

Definição do momento ótimo para contratação de financiamento habitacional usando simulação de Monte Carlo

Kascilene Gonçalves Machado^[1], Warley Henrique Carvalho Pereira^[2], Kíssila Samila de Oliveira Meireles^[3]

[1] kascilene.machado@uff.edu.br. Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares (UFJF-GV) / Departamento de Administração. [2] warleyhenrique_93@hotmail.com. Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares (UFJF-GV) / Departamento de Economia. [3] samylla_gv@hotmail.com. Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares (UFJF-GV) / Departamento de Administração.

RESUMO

Dados estatísticos revelam que os financiamentos habitacionais têm tido ampla procura como opção para a compra de imóveis e que o nível de inadimplência e a quantidade de imóveis leiloados também têm tido aumentos expressivos nos últimos anos. Esses dados mostram que a decisão de compra da casa própria financiada nem sempre é realizada de forma planejada, ocasionando altos custos e dificuldade de honrar os compromissos financeiros assumidos pelo mutuário. Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa é desenvolver uma ferramenta de simulação, empregando técnicas de simulação de Monte Carlo, que auxilie os consumidores na tomada de decisão quanto ao financiamento de longo prazo na aquisição de imóveis, indicando o momento mais adequado para a realização dessa compra, com o menor custo possível. Um grande número de simulações, empregando estudo de casos reais, foi realizado para verificar a validade do modelo proposto, permitindo avaliar o comportamento dos custos da dívida. Os resultados obtidos indicam que o custo da dívida pode ser reduzido em mais de 40% se o requisitante optar por postergar o financiamento com a finalidade de obter um maior montante financeiro a ser dado como entrada, reduzindo o saldo devedor e o período de financiamento.

Palavras-chave: Custo da dívida. Financiamento habitacional. Simulação de Monte Carlo.

ABSTRACT

Statistical data show that housing finance has been in wide demand as an option for the purchase of real estate and that the level of default and the number of properties auctioned have also increased significantly in recent years.. These data show that the decision to purchase the financed home is not always carried out in an organized way, impacting on high costs and the difficulty in meeting financial commitments made by the borrower. In this context, the objective of this research is to develop a simulation tool, using Monte Carlo simulation techniques, to help consumers make decisions regarding long-term financing in the acquisition of properties. A large number of simulations, using a real-case study, were carried out to verify the validity of the proposed model, allowing the evaluation the behavior of debt costs. The results obtained in this research indicate that the cost of debt can be reduced by more than 40% if the requester chooses to postpone the financing for a few years in order to obtain a greater financial amount to be given as input, reducing the outstanding balance and the financing period.

Keywords: *Cost of debt. Housing finance. Monte Carlo simulation.*

1 Introdução

A conquista da casa própria é um sonho da maioria dos cidadãos, e esse sonho vem se tornando realidade. De acordo com a Associação Brasileira das Entidades de Crédito Imobiliário e Poupança (ABECIP, 2020), de 2010 a 2019 foi financiado um valor total de R\$ 742,33 bilhões, referentes à aquisição de 3.678.804 unidades habitacionais.

A tomada de decisão quanto à aquisição de um imóvel é uma ação importante e deve ser bem planejada. O consumidor pode adquirir um imóvel mediante pagamento à vista ou a prazo; nesse último caso, ele recorrerá a financiamentos. De acordo com Mendonça (2013), os agentes demandam empréstimos hipotecários pelo fato de não possuírem riqueza suficiente para financiarem seus imóveis e tomam emprestado do sistema bancário a quantidade máxima de empréstimos que este está disposto a oferecer.

O financiamento de longo prazo pode apresentar um alto custo para o consumidor. Os encargos financeiros cobrados no financiamento são elevados, impactando as prestações mensais a serem pagas e, conseqüentemente, dificultando o pagamento da dívida contraída, resultando no risco de inadimplência. De acordo com o Instituto Gestão de Excelência Operacional em Cobrança – Instituto Geoc (2016), a parcela de mutuários com prestações em atraso quase triplicou em 2016. No ano de 2015, 5,6% dos mutuários estavam com prestações de imóveis atrasadas há mais de trinta dias; já em 2016, esse número aumentou para 15,2%. Em 2019, 5,2 milhões de contratos ativos com a Caixa Econômica Federal (CEF) estavam com parcelas atrasadas, o que representa uma dívida de R\$ 10,1 bilhões (BRANT, 2019).

Os encargos e o percentual pago sobre o valor contratado – ou seja, o custo da dívida – nem sempre são de conhecimento do indivíduo, que, ao contratar o financiamento para aquisição da casa própria, não faz uma análise mais detalhada sobre os custos e benefícios desse tipo de negócio, nem sequer verifica sua viabilidade econômica. Para o consumidor, um dos motivos que incentivam a compra da casa própria é a certeza de estar investindo dinheiro em um imóvel seu ao invés de gastar com aluguel, que, segundo sua visão, é um dinheiro “jogado fora”. Além disso, o que se observa em geral é que o processo de tomada de decisão do consumidor é afetado por diversas variáveis; entre elas estão a cultura, a classe social, a família e influências pessoais, que justificam e orientam determinadas escolhas de consumo. Nota-se que há

um forte apelo emocional relacionado à compra da casa própria.

Para muitos desses mutuários, a aquisição da tão sonhada casa própria pode se transformar em pesadelo, isso porque, de acordo com a Lei nº 9.514, de 20 de novembro de 1997, a instituição financeira pode retomar o bem do mutuário quando houver a partir de trinta dias de atraso, apenas, no pagamento de uma parcela (BRASIL, 1997). Segundo Laporta (2016), o atraso no pagamento das prestações tem feito muitos mutuários perderem seus imóveis. Farina (2018) relata que o estoque de imóveis recuperados pela CEF no ano de 2018, até o mês de julho, foi de 47 mil unidades. O autor afirma também que, em 2018, a mesma instituição havia colocado à venda ou para leilão, até o mesmo mês, 19,4 mil casas e apartamentos retomados de quem deixou de pagar as prestações em dia, enquanto em 2017 foram 28,2 mil imóveis. Já no ano de 2019, até o mês de maio, o estoque de imóveis a serem leiloados pela CEF subiu para 60 mil, um aumento de 27,66% em relação ao ano anterior (GERCINA; CASTELANI, 2019). Visando minimizar esses riscos e beneficiar o usuário na aquisição de imóveis ao menor custo possível, pretende-se, com este trabalho, apresentar uma ferramenta de simulação para auxiliar na tomada de decisão quanto a financiamentos de longo prazo, indicando o momento mais adequado para a compra do imóvel. A partir dessa ferramenta, é possível também dar uma precisão temporal de quando o comprador poderá atingir seu objetivo (compra do imóvel residencial), com planejamento e disciplina, evitando perdas financeiras desnecessárias, devidas a pagamentos de juros, ao decidir por postergar, por alguns anos, o sonho da casa própria. Por fim, pode-se dizer que o estudo é um apoio ao planejamento financeiro das famílias e um incentivo à melhoria de suas finanças pessoais, principalmente no que se refere à conscientização sobre a importância de poupar, aplicar e investir melhor uma parte de sua renda, o que irá propiciar um consumo de menor custo em um momento futuro.

2 Referencial teórico

2.1 Sistemas habitacionais e crédito imobiliário

Segundo Cagnin (2012), o crédito para a aquisição da moradia no Brasil é concedido principalmente por meio do Sistema Financeiro de Habitação (SFH) e do Sistema de Financiamento Imobiliário (SFI). O SFH

foi criado em meados da década de 1960, pela Lei nº 4.380, de 1964 (BRASIL, 1964), no âmbito de uma reformulação geral do Sistema Financeiro Nacional. A mesma lei instituiu a correção monetária, com os objetivos de abrir o mercado para a colocação à venda de títulos do governo e de viabilizar financiamentos de longo prazo, e tem como característica a regulamentação das condições de financiamento imobiliário – por exemplo, taxa de juros, quota, prazos etc. Nesse sistema estão incluídas as operações contratadas com recursos do saldo agregado das cadernetas de poupança (Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo – SBPE) e do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), inclusive o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV).

O saldo de depósitos em caderneta de poupança representa a principal fonte de recursos privados destinados ao financiamento de operações de crédito imobiliário, pois é utilizado como base de cálculo para o direcionamento compulsório de recursos para esse mercado (COSTA, 2004). Já o uso dos recursos do FGTS, feito na captação de recursos para a habitação, prioriza, desde 2003, o atendimento de famílias de baixa renda, com ampliação da dotação orçamentária destinada ao financiamento da habitação popular. Esses recursos viabilizam o subsídio a famílias nas faixas de renda situadas abaixo de três salários mínimos (POTRICH; POTRICH, 2012).

O SFI foi criado em 1997, pela Lei nº 9.514, a fim de introduzir novos instrumentos de captação de recursos e criar um mercado capaz de dar maior liquidez aos créditos imobiliários. Diferentemente do SFH, ele não estabelece limites de financiamento ou teto para as taxas de juros cobradas nem determina valores máximos para os imóveis, permitindo a livre negociação entre as partes, sem regulamentação das condições de financiamento. Através de um conjunto de normas legais, o SFI busca estabelecer condições para o desenvolvimento de um mercado de crédito imobiliário baseado em mecanismos que permitam que as operações sejam livremente negociadas e pactuadas e que novos recursos sejam canalizados para o financiamento habitacional (COSTA, 2004).

As instituições financeiras devem operar oferecendo crédito imobiliário conforme a legislação que rege o sistema. De acordo com a Lei nº 9.514, no ato da contratação e sempre que solicitado pelo devedor, o credor deve apresentar o seguinte conjunto de informações: (i) saldo devedor e prazo remanescente do contrato; (ii) taxa de juros contratual, nominal e efetiva, nas periodicidades mensal e anual;

(iii) valores repassados pela instituição credora às seguradoras, a título de pagamento de prêmio de seguro pelo mutuário, por tipo de seguro; (iv) taxas, custos e demais despesas cobradas juntamente com a prestação, discriminadas uma a uma; (v) somatório dos valores já pagos ou repassados relativos a juros, amortização, prêmio de seguro por tipo de seguro, taxas, custos e demais despesas discriminadas por tipo (BRASIL, 1997).

De acordo com Royer (2016), o crédito imobiliário vem aumentando sua participação no PIB de forma consistente e vem respondendo por uma parcela crescente do desempenho das operações de crédito no país. Essa afirmação pode ser comprovada observando o aumento do volume de recursos das operações de crédito imobiliário (saldo da carteira de crédito com recursos direcionados para pessoas jurídicas – financiamento imobiliário total): de R\$ 9,2 bilhões em dezembro de 2008 para R\$ 66,2 bilhões em dezembro de 2014. O volume movimentado pelo crédito direcionado para pessoas físicas (financiamento imobiliário total) também cresceu consideravelmente no período: de um saldo de R\$ 59,7 bilhões em dezembro de 2008 foi para R\$ 431,7 bilhões em dezembro de 2014.

No entanto, observa-se uma queda na demanda por crédito imobiliário nos anos de 2015 e 2016, devido à recessão econômica e à crise política. Nesse período, houve um aumento expressivo da taxa de desemprego e redução da renda das famílias. A demanda também foi afetada pelo aumento da taxa de juros e pela escassez de crédito. Porém, os valores voltaram a subir entre os anos de 2017 e 2019. Somente no ano de 2019, foram R\$ 70,04 bilhões em crédito habitacional.

A demanda pelo crédito imobiliário pode ser influenciada por diversos fatores. Mendonça (2013) analisa, em seu trabalho, os determinantes dessa demanda no Brasil e investiga o efeito de um choque de política monetária nessa variável. Os resultados apontam que a procura por esse tipo de crédito tem estado sujeita a ciclos de retração e expansão desde 2003 e que as alterações na política monetária impactam diretamente o interesse pelo financiamento habitacional.

De acordo com Potrich e Potrich (2012), a taxa de juros é um dos principais fatores que influenciam a compra de imóveis financiados e tem impacto significativo na oferta e na procura de crédito imobiliário. Do lado da oferta, isso se explica porque, à medida que ocorre uma redução na taxa de juros, os bancos buscam produtos alternativos. Em relação ao consumo, isso ocorre porque a redução da taxa de

juros amplia a capacidade de pagamento do tomador de crédito. Por outro lado, aumentos na taxa de juros reduzem essa capacidade de pagamento.

Segundo Warnock e Warnock (2008), em um ambiente macroeconômico instável, com inflação volátil, o credor incorrerá em um risco de taxa de juros que, normalmente, será repassado para os mutuários. Os autores afirmam ainda que o risco de taxa de juros retarda o desenvolvimento do sistema financeiro de habitação, uma vez que os credores ficam mais cautelosos na oferta de novos créditos e os mutuários não conseguem reembolsar seus empréstimos, tendo uma maior dificuldade para quitação da dívida.

Por outro lado, de acordo com Carballo-Huerta e González-Ibarra (2009), em um ambiente macroeconômico estável, o aumento da disponibilidade de recursos para financiar o setor privado e o papel ativo das instituições de crédito do setor público no mercado de crédito hipotecário explicam a expansão desse tipo de crédito e o crescente número de famílias com acesso ao financiamento da habitação.

O aumento da disponibilidade de crédito imobiliário também afeta o valor dos imóveis. Quanto maior a oferta de crédito, mais o preço tende a aumentar. Anundsen e Jansen (2013) concluem em seu trabalho que há uma interação entre essas variáveis, em que os preços mais altos da habitação levam a uma expansão do crédito, que, por sua vez, exerce pressão sobre os preços.

Os preços mais elevados da habitação aumentam o montante de crédito necessário para financiar uma determinada compra habitacional e, conseqüentemente, o endividamento das famílias, cujas expectativas sobre o desenvolvimento futuro de seus próprios rendimentos são incertas, havendo a possibilidade de não conseguirem efetuar o pagamento das parcelas do financiamento habitacional contratado. Segundo Ihlanfeldt e Mayock (2015), os mutuários com valores de financiamentos menores são considerados menos propensos a inadimplência. Assim, a variável valor do financiamento (saldo devedor) desempenha um papel crítico no custo dos empréstimos e na decisão de aprovação destes.

Warnock e Warnock (2008) dizem que, para avaliar adequadamente um empréstimo, um credor deve ter informações sobre a solvabilidade dos potenciais mutuários, as quais permitem a determinação da probabilidade de inadimplência. Essas informações poderiam ser produzidas por uma fonte de histórico de crédito padronizada e precisa, como registros públicos de crédito ou agências de crédito privadas.

Os consumidores também possuem capacidade limitada para processar as informações, seja pela falta de acesso a um conjunto mais detalhado de dados que poderiam auxiliar no entendimento das informações, seja pelo fato de desconhecerem todas as informações envolvidas em um processo – neste caso, o mercado imobiliário e os financiamentos habitacionais.

Ihlanfeldt e Mayock (2015) relatam, em seu trabalho, diversos estudos que indicam que os consumidores muitas vezes tomam decisões financeiras subótimas – por exemplo, a contratação de crédito de alto custo quando há opções de crédito de menor custo. Andersson e Mayock (2015) dizem que existem assimetrias importantes no processo de ajuste da dívida: enquanto os consumidores assumem grandes montantes de dívidas rapidamente, as dívidas em atraso são liquidadas muito devagar. E, ao se tornarem inadimplentes, os consumidores demoram em renegociar a dívida, cujo refinanciamento poderia resultar em uma economia de custo.

2.2 Sistemas de amortização

Os financiamentos adquiridos são pagos através dos sistemas de amortização. Segundo Assaf Neto (2014), os sistemas de amortização são desenvolvidos basicamente para operações de empréstimos e financiamentos de longo prazo e envolvem desembolsos periódicos e encargos financeiros, ou seja, a forma de devolução do capital principal mais os juros. Portanto, os sistemas de amortização levam a um processo pelo qual se paga uma dívida, mediante o pagamento de uma série de prestações que envolvem a amortização do principal e os juros.

Para os financiamentos habitacionais realizados por meio do sistema SFH, são utilizados dois sistemas de amortização: sistema francês de amortização (Tabela Price) e sistema de amortização constante (SAC). De acordo com Carvalhal da Silva (2010), a diferença entre os sistemas de amortização está no método de cálculo dos juros e da amortização do principal, mas, em qualquer dos dois sistemas, a prestação paga será sempre composta de uma parcela de juros e outra de amortização. Faro (2013) afirma que, no caso de financiamentos habitacionais, que costumam ser de longo prazo, o esquema de prestações constantes é o mais popular.

No sistema Price, as prestações são fixas, com parcelas de amortização crescentes e juros decrescentes. O encargo mensal, durante o prazo contratado, tem pequenas variações em função da

alteração dos valores de seguro. Já no sistema SAC, as prestações são decrescentes, com parcelas de amortização constantes e parcelas decrescentes de juros. Assim, o valor do encargo mensal diminui ao longo do tempo. Em ambos os sistemas, a prestação é calculada para reduzir mensalmente o saldo devedor, de forma que o comprador chegue ao fim do contrato com a dívida integralmente quitada.

2.3 Simulação de Monte Carlo

A simulação de Monte Carlo (SMC) é um tipo de simulação que depende da amostragem aleatória repetida e da análise estatística para calcular os resultados. Esse método de simulação está intimamente relacionado com experiências aleatórias, experimentos para os quais o resultado específico não é conhecido antecipadamente (RAYCHAUDHURI, 2008).

Para Oliveira (2008), o método de Monte Carlo (MMC) pode ser descrito como um método estatístico, no qual se utiliza uma sequência de números aleatórios para a realização de uma simulação. Os valores são selecionados dentro de faixa de valores que seguem uma determinada distribuição de probabilidades. Em outras palavras, o método envolve o uso de números aleatórios e probabilidades para analisar e resolver problemas.

De acordo com Cruse (1997), a simulação de Monte Carlo é uma técnica de experimentação numérica para obter as estatísticas das variáveis de saída de um sistema computacional, dadas as estatísticas das variáveis de entrada. Em cada experimento, as variáveis de saída são calculadas usando o modelo computacional, a partir dos valores das variáveis de entrada de amostras aleatórias, com base na sua distribuição. Uma série de experiências é realizada dessa maneira, e os resultados são usados para calcular a estatística das variáveis de saída.

Segundo Carvalho *et al.* (2016), em cada iteração da simulação, são gerados valores para as variáveis básicas de entrada e são calculados os valores das variáveis de saída pelo modelo computacional, sendo o conjunto dos resultados obtidos utilizado para determinar os parâmetros estatísticos das variáveis de saída. Para geração dos números pseudoaleatórios, recorre-se normalmente a um algoritmo computacional de geração de sequências de números pseudoaleatórios com distribuição uniforme no intervalo]0,1[, que são depois adaptados às respectivas distribuições através de conversões adequadas. Admitindo que o gerador de números pseudoaleatórios utilizado garante as propriedades de

independência e de uniformidade, esse método fornece estimativas exatas para a probabilidade P de um evento $g(x) \leq 0$ quando o número de simulações, N , tender ao infinito (Equação 1).

$$P(g(x) \leq 0) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{\text{card}(g(x) \leq 0)}{N} \quad (1)$$

O método de simulação de Monte Carlo pode ser aplicado em problemas de tomada de decisão que envolvam risco e incerteza, ou seja, situações nas quais o comportamento das variáveis envolvidas no problema não é de natureza determinística. A SMC deve ser usada para entender o projeto, verificar quais riscos técnicos o afetam mais, definir se vale a pena ou não investir em informações adicionais e fazer previsões do fluxo de caixa.

3 Metodologia

A metodologia de pesquisa empregada neste trabalho é de natureza aplicada, quantitativa e exploratória, isto é, visa proporcionar maior familiaridade com o problema a ser analisado, a fim de torná-lo mais claro. Quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa pode ser classificada como modelagem e simulação. O método utilizado foi a simulação de Monte Carlo, com a finalidade de reproduzir os diferentes cenários, calcular os valores esperados das seguintes variáveis – taxas de juros, valor do imóvel, renda do consumidor, valor do aluguel – e, conseqüentemente, determinar os sistemas de amortizações a serem utilizados no financiamento do imóvel.

3.1 Coleta de dados

Os dados necessários para a análise, tais como remunerações de investimentos, índices de correção de valores de aluguel, inflação, entre outros, foram obtidos através de relatórios das instituições financeiras brasileiras como Banco Central do Brasil (BCB, 2019), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019a; 2019b), Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2019), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2019), Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE, 2019) e Caixa Econômica Federal (CEF, 2019).

Foram coletadas as variações anuais dos indicadores de mercado – Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC), Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M), Certificado de Depósito Interbancário (CDI), Taxa de Juros Selic e Índice de

Reajuste de Imóveis Residenciais (Fipezap) – no período de 2010 a 2019. Esses dados serviram de base para estimar as probabilidades de ocorrência dos indicadores a serem utilizadas na simulação de Monte Carlo.

Também foram utilizados os relatórios de financiamento gerados a partir do programa Simulador Habitacional da Caixa. As informações desses relatórios foram utilizadas como dados de entrada no programa computacional via simulação de Monte Carlo.

3.2 Questionário

A pesquisa ainda contemplou o método de levantamento ou *survey*, tendo em vista que a coleta de dados se desenvolveu por intermédio de um questionário, elaborado a partir do modelo utilizado pela instituição financeira CEF, denominado “ficha cadastro”. Esse questionário foi aplicado entre os pesquisados, ou seja, aqueles clientes da instituição que apresentaram interesse em adquirir um imóvel financiado.

Após a aplicação do questionário, foi possível selecionar alguns casos, descritos abaixo, que foram implementados no programa de simulação.

Caso 1: O pesquisado tem interesse de adquirir um imóvel no valor de R\$ 150.000,00, e sua renda bruta mensal é igual a R\$ 6.575,00. Não tem gastos com moradia, ou seja, não paga aluguel.

Caso 2: O pesquisado tem interesse de adquirir um imóvel no valor de R\$ 180.000,00, e sua renda bruta mensal é igual a R\$ 6.067,00. Atualmente paga aluguel de R\$ 1.000,00.

Caso 3: O pesquisado tem interesse de adquirir um imóvel no valor de R\$ 120.000,00, sua renda bruta mensal é igual a R\$ 1.942,00 e não tem gasto com moradia.

Caso 4: O pesquisado tem interesse de adquirir um imóvel no valor de R\$ 125.000,00, e sua renda bruta mensal é igual a R\$ 2.307,00. Possui um gasto com moradia no valor de R\$ 800,00.

3.3 Programa de simulação de Monte Carlo

O programa computacional de simulação de Monte Carlo foi desenvolvido em ambiente MATLAB e tem por finalidade determinar o momento ótimo para a aquisição da casa própria com recursos de financiamento habitacional, isto é, para transição do pagamento do aluguel para o pagamento das prestações da casa própria. As prestações do financiamento, deduzida a amortização, serão comparadas ao valor do aluguel, considerando os

reajustes de cada variável em um determinado período. Sempre que o custo de locar for menor que o custo de comprar, o financiamento será postergado e a diferença entre a prestação do financiamento e o valor do aluguel será aplicada em fundos de investimento, com o intuito de obter retorno maior num momento futuro. Essa rentabilidade será acrescentada ao valor de entrada do financiamento, reduzindo o montante a ser financiado (saldo devedor) e o prazo de financiamento e, conseqüentemente, o custo de compra do imóvel, em determinada data futura.

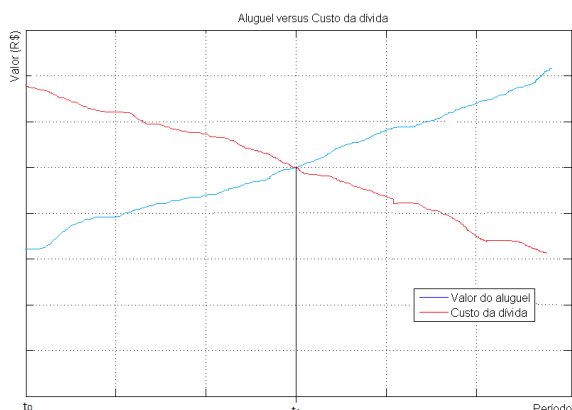
O momento ótimo para a aquisição da casa própria pode ser definido como aquele que apresenta o menor custo para o cidadão. Existem dois tipos de custo relacionado à moradia: custo do aluguel e custo da dívida. Se o cidadão optar por locar um imóvel, ele terá que arcar com o custo do aluguel; já se ele optar por comprar um imóvel financiado, ele terá que pagar o custo da dívida. A locação é mais interessante enquanto seu custo for menor que o custo da dívida.

Ao contratar um financiamento habitacional, o mutuário assume um compromisso de pagamentos mensais denominado encargo mensal. O encargo mensal é o somatório dos valores de amortização, juros, seguro e taxa administrativa. A amortização é a forma de pagamento da dívida e de redução do saldo devedor. Os demais componentes do encargo representam o custo da dívida. Esse custo corresponde à soma das parcelas dos juros do financiamento e de todas as taxas e tarifas cobradas pela instituição bancária, tais como taxa administrativa e taxa de seguro. Assim, a data mais adequada para a compra do imóvel é aquela que minimiza o custo da dívida. O problema da definição do momento ótimo da compra da casa própria pode ser modelado como na Equação 2:

$$\min \sum \text{Custos} = \text{Juros} + \text{Taxa Administrativa} + \text{Seguro} \quad (2)$$

Ao longo do período, observa-se um aumento do custo de aluguel e uma redução do custo da dívida. Assim, haverá um instante em que o custo da dívida e o aluguel serão iguais (Figura 1).

Figura 1 – Custo de moradia: aluguel versus dívida



Fonte: Elaborada pelos autores

Para períodos maiores que t_1 , o custo de moradia tende a subir em função de aumentos no valor do aluguel. Durante períodos menores que t_1 , o cidadão tem a possibilidade de juntar um maior aporte financeiro para dar de entrada, reduzindo o saldo devedor. Quando ele estiver no tempo t_1 , o montante a ser solicitado no financiamento para aquisição do imóvel será menor, se comparado ao valor que seria solicitado em t_0 . Uma quantia menor requer, também, menos tempo para pagamento da dívida. Menor saldo devedor e menor período reduzem o custo da dívida. As Equações 3 e 4 relacionam a taxa de juros com o saldo devedor e o período.

$$\text{Juros} = \text{taxa} \times \text{saldo devedor} \quad (3)$$

$$\text{Juros} = \text{prestação} - \frac{\text{saldo devedor}}{\text{período}} \quad (4)$$

A partir da Equação 3, observa-se que o juros é diretamente proporcional ao saldo devedor: quanto menor o saldo devedor, menor o juros. Já na expressão (4), tem-se a variável período no denominador; assim, quanto menor o período, maior o resultado da segunda componente da equação, que será subtraída da primeira componente, e, conseqüentemente, menor o resultado do juros. Logo, o juros e o período são diretamente proporcionais: quanto menor o período, menor o juros. As demais variáveis do custo da dívida – taxa administrativa e seguro –, com financiamento em períodos menores, também irão reduzir (em valores totais).

Resumindo, o problema da definição do momento ótimo da compra da casa própria, proposto em (2), consiste na determinação do tempo t_1 .

Ao executar o programa, é necessário fornecer os seguintes dados de entrada: renda bruta; valor do imóvel; valor da entrada; valor do subsídio, se houver; prazo de financiamento em meses; taxa de juros nominal ao ano; data de aquisição do imóvel, e; valor do aluguel.

Para obter os valores de entrada, utilizou-se o questionário aplicado aos clientes interessados em adquirir um imóvel financiado e, após fazer a simulação dos financiamentos desses clientes na plataforma da CEF, foram extraídos os dados do relatório do Simulador Habitacional da Caixa. Como data de aquisição, foi considerada a data de simulação, e o valor do aluguel utilizado foi o informado pelo cliente no questionário.

Ao final da simulação no programa, foram impressos dois relatórios de saída, um com dados do sistema SAC e outro com dados do sistema Price. Em ambos os relatórios de saída, tem-se as seguintes informações: (i) dados gerais da simulação (data da simulação, renda bruta, valor do financiamento, entrada, subsídio, período de financiamento, taxa de juros nominal e efetiva, taxa administrativa e valor do aluguel); (ii) tabela do sistema de amortização atual (a mesma tabela fornecida pelo Simulador Habitacional da Caixa); (iii) cálculo da viabilidade econômica do financiamento (resultado do Valor Presente Líquido – VPL) e do custo da dívida em termos de valor presente (valores nominal e percentual); (iv) dados estimados com informações sobre o momento ótimo para a compra da casa própria (data da compra do imóvel ao menor custo), valor acumulado, valor do financiamento e da entrada, prazo de financiamento, taxa de juros nominal e efetiva, valor do imóvel, valor da renda e valor do aluguel; (v) tabela de amortização prevista e atualizada; e, por fim, (vi) cálculo do VPL e análise do custo da dívida (valores estimados).

O programa de simulação está dividido, basicamente, em dois grandes blocos. No primeiro bloco é possível construir as tabelas de amortização, a partir dos dados informados no início do programa (dados de entrada), e fazer as análises de viabilidade econômica e custo da dívida para o cenário atual. O segundo bloco contempla a simulação de Monte Carlo, utilizando dados probabilísticos para estimar os valores futuros das variáveis do problema e determinar as tabelas de amortização para um cenário futuro, definido pelo momento mais adequado para a compra do imóvel e a contratação do financiamento habitacional.

A parte inicial do programa (primeiro bloco) faz uma replicação do Simulador Habitacional da Caixa, fornecendo as tabelas Price e SAC. A partir da tabela de amortização, o programa calcula o custo da dívida do financiamento. Para determinar esse custo, o programa armazena os valores dos encargos (juros, seguro e taxa administrativa) em uma matriz, e posteriormente é efetuado o cálculo do custo da dívida em termos de valor presente.

Na parte da simulação de Monte Carlo (segundo bloco), o programa analisa o custo da dívida e o custo do aluguel. Nessa etapa, ele compara os valores mensais de ambos os custos e, se o custo da dívida for maior que o custo do aluguel, a diferença entre a prestação e o valor do aluguel é armazenada em um vetor, para cômputo do montante acumulado até o momento mais adequado para a aquisição do imóvel. A cada período de doze meses, as variáveis do problema são atualizadas pela simulação de Monte Carlo, e os valores estimados são recalculados. Essa atualização é importante para que os dados utilizados no problema representem valores próximos ao esperado em períodos futuros. Dessa forma, o programa de simulação leva em consideração tanto os reajustes do valor do imóvel, do aluguel e da renda quanto as possíveis variações nas taxas de juros CDI, Selic e do financiamento cobradas pela instituição provedora do crédito. As mudanças dessas variáveis foram estimadas a partir da observação de valores passados que ocorreram no período de 2007 a 2016.

Para estimar os valores esperados para o imóvel, a renda, o aluguel, a taxa CDI, a Selic e o financiamento, foram realizadas 1000 simulações. Os valores estimados foram utilizados, em seguida, para construir as novas tabelas de amortização. Para cada tabela gerada pelo programa, foi realizado o cálculo do custo da dívida, que foi comparado com o valor estimado do aluguel. Enquanto o valor do aluguel era menor que o valor do custo da dívida, essa operação se repetiu e um ponteiro foi acionado para contabilizar o tempo (em meses). Quando o custo da dívida se tornou menor ou igual ao custo de aluguel, o *loop* foi encerrado. Foram realizados, ainda, a análise de viabilidade econômica do financiamento e o cálculo do custo da dívida em termos de valor presente. Por fim, geraram-se os relatórios finais, que indicaram, entre outros, o momento adequado para a compra da casa própria, além de fornecer gráficos do custo da dívida e do valor do aluguel durante o período em análise. Esse período iniciou na data da simulação e terminou na data de compra do imóvel indicada pelo programa.

Para situações em que o pesquisado informou que não paga aluguel, o programa de simulação faz todas as análises até um período mínimo de financiamento de 120 meses. Esse período é o mínimo exigido para solicitar um financiamento nas instituições bancárias.

4 Análise dos resultados

Nesta seção, serão apresentados os resultados, após aplicações do modelo proposto aos casos descritos no item 3.2. Após executar a simulação para os casos 1, 2, 3 e 4, o programa forneceu os dados e cálculos referentes ao financiamento, descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Informações do financiamento

| Informações do financiamento – sistema SAC | Caso 1 | Caso 2 | Caso 3 | Caso 4 |
|--|---------|---------|--------|--------|
| Data de simulação (mês/ano) | dez/19 | dez/19 | dez/19 | dez/19 |
| Renda bruta (R\$) | 6.575 | 6.067 | 1.942 | 2.307 |
| Valor do financiamento (R\$) | 135.000 | 153.000 | 65.825 | 92.021 |
| Entrada (R\$) | 15.000 | 27.000 | 35.150 | 25.000 |
| Subsídio (R\$) | 0 | 0 | 19.025 | 7.979 |
| Período de financiamento (meses) | 420 | 360 | 360 | 360 |
| Taxa de juros nominal anual (% a.a.) | 8,68 | 7,66 | 5,00 | 5,00 |
| Taxa de juros efetiva anual (% a.a.) | 9,03 | 7,93 | 5,12 | 5,12 |
| Valor do aluguel (R\$) | 0 | 1.000 | 0 | 800 |

Fonte: Dados da pesquisa

A partir da taxa de juros nominal, o programa calcula a taxa efetiva de juros anual do financiamento, cujos valores para cada caso são apresentados na linha “Taxa de juros efetiva anual” da Tabela 1. O Caso 1 apresenta a pior situação: além de possuir uma taxa de juros mais elevada em comparação aos outros casos, o período de financiamento é maior.

4.1 Custo da dívida do financiamento habitacional

Para apurar o custo da dívida, que corresponde ao somatório dos juros, da taxa administrativa e do seguro, diversas análises foram realizadas. Nesta

pesquisa, procurou-se evidenciar esse custo no valor mensal pago em cada prestação, no valor total do financiamento e também em termos de valor presente para uma análise comparativa de montantes financeiros em uma mesma base temporal.

A Tabela 2 apresenta os valores de encargos, amortização e custo da dívida (nominal e percentual) para a primeira prestação, considerando o sistema SAC, para cada um dos casos.

Tabela 2 – Valores de encargos, amortização, e custo da dívida (nominal e percentual)

| Caso | Encargo (R\$) | Amortização (R\$) | Custo da dívida (R\$) (juros + taxa + seguro) | Custo da dívida (%) |
|------|---------------|-------------------|---|---------------------|
| 1 | 1.581,68 | 321,43 | 1.260,25 | 79,68 |
| 2 | 1.464,90 | 425,00 | 1.039,90 | 70,99 |
| 3 | 473,58 | 182,85 | 290,73 | 61,39 |
| 4 | 662,04 | 255,61 | 406,43 | 61,39 |

Fonte: Dados da pesquisa

A partir da Tabela 2, observa-se que o custo da dívida é de R\$ 1.260,25 no Caso 1, R\$ 1.039,90 no Caso 2, R\$ 290,73 no Caso 3 e R\$ 406,43 no Caso 4. Isso significa que, ao efetuar o pagamento do primeiro encargo, por exemplo, no Caso 1, no valor de R\$ 1.581,68, apenas R\$ 321,43 reduzem o valor do saldo devedor (amortizam a dívida). A diferença entre o valor do encargo e o da amortização é o custo pago na primeira parcela, que, nesse caso, representa 79,68% do encargo, no sistema SAC. Observa-se, dessa análise inicial, que o financiamento habitacional possui custo elevado.

A Tabela 3 apresenta o custo da dívida considerando o custo total pago durante o período de financiamento e o custo da dívida em termos de valor presente. Efetuou-se o cálculo do valor presente do custo da dívida trazendo os valores das variáveis juros, taxa administrativa e seguro para o tempo presente, ou seja, data em que se efetuou a simulação, para que se pudesse fazer uma análise dos montantes a serem pagos numa mesma base temporal.

Tabela 3 – Custo da dívida total (valor nominal e valor presente)

| Caso | Custo da dívida nominal (R\$) (período de financiamento) | Custo da dívida (R\$) (valor presente) | Custo da dívida percentual (%) (valor presente) |
|------|--|--|---|
| 1 | 277.590,00 | 106.199,76 | 78,67 |
| 2 | 199.060,00 | 102.063,86 | 66,71 |
| 3 | 55.430,00 | 34.829,42 | 52,91 |
| 4 | 77.489,00 | 48.690,29 | 52,91 |

Fonte: Dados da pesquisa

A partir dos valores apresentados na coluna “Custo da dívida (valor presente)” da Tabela 3, pode-se fazer a seguinte suposição. Para o Caso 1, se no momento da contratação do financiamento, no valor de R\$ 135.000,00, o requisitante pudesse pagar todos os custos referentes à dívida, ele pagaria um valor total de R\$ 106.199,76 e ainda teria um saldo devedor de R\$ 135.000,00 com a instituição financeira. Nesse caso, em termos de valor presente, o custo da dívida representa 78,67% do valor financiado.

Em termos de valor nominal, o requisitante do Caso 1, após o período de financiamento – isto é, 420 meses –, terá pagado um total de R\$ 277.590,00 de custo, referente ao financiamento inicial contratado de R\$ 135.000,00.

4.2 Momento ótimo para aquisição da casa própria via financiamento habitacional

O objetivo principal do programa desenvolvido nesta pesquisa é definir o momento ótimo para a aquisição da casa própria e a contratação do financiamento habitacional. Esse momento é determinado a partir do valor do aluguel e do custo da dívida e indica quando o requisitante deve solicitar o financiamento, considerando o menor custo possível. Para os casos analisados anteriormente, o programa retornou as seguintes datas (Tabela 4):

Tabela 4 – Momento ótimo para financiamento de imóveis

| | Caso 1 | Caso 2 | Caso 3 | Caso 4 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| Financiar a casa própria em (mês/ano): | fev/23 | jun/25 | nov/24 | dez/19 |

Fonte: Dados da pesquisa

No Caso 1, o requisitante possui uma renda maior, comparada aos demais casos, e não tem gasto com

moradia, o que permite que ele possa poupar um montante financeiro maior em um tempo menor. O programa define o tempo de aquisição do imóvel considerando o tempo mínimo de financiamento de 120 meses. Assim, quando o período de financiamento for igual a 120 meses, a simulação é encerrada e a data para financiar a casa própria é apresentada.

A renda do requisitante do Caso 2 também é considerada alta, no entanto ele já tem gasto com moradia. A diferença entre a prestação e o valor do aluguel será poupada até que o custo da dívida seja igual ao valor do aluguel. No Caso 3, verifica-se que o requisitante, apesar de possuir uma renda mais baixa, não tem gasto com moradia, tendo a possibilidade de postergar o financiamento por um período e juntar um aporte financeiro maior para dar de entrada. Por fim, o requisitante do Caso 4 possui uma renda baixa e um custo alto com moradia. O custo da dívida é inferior ao custo do aluguel. Nessas condições, é interessante que o financiamento habitacional seja realizado de imediato. A compra da casa própria implica a redução de custos de moradia.

Para as datas de compra do imóvel propostas, o programa forneceu as informações constantes na Tabela 5. A Tabela 6 apresenta o desvio-padrão (DP) e o coeficiente de variação (CV) das variáveis estimadas; os resultados indicam uma pequena dispersão dos valores calculados.

Tabela 5 – Informações do financiamento para as datas de compra do imóvel propostas pelo programa de simulação

| Financiamento | Caso 1 | Caso 2 | Caso 3 | Caso 4 |
|---------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Valor esperado do imóvel (R\$) | 157.068,00 | 216.683,69 | 151.402,68 | 125.000,00 |
| Valor esperado do financiamento (R\$) | 93.767,73 | 114.165,65 | 37.752,34 | 92.021,00 |
| Valor esperado da entrada (R\$) | 61.579,72 | 102.518,04 | 113.147,28 | 25.000,00 |
| Montante acumulado estimado (R\$) | 46.579,72 | 75.518,04 | 77.997,28 | 0 |
| Subsídio (R\$) | 0 | 0 | 19.025,00 | 7.979,00 |
| Prazo de financiamento (meses) | 120 | 141 | 120 | 360 |
| Valor esperado do aluguel (R\$) | 0 | 1.290,98 | 0 | 800,00 |

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 6 – Desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV)

| Variáveis estimadas | Caso 1 | | Caso 2 | | Caso 3 | |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | DP | CV | DP | CV | DP | CV |
| Valor do imóvel (R\$) | 152,43 | 0,0010 | 18,99 | 0,0001 | 100,14 | 0,0007 |
| Montante acumulado (R\$) | 0,16 | 0,0000 | 50,39 | 0,0006 | 23,94 | 0,0003 |
| Valor do aluguel (R\$) | 0,00 | 0,0000 | 0,12 | 0,0003 | 0,00 | 0,0000 |
| Valor da renda (R\$) | 0,31 | 0,0000 | 47,69 | 0,0000 | 0,05 | 0,0000 |

Fonte: Dados da pesquisa

Comparando os resultados da Tabela 5 com a Tabela 1, observa-se que o tempo de financiamento reduziu de 420 meses para 120 meses no Caso 1. O montante a ser acumulado é superior a R\$ 46.000,00; somado ao valor de entrada inicial, mais a rentabilidade obtida ao aplicar os recursos financeiros, o requisitante terá um montante a ser dado de entrada no financiamento, na data futura, de R\$ 61.579,72. Mesmo com um aumento do valor do imóvel de 4,71%, o montante a ser financiado será menor, se comparado à data atual: uma redução de 30,54% no saldo devedor.

Para o Caso 2, observa-se uma redução do prazo de financiamento de 360 meses para 141 meses. O montante acumulado e o valor da entrada serão, respectivamente, de R\$ 75.518,04 e R\$ 102.518,04. Estima-se que o imóvel se valorizará em 20,38% e o saldo devedor será reduzido em 25,38%. Já no Caso 3, o período de financiamento será de 120 meses – antes era de 360 meses. Será acumulado um montante de R\$ 77.997,28 e o valor da entrada será de R\$ 113.147,28. Estima-se que o valor do imóvel se valorizará em 26,17% e o saldo devedor se reduzirá em 42,65%.

Analisando os custos embutidos na primeira parcela (encargo), tem-se os dados apresentados na Tabela 7. Observa-se que a aquisição do imóvel através de financiamento habitacional em data futura, conforme sugerida pelo programa, reduz o custo da dívida do primeiro encargo, em todos os casos, de acordo com os dados apresentados na Tabela 7, comparando-os aos resultados expostos na Tabela 2.

Tabela 7 – Custo da dívida na primeira parcela

| Caso | Encargo (R\$) | Custo da dívida nominal (R\$) | Custo da dívida percentual (%) |
|------|---------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 1.664,44 | 883,04 | 53,05 |
| 2 | 1.598,22 | 787,09 | 49,25 |
| 3 | 481,64 | 167,04 | 34,68 |

Fonte: Dados da pesquisa

A Tabela 8 mostra os resultados dos custos totais do financiamento em termos de valor nominal e em termos de valor presente.

Tabela 8 – Custo da dívida no momento adequado

| Caso | Custo da dívida nominal (R\$) (período de financiamento) | Custo da dívida (R\$) (valor presente) | Custo da dívida percentual (%) (valor presente) |
|------|--|--|---|
| 1 | 56.412,00 | 39.934,42 | 42,59 |
| 2 | 59.629,00 | 44.226,10 | 38,74 |
| 3 | 10.662,00 | 8.988,93 | 23,81 |

Fonte: Dados da pesquisa

Ao comparar os resultados das Tabelas 8 e 3, verifica-se que o custo da dívida durante o período de financiamento reduziu em todos os casos. Considerando os valores presentes do custo da dívida e analisando os custos percentuais, observa-se que o valor da dívida em relação ao saldo devedor também teve uma redução significativa. Por exemplo, para o Caso 1, o custo da dívida, em termos percentuais, passou de 78,67% para 42,59%, uma redução de 45,86%. Para os Casos 2 e 3, a redução foi de 41,93% e 55%, respectivamente.

5 Conclusões

Neste trabalho apresentou-se uma ferramenta de simulação capaz de auxiliar na tomada de decisão quanto ao financiamento da casa própria, definindo o momento ótimo para a aquisição do imóvel, buscando como melhor solução a opção que apresenta o menor custo. Um grande número de simulações foi realizado para verificar a validade do modelo proposto, permitindo avaliar o comportamento dos custos da dívida para o período em análise.

O modelo de simulação proposto para definição do momento ótimo do financiamento habitacional é uma ferramenta bastante robusta que pode ser aplicada a diversos casos. As análises de custo da dívida, considerando os valores tanto para um financiamento

na data atual quanto para um financiamento em data futura, permitem ao usuário tomar a melhor decisão quanto à aquisição do imóvel próprio, baseado nesses resultados.

O programa apresenta informações tais como: montante total de juros pago e taxa efetiva do período; rendimento financeiro obtido ao postergar o financiamento e aplicar a diferença entre prestação e aluguel, e; tempo de espera para solicitação do financiamento. Apresenta, ainda, uma estimativa dos valores ajustados do aluguel e do imóvel, na data (futura) de compra sugerida pelo programa.

Por fim, o programa desenvolvido nesta pesquisa contribui no planejamento financeiro das famílias e orienta as decisões sobre financiamentos destinados a compra de imóveis, conforme as condições financeiras do consumidor, minimizando tanto os custos quanto os riscos dessa ação.

REFERÊNCIAS

ABECIP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES DE CRÉDITO IMOBILIÁRIO E POUPANÇA.

Financiamento imobiliário: operações contratadas com recursos de caderneta, construção, aquisição, reforma e material para construção. Disponível em: <https://www.abecip.org.br/credito-imobiliario/indicadores/financiamento>. Acesso em: 9 dez. 2020.

ANDERSSON, F.; MAYOCK, T. The microdynamics of household credit use through a boom-bust cycle. *Journal of Housing Economics*, v. 27, p. 22-36, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhe.2015.02.004>.

ANUNDSEN, A. K.; JANSEN, E. S. Self-reinforcing effects between housing prices and credit. *Journal of Housing Economics*, v. 22, n. 3, p. 192-212, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhe.2013.07.001>.

ASSAF NETO, A. **Matemática financeira e suas aplicações**. 12. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

BCB – BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Séries temporais:** taxa Selic. 2019. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/consultarvalores/telaCvsSelecionarSeries.paint?seriesRetiradas=11>. Acesso em: 20 ago. 2019.

BRANT, D. Caixa corta juros no crédito imobiliário e vai renegociar dívidas de 600 mil famílias. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 5 jun. 2019. Seção Mercado. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2019/06/caixa-corta-juros-no>

credito-imobiliario-e-vai-renegociar-dividas-de-600-mil-familias.shtml. Acesso em: 6 dez. 2019.

BRASIL. **Lei nº 4.380, de 21 de agosto de 1964.** Institui a correção monetária nos contratos imobiliários de interesse social, o sistema financeiro para aquisição da casa própria, cria o Banco Nacional da Habitação (BNH), e Sociedades de Crédito Imobiliário, as Letras Imobiliárias, o Serviço Federal de Habitação e Urbanismo e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [1964]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4380.htm. Acesso em: 6 dez. 2019.

BRASIL. **Lei nº 9.514, de 20 de novembro de 1997.** Dispõe sobre o Sistema de Financiamento Imobiliário, institui a alienação fiduciária de coisa imóvel e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [1997]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9514.htm. Acesso em: 10 dez. 2019.

CAGNIN, R. F. A evolução do financiamento habitacional no Brasil entre 2005 e 2011 e o desempenho dos novos instrumentos financeiros. **Boletim de Economia**, n. 11, p. 15-32, 2012.

CARBALLO-HUERTA, J.; GONZÁLEZ-IBARRA, J. P. Financial innovations and developments in housing finance in Mexico. **IFC Bulletin**: Proceedings of the IFC Conference on "Measuring financial innovation and its impact", Basel, 26-27 August 2008, n. 31, p. 7-34, July 2009. Disponível em: <https://www.bis.org/ifc/publ/ifcb31c.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2019.

CARVALHAL DA SILVA, A. L. **Matemática financeira aplicada**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CARVALHO, H. P.; ARMIGLIATO, A.; ALMEIDA, L. L.; CORREIA, A. R.; DE MUSIS, C. R. Análise probabilística de colisões veiculares pelo método de Monte Carlo. **Revista Brasileira de Criminalística**, v. 5, n. 1, p. 46-50, 2016. DOI: <https://doi.org/10.15260/rbc.v5i1.111>.

CEF – CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Simulador Habitacional Caixa**. 2019. Disponível em: <http://www8.caixa.gov.br/siopiinternet-web/simulaOperacaoInternet.do?method=inicializarCasoUso>. Acesso em: 2 ago. 2019.

COSTA, A. C. A. Mercado de crédito: uma análise econométrica dos volumes de crédito total e habitacional no Brasil. **Trabalhos para Discussão**, Brasília, n. 87, p. 1-32, 2004. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/pec/wps/port/wps87.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2019.

CRUSE, T. A. (ed.). **Reliability-based mechanical design**. New York: Marcel Dekker, 1997.

FARINA, E. Inadimplência faz disparar retomada de imóveis financiados; saiba como agir. **Gaúcha ZH**, Porto Alegre, 10 ago. 2018. Seção Dicas de Economia. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/economia/dicas-de-economia/noticia/2018/08/inadimplencia-faz-disparar-retomada-de-imoveis-financiados-saiba-como-agir-cjko6j7cr00gb01n00xoc6f9v.html>. Acesso em: 12 dez. 2019.

FARO, C. Uma Nota Sobre Amortização de Dívidas: Juros Compostos e Anotocismo. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 67, n. 3, p. 283-295, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-71402013000300002>.

FGV – FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Índices econômicos**: IGP-M. 2019. Disponível em: <http://www14.fgv.br/fgvdados20/consulta>. Acesso em: 5 ago. 2019.

FIPE – FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS. 2019. **Índice FIPEZAP de preços de imóveis anunciados**. Disponível em: <http://www.fipe.org.br/pt-br/indices/fipezap/>. Acesso em: 6 ago. 2019.

GERCINA, C.; CASTELANI, C. Caixa Econômica deverá renegociar dívidas da casa própria. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 31 maio 2019. Disponível em: <https://agora.folha.uol.com.br/grana/2019/05/caixa-economica-devera-renegociar-dividas-da-casa-propria.shtml>. Acesso em: 8 dez. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatísticas. Indicadores. Preços: INPC**. 2019a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9258-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor.html?=&t=series-historicas>. Acesso em: 5 ago. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatísticas. Indicadores. Preços: IPCA**. 2019b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9256-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplo.html?=&t=series-historicas>. Acesso em: 5 ago. 2019.

IHLANFELDT, K.; MAYOCK, T. Introduction to the special issue on Housing Finance. **Journal of Housing Economics**, v. 27, p. 1-3, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhe.2015.02.005>.

INSTITUTO GEOC – INSTITUTO GESTÃO DE EXCELÊNCIA OPERACIONAL EM COBRANÇA. **Pesquisa devedores do Brasil**. 2016. Disponível em: <http://www.igeoc.org.br/pesquisa-igeoc/pesquisa-devedores-do-brasil-2016/>. Acesso em: 12 dez. 2019.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Macroeconômico. Séries históricas:** cotação do CDI. 2019. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>. Acesso em: 4 ago. 2019.

LAPORTA, T. Imóveis tomados pela Caixa por falta de pagamento sobem 53% em 1 ano. **G1**, São Paulo, 31 maio 2016. Seção Economia. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/noticia/2016/05/imoveis-tomados-pela-caixa-por-falta-de-pagamento-sobem-53-em-1-ano.html>. Acesso em: 12 dez. 2019.

MENDONÇA, M. J. C. O crédito imobiliário no Brasil e sua relação com a política monetária. **Revista Brasileira de Economia (RBE)**, Rio de Janeiro, v. 67, n. 4, p. 429-467, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-71402013000400005>.

OLIVEIRA, M. H. F. **A avaliação econômico-financeira de investimentos sob condição de incerteza:** uma comparação entre o método de monte Carlo e o VPL *fuzzy*. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

POTRICH, A. C. G.; POTRICH, D. G. Fatores determinantes para o crescimento habitacional brasileiro. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 32., 2012, Bento Gonçalves, RS. **Anais** [...]. Bento Gonçalves, RS: Abepro, 2012. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_tn_sto_163_952_21151.pdf. Acesso em: 12 dez. 2019.

RAYCHAUDHURI, S. Introduction to Monte Carlo simulation. *In: WINTER SIMULATION CONFERENCE*, 40., 2008, Miami, Florida. **Proceedings** [...]. Miami: WSC, 2008.

ROYER, L. O. O FGTS e o mercado de títulos de base imobiliária: relações e tendências. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 18, n. 35, p. 33-51, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2016-3502>.

WARNOCK, V. C.; WARNOCK, F. E. Markets and housing finance. **Journal of Housing Economics**, v. 17, n. 3, p. 239-251, 2008. DOI: <https://doi.org/10.3386/w13081>.