

GABRIEL CARVALHAL PINTO

Indicadores de *housing affordability* e demanda por habitação no Brasil

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Econômicas,
da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Igliori

SÃO PAULO

2022

GABRIEL CARVALHAL PINTO

Indicadores de *housing affordability* e demanda por habitação no Brasil

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Econômicas,
da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Igliori

SÃO PAULO

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Carvalho Pinto, Gabriel.

Indicadores de *housing affordability* e demanda por habitação no Brasil – São Paulo, 2022.

Nº de Páginas: 37

Área de Concentração: Economia Aplicada

Orientador: Prof. Dr. Danilo Igliori

Monografia (Bacharelado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade – Universidade de São Paulo.

1. Acesso à moradia; 2. Housing affordability; 3. Demanda habitacional

RESUMO

A presente monografia busca estudar os indicadores de acessibilidade financeira à moradia (*housing affordability*), aplicados à realidade brasileira. Apesar da notória relevância do tema de acesso à moradia, há escassez de estudos e divulgação de indicadores que mensurem o acesso à moradia no Brasil. Indicadores de *housing affordability* são amplamente estudados há longo tempo no meio acadêmico e empresarial estadunidense sugerindo sua relevância teórica e prática como indicador para entender a dinâmica habitacional. Propõe-se testar a hipótese de que o indicador de *housing affordability* é uma variável adequada para explicar e prever demanda por habitação no Brasil. A partir da mensuração do indicador de *housing affordability* pela metodologia de razão-renda, há evidências estatísticas de que o indicador proposto tem relação de causalidade de Granger, ou seja é um bom indicador antecedente, em relação à demanda por imóveis no Brasil. Portanto, há evidências da utilidade do indicador de *housing affordability* na realidade do mercado imobiliário brasileiro.

Palavras-Chave: Acesso à moradia, *Housing affordability*, Demanda habitacional

JEL: R20, R21, R30, C12, C32

ABSTRACT

This paper seeks to study the indicators of housing affordability applied to the Brazilian reality. Despite the notorious relevance of the issue of access to housing, there is a scarcity of studies and dissemination of indicators that measure access to housing in Brazil. Housing affordability indicators have been widely studied for a long time in United States' academic and business environment, suggesting their theoretical and practical relevance as an indicator to understand housing market dynamics. It is proposed to test the hypothesis that the indicator of housing affordability is an adequate variable to explain and predict demand for housing in Brazil. Based on the measurement of the housing affordability indicator using the income-ratio methodology, there is statistical evidence that the proposed indicator has a Granger causality relationship, that is, it is a good leading indicator of the demand for housing in Brazil. Therefore, there is evidence of the usefulness of the housing affordability indicator in the reality of the Brazilian housing market.

Key words: Access to Housing, Housing affordability, Housing Demand

JEL: R20, R21, R30, C12, C32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO DA LITERATURA	10
2.1. Dinâmica do mercado habitacional	10
2.2. Problema de escolha do consumidor	12
2.3. Conceitos de <i>Housing Affordability</i>	14
3. METODOLOGIA	18
4. DESCRIÇÃO DOS DADOS	19
5. ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS	19
6. ANÁLISES ECONOMETRICAS.....	24
7. CONCLUSÕES	35
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Evolução do Indicador de Housing Affordability	20
Figura 2: Evolução do Volume de Financiamentos Imobiliários via SBPE	22
Figura 3: Evolução do Preço de Aluguel (R\$/m ²) no Brasil.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estatística Descritiva do indicador de Housing Affordability	21
Tabela 2: Estatística Descritiva da variável Demand	22
Tabela 3: Estatística Descritiva da variável Aluguel.....	23
Tabela 4: Teste de Raiz Unitária (ADF) – Variável HAI.....	24
Tabela 5: Teste de Raiz Unitária (ADF) – Variável Demand	25
Tabela 6: Teste de Raiz Unitária (ADF) – Variável <i>Aluguel</i>	26
Tabela 7: Teste de Cointegração de Engle-Granger	28
Tabela 8: Teste de Raiz Unitária (ADF) – Variável HAI a Primeiras Diferenças	30
Tabela 9: Teste de Raiz Unitária (ADF) – Variável Demand a Primeiras Diferenças	31
Tabela 10: Teste de Raiz Unitária (ADF) – Variável Aluguel a Primeiras Diferenças.....	32
Tabela 11: Teste de Raiz Unitária (ADF) – Variável Aluguel a Segunda Diferença.....	33
Tabela 12: Teste de Causalidade de Granger HAI → Demand.....	34

1. INTRODUÇÃO

O acesso à moradia é uma questão de relevância política, econômica e social permanente tendo em vista seu caráter de bem essencial para a dignidade e segurança patrimonial das famílias, bem como o notório encarecimento da moradia proporcionado pela urbanização e pelos recentes ciclos imobiliários. O acesso à moradia é especialmente relevante e premente no Brasil, país que convive com um déficit habitacional elevado há décadas. Segundo a Fundação João Pinheiro, pioneira na mensuração do déficit habitacional, 5,8 milhões de famílias não tem acesso à moradia ou o tem em condições inadequadas.

A despeito da relevância do tema, agentes do setor público e privado no Brasil não contam com um indicador periodicamente divulgado que mensure quantitativamente a evolução e o estado atual do acesso à moradia, comumente denominada em inglês por *housing affordability*, denominação que, por falta de melhor vocábulo no léxico da língua portuguesa, será utilizada no presente estudo. Fundamentalmente, indicadores de *affordability* buscam avaliar a capacidade financeira das famílias para adquirir um imóvel residencial. Uma maior *affordability* (i.e. capacidade financeira) é desejável e condição necessária para redução do elevado déficit habitacional.

A utilização de indicadores de *housing affordability* é escassa tanto em pesquisas acadêmicas quanto por agentes setoriais no Brasil. A academia e o setor imobiliário dos Estados Unidos são pioneiros na mensuração e divulgação desses indicadores, que auxiliam formuladores de políticas públicas e agentes do mercado imobiliário na tomada de decisão. A popularidade e ampla utilização do indicador no contexto estadunidense se sustenta pelo fato dele sintetizar a dinâmica de juros, preços e rendas em um único número-índice de fácil interpretação.

Propõe-se aproveitar do amplo estoque de conhecimento e experiência no tema desenvolvido nos Estados Unidos para mensurar o acesso à moradia na realidade brasileira. Buscar-se-á validar empiricamente o indicador de *affordability* por meio da análise de sua relação com a demanda habitacional. A premissa central consiste na relação positiva entre *housing affordability* e a demanda habitacional, ou seja, maior acesso à moradia deveria se traduzir, teoricamente, em maior demanda por moradia, tanto mais no contexto brasileiro de elevado déficit habitacional.

A etapa inicial da pesquisa proposta será de exposição e análise dos diferentes indicadores de *housing affordability* presentes na literatura especializada. Buscar-se-á expor metodologias reconhecidas na academia e mercados imobiliários, principalmente dos Estados Unidos.

Após a escolha do indicador de *affordability* mais adequado ao propósito do presente estudo, serão testados modelos econométricos de séries temporais objetivando validar empiricamente a hipótese de utilidade explicativa e preditiva do indicador pelo seu confronto com a demanda habitacional.

Almeja-se contribuir com uma visão mais precisa e quantitativa da evolução do acesso à moradia no Brasil, bem como fornecer um indicador-síntese de *housing affordability*. A quantificação da capacidade financeira das famílias para aquisição de habitação pode ser de grande valia para a formulação de políticas eficientes de subsídios à compra da casa própria. Ademais, provê inteligência de mercado para agentes do setor, como incorporadoras e bancos, estimarem a demanda futura por habitação e tomarem decisões estratégicas informadas e assertivas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Dinâmica do mercado habitacional

O acesso das famílias à moradia ocorre no mercado de habitação por meio do qual agentes econômicos transacionam direitos reais de imóveis destinados à habitação (i.e. residenciais). Tais direitos reais consistem na propriedade propriamente dita, subjacente à transação de compra e venda e ao mercado de bens (ou ativos) habitacionais, e o usufruto, subjacente à transação de aluguel e ao mercado de serviços habitacionais. Tendo em vista o escopo da presente análise ser o acesso à moradia própria, o enfoque se dará, fundamentalmente, no mercado de bens (ou ativos) habitacionais, cujo bem transacionado será doravante denominado “bem habitação”.

O bem habitação, de acordo com O’Sullivan (1993, p. 367), tem três características fundamentais que o diferencia de outros produtos: (i) heterogeneidade; (ii) elevados custos de mudança (“*switching costs*”); (iii) extensa durabilidade. Como veremos adiante, as características particulares do bem habitação tornam a dinâmica do mercado habitacional especialmente distinta de outros mercados de bens e serviços¹.

¹ SANTOS, C.; CRUZ, B. Dinâmica dos mercados habitacionais metropolitanos: aspectos teóricos e uma aplicação para a Grande São Paulo. 2000.

A heterogeneidade advém do fato de que nenhuma habitação tem perfeita identidade com qualquer outra (seja pela localização, qualidade ou, se no mesmo edifício, andar e vista). Tal singularidade e consequente dificuldade de precificação deu origem à teoria dos preços hedônicos a qual aborda o bem habitação como composto por diversos bens e serviços subjacentes (e.g. número de cômodos, metragem, andar, lazer, amenidades e serviços no entorno) cujos respectivos preços compõe o preço final do bem.

A natureza capital intensiva do processo de produção habitacional e a escassez de terras é responsável pelo seu preço elevado, assim como os elevados custos de transação típicos do mercado imobiliário (e.g., impostos de transmissão, corretagem, taxas de registro), os quais, combinados, tornam o ato de mudança de moradia extremamente custoso. Por seu turno, a durabilidade se deve tanto ao processo de produção quanto à própria função do bem de prover moradia.

Por fim, conforme SANTOS e CRUZ (2000), a habitação também se caracteriza como bem meritório (“*merit good*”). O conceito de bem meritório cunhado originalmente por Richard Musgrave se define como um bem que indivíduos deveriam possuir com base em algum benefício intrínseco ao invés da possibilidade (“*ability*”) ou vontade (“*willingness*”) de pagar o preço de mercado do bem. No caso da habitação, o benefício intrínseco é a externalidade positiva gerada pelo acesso à moradia pela sua essencialidade para a sobrevivência e dignidade das famílias como base física e emocional para o desempenho de diversas atividades, como repouso, lazer, estudo e trabalho. O amplo acesso à moradia de qualidade implica em maior bem-estar e, portanto, produtividade, enquanto a sua falta pode gerar ou agravar problemas sociais graves como desabrigo, fome, exclusão social e criminalidade. É evidente, portanto, que os benefícios sociais do bem habitação são superiores aos benefícios privados, conferindo-lhe clara externalidade positiva.

Com efeito, ao se confrontar a essencialidade da habitação e sua importância social com as características de custo elevado, notamos a enorme importância de se mensurar quantitativamente a possibilidade financeira das famílias em adquirir o bem habitação – finalidade central do conceito de *housing affordability* - como base para o entendimento da dinâmica do mercado habitacional e desenho de políticas públicas.

2.2. Problema de escolha do consumidor

O problema da escolha do consumidor do bem habitação se inicia, geralmente, por fatores demográficos, como casamento, divórcio, mudança de cidade, os quais impelem o indivíduo ou a família a buscar o mercado habitacional. Assim, tais fatores demográficos aumentam a demanda, *ceteris paribus*, no mercado habitacional como um todo, ou seja, tanto na sua dimensão de mercado de bens e ativos (aquisição) quanto de mercado de serviços (locação). Configurado o fato demográfico gerador de demanda habitacional, o problema da escolha do consumidor consiste na escolha entre a opção de adquirir a propriedade do bem habitação ou contratar os serviços subjacentes ao bem habitação por meio de um contrato de locação. Em outras palavras, comprar ou alugar. Levando em conta o enfoque do presente estudo na aquisição do bem habitação, podemos considerar a locação como um serviço substituto.

Assim sendo, o problema do consumidor (doravante denotado por “família”) centrar-se-á na escolha do meio menos oneroso (ou mais benéfico) de acesso à habitação. Supondo-se, primeiramente, a aquisição à vista do bem, o bem habitação confere à família a poupança do preço de aluguel (R) e a apreciação do bem (A), enquanto o aluguel confere rendimentos da aplicação do capital que seria usado para aquisição do bem ($r*P$, i.e. taxa de juros “ r ” aplicado sobre o capital “ P ”). Logo, a escolha das famílias pode ser descrita matematicamente, como bem descrito por SANTOS e CRUZ (2000, p. 8):

Se: $R + A > rP$, a família escolherá aplicar seu capital na aquisição do bem habitação;

Se: $R + A < rP$, a família escolherá poupar seu capital e alugar o bem habitação.

Note-se que a equação não é modificada se a família financiar o bem. Nesse caso, como a família só dispõe do capital suficiente para pagamento da entrada e o restante do valor do bem é financiado, para que a família escolha adquirir o bem:

$R + A - rD > rE$, sendo “ D ” o valor da dívida e “ E ” o valor da entrada

$R + A > rE + rD$

$R + A > r(E + D) = rP$, pois o valor da entrada mais o valor da dívida equivalem ao capital investido caso o bem fosse comprado à vista.

SANTOS e CRUZ (2000, p. 13) descrevem, com base no modelo de demanda de DiPasquale e Wheaton², a demanda habitacional como função do número de famílias (H_t) e das variáveis exógenas: renda familiar média (Y_t), preço da unidade habitacional (P_t) e custo anual associado à propriedade da habitação (U_t).

A variável U_t consiste no total de juros que a família paga (caso o bem seja financiado) ou o custo de oportunidade do capital (caso o bem seja pago à vista). Logo, U_t pode ser especificado da seguinte forma:

$U_t = P_t (M_t - I_t)$, sendo P_t o preço da unidade habitacional, M_t a taxa de juros do financiamento imobiliário e I_t , a expectativa da taxa de valorização imobiliária.

Em teoria, os coeficientes, ou derivadas parciais, das variáveis exógenas serão negativos para preço (P_t) e custo anual (U_t) e positivo para renda familiar média (Y_t). Conforme:

$$D_t = H_t (\beta_0 - \beta_1 U_t - \beta_2 P_t + \beta_3 Y_t)$$

Podemos notar, como veremos em mais detalhe adiante, que as variáveis exógenas da equação acima correspondem às variáveis subjacentes ao indicador de *housing affordability*. Logo, a equação pode ser simplificada como:

$$D_t = H_t (\beta_0 + \beta_1 HAI_t)$$

Por ora, não será especificado o sinal do coeficiente de *housing affordability index* (“HAI”), porquanto a apresentação do indicador e suas diferentes metodologias é condição para a sua correta especificação.

Como vimos, o aluguel é um serviço substituto à aquisição de moradia própria, porquanto a sua inclusão aprimora a especificação da equação acima por ser uma variável exógena que influencia a decisão de aquisição e, portanto, a demanda por habitação. O sinal do coeficiente da variável de preço de aluguel (R_t), ou sua derivada parcial, é positivo, pois quanto mais caro o aluguel (i.e. quanto maior R_t), maior a demanda por habitação pelo efeito substituição. Portanto, a equação pode ser especificada como:

² DIPASQUALE, D., WHEATON, W. Housing Market Dynamics and the Future of Housing Prices. *Journal of Urban Economics*, v. 35, 1994.

DIPASQUALE, D., WHEATON, W. *Urban Economics and Real Estate Markets*, Prentice Hall, 1996.

$$D_t = H_t (\beta_0 + \beta_1 HAI_t + \beta_2 R_t)$$

2.3. Conceitos de *Housing Affordability*

As distintas e singulares características dos bens e serviços ligados à habitação levaram ao desenvolvimento de teorias, conceitos e métodos próprios para o estudo da dinâmica do mercado habitacional. Nesse contexto, desenvolve-se o conceito de *housing affordability* como conceito teórico e ferramenta metodológica para mensuração quantitativa do acesso à habitação.

A definição do conceito de *housing affordability* é condição *sine qua non* para a correta delimitação científica da presente pesquisa. Em linhas gerais, define-se *affordability* como a capacidade financeira-orçamentária de aquisição de uma unidade habitacional por uma unidade familiar. Adicionalmente, restringe-se a capacidade financeira-orçamentário ao momento da aquisição, não sendo objeto de pesquisa a capacidade de adimplemento das obrigações habitacionais e econômicas após a aquisição e ocupação da unidade habitacional.

Semanticamente, HOWENSTINE (1983, p. 20) define de forma concisa o conceito de *affordability* como “[...] a capacidade de uma família de adquirir habitação decente pelo pagamento de uma quantia razoável derivada de sua renda”. A definição mais elaborada de MACLENNAN (1990, p. 9) discorre sobre os qualificantes “habitação decente” e “quantia razoável”: “*Affordability* está relacionada a assegurar dado padrão de habitação (ou diferentes padrões) por um preço ou aluguel que não impõe, aos olhos de terceiros (usualmente o governo) um fardo não-razoável sobre a renda da família.”

Portanto, *housing affordability* é um conceito relacional do custo do usuário da unidade habitacional em relação a sua renda e, implicitamente, em relação aos custos não-habitacionais que completam seu orçamento. Isso deriva do fato de que o usuário deve ser capaz financeiramente de adquirir a unidade habitacional, porém sem impor um fardo que reduza os custos não-habitacionais (i.e. alimentação, vestuário, saúde, entre outros) a níveis desarrazoados.

Partindo dessa premissa conceitual, a literatura desenvolveu dois métodos gerais de mensuração da *affordability*: (i) o método da razão-renda e (ii) o da renda residual. A razão-renda limita de antemão a participação máxima do custo habitacional na renda familiar considerada razoável e avalia se a renda da unidade familiar comporta tal custo sujeita à limitação imposta. Por seu turno, a renda residual é de certo modo inversa ao enfatizar os custos não-habitacionais.

Subtrai-se da renda familiar o custo habitacional e se avalia se a renda residual é suficiente para suportar os custos não-habitacionais a níveis razoáveis.

Observa-se que ambos os métodos necessitam de um limiar claramente delimitado, seja do nível razoável de custo habitacional (razão-renda) ou dos custos não-habitacionais (renda residual). YIP (1995) insere ambos os métodos na classificação de abordagem normativa, a qual determina normas para *housing affordability* com base em limites pré-definidos. As demais abordagens são a comportamental e subjetiva, as quais não serão objeto do esforço de pesquisa pelo seu desenvolvimento incipiente e pouco disseminado.

O método de razão-renda se baseia na premissa central de que há um limite definido de participação dos custos de aquisição de habitação no orçamento familiar. HULCHANSKI (1995, p. 471-491) delinea as bases filosóficas e históricas do método, as quais remontam ao trabalho dos estatísticos alemães Engel e Schwab, que buscavam leis que governassem os orçamentos familiares e razões gerais de participação de cada item, incluindo habitação. HULCHANSKI (1995, p. 474-75) ainda destaca que, apesar da posterior rejeição da hipótese de uma razão geral e constante para a participação da habitação no orçamento, limites gerais de 25-30% de participação do custo de aquisição de moradia no orçamento familiar continuam a ser amplamente usados e generalizados nos indicadores de *affordability*. YIP (1995, p. 57) também corrobora a longa história do método, sendo este utilizado desde 1920 pela administração pública norte-americana, bem como na lei de acesso à moradia de Bush de 1990. Austrália e países europeus também são citados como usuários do método para fins de política habitacional.

A metodologia da razão-renda continua sendo a mais amplamente utilizada pelas entidades que divulgam periodicamente indicadores de *housing affordability*. Os mais conhecidos e acompanhados pelo mercado imobiliário americano e global são os índices da associação de corretores imobiliários (NAR) e da associação nacional de construtoras (NAHB). Os indicadores são computados na forma de índice, denominados *Housing Affordability Index* (HAI), e mensuram se uma família representativa tem ou não renda suficiente para se qualificar para um financiamento imobiliário de um imóvel representativo sem comprometer mais do que um percentual pré-definido da sua renda no pagamento de principal e juros.

A metodologia do índice computado pela NAR³ assume uma família de renda mediana como representativa e um imóvel existente (i.e., já construído e habitável) de preço mediano como

³ <https://www.nar.realtor/research-and-statistics/housing-statistics/housing-affordability-index/methodology>

representativo. Além disso, considera condições típicas de um financiamento imobiliário como o prazo de 30 anos, entrada de 20% do preço do imóvel e taxa de juros média pré-fixada, bem como um limite de 25% de comprometimento de renda com pagamento de principal e juros. A título de exemplo, um índice de 100 significa que uma família de renda mediana tem a renda exatamente suficiente para se qualificar para um financiamento típico, enquanto um índice de 120 significa que a família representativa tem 20% mais renda do que o necessário para se qualificar. Portanto, quanto maior o índice, maior o acesso à moradia da família representativa e vice-versa.

O índice *Housing Opportunity Index* (HOI)⁴ publicado pela NAHB computa o percentual de unidades habitacionais novas e existentes em determinada região que seriam acessíveis a uma família que recebe a renda mediana da região. Diferencia-se, portanto, do índice da NAR por considerar o estoque inteiro de imóveis, e não apenas o imóvel de preço mediano. As premissas acerca das condições de financiamento imobiliário se assemelham às do índice da NAR, exceto pela entrada inferior de 10% do preço do imóvel, bem como o limite maior de comprometimento da renda de 28% (provavelmente decorrente da inclusão de custos com impostos de propriedade e seguro residencial no cômputo).

Ao se comparar os dois índices, observa-se a importância da delimitação clara e razoável das premissas do índice. Percebe-se que o índice da NAHB é menos conservador do que o índice da NAR ao considerar um pagamento de entrada 10 pontos percentuais menor em relação ao preço do imóvel e um limite de comprometimento de renda 3 pontos percentuais superior.

Sob outro enfoque, o método da renda residual se baseia na premissa de que a unidade familiar deve ter renda suficiente para suportar um padrão de vida mínimo após a dedução do custo habitacional. Se a renda residual se situar abaixo do padrão mínimo, está caracterizada a falta de *housing affordability*. STONE (2011), notório preconizador da abordagem da renda residual, explora extensivamente a teoria e prática da metodologia.

A literatura da renda residual reconhece que o custo de habitação, principalmente de aquisição da casa própria, é inflexível e constitui a primeira reivindicação financeira sobre a renda familiar. Sendo assim, para assumir um compromisso inflexível de longo prazo, deve haver renda residual suficiente para um padrão mínimo de vida. Como ressalta STONE (2006b, p. 151-184), custos não-habitacionais são limitados pela renda restante após deduzidos os custos habitacionais.

⁴ <https://www.nahb.org/news-and-economics/housing-economics/indices/housing-opportunity-index>

Críticos do método razão-renda (HANCOCK, 1993; STONE, 1993, 2006b; BURKE, STONE e RALSTON, 2011) apontam que tal método depende de um limite de razão custo habitacional-renda arbitrariamente pré-determinado e sem uma racionalidade transparente e convincente. STONE (2006b) acrescenta que a razão-renda não fornece meios para avaliar se as famílias preservam um mínimo padrão de vida após desembolsarem os custos de habitação, a qual é a essência do problema de acesso à moradia.

A despeito das pungentes críticas à razão-renda, BURKE, STONE e RALSTON (2011) recomendam a sua contínua aplicação como medida de *affordability* ampla e generalizável ao conjunto de famílias. BRAMLEY (2012, p. 133-151) reforça sua utilidade como uma ferramenta de “regra de bolso” para políticas públicas. Em sua ampla revisão da literatura de *housing affordability*, LI (2014) demonstra que a maioria dos artigos e trabalhos acadêmicos adotaram a razão-renda em detrimento da renda residual.

Encontrou-se tão somente um artigo acadêmico na literatura brasileira que abordasse a temática dos indicadores de *housing affordability*. Tal fato é surpreendente tendo em vista a importância do problema habitacional no Brasil. RAMIREZ (2013) aplica diferentes metodologias de mensuração de *affordability* para explicar sua evolução no Brasil e seus fatores explicativos subjacentes. As metodologias e premissas são mais sofisticadas e de mensuração mais complexa, porém se fundam, primordialmente, na abordagem de razão-renda.

Encontra-se na literatura alguns casos em que a validade e usabilidade do indicador de *housing affordability* é testada como *leading indicator* ou variável explicativa de alguma *proxy* de demanda por habitação. DUCA (1996, p. 21-30) testa empiricamente, a partir do teste de causalidade de Granger, se o indicador de pedidos de financiamento imobiliário (*mortgage applications*), um indicador computado semanalmente nos Estados Unidos, acrescenta informação relevante para a predição das vendas de imóveis residenciais se comparado ao indicador de *housing affordability* e taxa de juros. Os resultados mostraram que, por si só, o indicador de *mortgage applications* é uma boa, embora imperfeita, variável preditiva da venda de imóveis residenciais. No entanto, quando incluído no modelo o indicador de *housing affordability* e dados de taxas de juros reais, o indicador não adiciona nenhuma informação adicional. Segundo o autor, este último resultado não é surpreendente, uma vez que a literatura sobre habitação estabeleceu que a compra de imóveis residenciais e, por conseguinte, os pedidos de financiamento imobiliário, são

principalmente influenciados por renda, taxas de juros e preço, tudo isso refletido nos outros dois indicadores (i.e. *housing affordability* e *mortgage applications*).

Inspirados pelo artigo supramencionado, JI e KIM (2006, p. 37-53) calculam um indicador inédito de *housing affordability* para o mercado sul-coreano e testam sua validade e usabilidade como variável explicativa e preditiva, também por meio do teste de causalidade de Granger, de dois indicadores de demanda por habitação: alvarás de construção (*housing starts*) e balanço de financiamento imobiliário (*housing loan balance*). Os autores concluem que o indicador pode ser adequadamente usado como um *leading indicator* dessas duas variáveis de demanda.

Conhecidos os principais métodos de mensuração de *housing affordability* e, tendo em vista a conexão teórica e empírica entre *housing affordability* e a demanda por habitação, cumpre-se agora testar empiricamente se o indicador de *housing affordability* é adequado para explicar e prever a demanda por habitação, especificamente na realidade brasileira.

3. METODOLOGIA

Para testar empiricamente a hipótese de que o indicador de *housing affordability* tem razoável poder explicativo e preditivo da demanda por habitação, o modelo econométrico especificado se baseia no modelo já exposto na seção 2.2:

$$D_t = \beta_0 + \beta_1 HAI_t + \beta_2 R_t$$

Onde:

HAI_t = Housing Affordability Index no período t

R_t = Preço médio de aluguel de uma unidade habitacional no período t

O índice de Housing Affordability (HAI_t) será mensurado utilizando a metodologia do *Housing Affordability Index* da NAR anteriormente mencionada, sendo computado da seguinte forma:

$HAI_t = \text{Renda Bruta Mensal (I)} / \text{Renda Bruta Mensal Mínima (Im)}$, sendo:

$I = \text{Renda bruta mensal domiciliar média}$

$Im = \text{Prestação mensal do financiamento imobiliário (PMT)} / 30\%^5$, sendo:

$PMT = \text{Primeira parcela de financiamento imobiliário calculada pelo método SAC}^6$
considerando prazo de 30 anos e taxa de juros média do período

4. DESCRIÇÃO DOS DADOS

A variável dependente D_t será descrita pela soma dos financiamentos imobiliários financiados pelos depósitos de poupança/SBPE (divulgados pela ABECIP). Os componentes do indicador de *housing affordability* (HAI_t) serão descritos a partir dos seguintes dados: a Renda Bruta Mensal (I) terá como base os dados de Renda Disponível Bruta Nacional das Famílias (divulgado pelo BACEN) e o número de domicílios brasileiros (divulgado pelo IBGE). A parcela mensal de financiamento imobiliário (PMT) terá como base o valor médio de financiamento imobiliário (em relação aos financiamentos via poupança/SBPE) e a taxa média de juros dos financiamentos imobiliários do SBPE (divulgada pelo BACEN). Justifica-se a utilização apenas do SBPE, com a exclusão dos financiamentos via FGTS, por conta da dependência do FGTS em relação a decisões de política de habitação e a estabilidade notória de suas taxas de juros. Por fim, o preço médio de aluguel (R_t) será descrito pelo aluguel médio (em R\$/m²) nacional divulgado pela Fipe em parceria com a ZAP. O intervalo temporal dos dados começa em Janeiro de 2012 até Junho de 2022, perfazendo 126 observações para cada dado.

5. ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS

Observa-se da análise gráfica do indicador de *housing affordability* que o acesso à moradia no Brasil ainda é muito dependente dos financiamentos do FGTS. Isso decorre do fato de que, no período analisado, o indicador se manteve abaixo de 100 (nível em que a família de renda média tem a renda exata para acessar um financiamento via SBPE). Atingiu-se maior proximidade desse

⁵ Art. 2º da Lei nº 8.692/93: “Art. 2º Os contratos de financiamento habitacional celebrados em conformidade com o Plano de Comprometimento da Renda estabelecerão percentual de no máximo trinta por cento da renda bruta do mutuário destinado ao pagamento dos encargos mensais.”

⁶ O SAC (Sistema de Amortização Constante) é o método mais utilizado para o cálculo das prestações de financiamento imobiliário no Brasil. A parcela da prestação mensal destinada a amortização é constante, sendo calculada como o saldo devedor inicial dividido pelo número de prestações. Aplica-se a taxa de juros acordada sobre o saldo devedor não amortizado do respectivo mês para se calcular a parcela da prestação destinada ao pagamento de juros. A soma de ambas resulta na prestação mensal total. As parcelas mensais decrescem no tempo, sendo a primeira parcela a maior no período do financiamento, conforme a redução do saldo devedor e, conseqüentemente, do pagamento de juros.

nível no período da pandemia de COVID-19, no qual as taxas de juros alcançaram níveis historicamente muito baixos. Igualmente, no período de 2012 a 2013 o indicador atinge níveis bem acima da média da amostra (77), evidenciando o impacto dos cortes da taxa básica de juros do período, ainda que em menor magnitude que no período de 2020 a 2021. Os níveis mais baixos da série histórica são atingidos no período de 2015 a 2017, no qual o país conviveu com taxas de juros elevadas. Conclui-se, à primeira vista, a grande sensibilidade do indicador de *housing affordability* à taxa básica de juros da economia e, por conseguinte, a taxa de juros de financiamento imobiliário.

Figura 1: Evolução do Indicador de *Housing Affordability*



Fonte: Elaboração Própria

Tabela 1: Estatística Descritiva do indicador de *Housing Affordability*

Estatísticas descritivas, usando as observações 2012:01 - 2022:06
para a variável 'HAI' (126 observações válidas)

Média	77,214
Mediana	79,105
Mínimo	55,880
Máximo	97,046
Desvio padrão	10,273
C.V.	0,13305
Enviesamento	-0,30957
Curtose Ex.	-0,91423
percentil de 5%	59,717
percentil de 95%	92,051
Intervalo interquartil	16,073
Obs. ausentes	0

Fonte: Gretl

Pela análise do gráfico da variável *Demand* (i.e. concessões de financiamentos imobiliários via SBPE, em R\$ milhões), observa-se que esta tem uma relação diretamente proporcional ao indicador *HAI*, ou seja, o crescimento do indicador de *HAI* se correlaciona positivamente ao crescimento da demanda por imóveis. Corrobora-se assim as considerações teóricas anteriormente mencionadas, isto é, com a maior facilidade de acesso à moradia, a demanda por imóveis aumenta.

Figura 2: Evolução do Volume de Financiamentos Imobiliários via SBPE



Fonte: Abecip

Tabela 2: Estatística Descritiva da variável *Demand*

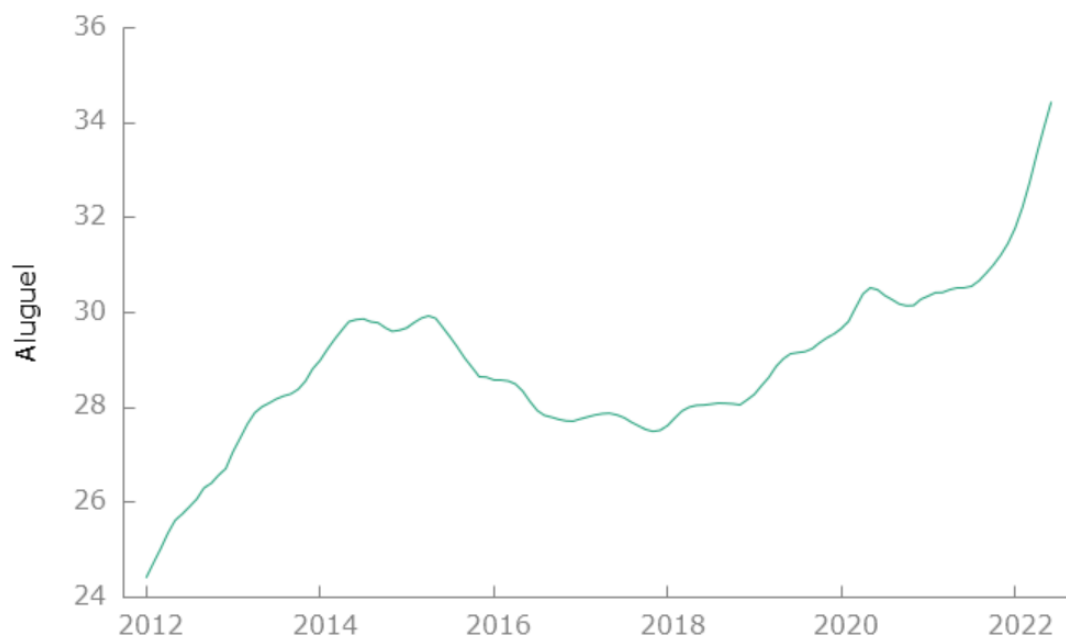
Estatísticas descritivas, usando as observações 2012:01 - 2022:06
para a variável 'Demand' (126 observações válidas)

Média	6070,7
Mediana	5095,9
Mínimo	2327,7
Máximo	16437,
Desvio padrão	3399,9
C.V.	0,56005
Enviesamento	1,2975
Curtose Ex.	0,91504
percentil de 5%	2458,2
percentil de 95%	14446,
Intervalo interquartil	3650,2
Obs. ausentes	0

Fonte: Gretl

Percebe-se que a variável *Aluguel* (R\$/m²) apresenta comportamento próximo as variáveis *HAI* e *Demand*, porém com certa defasagem. Observa-se que no período de 2020 a 2022, o crescimento de *Demand* e *HAI* precederam o crescimento de *Aluguel*:

Figura 3: Evolução do Preço de Aluguel (R\$/m2) no Brasil



Fonte: FipeZAP

Tabela 3: Estatística Descritiva da variável *Aluguel*

Estatísticas descritivas, usando as observações 2012:01 - 2022:06
para a variável 'Aluguel' (126 observações válidas)

Média	28,868
Mediana	28,646
Mínimo	24,415
Máximo	34,441
Desvio padrão	1,6922
C.V.	0,058617
Enviesamento	0,26711
Curtose Ex.	1,1718
percentil de 5%	25,813
percentil de 95%	31,667
Intervalo interquartil	2,0252
Obs. ausentes	0

Fonte: Gretl

Notadas as relações visuais entre as variáveis, cumpre agora testar formalmente as conclusões iniciais desse primeiro exercício gráfico.

6. ANÁLISES ECONOMETRICAS

Os testes formais e análises econométricas da presente seção foram baseadas em cálculos provenientes do software estatístico Gretl.

Antes de testarmos a relação de causalidade Granger das variáveis *HAI* e *Demand*, cumpre realizar testes para verificar a existência de raiz unitária e/ou cointegração entre as variáveis do modelo (*HAI*, Demanda “*D*”, Aluguel “*R*”). Quando as variáveis não possuem raiz unitária, as variáveis em nível são utilizadas para o teste. Porém, quando ao menos uma das variáveis tem raiz unitária, o nível não pode ser usado para o teste, sendo o teste de cointegração necessário. As variáveis em nível serão utilizadas quando a cointegração entre duas variáveis existe mesmo que pelo menos uma tenha raiz unitária. No entanto, no caso em que as variáveis têm raiz unitária e não têm cointegração simultaneamente, a diferença de defasagem de duas variáveis é usada para realizar o teste de causalidade de Granger.

Para testar a hipótese de não estacionariedade/raiz unitária, utiliza-se o teste aumentado de Dickey and Fuller, o qual aponta a existência de raiz unitária nas três variáveis do modelo (*HAI*, *D*, *R*) para os testes com constante e constante com tendência:

Tabela 4: Teste de Raiz Unitária (ADF) – Variável *HAI*

Teste Aumentado de Dickey-Fuller para HAI				
testar para baixo a partir de 13 defasagens, critério BIC				
tamanho da amostra: 125				
hipótese nula de raiz unitária: $\alpha = 1$				
teste com constante				
incluindo 0 defasagens de $(1-L)HAI$				
modelo: $(1-L)y = b_0 + (\alpha-1)*y(-1) + e$				
valor estimado de $(\alpha - 1)$: -0,0722297				
estatística de teste: $\tau_c(1) = -2,14534$				
p-valor assintótico 0,2269				
coeficiente de 1ª ordem para e: -0,174				
Regressão de Dickey-Fuller				
MQO, usando as observações 2012:02-2022:06 (T = 125)				
Variável dependente: d_HAI				
	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor
const	5,49732	2,62391	2,095	0,0382 **
HAI_1	-0,0722297	0,0336682	-2,145	0,2269
AIC: 694,579 BIC: 700,236 HQC: 696,877				

com constante e tendência
incluindo 0 defasagens de (1-L)HAI
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0,0729124
estatística de teste: $\tau_{ct}(1) = -2,14658$
p-valor assintótico 0,5191
coeficiente de 1ª ordem para e: -0,174

Regressão de Dickey-Fuller
MQO, usando as observações 2012:02-2022:06 (T = 125)
Variável dependente: d_HAI

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor	
const	5,42448	2,65850	2,040	0,0435	**
HAI_1	-0,0729124	0,0339669	-2,147	0,5191	
time	0,00196229	0,00966050	0,2031	0,8394	

AIC: 696,537 BIC: 705,022 HQC: 699,984

Fonte: Gretl

Tabela 5: Teste de Raiz Unitária (ADF) – Variável *Demand*

Teste Aumentado de Dickey-Fuller para Demand
testar para baixo a partir de 13 defasagens, critério BIC
tamanho da amostra: 124
hipótese nula de raiz unitária: $a = 1$

teste com constante
incluindo 1 defasagem de (1-L)Demand
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0,0165627
estatística de teste: $\tau_c(1) = -0,644335$
p-valor assintótico 0,8584
coeficiente de 1ª ordem para e: -0,012

Regressão aumentada de Dickey-Fuller
MQO, usando as observações 2012:03-2022:06 (T = 124)
Variável dependente: d_Demand

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor	
const	189,057	176,135	1,073	0,2852	
Demand_1	-0,0165627	0,0257052	-0,6443	0,8584	
d_Demand_1	-0,289608	0,0880237	-3,290	0,0013	***

AIC: 2054,3 BIC: 2062,76 HQC: 2057,73

```

com constante e tendência
incluindo 1 defasagem de (1-L)Demand
modelo: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -0,0338939
estatística de teste: tau_ct(1) = -1,1544
p-valor assintótico 0,9183
coeficiente de 1ª ordem para e: -0,012

Regressão aumentada de Dickey-Fuller
MQO, usando as observações 2012:03-2022:06 (T = 124)
Variável dependente: d_Demand

-----
               coeficiente   erro padrão   razão-t   p-valor
-----
const          80,8082       197,118     0,4099    0,6826
Demand_1       -0,0338939     0,0293606   -1,154    0,9183
d_Demand_1     -0,285352       0,0879220   -3,246    0,0015 ***
time           3,29689       2,71612     1,214    0,2272

AIC: 2054,78   BIC: 2066,07   HQC: 2059,37

```

Fonte: Gretl

Tabela 6: Teste de Raiz Unitária (ADF) – Variável *Aluguel*

```

Teste Aumentado de Dickey-Fuller para Aluguel
testar para baixo a partir de 13 defasagens, critério BIC
tamanho da amostra: 121
hipótese nula de raiz unitária: a = 1

teste com constante
incluindo 4 defasagens de (1-L)Aluguel
modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): 0,00293977
estatística de teste: tau_c(1) = 0,755712
p-valor assintótico 0,9933
coeficiente de 1ª ordem para e: 0,009
diferenças defasadas: F(4, 115) = 159,469 [0,0000]

Regressão aumentada de Dickey-Fuller
MQO, usando as observações 2012:06-2022:06 (T = 121)
Variável dependente: d_Aluguel

-----
               coeficiente   erro padrão   razão-t   p-valor
-----
const          -0,0769101     0,112122    -0,6859    0,4941
Aluguel_1       0,00293977     0,00389007    0,7557    0,9933
d_Aluguel_1      1,15580       0,0898808    12,86     5,36e-024 ***
d_Aluguel_2      0,0254017     0,129759     0,1958    0,8451
d_Aluguel_3     -0,565974     0,130119    -4,350     2,96e-05 ***
d_Aluguel_4      0,289924     0,0932428     3,109     0,0024 ***

AIC: -329,772   BIC: -312,997   HQC: -322,959

```

```

com constante e tendência
incluindo 4 defasagens de (1-L)Aluguel
modelo: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
valor estimado de (a - 1): -0,00191661
estatística de teste: tau_ct(1) = -0,373023
p-valor assintótico 0,9885
coeficiente de 1ª ordem para e: 0,004
diferenças defasadas: F(4, 114) = 161,435 [0,0000]

Regressão aumentada de Dickey-Fuller
MQO, usando as observações 2012:06-2022:06 (T = 121)
Variável dependente: d_Aluguel

      coeficiente      erro padrão      razão-t      p-valor
-----
const      0,0426843      0,139187      0,3067      0,7597
Aluguel_1  -0,00191661      0,00513804     -0,3730      0,9885
d_Aluguel_1  1,14782      0,0896382      12,81      8,32e-024 ***
d_Aluguel_2  0,0278182      0,129172       0,2154      0,8299
d_Aluguel_3 -0,562404      0,129543      -4,341      3,08e-05 ***
d_Aluguel_4  0,303520      0,0932934       3,253      0,0015 ***
time        0,000307602      0,000213916      1,438      0,1532

AIC: -329,947   BIC: -310,376   HQC: -321,998

```

Fonte: Gretl

Para testar a hipótese de cointegração entre as variáveis, utiliza-se o teste Engle-Granger com constante e com constante e tendência. Como os resíduos da regressão de cointegração não apresentam estacionariedade (i.e. não se rejeita a hipótese nula de raiz unitária), conclui-se não haver evidência de cointegração entre as duas variáveis a um nível de significância de 5%:

Tabela 7: Teste de Cointegração de Engle-Granger

Passo 4: regressão de cointegração

Regressão de cointegração -

MQO, usando as observações 2012:01-2022:06 (T = 126)

Variável dependente: Demand

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor
const	-42530,9	3281,22	-12,96	9,37e-025 ***
HAI	147,881	17,6047	8,400	9,10e-014 ***
Aluguel	1288,04	106,882	12,05	1,45e-022 ***
Média var. dependente	6070,681	D.P. var. dependente	3399,906	
Soma resid. quadrados	5,00e+08	E.P. da regressão	2016,307	
R-quadrado	0,653922	R-quadrado ajustado	0,648294	
Log da verossimilhança	-1136,005	Critério de Akaike	2278,010	
Critério de Schwarz	2286,519	Critério Hannan-Quinn	2281,467	
rô	0,831951	Durbin-Watson	0,321028	

Passo 5: teste para uma raiz unitária em uhat

Teste Aumentado de Dickey-Fuller para uhat

testar para baixo a partir de 12 defasagens, critério BIC

tamanho da amostra: 124

hipótese nula de raiz unitária: $a = 1$

teste sem constante

incluindo 1 defasagem de $(1-L)uhat$

modelo: $(1-L)y = (a-1)*y(-1) + \dots + e$

valor estimado de $(a - 1)$: -0,115641

estatística de teste: $\tau_c(3) = -2,37849$

p-valor assintótico 0,5479

coeficiente de 1ª ordem para e: 0,016

Passo 4: regressão de cointegração

Regressão de cointegração -

MQO, usando as observações 2012:01-2022:06 (T = 126)

Variável dependente: Demand

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor
const	-41655,8	4231,12	-9,845	3,47e-017 ***
HAI	147,572	17,6936	8,340	1,31e-013 ***
Aluguel	1253,51	149,987	8,357	1,20e-013 ***
time	2,29241	6,95897	0,3294	0,7424
Média var. dependente	6070,681	D.P. var. dependente	3399,906	
Soma resid. quadrados	5,00e+08	E.P. da regressão	2023,654	
R-quadrado	0,654229	R-quadrado ajustado	0,645727	
Log da verossimilhança	-1135,949	Critério de Akaike	2279,898	
Critério de Schwarz	2291,243	Critério Hannan-Quinn	2284,507	
rô	0,832194	Durbin-Watson	0,320579	

Passo 5: teste para uma raiz unitária em uhat

Teste Aumentado de Dickey-Fuller para uhat

testar para baixo a partir de 12 defasagens, critério BIC

tamanho da amostra: 124

hipótese nula de raiz unitária: $a = 1$

teste sem constante

incluindo 1 defasagem de $(1-L)uhat$

modelo: $(1-L)y = (a-1)*y(-1) + \dots + e$

valor estimado de $(a - 1)$: -0,115272

estatística de teste: $\tau_{ct}(3) = -2,37373$

p-valor assintótico 0,7535

coeficiente de 1ª ordem para e: 0,015

Logo, faz-se necessária a diferenciação das variáveis para realização do teste de causalidade de Granger. A primeira diferenciação já é suficiente para tornar as séries *HAI* e *Demand* estacionárias, conforme os testes de Dickey-Fuller (com constante e com constante e tendência). Por outro lado, a variável *Aluguel* demanda duas diferenciações para tornar a série estacionária:

Tabela 8: Teste de Raiz Unitária (ADF) – Variável *HAI* a Primeiras Diferenças

Teste Aumentado de Dickey-Fuller para d_HAI
 testar para baixo a partir de 13 defasagens, critério BIC
 tamanho da amostra: 124
 hipótese nula de raiz unitária: $a = 1$

teste com constante
 incluindo 0 defasagens de $(1-L)d_HAI$
 modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$
 valor estimado de $(a - 1)$: -1,2169
 estatística de teste: $\tau_c(1) = -13,7853$
 p-valor assintótico 1,925e-031
 coeficiente de 1ª ordem para e: 0,010

Regressão de Dickey-Fuller
 MQO, usando as observações 2012:03-2022:06 (T = 124)
 Variável dependente: d_d_HAI

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor
const	-0,125546	0,345758	-0,3631	0,7172
d_HAI_1	-1,21690	0,0882749	-13,79	1,93e-031 ***

AIC: 688,14 BIC: 693,78 HQC: 690,431

com constante e tendência
 incluindo 0 defasagens de $(1-L)d_HAI$
 modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$
 valor estimado de $(a - 1)$: -1,21685
 estatística de teste: $\tau_{ct}(1) = -13,7282$
 p-valor assintótico 1,251e-036
 coeficiente de 1ª ordem para e: 0,010

Regressão de Dickey-Fuller
 MQO, usando as observações 2012:03-2022:06 (T = 124)
 Variável dependente: d_d_HAI

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor
const	-0,177181	0,715261	-0,2477	0,8048
d_HAI_1	-1,21685	0,0886386	-13,73	1,25e-036 ***
time	0,000800610	0,00969635	0,08257	0,9343

AIC: 690,133 BIC: 698,594 HQC: 693,57

Tabela 9: Teste de Raiz Unitária (ADF) – Variável *Demand* a Primeiras Diferenças

Teste Aumentado de Dickey-Fuller para d_Demand
 testar para baixo a partir de 13 defasagens, critério BIC
 tamanho da amostra: 124
 hipótese nula de raiz unitária: $a = 1$

teste com constante
 incluindo 0 defasagens de $(1-L)d_Demand$
 modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$
 valor estimado de $(a - 1)$: -1,30018
 estatística de teste: $\tau_c(1) = -15,0703$
 p-valor assintótico 2,259e-035
 coeficiente de 1ª ordem para e : -0,015

Regressão de Dickey-Fuller
 MQO, usando as observações 2012:03-2022:06 (T = 124)
 Variável dependente: d_d_Demand

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor
const	89,7201	84,9738	1,056	0,2931
d_Demand_1	-1,30018	0,0862742	-15,07	2,26e-035 ***

AIC: 2052,72 BIC: 2058,36 HQC: 2055,01

com constante e tendência
 incluindo 0 defasagens de $(1-L)d_Demand$
 modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$
 valor estimado de $(a - 1)$: -1,30383
 estatística de teste: $\tau_{ct}(1) = -15,0609$
 p-valor assintótico 2,54e-043
 coeficiente de 1ª ordem para e : -0,016

Regressão de Dickey-Fuller
 MQO, usando as observações 2012:03-2022:06 (T = 124)
 Variável dependente: d_d_Demand

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor
const	-24,3350	175,054	-0,1390	0,8897
d_Demand_1	-1,30383	0,0865707	-15,06	2,54e-043 ***
time	1,77209	2,37658	0,7456	0,4573

AIC: 2054,15 BIC: 2062,61 HQC: 2057,59

Tabela 10: Teste de Raiz Unitária (ADF) – Variável *Aluguel* a Primeiras Diferenças

Teste Aumentado de Dickey-Fuller para $d_Aluguel$
 testar para baixo a partir de 13 defasagens, critério BIC
 tamanho da amostra: 121
 hipótese nula de raiz unitária: $a = 1$

teste com constante
 incluindo 3 defasagens de $(1-L)d_Aluguel$
 modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)y(-1) + \dots + e$
 valor estimado de $(a - 1)$: -0,0876402
 estatística de teste: $\tau_c(1) = -1,99776$
 p-valor assintótico 0,288
 coeficiente de 1ª ordem para e: 0,006
 diferenças defasadas: $F(3, 116) = 9,106 [0,0000]$

Regressão aumentada de Dickey-Fuller
 MQO, usando as observações 2012:06-2022:06 (T = 121)
 Variável dependente: $d_d_Aluguel$

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor	
const	0,00769085	0,00622479	1,236	0,2191	
$d_Aluguel_1$	-0,0876402	0,0438691	-1,998	0,2880	
$d_d_Aluguel_1$	0,250358	0,0867625	2,886	0,0047	***
$d_d_Aluguel_2$	0,277687	0,0899431	3,087	0,0025	***
$d_d_Aluguel_3$	-0,287892	0,0930316	-3,095	0,0025	***

AIC: -331,172 BIC: -317,193 HQC: -325,495

com constante e tendência
 incluindo 3 defasagens de $(1-L)d_Aluguel$
 modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)y(-1) + \dots + e$
 valor estimado de $(a - 1)$: -0,0878877
 estatística de teste: $\tau_{ct}(1) = -2,01651$
 p-valor assintótico 0,5917
 coeficiente de 1ª ordem para e: 0,006
 diferenças defasadas: $F(3, 115) = 8,739 [0,0000]$

Regressão aumentada de Dickey-Fuller
 MQO, usando as observações 2012:06-2022:06 (T = 121)
 Variável dependente: $d_d_Aluguel$

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor	
const	-0,00903397	0,0122096	-0,7399	0,4609	
$d_Aluguel_1$	-0,0878877	0,0435841	-2,017	0,5917	
$d_d_Aluguel_1$	0,234512	0,0867734	2,703	0,0079	***
$d_d_Aluguel_2$	0,261205	0,0899583	2,904	0,0044	***
$d_d_Aluguel_3$	-0,301954	0,0928494	-3,252	0,0015	***
time	0,000255151	0,000160607	1,589	0,1149	

AIC: -331,799 BIC: -315,024 HQC: -324,986

Tabela 11: Teste de Raiz Unitária (ADF) – Variável *Aluguel* a Segunda Diferença

Teste Aumentado de Dickey-Fuller para $d_d_Aluguel$
 testar para baixo a partir de 13 defasagens, critério BIC
 tamanho da amostra: 118
 hipótese nula de raiz unitária: $a = 1$

teste com constante
 incluindo 5 defasagens de $(1-L)d_d_Aluguel$
 modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
 valor estimado de $(a - 1)$: -1,30818
 estatística de teste: $\tau_c(1) = -7,10406$
 p-valor assintótico 1,727e-010
 coeficiente de 1ª ordem para e: -0,022
 diferenças defasadas: $F(5, 111) = 8,855 [0,0000]$

Regressão aumentada de Dickey-Fuller
 MQO, usando as observações 2012:09-2022:06 (T = 118)
 Variável dependente: $d_d_d_Aluguel$

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor	
const	0,00231605	0,00522532	0,4432	0,6585	
$d_d_Aluguel_1$	-1,30818	0,184146	-7,104	1,73e-010	***
$d_d_d_Aluguel_1$	0,514327	0,164615	3,124	0,0023	***
$d_d_d_Aluguel_2$	0,742951	0,144464	5,143	1,17e-06	***
$d_d_d_Aluguel_3$	0,254277	0,124319	2,045	0,0432	**
$d_d_d_Aluguel_4$	0,335688	0,112894	2,973	0,0036	***
$d_d_d_Aluguel_5$	0,373268	0,0873615	4,273	4,10e-05	***

AIC: -336,122 BIC: -316,727 HQC: -328,247

com constante e tendência
 incluindo 5 defasagens de $(1-L)d_d_Aluguel$
 modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
 valor estimado de $(a - 1)$: -1,4282
 estatística de teste: $\tau_{ct}(1) = -7,53745$
 p-valor assintótico 6e-011
 coeficiente de 1ª ordem para e: -0,041
 diferenças defasadas: $F(5, 110) = 9,746 [0,0000]$

Regressão aumentada de Dickey-Fuller
 MQO, usando as observações 2012:09-2022:06 (T = 118)
 Variável dependente: $d_d_d_Aluguel$

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor	
const	-0,0204635	0,0117215	-1,746	0,0836	*
$d_d_Aluguel_1$	-1,42820	0,189480	-7,537	6,00e-011	***
$d_d_d_Aluguel_1$	0,607901	0,167636	3,626	0,0004	***
$d_d_d_Aluguel_2$	0,817960	0,146301	5,591	1,66e-07	***
$d_d_d_Aluguel_3$	0,312573	0,125245	2,496	0,0141	**
$d_d_d_Aluguel_4$	0,375590	0,112592	3,336	0,0012	***
$d_d_d_Aluguel_5$	0,395613	0,0865686	4,570	1,28e-05	***
time	0,000340592	0,000157501	2,162	0,0327	**

AIC: -339,034 BIC: -316,869 HQC: -330,035

Com as variáveis *HAI* e *Demand* a primeiras diferenças e a variável *Aluguel* a segunda diferença, podemos realizar o teste de causalidade de Granger no sentido de *HAI* Granger-causar a variável *Demand*, usando como base um modelo VAR com 11 defasagens:

Tabela 12: Teste de Causalidade de Granger *HAI* → *Demand*

Equação 1: d_Demand

Erros padrão robustos à heteroscedasticidade, variante HCl

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor	
const	82,3982	79,7817	1,033	0,3049	
d_Demand_1	-0,403904	0,118361	-3,412	0,0010	***
d_Demand_2	0,0594732	0,138432	0,4296	0,6686	
d_Demand_3	0,369474	0,153865	2,401	0,0187	**
d_Demand_4	0,156560	0,110141	1,421	0,1591	
d_Demand_5	0,224854	0,136991	1,641	0,1047	
d_Demand_6	0,0533860	0,118412	0,4509	0,6533	
d_Demand_7	-0,156554	0,134080	-1,168	0,2465	
d_Demand_8	-0,255981	0,135485	-1,889	0,0625	*
d_Demand_9	-0,0972640	0,135586	-0,7174	0,4753	
d_Demand_10	-0,125747	0,115534	-1,088	0,2797	
d_Demand_11	-0,0691860	0,133061	-0,5200	0,6045	
d_HAI_1	19,9096	27,9231	0,7130	0,4779	
d_HAI_2	7,81383	22,2614	0,3510	0,7265	
d_HAI_3	7,91033	21,7733	0,3633	0,7173	
d_HAI_4	-16,7790	24,3527	-0,6890	0,4928	
d_HAI_5	-23,4969	24,7447	-0,9496	0,3452	
d_HAI_6	-25,0716	22,7821	-1,100	0,2745	
d_HAI_7	-35,4471	25,7788	-1,375	0,1730	
d_HAI_8	26,8251	21,5474	1,245	0,2168	
d_HAI_9	19,0383	21,2719	0,8950	0,3735	
d_HAI_10	76,7297	24,7828	3,096	0,0027	***
d_HAI_11	90,1926	23,6036	3,821	0,0003	***
d_d_Aluguel_1	1371,90	2185,54	0,6277	0,5320	
d_d_Aluguel_2	-2508,03	1869,79	-1,341	0,1837	
d_d_Aluguel_3	2221,18	1980,11	1,122	0,2654	
d_d_Aluguel_4	6468,95	2533,19	2,554	0,0126	**
d_d_Aluguel_5	-1208,20	1681,77	-0,7184	0,4746	
d_d_Aluguel_6	-1248,17	2024,42	-0,6166	0,5393	
d_d_Aluguel_7	2665,44	2177,15	1,224	0,2245	
d_d_Aluguel_8	537,326	1900,83	0,2827	0,7782	
d_d_Aluguel_9	-3132,48	1586,05	-1,975	0,0518	*
d_d_Aluguel_10	-1489,42	1936,32	-0,7692	0,4441	
d_d_Aluguel_11	3419,69	1563,69	2,187	0,0317	**
Média var. dependente	62,29907	D.P. var. dependente	1008,246		
Soma resid. quadrados	61494865	E.P. da regressão	882,2789		
R-quadrado	0,459884	R-quadrado ajustado	0,234265		
F(33, 79)	2,283185	P-valor(F)	0,001484		
rô	0,028666	Durbin-Watson	1,940961		

Testes-F com zero restrições:

Todas as defasagens de d_Demand	F(11, 79) =	2,1079 [0,0290]
Todas as defasagens de d_HAI	F(11, 79) =	1,9073 [0,0507]
Todas as defasagens de d_d_Aluguel	F(11, 79) =	2,0433 [0,0348]
Todas as variáveis, defasagem 11	F(3, 79) =	5,5577 [0,0016]

O teste de causalidade de Granger indica que há evidência do indicador *HAI* Granger-causar ou preceder temporalmente a variável *Demand* a um nível de significância de 10% (p-valor de 5,07%). Ou seja, há evidências de que as defasagens de *HAI* melhoram a capacidade de explicar ou prever a variável *Demand*. Importante ressaltar que o indicador *HAI* se relaciona com a variável *Demand* de forma bastante defasada ao se notar que as defasagens de *HAI* com maior significância estatística são a 10 e 11. Os coeficientes de *HAI* nas defasagens 10 e 11 também apresentam sinal positivo, o que condiz com a análise gráfica anteriormente realizada, na qual ficou evidente há correlação positivo entre o indicador *HAI* e a variável *Demand*.

7. CONCLUSÕES

A hipótese de que o indicador de *housing affordability*, computado segundo a metodologia de razão-renda, tem poder preditivo em relação a variável *Demand*, ou seja de que é um bom indicador antecedente da demanda por imóveis no Brasil, foi respaldada pelos testes econométricos formais. Portanto, há evidências da utilidade do indicador de *housing affordability* na realidade do mercado imobiliário brasileiro. Nota-se, porém, que o indicador *HAI* parece influenciar a variável *Demand* de forma bastante defasada.

O presente estudo foi uma tentativa inicial de demonstrar como a mensuração de indicadores de *housing affordability* pode ser de grande valia para os estudiosos e operadores do mercado imobiliário brasileiro. Reconhece-se que estudos mais avançados e específicos serão necessários para dar maior concretude à utilização prática de indicadores de *housing affordability* no estudo e previsão da demanda por imóveis no Brasil, por meio seja do aprimoramento do indicador ou uso de metodologias alternativas, bem como testes mais aprofundados.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAJARI, P.; et al. A dynamic model of housing demand: Estimation and policy implications. **International Economic Review**, v. 54, n. 2, p. 409-442, 2013.
- BRAMLEY, G. Affordability, poverty and housing need: Triangulating measures and standards. **Journal of Housing and Built Environment**, v. 27, n. 2, 2012.
- BURKE, T.; STONE, M.; & RALSTON, L. The Residual Income Method: A New Lens on Housing Affordability and Market Behaviour. **Melbourne: Australian Housing and Urban Research Institute**, AHURI Final Report No. 176, 2011.
- DUCA, John V. et al. Can mortgage applications help predict home sales?. **Economic Review-Federal Reserve Bank of Dallas**, p. 21-30, 1996.
- HANCOCK, K. E. Can pay? Won't pay? Or economic principles of "affordability". **Urban Studies**, v. 30, n. 1, p. 127-145, 1993.
- HOWENSTINE, E. J. Attacking Housing Costs: Foreign Policy and Strategies,. **New Jersey: Centre for Urban Policy Research**, 1983.
- HULCHANSKI, J. The concept of housing affordability: Six contemporary uses of the housing expenditure-to-income ratio. **Housing Studies**, v. 10, n. 4, 1995. DOI: [10.1080/02673039508720833](https://doi.org/10.1080/02673039508720833)
- ISAAC, M.; MARKS, A.; SCHWARTZ, M. The economic theory of housing demand: a critical review. **Journal of Real Estate Research**, v. 6, n. 3, p. 381-393, 1991.
- JI, Kyuhyun; KIM, Jungin; KIM, Jinyoo. Housing affordability index in Korea. **Hous Urban Aff Rev**, v. 38, p. 37-53, 2006.
- LI, J. Recent Trends on Housing Affordability Research: What are We up to? **Urban Research Group**, CityU on Cities Working Paper Series, n. 5, 2014.
- MACLENNAN, D. Affordable Housing in Britain and America. **York: Joseph Rowntree Foundation**, 1990.
- MAYO, S. Theory and estimation in the economics of housing demand. **Journal of Urban Economics**, v. 10, n. 1, p. 95-116, 1981.
- National Association of Realtors. Housing Affordability Index: Methodology. **Available at:** <https://www.nar.realtor/researchandstatistics/housingstatistics/housingaffordabilityindex/methodology>, 2017.
- RAMIREZ, G. Indicadores de housing affordability para o mercado brasileiro. Tese de Doutorado, **Fundação Getúlio Vargas**, 2013.
- SANTOS, Cláudio Hamilton Matos dos; CRUZ, Bruno de Oliveira. Dinâmica dos mercados habitacionais metropolitanos: aspectos teóricos e uma aplicação para a Grande São Paulo. 2000.

STONE, M. Shelter Poverty. New Ideas on Housing Affordability. **Philadelphia: Temple University Press**, 1993.

STONE, M. What is housing affordability? The case for residual income approach. **Housing Policy Debate**, v. 17, n.1, 2006b.

STONE, M. The Residual Income Approach to Housing Affordability: The Theory and the Practice. **Available at:** http://works.bepress.com/michael_stone/7, 2011.

YIP, N. Housing affordability in England. Tese de Doutorado. **University of York**, 1995.