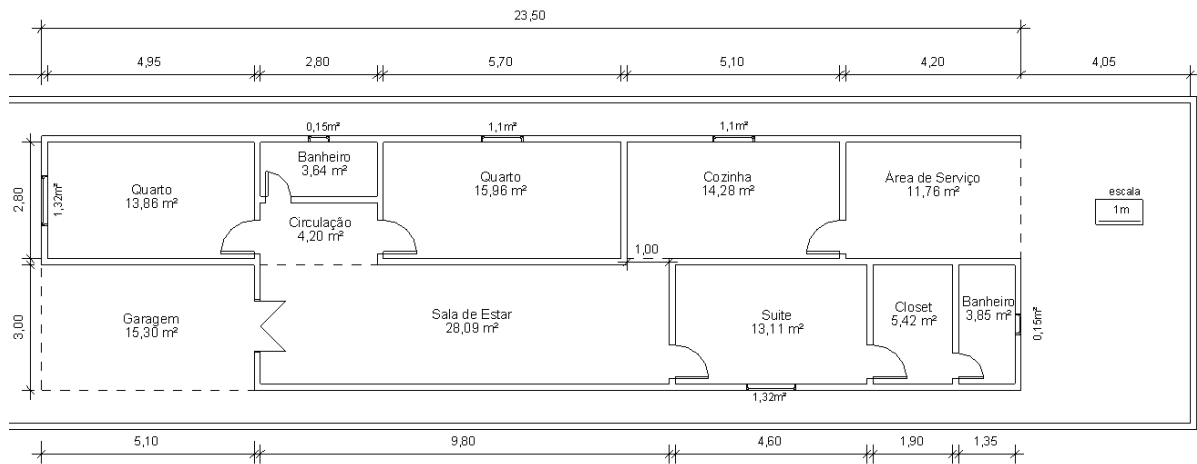


Figura A.18 – Projeto 18

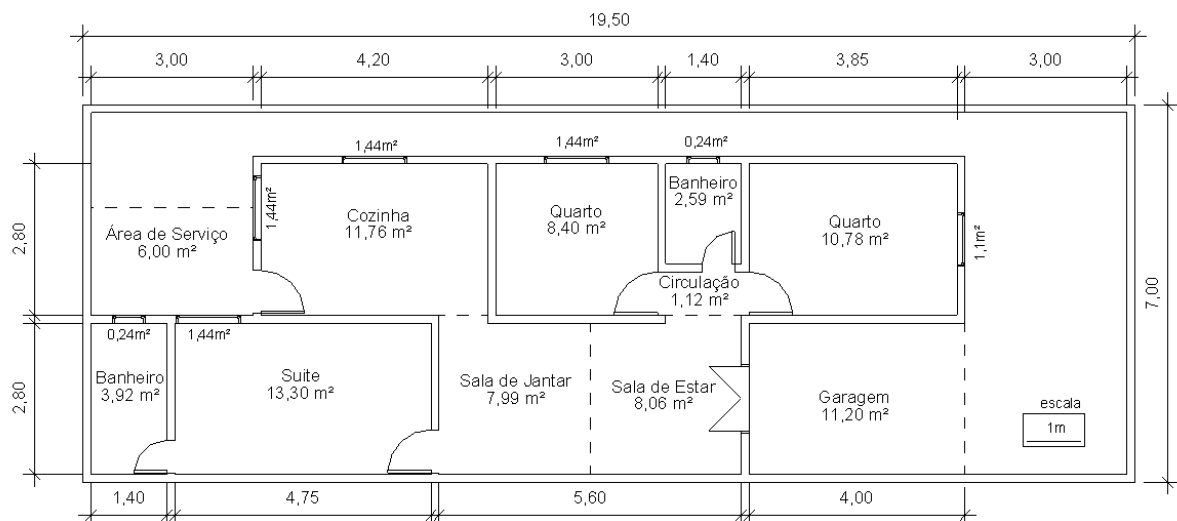


Figura A.19 – Projeto 19

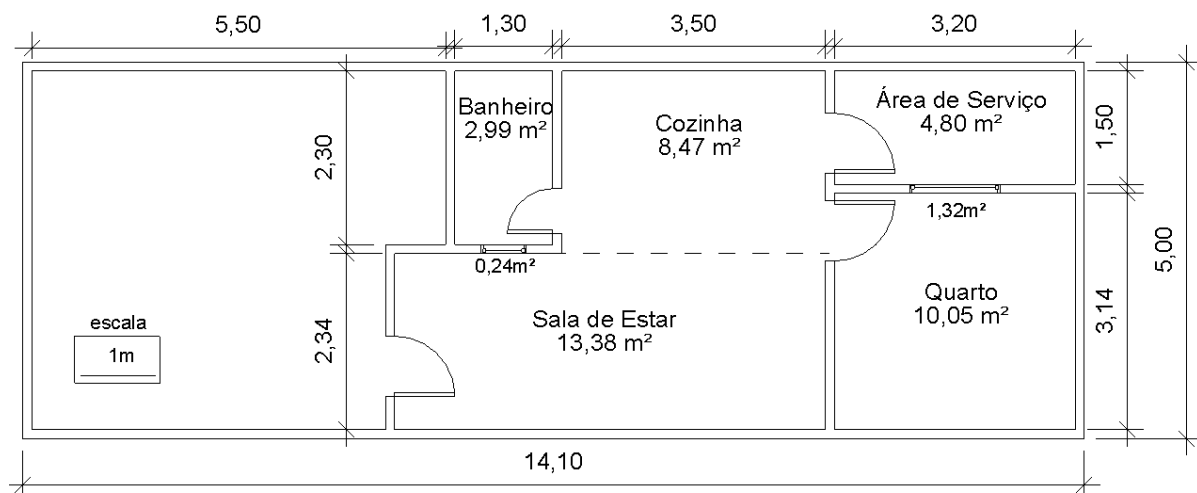


Figura A.20 – Projeto 20

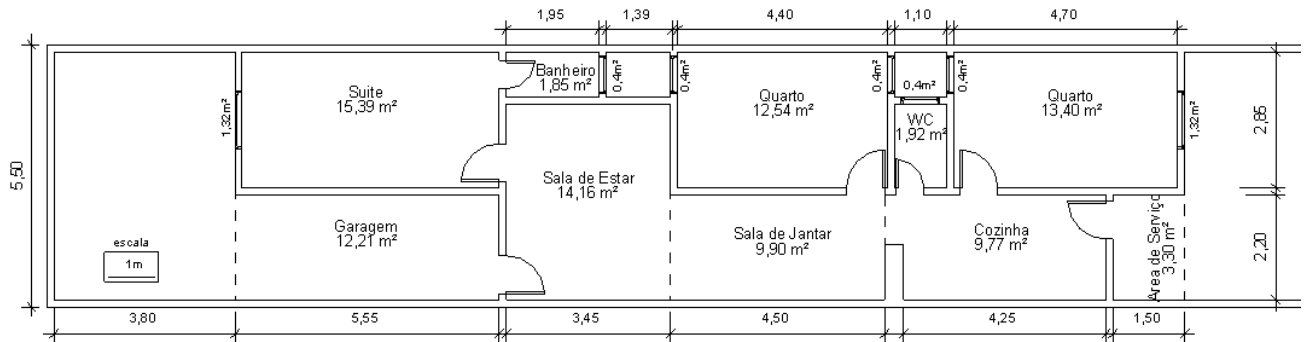


Figura A.21 – Projeto 21

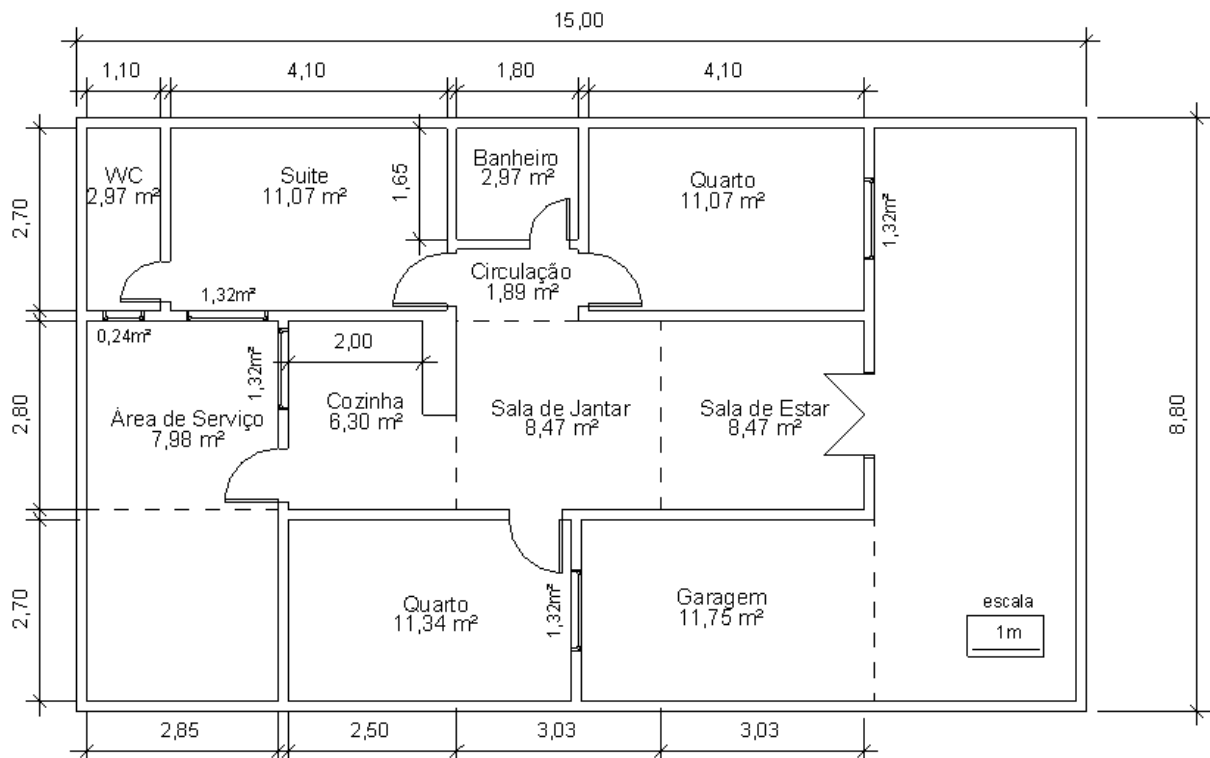


Figura A.22 – Projeto 22

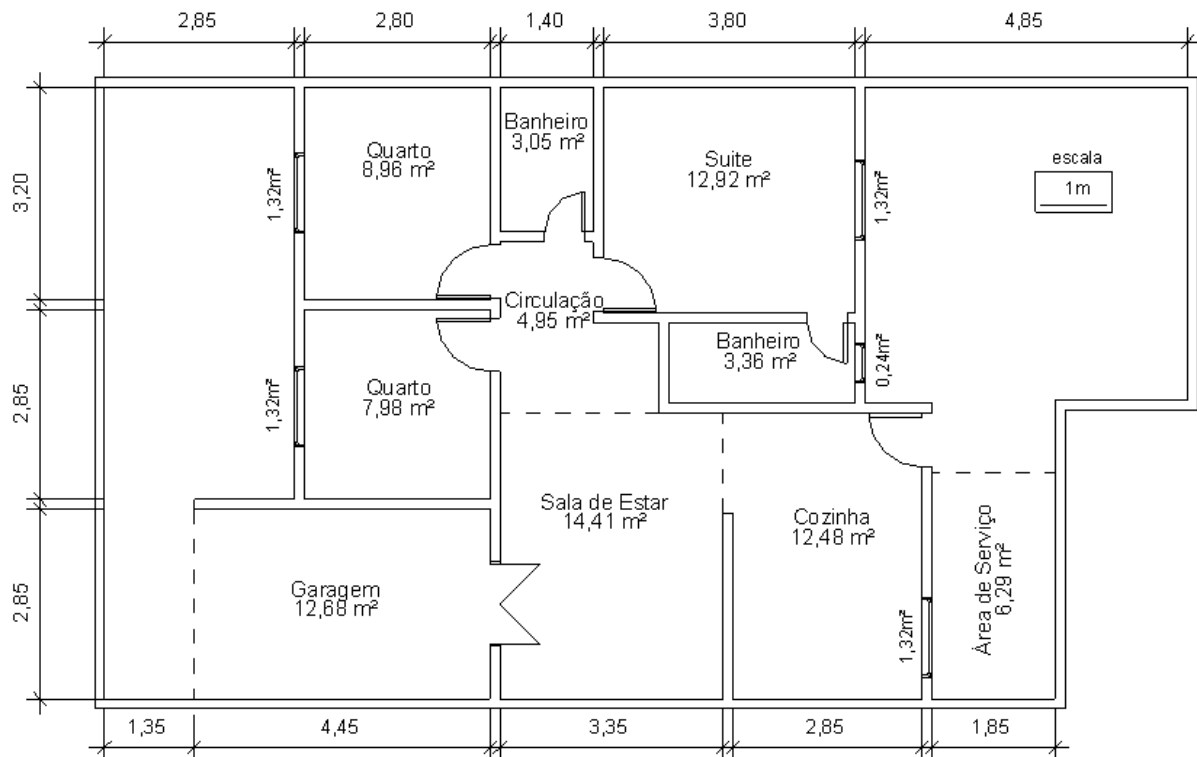


Figura A.23 – Projeto 23

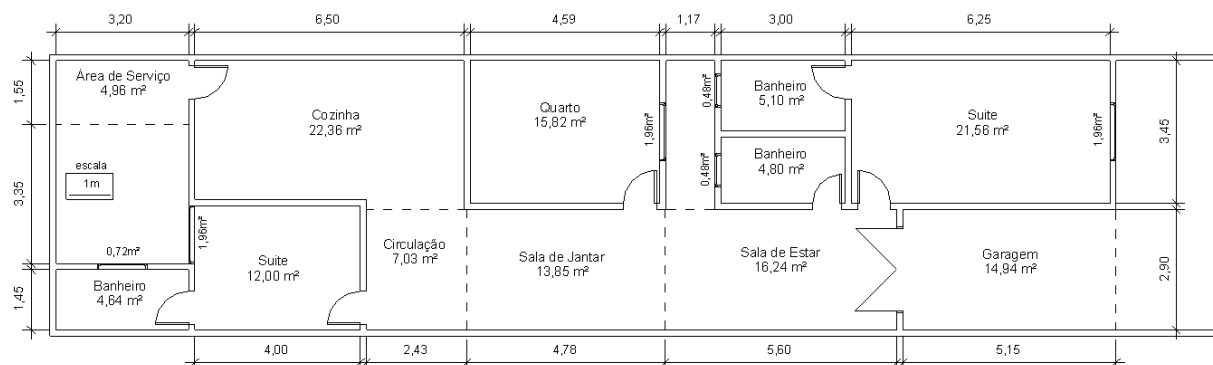


Figura A.24 – Projeto 24

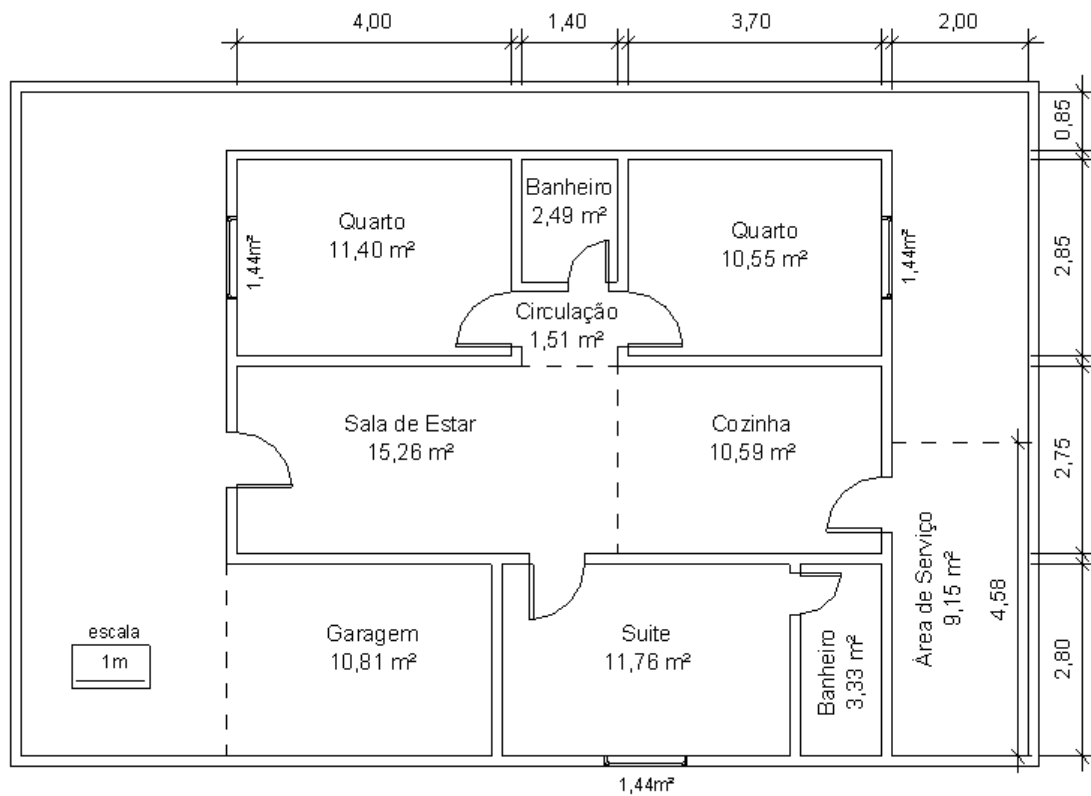


Figura A.25 – Projeto 25

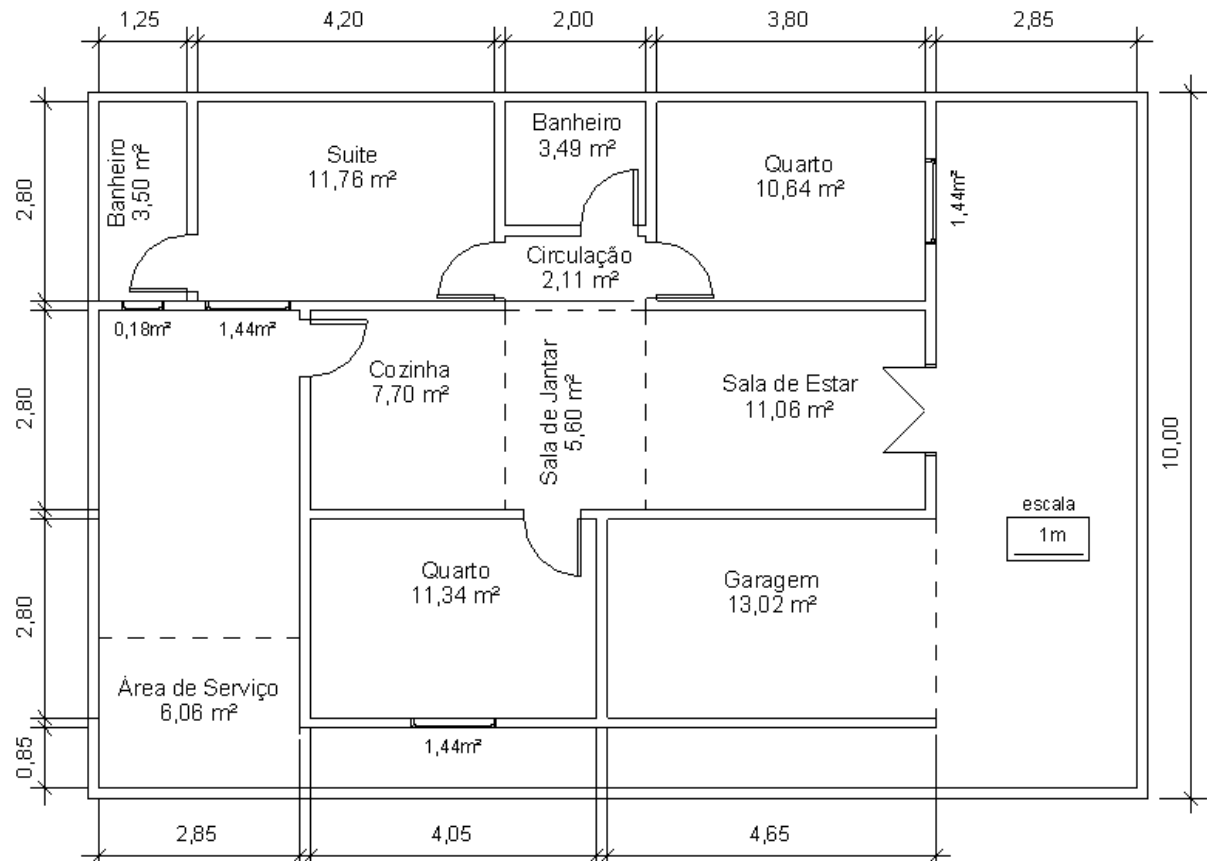


Figura A.26 – Projeto 26

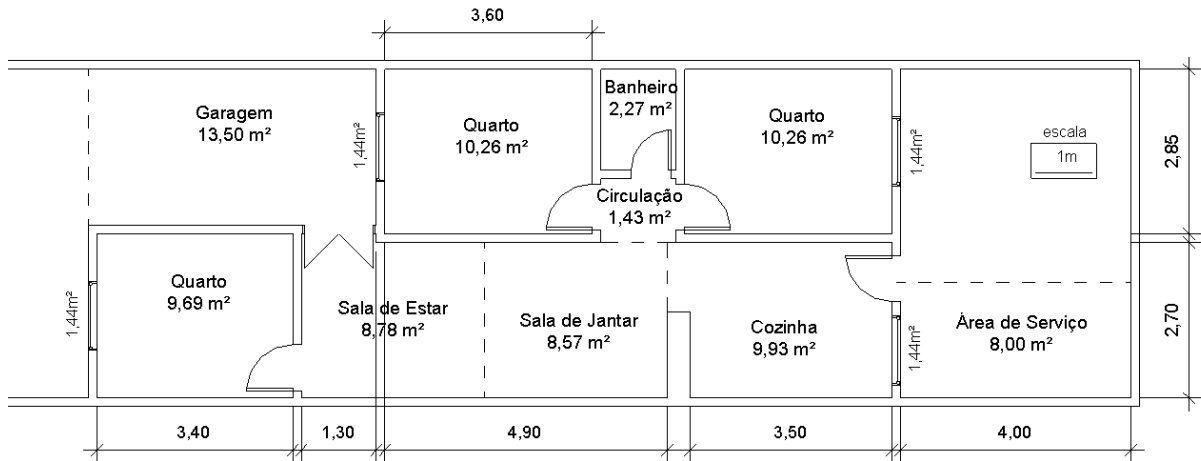


Figura A.27 – Projeto 27

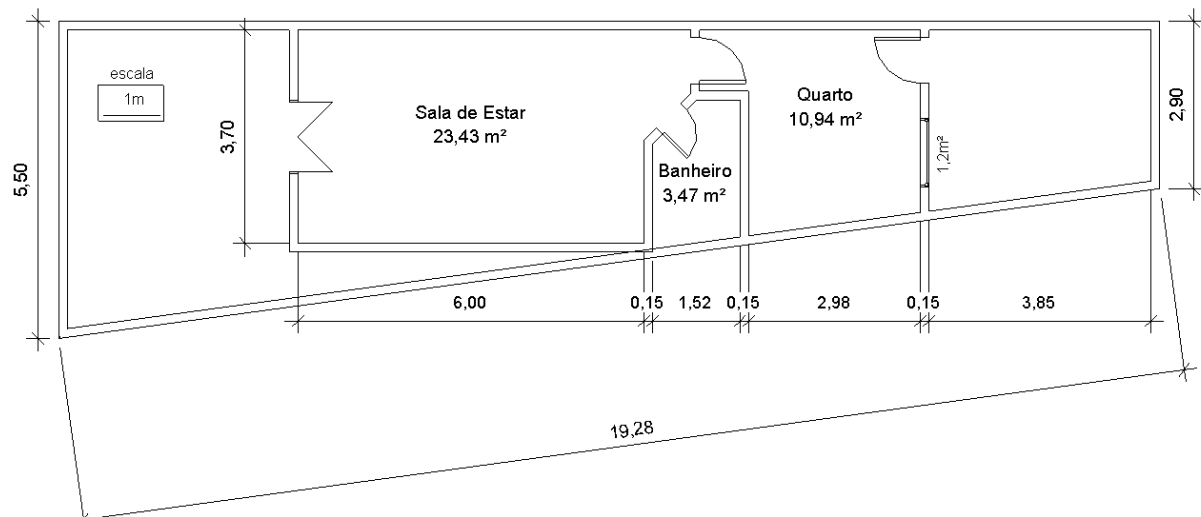


Figura A.28 – Projeto 28

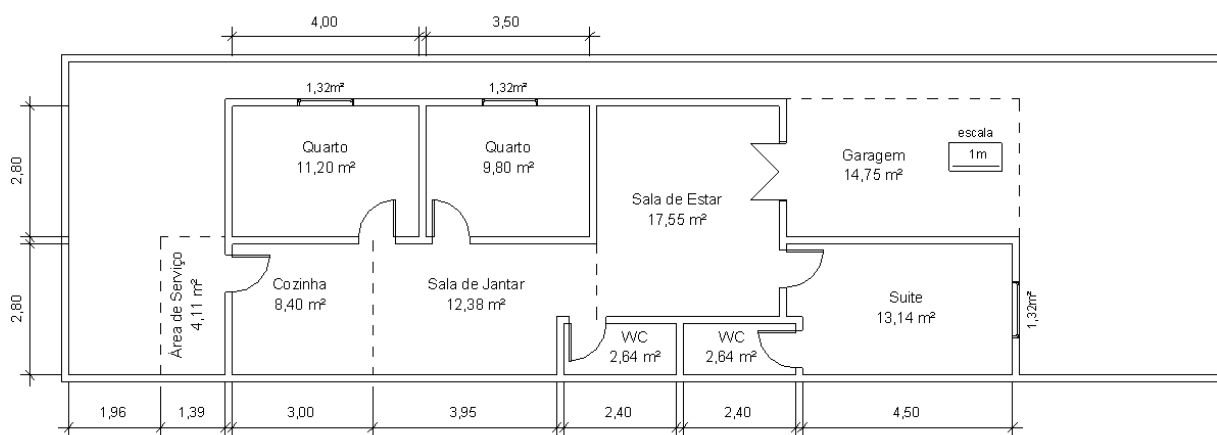


Figura A.29 – Projeto 29

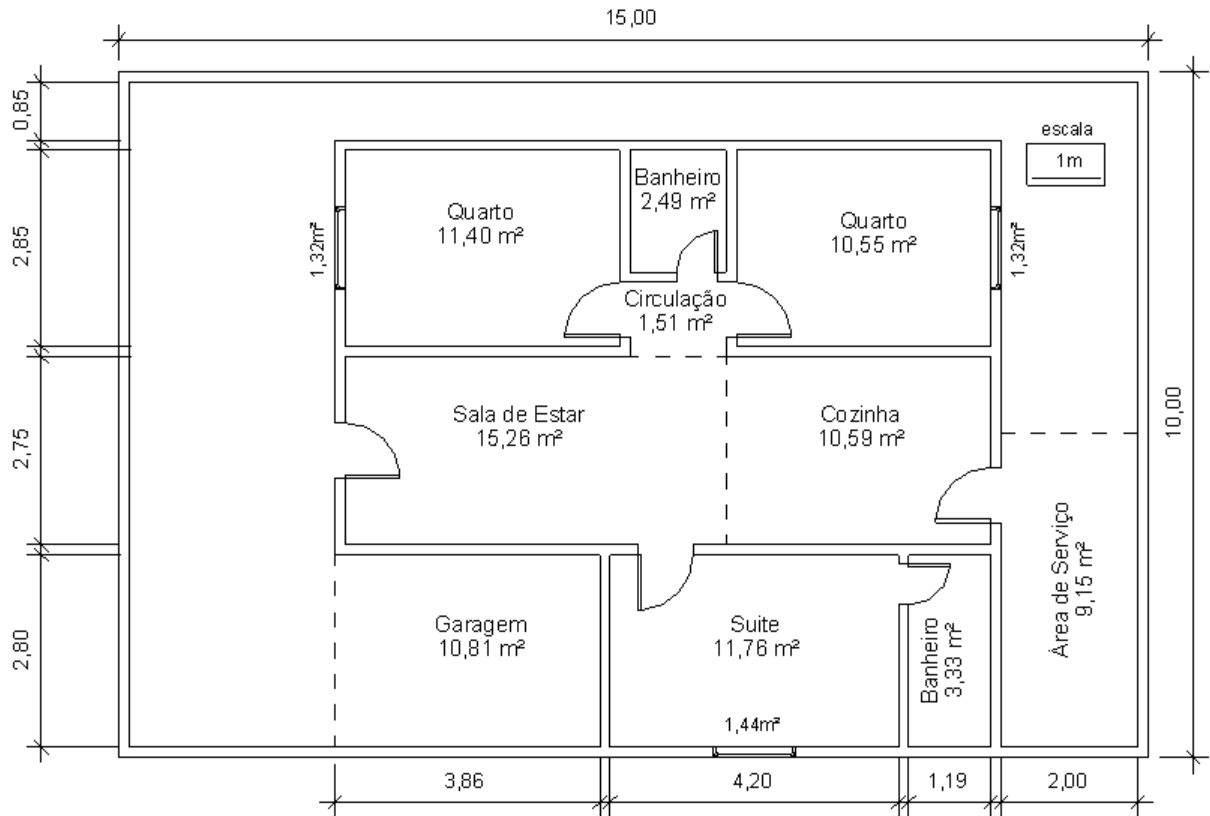


Figura A.31 – Projeto 31

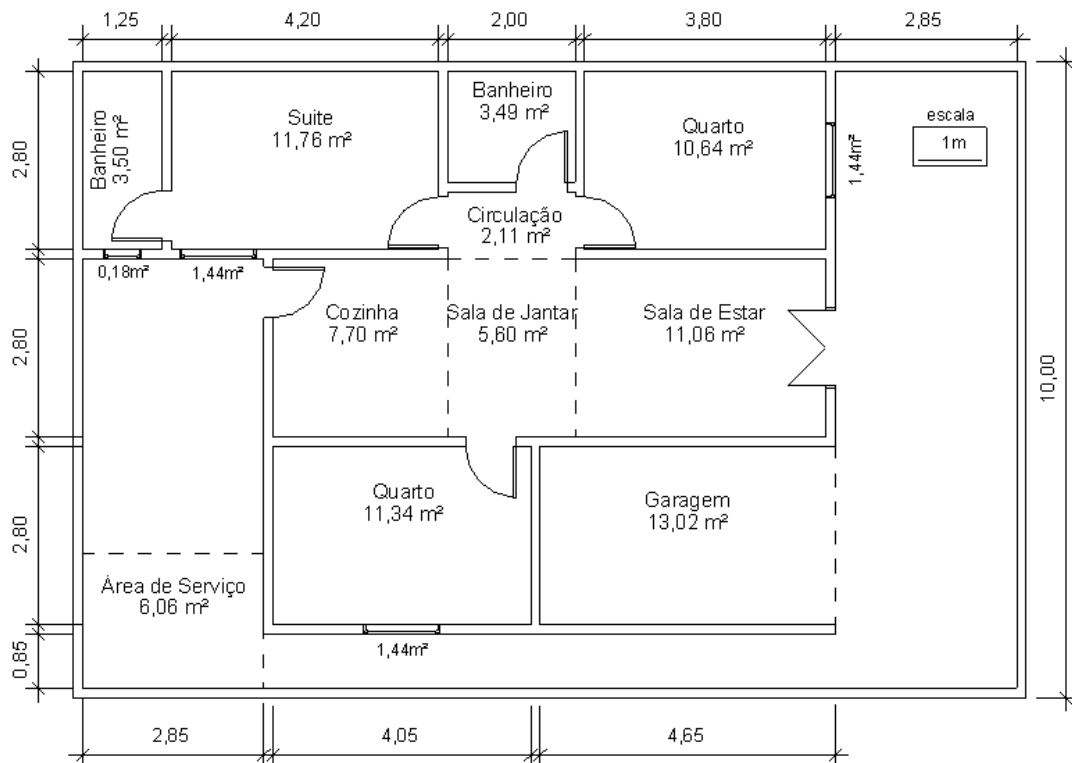


Figura A.32 – Projeto 32

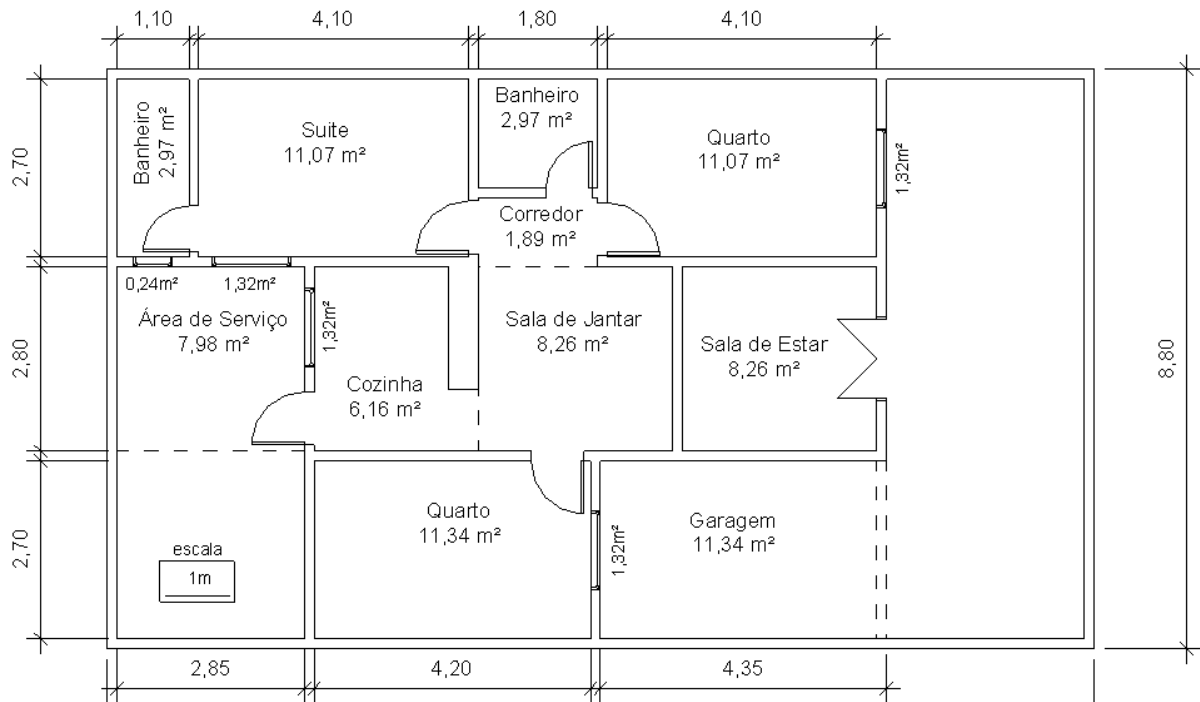


Figura A.33 – Projeto 33

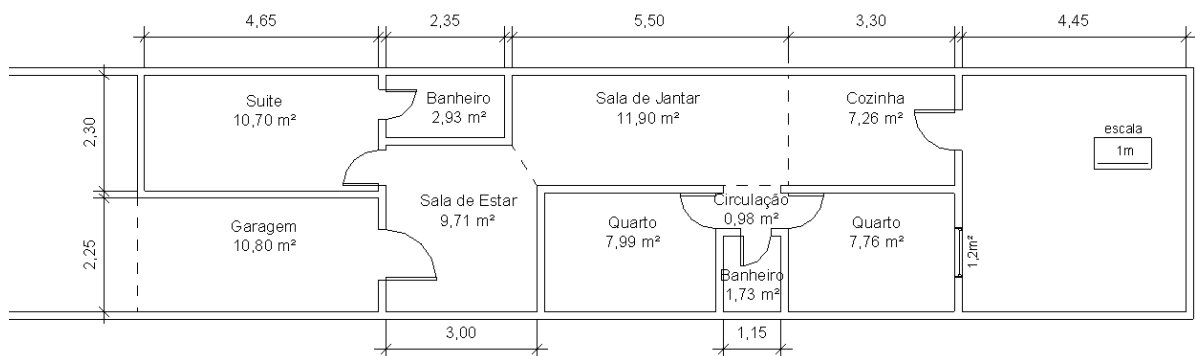


Figura A.34 – Projeto 34

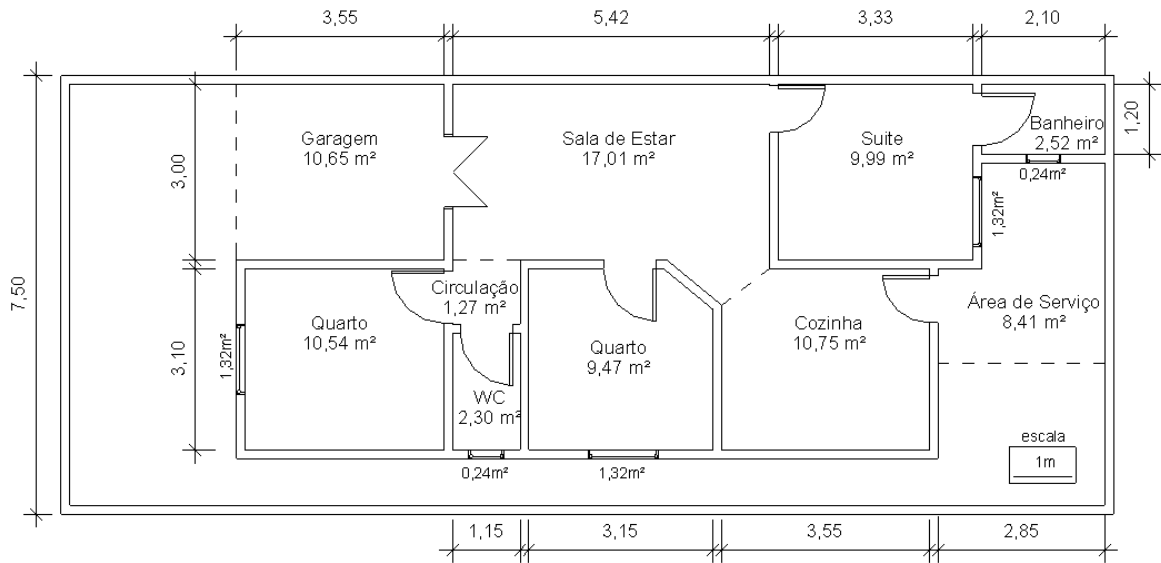


Figura A.35 – Projeto 35

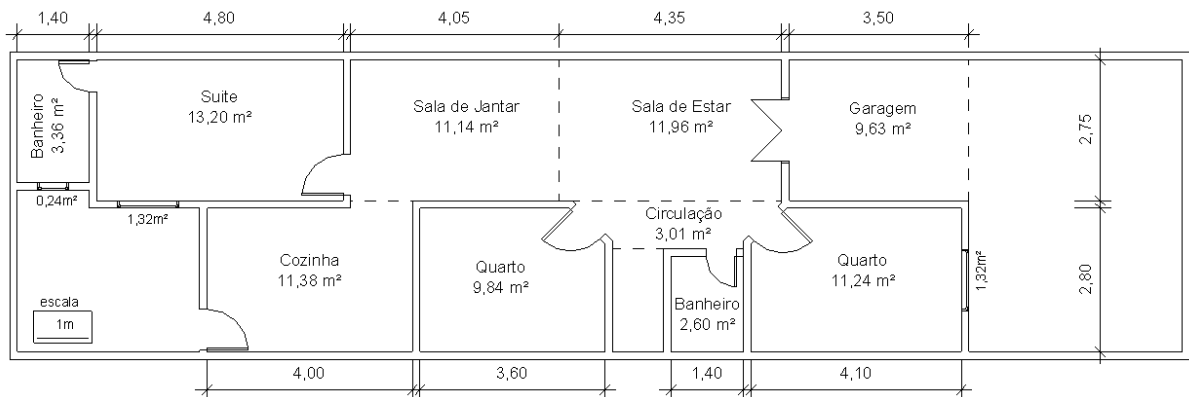


Figura A.36 – Projeto 36

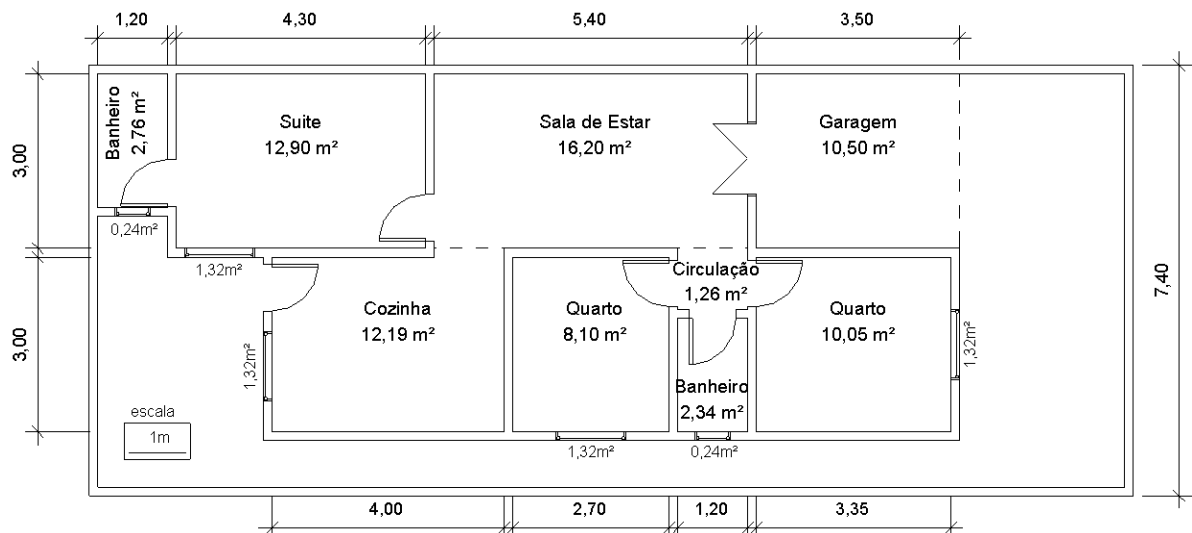


Figura A.37 – Projeto 37

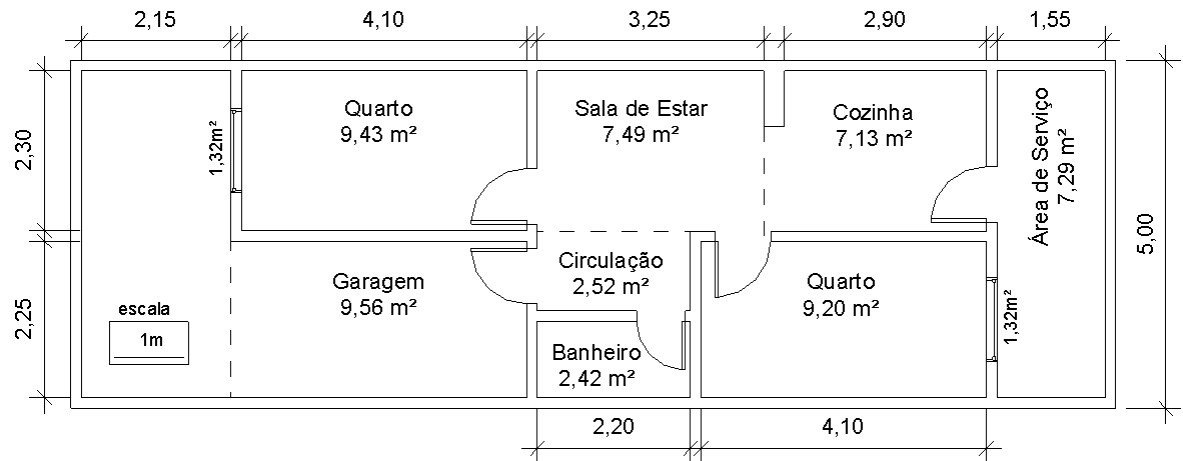


Figura A.38 – Projeto 38

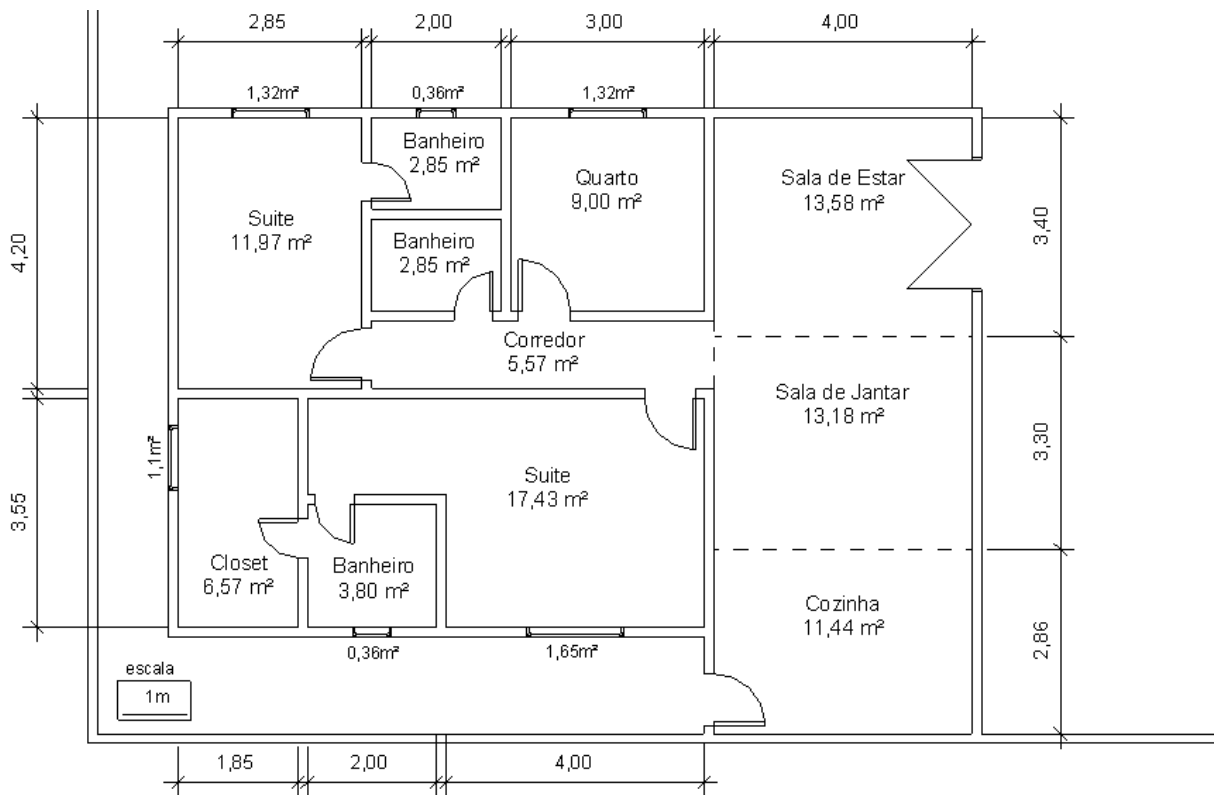


Figura A.39 – Projeto 39

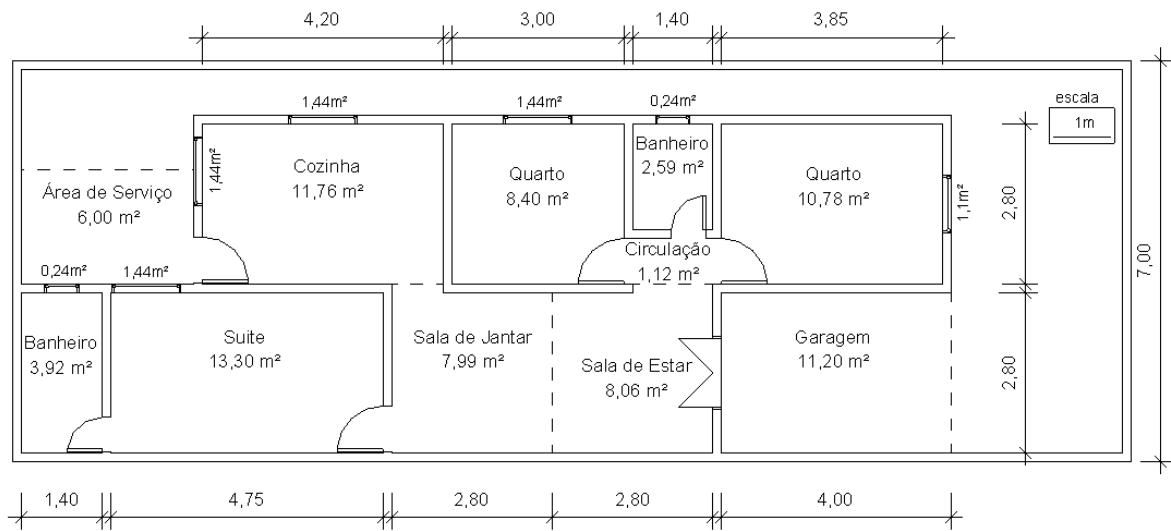


Figura A.40 – Projeto 40

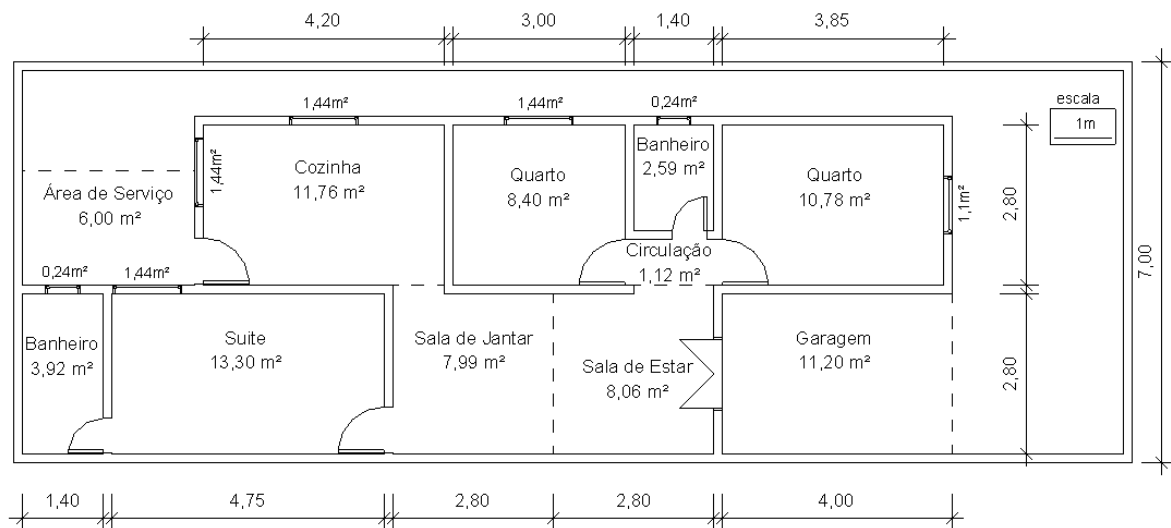


Figura A.41 – Projeto 41

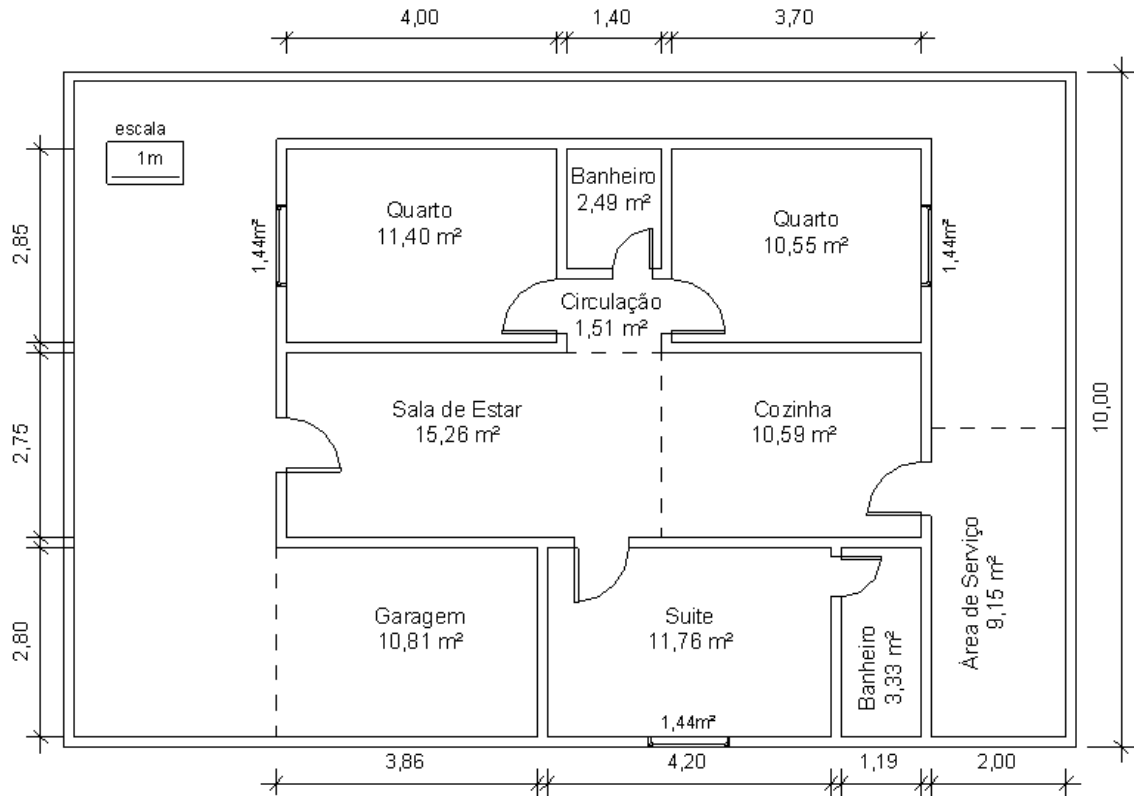


Figura A.42 – Projeto 42

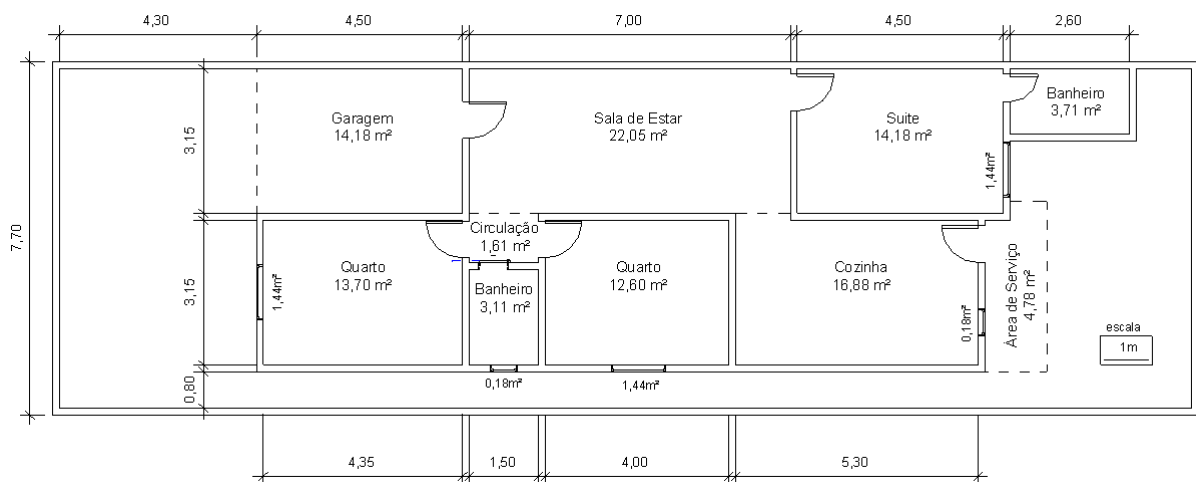


Figura A.43 – Projeto 43

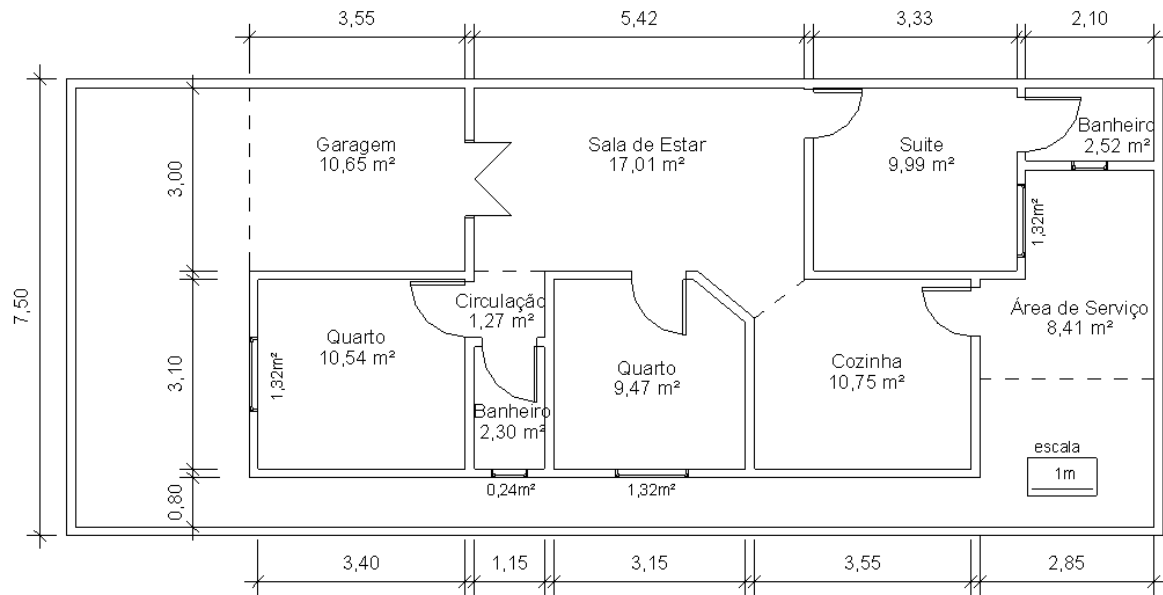


Figura A.44 – Projeto 44

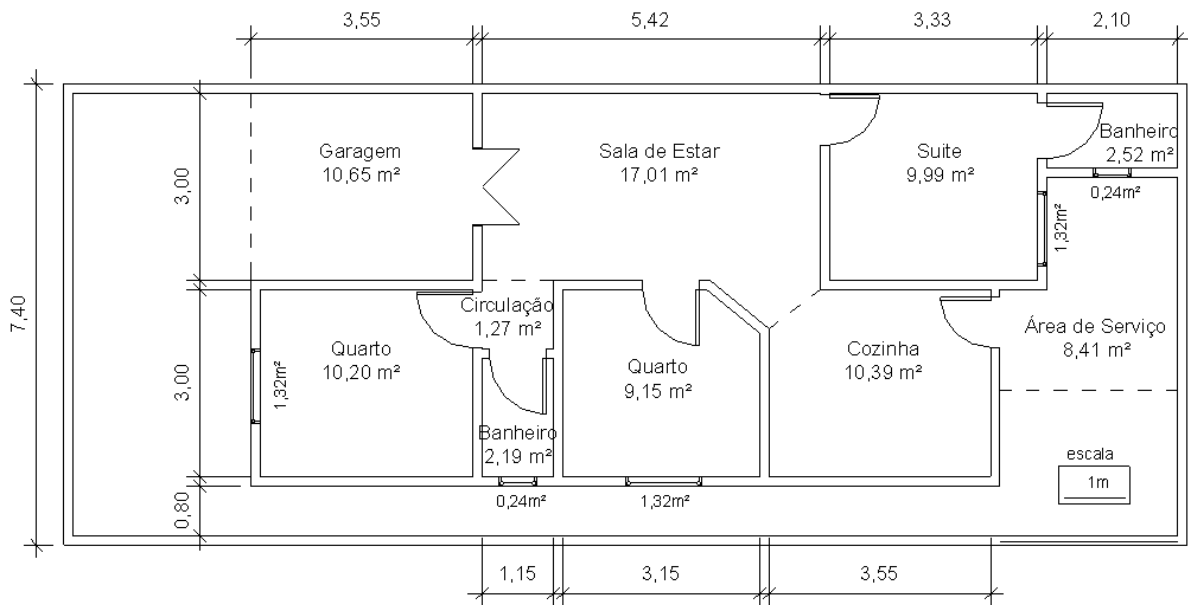


Figura A.45 – Projeto 45

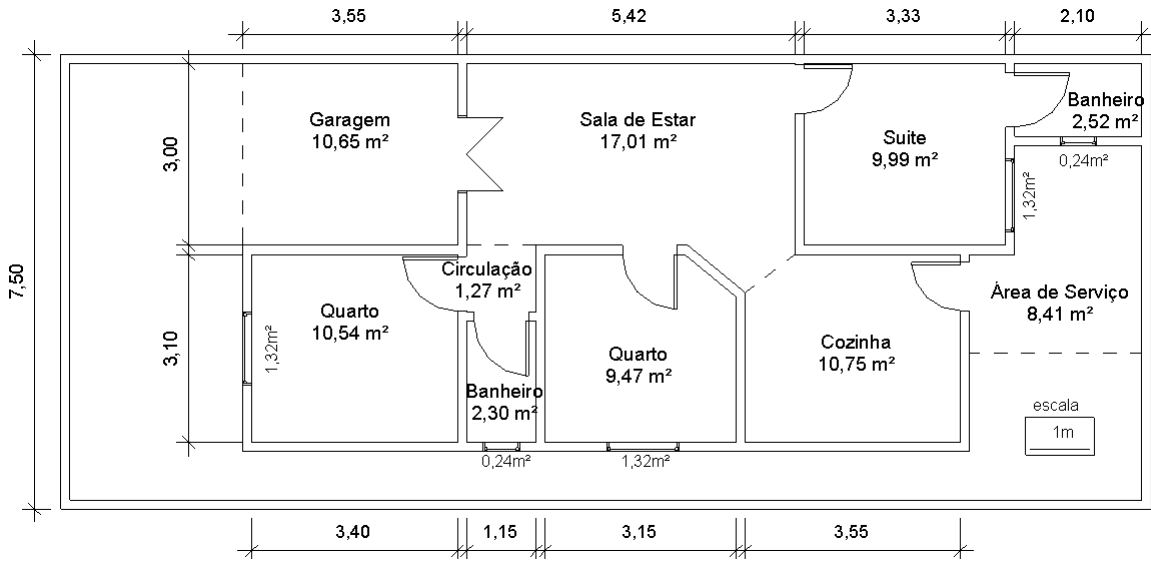


Figura A.46 – Projeto 46

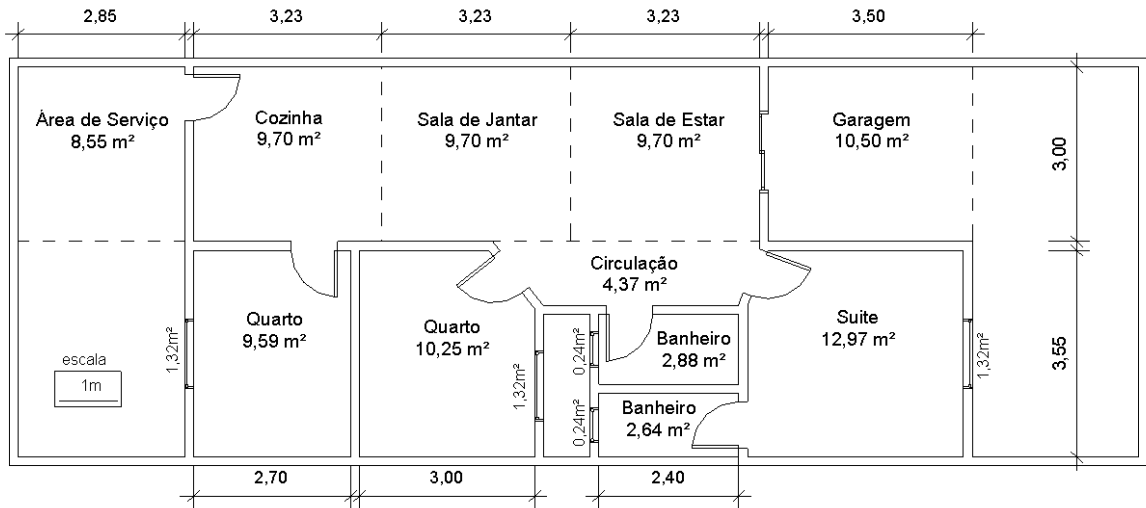


Figura A.47 – Projeto 47

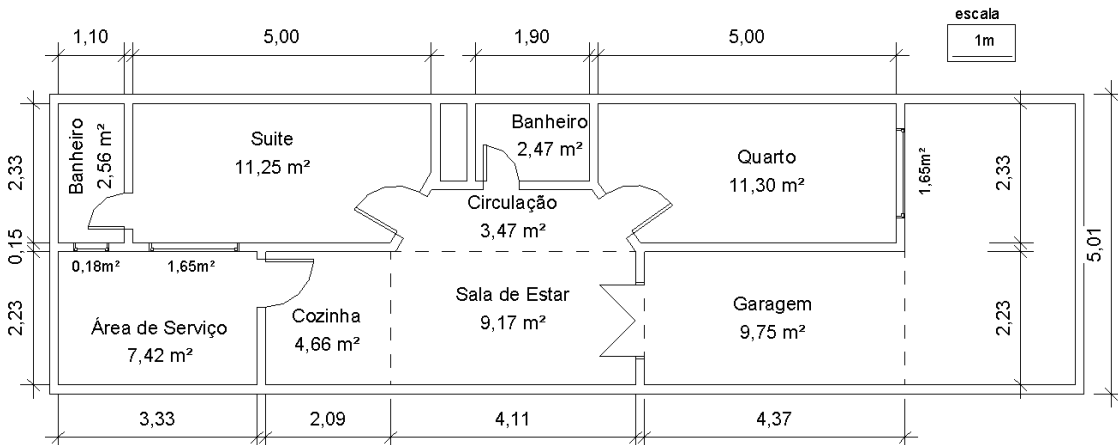


Figura A.48 – Projeto 48

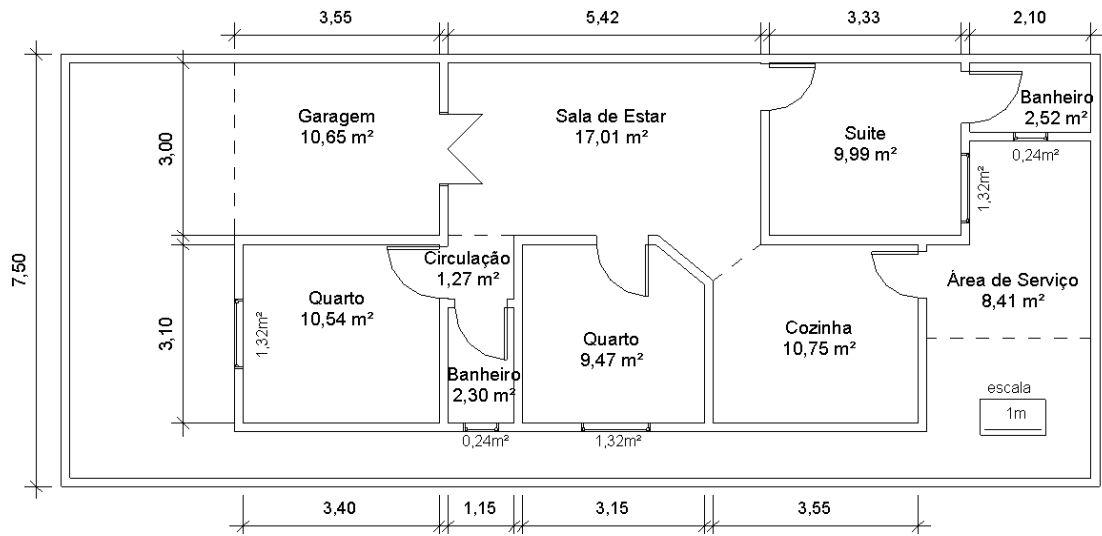


Figura A.49 – Projeto 49

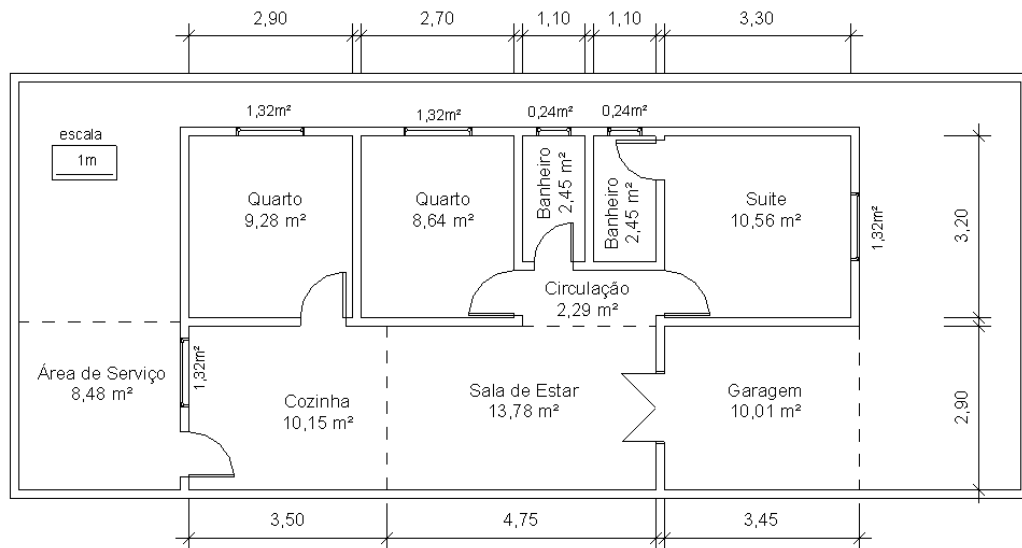


Figura A.50 – Projeto 50

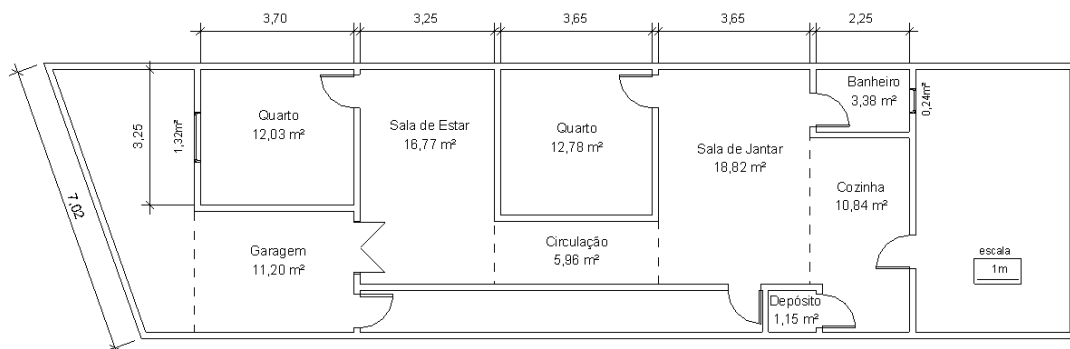


Figura A.51 – Projeto 51

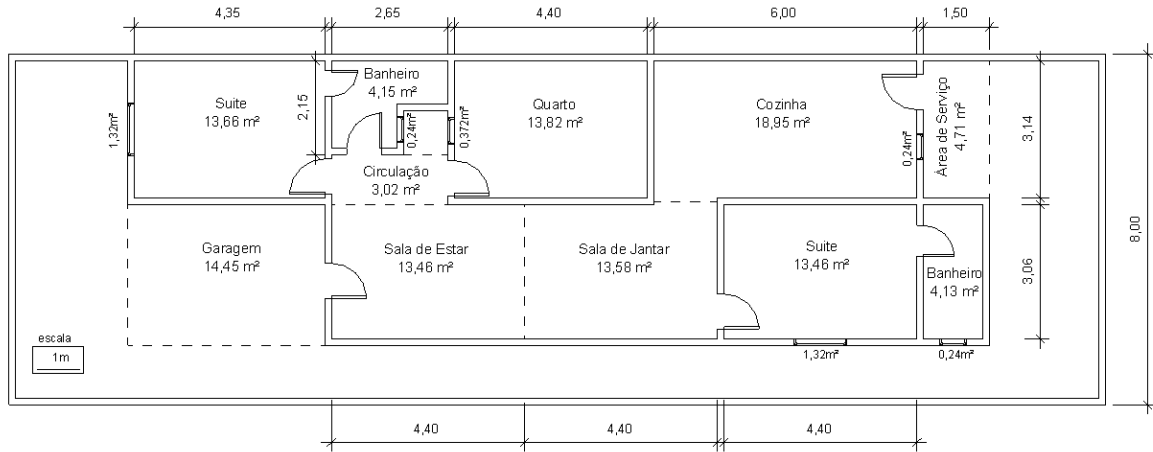


Figura A.52 – Projeto 52

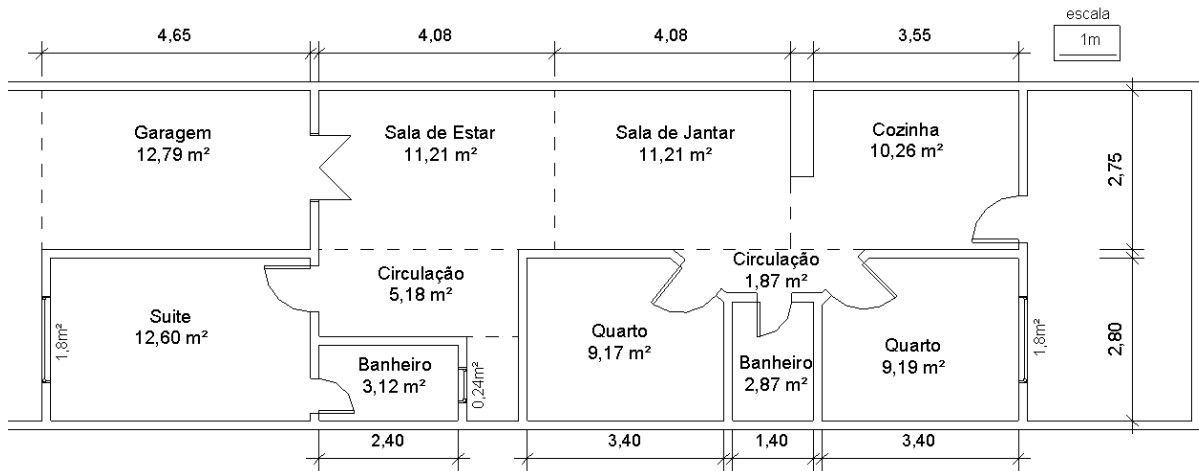


Figura A.53 – Projeto 53

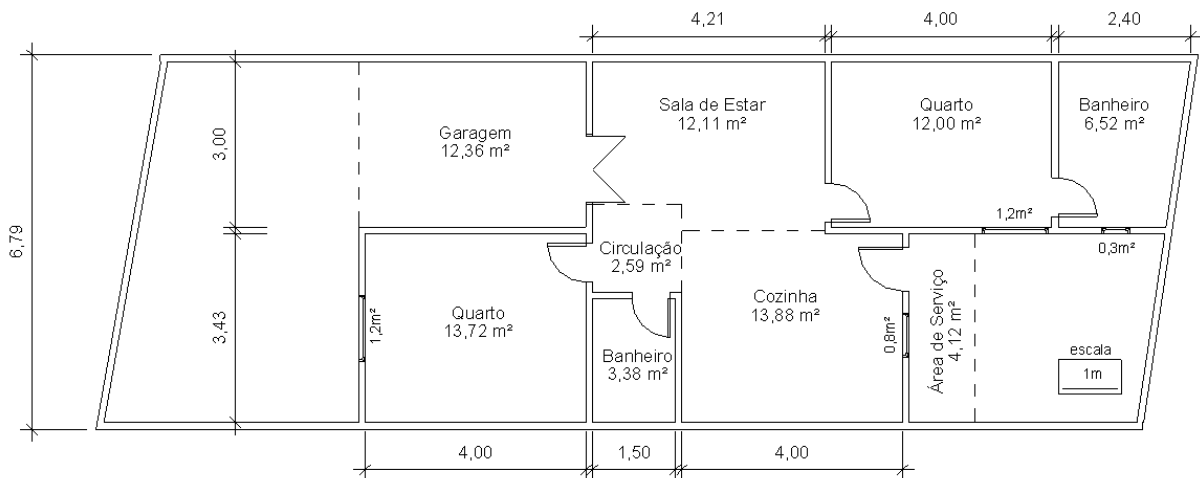


Figura A.54 – Projeto 54

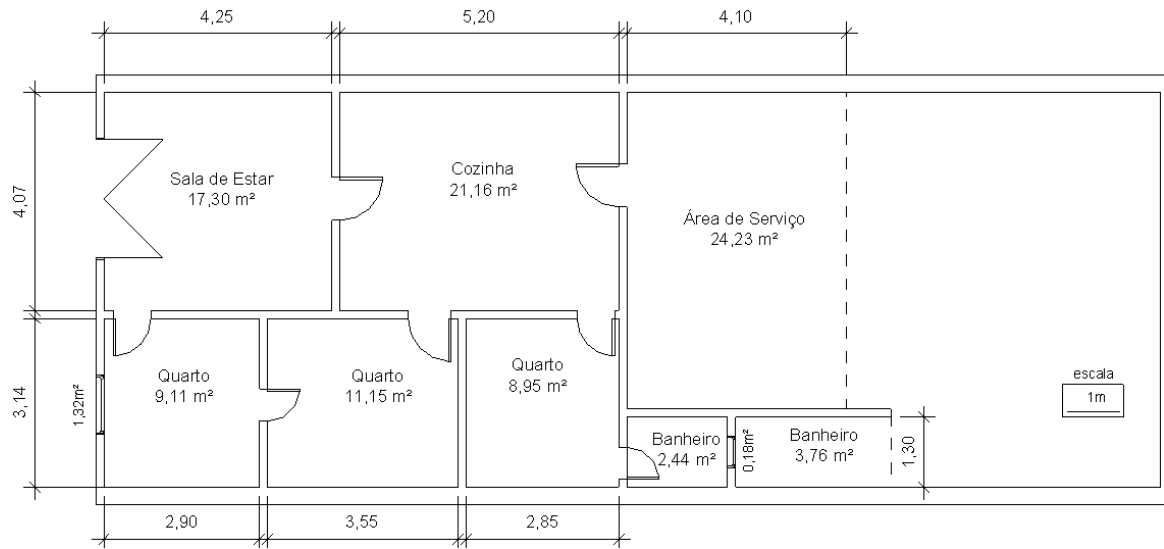


Figura A.55 – Projeto 55

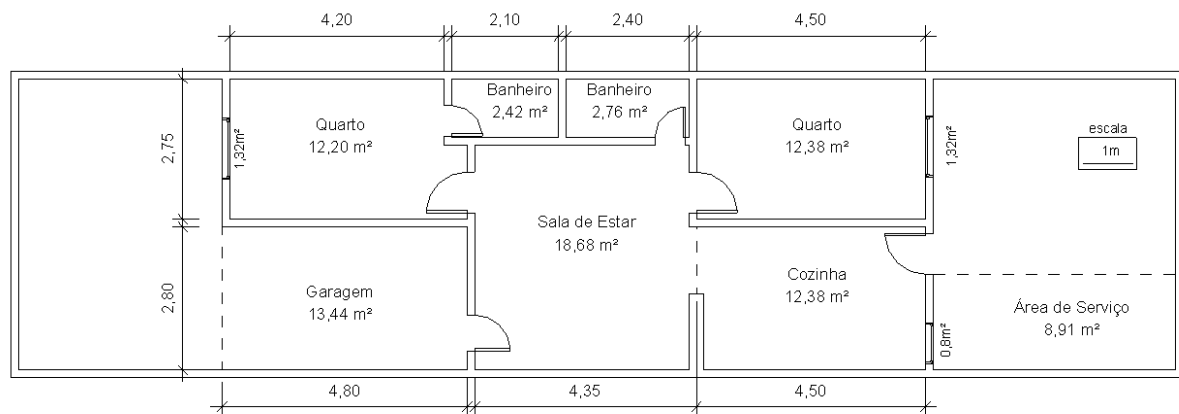


Figura A.56 – Projeto 56

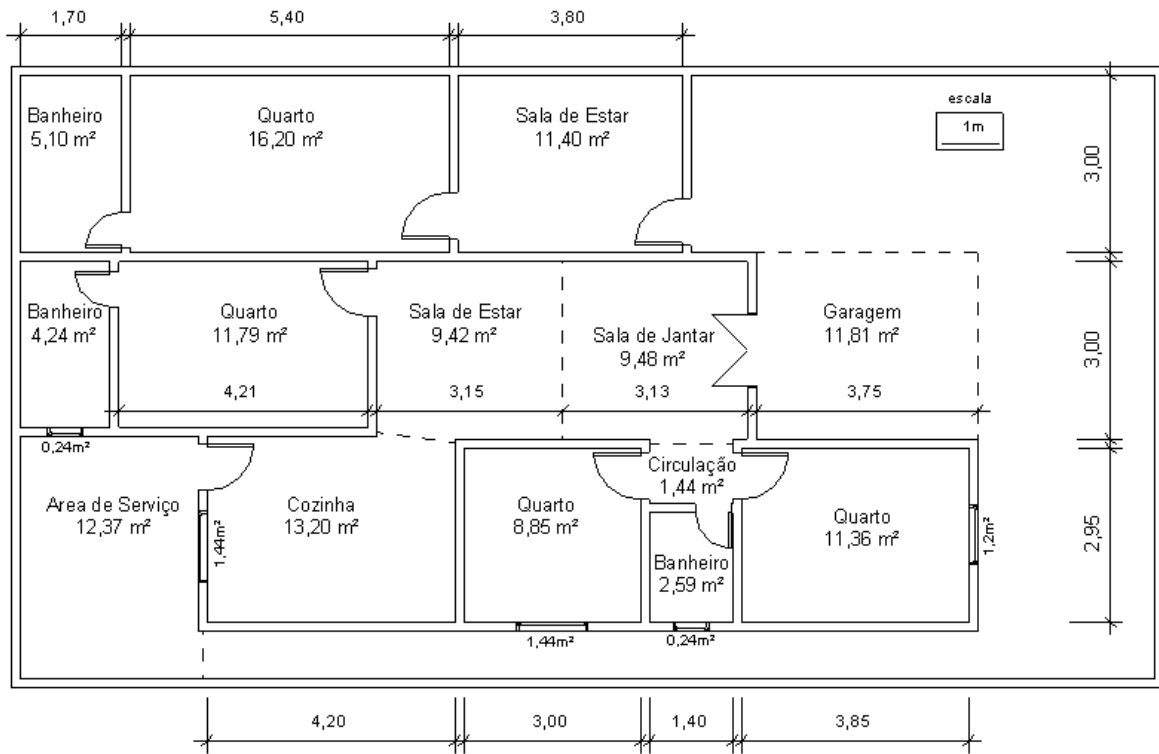


Figura A.57 – Projeto 57

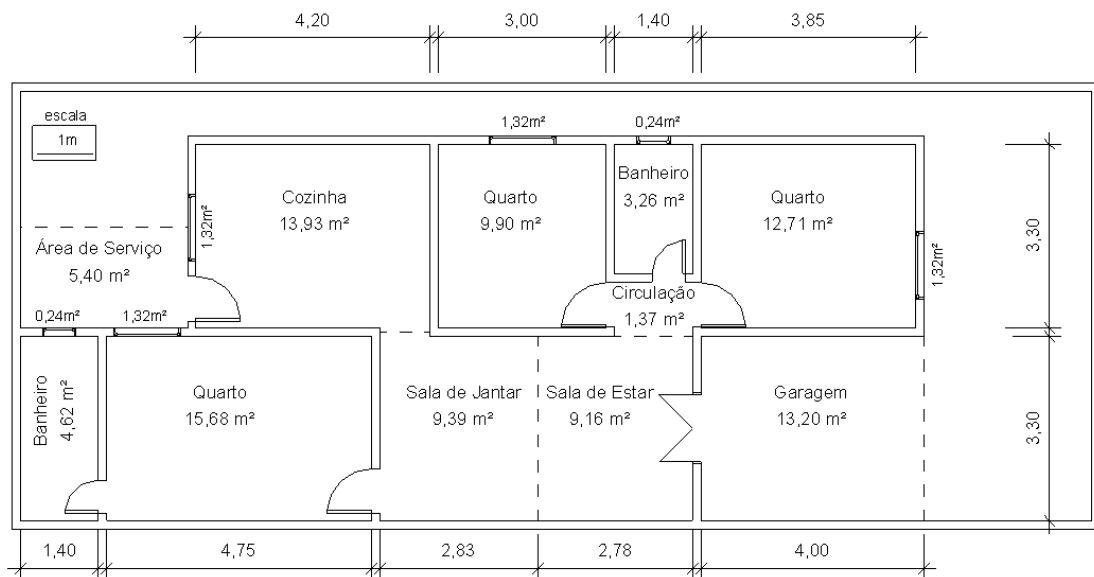


Figura A.58 – Projeto 58

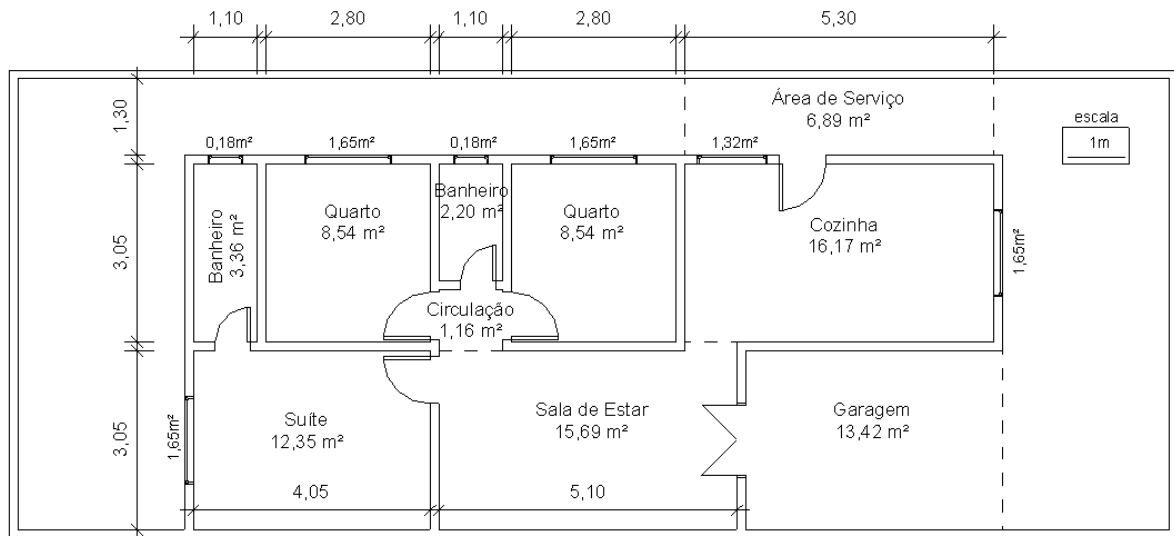


Figura A.59 – Projeto 59

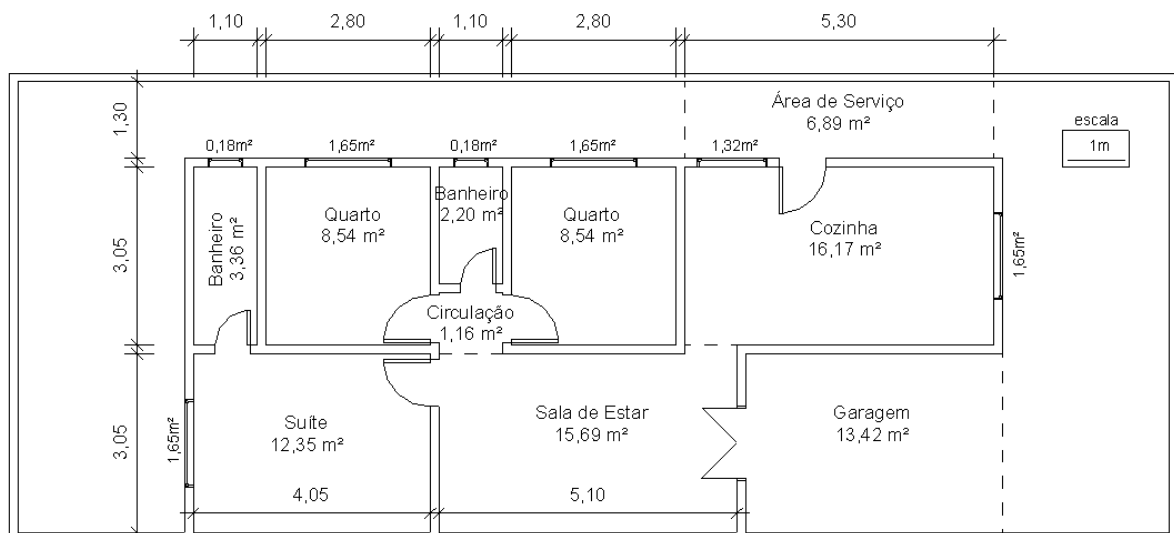


Figura A.60 – Projeto 60

