

Nota Técnica do Banco Central do Brasil 56

Estabilizando a prestação nominal em contratos imobiliários com correção pela inflação

Gilneu Francisco Astolfi Vivan



Nota Técnica do Banco Central do Brasil nº 56

Outubro de 2025

Brasília

P. 1-22

Elaborada por Gilneu Francisco Astolfi Vivan - Diretor de Regulação (Dinor)

Editores:

Alisson Curatola de Melo - Departamento Econômico (Depec)

Renato Baldini Junior - Departamento de Estatísticas (DSTAT)

Nota Técnica

Série editada pelo Departamento Econômico (Depec) e pelo Departamento de Estatísticas (DSTAT)

Ricardo Sabbadini – Chefe do Depec

Fernando Alberto G. Sampaio C. Rocha – Chefe do DSTAT

notastecnicas@bcb.gov.br

Reprodução permitida, desde que citada a fonte: Nota Técnica do Banco Central do Brasil nº 56.

Publicação autorizada por Diogo Abry Guillen, Diretor de Política Econômica.

As opiniões expressas neste trabalho são exclusivamente do(s) autor(es) e não refletem a visão do Banco Central do Brasil, exceto no que se refere a notas metodológicas.

Estabilizando a prestação nominal em contratos imobiliários com correção pela inflação.¹

Resumo

O comportamento das prestações em contratos imobiliários corrigidos pela inflação gera insegurança nos mutuários devido ao crescimento nominal das prestações, enquanto a renda não aumenta necessariamente na mesma magnitude e periodicidade. Embora a renda tenda a acompanhar a inflação, o descompasso temporal nesse processo pode comprometer a renda disponível para o pagamento das prestações, levando o mutuário à inadimplência.

Este artigo apresenta uma proposta para adaptar as funções dos sistemas de amortização (Price e SAC), incluindo um componente que aumenta a amortização e diminui a sensibilidade das prestações à inflação. Isso faz com que as prestações nominais, em contratos corrigidos pela inflação, apresentem o comportamento esperado conforme o sistema de amortização utilizado, mesmo em ambientes com alta inflação.

A comparação entre o método atual de correção pela inflação e o método proposto indica que o comportamento das prestações no método proposto é mais aderente ao esperado em cada sistema de amortização, sem colocar em risco a sustentabilidade do contrato e sem alterar significativamente o comprometimento de renda contratado pelo mutuário.

Apresentação

O crédito imobiliário, por sua natureza, é uma operação de longo prazo e está sujeito às flutuações econômicas durante sua vigência. Essas flutuações podem gerar situações indesejadas, dependendo dos juros definidos no contrato (fixos ou ajustáveis) e da regra de correção das prestações e do saldo devedor (sem correção ou indexadas), inviabilizando o pagamento pelo mutuário ou causando prejuízos relevantes ao financiador.

Após a Grande Depressão e até os anos 70, as operações de crédito imobiliário, como conhecemos hoje, eram basicamente realizadas com juros pré-fixados. Com a elevação da inflação, o fim do Acordo de Bretton Woods e a crise do petróleo, as taxas de juros foram elevadas a níveis que inviabilizaram o mercado imobiliário. Naquele período, o debate girou em torno da busca por alternativas para a retomada desse mercado.

Duas alternativas tiveram maior aceitação: hipotecas com taxas de juros ajustáveis ao longo do tempo e hipotecas com prestações e saldo devedor corrigidos por um índice de inflação. Na primeira, a taxa de juros é redefinida periodicamente (1, 3, 5 ou mais anos), a partir de uma regra pré-estabelecida. Na segunda, o contrato tem uma taxa de juros real, e tanto as prestações quanto o saldo devedor são atualizados pela inflação do período.

1/ Agradeço ao apoio, comentários, críticas e sugestões dos vários colegas que tiveram paciência de escutar ou ler essas ideias, em especial, Andre Barbosa Costa, Carine Moreira de Almeida Bastos, Enrico Bezerra Ximenes de Vasconcelos e Felipe de Olivio Derzi Pinheiro. Em que pese tudo isso, o autor é o único responsável por todos os erros e omissões desse artigo.

Embora essas alternativas sejam apresentadas como benéficas para mutuários e financiadores, nem sempre o ganho é proporcional. Para o financiador, o ganho é evidente, pois o contrato embute um mecanismo que compensa eventuais elevações do custo do *funding*, permitindo a adoção de mecanismos de *hedge* e planejamento financeiro. O mutuário, por sua vez, possui um conjunto menor de alternativas de *hedge* e passa a assumir, em parte ou totalmente, o risco de variação do custo do *funding* ou do indexador (inflação).

No caso dos contratos corrigidos pela inflação², que são o foco deste artigo, embora, no longo prazo, a renda tenda a crescer no mesmo ritmo da inflação, mantendo o comprometimento de renda razoavelmente estável, isso não ocorre necessariamente no mesmo ritmo e ao mesmo tempo. Em períodos curtos, principalmente em momentos de elevação abrupta da inflação, esse descompasso pode ser crítico. Enquanto a renda, geralmente, tem aumentos anuais, os preços aumentam diariamente, reduzindo a renda disponível para pagamento das prestações. Como a própria prestação aumenta pela inflação, a situação pode tornar-se insustentável para o mutuário. Para o mutuário de baixa renda, que não possui folga para absorver essas flutuações, o risco de inadimplência é ainda mais relevante. Essa situação leva os clientes a preferirem outro tipo de contrato, ainda que com juros reais maiores, mas com menor risco de descontrole.

Neste artigo, apresentamos uma adaptação no sistema de amortização para o cálculo da prestação do crédito imobiliário que pode minimizar significativamente o impacto dessas oscilações, sem agravar o comprometimento de renda do mutuário ao longo do tempo, mantendo a rentabilidade da operação para o financiador e sem gerar resíduos ao final da operação.

O artigo está dividido em quatro partes. Na primeira, apresentamos o contexto e os problemas decorrentes da inclusão da inflação nos contratos imobiliários. Na segunda, discutimos a proposta de adaptação para o Sistema Price. Na terceira, abordamos a proposta para o Sistema de Amortização Constante (SAC). Por fim, apresentamos algumas conclusões.

Contexto

Os contratos imobiliários, com as características e prazos como conhecemos hoje³, surgem após a Grande Depressão e, até o final dos anos 70, predominavam as taxas fixas durante toda a sua vigência. Para os mutuários, isso significava uma prestação fixa por todo o período. No entanto, essa estrutura expunha os financiadores ao risco de oscilações significativas nas taxas de juros da economia. Com a crise econômica da época, as taxas de juros aumentaram drasticamente, tornando o crédito imobiliário inviável.

Nesse período, foram desenvolvidas novas estruturas de contrato. Essas estruturas foram analisadas, por exemplo, na conferência "*New Mortgage Designs for an Inflationary Environment*", realizada em 1975 pelo *Federal Reserve Bank of Boston*.

Naquela conferência, entre as estruturas apresentadas por Cohn e Fischer (1975), destacam-se a "*Variable-Rate Mortgages (VRM)*" e a "*Price Level-Adjusted Mortgages (PLAM)*". Segundo Lessard

-
- 2/ Por clareza, ao longo do artigo vamos nos referir a contratos indexados à inflação, mas a metodologia proposta pode ser utilizada para qualquer outro indexador.
- 3/ Antes da Grande Depressão os contratos eram de prazos curtos, com amortização do principal no vencimento, e taxas repactuadas todo ano. Após, passam a adotar contratos mais longos, chegando a 30 anos, taxas fixas e amortização ao longo do contrato. (Vide Green e Wachter, 2005).

e Modigliani (1975), a preferência entre os modelos de contrato VRM ou PLAM depende do contexto econômico de cada país. Segundo os autores, em países com baixa inflação, o VRM é favorecido pela familiaridade com contratos em termos nominais. Já em países com histórico de alta inflação, os autores defendem que o PLAM é preferido por proteger contra os efeitos inflacionários.

Os VRM deram origem ao que hoje é conhecido nos Estados Unidos como *ARM – Adjustable Rate Mortgages* (Hipotecas com Taxas de Juros Ajustáveis). Esses contratos redefinem a taxa de juros periodicamente (1, 3, 5, 10 anos, por exemplo), para melhor refletir as condições de mercado. Eles possuem um “índice de referência”, utilizado para ajustar a taxa nas revisões, e uma “margem fixa” adicionada ao índice de referência.

Os PLAM, por sua vez, foram adotados em países como o Chile. Esses contratos têm uma taxa de juros real definida, e tanto a prestação, quanto o saldo devedor são corrigidos pela inflação. Em termos gerais, o valor do contrato é convertido para “*Unidad de Fomento (UF)*”. As prestações são calculadas com base no valor em UF e, no pagamento, são convertidas para pesos pelo valor da UF na data. As UF são atualizadas diariamente pela inflação (UN-Habitat, 2009).

A adoção desses modelos de contrato, juntamente com outras alterações nas estruturas de mercado, resolveu os principais problemas tanto para financiadores, quanto para mutuários. Os contratos passaram a ter regras de ajuste de rentabilidade, permitindo aos financiadores planejar seu *funding* ou adotar estratégias de *hedge*. Os mutuários, por sua vez, passaram a ter ofertas de crédito com prestações suportáveis pela renda corrente, assumindo, entretanto, parte do risco de variação do custo do *funding*.

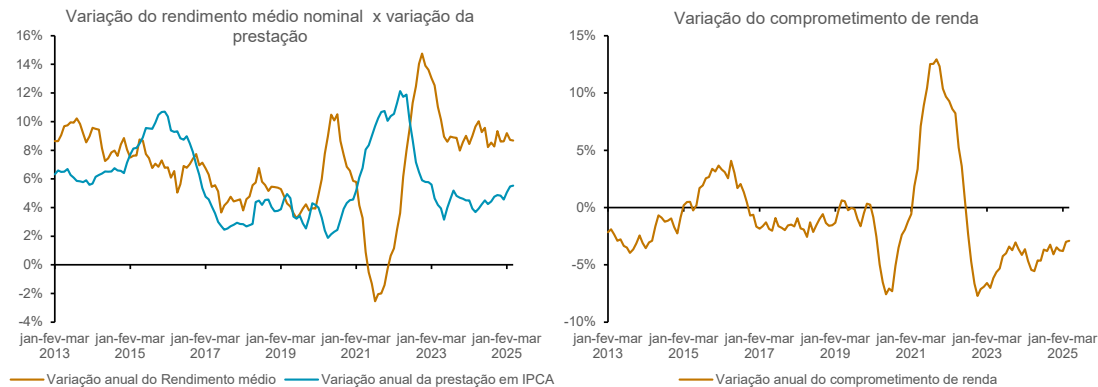
Analisando especificamente os contratos PLAM, Cohn e Fischer (1975) discutiram as características que motivariam os mutuários a optar por esse sistema. Entre essas características, destacam-se a baixa variação da relação entre prestações e renda ao longo da vida do empréstimo e a estabilidade das prestações. Os autores concluem que “*If borrower incomes are stable in real terms, then the long-run variability in the ratio of payment-to-income will also be low*” (Cohn e Fischer, 1975, p. 66). Ou seja, a estabilidade da renda real ao longo do tempo reduz significativamente os riscos para o mutuário.

Embora esses argumentos sejam corretos, especialmente em uma visão de longo prazo, em períodos de rápida elevação da inflação, a situação pode se tornar insustentável para o mutuário. No curto prazo, os preços aumentam, corroendo a renda disponível para pagamento das prestações. Essa situação se agrava, pois a prestação também acompanha a inflação. Esse efeito é mais grave para mutuários de baixa renda, que geralmente têm menor capacidade de poupança ou espaço no orçamento para absorver grandes flutuações nos preços.

Essas diferenças de dinâmica e o descompasso no curto prazo entre a variação da remuneração e a variação das prestações são mais evidentes em períodos de alta inflação, podendo causar impactos significativos no comprometimento de renda. Utilizando dados do Brasil, por

exemplo, o Gráfico 1⁴ destaca a diferença entre a variação em doze meses da remuneração média nominal da força de trabalho no Brasil e a prestação de um crédito imobiliário, caso as prestações fossem corrigidas pelo índice de inflação (IPCA). Nesse gráfico fica evidente o ponto apresentado, pois mesmo analisando a remuneração média e não de algum grupo específico de tomadores, o comprometimento de renda em alguns momentos aumentaria em até 13% em 12 meses.

Gráfico 1 – Prestação corrigida pela inflação, Rendimento médio nominal e Comprometimento de Renda – variações anuais – Caso Brasil



Um exemplo prático pôde ser observado recentemente no Chile. Devido à elevação da inflação no período pós-Covid, mais de 30 mil contratos de crédito imobiliário foram renegociados em 2023. De acordo com o site Cooperativa.cl (2024), *“el incremento en la inflación que experimentamos en los últimos tres años ha tenido un impacto directo en las cuotas de los créditos hipotecarios, en torno al 15% de la cuota medida en pesos, solo por este efecto”*.

Por fim, é importante ressaltar que tanto os créditos imobiliários no modelo VRM, quanto no PLAM, utilizam, principalmente, o Sistema Price como sistema de amortização. Esse sistema se caracteriza por manter o valor da prestação fixo durante todo o contrato. No ambiente de inflação, nos contratos PLAM, o que se mantém fixo é o valor real das prestações. As prestações nominais e o saldo devedor são corrigidos de acordo com a inflação acumulada ao longo da vida do contrato. Ou seja, o valor real das prestações permanece estável, mas o valor nominal varia conforme a inflação.

Outra característica importante nos contratos PLAM diz respeito ao comportamento do saldo devedor. Mesmo nos contratos com a correção pela inflação, ao pagar regularmente as prestações, o mutuário espera que o saldo devedor reduza. O saldo devedor real terá esse comportamento esperado, mas o saldo devedor nominal, não.

4/ No Gráfico 1, a série “Rendimento médio nominal” refere-se ao rendimento médio nominal da força de trabalho calculado para cada trimestre móvel, disponível desde jan-fev-mar/2012, coletado na PNAD Contínua - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua e disponível no site do IBGE ([Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA](#) - Tabela 6390). A variação da prestação corrigida pelo IPCA deriva da série “433 - Índice nacional de preços ao consumidor-amplio (IPCA)”. Disponível no SGS - Sistema Gerenciador de Séries Temporais, do [Banco Central do Brasil](#).

No Sistema Price com incorporação da inflação, o saldo devedor nominal somente reduz quando a amortização prevista naquele momento do contrato for superior à inflação ocorrida no mesmo intervalo de tempo. No Sistema Price, cada prestação tem uma proporção diferente de juros e amortização. No início do contrato, a taxa de amortização é baixa, enquanto, no final do contrato, ela é alta. Como resultado, principalmente nos primeiros anos do contrato, é grande a probabilidade de a inflação ser superior à taxa de amortização prevista, resultando na elevação nominal do saldo devedor. Por exemplo, em um contrato no Sistema Price, com 360 prestações e juros reais de 4% ao ano, se a inflação for de 4% ao ano, o saldo devedor nominal somente será inferior ao valor inicial do financiamento na prestação 248 (Tabela 1).

Tabela 1 – Prestação a partir da qual o Saldo Devedor será inferior ao valor original nominal do contrato, para diferentes combinações de taxa de juros real e inflação anual. Sistema Price¹

	Taxa de juros real							
	0,0%	1,0%	2,0%	3,0%	4,0%	5,0%	6,0%	7,0%
Taxa de inflação anual	0,0%	1	1	1	1	1	1	1
	1,0%	1	1	1	1	1	1	1
	2,0%	1	1	1	51	103	142	172
	3,0%	1	20	94	145	209	230	247
	4,0%	103	150	199	227	248	264	287
	5,0%	202	233	256	273	286	296	310
	6,0%	257	276	290	301	309	316	325
	7,0%	290	302	312	319	324	329	336

1/ Cálculos do autor

No Brasil, o crédito imobiliário utiliza uma variante do PLAM, pois os contratos, embora indexados, não são indexados à inflação. Para correção, é utilizada a Taxa Referencial (TR), que tem seu valor influenciado pela taxa Selic⁵. A função matemática que define a TR resulta em um indexador com comportamento estável, baixa volatilidade e amplitude, mesmo em momentos de elevada Selic. A TR corrige tanto os contratos imobiliários, quanto os depósitos (caderneta de poupança) que são utilizados como *funding* para essas operações. Isso permite aos bancos clareza quanto ao retorno da operação e proporciona segurança ao mutuário sobre o comprometimento de renda ao longo do tempo, mas limita a remuneração do investidor nesse tipo de depósito em caderneta de poupança pois a TR não acompanha a totalidade da variação dos preços de mercado.

A remuneração do funding é crítica para a atratividade do investidor. No caso brasileiro, o crédito imobiliário está associado aos depósitos de caderneta de poupança, que são corrigidos pela variação da TR. Em períodos de taxa Selic elevada, nos quais a remuneração da poupança é inferior a de outros tipos de investimento disponíveis no mercado, ou com a ampliação da oferta de opções de investimento, com alternativas mais rentáveis, esse funding fica ameaçado. Caso similar ocorreu nos Estados Unidos, no final dos anos 60, culminando, entre outras alterações no sistema imobiliário, com o desenvolvimento dos modelos VRM e PLAM.

5/ A Taxa Selic é a taxa média ponderada dos financiamentos de um dia lastreados em títulos públicos, sendo utilizada como referência para a meta da política monetária. A TR por sua vez é calculada conforme Resolução 4.624, de 18/01/2018, do Conselho Monetário Nacional.

“As nominal interest rates rose, depositories could not match what the market was paying, and they saw deposits flow out their doors to U.S. Treasury securities—assets back by the full faith and credit of the United States that paid a market rate of interest. A second factor in limiting the ability of depositories to fund fixed-rate mortgages was the rise of new competing savings vehicles, such as money market funds, mutual funds and pension funds, which paid higher rates than depositories and which had become accessible to small savers.”(Green e Wachter, 2005, pg. 98).

A forma de correção ou remuneração do *funding* tem papel importante para a estabilidade do sistema imobiliário. A existência de limitações na remuneração do funding em relação aos outros instrumentos de investimento no mercado acaba por fragilizar o sistema. Para um sistema imobiliário estável, a remuneração do *funding* e o custo do contrato imobiliário devem se ajustar às condições de mercado. Isso pode ser feito, por exemplo, indexando-os à inflação. Isso nos leva à questão apresentada: como estruturar um contrato imobiliário que tenha que tenha correção pela inflação, mas a prestação (e o saldo devedor) mantenha um comportamento nominal dentro do esperado, dado o sistema de amortização utilizado, evitando oscilações no comprometimento de renda?

Adaptando o Sistema de Amortização Price

Os sistemas de amortização são projetados para que as prestações e o saldo devedor de um empréstimo tenham um determinado comportamento, atendendo aos interesses tanto do financiador, quanto do mutuário. No crédito imobiliário, o sistema mais popular e amplamente utilizado no mundo é o Sistema Price. No Brasil, o Sistema de Amortização Constante (SAC) também é muito comum. Para simplificar a análise, primeiro desenvolveremos a argumentação considerando o uso do Sistema Price nos contratos imobiliários indexados à inflação (PLAM). Na seção seguinte, será discutido como essa abordagem pode ser aplicada ao Sistema SAC.

O Sistema Price foi desenvolvido para manter o valor nominal da prestação constante ao longo do tempo. Para alcançar esse objetivo, a composição de juros e amortização varia em cada prestação. No início do contrato, a maior parte da prestação destina-se a cobrir os juros. À medida que o contrato avança, a maior parte da prestação passa a ser destinada à amortização. Essa substituição é calibrada de forma que a prestação se mantenha nominalmente constante.

A Função (1) define a prestação no Sistema Price. Ela pode ser aplicada em qualquer momento do contrato, considerando o prazo restante. Em qualquer caso, obteremos o mesmo valor de prestação:

$$Prestação_{(d+1)}^{(price)} = \frac{i * (1 + i)^{(n-d)}}{(1 + i)^{(n-d)} - 1} * SD_d^{(price)} \quad (1)$$

Onde:

i = taxa de juros do contrato, na mesma base da contagem do prazo.

n = número de períodos do empréstimo, em geral, meses.

d = número de períodos decorridos do empréstimo.

$SD_d^{(price)}$ = Saldo Devedor no momento d . Quando d for igual a 0, o $SD_0^{(price)}$ representa o valor do financiamento.

Dessa função, podemos derivar que, na prestação do Sistema Price, os juros são calculados sobre o saldo devedor anterior, enquanto a amortização varia em cada prestação, de modo a manter o valor nominal da prestação constante.

$$Prestação_{(d+1)}^{(price)} = Juros_{(d+1)}^{(price)} + Amortização_{(d+1)}^{(price)} \quad (2)$$

$$Juros_{(d+1)}^{(price)} = SD_d^{(price)} * i \quad (3)$$

$$Amortização_{(d+1)}^{(price)} = \left(\left(\frac{i * (1+i)^{(n-d)}}{(1+i)^{(n-d)} - 1} \right) - i \right) * SD_d^{(price)} \quad (4)$$

Embora a prestação inclua componentes de juros e amortização, esses valores são estimativas. Os valores efetivos serão observados no cálculo do saldo devedor. Na função de formação do saldo devedor, torna-se evidente que a amortização efetiva ocorre por diferença.

$$SD_{d+1}^{(price)} = (1+i)SD_d^{(price)} - Prestação_{(d+1)}^{(price)} \quad (5)$$

A solução encontrada nos contratos PLAM para incorporar a inflação ao Sistema Price foi corrigir o saldo devedor e a prestação pela inflação acumulada desde o início do contrato, como apresentado, por exemplo, por Lessard e Modigliani (1975, p. 72). Outra abordagem, com o mesmo resultado, é a adotada pelo Chile, onde os valores do saldo devedor e das prestações são convertidos de peso chileno para outra unidade de referência, no caso, a UF, cujo valor é corrigido pela inflação. No momento do pagamento, esses valores são convertidos de volta para peso chileno.

Na notação utilizada neste artigo, os componentes juros e amortização estão descritos em relação ao saldo devedor anterior ($SD_d^{(price)}$), que incorpora a inflação acumulada desde o início do contrato, pois a cada rodada ele é corrigido pela inflação do período anterior, como pode ser observado na Função 9. Assim, no cálculo dos componentes da prestação, é adicionada somente a correção desde a última prestação ($1+p$).

$$Prestação_{(d+1)}^{(price)} = Prestação_{(d)}^{(price)} * (1+p) \quad (6)$$

$$Juros_{(d+1)}^{(price)} = SD_d^{(price)} * i * (1+p) \quad (7)$$

$$Amortização_{(d+1)}^{(price)} = \left(\left(\frac{i * (1+i)^{(n-d)}}{(1+i)^{(n-d)} - 1} \right) - i \right) * SD_d^{(price)} * (1+p) \quad (8)$$

Onde:

p = inflação acumulada desde a última prestação.

Novamente, é importante observar que a amortização do saldo devedor ocorre por diferença. Isso fica especialmente evidente em contratos com correção pela inflação. Ao saldo devedor

anterior, ajustado pela inflação do período, são adicionados os juros do período e subtraídos os valores das prestações. A redução nominal do saldo devedor acontece na medida em que a prestação excede a correção pela inflação mais os juros devidos. Como mostrado na Tabela 1, em muitos casos, especialmente nas prestações iniciais, a redução nominal do saldo devedor não ocorre, apesar da prestação ser corrigida pela inflação.

$$SD_{d+1}^{(price)} = (1 + p) * (1 + i) * SD_d^{(price)} - Prestação_{(d+1)}^{(price)} \quad (9)$$

A metodologia tradicional de incorporar a inflação ao cálculo da prestação e do saldo devedor resolve o problema de longo prazo tanto para o financiador, quanto teoricamente, para o mutuário. O financiador poderia captar fundos pagando a inflação do período mais juros reais. Para o mutuário, o comprometimento de renda seria mantido em termos reais, supondo que os salários também acompanhassem a inflação.

No entanto, no curto prazo, o descompasso entre o ajuste das prestações e o aumento da renda pode comprometer a disponibilidade de renda do mutuário, levando-o à inadimplência ou até à perda do imóvel. Essa possibilidade gera insegurança sobre a sustentabilidade do financiamento, especialmente entre a população de baixa renda. Esse descompasso pode ser observado no Gráfico 1 e no caso chileno em 2023.

Avaliando por outra perspectiva, o objetivo original do Sistema Price — manter a prestação constante ao longo do tempo em termos nominais — não é alcançado, uma vez que a prestação aumenta conforme a inflação acumulada desde o início do contrato.

Nesse contexto, a proposta a seguir visa apresentar uma alternativa de ajuste no sistema de amortização para tornar a prestação nominalmente estável, mesmo com correção pela inflação.

A proposta consiste em adaptar a função que define a prestação nominal a ser utilizada num contrato com correção pela inflação. Em vez de atualizar a prestação pela inflação acumulada desde a última prestação, como na PLAM tradicional, a prestação seria calculada incluindo na função um componente fixo que represente o comportamento médio esperado do índice de inflação ao longo da vida do contrato. Mais à frente esse componente poderá assumir outros tipos de valores. De qualquer forma, esse componente seria constante ao longo do contrato. Isso resultará em uma prestação com valor inicial nominalmente superior ao resultado da função tradicional, mas com menor volatilidade ao longo do tempo.

Se esse componente for igual à inflação efetivamente observada, a prestação permanecerá nominalmente estável ao longo do contrato, mesmo com a correção do saldo devedor pela inflação. Se a inflação for menor que o componente adicionado, a prestação diminuirá. Se for maior, a prestação aumentará. Em ambos os casos, as oscilações no valor nominal das prestações ocorrerão devido ao desvio da inflação observada em relação ao componente adicionado, diluído no tempo.

A prestação, adaptando o Sistema Price descrito na Função (1) com a inclusão do componente que representa o comportamento esperado, total ou parcial, do índice de inflação, assumiria a seguinte estrutura:

$$Prestação_{(d+1)}^{(price)} = \left(\frac{((1 + i) * (1 + aa) - 1) * ((1 + i) * (1 + aa))^{(n-d)}}{((1 + i) * (1 + aa))^{(n-d)} - 1} \right) * SD_d^{(price)} \quad (10)$$

Onde:

aa = Adicional de amortização.

A função da amortização, por sua vez, será:

$$Amortização_{(d+1)}^{(price)} = \left(\left(\frac{((1+i) * (1+aa) - 1) * ((1+i) * (1+aa))^{(n-d)}}{((1+i) * (1+aa))^{(n-d)} - 1} \right) - (i * (1+p)) \right) * SD_d^{(price)} \quad (11)$$

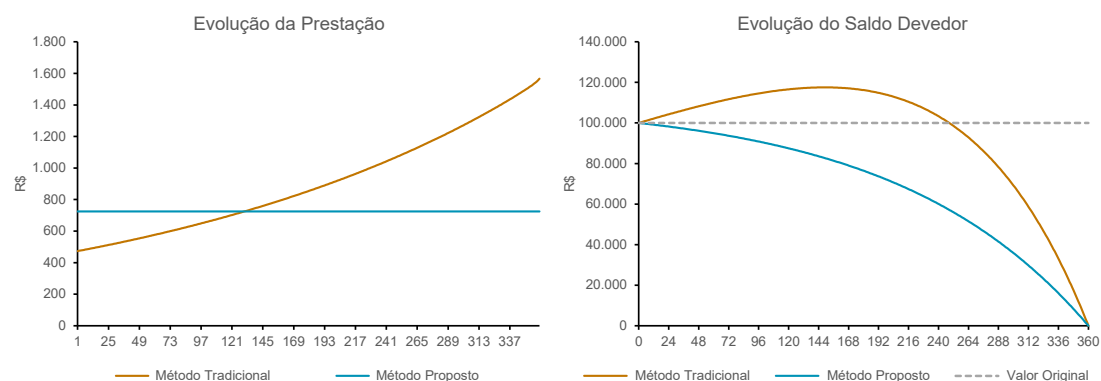
Importante destacar que a função dos juros que compõem a prestação não passa por nenhum tipo de alteração nesta proposta.

$$Juros_{(d+1)}^{(price)} = SD_d^{(price)} * i * (1+p) \quad (12)$$

Observe-se que essas funções são descritas em função do saldo devedor (SD), ou seja, a cada mês, a nova prestação deve ser calculada considerando o saldo devedor do mês anterior. Isso é crucial para ajustar a prestação caso a inflação observada seja diferente da prevista pelo adicional de amortização, garantindo que, ao final do contrato, o saldo devedor seja zero.

Supondo um contrato imobiliário com correção pela inflação, pelo prazo de 30 anos, juros reais anuais de 4% a.a., em prestações mensais, e assumindo que, ao longo da vida do contrato, a inflação seja estável em 4% a.a., o que resultaria num adicional de 4% a.a., podemos comparar a forma atual de incorporar a inflação na prestação com a forma proposta, tanto para o valor das prestações, quanto para o saldo devedor (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Comparação da Evolução da Prestação e do Saldo Devedor no modelo tradicional e no modelo proposto. Sistema Price



No atual método, a prestação nominal é crescente, acompanhando a inflação. No método proposto, a prestação nominal seria estável, como pretendido no Sistema Price. A diferença mais visível na comparação é o valor da prestação nominal inicial. No método proposto, a

primeira prestação teria um valor 53% maior⁶. Isso deve-se ao fato de a amortização ser maior no método proposto, enquanto a função que calcula os juros permanece inalterada. Essa diferença vai sendo reduzida, à medida que, no método atual, a inflação é incorporada à prestação nominal. Menos visível é o fato de que, por realizar uma amortização maior no início, no método proposto os juros pagos ao longo do contrato seriam reduzidos em 34,6% em termos reais.

Ainda em relação à diferença entre o valor das prestações iniciais nos dois métodos, é importante observar que a taxa de juros do contrato visa, entre outras coisas, cobrir as perdas associadas à inadimplência. No modelo proposto, caracterizado por estabilidade da prestação, risco menor de descontrole no comprometimento de renda e um ritmo de amortização mais acelerado, espera-se uma inadimplência menor em comparação ao método tradicional e, caso isso ocorra, uma perda menor, o que deverá resultar em juros contratuais menores. No exemplo em análise, se a taxa de juros caísse de 4% a.a. para 3% a.a., devido ao menor risco no método proposto, a diferença na prestação inicial entre os dois métodos se reduziria de 53% para 39%.

Fica evidente que a comparação entre os métodos deve considerar operações com risco e retornos similares; caso contrário, isso pode resultar em conclusões equivocadas. O resultado do método proposto é comparável a um contrato, com Sistema Price, pré-fixado, realizado em condições normais de mercado. Essa equivalência pode ser observada no exercício proposto. Dadas as características do cenário⁷, a taxa pré-fixada de mercado resultante tenderia a ficar na ordem de 8%⁸, o que não geraria diferenças nos valores das prestações e do saldo devedor entre o modelo proposto e um contrato pré-fixado utilizando essa taxa. Essa equivalência também pode ser observada nos estudos do caso brasileiro discutidos mais adiante (Gráfico 6 e Gráfico 10), onde contratos normais de mercado, com diferentes indexadores, mas com riscos e retornos similares, apresentam valores de prestação equivalentes aos obtidos com o método proposto.

Por fim, no sistema tradicional, o saldo devedor em termos nominais só fica abaixo do valor contratado após a prestação 248. No método proposto, começaria a ser amortizado desde a primeira prestação. Isso facilita a compreensão do mutuário quanto ao comportamento do seu contrato. No método tradicional, o mutuário paga uma prestação nominalmente maior todo mês, e o saldo devedor, ao invés de diminuir, aumenta.

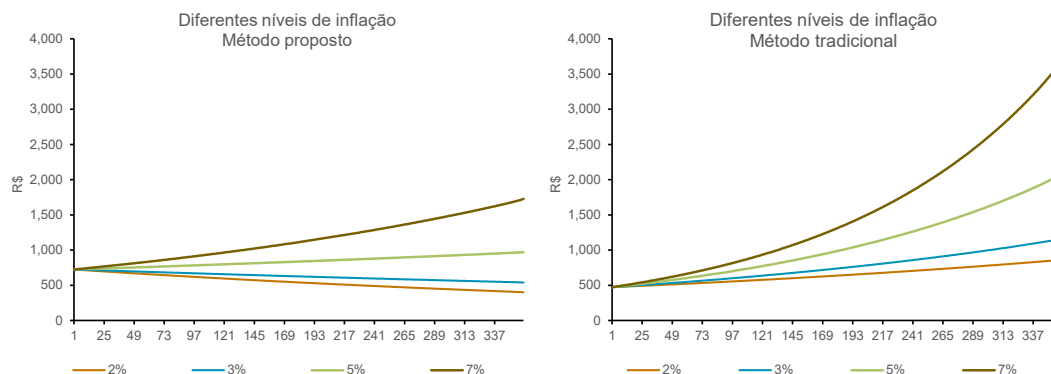
No exercício, o adicional no método proposto foi facilmente definido, pois a inflação ao longo da vida do contrato havia sido fixada. Entretanto, na prática, o adicional é uma estimativa de como se comportará a inflação no futuro. A inflação observada certamente será diferente do valor do adicional. Desta forma, é importante avaliar como o método proposto se comporta diante do erro na estimativa da inflação futura e comparar esses resultados com os obtidos no método tradicional para as mesmas situações. No exercício, o adicional proposto foi calibrado para uma inflação média de 4% a.a. durante todo o contrato. No Gráfico 3, apresenta-se o valor das prestações ao longo do tempo caso a inflação futura assumisse valores de 2%, 3%, 5% e 7%, ao invés dos 4% inicialmente definidos.

6/ Esse valor varia conforme os parâmetros adotados.

7/ Supondo um contrato imobiliário com correção pela inflação, pelo prazo de 30 anos, juros reais anuais de 4% a.a., em prestações mensais e assumindo que ao longo da vida do contrato a inflação seja estável em 4% a.a.

8/ A taxa de juros do empréstimo é de 4% a.a. e a inflação esperada também é na ordem de 4% a.a., assim, num ambiente de concorrência, a taxa pré-fixada tenderia a ser 8% a.a.

Gráfico 3 – Evolução da Prestação em diferentes cenários no modelo tradicional e no modelo proposto. Sistema Price.



No método proposto, mesmo com o erro da estimativa, a prestação apresentaria um crescimento nominal menor do que o verificado no método tradicional. Por exemplo, se a inflação média observada fosse de 2% a.a., enquanto no método tradicional a última prestação aumentaria 83% em relação à primeira, no método proposto ela diminuiria 45%. Se a inflação média fosse de 7% a.a., no método tradicional a última prestação aumentaria em 688%. No método proposto, também seria observado um aumento, mas em escala menor, de 139%.

Uma forma simples de definir o adicional de amortização seria utilizar o comportamento histórico médio da inflação em um intervalo de tempo equivalente. Nesse caso, a premissa implícita é a de que o arcabouço de políticas e os fundamentos macroeconômicos que determinam os preços não diferirão estruturalmente do padrão observado no período considerado para o cálculo da média e o período em que o contrato de financiamento imobiliário estará vigente.

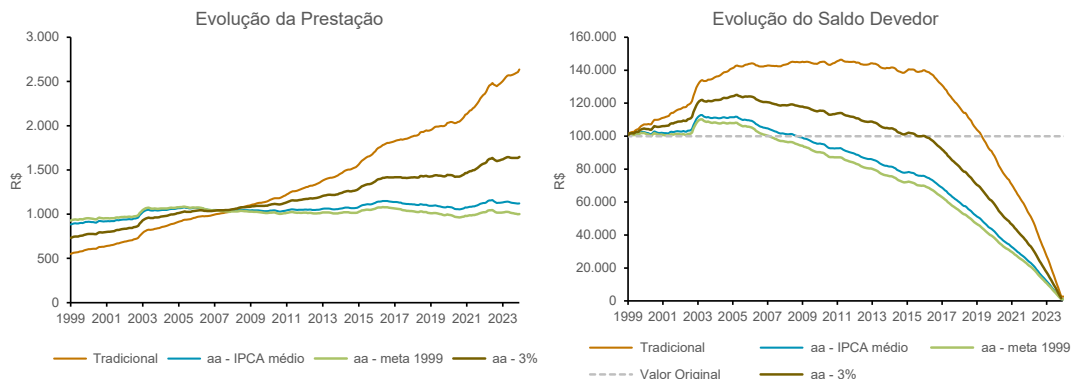
Por exemplo, o Gráfico 4 apresenta os resultados do caso brasileiro, supondo um contrato com correção pela inflação (IPCA), que iniciasse em janeiro de 1999, com prazo de 25 anos⁹ e juros de 4,5% a.a.¹⁰ O Adicional de Amortização (aa) foi definido como o IPCA médio verificado desde 1999, que foi de 5,33% a.a.

No mesmo gráfico são apresentados os resultados de outros dois métodos para a definição do adicional: a meta de inflação adotada em 1999, no início do regime de metas, 6% a.a., e 3% a.a., a atual meta de inflação.

9/ Em janeiro de 1999 foi adotado o sistema de metas de inflação, sendo a inflação medida pelo IPCA. Como existem somente 25 anos desde o início do sistema de metas de inflação, simulamos um contrato com esse prazo.

10/ No Brasil, não existiam contratos em IPCA nesse período. A taxa de juros de 4,5% a.a. é a taxa real para contratos em IPCA que torna a receita desse contrato equivalente aos contratos em TR, com taxa de juros de 9,5% a.a. e o mesmo *funding* (caderneta de poupança), considerando-se o comportamento histórico da TR e do IPCA.

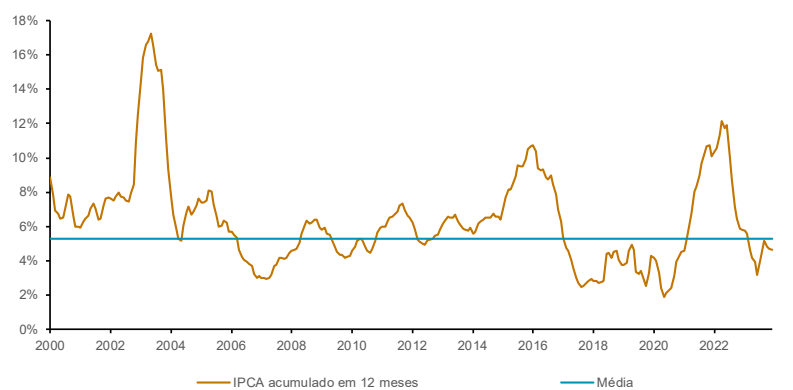
Gráfico 4 – Comparação da Evolução da Prestação e do Saldo Devedor – Caso Brasil – no modelo tradicional e no modelo proposto com diferentes definições de adicional. Sistema Price



Fica evidente que os diferentes adicionais utilizados no método proposto resultaram em comportamentos mais estáveis das prestações ao longo da vida do contrato, quando comparado ao método tradicional (Gráfico 4). Isso se observa, inclusive, quando utilizamos um adicional de 3%, inferior à média de inflação do período, que foi de 5,33%, demonstrando que mesmo a incorporação parcial da inflação traz benefícios ao mutuário. Importante destacar que esses resultados estão sendo obtidos considerando-se os períodos de elevada inflação ao longo dos últimos 25 anos, nos quais o IPCA acumulado em doze meses oscilou entre 2% a.a. e 17% a.a. (Gráfico 5).

Até aqui a metodologia proposta foi aplicada em um contrato iniciado em janeiro de 1999. Mas, ampliando a análise, a aplicação da mesma metodologia em contratos iniciados em diferentes momentos no tempo resulta também em prestações estáveis, mesmo com a correção do saldo devedor pela inflação. No Anexo I é comparada a evolução da prestação em três modelos diferentes: o modelo tradicional, o modelo proposto, com adicional de 5,33 a.a. fixo e o modelo usualmente utilizado no Brasil, de correção pela TR e juros de 9,5% a.a.

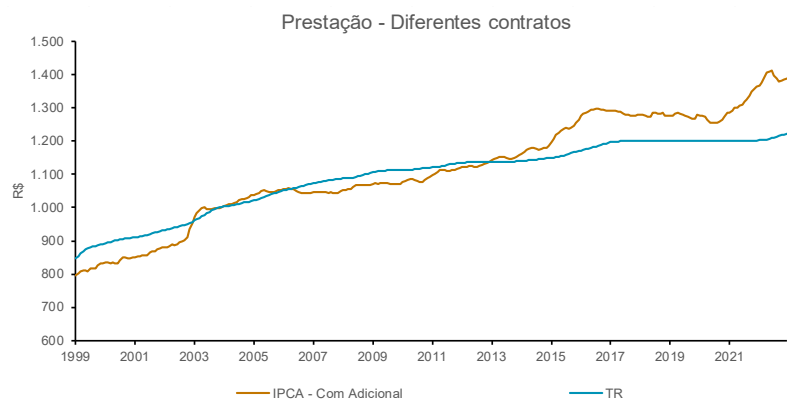
Gráfico 5 – Evolução do índice de Inflação – Caso Brasil – acumulado em 12 meses.



Por fim, a definição do adicional pode, ainda, levar em consideração outros objetivos. Por exemplo, se desejamos que um contrato imobiliário em IPCA, com adicional de amortização, mimetize o comportamento de um contrato com outro fator de correção, como a TR (Taxa Referencial). Isso seria útil num processo de transição, no qual os usuários estão acostumados com contratos indexados à TR e passam a adquirir contratos indexados ao IPCA, esperando

comportamento similar das prestações nominais. Nesse caso, o adicional deve ser apenas a diferença entre as médias estimadas dos fatores de correção. No período de 1999 até 2024, como a média da TR foi de 1,29% a.a. e a do IPCA foi de 5,33% a.a., o adicional de amortização deve ser de 4,04% a.a. Na comparação entre os contratos¹¹, como pode ser observado no Gráfico 6, essa abordagem também apresentou bons resultados.

Gráfico 6 – Comparação de contrato em TR com contrato em IPCA utilizando o modelo proposto – Caso Brasil. Sistema Price



Adaptando o Sistema de Amortizações Constantes – SAC

Como mencionado anteriormente, o SAC – Sistema de Amortização Constante é atualmente o mais utilizado no Brasil. Também neste caso, o uso de um adicional pode tornar o comportamento da prestação em termos nominais nos contratos indexados à inflação mais próximo ao comportamento esperado da prestação neste sistema de amortização.

No Sistema SAC, sem introduzir a correção pela inflação, a prestação é a soma de dois componentes: um relativo aos juros, que está relacionado ao saldo devedor, e outro relativo à amortização, de valor fixo. Dessa forma, a prestação é decrescente pois à medida que o saldo devedor é amortizado os juros incidem sobre um valor menor, o que reduz o total da prestação.

A amortização pode ser apresentada como um valor fixo ou uma razão entre o saldo devedor e o prazo a decorrer. Num ambiente sem correção, esses dois valores serão iguais. Por questões de notação, adotaremos a segunda forma.

$$Prestação_{(d+1)}^{(SAC)} = Juros_{(d+1)}^{(SAC)} + Amortização_{(d+1)}^{(SAC)} \quad (13)$$

$$Juros_{(d+1)}^{(SAC)} = SD_d^{(SAC)} * i \quad (14)$$

$$Amortização_{(d+1)}^{(SAC)} = \left(\frac{1}{(n - d)} \right) * SD_d^{(SAC)} \quad (15)$$

11/ Para a comparação, utilizou-se o contrato em TR, com taxa de juros de 9,5% a.a., e o contrato em IPCA com taxa de juros real de 4,5% a.a. Ambos em 25 anos.

A função do saldo devedor é a mesma do Sistema Price¹².

$$SD_{(d+1)}^{(SAC)} = (1 + i)SD_d^{(SAC)} - Prestação_{(d+1)}^{(SAC)} \quad (16)$$

Em um contrato imobiliário com correção pela inflação, utilizando o Sistema SAC, a prestação com a incorporação da inflação não equivale a multiplicar a prestação anterior por $(1 + p)$, como no Sistema Price. No Sistema SAC, as prestações são decrescentes por definição, ou seja, $Prestação_{(d+1)}^{(SAC)} < Prestação_d^{(SAC)}$ para todo o $d > 0$. Assim, a prestação num contrato corrigido pela inflação será a soma dos componentes juros e amortização, agora incorporando a inflação do período. O comportamento da prestação dependerá do nível de inflação e da taxa de juros do contrato.

Os juros e a amortização estão definidos em relação ao saldo devedor anterior ($SD_d^{(SAC)}$), incorporando assim a inflação acumulada desde o início do contrato, pois, a cada rodada, o saldo devedor é corrigido pela inflação do período anterior, como pode ser observado na Função (19). Assim, como descrito no sistema Price, a correção a ser adicionada é somente a ocorrida desde a última prestação $(1 + p)$.

$$Juros_{(d+1)}^{(SAC)} = SD_d^{(SAC)} * i * (1 + p) \quad (17)$$

$$Amortização_{(d+1)}^{(SAC)} = \left(\frac{1}{(n - d)} \right) * SD_d^{(SAC)} * (1 + p) \quad (18)$$

A função de definição da evolução do saldo devedor é igual à do Sistema Price:

$$SD_{(d+1)}^{(SAC)} = (1 + p) * (1 + i) * SD_d^{(SAC)} - Prestação_{(d+1)}^{(SAC)} \quad (19)$$

Importante destacar que o sistema SAC aplicado a um contrato com correção pela inflação não garante que as prestações sejam decrescentes ao longo do tempo. As Funções (17) e (18), resultantes das Funções (14) e (15) multiplicadas por $(1 + p)$, poderão resultar em prestações crescentes, caso o valor abatido do saldo devedor pela prestação seja inferior ao percentual previsto a ser amortizado no sistema SAC, corrigido pela inflação.

O modelo proposto, também neste sistema de amortização, para contratos com correção pela inflação, altera a função que define a prestação, ou, mais especificamente, a função do componente de amortização. A amortização passaria a ser calculada incluindo-se um componente constante ao longo do contrato, que represente o comportamento esperado, no todo ou em parte, do índice de inflação.

12/ Interessante notar que no sistema SAC o saldo devedor independe do nível da taxa de juros, uma vez que a amortização é um percentual do saldo devedor e, a cada rodada, todo o juro sobre o saldo devedor é coberto pela prestação. No Sistema Price, embora a prestação também cubra todo o juro incidente sobre o saldo devedor (Função 3), o ritmo de amortização depende do nível da taxa de juros, como pode ser observado na Função 4. Assim, quanto maior a taxa de juros, menor a amortização do saldo devedor no início do contrato, afetando o nível do saldo devedor.

Novamente, se esse componente for igual à inflação efetivamente ocorrida, isso resultará em uma prestação com o comportamento esperado para a prestação no Sistema SAC. Se a inflação for menor que o componente adicionado, a prestação reduzirá mais que o esperado. Se for maior, a prestação reduzirá menos que o esperado, ou até aumentará. Esses movimentos ocorrem pelo desvio entre a inflação ocorrida e o componente adicionado.

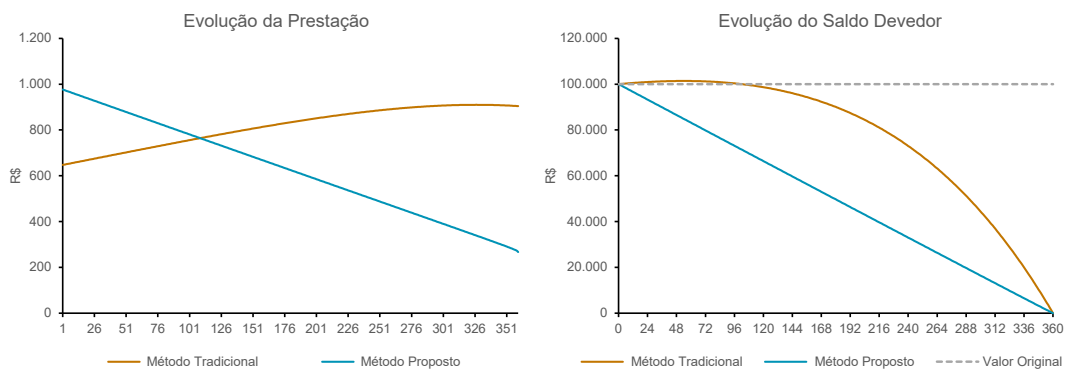
A função da amortização, com a inclusão do componente proposto, é a seguinte:

$$Amortização_{(d+1)}^{(SAC)} = \left(\left(\left(1 + \frac{1}{(n-d)} \right) * (1 + aa) \right) - 1 \right) * SD_d^{(SAC)} \quad (20)$$

Aqui também é importante observar que a função da amortização é descrita em função do saldo devedor, ou seja, a cada mês a nova prestação deve ser calculada, considerando o saldo devedor do mês anterior. Isso é importante para incorporar a variação do saldo devedor quando a inflação observada for diferente do componente adicionado na função, transmitindo para a amortização essas variações, o que garante que, ao final do contrato, o saldo devedor será zero.

Utilizando o mesmo contrato imobiliário com correção pela inflação, agora com o Sistema SAC de amortização, pelo prazo de 30 anos, juros anuais de 4% a.a., em prestações mensais, e supondo que ao longo da vida do contrato a inflação foi estável em 4% a.a., obteríamos os resultados apresentados no Gráfico 7 na comparação entre a forma atual de incorporar a inflação e a forma proposta.

Gráfico 7 – Evolução da Prestação e do Saldo Devedor no modelo tradicional e no modelo proposto. Sistema SAC

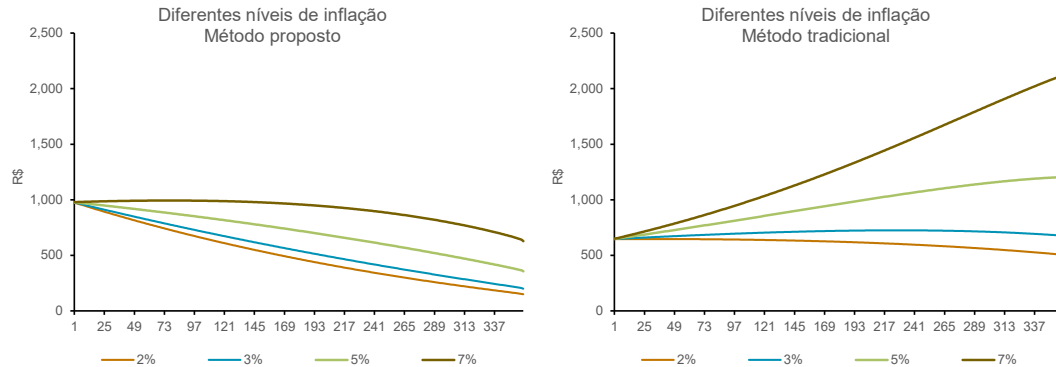


Na forma proposta a prestação inicia com um valor maior (40%), mas seria cadente no tempo, como esperado para o Sistema SAC, ao contrário do observado na forma atual de incorporar a correção pela inflação. Em ambos os métodos o saldo devedor é cadente, com maior intensidade no método proposto, pois a amortização é maior. Importante destacar que os juros totais pagos pelo mutuário reduziram 24% em termos reais.

A percepção da melhor performance do método proposto em relação ao método tradicional também fica evidente no Sistema SAC. No exercício, o adicional foi calibrado para 4%, com a hipótese de a inflação durante todo o período ser estável em 4%. Se a inflação fosse estável em diferentes níveis, de 2% a 7%, no modelo proposto, a última prestação ainda estaria abaixo da prestação inicial, em todos os cenários, enquanto no método atual, a última prestação seria

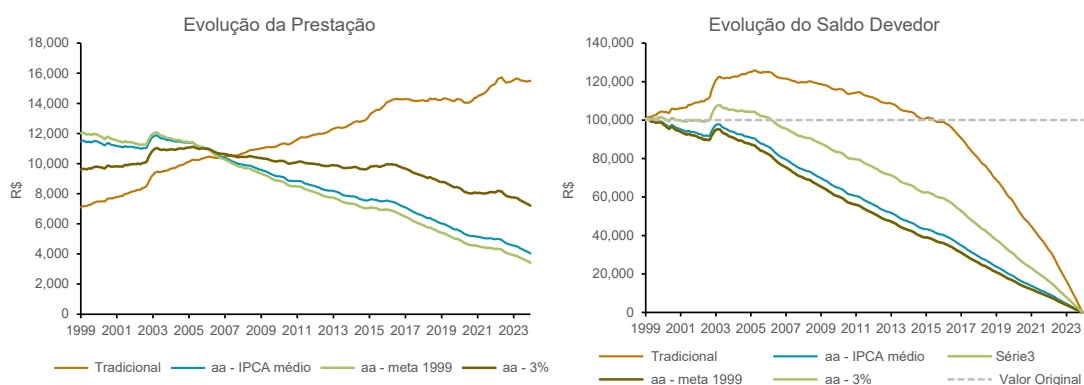
maior que a prestação inicial nos cenários nos quais a inflação fosse estável em 5% ou 7%, chegando a aumentar 227%, no último cenário.

Gráfico 8 – Evolução da Prestação em diferentes cenários no modelo tradicional e no modelo proposto. Sistema SAC.



Com o objetivo de comparar como diferentes formas de definir o adicional reagiriam em um ambiente real, novamente utilizamos o caso brasileiro, supondo um contrato com correção pela inflação que iniciasse em 1999, com 25 anos de prazo, utilizando o Sistema SAC de amortização. Assim como na adaptação do Sistema Price, foram utilizadas como formas de definições de adicional: o IPCA médio do período, 5,33% a.a., a meta de inflação de 1999, 6% a.a. e a atual meta de inflação, 3% a.a. Os resultados obtidos, apresentados no Gráfico 9, indicam que a adoção do método proposto gera o desempenho esperado no Sistema SAC, visivelmente melhor que o método tradicional, considerando todas as formas de definição do adicional, mesmo em um ambiente com alta volatilidade do IPCA (de 2% a.a. a 17% a.a.), como verificado no período analisado.

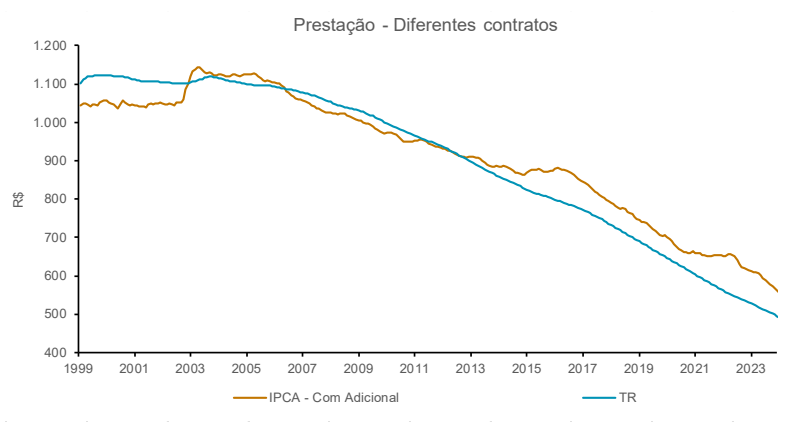
Gráfico 9 – Evolução da Prestação e do Saldo Devedor – Caso Brasil – no modelo tradicional e no modelo proposto. Diferentes definições de adicional – Sistema SAC



Esses resultados também podem ser observados numa análise mais ampla, para contratos que iniciem em diferentes momentos no tempo. No Anexo II é comparada a evolução da prestação em três modelos diferentes: o modelo tradicional, o modelo proposto, com adicional de 5,33 a.a. fixo e o modelo usualmente utilizado no Brasil de correção pela TR e juros de 9,5% a.a.

Por fim, a definição do adicional pode considerar outros objetivos, como o analisado quando se discutiu o Sistema Price. Caso o objetivo fosse minimizar o impacto de aceitação num processo de transição entre diferentes indexadores, pois os usuários estão acostumados com contratos indexados em TR e passam a adquirir contratos indexados em IPCA, seria desejável que o contrato imobiliário em IPCA, com adicional de amortização, mimetizasse o comportamento de um contrato com a TR (Taxa Referencial). Para tanto, utilizamos como adicional a diferença do comportamento histórico dos dois fatores de correção (IPCA e TR). Neste caso, 4,04% a.a. Os resultados apresentados no Gráfico 10 indicam que o método proposto apresentaria comportamento similar ao contrato com TR.

Gráfico 10 – Comparação do modelo proposto com contrato com outro indexador – Caso Brasil. Sistema SAC



Conclusão

A abordagem proposta mostrou-se superior à metodologia tradicional de aplicar a correção de inflação nos contratos “*Price Level-Adjusted Mortgage (PLAM)*”, tanto por reduzir significativamente a volatilidade da prestação nominal, quanto por restaurar o comportamento esperado da prestação nominal conforme o sistema de amortização utilizado, aumentando a previsibilidade da prestação e a estabilidade do comprometimento de renda, mesmo em momentos de alta inflação.

A definição do valor do adicional de amortização é chave para o desempenho do modelo. Ele é um componente fixo, definido no início do contrato, que quanto mais próximo da inflação futura observada, melhor será o comportamento da prestação nominal em relação ao esperado pelo sistema de amortização utilizado. Observou-se também que a inclusão do adicional de amortização com valor definido de outra forma, como, por exemplo, a meta de inflação no momento do contrato, reduz a volatilidade e aproxima o comportamento da prestação nominal do seu comportamento esperado, na comparação com os resultados obtidos pelo método tradicional, trazendo benefícios para o mutuário.

Como evolução desse trabalho, podem ser desenvolvidos estudos para estender a proposta aos contratos do modelo VRM e a contratos que utilizem outros tipos de indexadores; para analisar a possibilidade de utilizar adicional não fixo, com uma regra de ajuste no tempo; para estudar a associação ao modelo proposto de uma opção que limite a variação anual máxima do IPCA ou da prestação, por exemplo. Essa associação resultaria numa mensalidade ainda mais estável, favorecendo a aceitação pelo mutuário e possivelmente um custo menor para essa opção.

Bibliografia

Cohn, Richard e Fischer, Stanley. **Alternative Mortgage Designs**. 1975. Disponível no link: <https://www.bostonfed.org/-/media/Documents/conference/14/conf14d.pdf>. Acessado em 06/07/2024.

Cooperativa.cl. **Más de 30 mil créditos hipotecarios fueron reprogramados en 2023**. Publicado em 27/01/2024. Disponível no link: <https://www.cooperativa.cl/noticias/economia/servicios-financieros/bancos/mas-de-30-mil-creditos-hipotecarios-fueron-reprogramados-en-2023/2024-01-27/084726.html>. Acessado em 06/07/2024.

Green, Richard, K., and Susan M. Wachter. 2005. **"The American Mortgage in Historical and International Context."** Journal of Economic Perspectives, 19 (4): 93-114. Disponível no link <https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/08953300-5775196660> Acessado em 07/09/2024.

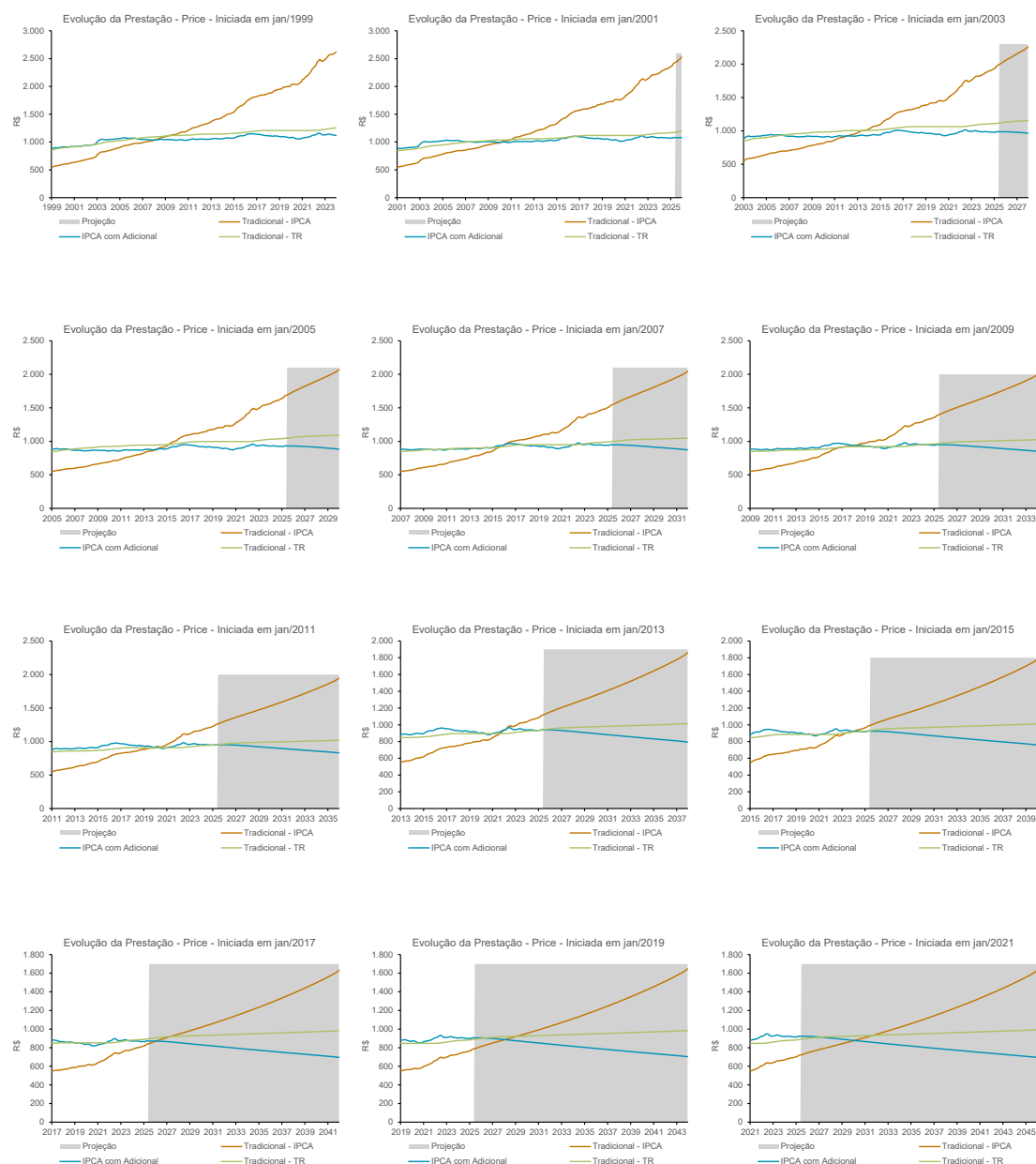
Federal Reserve Bank of Boston, **New Mortgage Designs for an Inflationary Environment** – Conference Series 14 – Janeiro de 1975 – Disponível no link <https://www.bostonfed.org/news-and-events/events/economic-research-conference-series/new-mortgage-designs-for-an-inflationary-environment.aspx>. Acessado em 06/07/2024.

Lessard, Donald R. e Modigliani, Franco. **Inflation and the Housing Market: Problems and Potential Solutions**. 1975. Disponível no link <https://www.bostonfed.org/-/media/Documents/conference/14/conf14c.pdf>. Acesso em 06/07/2024

UN-Habitat. **Housing Finance Mechanisms in Chile**. 2009. Disponível no link: <https://unhabitat.org/housing-finance-mechanisms-in-chile>. Acessado em 13/07/2024.

ANEXO I

Comparação da evolução da prestação em contratos utilizando o sistema Price, iniciados em diferentes momentos do tempo, com prazo de 25 anos, para três modelos distintos: o modelo tradicional, corrigido pelo IPCA e juros de 4,5% a.a.; o modelo proposto, corrigido pelo IPCA e juros de 4,5% a.a. e adicional de amortização constante de 5,33% a.a. e o modelo corrigido pela TR e juros de 9,5% a.a. Para o período de projeção foram utilizados os dados da pesquisa Focus.



ANEXO II

Comparação da evolução da prestação em contratos utilizando o sistema SAC, iniciados em diferentes momentos do tempo, com prazo de 25 anos, para três modelos distintos: o modelo tradicional, corrigido pelo IPCA e juros de 4,5% a.a.; o modelo proposto, corrigido pelo IPCA e juros de 4,5% a.a. e adicional de amortização constante de 5,33% a.a. e o modelo corrigido pela TR e juros de 9,5% a.a. Para o período de projeção foram utilizados os dados da pesquisa Focus.

