



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Sociais Aplicadas
Graduação em Ciências Econômicas

FINANCIAR UM IMÓVEL OU ALUGAR E SIMULTANEAMENTE INVESTIR: QUAL ESTRATÉGIA PROMOVE O MAIOR PATRIMÔNIO?

RODRIGO JOVE CESAR MORALES RUIZ

João Pessoa - PB
2025

RODRIGO JOVE CESAR MORALES RUIZ

**FINANCIAR UM IMÓVEL OU ALUGAR E
SIMULTANEAMENTE INVESTIR: QUAL
ESTRATÉGIA PROMOVE O MAIOR
PATRIMÔNIO?**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Econômicas do Centro de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Cássio da Nóbrega
Besarria

**Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação**

R934f Ruiz, Rodrigo Jove Cesar Morales.
Financiar um imóvel ou alugar e simultaneamente
investir: qual estratégia promove o maior patrimônio? /
Rodrigo Jove Cesar Morales Ruiz. - João Pessoa, 2024.
66 f. : il.

Orientação: Cássio da Nóbrega Besarria.
TCC (Graduação) - UFPB/CCSA.

1. Python. 2. Patrimônio (direito civil). 3.
Financiamento habitacional. 4. Investimentos. I.
Besarria, Cássio da Nóbrega. II. Título.

UFPB/CCSA

CDU 33

RODRIGO JOVE CESAR MORALES RUIZ

FINANCIAR UM IMÓVEL OU ALUGAR E SIMULTANEAMENTE INVESTIR: QUAL ESTRATÉGIA PROMOVE O MAIOR PATRIMÔNIO?

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Econômicas do Centro de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Trabalho aprovado. João Pessoa - PB, 22 de Outubro de 2024:

CASSIO DA NOBREGA
BESARRIA:057950494
84

Assinado de forma digital por
CASSIO DA NOBREGA
BESARRIA:05795049484
Dados: 2024.11.04 09:06:48
-03'00'

Prof. Dr. Cássio da Nóbrega Besarria
Orientador

Documento assinado digitalmente



ADRIANO FIRMINO VALDEVINO DE ARAUJO
Data: 31/10/2024 07:56:55-0300
Verifique em <https://validar.itu.gov.br>

Dr. Adriano Firmino Valdevino de
Araújo
Examinador

LAERCIO DAMIANE CERQUEIRA
DA SILVA:95313613553

Assinado de forma digital por LAERCIO
DAMIANE CERQUEIRA DA SILVA:95313613553
Dados: 2024.10.30 14:16:11 -03'00'

Dr. Laércio Damiane Cerqueira da
Silva
Examinador

João Pessoa - PB
2025

Agradecimentos

À vida, ao acaso e ao tempo, só eles me trouxeram até aqui, desde o berço de minha vida a trajetória criada, estando a cada passo em um lugar que posso me orgulhar de quem fui, sou e serei. À minha esposa pelo companheirismo e dedicação ao meu bem-estar e nossa maior conquista, nosso filho. Ao meu filho por despertar-me valores e afincos jamais conhecidos por mim, enraizados neste trabalho. Aos meus familiares, principalmente mãe e avó, cuja a primeira formação tardiamente chegara aos 28 anos, porém, com o fruto do orgulho de uma profissão e habilidades edificantes.

Ao meu orientador e professor, Cássio Nóbrega Bessaria, pelas oportunidades e conduta inspiradora como docente.

À Dra. Maria de Lourdes e família, dos quais sem eles jamais poderia construir um trabalho com tamanha complexidade e valor.

Ao meu sogro, Cláudio Humberto, pelas oportunidades e valores transmitidos, mesmo sem a intenção ou consciência, dos quais hoje faço de meus pilares decisórios.

E, por fim, aos meus professores e amigos do curso, que fizeram dessa trajetória um caminho leve, prazeroso e construtivo.

Sem vocês, nada disso poderia existir.

Resumo

Este trabalho de conclusão de curso visa identificar qual estratégia gera maior patrimônio ao longo de 20 anos: financiar um imóvel ou optar pelo aluguel enquanto se investe simultaneamente. Ao contrário de muitos estudos que utilizam exclusivamente cálculos de matemática financeira sem considerar séries históricas reais, este trabalho baseia-se em dados históricos e técnicas de programação orientada a objetos para criar simulações computacionais. As análises indicam que, de forma geral, o financiamento se mostra mais vantajoso, mas fatores como capital inicial, taxa de juros e rentabilidade dos investimentos podem modificar esse cenário e favorecer o aluguel com investimento. Além disso, destaca-se que a inflação dos preços imobiliários pode reduzir significativamente o custo efetivo do financiamento, tornando-o uma opção atraente em comparação ao aluguel.

Palavras-chave: financiamento; patrimônio; aluguel; investimento; planejamento-financeiro; rentabilidade; python.

Abstract

This thesis aims to identify which strategy generates greater wealth over 20 years: financing a property or opting for renting while simultaneously investing. Unlike many studies that rely solely on financial mathematics calculations without considering real historical data, this work is based on historical data and object-oriented programming techniques to create computational simulations. The analyses indicate that, in general, financing proves to be more advantageous, but factors such as initial capital, interest rates, and investment returns can alter this scenario and favor renting with simultaneous investment. Moreover, it is highlighted that property price inflation can significantly reduce the effective cost of financing, making it an attractive option compared to renting.

Keywords: financing; wealth; renting; investment; financial planning; returns; Python.

Lista de tabelas

Tabela 1 – exemplo da dinâmica exercida para criação dos aportes num financiamento SAC, sob índice de correção TR, juros de 4% e valor do imóvel de R\$20.000,00.	19
Tabela 2 – Descrição dos dados dos índices	22
Tabela 3 – Descrição dos dados dos gerados.	23
Tabela 4 – Dados fornecidos pelo Cartório de registro de imóveis da zona norte, de João Pessoa, Paraíba.	25
Tabela 5 – Rentabilidade média da operação por modalidade de financiamento e índice de correção	28
Tabela 6 – Rentabilidade Média por Modalidade e Índice	31
Tabela 7 – Diferença Patrimonial por Modalidade e Índice	31

Lista de ilustrações

Figura 1 – exemplo de valores corrigidos de um indivíduo, com 1 salário mínimo e R\$ 20.000,00 como preço do imóvel atribuído.	14
Figura 2 – exemplo de financiamento imobiliário de um imóvel de R\$20.000,00, sob modalidade SAC, índice TR, horizonte de 240 meses e juros de 4%. . .	17
Figura 3 – exemplo de financiamento imobiliário de um imóvel de R\$20.000,00, sob modalidade SAC, índice IPCA, horizonte de 240 meses e juros de 4%. .	17
Figura 4 – exemplo de financiamento imobiliário de um imóvel de R\$ 20.000,00, sob modalidade SAF, índice TR, horizonte de 240 meses e juros de 4%. .	17
Figura 5 – exemplo de financiamento imobiliário de um imóvel de R\$ 20.000,00, sob modalidade SAF, índice IPCA, horizonte de 240 meses e juros de 4%. .	18
Figura 6 – exemplo da evolução patrimonial a partir da rentabilidade do imóvel financiado através do SAC, índice TR, juros 4%, imóvel sob valor de R\$20.000,00, e aportes rentabilizados.	19
Figura 7 – Distribuição da diferença percentual entre os custos de financiar e cenário alternativo (alugar + investimento).	27
Figura 8 – rentabilidade acumulada da carteira IMA-B.	27
Figura 9 – rentabilidade acumulada da carteira IRF-M.	28
Figura 10 – Síntese do comportamento dos dados do financiamento de um indivíduo com 1 salário mínimo, imóvel objeto de R\$20.000,00, financiamento SAC, sob índice de correção TR, juros de 4% e horizonte de 240 meses. .	29
Figura 11 – Síntese do comportamento dos dados do financiamento de um indivíduo com 1 salário mínimo, imóvel objeto de R\$ 20.000,00, financiamento SAC, sob índice de correção IPCA, juros de 4% e horizonte de 240 meses. .	29
Figura 12 – Síntese do comportamento dos dados do financiamento de um indivíduo com 1 salário mínimo, imóvel objeto de R\$ 20.000,00, financiamento SAF, sob índice de correção TR, juros de 4% e horizonte de 240 meses. .	30
Figura 13 – Síntese do comportamento dos dados do financiamento de um indivíduo com 1 salário mínimo, imóvel objeto de R\$ 20.000,00, financiamento SAF, sob índice de correção IPCA, juros de 4% e horizonte de 240 meses. .	30

Sumário

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DA LITERATURA	11
3	METODOLOGIA	14
3.1	Dados teóricos	22
3.2	Dados reais	24
4	RESULTADOS	26
4.1	Dados teóricos versus realidade	31
5	CONCLUSÃO	32
	REFERÊNCIAS	34
	APÊNDICE A –	36
A.1	Bibliotecas	36
A.2	Índices	36
A.3	Dados teóricos	38
A.4	Simulação	43
A.5	Exploração dos dados teóricos	45
A.6	Dados reais	55
A.7	Exploração dos dados reais	61

1 Introdução

A compra de um imóvel representa um patrimônio para a maioria das famílias brasileiras. Percepções de segurança, posse, enriquecimento financeiro, são sentimentos que permeiam a sociedade, sobretudo as de renda mais baixa, causando a possibilidade de ascensão social. As formas possíveis desta construção de patrimônio poderão ocorrer por herança, financiamentos, investimentos no mercado de capitais entre outras e definir a melhor opção nem sempre é fácil e nem tão pouco de conhecimento e orientação correta dentro das condições econômicas do sujeito, gerando dúvidas e nem sempre os melhores resultados nessa construção.

A expectativa de sair do aluguel para a casa própria é o fator de motivação para a constituição do patrimônio por meio do bem imóvel, produzindo, assim, ações para a tal fim e com a variedade do mercado de capitais a disposição, levanta-se a hipótese de que seria mais vantajoso alugar um imóvel e simultaneamente investir para formação de patrimônio.

Neste sentido, este estudo busca identificar qual estratégia se mostra mais eficiente para a formação de patrimônio ao longo de 20 anos — financiar a compra de um imóvel ou optar pelo aluguel, investindo os recursos de forma paralela. Este estudo torna-se relevante uma vez que todos os indivíduos demandam uma moradia, e, para grande parte da população, adquirir um bem de alto valor só é possível por meio de financiamentos ou após anos de economia disciplinada, apontando o melhor caminho para tal.

A presente pesquisa se apresenta em quatro capítulos descritos da seguinte forma: revisão da literatura, elucidando os aspectos fundamentais que orientam esta pesquisa. Em seguida, no segundo capítulo, o detalhamento da metodologia utilizada é apresentado, possibilitando a replicação deste estudo. Por fim, o terceiro e quarto capítulos apresentam, respectivamente, os resultados obtidos e as conclusões derivadas da análise realizada.

2 Revisão da Literatura

A aquisição de um imóvel é amplamente celebrada na cultura brasileira e em diversas outras ao redor do mundo, Matthews e Turnbull (2007), Phillips e Vanderhoff (2004), Cauley, Pavlov e Schwartz (2007), sendo tradicionalmente vista como o caminho mais seguro e prático para a construção de riqueza, Rohe, Zandt e McCarthy (2002). Além disso, é notório o papel da habitação em uma sociedade e sua presença constante nas políticas nacionais de desenvolvimento econômico. Programas como o “Minha Casa, Minha Vida” proporcionaram melhorias em indicadores sociais e contribuíram para a formação

de patrimônio em famílias de baixa renda, Cardoso e Jaenisch (2017), além de desempenharem um papel significativo na economia do país, impulsionando o setor da construção civil e suas cadeias produtivas associadas. Contudo, o desenvolvimento do mercado de capitais brasileiro, junto a instrumentos financeiros modernos e sofisticados, trouxeram oportunidades além daquelas conhecidas tradicionalmente, como o investimento em um imóvel próprio, acreditando que seria mais vantajoso alugar um imóvel e simultaneamente investir para formação de patrimônio, o que pode não ser real.

Os estudos desta área utilizam a matemática financeira para explorar a questão entre ser mais vantajoso financiar ou alugar simultaneamente a investir, restringido-se apenas a cálculos numéricos, sendo pouco exploradas as séries temporais úteis a complementar o estudo. Desta forma, o estudo de Schuch e Tessmann (2020) encontrou resultados favoráveis ao cenário alugar simultaneamente investir, porém fazendo uso exclusivamente da matemática financeira, considerando valores constantes e sem uso de séries históricas reais. Identificaram ainda o papel fundamental do juro como principal determinante para definir o cenário vencedor. De outro modo, Furtado e Souza (2020), fizeram uso de modelos robustos de macroeconomia e identificaram que a compra de imóveis é mais vantajosa em cerca de dois terços dos casos. No entanto, em quase 40% das simulações, alugar se mostrou mais benéfico. Isso destaca a complexidade da decisão e a influência das incertezas futuras. Salienta-se que os autores utilizaram valores aleatórios como *inputs*, caracterizando puramente como uma simulação numérica determinística, dispensando o uso de séries temporais a complementar o estudo.

Outra forma de avaliar a questão é através de dados empíricos, porém são estudos mais escassos no tema, principalmente na literatura brasileira. Breacha e Johnson (2012) reforçam a favorabilidade ao cenário alugar no mercado norte-americano, revelando-se a estratégia de investimento superior pela maior parte do período de estudo.

Por ser um problema complexo, uma vez que, conforme Furtado (2020), o mercado imobiliário sofre influência de fatores diversos e que a escolha entre as opções de alugar ou financiar um imóvel envolve parâmetros e incertezas futuras relevantes. Neste sentido, Tavares, Moreira e Pereira (2012) enfatizam a importância de considerar quatro fatores-chave ao entrar no mercado imobiliário. Primeiramente, destaca que a falta de informações e a iliquidez do mercado podem distorcer os preços das propriedades. Em segundo lugar, menciona a seleção adversa, em que informações privilegiadas podem levar a desequilíbrios nas negociações.

Além disso, Tavares, Moreira e Pereira (2012), apontam a incerteza na previsão de retornos no mercado imobiliário como um desafio. Bessaria (2017) busca colaborar com essa questão ao considerar, com base nos testes de causalidade de Granger em dados de painel, que as mudanças nos preços das habitações são úteis na previsão das variações nos valores dos alugueis, enquanto a relação oposta não foi confirmada, o que respalda a hipótese do modelo de bolha racional.

Neste contexto, percebe-se a complexidade do mercado imobiliário, visto a ineficiência do mercado imobiliário frente o mercado mobiliário, Levitt e Syverson (2002), podendo este mercado ser alvo de especulações e arbitragem, decorrentes de assimetria de informação, dificultando ainda mais uma análise quantitativa referente a decisão entre alugar e financiar, pois a depender da conjuntura macroeconômica, pode não refletir o valor justo de um imóvel e ser indício de uma bolha imobiliária, Bessaria (2017), conforme os autores:

“Os preços dos imóveis passaram a crescer a uma proporção superior aos aluguéis em todas as regiões, sugerindo que os preços das casas estão supervalorizados e, com isso, há indícios de uma bolha nos preços dos imóveis. Essa foi uma das características observadas na economia americana no período que antecedeu a crise Subprime”. (Bessaria, 2017, p. 63).

“O melhor preço de venda conseguido pelos agentes imobiliários é obtido à custa das vantagens de informação e da permanência de mais tempo no mercado por parte das suas casas. Eles interpretam estes resultados como consequência da combinação da vantagem de informação e da forma de recebimento de comissões, que pode criar distorções quando só agentes são envolvidos.” Levitt e Syverson (2002).

Ibanez e Scotten (2020), reforçam a ineficiência do mercado imobiliário frente o mobiliário ao demonstram que a rentabilidade de imóveis provenientes de alugueis é inferior a de investimentos em fundos imobiliários. O autor sugere que proprietários que optam por alugar seus imóveis, ao invés de investir em fundos imobiliários, enfrentam uma potencial perda de capital. Além disso, destacam que a menor liquidez dos imóveis em comparação aos fundos imobiliários acarreta maiores riscos financeiros aos proprietários.

Moreno (2024), demonstra indícios de possíveis operações de arbitragem no mercado imobiliário, pois identifica a possibilidade do imóvel financiado ser mais vantajoso ao comprado à vista, visto a rentabilidade do período de 2014 a 2023 superou o custo do financiamento imobiliário, considerando-a uma excelente oportunidade de alavancagem patrimonial.

Por fim, Tavares, Moreira e Pereira (2012) destacam a falta de estudos abrangentes na área de contabilidade e fiscalidade sobre a assimetria de informação no mercado imobiliário, sublinhando a necessidade de pesquisas mais aprofundadas nesse campo. Enquanto Furtado (2011) ressalta a importância de ter um índice de preços imobiliários abrangente e confiável disponível para uso das famílias e da sociedade em geral. No entanto, a complexidade inerente à construção desse índice, devido às características únicas dos imóveis, ressalta a necessidade de que institutos de pesquisa experientes, com equipe qualificada e legitimidade, desempenhem um papel fundamental na coleta, manutenção e atualização dos dados. A disponibilidade de bases de dados financeiras e administrativas concomitantemente seria crucial para minimizar qualquer viés. Dada a importância da informação, a disponibilização rápida de um índice de preços de imóveis seria urgente e necessária para o benefício de todos.

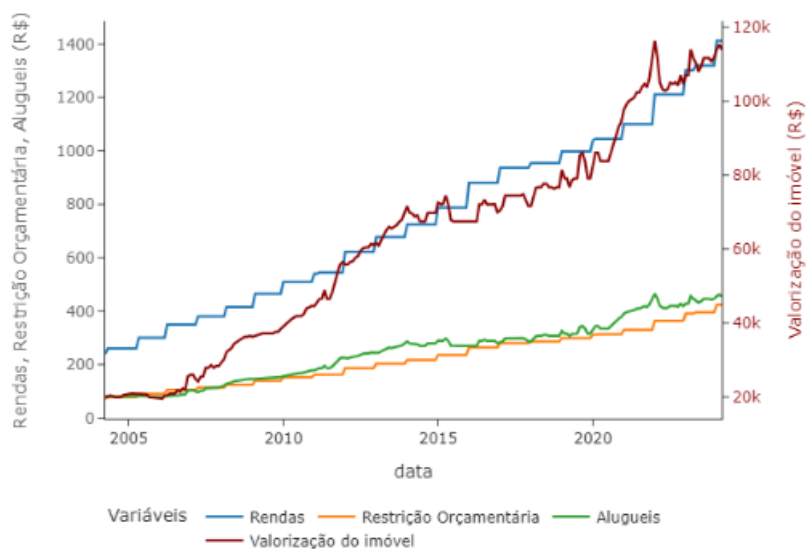
3 Metodologia

Esta é uma pesquisa aplicada com abordagem quantitativa expressa sob a forma de dados numéricos, empregando rígidos recursos e técnicas estatísticas a fim de analisar as variáveis em questão. Neste sentido, o presente trabalho simulou cenários econômicos, financiamento de um imóvel e alugar simultaneamente a investir no mercado financeiro, pelo período de 240 meses, 20 anos, de agentes compradores. Cada indivíduo teve atrelado uma renda, uma restrição orçamentária e um imóvel, estes eram medidos, respectivamente, em quantidade de salários mínimos, 30% da renda do indivíduo e moeda corrente do país (R\$). Assim, foram criados indivíduos com 1 até 10 salários mínimos e imóveis de R\$20.000,00 a R\$200.000,00.

Estes indivíduos necessitam da moradia e a demandam, podendo suprir sua necessidade através do financiamento ou aluguel. O financiamento, dar-se-á através de um contrato de financiamento, utilizando um sistema de amortização, horizonte, taxa de juros, saldo devedor e índice de correção do saldo devedor. Em contrapartida, o aluguel é uma taxa constante de 0,4% do valor global do imóvel, sendo este corrigido a cada 12 meses para o valor do imóvel atualizado pela “mediana dos imóveis dados em garantia” (MVG-R), série histórica corrigida pelo Banco Central do Brasil (BCB), com número de série 25419.

Desta forma, os indivíduos e valores derivados destes são corrigidos periodicamente, a fim de representar a realidade. O gráfico abaixo representa os valores de um indivíduo com um salário mínimo e um imóvel de R\$20.000,00, corrigidos ao longo do tempo fazendo uso das séries dispostas pelo BCB.

Figura 1 – exemplo de valores corrigidos de um indivíduo, com 1 salário mínimo e R\$ 20.000,00 como preço do imóvel atribuído.



Fonte: Elaboração própria.

Para aqueles indivíduos optantes pelo financiamento, foi atrelado um contrato de financiamento, isento de taxas e seguro, tendo apenas como objeto principal do estudo o saldo devedor financiado. Dessa forma, cada contrato foi caracterizado por um imóvel a ser financiado, taxa de juros, horizonte de pagamento, índice de correção, taxa referencial (TR) ou índice de preços ao consumidor amplo (IPCA), séries do BCB 226 e 433, respectivamente, e sistema de amortização, sistema de amortização constante (SAC) ou sistema de amortização francês (SAF).

Neste sentido, para calcular as parcelas necessárias para o contrato de financiamento no sistema SAC pela expressão:

$$PMT = \frac{PV}{n} \times [1 + (n + 1) \times i] \quad (3.1)$$

Onde:

- PMT é a parcela do financiamento
- PV é o valor do financiamento e equivalente ao saldo devedor SD .
- i é a taxa de juros do financiamento.
- n é o horizonte do financiamento.

Contudo, a expressão acima não considera a correção sobre o saldo devedor, visto que elementos como amortização, juros, e saldo devedor não estão explícitos na equação, sendo um recorte estático do cenário do financiamento como um todo, considerando todos os seus fatores constantes. Portanto, foi adequado adaptar a equação para projetar a correção sobre o saldo devedor. Assim, utiliza-se a linguagem de programação python para realizar essa adequação. Considera-se na expressão abaixo a repetição de n períodos até se completar o horizonte do financiamento:

$$\text{Saldo Devedor}_{t_0} = \text{Valor do Financiamento} - \text{Capital Inicial}_0 \quad (3.2)$$

$$\text{Amortização}_t = \text{Saldo Devedor}_t \cdot (\text{Horizonte} - t) \quad (3.3)$$

$$\text{Juros}_t = \text{Saldo Devedor}_t \cdot \text{Juros}_i \quad (3.4)$$

$$\text{Parcela}_t = \text{Amortização}_t + \text{Juros}_t \quad (3.5)$$

$$\text{Saldo Devedor}_{t+1} = (\text{Saldo Devedor}_t - \text{Parcela}_t) \cdot \text{Índice de Correção}_t \quad (3.6)$$

$$\text{Amortização}_{t+1} = \text{Saldo Devedor}_{t+1} \cdot (\text{Horizonte} - (t + 1)) \quad (3.7)$$

$$\vdots \quad (3.8)$$

$$\text{Amortização}_n = \text{Saldo Devedor}_n \cdot (\text{Horizonte} - n) \quad (3.9)$$

Onde t é o momento no tempo, expresso em unidade mensal, de zero até o valor do *horizonte*, *capitalinicial* é o valor disponível como entrada para o financiamento, *juros_i* é

o valor da taxa de juros, $amortização_t$ e $juros_t$ são os valores monetários, respectivamente, do juros e amortização que compõem a parcela $parcela_t$, e o saldo $devedor_{t+1}$ representa o saldo devedor corrigido calculado para o cálculo da próxima sequência dos valores que compõem a parcela, sendo n igual ao *horizonte*.

Não obstante, conforme Neto (2024) o cálculo do Sistema de Amortização Francês (SAF) ou Prestação Constante (SPC), amplamente adotado no mercado financeiro do Brasil, estipula, ao contrário do SAC, que as prestações devem ser iguais, periódicas e sucessivas. Então:

$$PMT = \frac{PV \cdot i}{1 - (1 + i)^{-n}} \quad (3.10)$$

- PMT é a parcela do financiamento
- PV é o valor do financiamento e equivalente ao saldo devedor SD .
- i é a taxa de juros do financiamento.
- n é o horizonte do financiamento.

Do mesmo modo, a expressão acima calcula as parcelas do financiamento sob a modalidade SAF sem considerar a correção do índice de correção sobre saldo devedor. Assim, adequá-se de modo análogo ao regime SAC. Desta forma, para corrigir o saldo devedor do sistema SAF, tem-se:

$$\text{saldo devedor}_t = \text{valor financiado} - \text{capital inicial} \quad (3.11)$$

$$\text{juros}_t = \text{saldo devedor}_t \cdot \text{juros}_i \quad (3.12)$$

$$\text{parcela}_t = \text{saldo devedor}_t \cdot \left(1 - (1 + \text{juros}_i)^{-(\text{horizonte}-t)}\right) \quad (3.13)$$

$$\text{amortização}_t = \text{parcela}_t - \text{juros}_t \quad (3.14)$$

$$\text{saldo devedor}_{t+1} = (\text{saldo devedor}_t - \text{parcela}_t) \cdot \text{índice de correção}_t \quad (3.15)$$

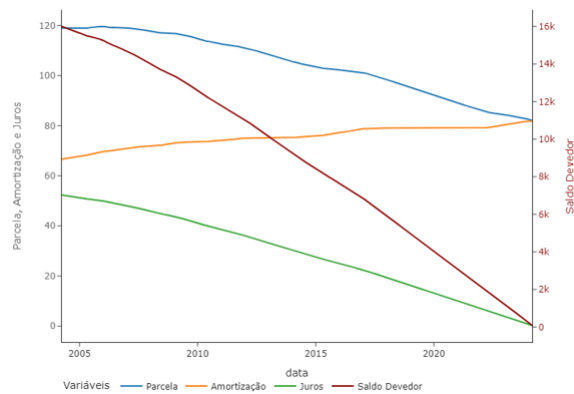
$$\text{juros}_{t+1} = \text{saldo devedor}_{t+1} \cdot \text{juros}_i \quad (3.16)$$

⋮

$$\text{juros}_n = \text{saldo devedor}_n \cdot \text{juros}_i \quad (3.17)$$

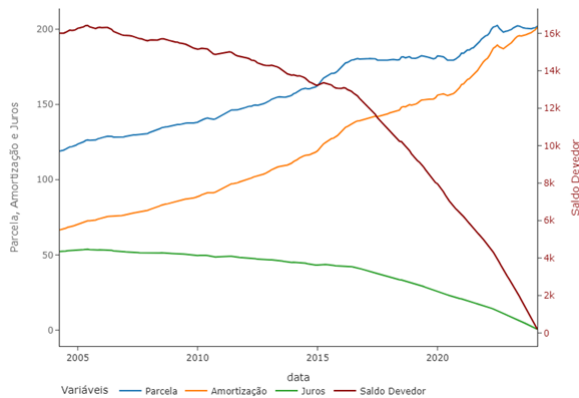
Tem-se, portanto, a dinâmica necessária para criação dos contratos de financiamento, sob a condição de correção do saldo devedor através dos índices reais, IPCA ou TR. Abaixo há quatro exemplos gráficos dos contratos de financiamentos simulados, todos a juros de 4%, horizonte de 240 meses, 20 anos, e o valor do imóvel de R\$20.0000,00, sendo R\$16.000,00 compondo o saldo devedor e R\$4.000,00 compondo o valor de entrada, variando apenas o sistema de amortização e índice de correção do saldo devedor.

Figura 2 – exemplo de financiamento imobiliário de um imóvel de R\$20.000,00, sob modalidade SAC, índice TR, horizonte de 240 meses e juros de 4%.



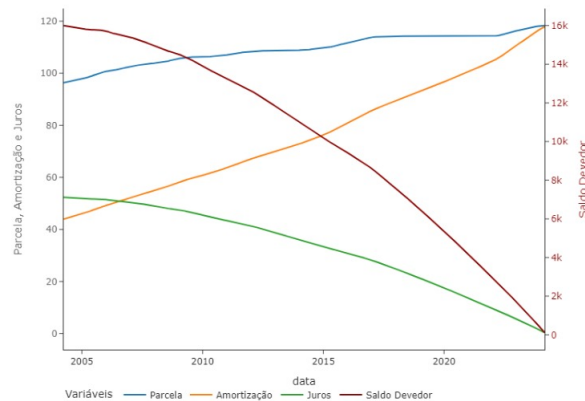
Fonte: Elaboração própria.

Figura 3 – exemplo de financiamento imobiliário de um imóvel de R\$20.000,00, sob modalidade SAC, índice IPCA, horizonte de 240 meses e juros de 4%.



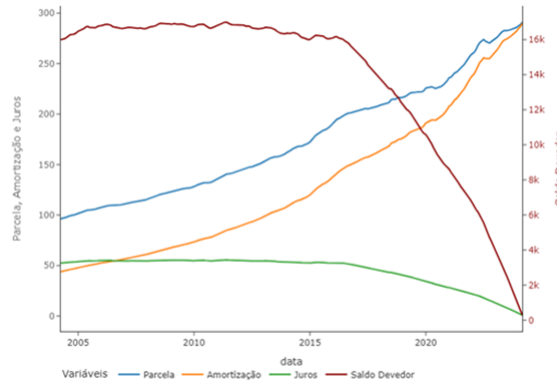
Fonte: Elaboração própria.

Figura 4 – exemplo de financiamento imobiliário de um imóvel de R\$ 20.000,00, sob modalidade SAF, índice TR, horizonte de 240 meses e juros de 4%.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 5 – exemplo de financiamento imobiliário de um imóvel de R\$ 20.000,00, sob modalidade SAF, índice IPCA, horizonte de 240 meses e juros de 4%.



Fonte: Elaboração própria.

Em consequente, a partir do contrato do financiamento, têm-se os aportes possíveis a partir da identidade contábil:

$$AP_0 = K_0 + (P_{\text{financiamento},t=0} - AL_0) \quad (3.18)$$

Onde:

- AP_0 é o primeiro aporte
- K_0 é o capital inicial, ou seja, o valor que seria dado de entrada no financiamento.
- $P_{\text{financiamento},t=0}$ é o valor do primeiro parcela do financiamento.
- AL_0 é o valor do primeiro aluguel.

e,

$$AP_t = (P_{\text{financiamento},0} - AL_0) \quad (3.19)$$

Onde:

- AP_t é o aporte no momento t.
- $P_{\text{financiamento},t=n}$ é o valor da parcela do financiamento no momento t.
- AL_t é o valor do aluguel no momento t.

Essa identidade busca quantificar a comparabilidade entre as operações, restringindo o montante de ambos os cenários de modo equivalente. Nela é observado que o valor disponível para os aportes serão sempre o valor residual da diferença do valor do período utilizado no financiamento e o gasto entre o aluguel. Desta forma, no momento zero,

o indivíduo possui o capital inicial do financiamento, no caso acima representado pelos R\$4.000,00, mais a diferença entre a primeira parcela do financiamento e o primeiro aluguel. Em seguida, até a última prestação, o valor do aporte disponível se dá apenas pela diferença entre o valor da parcela do financiamento e o valor do aluguel no momento t. Vale destacar que, no momento em que valores negativos passam a existir na identidade contábil apresentada, este não resultará em um aporte, sendo contabilizado ao patrimônio apenas o rendimento do período dos aportes anteriores. A tabela abaixo representa o ocorrido num financiamento SAC :

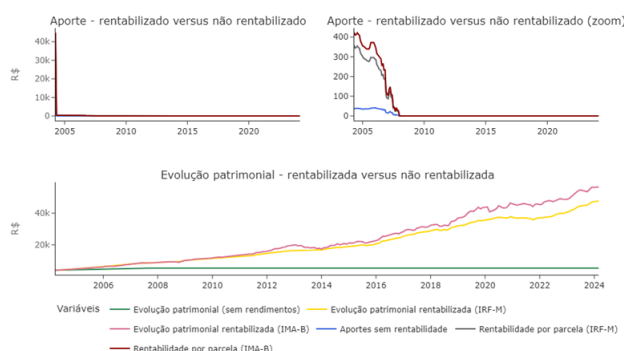
Tabela 1 – exemplo da dinâmica exercida para criação dos aportes num financiamento SAC, sob índice de correção TR, juros de 4% e valor do imóvel de R\$20.000,00.

Data	Imóvel	Parcela	Aluguel	Aporte
04-2004	20.000,	119,04	80	4039,05
04-2006	20.000,	119,24	81,86	37,38
04-2007	20.000,	118,81	96,74	22,06
04-2020	20.000,	91,46	334,88	0
N	20.000,
03-2024	20.000,	82,12	455,81	0

Fonte: Elaboração própria.

Estes aportes foram rentabilizados em acordo com os índices de Mercado ANBIMA, Títulos Públicos Federais Pré-fixados (IRF-M) e Títulos Públicos Federais atrelados ao IPCA (IMA-B), tendo como resultado de patrimônio a soma de todos os aportes estabelecidos e a dinâmica exposta pode ser ilustrada na figura a seguir:

Figura 6 – exemplo da evolução patrimonial a partir da rentabilidade do imóvel financiado através do SAC, índice TR, juros 4%, imóvel sob valor de R\$20.000,00, e aportes rentabilizados.



Fonte: Elaboração própria.

A figura apresenta três gráficos, divididos em seções verticais, a primeira linha demonstra os aportes financeiros incorporados às respectivas rentabilidades, divididos em duas seções verticais. O primeiro está sem nenhuma aproximação de período e a

segunda é o mesmo gráfico, porém, sob a janela reduzida, excluindo o primeiro aporte, cujo valor é composto pelo capital inicial mais o valor residual, a fim de colaborar para melhor visualização gráfica. Percebe-se que, quando a identidade contábil resulta em valor negativo, o valor dos aportes é atribuído como zero. Já na segunda linha, demonstra a evolução patrimonial do período, sob as formas sem rendimentos e com rendimentos das respectivas carteiras, IMA-B e IRF-M. Neste gráfico é percebido a contribuição significativa dos rendimentos ao valor conquistado no período. De modo formal, a expressão que representa o patrimônio adquirido no período dar-se-á como:

$$P_{\text{alugar e investir}} = \sum_{t=n}^T (A_t \times r_t) \quad (3.20)$$

Onde:

- $P_{\text{alugar e investir}}$ é o patrimônio ao alugar e investir.
- A_t é o aporte no momento t .
- r_t é a taxa de rentabilidade total do no momento t .
- T é o horizonte da operação expresso em meses.

A equação para o patrimônio ao financiar é dada por:

$$P_{\text{financiamento}} = P_0 \cdot (1 + MVGR_{tf}) \quad (3.21)$$

Onde:

- $P_{\text{financiamento}}$ é o patrimônio ao financiar.
- P_0 é o preço do imóvel inicial.
- $MVGR_{tf}$ é a Taxa de Crescimento do Valor do Mercado no último período.

A equação 3.20 expressa o patrimônio no cenário de alugar e investir simultaneamente. Nessa equação, o aporte no período t (A_t) é definido como a diferença entre a parcela do financiamento (Parcela_t) e o aluguel (Aluguel_t). Além disso, a rentabilidade do investimento no período correspondente é denotada por r_t , enquanto t representa os meses que compõem o horizonte T do financiamento.

Por outro lado, o patrimônio acumulado no cenário de financiamento pode ser calculado pelo produto entre o preço do imóvel inicial (P_0), que representa o valor do imóvel no momento inicial da operação, e a taxa mediana de crescimento do valor do imóvel na última observação do horizonte, denotada como $MVGR_{tf}$.

Desta forma, a comparabilidade entre o patrimônio ao alugar e investir ($P_{\text{alugar e investir}}$) e o patrimônio do financiamento ($P_{\text{financiamento}}$) é possível, pois:

Se:

- $P_{\text{financiamento}} > P_{\text{alugar e investir}}$, a estratégia de financiamento é a vencedora.
- $P_{\text{financiamento}} < P_{\text{alugar e investir}}$, a estratégia alternativa é a vencedora.

Logo, ao calcular a razão entre os cenários vencedores do financiamento e o total de simulações, obtêm-se a taxa d financiamento superar o aluguel, considerando os dados observados.

Além disso, a rentabilidade da operação é avaliada com base no valor total investido para sua implementação e no patrimônio acumulado. Assim, a rentabilidade ao alugar e investir pode ser expressa pela seguinte equação:

$$ROP_{\text{alugar e investir}} = \left[\left(\frac{P_{\text{alugar e investir}}}{\sum_{t=n}^T (AL_t + AP_t)} \right) - 1 \right] \times 100 \quad (3.22)$$

Onde:

- $ROP_{\text{alugar e investir}}$ é a rentabilidade da operação ao alugar e investir.
- $P_{\text{alugar e investir}}$ é o patrimônio adquirido ao alugar e investir.
- T é a o horizonte da operação expresso em meses.
- AL_t é o aluguel pago no momento t.
- AP_t é o aporte investido no momento t.

$$ROP_{\text{financiamento}} = \left[\left(\frac{P_{\text{financiamento}}}{\sum_{t=n}^T PMT_t} \right) - 1 \right] \times 100 \quad (3.23)$$

Onde:

- $ROP_{\text{financiamento}}$ é a rentabilidade da operação ao financiar.
- $P_{\text{financiamento}}$ é o patrimônio adquirido ao financiar.
- T é a o horizonte da operação expresso em meses.
- PMT_t é a parcela do financiamento paga no momento t.

As equações 3.22 e 3.23 apresentam as rentabilidades para as estratégias de alugar e investir, e de financiamento, respectivamente. Neste sentido, foi utilizado o custo total da operação como o denominador e no numerador, o valor total do patrimônio adquirido na respectiva modalidade, resultado das equações 3.21 e 3.22.

Em síntese, elencado os elementos acima, tem-se os instrumentos necessários para criação dos dados teóricos e a avaliação de qual estratégia é a mais eficiente para construção patrimonial ao longo de 20 anos. Salienta-se que, na seção conseguinte aos resultados

teóricos, a mesma dinâmica estabelecida foi utilizada com dados reais de imóveis, porém, sob período de tempo inferior a 20 anos e de forma variada, não afetando a análise teórica, visto que novos dados teóricos serão gerados sob período ajustado, dando equivalência na comparabilidade das informações.

3.1 Dados teóricos

Visto que cada indivíduo possui suas características e se atrela a um contrato de financiamento, derivando daí os aportes financeiros, tem-se os seguintes inputs:

- **Renda:** de 1 a 10 salários mínimos;
- **Preço do imóvel:** R\$ 20.000,00 a R\$ 200.000,00;
- **Juros:** de 4% a 10%;
- **Índice de correção do saldo devedor:** TR ou IPCA;
- **Modalidade de financiamento:** SAC ou SAF;
- **Carteira de investimentos:** IRF-M e IMA-B.

A partir das possibilidades supramencionadas, ao combiná-las, é encontrado um total de 5.200 simulações numéricas determinísticas, realizadas através de scripts na linguagem de programação Python. O script está disponível em um notebook na plataforma “Google Colab”, aberto ao público, e pode ser acessado no Apêndice A deste trabalho. A descrição dos dados utilizados para atualização dos valores simulados. A tabela com a descrição dos próprios dados gerados pode ser vista a seguir:

Tabela 2 – Descrição dos dados dos índices

	TR	IPCA	MVGR	Salário Mínimo	IRF-M	IMA-B
count	240.0	240.0	240.0	240.0	240.0	240.0
mean	0.0009	0.0046	3.1107	735.9333	8070.8201	4237.824200
std	0.0008	0.0033	1.4233	319.6743	4684.1786	2701.819000
min	0.0	-0.0068	0.9767	240.0	1935.2819	890.415900
25%	0.0	0.0025	1.8442	465.0	4012.0960	1839.969000
50%	0.0008	0.0044	3.3721	724.0	6643.9530	3460.692500
75%	0.0015	0.0064	3.9535	998.0	12374.4732	6582.169900
max	0.0034	0.0162	5.8140	1412.0	18243.9353	9924.477800

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3 – Descrição dos dados dos gerados.

Info.	renda	salário inicial em 2004-04	salário final em 2024-04	valor do imóvel	valor financiado	juros	total pago no financiamento	total pago em juros	valor do imóvel rentabilizado	total pago em alugueis	total pago em aportes	total rentabilizado (IRF-M)	total rentabilizado (IMA-B)
quantidade	5.200,00	5.200,00	5.200,00	5.200,00	5.200,00	5.200,00	5.200,00	5.200,00	5.200,00	5.200,00	5.200,00	5.200,00	5.200,00
média	5,50	1.320,00	7.766,00	110.000,00	88.000,00	0,07	222.817,78	87.631,75	626.744,19	328.486,50	38.955,79	322.149,73	382.814,67
desvio padrão	2,87	689,41	4.056,05	57.451,15	45.960,92	0,02	133.688,97	57.699,25	327.337,95	171.562,98	23.069,31	180.874,20	215.152,11
mínimo	1,00	240,00	1.412,00	20.000,00	16.000,00	0,04	25.082,11	6.950,14	113.953,49	59.724,82	4.555,11	41.940,84	49.586,23
25%	3,00	720,00	4.236,00	60.000,00	48.000,00	0,06	114.217,38	41.830,59	341.860,47	179.174,46	20.247,10	169.919,49	202.119,74
50%	5,50	1.320,00	7.766,00	110.000,00	88.000,00	0,07	207.356,41	77.780,95	626.744,19	328.486,50	36.768,98	310.968,95	369.411,08
75%	8,00	1.920,00	11.296,00	160.000,00	128.000,00	0,09	307.902,53	121.349,31	911.627,91	477.798,55	54.298,68	452.853,90	538.293,97
máximo	10,00	2.400,00	14.120,00	200.000,00	160.000,00	0,10	653.672,19	313.184,56	1.139.534,88	597.248,19	114.316,23	849.742,33	1.011.214,93

Fonte: Elaboração própria.

3.2 Dados reais

Foram coletados dados do Cartório Eunápio Torres, 6º Ofício de Notas e 2º Registral da Comarca de João Pessoa, Zona Norte, a fim de validar ou refutar os resultados encontrados a partir dos dados teóricos.

Cada imóvel dispõe de uma matrícula única (inciso I, do art. 176, da Lei 6.015/73) e nela estão contidas todas as informações relevantes perante o imóvel, suas características, transferências, dados do proprietário, etc. Neste sentido, foram coletados os seguintes dados das matrículas dos imóveis, respeitando todos os critérios da LGPD (Lei n.º 13.709, de 14 de agosto de 2018):

- Matrícula
- Data de aquisição
- Valor da aquisição: R\$
- Data de venda
- Valor da venda: R\$

Considera-se data de aquisição e valor da aquisição como a transferência da propriedade no primeiro período de tempo da análise e data de venda e valor de venda como a última transação realizada na matrícula. Ressalta-se que o período deveria ser restrito ao período analisado, abril de 2004 a abril de 2024, visto que as séries que fazem a correção monetária estão sob esse intervalo, não sendo necessariamente o período completo de 20 anos, contudo, compara-se dados teóricos com dados reais nos períodos ajustado como forma de equalizar os valores envolvidos em comparação. Os dados coletados são descritos a seguir:

Tabela 4 – Dados fornecidos pelo Cartório de registro de imóveis da zona norte, de João Pessoa, Paraíba.

	Matrícula	AQUISICAO		VENDA		VALORIZACAO (DECIMAL)	PERÍODO (MESES)
		DATA	R\$	DATA	R\$		
0	65334	2004-05	33387	2024-04	2300	5.888909	239
1	68681	2005-03	146392	2024-01	7480	4.109569	225
2	648	2006-09	320	2024-01	2050	5.406250	208
3	67908	2004-11	124734	2023-12	4700	2.768018	229
4	68353	2004-12	2400	2023-12	15524	5.468333	228
5	67752	2005-03	49427	2023-12	296562	5	225
6	67393	2005-08	1	2023-12	5200	4.2	220
7	64976	2004-05	600	2023-12	227069	2.784483	235
8	67508	2004-12	48456	2023-10	2574	4.312036	226
9	65770	2005-01	53750	2023-10	5800	9.790698	225
10	63636	2005-11	1090	2023-10	662781	5.080560	215
11	67685	2005-01	88119.3200	2023-09	5950	5.752208	224
12	68479	2005-04	285	2023-09	1870	5.561404	221
13	68332	2005-01	59150	2023-08	2800	3.733728	223
14	66062	2004-05	390	2023-08	188667.1300	3.837619	231
15	67388	2004-10	650	2023-07	2650	3.076923	225
16	64912	2004-08	1400	2023-07	6500	3.642857	227
17	68317	2004-11	65869.1700	2023-05	8	11.145287	222
18	66574	2004-06	146094	2023-05	8800	5.023519	227
19	66013	2005-01	400	2023-05	2080	4.2	220
20	64888	2004-04	66753.5	2023-05	3146	3.712861	229
21	683	2004-12	28476	2023-04	149017	4.233073	220
22	64781	2004-06	400	2023-03	167130	3.178250	225
23	68483	2005-03	39060	2023-03	1953	4	216
24	68251	2005-12	900	2023-03	4	3.444444	207
25	65351	2004-05	140563.8	2023-03	342399	1.435897	226
26	66680	2005-12	97908	2023-02	391632	3	206
27	67562	2004-09	68316	2023-01	3600	4.269629	220
28	66666	2004-10	109290	2022-11	437160	3	217
29	686	2005-05	1300	2022-11	4300	2.307692	210
30	68679	2005-04	146392	2022-10	605760	3.137931	209
31	67749	2004-09	50491	2022-10	2750	4.446515	217
32	65790	2005-10	1	2022-10	487830	3.8783	204
33	67584	2004-10	109914	2022-09	4576	3.163255	215
34	63868	2004-06	1100	2022-09	6500	4.909091	219
35	68608	2005-01	114966	2022-06	498186	3.333333	209
36	68449	2005-01	89142	2022-06	4800	4.384667	209
37	65856	2005-12	68836.4	2022-05	3400	3.939247	197
38	67684	2005-01	88119.3200	2022-04	3500	2.971887	207
39	68392	2004-12	152460	2022-03	3600	1.363636	200

Fonte: Elaboração própria.

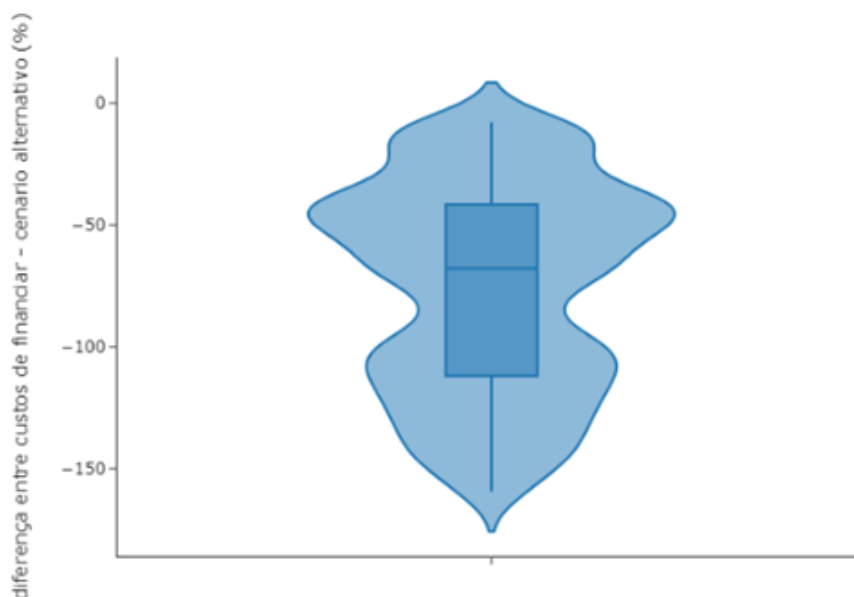
4 Resultados

A partir das 5.200 (cinco mil e duzentas) simulações realizadas os seguintes resultados foram obtidos: Para aqueles que recebem um salário mínimo, a análise mostra que é inviável manter a parcela do financiamento dentro dos 30% da renda total ao financiar 80% do valor do imóvel, indicando que as parcelas seriam significativamente superiores a essa proporção, tornando o financiamento insustentável, demonstrando indícios da significância do subsídio governamental para viabilidade financeira do financiamento imobiliário em faixas de baixa renda. Indivíduos com uma renda de dois salários mínimos têm condições de arcar com imóveis avaliados em R\$ 20.000,00 (valores de 2004 - corrigido a valores de 2024 para R\$ 113.953,49) com taxas de juros de até 6,0% no Sistema de Amortização Constante (SAC) e até 9% no Sistema de Amortização Francês (SAF), considerando o financiamento de 80% do valor do imóvel. Isso demonstra uma capacidade financeira limitada, mas suficiente para financiamentos menores. As demais faixas de renda e contratos simulados, bem como outras informações relevantes podem ser vistas no apêndice B - Valores máximos possíveis nos dados teóricos simulados.

Em todos os contratos simulados tiveram o cenário de financiamento como o mais vantajoso para a construção de patrimônio. Como principal fator decisório deste resultado é observado o papel diferencial do juros entre o contrato de financiamento e a rentabilidade das aplicações, capital inicial da operação, além do custo crescente do valor dos alugueis, em contrapartida ao caráter decrescente ou constante das parcelas, fazendo com que a diferença entre os custos alcance a taxa de 159,38% (mediana em 67,79% e mínimo de 7,86%).

Entretanto, este trabalho não explorou mais a fundo o nível dessa significância e a relação entre essas variáveis no impacto final entre os cenários, visto que se manteve constante o valor do capital inicial, bem como restrito ao intervalo simulado do valor do diferencial do juros e rentabilidade dos aportes. Ademais, é evidente o papel dos altos custos dos alugueis decorrentes de valorização imobiliária para contribuição do cenário financiar como vencedor, podendo atingir patamares de 159% em relação ao cenário financiar. A distribuição da diferença percentual dos custos de financiamento em relação aos alugueis pode ser identificada no gráfico abaixo:

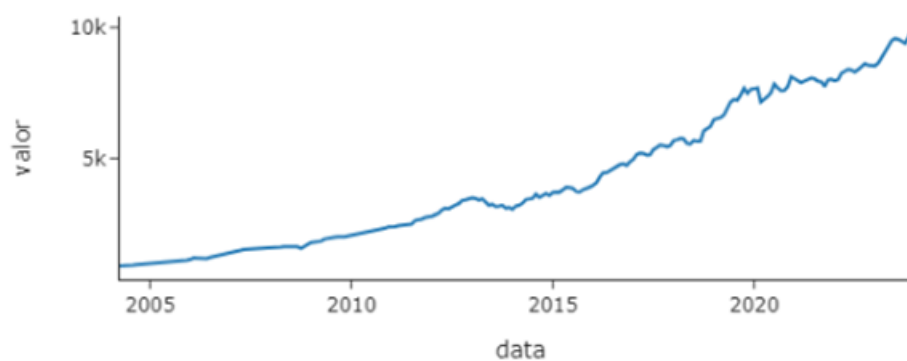
Figura 7 – Distribuição da diferença percentual entre os custos de financiar e cenário alternativo (alugar + investimento).



Fonte: Elaboração própria.

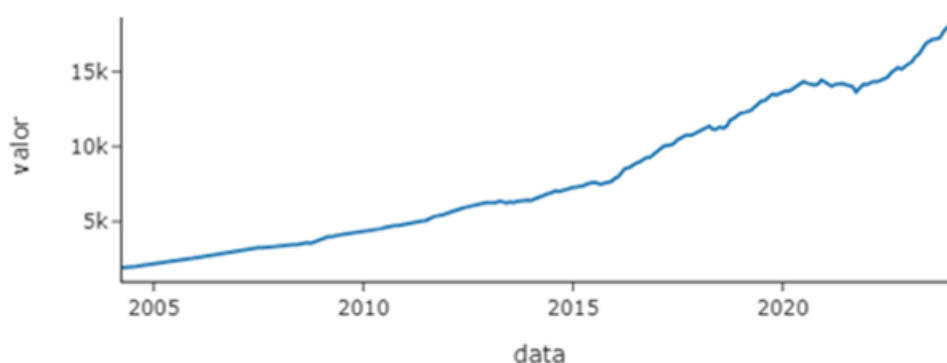
Salienta-se que o período de 240 meses de financiamento contemplaram a pandemia, porém esta não influenciou significativamente no resultado, visto que os aportes passaram a receber o valor zero, em média, na parcela n.º 66 (outubro de 2009) pelo regime SAC e n.º 59 (março de 2009) no SAF. Tal condição decorre da elevação dos custos do aluguel, enquanto o custo decrescente ou constante, a depender da modalidade de financiamento, da moradia financiada, tornam o regime de financiamento imobiliário uma estratégia mais eficaz para construir um maior patrimônio em relação a alugar e investir concomitantemente. Além disso, as carteiras IMA-B e IRF-M não foram prejudicadas durante a pandemia, visto a tendência ascendente de ambas.

Figura 8 – rentabilidade acumulada da carteira IMA-B.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 9 – rentabilidade acumulada da carteira IRF-M.



Fonte: Elaboração própria.

Em média, a diferença entre o valor dos patrimônios adquiridos, foi de 149,43%, podendo atingir a magnitude de 195,29% fazendo uso da modalidade SAF e corrigido pela TR, e o mínimo 79,58% utilizando a modalidade SAC e IPCA. Percebe-se o financiamento mais vantajoso aqueles que optaram por utilizar o índice de correção TR, enquanto a modalidade mais eficaz foi a SAC. Além disso, o financiamento com o menor valor pago foi o SAC combinado à TR, reforçando os resultados acima obtidos. Os valores das rentabilidades médias de cada operação podem ser vistas a seguir:

Tabela 5 – Rentabilidade média da operação por modalidade de financiamento e índice de correção

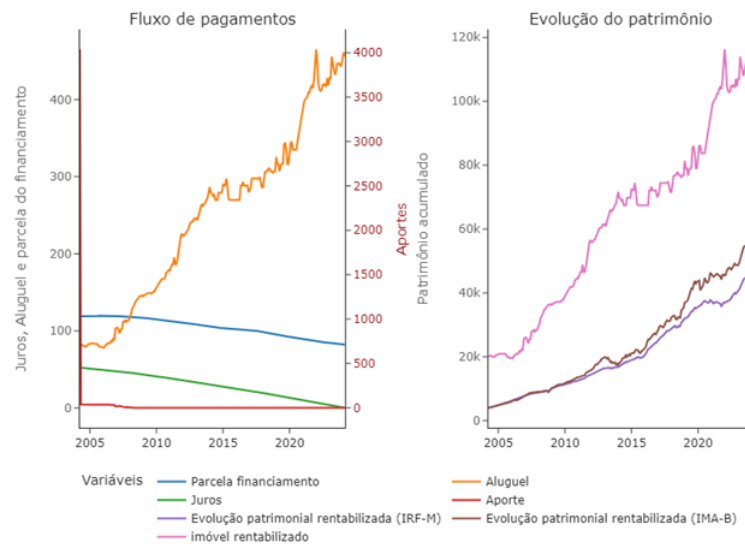
Modalidade	Índice	Rentabilidade Média da Operação (%)
SAC	IPCA	151,88
SAC	TR	278,45
SAF	IPCA	113,40
SAF	TR	242,23

Fonte: Elaboração própria.

De modo sintético, a valorização dos imóveis supre o valor total pago nas parcelas a ponto da operação financiar ser significativamente mais rentável do que o cenário alternativo, alugar e simultaneamente investir. Percebe-se o aporte inicial como um dos principais responsáveis pelo patrimônio acumulado do cenário alternativo, visto a identidade contábil passar a ser negativa em menos de 1/4 do tempo do horizonte total, devendo este ser maior investigado. Como o presente trabalho buscou quantificar de maneira equivalente, o valor residual entre parcela do financiamento e o valor do aluguel, quando se tem a proporção 80% financiado e 20% de capital inicial, demonstrou-se insuficiente para acumular um montante significativo para competir com o cenário financiado, levantando a questão que, para a operação alugar e investir competir frente o financiamento, o aluguel deveria não corresponder a um imóvel de padrão equivalente ao financiado, devendo este ser inferior,

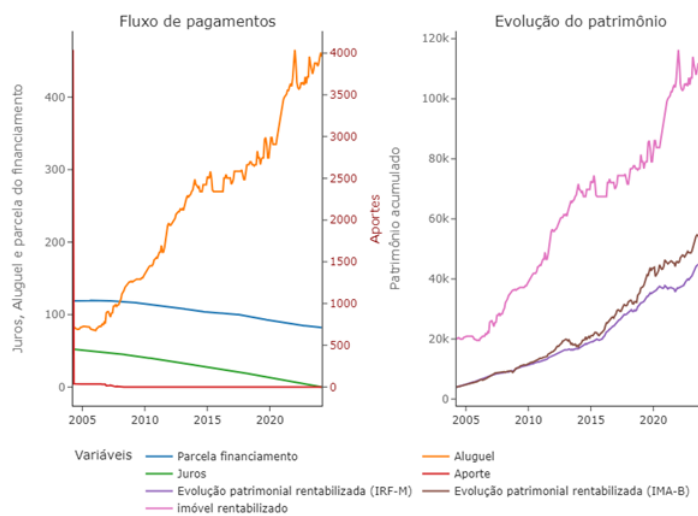
para assim dar vantagem competitiva ao patrimônio acumulado a partir dos aportes. Ademais, é observada a dinâmica acima descrita e elementos pontuados nos gráficos a seguir:

Figura 10 – Síntese do comportamento dos dados do financiamento de um indivíduo com 1 salário mínimo, imóvel objeto de R\$20.000,00, financiamento SAC, sob índice de correção TR, juros de 4% e horizonte de 240 meses.



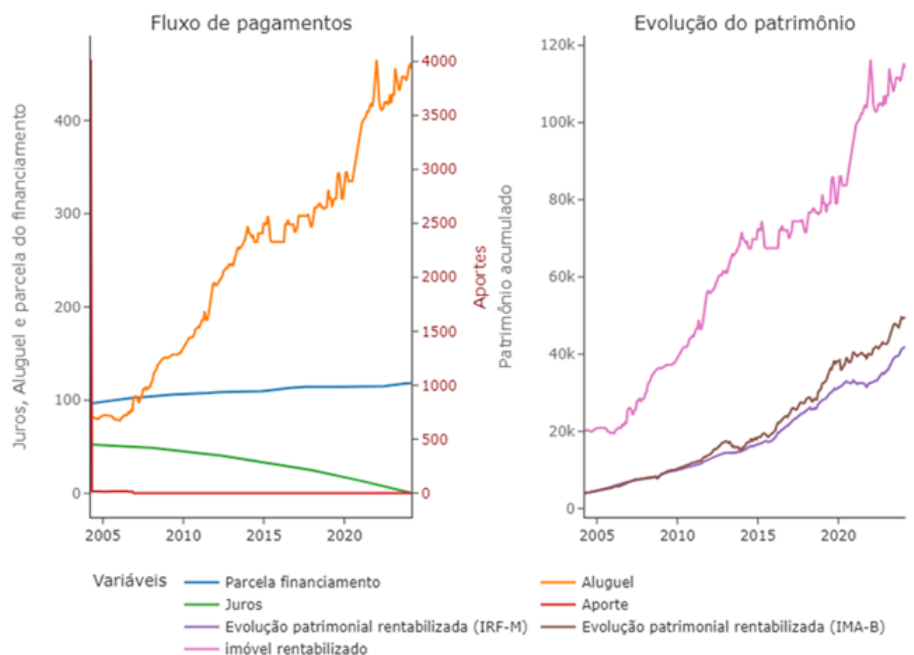
Fonte: Elaboração própria.

Figura 11 – Síntese do comportamento dos dados do financiamento de um indivíduo com 1 salário mínimo, imóvel objeto de R\$ 20.000,00, financiamento SAC, sob índice de correção IPCA, juros de 4% e horizonte de 240 meses.



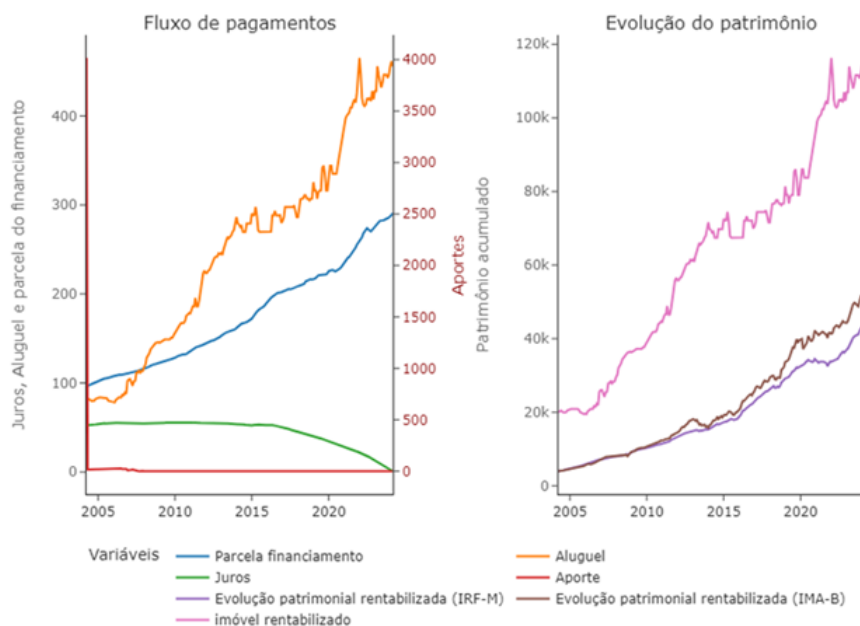
Fonte: Elaboração própria.

Figura 12 – Síntese do comportamento dos dados do financiamento de um indivíduo com 1 salário mínimo, imóvel objeto de R\$ 20.000,00, financiamento SAF, sob índice de correção TR, juros de 4% e horizonte de 240 meses.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 13 – Síntese do comportamento dos dados do financiamento de um indivíduo com 1 salário mínimo, imóvel objeto de R\$ 20.000,00, financiamento SAF, sob índice de correção IPCA, juros de 4% e horizonte de 240 meses.



Fonte: Elaboração própria.

4.1 Dados teóricos versus realidade

Os dados reais indicaram uma valorização do imóvel, em termos monetários, inferior àquela adotada teoricamente. Apenas cerca de 41,43% dos imóveis reais superaram a rentabilidade teórica, considerando a mediana dos imóveis dados em garantia. Entretanto, isso não resultou em um patrimônio, obtido através do financiamento, menor do que o esperado, pois, em média, o patrimônio no cenário financiado ainda é aproximadamente 212,31% superior ao cenário alternativo, resultado superior ao obtido através dos dados gerados. As rentabilidades comparadas nas operações e as diferenças patrimoniais podem ser vistos nas tabelas 4 e 5, a seguir:

Tabela 6 – Rentabilidade Média por Modalidade e Índice

Modalidade	Índice	Rentabilidade Média dos Dados Reais (%)	Rentabilidade Média dos Dados Ajustado (%)	Rentabilidade da Operação Alugar e Investir do Período (IRF-M)	Rentabilidade da Operação Alugar e Investir do Período (IMA-B)
SAC	IPCA	207,33	161,13	23,61	51,98
SAC	TR	330,47	268,14	61,35	98,75
SAF	IPCA	172,31	130,55	-8,09	12,83
SAF	TR	300,14	241,52	26,23	55,38

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 7 – Diferença Patrimonial por Modalidade e Índice

Mod	Índ	Dif. Patr. (Reais-IRF-M)	Dif. Patr. (Reais-IMA-B)	Dif. Patr. (Gerados-IRF-M)	Dif. Patr. (Gerados-IMA-B)
SAC	IPCA	209.784,94	165.386,47	209.617,69	165.219,22
SAC	TR	223.933,11	182.426,73	223.765,87	182.259,49
SAF	IPCA	239.562,62	202.383,31	239.395,38	202.216,06
SAF	TR	251.666,73	216.792,95	251.499,48	216.625,71

Fonte: Elaboração própria.

É importante destacar que o horizonte de tempo considerado para o financiamento foi inferior a 240 meses, enquanto a literatura aponta que o prazo mais longo tende a exercer influência significativa na valorização de imóveis. Contudo, percebe-se um impacto preponderantemente superior aos investimentos em relação à rentabilidade do imóvel, podendo ser atribuído ao custo decorrente dos alugueis como um peso morto na estratégia alugar e investir simultaneamente, abrindo espaço para maiores investigações. Não obstante, é notório o fato da diferença patrimonial real e teórica serem próximos,

o que reflete a aderência da mediana dos imóveis dados em garantia como índice de correção no preço dos imóveis, podendo colaborar com as questões levantadas por Furtado (2011). Neste sentido, os dados reais apresentaram pequena alteração quanto a taxa de cenários vencedores, onde 0,79% dos cenários alternativos saíram como vencedores, com uma diferença média entre os patrimônios de 0,04%, equivalente a R\$ 167,25, ínfimo perante ao valor global de um imóvel.

Além disso, os resultados reforçam o impacto do índice IPCA na correção do saldo devedor, o que fez desse cenário o menos vantajoso, apresentando uma perda significativa de competitividade em relação ao índice TR. Também é relevante notar que o Sistema de Amortização Francês (SAF) é inferior em relação ao Sistema de Amortização Constante (SAC). Quando combinado ao índice de correção TR, o SAC gera a maior diferença entre os patrimônios.

A comparação entre os dados teóricos e empíricos, obtidos no Cartório Eunápio Torres (6º Ofício de Notas e 2º Registral da Comarca de João Pessoa, Paraíba), corrobora a validade das simulações computacionais, visto os resultados relativamente próximos aos teóricos. O cenário de aquisição de imóvel por financiamento mostrou-se mais vantajoso em comparação ao de alugar e investir simultaneamente.

5 Conclusão

Os resultados evidenciam a eficácia do financiamento imobiliário na construção de patrimônio, com destaque para a importância de observar o índice de correção do saldo devedor, podendo este influenciar no resultado do financiamento. A modalidade de financiamento mais eficiente para esse fim foi identificada como o Sistema de Amortização Constante (SAC), associado ao índice de correção TR. Além disso, essa modalidade se mostrou mais estável a longo prazo, devido à característica decrescente do custo de moradia inerente ao modelo SAC, fator que limitou a superioridade do cenário alternativo.

O principal fator para o cenário do aluguel aliado ao investimento ser prejudicado foi o impacto dos altos custos, decorrentes da valorização dos imóveis e reflexo sobre os alugueis. É importante notar, porém, que na prática do mercado imobiliário, essa indexação nem sempre é aplicada rigidamente, e os contratos de aluguel não precisam ser reajustados anualmente de forma obrigatória.

Destaca-se a aderência do índice mediana dos imóveis dados em garantia como estimador de rentabilidade do imóvel, visto a proximidade entre os valores reais de valorização fornecidos pelo cartório de registro de imóveis e os dados gerados através de simulações teóricas sob o período ajustado, servindo de alternativa para suprir o vácuo informado por Furtado. Por fim, é relevante salientar que este estudo não incluiu custos tributários, despesas com mudanças e seus respectivos encargos, depreciação do imóvel, ou outros custos relacionados à manutenção e posse da propriedade. Além disso, percebe-se a

influência entre o capital inicial, juros e custos com aluguel, porém, não foi possível explorar essa relação matemática mais a fundo, abrindo caminho para que futuros pesquisadores possam explorar dinâmicas mais complexas com base nesses aspectos.

Referências

- BESSARIA. Testando bolhas nos mercados habitacionais: Uma análise a partir do modelo painel-cointegrado para os estados brasileiros. *Economia Aplicada*, v. 21, n. 1, p. 49–66, 2017.
- BREACHA; JOHNSON. Lessons from over 30 years of buy versus rent decisions: Is the american dream always wise? *Real Estate Economics*, v. 00, n. 0, p. 1–31, 2012.
- CARDOSO; JAENISCH. Mercado imobiliário e a política habitacional nos governos lula e dilma: entre o mercado financeiro e a produção habitacional subsidiada. In: *XVII ENANPUR - Encontros Nacionais da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional*. [S.l.: s.n.], 2017.
- CAULEY, S. D.; PAVLOV, S. D.; SCHWARTZ, E. S. Homeownership as a constraint on asset allocation. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, v. 34, p. 283–312, 2007.
- FURTADO. Índice de preços para imóveis: Uma revisão. *IPEA Boletim Regional, Urbano e ambiental*, v. 0, n. 06, p. 21–31, 2011.
- FURTADO. Comprar ou alugar: Há uma melhor escola? *IPEA Radar: tecnologia, produção e comércio exterior*, v. 0, n. 63, p. 36, 2020.
- FURTADO; SOUZA. Tenure choice: fundamentals and a simulation. *IPEA Discussion PAPER*, v. 0, n. 248, p. 1–40, 2020.
- IBANEZ; SCOTTEN. Por que alugar imóveis não é tão rentável quanto investir em fundos imobiliários. In: *IV Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação*. [S.l.: s.n.], 2020.
- LEVITT, S.; SYVERSON, C. *Market Distortions When Agents Are Better Informed: A Theoretical and Empirical Exploration of the Value of Information in Real Estate Transactions*. [S.l.], 2002.
- MATTHEWS, J. W.; TURNBULL, G. K. Neighborhood street layout and property value: The interaction of accessibility and land use mix. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, v. 35, p. 111–142, 2007.
- MORENO. *Análise comparativa: retorno sobre o investimento entre a compra de imóveis à vista ou financiada*. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil)) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2024.
- NETO, A. A. *Matemática financeira e suas aplicações*. 15. ed. [2ª reimp.]. ed. Barueri, SP: Atlas, 2024.
- PHILLIPS, R. A.; VANDERHOFF, J. H. The conditional probability of foreclosure: An empirical analysis of conventional mortgage loan defaults. *Real Estate Economics*, v. 32, p. 571–588, 2004.

- ROHE, W. M.; ZANDT, S. V.; MCCARTHY, G. Social benefits and costs of homeownership. In: RETSINAS, N. P.; BELSKY, E. S. (Ed.). *Low-Income Homeownership*. Cambridge, MA: Joint Center for Housing Studies; Washington DC: Brookings Institution Press, 2002. p. 381–406.
- SCHUCH; TESSMANN. Simulações em python para tomada de decisão: Alugar, economizar e pagar à vista ou financiar um imóvel. *Boletim Economia Empírica*, v. 1, n. 4, p. 83–97, 2020.
- TAVARES; MOREIRA; PEREIRA. Assimetria de informação no mercado imobiliário: Uma revisão da literatura. *Universo Contábil*, v. 8, n. 2, p. 146–164, 2012.

APÊNDICE A –

Principais trechos do código para criação das simulações para fins de verificação lógica

Código na íntegra e disponível no link abaixo:

<https://encurtador.com.br/fR7kO>

A.1 Bibliotecas

```
import pandas as pd
import numpy as np
import itertools
from google.colab import drive
from datetime import datetime
import plotly.express as px
import plotly.graph_objects as go
from plotly.subplots import make_subplots
drive.mount("/content/drive")
#https://data.anbima.com.br/indices/consulta/ima/resultados-diarios/ima-b/
```

A.2 Indices

```
def SerieBCB(code):
    df=None
    while df==None:
        try:
            ↪ url=f"http://api.bcb.gov.br/dados/serie/bcdata.sgs.{code}/dados?formato
df=pd.read_json(url)
df["data"]=pd.to_datetime(df["data"],
                           dayfirst=True,
                           format="%d/%m/%Y"
                           ).dt.strftime("%Y-%m")
df=df.set_index("data")
df=df[["valor"]]
return df
```

```
except:
    pass

indices={"TR":226,"IPCA":433,
         "Mediana dos imoveis dados em Garantia":25419,
         "Salario Minimo":1619,
         "IRF-M":12461,
         "IMA-B":12466}

data_inicial="2004-04" #inicio da correção dos indices
data_final="2024-03" #corrige o último mês, antes da última parcela de
→ quitação
for i in indices:
    serie=SerieBCB(indices[i]).loc[data_inicial:data_final]
    print(f"Serie{i}possui{len(serie)}observações")
    indices.update({i:serie})
    #corrigirá o saldo devedor
indices["TR"]=indices["TR"].groupby("data").last()/100
indices["TR"].describe()

indices["IPCA"]=indices["IPCA"]/100 #Corrigirá o saldo devedor
#ressalva sobre esse indice,
#foi liberado apenas durante o período de
#pandemia, não existindo antes
indices["IPCA"].describe()

indices["Mediana dos imóveis dados em Garantia"]=(indices["Mediana dos
→ imóveis dados em Garantia"]/indices["Mediana dos imóveis dados em
→ Garantia"].iloc[0])#Pois dado em R$. Esse índice corrigirá a
→ valorização dos imóveis
indices["Mediana dos imóveis dados em Garantia"].describe()

indices["Salário Mínimo"].describe()

#baixar séries da ANBIMA nos links abaixo, pois a série do BCB estava
→ incompleta
#https://data.anbima.com.br/indices/consulta/ima/resultados-diarios/ima-b/
#https://data.anbima.com.br/indices/consulta/ima/resultados-diarios/irf-m/
```

```

irfm=pd.read_excel("/content/drive/MyDrive/Foco/IRFM-HISTORICO.xls")#como
↪ a data final da série vai até 9/2023, vamos do arquivo oficial da
↪ anbima
irfm["data"]=pd.to_datetime(irfm["Data de
↪ Referência"]).dt.strftime("%Y-%m")
irfm=irfm.groupby("data").last()[["Número Índice"]]
irfm=irfm.loc["2004-04":"2024-03"]
irfm.columns=["valor"]
indices["IRF-M"]=irfm
indices["IRF-M"].describe()

```

```

imab=pd.read_excel("/content/drive/MyDrive/Foco/IMAB-HISTORICO.xls")#como
↪ a data final da série vai até 9/2023, vamos do arquivo oficial da
↪ anbima
imab["data"]=pd.to_datetime(imab["Data de
↪ Referência"]).dt.strftime("%Y-%m")
imab=imab.groupby("data").last()[["Número Índice"]]
imab=imab.loc["2004-04":"2024-03"]
imab.columns=["valor"]
indices["IMA-B"]=imab
indices["IMA-B"].describe()

```

A.3 Dados teóricos

```
class Individuo:
```

```
    """
```

```
    Simulará uma pessoa. Cada pessoa possui sua renda e imóvel desejado.
```

```
    Renda:Número de salários mínimos
```

```
    Imóvel:Preço do imóvel
```

```
    A partir disso tem-se:
```

```
    Rendas:série de salários que o indivíduo dispõem
```

```
    Restrição orçamentária:30% das rendas que dispõem, valor disponível
```

```
    ↪ para honrar com as parcelas do financiamento
```

```
    Valorização do imóvel:preço do imóvel corrigido pela mediana dos
```

```
    ↪ imóveis dados em garantia
```

```
    Alugueis:equivalente a 0,04% do preço dos imóveis corrigidos pelo
```

```
    ↪ IGP-M anualmente
```

```
    """
```

```
def __init__(self, renda:int, imovel:float):
    self.renda=renda

    self.imovel=imovel

    self.rendas=(indices["Salário Mínimo"]["valor"])*renda

    self.restricao_orcamentaria=self.rendas*.3 #parcelas poderão ser até
    ↪ 40% do valor da renda da pessoa

    self.valorizacao_imovel=indices["Mediana dos imóveis dados em
    ↪ Garantia"]["valor"]*imovel #especulacao do crescimento do imóvel

    self.alugueis=pd.DataFrame(self.valorizacao_imovel)["valor"]*.004
    ↪ #alugueis baratos a 4% do valor do imóvel

class Contrato:
    def __init__(self, individuo:"individuo", juros:float, horizonte:int,
    ↪ indice:str, modalidade:str):
        """
        Cada individuo possuirá seu respectivo contrato, nos moldes de
        ↪ um contrato de financiamento convencional, descontado das
        ↪ taxas de administração e seguro, a fim de simplificar a
        ↪ situação

        O contrato se refere a um financiamento imobiliário, sob
        ↪ determinado regime de amortização (SAC OU SAF)cujo saldo é
        ↪ corrigido por determinado indice.

        Juros:Decimal ao ano
        Horizonte:Meses
        Valor:Valor financiado do imóvel, 80 do valor total expresso em
        ↪ R$

        Indice:TR ou IPCA
        Modalidade:SAC ou SAF

        A partir do contrato tem-se:
```

```

Simulação do financiamento: o qual é composto por parcela,
↪ amortização, juros e saldo devedor, esmiuçando toda a
↪ evolução do processo
Aportes de investimento: a partir das parcelas do financiamento,
↪ sob a identidade contábil APORTE=PARCELA
↪ FINANCIAMENTO-ALUGUEL DE MORADIA
"""
self.individuo=individuo
self.preco_imovel=individuo.imovel
self.valor_financiado=self.preco_imovel*.8
self.juros_anual=juros
self.juros_mensal=(1+self.juros_anual)**(1/12)-1 #converte juros
↪ anual para mensal
self.horizonte=horizonte
self.indice=indice.upper() # Converte para maiúsculas
if self.indice not in ["IPCA", "TR"]:
    raise ValueError("O índice deve ser TR ou IPCA")
self.modalidade=modalidade.upper() # Converte para maiúsculas
if self.modalidade not in ["SAC", "SAF"]:
    raise ValueError("A modalidade deve ser SAC ou SAF")

def Simular_Financiamento(self):
    evolucao=[]
    self.saldo_devedor=self.valor_financiado
    if self.modalidade=="SAC": #Sistema de Amortização
↪ Constante
        for t in range(0,self.horizonte,1):
            amortizacao=self.saldo_devedor/(self.horizonte-t)#amortização
↪ constante baseado nas parcelas a serem pagas
            valor_juros=self.saldo_devedor*self.juros_mensal #juros a ser
↪ pago, a cada mes q paga, o horizonte do calculo deve
↪ diminuir
            parcela=amortizacao+valor_juros #parcela a ser paga

↪ evolucao.append([parcela,amortizacao,valor_juros,self.saldo_devedor])
    self.saldo_devedor-=amortizacao #retira o montante pago do
↪ saldo devedor

```

```

↪ self.saldo_devedor*=(1+indices[self.indice].iloc[t]["valor"])#corrige
↪ o saldo devedor para corrigir a parcela do próximo mes

```

```

else:

```

```

for t in range(0,self.horizonte,1):#Sistema Francês de

```

```

↪ Amortização, popularmente conhecido como SAF

```

```

valor_juros=(self.saldo_devedor)*self.juros_mensal

```

```

↪ parcela=self.saldo_devedor/((1-((1+self.juros_mensal)**-(self.horizon

```

```

↪ do cálculo da parcela do SAF

```

```

amortizacao=parcela-valor_juros #valor da amortização é o

```

```

↪ desconto do juros na parcela

```

```

↪ evolucao.append([parcela,amortizacao,valor_juros,self.saldo_devedor])

```

```

self.saldo_devedor-=amortizacao #retira o montante pago do

```

```

↪ saldo devedor

```

```

↪ self.saldo_devedor*=(1+indices[self.indice].iloc[t]["valor"])#corrige

```

```

↪ o saldo devedor para corrigir a parcela do próximo mes

```

```

return

```

```

↪ pd.DataFrame(evolucao,columns=["Parcela","Amortização","Juros","Saldo

```

```

↪ Devedor"],index=indices[self.indice].index)

```

```

class Investimentos:

```

```

    """

```

```

    Para cada contrato, os aportes para investimentos existiriam,

```

```

↪ comparando laranja com laranja, sob a identidade contábil

```

```

↪ APORTE=PARCELA FINANCIAMENTO-ALUGUEL DE MORADIA

```

```

Aporte1:valor do primeiro aporte equivalent ao valor da entrada do

```

```

↪ financiamento

```

```

Aportes:dinheiro sem rendimento para criação de patrimônio originado

```

```

↪ da diferença entre a parcela do financiamento e o aluguel

```

```

↪ (APORTE=PARCELA FINANCIAMENTO-ALUGUEL DE MORADIA)

```

```

Aportes rentabilizados:Aportes com o acréscimo do rendimento de sua

```

```

↪ respectiva carteira. Estes podem ser pelo IMA-B ou IRF-M

```

```

    """

```

```

def __init__(self,individuo:"individuo",parcelas):

```

```

self.parcelas=parcelas
self.horizonte=len(parcelas)
self.alugueis=individuo.alugueis
self.aporte1=individuo.imovel*.2

def Aportes(self):
    aportes=self.parcelas-self.alugueis
    aportes=pd.DataFrame(np.maximum(0,
    ↪ self.parcelas-np.array(self.alugueis))).rename(columns={"Parcela":"Aporte"})
    ↪ apenas aportes positivos podem existir.
    aportes["Aporte"].iloc[0]+=self.aporte1
    aportes["Evolução patrimonial"]=aportes["Aporte"].cumsum()
    rentabilidade_irfm=pd.DataFrame()
    rentabilidade_imab=pd.DataFrame()
    for i in aportes.index:

        ↪ aporte_irfm=(indices["IRF-M"].loc[i:]/indices["IRF-M"].loc[i])["valor"]
        aporte_irfm.name=i

        ↪ aporte_imab=(indices["IMA-B"].loc[i:]/indices["IMA-B"].loc[i])["valor"]
        aporte_imab.name=i

        ↪ rentabilidade_irfm=pd.concat([rentabilidade_irfm,aporte_irfm],axis=1)

        ↪ rentabilidade_imab=pd.concat([rentabilidade_imab,aporte_imab],axis=1)
    aportes_rentabilizados_irfm=(aportes["Aporte"]*rentabilidade_irfm)
    aportes_rentabilizados_imab=(aportes["Aporte"]*rentabilidade_imab)
    aportes["Rentabilidade por parcela
    ↪ (IRF-M)"]=aportes_rentabilizados_irfm.iloc[-1]
    aportes["Evolução patrimonial rentabilizada
    ↪ (IRF-M)"]=aportes_rentabilizados_irfm.sum(axis=1)
    aportes["Rentabilidade por parcela
    ↪ (IMA-B)"]=aportes_rentabilizados_imab.iloc[-1]
    aportes["Evolução patrimonial rentabilizada
    ↪ (IMA-B)"]=aportes_rentabilizados_imab.sum(axis=1)
    aportes["detalhamento
    ↪ (IRF-M)"]=aportes_rentabilizados_irfm.iloc[-1].to_dict()
    aportes["detalhamento
    ↪ (IMA-B)"]=aportes_rentabilizados_imab.iloc[-1].to_dict()

```

```
return(aportes)
```

A.4 Simulação

```
#a titulo de exemplo
```

```
individuo=Individuo(renda=1,imovel=20000)
```

```
contrato=Contrato(individuo,juros=.04,horizonte=240,indice=indice,modalidade=modali
```

```
financiamento=contrato.Simular_Financiamento()
```

```
financiamento["Restricao
```

```
↪ orçamentaria"]=financiamento["Parcela"]<=individuo.restricao_orçamentaria
```

```
investimentos=Investimentos(individuo,financiamento["Parcela"])
```

```
aportes=investimentos.Aportes()
```

```
#output
```

```
"""
```

```
infos_simulacao={"renda":individuo.renda,
```

```
    "salário inicial em
```

```
↪ 2004-04":individuo.rendas.iloc[0],
```

```
    "salário final em 2024-04":individuo.rendas.iloc[-1],
```

```
    "valor do imóvel":individuo.imovel,
```

```
    "valor financiado":individuo.imovel*.8,
```

```
    "não comporta a restrição?":False in
```

```
↪ financiamento["Restricao orçamentaria"].values,
```

```
    "modalidade":contrato.modalidade,
```

```
    "indice":contrato.indice,
```

```
    "juros":contrato.juros_anual,
```

```
    "total pago no
```

```
↪ financiamento":financiamento["Parcela"].sum(),
```

```
    "total pago em juros":financiamento["Juros"].sum(),
```

```
    "valor do imóvel
```

```
↪ rentabilizado":individuo.valorizacao_imovel.iloc[-1],
```

```
    "total pago em alugueis":individuo.alugueis.sum(),
```

```
    "total pago em aportes":aportes["Aporte"].sum(),
```

```
    "total rentabilizado (IRF-M)":aportes["Evolução
```

```
↪ patrimonial rentabilizada (IRF-M)"].iloc[-1],
```

```

        "total rentabilizado (IMA-B)":aportes["Evolução
↪ patrimonial rentabilizada (IMA-B)"].iloc[-1]
    }

infos_simulacao
"""

#5200 cenários
indivíduos=list(range(1,11,1))#de 1 a 10 salários
juros=list(range(40,105,5))#de 4 a 10%
print("Imóvel de R$ 116.279.05 em 2024 valia entorno de R$",
↪ round(114579.01/indices["Mediana dos imóveis dados em
↪ Garantia"].values[-1][0],2),"em 2004-fazendo uso do deflator "Mediana
↪ dos imóveis dados em Garantia ")#imóvel de 100000 em 2004)
imoveis=list(range(20000,220000,20000))#de 20 mil a 200 mil reais
indices_contratos=["TR","IPCA"]
modalidades_contratos=["SAC","SAF"]
possibilidades=list(itertools.product(indivíduos,juros,imoveis,indices_contratos,modalidades_c

simulacoes=[]
n=len(possibilidades)
for renda, juro, imovel, indice, modalidade in
↪ list(itertools.product(indivíduos,juros,imoveis,indices_contratos,modalidades_c
    juro/=1000
    individuo=Individuo(renda=renda,imovel=imovel)

    ↪ contrato=Contrato(individuo,juros=juro,horizonte=240,indice=indice,modalidade
    financiamento=contrato.Simular_Financiamento()
    financiamento["Restricao
    ↪ orçamentaria"]=financiamento["Parcela"]<=individuo.restricao_orçamentaria
    investimentos=Investimentos(individuo,financiamento["Parcela"])
    aportes=investimentos.Aportes()

infos_simulacao={"renda":individuo.renda,
                 "salário inicial em 2004-04":individuo.rendas.iloc[0],
                 "salário final em 2024-04":individuo.rendas.iloc[-1],
                 "valor do imóvel":individuo.imovel,

                 "valor financiado":individuo.imovel*.8,

```

```

"não comporta a restrição?":False in
↳ financiamento["Restricao orcamentaria"].values,
"modalidade":contrato.modalidade,
"indice":contrato.indice,
"juros":contrato.juros_anual,
"total pago no
↳ financiamento":financiamento["Parcela"].sum(),
"total pago em juros":financiamento["Juros"].sum(),
"valor do imóvel
↳ rentabilizado":individuo.valorizacao_imovel.iloc[-1],

"total pago em alugueis":individuo.alugueis.sum(),
"total pago em aportes":aportes["Aporte"].sum(),
"total rentabilizado (IRF-M)":aportes["Evolução
↳ patrimonial rentabilizada (IRF-M)"].iloc[-1],
"total rentabilizado (IMA-B)":aportes["Evolução
↳ patrimonial rentabilizada (IMA-B)"].iloc[-1],

"evolução":{"financiamento":financiamento.to_dict(),
"aportes":aportes.to_dict()
}
}
simulacoes.append(infos_simulacao)
n-=1
print(f"Faltam{n}cenarios a serem executados")

```

A.5 Exploração dos dados teóricos

```

total_observacoes=simulacoes.groupby(["renda"]).agg({"não comporta a
↳ restrição?":"count"})#numeros validos

```

```

valor_maximo_que_comporta_a_restricao_orcamentaria=simulacoes.loc[simulacoes["não
↳ comporta a restrição?"]==False].groupby(["renda"]).agg({"salário
↳ inicial em 2004-04":"last",
"salário final em 2024-04":"last",
"valor do imóvel":"max", #pois é o último imóvel
↳ q da certo, valor máximo q consegue
↳ financiar

```

```

"valor financiado":"max", #segue a linha de
↪ cima
"juros":"max", #idem acima
"total pago no financiamento":"mean", #para
↪ verificar a média de custo a mais
"não comporta a restrição?":"count", #numeros
↪ validos
"total rentabilizado (IRF-M)":"mean",
"total rentabilizado (IMA-B)":"mean",
"valor do imóvel rentabilizado":"mean",
"total pago em juros":"mean",
"total pago em alugueis":"mean",
"total pago em aportes":"mean",
"total pago no financiamento":"mean",

    })

valor_maximo_que_comporta_a_restricao_orcamentaria=valor_maximo_que_comporta_a_rest
↪ comporta a restrição?":"comporta a restrição? %")
valor_maximo_que_comporta_a_restricao_orcamentaria["comporta a restrição?
↪ %"]=(valor_maximo_que_comporta_a_restricao_orcamentaria["comporta a
↪ restrição? %"]/total_observacoes["não comporta a
↪ restrição?"]).dropna()*100
round(valor_maximo_que_comporta_a_restricao_orcamentaria,4)

total_observacoes=simulacoes.groupby(["renda","modalidade"]).agg({"não
↪ comporta a restrição?":"count"})#numeros validos

valor_maximo_que_comporta_a_restricao_orcamentaria_modalidade=simulacoes.loc[simula
↪ comporta a
↪ restrição?"]==False].groupby(["renda","modalidade"]).agg({"salário
↪ inicial em 2004-04":"last",
    "salário final em 2024-04":"last",
"valor do imóvel":"max", #pois é o último imóvel
↪ q da certo, valor máximo q consegue
↪ financiar
"valor financiado":"max", #segue a linha de
↪ cima
"juros":"max", #idem acima

```

```

"total pago no financiamento":"mean", #para
↳ verificar a média de custo a mais
"não comporta a restrição?":"count", #numeros
↳ validos
"total rentabilizado (IRF-M)":"mean",
"total rentabilizado (IMA-B)":"mean",
"valor do imóvel rentabilizado":"mean",
"total pago em juros":"mean",
"total pago em alugueis":"mean",
"total pago em aportes":"mean",
"total pago no financiamento":"mean",

    })

valor_maximo_que_comporta_a_restricao_orcamentaria_modalidade=valor_maximo_que_comp
↳ comporta a restrição?":"comporta a restrição? %")
valor_maximo_que_comporta_a_restricao_orcamentaria_modalidade["comporta a
↳ restrição?
↳ %"]=(valor_maximo_que_comporta_a_restricao_orcamentaria_modalidade["comporta
↳ a restrição? %"])/total_observacoes["não comporta a
↳ restrição?"].dropna()*100
round(valor_maximo_que_comporta_a_restricao_orcamentaria_modalidade,3)

total_observacoes=simulacoes.groupby(["renda","indice"]).agg({"não
↳ comporta a restrição?":"count"})#numeros validos

valor_maximo_que_comporta_a_restricao_orcamentaria_indice=simulacoes.loc[simulacoes
↳ comporta a
↳ restrição?"]==False].groupby(["renda","indice"]).agg({"salário
↳ inicial em 2004-04":"last",
    "salário final em 2024-04":"last",
"valor do imóvel":"max", #pois é o último imóvel
↳ q da certo, valor máximo q consegue
↳ financiar
"valor financiado":"max", #segue a linha de
↳ cima
"juros":"max", #idem acima
"total pago no financiamento":"mean", #para
↳ verificar a média de custo a mais

```

```

        "não comporta a restrição?": "count", #numeros
        ↪ validos
        "total rentabilizado (IRF-M)": "mean",
        "total rentabilizado (IMA-B)": "mean",
        "valor do imóvel rentabilizado": "mean",
        "total pago em juros": "mean",
        "total pago em alugueis": "mean",
        "total pago em aportes": "mean",
        "total pago no financiamento": "mean",

    })

valor_maximo_que_comporta_a_restricao_orcamentaria_indice=valor_maximo_que_comporta
↪ comporta a restrição?": "comporta a restrição? %")
valor_maximo_que_comporta_a_restricao_orcamentaria_indice["comporta a
↪ restrição?
↪ %"]=(valor_maximo_que_comporta_a_restricao_orcamentaria_indice["comporta
↪ a restrição? %"])/total_observacoes["não comporta a
↪ restrição?"].dropna()*100
round(valor_maximo_que_comporta_a_restricao_orcamentaria_indice,3)

total_observacoes=simulacoes.groupby(["renda", "modalidade", "indice"]).agg({"não
↪ comporta a restrição?": "count"})#numeros validos

valor_maximo_que_comporta_a_restricao_orcamentaria_modalidade_e_indice=simulacoes.l
↪ comporta a
↪ restrição?"]==False].groupby(["renda", "modalidade", "indice"]).agg({"salário
↪ inicial em 2004-04": "last",
        "salário final em 2024-04": "last",
        "valor do imóvel": "max", #pois é o último imóvel
        ↪ q da certo, valor máximo q consegue
        ↪ financiar
        "valor financiado": "max", #segue a linha de
        ↪ cima
        "juros": "max", #idem acima
        "total pago no financiamento": "mean", #para
        ↪ verificar a média de custo a mais
        "não comporta a restrição?": "count", #numeros
        ↪ validos
        "total rentabilizado (IRF-M)": "mean",

```



```

        (simulacoes["valor do imóvel"]==valor_imovel)&
        (simulacoes["juros"]==juros_anual)&
        (simulacoes["modalidade"]==modalidade_financiamento)]
nome_dict=f"{modalidade_financiamento}_{indice}"
aux=pd.DataFrame(aux["evolução"].values[0]["aportes"]).reset_index()
try:
    ↪ primeira_posicao_sem_aporte[nome_dict].append(aux.loc[aux["Aporte"]==0].index)
except:
    pass #pois em todas as parcelas foi possível investir e se em todas
    ↪ foram investidas, colocar 240 elevaria a média das parcelas q
    ↪ NAO ERAM POSSIVEIS

for i in primeira_posicao_sem_aporte:
    print(i,round(np.mean(primeira_posicao_sem_aporte[i])), "é o número da
    ↪ parcela que parou de ter aporte, equivalente a
    ↪ data",pd.DataFrame(simulacoes["evolução"].values[0]["financiamento"]).index[rou
    ↪ o efeito da pandemia nao afetou os dados produzidos

SAC=[]
SAF=[]
AGREGADO=[]
for i in primeira_posicao_sem_aporte:
    if "SAC" in i:
        SAC+=(primeira_posicao_sem_aporte[i])
    else:
        SAF+=(primeira_posicao_sem_aporte[i])
    AGREGADO+=(primeira_posicao_sem_aporte[i])

print("SAC",round(np.mean(SAC)), "é o número da parcela que parou de ter
↪ aporte, equivalente a
↪ data",pd.DataFrame(simulacoes["evolução"].values[0]["financiamento"]).index[rou
print("SAF",round(np.mean(SAF)), "é o número da parcela que parou de ter
↪ aporte equivalente a
↪ data",pd.DataFrame(simulacoes["evolução"].values[0]["financiamento"]).index[rou

TR=[]
IPCA=[]
AGREGADO=[]

```

```

for i in primeira_posicao_sem_aporte:
    if "TR" in i:
        TR+=(primeira_posicao_sem_aporte[i])
    else:
        IPCA+=(primeira_posicao_sem_aporte[i])
        AGREGADO+=(primeira_posicao_sem_aporte[i])

print("TR",round(np.mean(TR)),"é o número da parcela que parou de ter
→ aporte, equivalente a
→ data",pd.DataFrame(simulacoes["evolução"].values[0]["financiamento"]).index[rou
print("IPCA",round(np.mean(IPCA)),"é o número da parcela que parou de ter
→ aporte equivalente a
→ data",pd.DataFrame(simulacoes["evolução"].values[0]["financiamento"]).index[rou

print("AGREGADO",round(np.mean(AGREGADO)),"é o número da parcela que
→ parou de ter aporte, equivalente a data
→ ",pd.DataFrame(simulacoes["evolução"].values[0]["financiamento"]).index[round(n

simulacoes["Diferença entre Modalidades
→ (Imóvel-IRF-M)"]=simulacoes["valor do imóvel
→ rentabilizado"]-simulacoes["total rentabilizado (IRF-M)"]
simulacoes["Diferença entre Modalidades
→ (Imóvel-IMA-B)"]=simulacoes["valor do imóvel
→ rentabilizado"]-simulacoes["total rentabilizado (IMA-B)"]
simulacoes["Rentabilidade da operação financiada %"]=((simulacoes["valor
→ do imóvel rentabilizado"]/simulacoes["total pago no
→ financiamento"])-1)*100
simulacoes["Rentabilidade da operação investimento irf-m
→ %"]=((simulacoes["total rentabilizado (IRF-M)"]/simulacoes["total
→ pago no financiamento"])-1)*100
simulacoes["Rentabilidade da operação investimento ima-b
→ %"]=((simulacoes["total rentabilizado (IMA-B)"]/simulacoes["total
→ pago no financiamento"])-1)*100
simulacoes["Diferença de rentabilidade
→ financiado-irf-m"]=simulacoes["Rentabilidade da operação financiada
→ %"]-simulacoes["Rentabilidade da operação investimento irf-m %"]
simulacoes["Diferença de rentabilidade
→ financiado-ima-b"]=simulacoes["Rentabilidade da operação financiada
→ %"]-simulacoes["Rentabilidade da operação investimento ima-b %"]

```

```
diferenca_agregada=simulacoes["Diferença de rentabilidade
↳ financiado-irf-m"].mean()
diferenca_tr=simulacoes.loc[(simulacoes["indice"]=="TR")] ["Diferença de
↳ rentabilidade financiado-irf-m"].mean()
diferenca_ipca=simulacoes.loc[(simulacoes["indice"]=="IPCA")] ["Diferença
↳ de rentabilidade financiado-ima-b"].mean()
diferenca_sac=simulacoes.loc[(simulacoes["modalidade"]=="SAC")] ["Diferença
↳ de rentabilidade financiado-irf-m"].mean()
diferenca_saf=simulacoes.loc[(simulacoes["modalidade"]=="SAF")] ["Diferença
↳ de rentabilidade financiado-ima-b"].mean()
diferenca_tr_sac=simulacoes.loc[(simulacoes["indice"]=="TR")&(simulacoes["modalidad
↳ de rentabilidade financiado-irf-m"].mean()
diferenca_tr_saf=simulacoes.loc[(simulacoes["indice"]=="TR")&(simulacoes["modalidad
↳ de rentabilidade financiado-irf-m"].mean()
diferenca_ipca_sac=simulacoes.loc[(simulacoes["indice"]=="IPCA")&(simulacoes["modal
↳ de rentabilidade financiado-ima-b"].mean()
diferenca_ipca_saf=simulacoes.loc[(simulacoes["indice"]=="IPCA")&(simulacoes["modal
↳ de rentabilidade financiado-ima-b"].mean()

print("*****AGREGADO*****")
print(" ")
print(f"A diferença média entre os patrimônios adquiridos foi
↳ de{round(diferenca_agregada,4)}%")
print(" ")
print("*****DESAGREGADO POR INDICE DE
↳ CORRECAO*****")
print(" ")
print(f"A diferença média entre os financiamento sob o indice TR
↳ adquiridos foi de{round(diferenca_tr,4)}%")
print(f"A diferença média entre os financiamento sob o indice IPCA
↳ adquiridos foi de{round(diferenca_ipca,4)}%")
print(" ")
print("*****DESAGREGADO POR MODALIDADE DE
↳ FINANCIAMENTO*****")
print(" ")
print(f"A diferença média entre os financiamento sob a modalidade SAC
↳ adquiridos foi de{round(diferenca_sac,4)}%")
```

```

print(f"A diferença média entre os financiamento sob a modalidade SAF
↳ adquiridos foi de{round(diferenca_saf,4)}%")
print(" ")
print("*****DESAGREGADO POR INDICE DE CORRECAO E
↳ MODALIDADE DE FINANCIAMENTO*****")
print(" ")
print(f"A diferença média entre os financiamento sob o indice TR e
↳ modalidade SAC adquiridos foi de{round(diferenca_tr_sac,4)}%")
print(f"A diferença média entre os financiamento sob o indice TR e
↳ modalidade SAF adquiridos foi de{round(diferenca_tr_saf,4)}%")
print(f"A diferença média entre os financiamento sob o indice IPCA e
↳ modalidade SAC adquiridos foi de{round(diferenca_ipca_sac,4)}%")
print(f"A diferença média entre os financiamento sob o indice IPCA e
↳ modalidade SAF adquiridos foi de{round(diferenca_ipca_saf,4)}%")

estrategiamaiscustosa=pd.DataFrame((simulacoes["total pago no
↳ financiamento"]-((simulacoes["total pago em aportes"]
↳ +simulacoes["total pago em alugueis"]))) / simulacoes["total pago no
↳ financiamento"])*100
estrategiamaiscustosa.columns=["diferença entre custos de
↳ financiar-cenario alternativo (%)"]
fig=px.violin(estrategiamaiscustosa, y="diferença entre custos de
↳ financiar-cenario alternativo (%)",box=True, template="simple_white",
↳ width=700, height=500
    )

fig.add_annotation(xref="paper", yref="paper",
    x=-.1, y=1.1,
    text="Gráfico 4-Distribuição da diferença percentual entre os
↳ custos de financiar e alugar e investir simultaneamente.",
    font=dict(
    family="Arial",
    size=12,
    color="black"
    ),
    showarrow=False,)
fig.add_annotation(xref="paper", yref="paper",
    x=-.1, y=-.2,
    text="Fonte:elaboração própria",

```

```
font=dict(
    family="Arial",
    size=12,
    color="black"
),
showarrow=False,)

fig.show()

#alugueis são sao mais onerosos, so existem valores negativos
estrategiamaiscustosa.describe().to_excel("estratégiamaiscustosa.xlsx")
estrategiamaiscustosa.describe()

#estratégia mai custosa foi a alternativa

simulacoes.loc[(simulacoes["Diferença entre Modalidades
↳ (Imóvel-IMA-B)"]<0)&(simulacoes["não comporta a restrição?"]==True)]
↳ #MENOR Q ZERO POIS SE DA NEGATIVO O INVESTIMENTO SUPERA,
↳ independente da restricao orcamentaria
#NÃO HOVERAM SIMULACOES PELO TR ONDE O INVESTIMENTO SUPERA O
↳ FINANCIAMENTO

simulacoes.loc[(simulacoes["Diferença entre Modalidades
↳ (Imóvel-IRF-M)"]<0)&(simulacoes["não comporta a restrição?"]==True)]
↳ #MENOR Q ZERO POIS SE DA NEGATIVO O INVESTIMENTO SUPERA,
↳ independente da restricao orcamentaria
#NÃO HOVERAM SIMULACOES PELO TR ONDE O INVESTIMENTO SUPERA O
↳ FINANCIAMENTO

menorcustosistema=simulacoes.groupby("modalidade").agg({"total pago no
↳ financiamento":"mean"})
menorcustoindice=simulacoes.groupby("indice").agg({"total pago no
↳ financiamento":"mean"})
menorcustoindice=simulacoes.groupby("indice").agg({"total pago no
↳ financiamento":"mean"})
```

A.6 Dados reais

```
dados_reais=pd.read_excel("/content/drive/MyDrive/Foco/DadosReais.xlsx")
dados_reais["DATA AQUISICAO"]=pd.to_datetime(dados_reais["DATA
↪ AQUISICAO"]).dt.strftime("%Y-%m")
dados_reais["DATA VENDA"]=pd.to_datetime(dados_reais["DATA
↪ VENDA"]).dt.strftime("%Y-%m")
dados_reais["PERÍODO"]=np.ceil(dados_reais["PERÍODO"])
```

```
class Indivíduo:
```

```
    """
```

```
    Simulará uma pessoa. Cada pessoa possui sua renda e imóvel desejado.
```

```
    Renda:Número de salários mínimos
```

```
    Imóvel:Preço do imóvel
```

```
    A partir disso tem-se:
```

```
    Rendas:série de salários que o indivíduo dispõem
```

```
    Restrição orçamentária:30% das rendas que dispõem, valor disponível
```

```
    ↪ para honrar com as parcelas do financiamento
```

```
    Valorização do imóvel:preço do imóvel corrigido pela mediana dos
```

```
    ↪ imóveis dados em garantia
```

```
    Alugueis:equivalente a 0,04% do preço dos imóveis corrigidos pelo
```

```
    ↪ IGP-M anualmente
```

```
    """
```

```
def __init__(self, renda:int, imovel:float):
```

```
    self.renda=renda
```

```
    self.imovel=imovel
```

```
    self.rendas=(indices["Salário
```

```
    ↪ Mínimo"].iloc[iloc_zero:iloc_final]["valor"])*renda
```

```
    self.restricao_orcamentaria=self.rendas*.3 #parcelas poderão ser até
```

```
    ↪ 40% do valor da renda da pessoa
```

```
    self.valorizacao_imovel=indices["Mediana dos imóveis dados em
```

```
    ↪ Garantia"].iloc[iloc_zero:iloc_final]["valor"]*imovel
```

```
    ↪ #especulacao do crescimento do imóvel
```

```
self.alugueis=pd.DataFrame(self.valorizacao_imovel)["valor"]*.004
↳ #alugueis baratos a 4% do valor do imóvel
```

```
class Contrato:
```

```
def __init__(self, individuo:"individuo", juros:float, horizonte:int,
↳ indice:str, modalidade:str):
```

```
    """
```

```
    Cada individuo possuirá seu respectivo contrato, nos moldes de
```

```
↳ um contrato de financiamento convencional, descontado das
```

```
↳ taxas de administração e seguro, a fim de simplificar a
```

```
↳ situação
```

```
    O contrato se refere a um financiamento imobiliário, sob
```

```
↳ determinado regime de amortização (SAC OU SAF)cujo saldo é
```

```
↳ corrigido por determinado índice.
```

```
    Juros:Decimal ao ano
```

```
    Horizonte:Meses
```

```
    Valor:Valor financiado do imóvel, 80 do valor total expresso em
```

```
↳ R$
```

```
    Índice:TR ou IPCA
```

```
    Modalidade:SAC ou SAF
```

```
    A partir do contrato tem-se:
```

```
    Simulação do financiamento:o qual é composto por parcela,
```

```
↳ amortização, juros e saldo devedor, esmiuçando toda a
```

```
↳ evolução do processo
```

```
    Aportes de investimento:a partir das parcelas do financiamento,
```

```
↳ sob a identidade contábil APORTE=PARCELA
```

```
↳ FINANCIAMENTO-ALUGUEL DE MORADIA
```

```
    """
```

```
self.individuo=individuo
```

```
self.preco_imovel=individuo.imovel
```

```
self.valor_financiado=self.preco_imovel*.8
```

```
self.juros_anual=juros
```

```
self.juros_mensal=(1+self.juros_anual)**(1/12)-1 #converte juros
```

```
↳ anual para mensal
```

```
self.horizonte=horizonte
```

```
self.indice=indice.upper() # Converte para maiúsculas
```

```
if self.indice not in ["IPCA", "TR"]:
```

```

        raise ValueError("O índice deve ser TR ou IPCA")
self.modalidade=modalidade.upper() # Converte para maiúsculas
if self.modalidade not in ["SAC", "SAF"]:
    raise ValueError("A modalidade deve ser SAC ou SAF")

def Simular_Financiamento(self):
    evolucao=[]
    self.saldo_devedor=self.valor_financiado
    if self.modalidade=="SAC":          #Sistema de Amortização
        ↪ Constante
        for t in range(0,self.horizonte,1):
            amortizacao=self.saldo_devedor/(self.horizonte-t)#amortização
            ↪ constante baseado nas parcelas a serem pagas
            valor_juros=self.saldo_devedor*self.juros_mensal #juros a ser
            ↪ pago, a cada mes q paga, o horizonte do calculo deve
            ↪ diminuir
            parcela=amortizacao+valor_juros #parcela a ser paga

            ↪ evolucao.append([parcela,amortizacao,valor_juros,self.saldo_devedor])
            self.saldo_devedor-=amortizacao #retira o montante pago do
            ↪ saldo devedor

            ↪ self.saldo_devedor*=(1+indices[self.indice].iloc[iloc_zero:iloc_final
            ↪ o saldo devedor para corrigir a parcela do próximo mes

    else:
        for t in range(0,self.horizonte,1):#Sistema Francês de
        ↪ Amortização, popularmente conhecido como SAF
            valor_juros=(self.saldo_devedor)*self.juros_mensal

            ↪ parcela=self.saldo_devedor/((1-((1+self.juros_mensal)**-(self.horizon
            ↪ do cálculo da parcela do SAF
            amortizacao=parcela-valor_juros #valor da amortização é o
            ↪ desconto do juros na parcela

            ↪ evolucao.append([parcela,amortizacao,valor_juros,self.saldo_devedor])
            self.saldo_devedor-=amortizacao #retira o montante pago do
            ↪ saldo devedor

```

```

    ↪ self.saldo_devedor*=(1+indices[self.indice].iloc[iloc_zero:iloc_final]
    ↪ o saldo devedor para corrigir a parcela do próximo mes
return
    ↪ pd.DataFrame(evolucao,columns=["Parcela","Amortização","Juros","Saldo
    ↪ Devedor"],index=indices[self.indice].iloc[iloc_zero:iloc_final].index)

class Investimentos:
    """
    Para cada contrato, os aportes para investimentos existiriam,
    ↪ comparando laranja com laranja, sob a identidade contábil
    ↪ APORTE=PARCELA FINANCIAMENTO-ALUGUEL DE MORADIA
    Aporte1:valor do primeiro aporte equivalent ao valor da entrada do
    ↪ financiamento
    Aportes:dinheiro sem rendimento para criação de patrimônio originado
    ↪ da diferença entre a parcela do financiamento e o aluguel
    ↪ (APORTE=PARCELA FINANCIAMENTO-ALUGUEL DE MORADIA)
    Aportes rentabilizados:Aportes com o acréscimo do rendimento de sua
    ↪ respectiva carteira. Estes podem ser pelo IMA-B ou IRF-M
    """
    def __init__(self,individuo:"individuo",parcelas):
        self.parcelas=parcelas
        self.horizonte=len(parcelas)
        self.alugueis=individuo.alugueis
        self.aporte1=individuo.imovel*.2

    def Aportes(self):
        aportes=self.parcelas-self.alugueis
        aportes=pd.DataFrame(np.maximum(0,
        ↪ self.parcelas-np.array(self.alugueis))).rename(columns={"Parcela":"Aporte"})
        ↪ apenas aportes positivos podem existir.
        aportes["Aporte"].iloc[0]+=self.aporte1
        aportes["Evolução patrimonial"]=aportes["Aporte"].cumsum()
        rentabilidade_irfm=pd.DataFrame()
        rentabilidade_imab=pd.DataFrame()
        for i in aportes.index:
            ↪ aporte_irfm=(indices["IRF-M"].iloc[iloc_zero:iloc_final].loc[i:]/indices[

```

```

aporte_irfm.name=i

↪ aporte_imab=(indices["IMA-B"].iloc[iloc_zero:iloc_final].loc[i:]/indices[
aporte_imab.name=i

↪ rentabilidade_irfm=pd.concat([rentabilidade_irfm,aporte_irfm],axis=1)

↪ rentabilidade_imab=pd.concat([rentabilidade_imab,aporte_imab],axis=1)
aportes_rentabilizados_irfm=(aportes["Aporte"]*rentabilidade_irfm)
aportes_rentabilizados_imab=(aportes["Aporte"]*rentabilidade_imab)
aportes["Rentabilidade por parcela
↪ (IRF-M)"]=aportes_rentabilizados_irfm.iloc[-1]
aportes["Evolução patrimonial rentabilizada
↪ (IRF-M)"]=aportes_rentabilizados_irfm.sum(axis=1)
aportes["Rentabilidade por parcela
↪ (IMA-B)"]=aportes_rentabilizados_imab.iloc[-1]
aportes["Evolução patrimonial rentabilizada
↪ (IMA-B)"]=aportes_rentabilizados_imab.sum(axis=1)
aportes["detalhamento
↪ (IRF-M)"]=aportes_rentabilizados_irfm.iloc[-1].to_dict()
aportes["detalhamento
↪ (IMA-B)"]=aportes_rentabilizados_imab.iloc[-1].to_dict()
return(aportes)

def diferenca_meses(data_inicial, data_final):
    # Converter strings em objetos de data
    data_inicial=datetime.strptime(data_inicial, "%Y-%m")
    data_final=datetime.strptime(data_final, "%Y-%m")

    # Calcular a diferença em meses
    diferenca_anos=data_final.year-data_inicial.year
    diferenca_meses=data_final.month-data_inicial.month

    # Diferença total em meses
    total_meses=diferenca_anos*12+diferenca_meses
    return total_meses

realxteoria=[]

```

```

combinacoes_contratos=list(itertools.product(indices_contratos,
↳ modalidades_contratos,juros))
for i in dados_reais.dropna().index:
    data_aquisicao=dados_reais["DATA AQUISICAO"].iloc[i]
    data_venda=dados_reais["DATA VENDA"].iloc[i]
    periodo=int(dados_reais["PERÍODO"].iloc[i])
    preco_aquisicao=dados_reais["VALOR AQUISICAO"].iloc[i]
    preco_final_imovel=dados_reais["VALOR VENDA"].iloc[i]
    iloc_zero=diferenca_meses(data_inicial,data_aquisicao)

↳ iloc_final=periodo+iloc_zero#diferenca_meses(data_aquisicao,data_venda)+1
↳ #substituir por periodo
for INDICE, MODALIDADE, juros in combinacoes_contratos:
    individuo=Individuo(renda=10,imovel=preco_aquisicao)

↳ contrato=Contrato(individuo,juros=juros/1000,horizonte=periodo,indice=INDICE)
↳ nao importa nessa analise
    financiamento=contrato.Simular_Financiamento()
    financiamento["Restricao
↳ orçamentaria"]=financiamento["Parcela"]<=individuo.restricao_orçamentaria
    investimentos=Investimentos(individuo,financiamento["Parcela"])
    aportes=investimentos.Aportes()
    infos_simulacao={"renda":individuo.renda, #constante em 10 salarios,
↳ pois é irrelevante para apurar o resultado líquido
        "valor do imóvel":preco_aquisicao,

        "valor financiado":individuo.imovel*.8,
        "modalidade":contrato.modalidade,
        "indice":contrato.indice,
        "juros":contrato.juros_anual,
        "total pago no
↳ financiamento":financiamento["Parcela"].sum(),
        "total pago em juros":financiamento["Juros"].sum(),
        "valor do imóvel rentabilizado
↳ (teorico)":individuo.valorizacao_imovel.iloc[-1],
        "valor do imóvel rentabilizado
↳ (real)":preco_final_imovel,

        "total pago em alugueis":individuo.alugueis.sum(),

```

```

"total pago em aportes":aportes["Aporte"].sum(),
"total rentabilizado (IRF-M)":aportes["Evolução
↪ patrimonial rentabilizada (IRF-M)"].iloc[-1],
"total rentabilizado (IMA-B)":aportes["Evolução
↪ patrimonial rentabilizada (IMA-B)"].iloc[-1],

"evolução":{"financiamento":financiamento.to_dict(),
"aportes":aportes.to_dict()
}
}

realxteoria.append(infos_simulacao)
realxteoria=pd.DataFrame(realxteoria)

```

A.7 Exploração dos dados reais

```

valor_maximo_que_comporta_a_restricao_orcamentaria_modalidade_e_indice_dadosreais=r
↪ do imóvel","modalidade","indice"]').agg({

#pois é o último imóvel q da certo, valor máximo
↪ q consegue financiar
"valor financiado":"max", #segue a linha de
↪ cima
"juros":"max", #idem acima
"total pago no financiamento":"mean", #para
↪ verificar a média de custo a mais
"total rentabilizado (IRF-M)":"mean",
"total rentabilizado (IMA-B)":"mean",
"valor do imóvel rentabilizado (real)":"mean",
"valor do imóvel rentabilizado
↪ (teorico)":"mean",
"total pago em juros":"mean",
"total pago em alugueis":"mean",
"total pago em aportes":"mean",
"total pago no financiamento":"mean",

})

round(valor_maximo_que_comporta_a_restricao_orcamentaria_modalidade_e_indice_dadosr

```

```

realxteoria["diferença da rentabilidade do imóvel real x teoria
↪ (R$)"]=realxteoria["valor do imóvel rentabilizado
↪ (real)"]-realxteoria["valor do imóvel rentabilizado (teorico)"]
realxteoria["diferença da rentabilidade do imóvel real x teoria
↪ (R$)"].mean()#imóveis teóricos são mais rentáveis q os reais, porém
↪ o tempo dos reais também foi menor
#diferença insignificante a preço de contrato visto q a média

diferencadamedia=(realxteoria["diferença da rentabilidade do imóvel real
↪ x teoria (R$)"].mean()/realxteoria["valor do imóvel rentabilizado
↪ (teorico)"].mean())*100
print(f"a diferença de R$ 167,25 relativa valor médio do imóvel, foi
↪ de{round(diferencadamedia,2)}%")

realxteoria["Diferença entre Modalidades
↪ (Imóvel-IRF-M)"]=realxteoria["valor do imóvel rentabilizado
↪ (real)"]-realxteoria["total rentabilizado (IRF-M)"]
realxteoria["Diferença entre Modalidades
↪ (Imóvel-IMA-B)"]=realxteoria["valor do imóvel rentabilizado
↪ (real)"]-realxteoria["total rentabilizado (IMA-B)"]

realxteoria["Diferença entre Modalidades
↪ (Imóvel-IRF-M)-dadoteorico"]=realxteoria["valor do imóvel
↪ rentabilizado (teorico)"]-realxteoria["total rentabilizado (IRF-M)"]
realxteoria["Diferença entre Modalidades
↪ (Imóvel-IMA-B)-dadoteorico"]=realxteoria["valor do imóvel
↪ rentabilizado (teorico)"]-realxteoria["total rentabilizado (IMA-B)"]

realxteoria["Rentabilidade da operação financiada
↪ %"]=((realxteoria["valor do imóvel rentabilizado
↪ (real)"]/realxteoria["total pago no financiamento"])-1)*100
realxteoria["Rentabilidade da operação financiada
↪ (teorica)%"]=((realxteoria["valor do imóvel rentabilizado
↪ (teorico)"]/realxteoria["total pago no financiamento"])-1)*100
realxteoria["Rentabilidade da operação investimento irf-m
↪ %"]=((realxteoria["total rentabilizado (IRF-M)"]/realxteoria["total
↪ pago no financiamento"])-1)*100

```

```

realxteoria["Rentabilidade da operação investimento ima-b
↪ %"]=((realxteoria["total rentabilizado (IMA-B)"]/realxteoria["total
↪ pago no financiamento"])-1)*100
realxteoria["Diferença de rentabilidade
↪ financiado-irf-m"]=realxteoria["Rentabilidade da operação financiada
↪ %"]-realxteoria["Rentabilidade da operação investimento irf-m %"]
realxteoria["Diferença de rentabilidade
↪ financiado-ima-b"]=realxteoria["Rentabilidade da operação financiada
↪ %"]-realxteoria["Rentabilidade da operação investimento ima-b %"]

print("totalmente agregado")
porcentagemcenariosvencedores_irfm=round((len(realxteoria.loc[(realxteoria["Diferen
↪ entre Modalidades (Imóvel-IRF-M)"]<0)&(realxteoria["Diferença entre
↪ Modalidades (Imóvel-IMA-B)"]<0)]/len(realxteoria))*100,2)
print(f"{porcentagemcenariosvencedores_irfm}% tiveram o cenário o cenário
↪ alternativo como vencedor")
print("")

print("desagregado por investimento")
porcentagemcenariosvencedores_irfm=round((len(realxteoria.loc[realxteoria["Diferenç
↪ entre Modalidades (Imóvel-IRF-M)"]<0])/len(realxteoria))*100,2)
print(f"{porcentagemcenariosvencedores_irfm}% tiveram o cenário o cenário
↪ alternativo como vencedor através dos aportes do IRF-M")

porcentagemcenariosvencedores_imab=round((len(realxteoria.loc[realxteoria["Diferenç
↪ entre Modalidades (Imóvel-IMA-B)"]<0])/len(realxteoria))*100,2)
print(f"{porcentagemcenariosvencedores_imab}% tiveram o cenário o cenário
↪ alternativo como vencedor através dos aportes do IMA-B")

print(" ")
print("Quando se compara fazendo uso do índice correspondente, IPCA para
↪ IMA-B e TR para IRF-M temos:")

porcentagemcenariosvencedores_irfm=round((len(realxteoria.loc[(realxteoria["Diferen
↪ entre Modalidades
↪ (Imóvel-IRF-M)"]<0)&(realxteoria["indice"]=="TR")])/len(realxteoria.loc[realxte
print(f"{porcentagemcenariosvencedores_irfm}% tiveram o cenário o cenário
↪ alternativo como vencedor através dos aportes do IRF-M")

```

```
porcentagemcenariosvencedores_imab=round((len(realxteoria.loc[(realxteoria["Diferen  
→ entre Modalidades  
→ (Imóvel-IMA-B)]<0)&(realxteoria["indice"]=="IPCA")])/len(realxteoria.loc[realx  
print(f"{porcentagemcenariosvencedores_imab}% tiveram o cenário o cenário  
→ alternativo como vencedor através dos aportes do IMA-B")
```

```
print(" ")  
print("Quando se compara fazendo uso do índice correspondente, IPCA para  
→ IMA-B, TR para IRF-M, e desagregando a modalidade temos:")
```

```
porcentagemcenariosvencedores_irfm=round((len(realxteoria.loc[(realxteoria["Diferen  
→ entre Modalidades  
→ (Imóvel-IRF-M)]<0)&(realxteoria["indice"]=="TR")&(realxteoria["modalidade"]=="  
print(f"{porcentagemcenariosvencedores_irfm}% tiveram o cenário o cenário  
→ alternativo como vencedor através dos aportes do IRF-M e modalidade  
→ SAC")
```

```
porcentagemcenariosvencedores_irfm=round((len(realxteoria.loc[(realxteoria["Diferen  
→ entre Modalidades  
→ (Imóvel-IRF-M)]<0)&(realxteoria["indice"]=="TR")&(realxteoria["modalidade"]=="  
print(f"{porcentagemcenariosvencedores_irfm}% tiveram o cenário o cenário  
→ alternativo como vencedor através dos aportes do IRF-M e modalidade  
→ SAF")
```

```
porcentagemcenariosvencedores_irfm=round((len(realxteoria.loc[(realxteoria["Diferen  
→ entre Modalidades  
→ (Imóvel-IMA-B)]<0)&(realxteoria["indice"]=="IPCA")&(realxteoria["modalidade"]=="  
print(f"{porcentagemcenariosvencedores_irfm}% tiveram o cenário o cenário  
→ alternativo como vencedor através dos aportes do IMA-B e modalidade  
→ SAC")
```

```
porcentagemcenariosvencedores_irfm=round((len(realxteoria.loc[(realxteoria["Diferen  
→ entre Modalidades  
→ (Imóvel-IMA-B)]<0)&(realxteoria["indice"]=="IPCA")&(realxteoria["modalidade"]=="  
print(f"{porcentagemcenariosvencedores_irfm}% tiveram o cenário o cenário  
→ alternativo como vencedor através dos aportes do IMA-B e modalidade  
→ SAF")
```

```

patrimoniosreaisvencedores=round((len(realxteoria.loc[realxteoria["diferenca
↳ da rentabilidade do imóvel real x teoria
↳ (R$)"]>0])/len(realxteoria))*100,2)
print (f"{patrimoniosreaisvencedores}% imoveis superaram a rentabilidade
↳ teórica dos imóveis")
#o que demonstra uma rentabilidade superestimada dos imóveis na teorica,
↳ fazendo uso da mediana dos imóveis dados em garantia

diferenca_agregada=(realxteoria["Diferença de rentabilidade
↳ financiado-irf-m"].mean()+realxteoria["Diferença de rentabilidade
↳ financiado-ima-b"].mean())/2
diferenca_tr=realxteoria.loc[(realxteoria["indice"]=="TR")]["Diferença de
↳ rentabilidade financiado-irf-m"].mean()
diferenca_ipca=realxteoria.loc[(realxteoria["indice"]=="IPCA")]["Diferença
↳ de rentabilidade financiado-ima-b"].mean()
diferenca_sac=realxteoria.loc[(realxteoria["modalidade"]=="SAC")]["Diferença
↳ de rentabilidade financiado-irf-m"].mean()
diferenca_saf=realxteoria.loc[(realxteoria["modalidade"]=="SAF")]["Diferença
↳ de rentabilidade financiado-ima-b"].mean()
diferenca_tr_sac=realxteoria.loc[(realxteoria["indice"]=="TR")&(realxteoria["modali
↳ de rentabilidade financiado-irf-m"].mean()
diferenca_tr_saf=realxteoria.loc[(realxteoria["indice"]=="TR")&(realxteoria["modali
↳ de rentabilidade financiado-irf-m"].mean()
diferenca_ipca_sac=realxteoria.loc[(realxteoria["indice"]=="IPCA")&(realxteoria["mo
↳ de rentabilidade financiado-ima-b"].mean()
diferenca_ipca_saf=realxteoria.loc[(realxteoria["indice"]=="IPCA")&(realxteoria["mo
↳ de rentabilidade financiado-ima-b"].mean()

print("*****AGREGADO*****")
print(" ")
print(f"A diferença média entre os patrimônios adquiridos foi
↳ de{round(diferenca_agregada,4)}%")
print(" ")
print("*****DESAGREGADO POR INDICE DE
↳ CORRECAO*****")
print(" ")
print(f"A diferença média entre os financiamento sob o indice TR
↳ adquiridos foi de{round(diferenca_tr,4)}%")

```

```

print(f"A diferença média entre os financiamento sob o índice IPCA
↳ adquiridos foi de{round(diferenca_ipca,4)}%")
print(" ")
print("*****DESAGREGADO POR MODALIDADE DE
↳ FINANCIAMENTO*****")
print(" ")
print(f"A diferença média entre os financiamento sob a modalidade SAC
↳ adquiridos foi de{round(diferenca_sac,4)}%")
print(f"A diferença média entre os financiamento sob a modalidade SAF
↳ adquiridos foi de{round(diferenca_saf,4)}%")
print(" ")
print("*****DESAGREGADO POR INDICE DE CORRECAO E
↳ MODALIDADE DE FINANCIAMENTO*****")
print(" ")
print(f"A diferença média entre os financiamento sob o índice TR e
↳ modalidade SAC adquiridos foi de{round(diferenca_tr_sac,4)}%")
print(f"A diferença média entre os financiamento sob o índice TR e
↳ modalidade SAF adquiridos foi de{round(diferenca_tr_saf,4)}%")
print(f"A diferença média entre os financiamento sob o índice IPCA e
↳ modalidade SAC adquiridos foi de{round(diferenca_ipca_sac,4)}%")
print(f"A diferença média entre os financiamento sob o índice IPCA e
↳ modalidade SAF adquiridos foi de{round(diferenca_ipca_saf,4)}%")

rentabilidade=realxteoria.groupby(["modalidade","indice"]).agg({"Rentabilidade
↳ da operação financiada %":"mean",
"Rentabilidade da operação financiada (teorica)%":"mean",
"Rentabilidade da operação investimento irf-m %":"mean",
"Rentabilidade da operação investimento ima-b %":"mean"})
rentabilidade

patrimonio=realxteoria.groupby(["modalidade","indice"]).agg({"Diferença
↳ entre Modalidades (Imóvel-IRF-M)-dadoteorico":"mean",
"Diferença entre Modalidades
↳ (Imóvel-IMA-B)-dadoteorico":"mean","Diferença entre Modalidades
↳ (Imóvel-IRF-M)":"mean","Diferença entre Modalidades
↳ (Imóvel-IMA-B)":"mean",})

```