

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**LUCAS RICKLI DE OLIVEIRA**

**PROPOSTA DE METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E  
EFICIÊNCIA ECONÔMICA DE PROJETOS ARQUITETÔNICOS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO  
2018**

**LUCAS RICKLI DE OLIVEIRA**

**PROPOSTA DE METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E  
EFICIÊNCIA ECONÔMICA DE PROJETOS ARQUITETÔNICOS**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado como requisito parcial para conclusão do Curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof<sup>o</sup> Msc. Osmar Consoli

**PATO BRANCO  
2018**



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **PROPOSTA DE METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E EFICIÊNCIA ECONÔMICA DE PROJETOS ARQUITETÔNICOS**

#### **LUCAS RICKLI DE OLIVEIRA**

No dia 21 de junho de 2018, às 16h30min, na SALA DE TREINAMENTO da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, este trabalho de conclusão de curso foi julgado e, após arguição pelos membros da Comissão Examinadora abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, conforme Ata de Defesa pública nº24-TCC/2018.

Orientador: PROF. MSC. OSMAR CONSOLI (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca: Prof. Msc. JOSÉ VALTER MONTEIRO LARCHER (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: Prof<sup>ª</sup>. Msc. RAYANA CAROLINA CONTERNO (DACOC/UTFPR-PB)

## RESUMO

OLIVEIRA, L. R. **Proposta de metodologia de avaliação da qualidade e eficiência econômica de projetos arquitetônicos**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

A fase de concepção do projeto representa uma parcela pequena na composição de custos de uma obra, mas tem influência considerável nos custos finais do empreendimento, diversos problemas encontrados nas edificações ocorrem devido a falhas de projeto, não só referentes aos métodos executivos e materiais utilizados, mas também pela ineficácia da atribuição e disposição dos ambientes da edificação, que remete diretamente a solução geométrica adotada para o projeto arquitetônico. O presente trabalho é resultado de uma pesquisa teórica cujo objetivo é determinar indicadores do projeto que influenciem diretamente em aspectos de qualidade e economia. É então proposta uma metodologia de avaliação de projetos arquitetônicos que sirva como modelo de avaliação de sua qualidade e eficiência econômica, buscando demonstrar sua viabilidade de utilização como ferramenta de avaliação e auxílio ao projetista nas decisões tomadas por ele.

**Palavras chave:** projeto arquitetônico, metodologia de avaliação, índices qualificadores, eficiência econômica, concepção de projeto.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, L. R. **Methodology proposal of architectural projects quality evaluation and economic quality**. 2018. Civil Engineering Course Completion Work – Academic Construction Department, Federal Technological University of Paraná – UTFPR, Pato Branco.

The conception of the project phase represents a small parcel on the construction costs composition but has considerable influence on the final costs of the undertaking project. Several issues found on edifications occur based in the failure of the project phase, not by the means of the executive methods neither by the materials used but also because of the inefficacy in the attribution and disposition of the edification medium, which links directly to the geometric resolution adopted by the architectural project. This paper is the result of a theoretical research which goals to determine the project indicators that weighs directly in the aspects of quality an economy. It is then proposed an evaluation methodology of the architectural projects which serves as a model of evaluation of its quality and economic efficiency, with the means to demonstrate its usage viability as an evaluation/assistance tool on the decisions made by the project manager.

**Keywords:** architectural project, evaluation methodology, qualifier index, economic efficiency, project conception.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índices de relação entre perímetro e área.....	21
Tabela 2 – Avaliação da espaciosidade da sala de estar/jantar.....	33
Tabela 3 – Avaliação da espaciosidade dos quartos .....	33
Tabela 4 – Avaliação da espaciosidade da cozinha.....	33
Tabela 5 – Avaliação da espaciosidade dos banheiros.....	33
Tabela 6 - Avaliação da espaciosidade da lavanderia/depósito.....	33
Tabela 7 - Avaliação da espaciosidade da garagem.....	34
Tabela 8 - Avaliação do índice de exterioridade.....	35
Tabela 9 - Avaliação do índice de comunicabilidade.....	35
Tabela 10 - Avaliação da acessocomunicabilidade.....	36
Tabela 11 - Avaliação do índice de circulações .....	37
Tabela 12 - Avaliação do índice de uso privativo .....	37
Tabela 13 - Avaliação da área das janelas dos quartos.....	39
Tabela 14 - Avaliação da área das janelas da sala.....	39
Tabela 15 - Avaliação da área das janelas da cozinha .....	39
Tabela 16 - Avaliação da disposição das janelas da sala .....	40
Tabela 17 - Avaliação da disposição das janelas da cozinha.....	40
Tabela 18 - Composição da incidência dos custos do projeto .....	42
Tabela 19 - Fatores de equivalência .....	44
Tabela 20 - Avaliação do índice de planos verticais.....	45
Tabela 21 - Avaliação do índice de fachada externa.....	45
Tabela 22 - Avaliação do índice de área horizontal molhada.....	46
Tabela 23 - Avaliação do índice de área vertical molhada .....	46
Tabela 24 - Cálculo dos índices finais de qualidade e custo de projeto de baixo padrão .....	53
Tabela 25 - Cálculos dos índices de qualidade e eficiência econômica de projeto de alto padrão .....	57

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Método MARTINS .....	27
Figura 2 - Planilha para inserção das variáveis geométricas do projeto .....	31
Figura 3 - Projeto arquitetônico para aplicação do método .....	48
Figura 4 - Planilha preenchida com dados do projeto .....	49
Figura 5 - Planta baixa primeiro pavimento .....	54
Figura 6 - Planta baixa segundo pavimento .....	55
Figura 7 - Planilha preenchida com dados de ambos pavimentos .....	56
Figura 8 - Projetos para comparativo de preços.....	59

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1	OBJETIVOS .....	12
1.1.1	Objetivo Geral.....	12
1.1.2	Objetivos específicos.....	12
1.2	JUSTIFICATIVA .....	12
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
2.1	A HABITAÇÃO NA VIDA DO SER HUMANO .....	14
2.2	O PAPEL DO CONSUMIDOR NA FASE DE PROJETOS .....	15
2.3	O PROJETO ARQUITETÔNICO DE UMA HABITAÇÃO .....	17
2.4	O ARRANJO FÍSICO DO PROJETO ARQUITETÔNICO EM TERMOS DE CUSTO E QUALIDADE.....	19
2.4.1	A Solução geométrica do projeto de arquitetura.....	20
2.4.2	A Qualidade e o conforto .....	22
2.5	METODOLOGIAS EXISTENTES DE AVALIAÇÃO DE PROJETO ARQUITETÔNICO .....	23
2.5.1	Método SEL.....	23
2.5.2	Método MC_FEUP.....	25
2.5.3	Método MARTINS.....	26
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>28</b>
3.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	28
3.2	METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DOS ÍNDICES DE QUALIDADE E EFICIÊNCIA ECONÔMICA DO PROJETO.....	28
3.3	DADOS DE ENTRADA – VARIÁVEIS GEOMÉTRICAS DO ARRANJO FÍSICO DO PROJETO .....	29
3.4	DADOS DE SAÍDA – ÍNDICES DE QUALIDADE.....	32
3.4.1	Índice de espaciosidade (IE) .....	32
3.4.2	Índice de Exteriorização (IEX) .....	34
3.4.3	Índice de comunicabilidade (IJA).....	35
3.4.4	Índice de acessocomunicabilidade (IPA) .....	35
3.4.5	Índice de circulações (IAC).....	36
3.4.6	Índice de áreas de uso privativo (IAP).....	37



3.4.7	Índice final de conforto ambiental (ICA).....	38
3.4.8	Índice de qualidade final (IQF):.....	40
3.5	DADOS DE SAÍDA – ÍNDICES DE CUSTO.....	41
3.5.1	Índice de compacidade efetivo (ICE).....	42
3.5.2	Índice de eficiência econômica do projeto (IEE).....	43
3.5.3	Índice de planos verticais (PV/PH).....	44
3.5.4	Índice de fachada externa (PVE/PV).....	45
3.5.5	Índice de área horizontal molhada (PHW/PH).....	45
3.5.6	Índice de área vertical molhada (PVW/PV).....	46
3.5.7	Índice de eficiência econômica final (IEEF):.....	47
3.6	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	47
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>48</b>
4.1	EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO MÉTODO.....	48
4.2	COMPARAÇÃO DE CUSTOS.....	58
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>61</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>62</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O arranjo espacial de uma habitação representa uma série de necessidades e anseios que o homem desenvolve em busca de uma moradia que lhe proporcione o conforto adequado e se encaixe no padrão e qualidade de vida que ele deseja obter.

Segundo Machado (1986), ocorre uma dissociação entre as exigências técnicas da qualidade, a satisfação das necessidades sociais do bem-estar e da qualidade de vida. Bem-estar e qualidade de vida envolvem conceitos e atendimento a demandas sociais, culturais, psicológicas, ambientais e temporais em permanente transformação na complexa trajetória da espécie humana. Enquanto que a qualidade técnica de uma habitação está relacionada basicamente a critérios de conformidade, à capacidade de resposta às exigências funcionais, e às necessidades do mercado, numa ótica do benefício econômico que não se restringe em curto prazo.

Para Soczka (1986), a questão da qualidade de uma habitação não se reduz apenas ao espaço privado do apartamento, mas inclui também as infraestruturas urbanísticas (equipamentos sociais), de apoio (transporte, abastecimento, saneamento e serviços) e o espaço onde a habitação está inserida, ou seja, a sua vizinhança. Este espaço constitui uma identidade social e cultural de seus habitantes com o estabelecimento de uma complexa teia de relações familiares, de amizade e vizinhança, constituindo-se em uma microcultura no mosaico humano.

A habitação representa o local em que o ser humano desenvolve suas ações, os elementos desta e o próprio ambiente que ela proporciona formam um importante conjunto que influencia diretamente na qualidade de vida daqueles que nela estão inseridos. Neste contexto, pode-se considerar um ambiente de qualidade aquele que supre as necessidades e atende as expectativas dos seus usuários, garantindo a eles segurança, conforto e tranquilidade.

O projeto arquitetônico de uma habitação então se torna de extrema importância, pois este e seus componentes têm a função de materializar, através de sua concepção e seu arranjo geométrico, tais desejos e necessidades do usuário, buscando fornecer um ambiente que leve em conta a habitabilidade das pessoas.

A consecução da qualidade de uma habitação tem como ponto central e de partida, a elaboração de um projeto - plano geral da edificação, que permita:

converter com precisão, as decisões e pressupostos necessários para obtenção de uma habitação com um consumo mínimo de recursos e que satisfaça às exigências funcionais durante o seu uso.

Para Akin (1993), a área de projetos define um campo de ação emergente onde pode ser constatado um número cada vez maior de investigações, e um aumento na especialização dos temas cobertos por esses estudos. Aponta, contudo, uma ausência de ferramentas interativas específicas que possam ser compartilhadas pelos métodos e teorias de projeto.

Glavan & Tucker (1991) avaliam que pequenos problemas relacionados a projetos afetam significativamente a performance da construção (por exemplo: tempo e custo). Concluem que a maioria dos problemas na construção são causados por informações relativas a um projeto de baixo nível (projeto com: erros, omissões, divergências e interferências).

Também Hammarlund & Josephson (1992) defendem a ideia de que as decisões tomadas nas fases iniciais do empreendimento são importantes, atribuindo-lhes a principal participação na redução dos custos de falhas do edifício.

O intuito da presente proposta é apresentar e discutir uma metodologia de avaliação de projetos arquitetônicos em termos de custo e qualidade. Para tal, foram estudados e analisados diversos métodos já conhecidos, principalmente o modelo desenvolvido por Martins (1999), que foi aplicado com êxito na área de ensino por muitos anos, e com os devidos ajustes, aperfeiçoamento e complementação de outros modelos, foi possível chegar na presente metodologia.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma metodologia de apoio ao projetista na elaboração e avaliação do projeto arquitetônico de residências unifamiliares, através de índices de eficiência econômica e qualidade.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar metodologias existentes de avaliação de projetos
- Estabelecer parâmetros de qualidade para os índices qualificadores do projeto
- Criar planilha prática para aplicação do método proposto

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Apesar da otimização e humanização do projeto arquitetônico ser um tema pouco abordado, esta preocupação não é novidade. Vários autores já enfatizaram a importância do conforto espacial e climático das habitações, do necessário enfoque na solução geométrica dos projetos e do ambiente e habitabilidade que este fornece aos moradores.

Um dos dois principais produtos do processo do projeto é especificado por Hillier (1998) pela configuração do espaço, que exibe implícita ou explicitamente uma dimensão chave do conhecimento no domínio do projeto de arquitetura. Qualquer teoria do projeto de arquitetura, ao que parece, tem de levar em conta a configuração do espaço.

Há particular interesse para Amor (1993) no que diz respeito à questão da configuração do espaço, à busca de modelos visando à geração de arranjos físicos de habitações via sistemas de informações e utilização de inteligência artificial, por meio do processamento computacional.

Universidades no exterior já chegaram a desenvolver programas e metodologias com o intuito de aprimorar os arranjos físicos concebidos na fase de projetos, o objetivo é fomentar os projetistas a desenvolverem e explorarem alternativas conceituais do arranjo físico de maneira mais eficaz, na fase inicial e crucial do projeto, como é o caso do projeto SEED, da Carnegie Mellon University (USA), que desenvolve arranjos físicos e testa uma grande quantidade de alternativas e possibilidades de diferentes configurações do espaço.

No Brasil este conceito se torna mais importante ainda, já que o projeto arquitetônico não desempenha sua função corretamente por motivos de custo (economia) e pela mão de obra desqualificada. Por fim, a maioria das falhas da construção civil remete a fase de projetos.

Melhado & Violani (1992) observam que se tem verificado, em geral, uma dissociação entre a atividade de projeto e a da construção. O projeto, encarado como instrumento meramente legal, recebe, muitas vezes, a mínima atenção e sem adequado aprofundamento, cumpre-se seu prazo e custo. Sem a devida atenção nesta etapa, muitas definições serão feitas na etapa de obra no próprio canteiro.

O projeto deve despertar grande interesse por parte dos pesquisadores, projetistas e proprietários. A fase de concepção deste representa um percentual muito pequeno do custo total do empreendimento, mas exerce grande influência na qualidade final do produto.

O projetista, na fase de concepção, tem de tomar inúmeras decisões arquitetônicas referentes ao arranjo físico do projeto, principalmente quando o cliente se torna parte integrada do processo de decisões, que é algo que se preza cada vez mais em um contexto onde as demandas estão evoluindo e se voltando para a sustentabilidade e economia, Mascaro (1996) argumenta que cada decisão arquitetônica, mesmo parecendo irrelevante, deve ser observada com maior aprofundamento, considerando a grande influência que esta pode exercer a longo prazo em termos de qualidade e economia.

Neste sentido, são então necessárias metodologias de avaliação e otimização de projetos, ou aprofundamento das existentes, visando melhorar este cenário.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A HABITAÇÃO NA VIDA DO SER HUMANO

A habitação é definida por Ekambi-Scmidt (1974) como um lugar onde se habita: uma casa, um apartamento. Cabrita (1995) representa o conceito de habitação pela demarcação edificada de um espaço que permita ao homem conseguir segurança, conforto e privacidade.

O conforto no ambiente doméstico está relacionado diretamente a habitabilidade. Para Bollnow (2008), a habitabilidade de um ambiente apresenta-se como um refúgio em relação ao exterior, com espaço dimensionado em acordo com as necessidades do usuário, proporcionando conforto térmico e exprimindo a identidade de quem habita, contendo assim a memória da família que nele reside.

Segundo Horevitz (2006) “o ser humano está o tempo todo inserido num espaço onde desenvolve suas ações, seja ele um espaço destinado ao trabalho, ao lazer ou ao descanso.” O ambiente em si e os elementos que o compõem, formam um conjunto inseparável que interfere diretamente nas pessoas que nele estão inseridas. “Considerando esta relação homem-espaço, o edifício construído deixa de ser encarado a partir das suas características físicas e passa a ser avaliado e discutido enquanto espaço sujeito à ocupação, leitura e reinterpretação.” (ELALI,1997, p.16).

Um ambiente de qualidade atende as necessidades de seu usuário, garantindo-lhe segurança e conforto na realização de suas atividades. O ambiente adquire esta qualidade através do processo de humanização que agrega ao espaço atributos físicos e estéticos para garantir ao usuário do projeto, além do conforto ambiental e funcional, o conforto psicológico. (VASCONCELOS, 2004).

A habitação deve prover ao morador o seu conforto, que abrange também o conforto térmico. O homem tem melhores condições de vida e de saúde quando seu organismo pode funcionar sem ser submetido à fadiga ou estresse, inclusive térmico. Desta forma, o ambiente em que o morador vive deve fornecer a ele condições térmicas compatíveis ao conforto térmico humano no interior dos edifícios (SCHIFFER & FROTA, 1988).

Pensando ainda no conforto térmico e climático, além dos parâmetros tradicionais de análise (temperatura do ar, radiação, umidade e movimento do ar), outros fatores influenciam no conforto dos ocupantes de uma edificação, como as sensações térmicas, táteis, auditivas e visuais. O conceito de clima se expande e se humaniza (SERRA, 1999).

Bins Ely (2003) explica que a humanização dos ambientes consiste na qualificação do espaço construído de forma a prover ao usuário – foco central de todo o projeto – conforto físico e psicológico, a partir de atributos ambientais que tragam a sensação de bem estar.

A qualidade das soluções arquitetônicas envolvendo os aspectos estéticos e funcionais do projeto da habitação social determina a eficiência com que o projeto responde às necessidades de seus usuários (REYS & LAYS, 2010).

## 2.2 O PAPEL DO CONSUMIDOR NA FASE DE PROJETOS

O consumidor tem uma noção das regras do mercado e formula suas exigências em função de sua condição financeira e suas expectativas para o produto. Esta estratégia pessoal pode conduzir à consecução dos objetivos. O consumidor, por exemplo, pode optar por um apartamento/casa de alto ou baixo padrão, de acordo com sua realidade financeira, bem como decidir com relação à localização, ao tamanho e ao número de ambientes, tudo isso baseado em seus objetivos em curto e longo prazo.

O processo de decisão do consumidor é normalmente complexo e até contraditório, pois os parâmetros utilizados são geralmente de cunho pessoal, fruto de necessidades específicas e constantemente influenciados pelo meio social e cultural.

Gomes (1990) defende que o consumidor é o elemento mais fraco da cadeia produtiva, pois na maioria das situações, ele não intervém na escolha ou na decisão sobre o local da construção, raramente influi no projeto, e não lhe é permitido interferir na execução da obra. Esta realidade vem mudando cada vez mais, com o consumidor assumindo papel mais importante e participativo no processo de decisões. Paladini (1994) chama a atenção a este respeito, com a seguinte

colocação: "a meta de uma empresa é atender ao consumidor, porque não há outro meio de se manter no mercado e, sem isso, a sobrevivência da organização está ameaçada. E nesta situação, a empresa depende do consumidor e não o contrário."

Ross (1988) defende a necessidade de estabelecer um elo entre o consumidor, os projetistas e os empresários construtores. É muito comum essa relação inexistir. O fato é que ocorrem conflitos e falhas de comunicação entre consumidor e o próprio engenheiro ou projetista no que se refere aos objetivos e ao ponto de vista de cada um em relação à qualidade do produto. Contudo, o consumidor é afetado pela configuração, pelo custo, bem como por qualquer eventualidade prejudicial que venha a ocorrer com o produto adquirido.

A qualidade é expressa em função das perdas inevitáveis que ocorrem no processo construtivo, geralmente pelo desperdício em resíduos e retrabalho, entre outros; já do ponto de vista do consumidor, ela é denotada pelos defeitos e patologias que se manifestam no produto, contando a insatisfação com a dimensão e espaço dos ambientes, desconforto térmico ou acústico até mesmo o surgimento de infiltrações, fissuras entre outras patologias e vícios construtivos.

Diante deste impasse, Ross (1988) sugere um equilíbrio entre ambas as partes, por meio da possibilidade de o cliente ter requerimentos e exigências mais consistentes, que possam ser utilizados nas especificações do produto, de modo a minimizar suas perdas intrínsecas e seus efeitos nocivos colaterais.

No Brasil é possível notar as deficiências de gestão nas empresas de engenharia no âmbito da gestão dos recursos humanos, no tratamento das relações com os clientes, na documentação em geral e na comunicação interna e externa, dada a informalidade pela qual se processam.

Para Melhado (2002), a capacidade de considerar efetivamente os requisitos do cliente e demais agentes envolvidos no projeto é uma condição para qualificação de uma empresa de Engenharia. Confiabilidade na prestação de serviços, credibilidade, disponibilidade e capacidade de resposta quando solicitados são parâmetros cada vez mais importantes no mercado de trabalho.

A comunicação, a documentação e o tratamento dispensado aos clientes são, portanto, indicadores de uma capacidade de prestação de serviços de projeto – indicadores que podem ser assimilados a uma competência básica de gestão.



## 2.3 O PROJETO ARQUITETÔNICO DE UMA HABITAÇÃO

A arquitetura, o processo de criação não possui métodos rígidos ou universais entre profissionais, muito embora possam ser atestados alguns procedimentos comuns entre projetistas. O processo é complexo e pouco externado pelo profissional. O campo projetivo arquitetônico situa-se numa área intermediária entre ciência e arte, tendo que responder a questões não perfeitamente definidas e permitindo múltiplas abordagens (DÜLGEROGLU, 1999; JUTLA, 1996).

É difícil elencar metodologias características para concepção de projetos, uma vez que o processo de criar formas em arquitetura é, em grande parte, informal ou individual (KOWALTOWSKI; LABAKI, 1993).

O processo para concepção de um projeto de arquitetura pode ser visto como um conjunto de atividades intelectuais básicas, organizadas em fases de características e que trazem resultados distintos. Durante esta fase as decisões de projeto remetem à análise, síntese, previsão, avaliação e decisão. Na prática, algumas atividades podem ser realizadas através da intuição, outras de forma consciente ou a partir de normas técnicas (LANG, 1974).

O projeto arquitetônico constitui várias etapas de decisão. A decisão em um projeto pode ser de caráter verbal, gráfica ou simbólica, isto é, vários mecanismos de informação, para antecipar analiticamente um modelo e seu comportamento (ROSSO, 1980). Podem-se ainda considerar as principais fases do modelo geral da tomada de decisão, que, traduzidas pela prática profissional dos projetistas, dividem-se em programa, projeto, avaliação e decisão, construção e avaliação pós-ocupação. Na rotina dos escritórios de arquitetura, observa-se ainda a divisão da fase de projeto em croquis, anteprojeto e projeto.

Melhado & Violani (1992) percebem que atualmente existe uma distinção entre a atividade de projeto e a da construção. O projeto muitas vezes é tido como um instrumento legal, uma despesa a ser arcada, recebendo a mínima atenção e aprofundamento. Como consequência disto, muitas definições serão feitas na etapa de obra no próprio canteiro.

É fundamental, para a obtenção da qualidade, que o empreendedor valorize a fase de projeto. Na defesa desse ponto de vista, pode-se defender importância das

fases iniciais do empreendimento: nestas primeiras fases, as decisões tomadas são as que têm maior capacidade de influenciar o custo final (MELHADO, 1992).

Hammarlund & Josephson (1992) frisam decisões tomadas nas fases iniciais do empreendimento são fundamentais, atribuindo a estas a principal participação na redução dos custos de falhas do edifício.

Embora exista um declínio no percentual do déficit habitacional (por exemplo, de 16,1% em 2004 para 14,5% em 2006, e para 10,1% em 2008), indicando que o crescimento do déficit habitacional em números absolutos se deu em ritmo menor do que o crescimento dos domicílios nos últimos anos, o mesmo continua a ser expressivo. Por exemplo, o déficit habitacional estimado em 2006 era de 7,9 milhões de domicílios, 6,5 milhões (82,5%) em áreas urbanas (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2010). Esse déficit foi reduzido para 6,3 milhões em 2007 e para 5,8 milhões de domicílios em 2008. Desse déficit de domicílios, 4,7 (82%) estão localizados nas áreas urbanas. Esses dados evidenciam a necessidade de construção de um grande número de habitações de interesse social para uma parcela expressiva da população, que não possui recursos financeiros para adquirir uma moradia comercializada pelo setor privado. Contudo, além dos aspectos quantitativos, é importante que os aspectos relacionados à qualidade da habitação de interesse social também sejam considerados, o que remete à sustentabilidade social. (REYS & LAYS, 2010)

Assim, embora a qualidade do projeto arquitetônico não determine a qualidade e a conseqüente sustentabilidade da habitação de interesse social, esta é afetada pela qualidade de seu projeto.

Assim, sem desconsiderar outros aspectos, fica claro que o projeto desempenha um papel importante na qualidade da habitação de interesse social e, particularmente, no que tange a sua sustentabilidade social (REYS & LAYS, 2010).

Os aspectos de dimensionamento espacial têm uma importância para o uso adequado dos espaços, além das implicações econômicas em relação aos gastos diretos ou indiretos acarretados por um excesso de área, mas também em relação aqueles provocados por um mal dimensionamento ou por uma proporção inadequada entre a largura e o comprimento de uma peça, principalmente em se tratando de habitação social. Assim como áreas de piso muito pequenas, áreas de

piso muito grandes também podem afetar negativamente a utilidade do espaço. (REYS & LAYS, 2010).

## 2.4 O ARRANJO FÍSICO DO PROJETO ARQUITETÔNICO EM TERMOS DE CUSTO E QUALIDADE

A concepção do projeto arquitetônico, qualquer seja a especialidade, baseia-se em uma série de decisões, decidir sobre a forma e dimensão que um dado ambiente deverá ter, sobre a disposição das paredes no interior do edifício, bem como os elementos que irão constar na solução geométrica escolhida, como janelas, portas e mobília. Dificilmente tais decisões são autônomas, ou seja, uma condiciona a outra e todas influenciam indiretamente no custo e qualidade final do projeto.

Para cada decisão de projeto, inevitavelmente existem diversas alternativas de solução. Todos os elementos do projeto cumprem múltiplas funções que devem ser levadas em conta neste processo. Neste contexto, o projetista procura que tais funções sejam contempladas como forma de avaliar a qualidade da solução geométrica escolhida em cada etapa do trabalho.

É possível exemplificar a importância das decisões de projeto na concepção da geometria de um único ambiente, apenas em termos de área, visto que um dos fatores que os usuários atribuem grande importância na escolha de uma habitação é a área dos compartimentos. Neste caso, é interessante que os ambientes não sejam pequenos demais quando se deseja conforto e qualidade, no entanto, uma grande área do compartimento não garante a facilidade na instalação de mobiliário e requer maiores vãos e janelas para melhor conforto térmico, iluminação e ventilação natural. É também necessário que a divisão tenha uma determinada área de parede livre, sem janelas e/ou acessos, para a colocação de móveis domésticos. A colocação deste mobiliário junto às paredes permite a circulação livre do utilizador pela divisão, assim como possibilita diferentes posições do mobiliário, principalmente nos dormitórios e ambientes privados.

#### 2.4.1 A Solução geométrica do projeto de arquitetura

A passagem das ideias do projetista com relação ao projeto arquitetônico para o plano real é realizada por meio de uma representação gráfica, dotada de geometria específica que, para Consiglieri (1995), desempenha não só o papel de representação gráfica, mas também de ferramenta construtiva. O autor ainda salienta que no que refere ao arranjo físico do projeto, o êxito da composição arquitetural depende da existência de uma valorização individual do papel exercido pelos planos horizontal e vertical, bem como o estabelecimento de um diálogo entre os mesmos.

A relação entre variáveis geométricas, em estudo mais aprofundado, se tornam essenciais e algumas destas relações destacam propriedades de eficiência do projeto, como é o caso da relação perímetro/área.

A relação perímetro/área é apresentada por diversos autores como parâmetro essencial para o projeto em termos de custo e eficiência. Mascaró (2005) reforça que tal relação é um dos fatores geométricos essenciais para a tipificação dos edifícios, e determinante do custo da solução do arranjo físico de uma habitação. O diálogo entre perímetro e área é descrito por Heineck & Oliveira (1994) como uma lei de formação dos ambientes, onde as paredes assumem o principal fator definidor da funcionalidade arquitetônica dos ambientes.

Segundo Martins (1999), a solução geométrica obtida pelo arranjo físico representa por outro lado um dos fatores delimitantes do custo da edificação, uma vez que a construção de um edifício nada mais é que a materialização do projeto, com enclausuramento de uma quantia área por meio das paredes, as quais formam figuras geométricas com diferentes relações perímetro/área.

O custo da edificação é influenciado por esta relação em função da forma resultante da figura, a qual implica em diferentes comprimentos do perímetro, conseqüentemente de paredes e componentes determinantes do plano vertical (portas, janelas, revestimentos e acabamentos).

Mascaró (2005) defende que existem poucas alternativas de otimização do custo da edificação a partir do plano horizontal, devido ao fato de que cerca de dois terços do seu custo é definido pela estrutura de concreto. O plano vertical, por outro lado indica inúmeras alternativas de composição do arranjo físico, estabelecendo

variações significativas na quantidade e conseqüentemente no custo dos elementos determinantes das paredes, principalmente no que diz respeito a revestimentos (interno e externo).

O estabelecimento de um diálogo, ou seja, de uma relação entre o plano horizontal, descrito pela área e o plano vertical, delimitado por seu perímetro, deve ser estudada, visto que ela não pode ser calculada de forma direto, pois não são diretamente proporcionais, por exemplo: um quadrado de lado igual a dois, tem um perímetro igual a oito e área igual a quatro, implicando em uma relação perímetro/área igual a dois, se aumentarmos o lado do quadrado para quatro, a relação perímetro/área indica um valor igual a um.

A tabela 1 apresentada relações importantes entre perímetro e área:

**Tabela 1 - Índices de relação entre perímetro e área**

<b>Índice</b>	<b>Equação</b>	<b>Autor</b>
Relação de forma	$\frac{4A}{\pi e^2}$	HAGGETT (1965)
Relação de circularidade	$\frac{4\pi A}{P^2}$	MILLER (1953)
Índice de compacidade	$\frac{2\sqrt{A\pi}}{P} \times 100$	MASCARÓ (1985)
Relação da compacidade	$\frac{P^2}{A}$	WISE (1988)

**Fonte: Martins (1999)**

O intuito de desenvolver estes índices, é o de analisar fatores relacionados a questões do conforto nos mais diversos ambientes de um edifício, desde uma circulação até as instalações sanitárias e suas respectivas disposição das paredes externas e internas.

Além dos atributos acima colocados, o uso de índices possibilita a avaliação de uma série de fatores ligados à caracterização geométrica do arranjo físico de uma habitação, no que se refere a: confinamento dos espaços, acessibilidade, mobiliamento, conexão entre ambientes, conforto, segurança entre outros aspectos que juntos possibilitam uma avaliação previa da qualidade geométrica do projeto arquitetônico.

Para Martins (1999), um dos problemas na definição do arranjo físico do projeto de uma habitação, é que cada problema comporta um grande número de soluções satisfatórias e por isso até hoje este é um tema alvo de muitas pesquisas desta área; em busca de metodologias que permitam o desenvolvimento de múltiplas opções de projeto e principalmente da eficiência geométrica e otimização do arranjo físico.

#### 2.4.2 A Qualidade e o conforto

O conforto e a segurança são fatores bastante importantes na escolha de uma habitação. Nos projetos novos existe uma maior preocupação e atenção a certos pormenores que contribuem positivamente para o conforto na habitação.

Uma das razões que conduziu a estas foi a evolução da demanda por parte dos usuários, principalmente em tempos onde a sustentabilidade e otimização são tão valorizados, como consequência disto surgem diversas regulamentações e selos de qualidade que impõem exigências construtivas e determinados parâmetros técnicos a cumprir.

Para Consiglieri (1995), relativamente ao conforto, uma habitação deve ser eficiente termicamente, minimizando os gastos energéticos para aquecimento no inverno e para arrefecimento no verão. A falta de conforto acústico, isto é, má capacidade de uma habitação com relação aos ruídos provenientes do exterior ou de habitações vizinhas, é uma das principais reclamações que os utilizadores têm sobre as habitações. Uma habitação que possua uma boa iluminação natural permite maximizar a entrada de luz nos compartimentos, afastando a necessidade de recorrer à iluminação artificial durante o período diurno. Uma boa escolha para estes parâmetros permite ao usuário poupar uma boa quantia de capital em longo prazo.

A solução geométrica definida para o projeto influencia diretamente em cada fator de qualidade, um ambiente eficiente em termos de conforto térmico e acústico depende de sua área e dimensões, um simples detalhe como a orientação e tamanho das janelas pode fornecer a um projeto qualidade no que se refere à iluminação e ventilação natural.

Se a configuração do projeto falha em fornecer boa a ventilação ou iluminação natural, é necessário recorrer a equipamentos mecânicos, onde são utilizados aparelhos que com o recurso da energia elétrica ventilam e renovam o ar, bem como iluminam um compartimento. A própria quantia e distribuição de tomadas elétricas, previstas no projeto elétrico, devem ser suficientes para acomodar tais aparelhos e influenciam na própria distribuição e possibilidade de mobília.

## 2.5 METODOLOGIAS EXISTENTES DE AVALIAÇÃO DE PROJETO ARQUITETÔNICO

A avaliação da qualidade de projetos na área habitacional é praticamente inexistente no Brasil. Contudo em diversos países da Europa, notadamente na França, Suíça e Portugal esta avaliação representa uma condição corriqueira que norteia desde as condições de acesso de um interessado ao crédito habitacional, ao fornecimento de informações ao consumidor.

Existem diversas metodologias que visam avaliar os projetos habitacionais, geralmente estas se baseiam em critérios quantitativos, qualitativos e comparativos. Na maioria dos casos, cada método tem um enfoque específico, como sustentabilidade, economia, tecnologia, estética, sistemas construtivos, entre outros.

A metodologia de avaliação da qualidade de projetos como um todo mais conhecida e aplicada, principalmente na Europa, é o método SEL.

### 2.5.1 Método SEL

O método SEL foi criado na Suíça em meados da década de 60, como incentivo do estado suíço à construção e aquisição de habitações de qualidade mediante o seu financiamento (MARTINS, 1999).

A sua criação surgiu da necessidade de uma metodologia que avaliasse as condições de qualidade e economia dos edifícios para fins de financiamento, realizando isto de forma rigorosa e evitando a componente subjetiva que existe em qualquer processo de avaliação (COSTA, 1995).

O método SEL se aplica a fase de projetos e fornece um valor final (valor de utilização) a partir do qual são estabelecidas as condições econômicas a serem aplicadas no financiamento. A utilização deste método abrange qualquer tipo de habitação, independentemente da sua utilização ou localização (MARTINS, 1999)

Com o passar do tempo, o método SEL sofreu alterações em sua estrutura, corrigindo eventuais fragilidades e adaptando-se às exigências que surgiram. Uma das principais alterações foi a passagem de 66 para 39 critérios de avaliação, o que o torna mais simples de aplicar (MARTINS, 1999). Os 39 critérios encontram-se divididos em três grupos:

- Habitação (W1): Avalia a Qualidade dos espaços privativos;
- Meio Exterior Envolvente (W2): Analisa a contribuição e distribuição das zonas de uso comum (sala, cozinha) e dos ambientes (salão de festas, jardins);
- Local de Implantação (W3): Analisa a oferta de produtos e serviços do meio urbano onde o edifício se insere.

Cada critério ou parâmetro básico recebe uma avaliação/nota que varia de 0 a 3, sendo 0 a nota mínima, quando os requisitos mínimos não sejam cumpridos e 3 a nota máxima, representando o nível máximo de satisfação. A avaliação de cada um dos critérios pode ser efetuada de duas maneiras diferentes: de forma direta, onde é atribuída uma nota em função da descrição das características do critério, ou através de funções de transformação, onde a nota é obtida via gráfico (COSTA, 1995).

O Valor de Utilização (VU) representa o valor global e final da avaliação e é obtido a partir da ponderação das notas de cada critério observado. Este Valor de Utilização é um quesito de qualidade que evidencia as vantagens e desvantagens de uma habitação (COSTA, 1995).

Para que um projeto possa ser submetido à avaliação segundo o Método SEL, é necessário que, previamente, sejam atendidas 5 exigências mínimas que correspondem a limiares mínimos de qualidade:

- M1 - áreas líquidas mínimas;
- M2 - área bruta da habitação e programa de espaços previsto;
- M3 - equipamento da cozinha e instalações sanitárias;
- M4 - isolamento térmico e acústico regulamentar;



M5 - habitações destinadas a pessoas idosas e deficientes.

### 2.5.2 Método MC\_FEUP

O método de avaliação MC\_FEUP foi criado pelo Professor Doutor Jorge Moreira da Costa no ano de 1995, com o intuito de ser uma metodologia de análise de qualidade na fase de projeto. A proposta baseia-se nos métodos apresentados anteriormente, onde boa parte dos parâmetros e indicadores são provenientes do método SEL, utilizado na Suíça, mas adaptados à realidade portuguesa. Este método foi idealizado com a mesma motivação dos outros, para preencher a lacuna existente nesta área na realidade em questão, neste caso, em Portugal, em uma época onde não existia qualquer tipo de controle de qualidade no âmbito da construção civil.

Segundo o próprio autor, era importante o desenvolvimento de um método que abrangesse as particularidades da construção em Portugal nas suas diferentes vertentes, tais como regulamentação, homologação de processos construtivos, entre outros.

A proposta de Costa (1995) destina a ser utilizada pelos projetistas, proprietários e construtores, permitindo ao utilizador obter um conhecimento mais detalhado e profundo do nível de qualidade das soluções projetadas.

Como base de funcionamento, neste método existe uma Hierarquização de Objetivos que traduzem as diversas componentes da Qualidade de um edifício de habitação. Através desta hierarquia, são propostos Critérios de Avaliação baseados em parâmetros de obtenção direta a partir de peças escritas ou desenhadas dos diferentes projetos de especialidades (COSTA, 1995)

Por último, e de modo a obter uma classificação que traduza os níveis de qualidade parciais e globais do edifício em estudo, Costa (1995) apresenta as Ponderações dos vários níveis da Hierarquia de Objetivos.

O método MC\_FEUP, em suma, tem como objetivo principal avaliar a qualidade da habitação, e a partir deste são analisados dois aspectos diferentes, denominados complexos de objetivos:

- Eficiência dos aspectos construtivos: Avalia a forma como é construído ou materializado os diversos elementos da edificação e a

consequente capacidade destes em satisfazer a necessidades de utilização do usuário.

- Eficiência da utilização dos espaços: É avaliado como os espaços são projetados para os futuros moradores em termos de quantitativo, finalidade, dimensões e disposição geométrica.

Cada um destes complexos de objetivos se divide em diversos objetivos chamados de objetivos superiores, que são analisados mais à fundo a partir de critérios diretos de avaliação. Para eficiência dos aspectos construtivos, são estudados os seguintes aspectos:

- Segurança Estrutural: Análise do projeto de fundações e estrutural, tanto suas vertentes formais e teóricas.
- Segurança contra incêndio: Enfoque na observância das regulamentações e normas com relação a prevenção de incêndio.
- Conforto ambiental: Avaliação do conforto ambiental no interior da habitação.
- Durabilidade de materiais não-estruturais: Avaliação da resistência dos materiais empregados na obra.
- Eficiência e manutenção das instalações: Avaliação da capacidade das instalações do edifício em garantir as necessidades correntes e consequências previsíveis com relação a sua manutenção.

### 2.5.3 Método MARTINS

MARTINS (1999) apresenta em seu método um modelo matemático para encontrar o índice de qualidade geométrica e índice de custo/qualidade de um projeto arquitetônico. Para isso ele estuda a aplicação em amostras de apartamentos de dois, três e quatro quartos.

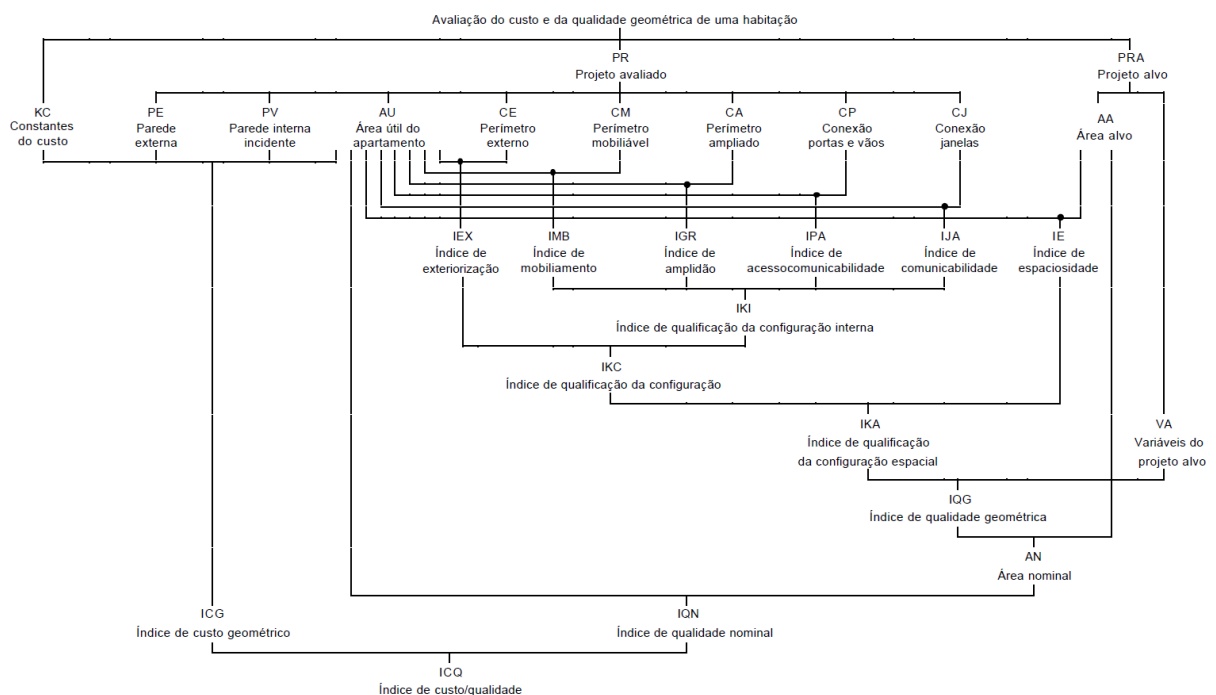
Citando seu próprio trabalho de 1995, o autor propõe a concepção de um modelo matemático de determinação de índices de qualidade geométrica e nominal, custo e custo/qualidade da solução do arranjo físico de uma habitação, a partir do estabelecimento de atributos e variáveis qualificadoras da configuração espacial e quantificadoras do custo da solução adotada.

Desta forma, modelo da qualidade geométrica é definido em função da explicitação dos índices da espaciosidade e da configuração interna do apartamento, gerados com a finalidade de captar e quantificar as variáveis geométricas qualificadoras do arranjo físico. Os índices são determinados comparativamente aos valores expressos por um projeto ou valores alvo adotados, reproduzindo a qualidade requerida (MARTINS, 1999).

Já o modelo do custo é definido pelo autor a partir da análise de variáveis que compõem o custo do edifício e representam a incidência de paredes e paredes externas no orçamento da obra.

O método proposto por Martins (1999) é um método onde a análise do projeto é feita em comparativo a um projeto alvo (escolhido pelo próprio usuário), ou seja, não existe um padrão de qualidade fixo, neste sentido, é uma desvantagem em relação ao método SEL e outros, que oferecem parâmetros precisos para avaliação, após muito estudo das variáveis. Além disso, o modelo sugerido por Martins é complexo quanto à sua aplicação. Por isso, seu uso tem sido extenso na área de ensino, dentro de sua proposta, é um método sólido e muito útil no meio acadêmico.

O esquema que representa a interação e relação entre as variáveis e índices é mostrado na figura a seguir:



**Figura 1 - Método MARTINS**  
**Fonte: MARTINS (1999)**

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Considerações iniciais**

A proposta de um modelo matemático de determinação da qualidade espacial de um projeto arquitetônico tem como ponto de partida a determinação das variáveis geométricas que compõem o arranjo físico da residência, que serão utilizadas como dados de entrada. A partir destas são definidos atributos qualificadores e índices que estabelecem relações entre elas, de modo que a manipulação destes índices forneça ao projetista um indicador da qualidade do projeto, no que se refere à sua geometria.

#### **3.2 Metodologia para determinação dos índices de qualidade e eficiência econômica do projeto**

O modelo teórico para determinação dos índices de custo e qualidade e eficiência econômica final é desenvolvido a partir do cálculo das variáveis e índices qualificadores da geometria do projeto. Cada um destes índices é avaliado e recebe uma nota de 0 a 10. Esta avaliação é feita com base em parâmetros de qualidade fornecidos por métodos já consagrados. A partir dos índices avaliados, é possível, através da ponderação destes, determinar os índices finais de qualidade e eficiência econômica do projeto arquitetônico em questão. Tal processo pode ser ilustrado pelo quadro:

**Quadro 1 - Índices para avaliação**

Qualidade da solução geométrica do projeto arquitetônico	Ambiente	ICA	Índice de Conforto ambiental	
		IEX	Índice de Exteriorização	
	Disposição dos espaços	ICE	Índice de Compacidade efetivo	
		IPA	Índice de Acessocomunicabilidade	
		IJA	Índice de Comunicabilidade	
	Atribuição dos espaços	IAC	Índice de Circulações	
		IAP	Índice de Áreas privativas	
		IE	Índice de Espaciosidade	
	Eficiência econômica da solução geométrica do projeto arquitetônico	Incidência de paredes,	PV/PH	Índice de planos verticais
			PVW/PV	Índice de área vertical molhada
paredes externas e ambientes molhados.		PVE/PV	Índice de fachada externa	
		PHW/PH	Índice de área horizontal molhada	
		ICE	Índice de compacidade efetivo	
		IEE	Índice de eficiência econômica	

**Fonte: Autoria própria (2018).**

Os parâmetros de qualidade para a avaliação da atribuição dos espaços, distribuição dos espaços e conforto ambiental são baseado no método SEL e nas metodologias propostas por COSTA (1995) e MARTINS (1999).

A análise relacionada aos custos é baseada principalmente nos estudos de Mascaró (2005), através de índices que estudam a incidência de paredes (planos verticais), paredes externas e ambientes molhados (cozinha, área de serviço e banheiros) no custo da obra.

### 3.3 Dados de entrada – variáveis geométricas do arranjo físico do projeto

Para o cálculo de todos os índices apresentados no item anterior, são necessárias algumas informações com relação, principalmente, a geometria básica do arranjo físico da edificação, que o projetista deverá inserir manualmente. Estes dados de entrada possibilitam também a determinação e cálculo de um número considerável de variáveis e relações que podem ser úteis na fase de elaboração do projeto.

Para que ocorra o processamento deste modelo matemático e todos os índices sejam calculados, o projetista precisa fornecer alguns dados referentes à geometria básica do projeto são as variáveis de entrada para a aplicação do método proposto:

**Quadro 2 - Variáveis de entrada do método**

Variável	Conceito
AT - Área total	Área total da residência, incluindo área de paredes.
AU - Área útil	Área útil da residência, desconsiderando área de paredes.
PE - Perímetro externo	Perímetro externo da residência, considerando apenas paredes externas.
PI - Perímetro interno	Perímetro interno da residência, considerando apenas paredes internas de divisória.
Dimensão das esquadrias	Dimensões de cada esquadria nos ambientes da residência: janelas (altura e largura) e portas/acessos (largura/perímetro)
Perímetros molhados	Perímetro dos ambientes molhados da residência: cozinha, banheiros, lavanderia, etc.

**Fonte: Autoria própria (2018).**

A inserção destas variáveis pode ser realizada, por exemplo, preenchendo a planilha modelo a seguir:

Área total		Esquadria	Dim.	Quantidade
Perímetro externo		Ex.: Porta 1	0,8	4
nº de arestas				
Perímetro interno				

O acesso as áreas de uso privativo se dá apenas por áreas de circulação, ou seja, ao entrar na residência, o morador não passa por nenhum outro ambiente (salas, cozinha) para chegar ao seu dormitório.

O acesso a cozinha se dá apenas por áreas de circulação, ou seja, ao entrar na residência, o morador não passa por nenhum outro ambiente (salas, dormitórios) para chegar a cozinha.

O acesso entre quartos e cozinha se dá apenas por área de circulação, ou seja, o morador não passa por nenhum outro ambiente (salas, escritório) para sair do seu dormitório e chegar a cozinha

### Social

Varanda		Sala de Estar		Sala 2	
Área útil		Área útil	Ex.: 14 (m <sup>2</sup> )	Área útil	
Janela 1		Janela 01	Largura	Altura	
		Janela 02	1,5 (m)	1,2 (m)	
Hall de entrada		<input type="checkbox"/> Janelas dispostas em orientações diferentes		<input type="checkbox"/> Janelas dispostas em orientações diferentes	
Área útil					
Janela 1					

### Íntimo

Bwc 1		Bwc 2		Bwc 3	
Área útil		Área útil		Área útil	
Perím.		Perímetro		Perím.	
Janela 1		Janela 1		Janela 1	

Dormitório 1		Dormitório 2		Dormitório 3	
Área útil		Área útil		Área útil	
Janela 1		Janela 1		Janela 1	
Janela 2		Janela 2		Janela 2	

Circulação 1		Circulação 2		Escada	
Área útil		Área útil		Área útil	
Janela 1		Janela 1		Janela 1	

### Serviços

Lavanderia/Área.ser		Garagem		Cozinha	
Área útil		Área útil		Área útil	
Perím.		Janela 1		Perím.	
Janela 2		Janela 2		Janela 01	
				Janela 02	
Depósito		Quarto empregada		<input type="checkbox"/> Janelas dispostas em orientações diferentes	
Área útil		Área útil			
Janela 1		Janela 1			
Janela 2		Janela 2			

**Figura 2 - Planilha para inserção das variáveis geométricas do projeto**  
 Fonte: Autoria própria (2018).

### 3.4 Dados de saída – Índices de qualidade

#### 3.4.1 Índice de espaciosidade (IE)

Coelho (1994) define espaciosidade como a quantidade de espaço disponível para uso. Está ligada diretamente à dimensão humana e ao fim a que se destina: ocupação (mobiliário) ou utilização.

Para Martins (1999), a espaciosidade é o índice qualificador mais importante do plano horizontal (por esse motivo, recebe maior peso na ponderação), sendo de extrema importância na determinação do índice de qualidade final da geometria do arranjo físico do projeto. A quantia de área necessária para suprir as necessidades básicas do usuário em cada ambiente da casa, bem como para fornecer o conforto e acomodação necessária é motivo de estudo por vários autores. A avaliação deste índice segue as diretrizes do método MC\_FEUP e é baseada em códigos de obras municipais locais, que estabelecem uma quantia de área mínima suficiente para suprir as necessidades básicas e conforto do usuário em cada ambiente de uma edificação residencial.

É descontado o valor de 0,5 pontos na nota/avaliação do Índice de Espaciosidade para o caso da não existência de ambientes importantes à residência: ausência de lavanderia/área de serviços, garagem ou a existência de apenas um banheiro em residências com 3 dormitórios ou mais.

A determinação da espaciosidade global da residência é proposta pela equação abaixo, que representa a média da avaliação discriminada em cada ambiente da residência:

$$IE = MÉDIA(IEs + IEq + IEc + IEb + IEd + IEI + IEg) \quad (\text{Eq. 1})$$

Com:

IE = Índice de espaciosidade

IEs = Índice de espaciosidade das salas de estar/jantar

IEq = Índice de espaciosidade dos quartos

IEc = Índice de espaciosidade da cozinha

IEb = Índice de espaciosidade dos banheiros

IEd = Índice de espaciosidade do depósito



IEI = Índice de espaciosidade da lavanderia

IEg = Índice de espaciosidade da garagem

As tabelas 6 a 11 representam a avaliação da espaciosidade.

Salas de estar/jantar:

**Tabela 2 – Avaliação da espaciosidade da sala de estar/jantar**

Nota IE-s	Área
10	> 15,0m <sup>2</sup>
8	12,5 - 15m <sup>2</sup>
6	10 - 12,5m <sup>2</sup>
4	< 10m <sup>2</sup>

Fonte: Autoria própria (2018).

Quartos:

**Tabela 3 – Avaliação da espaciosidade dos quartos**

Nota IE-q	Área
10	> 13,5m <sup>2</sup>
8	11,25 - 13,5m <sup>2</sup>
6	9 - 11,25m <sup>2</sup>
4	< 9m <sup>2</sup>

Fonte: Autoria própria (2018).

Cozinha:

**Tabela 4 – Avaliação da espaciosidade da cozinha**

Nota IE-c	Área
10	> 6,75m <sup>2</sup>
8	5,6 - 6,75m <sup>2</sup>
6	4,5 - 5,6m <sup>2</sup>
4	< 4,5m <sup>2</sup>

Fonte: Autoria própria (2018).

Banheiros:

**Tabela 5 – Avaliação da espaciosidade dos banheiros**

Nota IE-b	Área
10	> 4,5m <sup>2</sup>
8	3,75 - 4,5m <sup>2</sup>
6	3 - 3,75m <sup>2</sup>
4	< 3m <sup>2</sup>

Fonte: Autoria própria (2018).

Lavanderia e Depósito:

**Tabela 6 - Avaliação da espaciosidade da lavanderia/depósito**

IE-l e IE-d	Área
10	> 6m <sup>2</sup>
8	5 - 6m <sup>2</sup>
6	4 - 5m <sup>2</sup>
4	< 4m <sup>2</sup>

Fonte: Autoria própria (2018).

Garagem:

**Tabela 7 - Avaliação da espaciosidade da garagem**

Nota IE-g	Área
10	> 18m <sup>2</sup>
8	15 - 18m <sup>2</sup>
6	12 - 15m <sup>2</sup>
4	< 12m <sup>2</sup>

Fonte: Autoria própria (2018).

### 3.4.2 Índice de Exteriorização (IEX)

É importante na arquitetura que haja preocupação em como o espaço é enclausurado e disposto. Manning (1991) aborda a questão como um dos aspectos estéticos do ambiente, do desempenho funcional e econômico, sendo atributo da qualidade subjetiva do projeto. A parede externa representa parâmetro importante no que se refere a custo, estética e conforto térmico (Mascaró, 2005).

Para Martins (1999), idealizador deste índice, a quantidade de perímetro externo está relacionada diretamente à questão do confinamento dos ambientes, uma vez que a sua distribuição no arranjo físico determina que os ambientes não possuindo pelo menos um de seus lados constituído pela parede externa (conexões com o meio exterior), apresentam um determinado grau de confinamento, devido à falta ou deficiência de comunicação com o ambiente exterior do edifício.

O índice de exteriorização do arranjo físico é obtido a partir da relação proposta pela equação a seguir:

$$IEX = \frac{PEx}{2\sqrt{AU}} \quad (\text{Eq. 2})$$

Com:

IEX = índice de exteriorização

PEx = perímetro externo não confinado da edificação, em metros.

AU = área útil, em metros quadrados.

A análise desse índice é simples de ser feita visualmente. Para o caso de todas as fachadas estiverem em contato com o exterior, utiliza-se o perímetro externo total na fórmula anterior.

A avaliação ocorre de acordo com a tabela a seguir:

Nota	IEX
10	2,2
8	1,6
6	1,1
4	0,75

Fonte: Autoria própria (2018).

### 3.4.3 Índice de comunicabilidade (IJA)

A comunicabilidade está ligada à conexão por janelas. Segundo Coelho (1984), é a ligação necessária entre espaços interiores com o mundo exterior, e na consequente coerência de ambos.

Para Manning (1987), neste sentido, existe um desejo das pessoas olharem para o exterior, sendo considerado por ele como um atributo ambiental do conforto visual.

O índice de comunicabilidade, proposto por Martins (1999), pode ser calculado pela equação a seguir:

$$IJA = \frac{PJ}{2\sqrt{AU}} \quad (\text{Eq. 3})$$

Com:

IJA = Índice de comunicabilidade

PJ = Somatória do perímetro de janelas, em metros.

AU = área útil, em metros quadrados.

A tabela 13 representa a avaliação da comunicabilidade:

Nota	IJA
10	0,62
8	0,5
6	0,38
4	0,26

Fonte: Autoria própria (2018).

### 3.4.4 Índice de acessocomunicabilidade (IPA)

A acessocomunicabilidade se refere à acessibilidade e a comunicabilidade. Este índice quantifica e qualifica a ligação dos espaços e ambientes de uma

residência, corresponde ao contato físico e visual do usuário entre os cômodos próximos e contíguos, sendo, portanto, uma qualidade arquitetônica a ser avaliada.

Martins (1999) propõe a relação que possibilita o cálculo do índice de acessocomunicabilidade:

$$IPA = \frac{PC}{2\sqrt{AU}} \quad (\text{Eq. 4})$$

Com:

IPA = Índice de acessocomunicabilidade

PC = Somatória do perímetro, em metros, de conexões por portas e vãos.

AU = área útil, em metros quadrados.

A tabela 14 demonstra a avaliação do índice de acessocomunicabilidade:

Nota	IPA
10	0,4
8	0,32
6	0,25
4	0,18

Fonte: Autoria própria (2018).

### 3.4.5 Índice de circulações (IAC)

O Índice de circulações relaciona a área de circulações com a área útil do projeto. As circulações podem ser horizontais (corredores) ou verticais (escadas) e sua área de também tem importância no projeto. Projetar uma circulação eficiente é importante para a conexão e acessibilidade entre os ambientes. Hierarquicamente, ela é menos importante que as áreas de uso comum e privado, por isso que seu valor de área sempre apresenta percentual baixo. A área de circulação em excesso representa perda de eficiência e funcionalidade do projeto.

Segue o cálculo do índice de circulações, segundo a equação:

$$IAC = \frac{AC}{AU} \quad (\text{Eq. 5})$$

Com:

IAC = Índice de circulações

AC = Área de circulações do projeto

AU = Área útil do projeto

A avaliação do índice de circulações é feito conforme tabela a seguir:

**Tabela 11 - Avaliação do índice de circulações**

Nota	IAC
10	0,10 a 0,15
8	0,075 e 0,175
6	0,05 e 0,2

Fonte: Autoria própria (2018).

### 3.4.6 Índice de áreas de uso privativo (IAP)

Este índice relaciona áreas de uso privado e áreas de uso comum. Segundo Vianna (2010), a privacidade é uma condição própria do ser humano, entendida como necessidade e direito, sempre relacionada aos aspectos psicológicos, ambientais e culturais de cada indivíduo e sociedade. Esta é então um parâmetro essencial no desenvolvimento de projeto. A privacidade é pensada desde a concepção da geometria dos ambientes até o projeto de interiores, principalmente em residências de alto padrão. Áreas de zona de uso privado são necessárias, mas em excesso podem representar desperdício de recursos e funcionalidade. O Índice de áreas de uso privado pode ser calculado pela fórmula abaixo:

$$IAP = \frac{AP}{AU} \quad (\text{Eq. 6})$$

Com:

IAP = Índice de áreas de uso privativo

AP = Área de uso privado do projeto, em metros quadrados.

AU = Área útil do projeto, em metros quadrados.

A avaliação do índice de áreas de uso privativo pode ser feito da seguinte forma:

**Tabela 12 - Avaliação do índice de uso privativo**

Nota	IAP
10	0,3
8	0,25 e 0,35
6	0,2 e 0,4

Fonte: Autoria própria (2018).

### 3.4.7 Índice final de conforto ambiental (ICA)

Neste índice são avaliadas situações que condicionam a qualidade da habitação no que se refere a componentes térmica, acústica, de iluminação e ventilação. Este aspecto da edificação é bastante negligenciado na fase de projeto e é alvo de muitas reclamações por parte dos proprietários, principalmente em um país tropical como o Brasil.

A melhora na qualidade da demanda, a crescente preocupação dos usuários com relação à sustentabilidade e meio ambiente faz com que estes quesitos se tornem diferenciais para uma empresa de engenharia, em um mercado de trabalho cada vez mais concorrido.

Aqui a análise refere-se à economia e à manutenção de níveis térmicos (temperatura e conforto) adequados nos interiores da habitação.

Existe uma preocupação cada vez maior com o conforto térmico nas residências por parte, não só dos projetistas e construtores, mas principalmente dos usuários, devido aos altos custos gerados por este no inverno e também devido conforto nas estações mais quentes.

O índice final de conforto ambiental, ICA, é baseado no método SEL, e se fundamenta em dois aspectos principais: Iluminação e ventilação natural. Nestes itens são avaliadas a disposição, orientação e tamanho das janelas e esquadrias da edificação. Tal informação tem influência direta no conforto térmico da habitação e a análise pode ser feita ainda na fase de projeto.

A determinação e avaliação do índice de conforto térmico são realizadas de forma direta (calculada e visual) e é apresentada pela equação abaixo:

$$ICA = 0,8 \times iaj + 0,2 \times idj \quad (\text{Eq. 7})$$

Com:

ICA = Índice final de conforto ambiental

iaj = Índice de área das janelas

idj = Índice de disposição das janelas

Índice de área das janelas (iaj)

A existência de janelas envidraçadas em quantidade suficiente é um atributo importante que contribui para manutenção de um ambiente interior de qualidade, tantos em termos puramente físicos como psicológicos.

Aqui será feita a determinação do percentual de área das janelas em relação ao ambiente, de modo a avaliar a iluminação e ventilação natural.

$$iaj = \frac{iaj\ q + iaj\ s + iaj\ c}{3} \quad (\text{Eq. 8})$$

Com:

iaj = Índice de área das janelas

iaj-q = Índice de área das janelas dos quartos

iaj-s = Índice de área das janelas da sala

iaj-c = Índice de área das janelas da cozinha

As tabelas 17 a 21 apresentam a forma de avaliação do Índice de conforto ambiental.

Quartos:

**Tabela 13 - Avaliação da área das janelas dos quartos**

iaj-q	Percentual de área de janelas em relação a área dos quartos:
10	>20%
8	10-20%
6	5-10%
4	<5%

**Fonte: Autoria própria (2018).**

Sala:

**Tabela 14 - Avaliação da área das janelas da sala**

iaj-s	Percentual de área de janelas em relação a área da sala:
10	>30%
8	15-30%
6	5-15%
4	<5%

**Fonte: Autoria própria (2018).**

Cozinha:

**Tabela 15 - Avaliação da área das janelas da cozinha**

iaj-c	Percentual de área de janelas em relação a área da cozinha:
10	>30%
8	15-30%
6	5-15%
4	<5%

**Fonte: Autoria própria (2018).**

Índice de disposição das janelas (idj):

A disposição e dimensão das janelas de abrir nos espaços comuns da habitação devem garantir uma iluminação adequada ao longo do dia e permitir uma ventilação eficaz.

$$idj = \frac{idj\ s + idj\ c}{2} \quad (\text{Eq. 9})$$

Com:

idj = Índice de disposição das janelas

idj-s = Índice de disposição das janelas da sala

idj-c = Índice de disposição das janelas da cozinha

Sala:

**Tabela 16 - Avaliação da disposição das janelas da sala**

idj-s	Disposição e orientação das janelas da sala
10	Duas ou mais janelas, orientações diferentes
8	Duas ou mais janelas, mesma orientação
6	Uma janela apenas, uma orientação

**Fonte: Autoria própria (2018).**

Cozinha:

**Tabela 17 - Avaliação da disposição das janelas da cozinha**

idj-c	Disposição e orientação das janelas da cozinha
10	Duas ou mais janelas, orientações diferentes
8	Duas ou mais janelas, mesma orientação
6	Uma janela apenas, uma orientação

**Fonte: Autoria própria (2018).**

É importante que todos os ambientes da habitação possuam aberturas ou janelas. Desta forma, existe a incidência de ventilação e iluminação na edificação. Ambientes como cozinha e banheiros obrigatoriamente têm de apresentar janelas. Para este caso, para cada ambiente da edificação sem nenhuma janela (confinado) são descontados 0,5 ponto na nota final do Índice de Conforto Ambiental.

### 3.4.8 Índice de qualidade final (IQF):

O índice final da qualidade do projeto é calculado ponderando os índices apresentados nos itens anteriores, da seguinte forma:

$$IQF = 0,55 \times IE + 0,25 \times ICA + \left( \frac{IEX + IPA + IJA + IAC + IAP}{5} \right) \times 0,2 \quad (\text{Eq. 10})$$



Com:

IQF = Índice de qualidade final

IE = Índice de espaciosidade

ICA = Índice final de conforto ambiental

IEX = Índice de exteriorização

IPA = Índice de acessocomunicabilidade

IJA = Índice de comunicabilidade

IAC = Índice de circulações

IAP = Índice de áreas de uso privativo

### 3.5 Dados de saída – Índices de custo

Em geral, geometricamente falando, o edifício é um combinado de planos horizontais e verticais, pisos e superfícies em planta (horizontais), paredes e fachadas verticais (verticais), bem com outros elementos de projeto. Adiante será estudada a influência de cada um no custo total da edificação.

O preço do último plano horizontal, a cobertura, é cerca de 20 a 30% mais caro que os planos interiores, enquanto os planos externos em geral podem chegar a custar 3 a 5 vezes mais que os internos.

Segundo Mascaró (2005), existe uma disparidade grande também entre os custos para os planos verticais e horizontais, sendo que planos verticais tem uma influência muito maior no custo total da obra: Planos horizontais representam 25% do custo total do edifício, planos verticais representam 45%, instalações e equipamentos 25% e o canteiro de Obras apenas 5%.

Não existem muitas alternativas de substituição para o arquiteto/engenheiro com relação aos planos horizontais, visto que sua maioria é estrutura resistente. Em contrapartida, há uma gama de alternativas em relação a planos verticais (paredes), tanto para desenho quanto para materiais.

Através da tabela 22, é possível visualizar a composição dos custos de uma edificação segundo Mascaró (2005).

**Tabela 18 - Composição da incidência dos custos do projeto**

Custos	Construção	Manutenção
<b>Custo dos espaços horizontais</b>	25%	30-40%
<b>Custo dos espaços verticais</b>	45%	
<b>Custo das instalações</b>	25%	60-70%
<b>Custo do canteiro</b>	5%	-
<b>Total</b>	100%	100%

Fonte: MASCARO (2005).

Com base na tabela anterior, é possível concluir que é importante o projetista ter cuidado com o quantitativo de paredes (quanto mais simplista o projeto, mais barato) e com o tamanho das fachadas e paredes externas, ambos elementos custosos no orçamento da obra. Estes conceitos levam à determinação de diversos índices que serão apresentados na sequência.

### 3.5.1 Índice de compacidade efetivo (ICE)

No estudo da influência das áreas no custo do orçamento, chegamos a um dos índices mais importantes da proposta: o Índice de Compacidade, que estuda relação percentual que existe entre o perímetro de um círculo de igual área do projeto e o perímetro das paredes exteriores do projeto:

$$I_c = \frac{P_c}{P_p} \times 10 \quad (\text{Eq. 11})$$

Ic = Índice de compacidade

Pc = Perímetro de um círculo de área igual a área do projeto

Pp = Perímetro das paredes exteriores do projeto

O índice de compacidade é simples de calcular, mas não reflete com exatidão o custo das fachadas. Arestas e paredes curvas nas fachadas, por exemplo, implicam em aumento no custo da obra. Estipula-se então um acréscimo de meio metro de perímetro por aresta. Define-se por fim, o Iec como Índice econômico de compacidade, onde o perímetro é maior com a incorporação de arestas:

$$ICE = \frac{2 \times \sqrt{AT \cdot \pi}}{P_{ep}} \times 10 \quad (\text{Eq. 12})$$

Onde:

$$P_{ep} = P_p + nA/2 \quad (\text{Eq. 13})$$

ICE = Índice de compacidade efetivo do projeto

AT = Área total do projeto

P<sub>p</sub> = Perímetro das paredes exteriores

nA = Número e arestas das fachadas

P<sub>ep</sub> = Perímetro econômico do projeto

Com base no Índice de compacidade, surge a Lei da forma: À medida que as formas do projeto perdem sua compacidade, seja porque se alongam ou porque se incorporam muitas arestas, seus custos aumentarão, seguindo uma curva inicialmente suave, mas cada vez mais intensa.

### 3.5.2 Índice de eficiência econômica do projeto (IEE)

Para medir a eficiência econômica de um projeto e avaliar com maior precisão este quesito, foi desenvolvido o que se conhece, na arquitetura comercial, como índice de eficiência econômica de projeto (IEE):

$$IEE(1) = \frac{AU}{AT} \times 10 \quad (\text{Eq. 14})$$

Onde:

AU = Área útil do projeto, em metros quadrados.

AT = Área total do projeto, em metros quadrados.

IEE(1) = Índice de eficiência do projeto em primeira versão

Quanto mais próximo de 1, maior a eficiência econômica. Em teoria, menores seriam os custos construtivos. Indica a proporção de áreas úteis em relação à área total, podendo servir de uma avaliação prévia, mas não é tão precisa, pois não incorpora o custo das diferentes áreas.

Uma versão mais elaborada do índice de eficiência econômica do projeto (IEE) substitui a área total do denominador pela área equivalente, que leva em conta fatores de equivalência (tabela 23) que basicamente discriminam o impacto de cada ambiente nos custos da obra:

**Tabela 19 - Fatores de equivalência**

nº	Tipo de área	Coefficiente de equivalência
1	Área privativa seca	1
2	Área privativa molhada	1,2
3	Garagem	0,3 a 0,5
4	Casa de máq., dep. de lixo, medidores	0,5 a 0,8
5	Terraço	0,2 a 0,4
6	Hall de entrada	1,0 a 1,3
7	Escada normal	1,4 a 1,8
8	Sacada simples	0,4 a 0,6
9	Sacada nobre	1,2 a 1,6
10	Espaço comercial	0,5 a 0,7
11	Salão de festas, ginástica, etc.	0,6 a 0,8
12	Jardins em geral	0,07 a 0,2

Fonte: MASCARÓ (2005).

$$IEE = \frac{AU}{ATE} \times 10 \quad (\text{Eq. 15})$$

Sendo:

IEE = Índice de eficiência econômica do projeto

AU = Área útil do projeto, em metros quadrados.

ATE = Área total equivalente, multiplicando a área de cada ambiente com seu fator de equivalência, em metros quadrados.

### 3.5.3 Índice de planos verticais (PV/PH)

$$PV/PH = \frac{PP}{2\sqrt{AU}} \quad (\text{Eq. 16})$$

$$PP = PE + PI \quad (\text{Eq. 17})$$

Com:

PV/PH = Índice de planos verticais

PP = Perímetro total de paredes do projeto, em metros.

PE = Perímetro de paredes externas, em metros.

PI = Perímetro de paredes internas, em metros.

AU = Área útil do projeto, em metros quadrados.

A avaliação do índice de planos verticais é feita conforme a tabela a seguir:

**Tabela 20 - Avaliação do índice de planos verticais**

Nota	PV/PH
10	0,55
8	0,75
6	0,95
4	1,15

Fonte: Autoria própria (2018).

#### 3.5.4 Índice de fachada externa (PVE/PV)

$$PVE/PV = \frac{PE}{PP} \quad (\text{Eq. 18})$$

$$PP = PE + PI \quad (\text{Eq. 19})$$

Com:

PVE/PV = Índice de fachada externa

PP = Perímetro total de paredes do projeto, em metros.

PE = Perímetro de paredes externas, em metros.

PI = Perímetro de paredes internas, em metros.

AU = Área útil do projeto, em metros quadrados.

A avaliação do índice de fachada externa é feita conforme a tabela a seguir:

**Tabela 21 - Avaliação do índice de fachada externa**

Nota	PVE/PV
10	0,5
8	0,56
6	0,62
4	0,7

Fonte: Autoria própria (2018).

#### 3.5.5 Índice de área horizontal molhada (PHW/PH)

$$PHW/PH = \frac{A_{mol}}{AU} \quad (\text{Eq. 20})$$

Com:

PHW/PH = Índice de área horizontal molhada

$A_{mol}$  = Somatória das áreas de ambientes molhados (cozinha, banheiro, entre outros ambientes que necessitam de revestimento e acabamentos especiais), em metros quadrados.

AU = Área útil do projeto, em metros quadrados.

A avaliação do índice de área horizontal molhada é feita conforme a tabela a seguir:

**Tabela 22 - Avaliação do índice de área horizontal molhada**

Nota	PH/PHW
10	0,2
8	0,28
6	0,35
4	0,44

Fonte: Aatoria própria (2018).

### 3.5.6 Índice de área vertical molhada (PVW/PV)

$$PVW/PV = \frac{PP_{mol}}{PP} \quad (\text{Eq. 21})$$

Com:

PVW/PH = Índice de área vertical molhada

PPmol = Somatória do perímetro de ambientes molhados (cozinha, banheiro, entre outros ambientes que necessitam de revestimento e acabamentos especiais), em metros.

PP = Perímetro total de paredes do projeto, em metros quadrados.

A avaliação do índice de fachada externa é feita conforme a tabela a seguir:

**Tabela 23 - Avaliação do índice de área vertical molhada**

Nota	PV/PVW
10	1
8	1,17
6	1,35
4	1,5

Fonte: Aatoria própria (2018).

### 3.5.7 Índice de eficiência econômica final (IEEF):

O índice final de eficiência econômica do projeto também é obtido através da simples ponderação dos índices de custo:

$$IEEF = (ICE \times 0,45) + (IEE \times 0,15) + (PV/PH \times 0,2) + (PVE/PV \times 0,05) + \left(\frac{PHW/PH + PVW/PV}{2} \times 0,05\right) \quad (\text{Eq. 21})$$

### 3.6 Caracterização da amostra

Para aplicação da metodologia, foram selecionadas diferentes amostras de projetos: 25 projetos arquitetônicos de padrão médio/alto e 38 projetos arquitetônicos de baixo padrão, dentre estes, várias residências classificadas como habitação popular, os projetos foram obtidos através de contato com empresas de engenharia e arquitetura de regiões distintas do Paraná.

Os diferentes tipos de amostras permitem-nos analisar mais profundamente os dados obtidos, buscando comprovar a eficiência e funcionalidade do método proposto, com resultados que apresentem convergência com a realidade física.

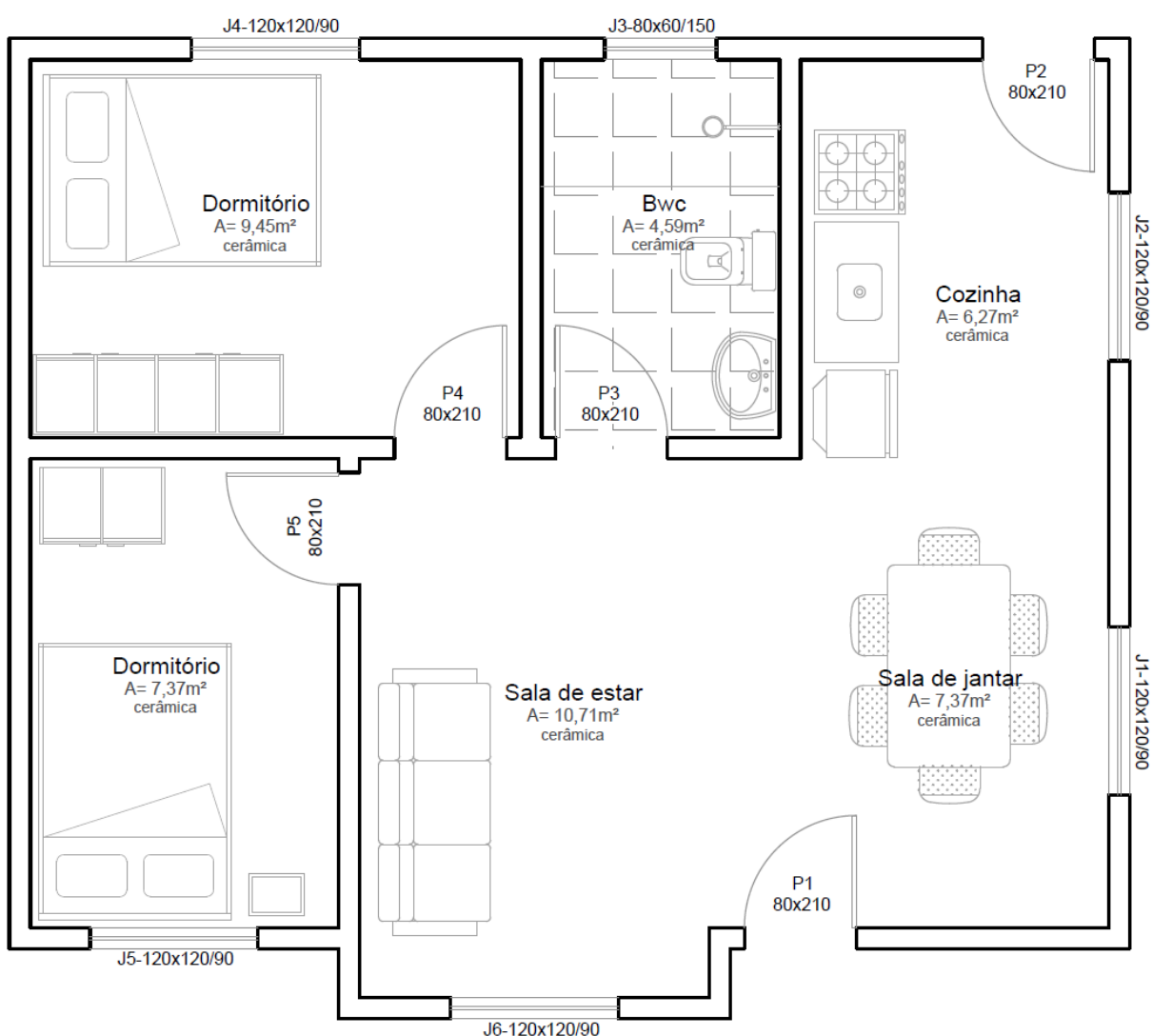
Os projetos analisados são residências unifamiliares de até dois pavimentos (incluindo apartamentos).

Analisar a eficiência econômica dos projetos utilizando custos reais exige estudo aprofundado da amostra de projetos para que a incidência dos índices referentes ao custo seja estudada de forma clara e isoladamente, visto que custos variam em diversos aspectos. Mesmo planilhas orçamentárias atualizadas oferecem apenas uma estimativa de preço. Neste sentido, analisou-se apenas incidência das variáveis do método no custo de forma comparativa (entre dois projetos).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Exemplo de aplicação do método

A forma como o método é aplicado, o preenchimento da planilha com as variáveis de entrada e o consequente processamento dos valores e cálculo dos índices finais pode ser demonstrado em um projeto de cada amostra coletada (um projeto de padrão baixo e outro de padrão superior):



**Figura 3 - Projeto arquitetônico para aplicação do método**  
Fonte: Autoria própria (2018).

O projeto anterior é de baixo padrão, o preenchimento dos variáveis de entrada e cálculo dos índices é feito de acordo com a figura a seguir:



Área total	53,4	Esquadria	Dim.	Quantidade
Perímetro externo	30	Porta 1	0,8	5
nº de arestas	6			
Perímetro interno	14,3			

O acesso as áreas de uso privativo se dá apenas por áreas de circulação, ou seja, ao entrar na residência, o morador não passa por nenhum outro ambiente (salas, cozinha) para chegar ao seu dormitório.

O acesso a cozinha se dá apenas por áreas de circulação, ou seja, ao entrar na residência, o morador não passa por nenhum outro ambiente (salas, dormitórios) para chegar a cozinha.

O acesso entre quartos e cozinha se dá apenas por área de circulação, ou seja, o morador não passa por nenhum outro ambiente (salas, escritório) para sair do seu dormitório e chegar a cozinha

### Social

Varanda		Sala de Estar			Sala 2		
Área útil		Área útil	11,8		Área útil	7,37	
Janela 1		Janela 01	1,2	1,2	Janela 01	1,2	1,2
		Janela 02			Janela 02		
Hall de entrada		<input type="checkbox"/> Janelas dispostas em orientações diferentes			<input type="checkbox"/> Janelas dispostas em orientações diferentes		
Área útil							
Janela 1							

### Íntimo

Bwc 1		Bwc 2			Bwc 3		
Área útil	4,59	Área útil			Área útil		
Perím.	8,8	Perímetro			Perím.		
Janela 1	0,8	Janela 1			Janela 1		

Dormitório 1		Dormitório 2			Dormitório 3		
Área útil	9,45	Área útil	7,37		Área útil		
Janela 1	1,2	Janela 1	1,2	1,2	Janela 1		
Janela 2		Janela 2			Janela 2		

Circulação 1		Circulação 2			Escada		
Área útil		Área útil			Área útil		
Janela 1		Janela 1			Janela 1		

### Serviços

Lavanderia/Área.ser		Garagem			Cozinha		
Área útil		Área útil			Área útil	6,27	
Perím.		Janela 1			Perím.	10,1	
Janela 2		Janela 2			Janela 01	1,20	1,2
					Janela 02		
					<input type="checkbox"/> Janelas dispostas em orientações diferentes		

Depósito		Quarto empregada		
Área útil		Área útil		
Janela 1		Janela 1		
Janela 2		Janela 2		

**Figura 4 - Planilha preenchida com dados do projeto**  
 Fonte: Autoria própria (2018).

Exemplificação do cálculo dos índices com base nas variáveis de entrada (preenchidas na planilha):

Para maior precisão nos índices, a avaliação destes foi feita usando interpolação linear, tendo como valores base os já apresentados nas tabelas de avaliação de cada índice.

- Índice de espaciosidade (IE):

$$IE = MÉDIA(IEs + IEq + IEc + IEb + IEd + IEI + IEg)$$

Avaliação do Índice de espaciosidade da sala de estar (IEs):

$$\text{Área} = 11,8 \text{ m}^2 \rightarrow \text{Nota IEs} = 7,44$$

Avaliação do Índice de espaciosidade da sala de jantar (IEs):

$$\text{Área} = 7,37 \text{ m}^2 \rightarrow \text{Nota IEs} = 5,0$$

Avaliação do Índice de espaciosidade do dormitório 1 (IEq):

$$\text{Área} = 9,45 \text{ m}^2 \rightarrow \text{Nota IEq} = 6,4$$

Avaliação do Índice de espaciosidade do dormitório 2 (IEq):

$$\text{Área} = 7,37 \text{ m}^2 \rightarrow \text{Nota IEq} = 4$$

Avaliação do Índice de espaciosidade da cozinha (IEc):

$$\text{Área} = 6,27 \text{ m}^2 \rightarrow \text{Nota IEc} = 9,15$$

Avaliação do Índice de espaciosidade do banheiro (IEb):

$$\text{Área} = 4,59 \text{ m}^2 \rightarrow \text{Nota IEb} = 10$$

Índice de espaciosidade (IE):

$$IE = MÉDIA(IEs + IEq + IEc + IEb + IEd + IEI + IEg)$$

$$IE = 6,99$$

- Índice de Conforto Ambiental (ICA):

$$ICA = 0,8 \times iaj + 0,2 \times idj$$

Avaliação do Índice de áreas das janelas da sala de estar (iaj-s):

$$\frac{\text{Área janelas}}{\text{Área sala de estar}} = \frac{1,2 \times 1,2}{11,8} = 0,12 = 12\% \rightarrow \text{Nota iajs} = 4,88$$

Avaliação do Índice de áreas das janelas da cozinha (iaj-c):

$$\frac{\text{Área janelas}}{\text{Área cozinha}} = \frac{1,2 \times 1,2}{6,27} = 0,229 = 22,9\% \rightarrow \text{Nota iajc} = 8,59$$

Avaliação do Índice de áreas das janelas do dormitório 1 (iaj-q):

$$\frac{\text{Área janelas}}{\text{Área dormitório 1}} = \frac{1,2 \times 1,2}{9,45} = 0,152 = 15,2\% \rightarrow \text{Nota iajq} = 6,10$$

Avaliação do Índice de áreas das janelas do dormitório 2 (iaj-q):

$$\frac{\text{Área janelas}}{\text{Área dormitório 2}} = \frac{1,2 \times 1,2}{7,37} = 0,19 = 19\% \rightarrow \text{Nota iajq} = 7,82$$

Avaliação da disposição das janelas:

Neste quesito, como em todos os ambientes da residência existe apenas uma janela, a nota para todos é 6.

Índice de Conforto Ambiental (ICA):

$$ICA = 0,8 \times 6,9 + 0,2 \times 6$$

$$ICA = 6,67$$

- Índice de exteriorização (IEX):

Como nenhuma das faces da fachada da residência encontra-se confinada, para cálculo do índice de exteriorização, é utilizado o perímetro externo total:

Ressaltando que a área útil total nada mais é que a soma de das áreas uteis discriminadas de cada cômodo.

$$IEX = \frac{PEx}{2\sqrt{AU}} = \frac{30}{2\sqrt{46,85}} = 2,19$$

$$IEX = 2,19 \rightarrow \text{Nota} = 10$$

- Índice de comunicabilidade (IJA):

Somando os valores das larguras de todas as janelas inseridas na planilha (presentes na edificação) obtêm-se o perímetro total de janelas

$$IJA = \frac{PJ}{2\sqrt{AU}} = \frac{6,8}{2\sqrt{46,85}} = 0,497$$

$$IJA = 0,497 \rightarrow \text{Nota} = 7,94$$

- Índice de acessocomunicabilidade (IPA):

De forma análoga às janelas, é possível obter o perímetro total das portas presentes na edificação, neste caso, são 5 portas de 0,8m.

$$IPA = \frac{PC}{2\sqrt{AU}} = \frac{4}{2\sqrt{46,85}} = 0,292$$

$$IPA = 0,292 \rightarrow \text{Nota} = 7,53$$

- Índice de circulações (IAC):

$$IAC = \frac{AC}{AU} = \frac{0}{46,85} = 0 \rightarrow Nota = 4$$

Como não existem áreas destinadas a circulação nesta residência, o índice é zero, longe do ideal (entre 10 a 20%), por isso, recebe nota 4.

- Índice de áreas de uso privativo (IAP):

Somando as áreas de todos os dormitórios da residência, é possível obter a área destinada a uso privativo.

$$IAP = \frac{AP}{AU} = \frac{16,82}{46,85} = 0,359 = 35,9\%$$

$$IAP = 35,9\% \rightarrow Nota = 7,63$$

- Índice de Qualidade Final (IQF):

$$IQF = 0,55 \times IE + 0,25 \times ICA + \left( \frac{IEX + IPA + IJA + IAC + IAP}{5} \right) \times 0,2$$

$$IQF = 0,55 \times 6,99 + 0,25 \times 6,67 + \left( \frac{10 + 7,53 + 7,94 + 4 + 7,63}{5} \right) \times 0,2$$

$$IQF = 7,00$$

- Índice de compacidade efetivo (ICE):

$$ICE = \frac{2 \times \sqrt{AT \cdot \pi}}{P_{ep}} \times 10 = \frac{2 \times \sqrt{53,4 \cdot 3,14}}{30 + 8/2} \times 10 = 7,61$$

$$ICE = 7,61$$

- Índice de eficiência econômica do projeto (IEE):

$$IEE = \frac{AU}{ATE} \times 10 = \frac{AU}{10,86 \times 1,2 + 35,99} \times 10 = 8,43$$

$$IEE = 8,43$$

- Índice de planos verticais (PV/PH):

$$PV/PH = \frac{PP}{2\sqrt{AU}} = \frac{44,3}{2\sqrt{46,85}} = 0,83$$

$$PV/PH = 0,83 \rightarrow Nota = 7,20$$

- Índice de fachada externa (PVE/PV):

$$PVE/PV = \frac{PE}{PP} = \frac{30}{44,3} = 0,67$$

$$PVE/PV = 0,67 \rightarrow Nota = 6,10$$

- Índice de área horizontal molhada (PHW/PH):

$$PHW/PH = \frac{10,86}{46,85} = 0,232$$

$$PHW/PH = 0,232 \rightarrow Nota = 9,37$$

- Índice de área vertical molhada (PVW/PV):

$$PVW/PV = \frac{PP_{mol}}{PP} = \frac{18,9}{46,85} = 1,195 \rightarrow Nota = 7,72$$

$$PVW/PV = 1,195$$

- Índice de eficiência econômica final (IEEF):

$$IEEF = (ICE \times 0,45) + (IEE \times 0,15) + (PV/PH \times 0,2) + (PVE/PV \times 0,05) + \left( \frac{PHW/PH + PVW/PV}{2} \times 0,05 \right)$$

$$IEEF = (7,61 \times 0,45) + (8,43 \times 0,15) + (7,2 \times 0,2) + (6,1 \times 0,05) + \left( \frac{9,37 + 7,72}{2} \times 0,05 \right)$$

$$IEEF = 7,62$$

- Sintetização dos resultados

Os resultados dos cálculos estão sintetizados nas tabelas 28 e 29 a seguir:

**Tabela 24 - Cálculo dos índices finais de qualidade e custo de projeto de baixo padrão**

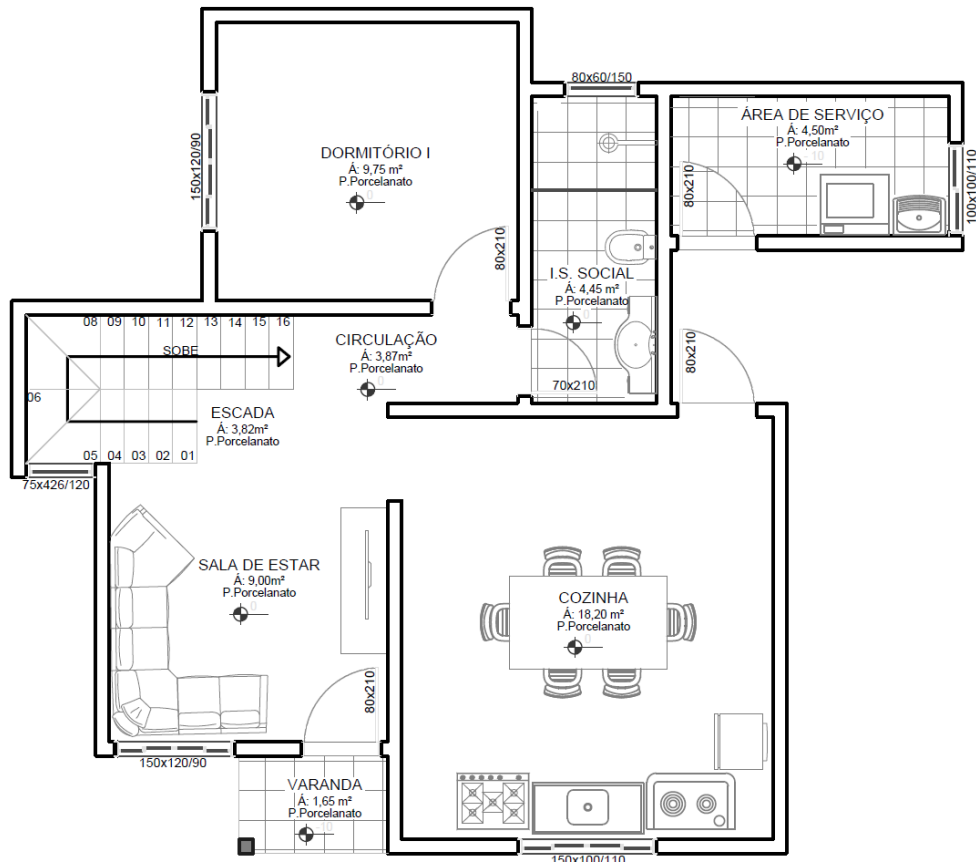
Índice de qualidade final do projeto (IQF)	Ambiente	ICA	Índice de conforto ambiental	6,67	7,00
	Disposição dos espaços	IEX	Índice de exteriorização	10,00	
		IPA	Índice de acessocomunicabilidade	7,53	
		IJA	Índice de comunicabilidade	7,94	
	Atribuição dos espaços	IAC	Índice de circulações	4,00	
		IAP	Índice de áreas privativas	7,63	
IE		Índice de espaciosidade	6,99		
Índice de eficiência econômica final do projeto (IEEF)	Incidência de paredes, paredes externas e ambientes molhados.	PV/PH	Índice de planos Verticais	7,20	7,62
		PVW/PV	Índice de área vertical molhada	7,72	
		PVE/PV	Índice de fachada externa	6,10	
		PHW/PH	Índice de área horizontal molhada	9,37	
		ICE	Índice de compacidade efetivo	7,61	
		IEE	Índice de eficiência econômica	8,43	

Fonte: Autoria própria (2018).

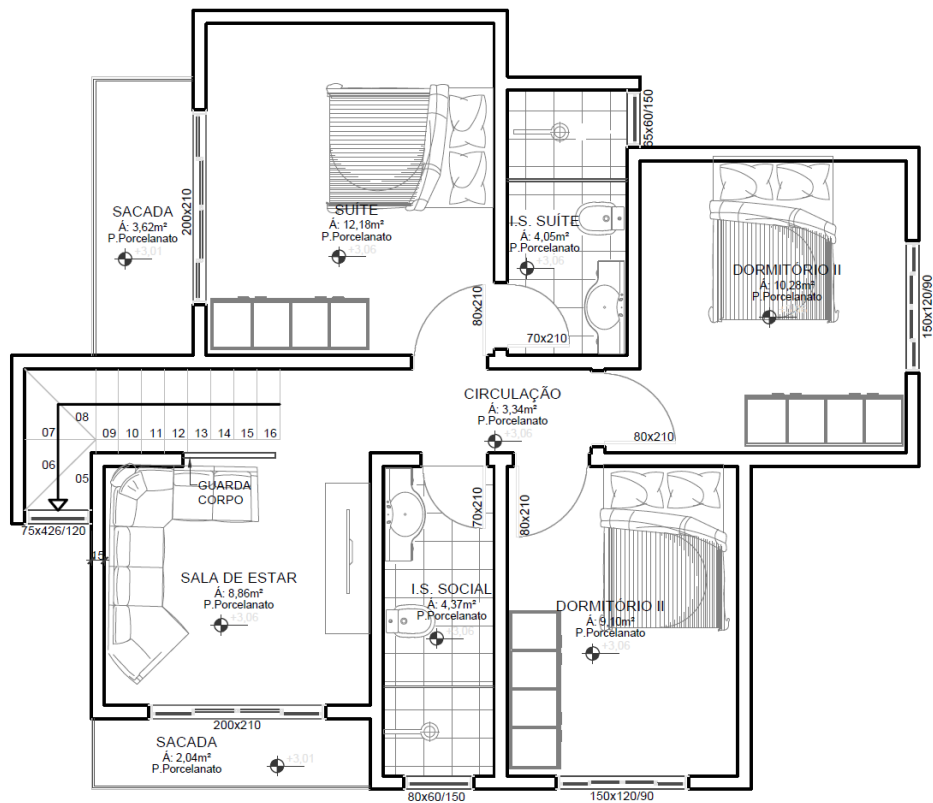
Por se tratar de um projeto simples, de baixo padrão, o índice final de qualidade foi razoavelmente baixo (IQF = 7,00), devido à falta de áreas destinadas a circulação, também a não suficiente área de janelas nos cômodos a fim alcançar a qualidade requerida em termos de iluminação e ventilação natural, e principalmente,

ao baixo índice de espaciosidade, que reflete uma residência com um dos quartos de área bem reduzida e a ausência de ambientes importantes para os usuários de qualquer habitação, como por exemplo, lavanderia e garagem.

Segue também, como exemplo, a aplicação da metodologia em um projeto de melhor padrão, com dois pavimentos, representados nas figuras 5 e 6 a seguir:



**Figura 5 - Planta baixa primeiro pavimento**  
**Fonte: Autoria própria (2018).**



**Figura 6 - Planta baixa segundo pavimento**  
**Fonte: Autoria própria (2018).**

Área total	133	Esquadria	Dim.	Quantidade			
Perímetro externo	79	Porta 1	0,8	7			
nº de arestas	18	Porta 2	0,7	3			
Perímetro interno	44						
<input type="checkbox"/> O acesso as áreas de uso privativo se dá apenas por áreas de circulação, ou seja, ao entrar na residência, o morador não passa por nenhum outro ambiente (salas, cozinha) para chegar ao seu dormitório.							
<input checked="" type="checkbox"/> O acesso a cozinha se dá apenas por áreas de circulação, ou seja, ao entrar na residência, o morador não passa por nenhum outro ambiente (salas, dormitórios) para chegar a cozinha.							
<input type="checkbox"/> O acesso entre quartos e cozinha se dá apenas por área de circulação, ou seja, o morador não passa por nenhum outro ambiente (salas, escritório) para sair do seu dormitório e chegar a cozinha							
<b>Social</b>							
Varanda		Sala de Estar		Sala 2			
Área útil	7,31	Área útil	9	Área útil	8,86		
Janela 1		Janela 01	1,5	1,2	Janela 01	2	2,1
		Janela 02			Janela 02		
Hall de entrada		<input type="checkbox"/> Janelas dispostas em orientações diferentes		<input type="checkbox"/> Janelas dispostas em orientações diferentes			
Área útil							
Janela 1							
<b>Íntimo</b>							
Bwc 1		Bwc 2		Bwc 3			
Área útil	4,45	Área útil	4,37	Área útil	4,05		
Perím.	9,1	Perímetro	8,9	Perim.	8,6		
Janela 1	0,8	0,6	Janela 1	0,8	0,6		
Dormitório 1		Dormitório 2		Dormitório 3			
Área útil	12,18	Área útil	9,1	Área útil	10,28		
Janela 1	2	2,1	Janela 1	1,5	1,2		
Janela 2			Janela 2				
Circulação		Sacada		Escada			
Área útil	7,21	Área útil	5,66	Área útil	3,82		
Janela 1		Janela 1		Janela 1			
<b>Serviços</b>							
Lavanderia/Área.ser		Garagem		Cozinha			
Área útil	4,5	Área útil		Área útil	18,2		
Perím.	9,1	Janela 1		Perím.	21,2		
Janela 2	1,00	1,2	Janela 2	Janela 01	1,50	1,2	
				Janela 02			
Depósito		Quarto empregada		<input type="checkbox"/> Janelas dispostas em orientações diferentes			
Área útil		Área útil	9,75				
Janela 1		Janela 1	1,5	1,2			
Janela 2		Janela 2					

**Figura 7 - Planilha preenchida com dados de ambos pavimentos**  
**Fonte: Autoria própria (2018).**



De forma análoga ao exemplo aplicado ao projeto anterior, para este, seguem os resultados do cálculo e avaliação dos índices:

**Tabela 25 - Cálculos dos índices de qualidade e eficiência econômica de projeto de alto padrão**

Índice de qualidade final do projeto (IQF)	Ambiente	ICA	Índice de conforto ambiental	8,01	<b>8,18</b>
	Disposição dos espaços	IEX	Índice de exteriorização	10,00	
		IPA	Índice de acessocomunicabilidade	4,90	
		IJA	Índice de comunicabilidade	8,70	
	Atribuição dos espaços	IAC	Índice de circulações	6,50	
		IAP	Índice de áreas privativas	9,38	
IE		Índice de espaciosidade	8,32		
Índice de eficiência econômica final (IEEF)	Incidência de paredes, paredes externas e ambientes molhados.	PV/PH	Índice de planos Verticais	6,84	<b>5,85</b>
		PVW/PV	Índice de área vertical molhada	7,61	
		PVE/PV	Índice de fachada externa	5,96	
		PHW/PH	Índice de área horizontal molhada	7,01	
		ICE	Índice de compacidade efetivo	4,71	
		IEE	Índice de eficiência econômica	8,14	

**Fonte: Autoria própria (2018).**

Com os resultados demonstrados na tabela 29, é interessante notar as diferenças se comparado ao projeto de baixo padrão avaliado anteriormente. Se antes a simplicidade da disposição arquitetônica melhorou a eficiência econômica enquanto houve um decréscimo na qualidade do projeto devido ao baixo padrão de custo, neste caso percebe-se o caminho inverso. Trata-se de um projeto de padrão razoavelmente melhor, contando com 133m<sup>2</sup>, o qual provavelmente contou com capital para investimento, fatores que colaboram para melhora na qualidade da residência. São dois pavimentos, duas salas, uma suíte, três quartos, a maioria dos ambientes são bem espaçosos, além de contar com esquadrias de grandes dimensões, possibilitando boas condições de iluminação e ventilação natural, tais aspectos são importantes para a obtenção da nota final de 8,18 no índice de qualidade (IQF).

Por outro lado, a eficiência econômica decaiu consideravelmente. Percebe-se visualmente no projeto a presença de diversas arestas no trajeto das paredes externas. O formato irregular de ambos os pavimentos prejudica o índice de compacidade (ICE). Mesmo analisando o interior, são muitas paredes divisórias, justamente para realizar vedação de tantos ambientes, aumentando consideravelmente o perímetro interno e aumentando a incidência dos planos verticais no custo, o resultado disto é um índice final de eficiência econômica menor

(IEEF = 5,85). Nestes casos seria ideal o projetista, na fase de concepção, analisar mais profundamente a existência de alternativas para a disposição geométrica do projeto, algum caminho a seguir que não cause tanta incidência negativa no custo e que ainda sim cumpra os objetivos e intenções do cliente.

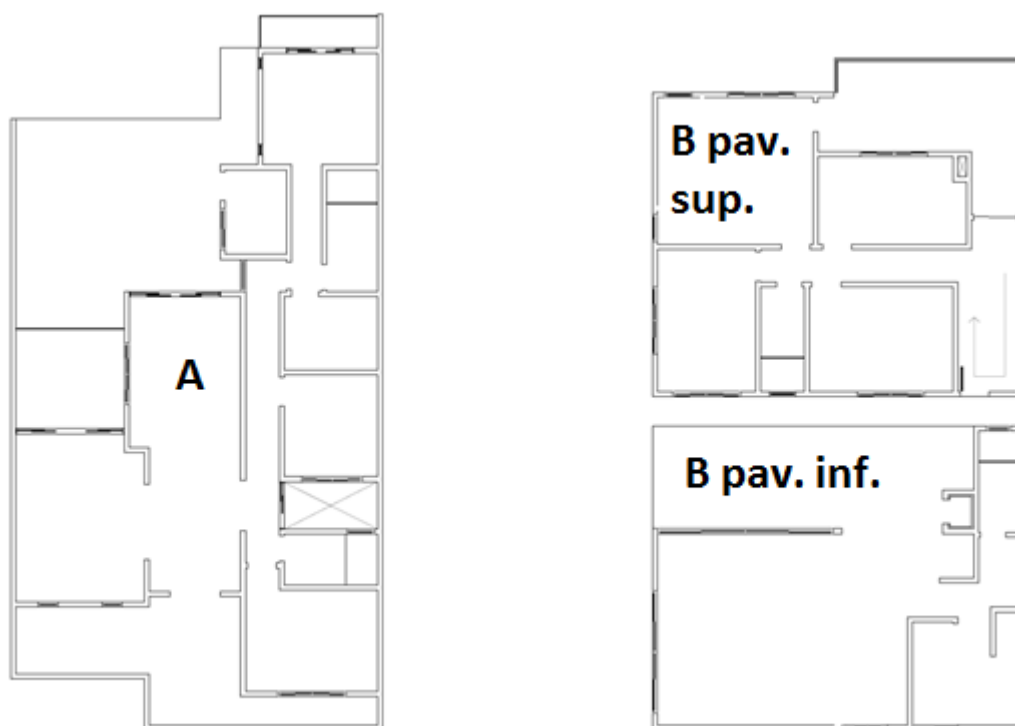
#### 4.2 Comparação de custos

Utilizando um modelo de planilha orçamentária do SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, que serve como referencia para levantamento de preços dos serviços e insumos contratados em obras, é possível demonstrar de maneira prática a eficiência do método, ao analisar a incidência de planos verticais/paredes no custo da edificação, considerando só os serviços referentes a estes parâmetros.

SERVIÇO	UNID.	CUSTO UNIT.
<b>ALVENARIA DE VEDAÇÃO</b>		
Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos 9x19x39cm em ½ vez; assentamento com argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal e areia)	m <sup>2</sup>	70,00
<b>REVESTIMENTOS INTERNO E EXTERNO</b>		
Chapisco em parede com argamassa traço 1:3 (cimento e areia)	m <sup>2</sup>	3,73
Massa única em parede com argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal e areia), espessura 2cm	m <sup>2</sup>	29,00
<b>PINTURAS E ACABAMENTOS</b>		
Emassamento de paredes internas e tetos com massa PVA, 2 demãos	m <sup>2</sup>	50,70
Pintura em látex acrílico sobre paredes internas, 2 demãos	m <sup>2</sup>	123,00

**Fonte: (SINAPI, 2018).**

A planilha pôde ser aplicada à dois projetos de padrão superior (figura 11), com áreas semelhantes, mas com configuração de vedação interna e externa diferentes (que implicaram em disparidade no IEEF - Índice de Eficiência Econômica Final), é possível notar visualmente que um dos projetos tem distribuição de paredes mais simplificada que o outro, apresentando índice de compacidade e de planos verticais maiores.



**Figura 8 - Projetos para comparativo de preços**  
**Fonte: (Autoria própria, 2018).**

A figura 11 apresenta a distribuição das paredes em toda a área dos projetos, o projeto A, de pavimento único, com 164m<sup>2</sup> de área, e também o projeto B, com dois pavimentos, totalizando 168m<sup>2</sup> de área. Como o padrão de ambos é semelhante e a área apresenta valores muito próximos, é possível fazer um comparativo utilizando a planilha orçamentária SINAPI.

	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Perím./ Área (m/m <sup>2</sup> )	Custo (R\$/m <sup>2</sup> )	Pé direito (m)	Custo (R\$/m)	Custo total	IEEF
Projeto A	164	160	0,98	276,4	2,8	98,72	R\$ 15.795,20	5,8
Projeto B	168	112	0,67	276,4	2,8	98,72	R\$ 11.056,64	7,1

**Fonte: (Autoria própria, 2018).**

Conforme a tabela acima, foi estimado um custo total de R\$15.795,20 para o projeto A e R\$11.056,64 para o projeto B, referindo-se apenas à construção da vedação interna e externa (mão de obra e materiais), sem analisar a incidência extra da parede externa nesta estimativa, o que tornaria os resultados mais díspares ainda, visto que a compactidade do projeto B é visivelmente maior. São R\$4.739,00 de diferença no orçamento, causados exclusivamente pela distribuição geométrica

das paredes. O projeto A, mais caro, recebeu uma nota de 5,85 no Índice de Eficiência Econômica Final (IEEF) ao ser avaliado pelo método proposto por este trabalho, o projeto B, de área semelhante, com menor valor estimado de custo, recebeu avaliação de 7,1 (IEEF), concordando com a diferença de valores da estimativa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Objetivo da metodologia proposta é de auxiliar o projetista na concepção do projeto arquitetônico e em todas as decisões tomadas por ele nesta fase, não apenas por mera aplicação do método e determinação das avaliações finais de qualidade e eficiência econômica, mas por conhecimento de cada aspecto analisado pelos índices qualificadores. A compreensão da importância da atribuição e distribuição dos espaços em termos de qualidade e economia levará, naturalmente, a otimização das soluções encontradas para o projeto arquitetônico. Através da análise dos resultados, foi possível tirar conclusões importantes referentes à aplicação do método.

- Foi possível analisar as metodologias de avaliação de projetos implantadas em outros países, como é o caso do método SEL, na Suíça, a avaliação proporcionada pelo método SEL demonstrou-se precisa e eficiente nos projetos habitacionais suíços e forneceu parâmetros importantes de qualidade para o presente método.
- Com o estudo aprofundado do assunto e análise de metodologias existentes, foi possível levantar índices qualificadores de projeto e adaptar parâmetros de qualidades para estes índices que se ajustassem a realidade da construção civil brasileira.
- A importância da tecnologia para auxílio ao projetista e profissionais da área, considerando a praticidade da planilha criada para aplicação do método proposto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMOR, R. et al. **Integration design tools for total building evaluation**. Building and Environment, v. 28, n. 4, p. 475-482, 1993.

AKIN, O. **Architects reasoning with structures and functions**. Environment and Planning B, Planning and Design, v. 20, p. 273-294, 1993.

BINS ELY, V. H. M. **Ergonomia e Arquitetura: buscando um melhor desempenho do ambiente físico**. In: 3º Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de interfaces Humano-Tecnologia: Produtos, Programas, Informação, Ambiente Construído. Rio de Janeiro, 2003.

BOLLNOW, O. F. **O Homem e o Espaço**. Curitiba, Editora UFPR, 2008. 327p.

CONSIGLIERI, V. **A morfologia da arquitectura**. Lisboa: Stampa, 1995. 326p.

COSTA, J.M. **Métodos de Avaliação da Qualidade de Projectos de Edifícios de Habitação**. 1995. 358p. Tese de Doutorado. Faculdade de engenharia – Universidade do Porto, Porto-POR.

DÜLGEROGLU, Y. **Design methods theory and its implications for architectural studies**. Design methods: theories, research, education and practice, California: Design Methods Institute, v. 33, n. 3, p. 2870-2879, 1999.

EKAMBI-SCHMIDT, J. **La percepción del habitat**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1974. 166 p.

ELALI, G. A. **Psicologia e arquitetura: em busca do lócus interdisciplinar**. Estudos de Psicologia – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 1997.

GLAVAN, J. R.; TUCKER, R. L. **Forecasting design – Related problems, a case study**. Journal of Construction Engineering and Management, v. 117, p. 47-65, 1991.

GOMES, A. J. A. **A qualidade na construção na ótica do utilizador.** In: Encontro Nacional sobre Qualidade na Construção. Lisboa: LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1990. p. 31-42.

HAMMARLUND, Y.; JOSEPHSON, P.E. **Qualidade: cada erro tem seu preço.** Trad. de Vera M. C. Fernandes Hachich. Técnica, n. 1, p.32-34, 1992.

HEINECK, L. F. M.; OLIVEIRA, M. **Lei de formação para as dimensões de dormitórios, salas, cozinhas e banheiros em edificações habitacionais.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, João Pessoa - UFPB. 14º, 1994. p. 848-852.

HILLIER, B. **A note on the intuiting of form: three issues in the theory of design.** Environment and Planning B: Planning and Design, Anniversary Issue, p. 37-40, 1998.

HOREVICZ, E. C. S. CUNTO, I. de. **A humanização em Interiores de Ambientes Hospitalares.** Revista Terra e Cultura, v. 2, n. 46, p. 23, 2006.

JUTLA, R. **An inquiry into design methods.** Design methods: theories, research, education and practice, California: Design Methods Institute, v. 30, n. 1, p. 2304-2308, 1996.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; LABAKI, L. **O projeto arquitetônico e o conforto ambiental: necessidade de uma metodologia.** In: ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo, v. 2, p. 785-794, 1993.

LANG, J. T. **Design for human behavior: architecture and behavioral sciences.** Pennsylvania: Dowden, Hutchinsons & Ross, Inc., 1974.

MACHADO, P.; BOAVIDA, E. ; PEREIRA, A. **Contributos da sociologia para o estabelecimento de critérios de qualidade da habitação.** In: Encontro Nacional

sobre Qualidade na Construção. Lisboa: LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1986.

MARTINS, D.N. **Metodologia para determinar e avaliar a qualidade e o custo da solução geométrica do projeto arquitetônico de apartamentos**. 1999. 223p. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC.

MASCARÓ, J.L. **O custo das decisões arquitetônicas**. São Paulo: Nobel, 2005.

MELHADO, S.B.; VIOLANI, M. A. F. **A qualidade na construção civil e o projeto de edifícios**. Texto técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1992.

MELHADO, S. B. **Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. 246p. Tese de Doutorado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo – SP.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Ministro Anuncia Novo Déficit Habitacional Durante FUM5**. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/noticias/ministro-anuncia-novo-deficit-habitacional-de-5-8-durante-fum5>>. Acesso em: 09 out. 2010.

FROTA, A. B; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico**, 2.ed., Studio Nobel, SP, 1988.

PALADINI, E. P. **Qualidade total na prática**. São Paulo: Atlas, 1994. 214p.

REIS, A. T. da L.; LAYS, M. C D. **O projeto da habitação de interesse social e a sustentabilidade social**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 99-119, 2010.

ROSS, Phillip, J. **The role of Taguchi methods and design of experiments in QFD**. Quality Progress, p. 41-47, 1988.



ROSSO, T. **Racionalização da construção**. São Paulo: FAUUSP, 1980.

SERRA, R. **Arquitetura y clima**. Barcelona: Gustavo Gili, 1999.

SOCZKA, L. **O contributo da psicologia ambiental para o problema da qualidade da construção**. In: Encontro Nacional sobre Qualidade na Construção. Lisboa: LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1986.

VASCONCELOS, R. T. B. **Humanização de Ambientes Hospitalares: Características Arquitetônicas responsáveis pela Integração Interior/Exterior**. 2004. 177p. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.