

Avaliação de Investimentos na Incorporação Imobiliária: uma análise a partir dos métodos de tomada de decisão sob incerteza

Tiago Rodrigues da Silva (Business School Brasil) *eng.tiagosilva@hotmail.com*

Marcos dos Santos (Instituto Militar de Engenharia) *marcosdossantos@ime.eb.br*

Resumo

O setor imobiliário tem importância muito grande para a economia de qualquer país, sendo responsável por parcela significativa do PIB, tendo um potencial grande de geração de emprego, e por diversos fatores é considerado como um investimento seguro e rentável. E a forma de investir neste setor é, ou desenvolvendo atividade de incorporação imobiliária, ou como terrenista, aquele que compra terrenos adequados para o desenvolvimento imobiliário e faz negócios com empresas deste ramo através de venda ou permuta. Este estudo de caso tem como objetivo mostrar o uso de métodos de tomada de decisão sob incerteza (Maximax, Maximin ou Wald, Laplace, Média Variabilidade, Hurwicz, e Savage ou Mínimo Arrependimento) por um investidor que diante de cenários macro e microeconômicos, e também avaliando a relação risco retorno próprio da incorporação se deparou com um contexto cheio de incertezas, e analisando os resultados obtidos pelos métodos, optou seguir o de Savage, conhecido como mínimo arrependimento, não correndo os riscos da incorporação imobiliária, apenas de terrenista através de permuta, obtendo um resultado financeiro que considerou excelente.

Palavras-Chave: *mercado imobiliário, critério de escolha, estratégia nos negócios.*

Abstract

The real estate sector plays a pivotal role in national economies, contributing significantly to the Gross Domestic Product (GDP) and demonstrating substantial potential for job creation. Due to these factors, it is widely regarded as a secure and lucrative asset class. Investment in this industry typically occurs through two avenues: engaging in real estate development or acting as a land investor, acquiring land suitable for development to negotiate with firms through direct sales or land for unit swaps. This case study examines the application of decision-making methods under uncertainty from the perspective of an investor. Faced with complex macro and microeconomic scenarios and the inherent risk-return trade-offs of property development, the investor navigated a highly uncertain environment. By analyzing the outcomes provided by different criteria, the investor opted for the Savage criterion, also known as the Minimax Regret method. This approach led to the decision to forgo the risks of development in favor of a land swap strategy, yielding an excellent financial performance.

Keywords: *real estate market, selection criteria, business strategy.*

1. Introdução

A análise da relevância do mercado imobiliário para a economia nacional exige uma compreensão profunda de sua capacidade de atrair capital e geração de externalidades positivas em múltiplos segmentos da sociedade. Segundo a Abreinc (2026) setor imobiliário não representa apenas um segmento de infraestrutura habitacional; ele atua como um dos pilares fundamentais da estabilidade macroeconômica brasileira, sendo historicamente responsável por uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB) e pela manutenção de uma vasta e complexa cadeia produtiva. A capilaridade do setor atinge desde a construção de edifícios residenciais até obras de infraestrutura e serviços especializados.

O investidor imobiliário deve permanecer atento às variáveis globais, como os ciclos de mercado global, mudanças nas políticas econômicas das potências globais, e percepção de riscos dos bancos e fundos de investimento. E também atento aos fatores nacionais, como política econômica e fiscal nacional de curto à longo prazo, indicadores de emprego e renda da população, e inúmeras legislações que impactam o setor durante todo o processo de desenvolvimento do projeto (ambientais, trabalhistas, tributárias, plano diretor). Essas são algumas variáveis que influenciam diretamente e as expectativas de inflação e juros, e finalmente o custo de capital do investidor. O custo de capital é definido como a taxa mínima de retorno que um investimento deve gerar para justificar a aplicação de recursos.

O incorporador imobiliário, segundo Nacur (2025), atua como o articulador central do processo, coordenando a aquisição do terreno, o financiamento bancário, e a obra, e promovendo a venda "na planta", que permite a viabilização de projetos utilizando recursos de terceiros. E um dos mecanismos fundamentais para a viabilização de grandes projetos imobiliários, segundo Aires (2024), é a forma de aquisição do terreno, que representa um dos maiores custos iniciais e riscos de liquidez para a empresa incorporadora. O negócio pode ocorrer via compra direta, mas a modalidade de permuta tem se consolidado como o principal meio de obtenção de áreas para incorporação. Na permuta imobiliária, o proprietário do imóvel (terrenista) cede seu terreno em troca de uma contrapartida que pode envolver a troca por outras unidades imobiliárias prontas ou a serem construídas no próprio local.

A decisão de investir no setor imobiliário, seja desenvolvendo a atividade de incorporação ou atuando como terrenista, exige uma avaliação criteriosa da relação risco-retorno inerente a cada posição. Segundo Dias (2020), o incorporador enfrenta riscos

operacionais e financeiros severos, que incluem a flutuação dos custos de insumos, atrasos em licenciamento urbanístico e ambiental, e a incerteza quanto à absorção das unidades pelo mercado em cenários de juros altos. Além disso, a responsabilidade civil e técnica pela entrega da edificação, que responde perante os adquirentes e órgãos reguladores pela solidez e segurança da obra. Da mesma forma, o papel do terrenista na permuta física carrega riscos estratégicos de longo prazo, ligados a situação financeira da empresa e conclusão das obras.

No ambiente dinâmico da incorporação imobiliária, as decisões não podem ser fundamentadas apenas em intuição ou experiências passadas, especialmente quando as variáveis futuras são imprevisíveis, e volume de recursos envolvidos são enormes. A pesquisa operacional oferece um conjunto de técnicas quantitativas destinadas a sistematizar o problema e encontrar soluções ótimas ou satisfatórias. A teoria da decisão, segundo Neto (2024), diferencia situações de risco de situações de incerteza. No risco, o decisor consegue atribuir probabilidades a eventos futuros. Porém, na incerteza, o foco deste estudo de caso, as probabilidades são desconhecidas ou não mensuráveis, restando ao tomador de decisão a análise das consequências possíveis em diferentes cenários. O uso de modelos matemáticos permite que o investidor avalie sistematicamente o impacto dos vieses destes, permitindo que a escolha final seja robusta e defensável perante comitês de investimento ou bancos financiadores.

A literatura de pesquisa operacional e a teoria da decisão, segundo Lima (2018), apresenta seis métodos principais para lidar com o universo não mensurável da incerteza, os quais são Maximax, Maximin, Laplace, Média Variabilidade, Hurwicz, e Savage. Cada método reflete uma proposta distinta em relação ao risco e ao retorno. Podendo serem usados individualmente ou em combinados, auxiliando os decisores a encontrar melhor solução.

A aplicação de métodos de decisão tomadas sob incertezas é uma oportunidade importante diante da natureza humana, pois este processo de tomada de decisão econômica é inerentemente subjetivo e sujeito a distorções cognitivas. A Psicologia Econômica, integrada às Finanças Comportamentais, estuda como fatores psicológicos influenciam as escolhas financeiras e organizacionais. Diferente das finanças tradicionais, que pressupõem a racionalidade plena, a abordagem comportamental reconhece que os agentes operam sob racionalidade limitada, utilizando heurísticas, atalhos mentais, que frequentemente levam a erros sistemáticos conhecidos como vieses (Lucena, Silva, Azevedo, 2021).

Formalmente, uma decisão pode ser definida como uma escolha feita com base nas informações disponíveis ou um curso de ação destinado a resolver um problema específico

(Basílio, Pereira, Santos, 2025). Portanto estes métodos ajudam os decisores a organizar seu pensamento, quantificar os resultados dos cenários, e apontam respostas através de cálculos matemáticos que vão auxiliar os decisores a serem mais assertivos e otimizar a aplicação dos seus recursos.

2. Descrição do Problema

O presente estudo de caso foi motivado por uma situação real de um investidor com experiência em incorporação imobiliária, o qual possuía um terreno estratégico e se via diante de um cenário macro e microeconômico de alta incerteza, marcado pela alta nas taxas de juros e incertezas sobre a demanda futura no segmento residencial de padrão médio alto. O dilema central residia na escolha entre três alternativas excludentes, atuar como incorporador (assumindo todo processo de desenvolvimento imobiliário, inclusive a construção), vender o terreno à vista, ou realizar uma permuta física por unidades futuras, mantendo-se apenas como terrenista.

O investidor possuía um terreno que está localizado dentro da região metropolitana de um estado da região Norte, envolto por uma área com bastante arborização, ao lado de um clube de lazer, perto de shopping centers, hospitais, escolas, e comércios como, supermercados, farmácias, possuindo vocação para construção de residencial horizontal de padrão médio alto. O terreno é apresentado, na Figura 1, pela área em cor amarela.

Figura 1 – Imagem aérea do terreno em 2023



Fonte: Resultados originais do trabalho (2026)

O investidor, proprietário do terreno, fez o projeto arquitetônico de um condomínio, levando em consideração as restrições mercadológicas (características do público alvo, custo de construção, renda média, valor final do imóvel, etc.), limitações técnicas construtivas (tecnologia e material de construção disponíveis, resistência do solo, infraestrutura urbana, mão de obra disponível na região, etc.), e o plano diretor da cidade onde o imóvel está localizado.

O produto projetado foi um condomínio fechado vertical composto por 40 casas e espaço condominial e de lazer completos (piscinas, churrasqueiras, salão de festas, academia, quadra esportiva, espaço pet, etc...), mostrado na vista superior da maquete eletrônica na Figura 2.

Figura 2 – Visão superior do condomínio



Fonte: Resultados originais do trabalho (2026)

A unidade habitacional isolada possui, de acordo com o projeto elaborado pelo investidor, estilo sobrado com arquitetura contemporânea, dois pavimentos, com área construída privativa de 160 m², estrutura e telhado independentes, com três ou quatro suítes, e duas vagas de garagem cobertas, com jardim frontal, com fachada frontal segundo a maquete eletrônica na Figura 3.

Figura 3 – Vista da fachada das casas



Fonte: Resultados originais do trabalho (2026)

No final do ano 2022, o investidor, como mostrado, nos parágrafos anteriores deste capítulo, era proprietário do terreno e fez o projeto arquitetônico e projetos complementares

(rede de drenagem e esgoto, viário e pavimentação, abastecimento de água, iluminação condominial, estrutural, hidrossanitário, elétrico, e segurança condominial) com o objetivo de fazer a incorporação completa, e até este momento já tinha feito um investimento de R\$ 800.000 (oitocentos mil reais). Mas no final deste mesmo ano, ele teve um aumento na percepção de incertezas devido a mudanças no cenário político e econômico, os quais poderiam afetar o mercado imobiliário.

A mudança do cenário e aumento de incertezas, fez este investidor considerar a possibilidade de não fazer a incorporação imobiliária, e negociar o terreno com alguma incorporadora, ou através da venda direta, ou através de permuta física, pois seu perfil e os seus objetivos eram avessos grandes perdas. Mas, as duas formas acima citadas, dessa negociação com uma outra incorporadora possui vantagem e desvantagem que tem que ser consideradas pelo proprietário de terreno.

Este investidor ficou diante das três alternativas de negócios imobiliários: incorporar, vender e permutar, e estabeleceu para fins de decisão dois tipos de cenários diferentes: favorável e desfavorável. Fez uma matriz de decisão, e estudou métodos para resolver o problema.

3. Fundamentação Teórica

O setor imobiliário funciona como um motor de crescimento, impulsionando o emprego e a renda em diversas regiões do país. Segundo Zirtaeb (2024), investimentos neste ramo são frequentemente percebidos como ativos seguros e rentáveis, servindo de reserva de valor. A valorização imobiliária consistente em capitais brasileiras reforça essa percepção de segurança patrimonial ao longo do tempo.

A incorporação imobiliária, no ordenamento jurídico brasileiro, é uma atividade complexa que transcende a simples construção civil. Ela é regida primordialmente pela Lei nº 4.591, de 16 de dezembro de 1964, que estabelece as diretrizes para a constituição de condomínios e a comercialização de unidades autônomas ainda em fase de projeto ou construção.

A aquisição do solo, segundo Dias (2020), é uma etapa crítica, podendo ocorrer via compra direta ou permuta física. Na permuta física, o terrenista cede o imóvel em troca de unidades futuras no próprio empreendimento, o que preserva o fluxo de caixa da incorporadora e oferece ao proprietário potencial de valorização superior ao valor do terreno nu.

Segundo Santos (2017), o incorporador assume riscos operacionais, financeiros e jurídicos severos, incluindo a flutuação dos custos de insumos e a responsabilidade civil pela

solidez da obra. Em cenários de incerteza, a incorporação pode gerar uma perda, a exposição financeira torna-se potencialmente ilimitada devido a obrigações com clientes, fornecedores, trabalhistas e tributárias. Embora o papel do terrenista seja frequentemente percebido como passivo, ele carrega riscos de longo prazo relacionados à saúde financeira da incorporadora parceira. Ao trocar seu terreno por unidades futuras, o proprietário deixa de ter o domínio sobre um ativo tangível e imediato para deter uma promessa de entrega que pode levar de 4 a 6 anos para se materializar (Monetti, 2021). Durante este intervalo, este está exposto à saúde financeira da incorporadora parceira.

A tomada de decisão inicia-se com a estruturação da matriz de payoff, segundo Jokung-Nguéna (2001), é uma ferramenta analítica de pesquisa operacional que sintetiza as alternativas de ação e os estados da natureza, permitindo quantificar as consequências financeiras de cada escolha em ambientes de incerteza, ou seja, esta matriz é formada por resultados R_{ij} sem atribuir probabilidades aos cenários. O uso de plataformas computacionais, como o sistema web "Payoff Matrix", permite simplificar a realidade complexa em modelos satisfatórios que auxiliam o gestor a visualizar as consequências financeiras de suas escolhas (Santos, Lima, Gomes, 2018). A organização sistemática desses dados é o ponto de partida para a aplicação dos métodos matemáticos de decisão.

O método Maximax (Otimista), segundo Luce e Raiffa (1957), é pautado por um viés de otimismo absoluto, ignorando perdas potenciais em cenários adversos. O decisor acredita que o cenário mais favorável irá se concretizar invariavelmente, focando no maior lucro. Primeiramente, identifica-se o valor máximo para cada alternativa a_i e escolhe-se o maior entre eles. Este critério é típico de investidores agressivos com alta tolerância ao risco financeiro e operacional.

A Equação 1 mostra a formulação matemática para o cálculo do valor da alternativa a_i sob este critério.

$$V(a_i) = \max_j (R_{ij}) \quad (1)$$

A alternativa selecionada será aquela que satisfaz a condição, conforme Equação 2.

$$Decisão = \max_i V(a_i) \quad (2)$$

O método Maximin (Conservador) baseia-se, segundo Wald (1950), na aversão extrema ao risco e em uma postura defensiva. O decisor assume que o pior cenário sempre acontecerá e tenta garantir o melhor dos piores resultados. Identifica-se o valor mínimo para cada alternativa

e seleciona-se a que possui o maior desses mínimos. É a estratégia de sobrevivência por excelência, priorizando a proteção do capital investido.

A formulação matemática para definir o valor da alternativa a_i é dada pela Equação 3.

$$V(a_i) = \min_j(R_{ij}) \quad (3)$$

A decisão ótima, segundo a lógica de Wald, é obtida através da Equação 4.

$$Decisão = \max_i[V(a_i)] \quad (4)$$

O método de Laplace (equiprobabilidade), baseia-se no princípio da razão insuficiente, sugerindo que todos os estados da natureza têm a mesma chance de ocorrer. Segundo Laplace (1947), método de Laplace utiliza a média aritmética simples dos payoffs possíveis para fundamentar a escolha estratégica. Considera-se que, na falta de informação, não há motivo para privilegiar um cenário sobre outro no cálculo. É um critério moderado que pondera equilibradamente ganhos e perdas estatísticas.

Para n estados da natureza, o valor esperado de cada alternativa a_i é encontrado pela Equação 5.

$$V(a_i) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n R_{ij} \quad (5)$$

A decisão final recai sobre a alternativa que apresenta o valor máximo da média, conforme Equação 6.

$$Decisão = \max_i[V(a_i)] \quad (6)$$

O método da Média Variabilidade considera tanto o valor médio esperado quanto a dispersão ou volatilidade dos resultados projetados (Markowitz, 1952). O decisor busca maximizar o retorno enquanto penaliza alternativas que apresentam variabilidade alta entre cenários. A métrica utiliza a média ($\bar{R}_i$) e o desvio padrão (σ_i) ajustados por um coeficiente de aversão ao risco k . É ideal para investidores que buscam estabilidade nos fluxos financeiros.

Os dados básicos para o cálculo de cada alternativa envolvem a média, Equação 7, e a variância, Equação 8.

$$\bar{R}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n R_{ij} \quad (7)$$

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (R_{ij} - \bar{R}_i)^2 \quad (8)$$

A fórmula de decisão final que integra o risco na escolha é expressa pela Equação 9.

$$V(a_i) = \bar{R}_i - k \cdot \sigma_i \quad (9)$$

O método de Hurwicz (Otimismo-Pessimismo) propõe um equilíbrio entre o otimismo e o pessimismo através de um coeficiente de realismo α . Segundo Hurwicz (1960), o valor de α varia entre 0 e 1, permitindo que o investidor personalize sua atitude perante a incerteza. Se $\alpha = 1$, o método equivale ao Maximax, se $\alpha = 0$, equivale ao Maximin. Esta flexibilidade captura a subjetividade inerente ao perfil psicológico do tomador de decisões.

O valor ponderado para cada alternativa α_i é calculado pela seguinte combinação linear, apresentada na Equação 10.

$$V(a_i) = \alpha \cdot \max_j(R_{ij}) + (1 - \alpha) \cdot \min_i(R_{ij}) \quad (10)$$

A alternativa escolhida será a que proporcionar o maior valor esperado ponderado, conforme Equação 11.

$$Decisão = \max_i[V(a_i)] \quad (11)$$

O método de Savage (Mínimo Arrependimento) foca na minimização do arrependimento de não ter escolhido a melhor alternativa para cada cenário. Segundo Savage (1951), a lógica exige transformar a matriz original em uma matriz de arrependimento P_{ij} ou custo de oportunidade. Calcula-se quanto o investidor deixa de ganhar ao não escolher o melhor payoff de cada estado da natureza. O objetivo final é minimizar o arrependimento máximo possível em todos os cenários.

O cálculo para construir a matriz de arrependimento P_{ij} para cada estado da natureza j , como é apresentado na Equação 12.

$$P_{ij} = (\max_i R_{ij}) - R_{ij} \quad (12)$$

Após identificar o arrependimento máximo de cada alternativa, seleciona-se o menor valor, conforme mostrado na Equação 13.

$$Decisão = \min_i[\max_j(P_{ij})] \quad (13)$$

A tomada de decisão humana é limitada por heurísticas e vieses cognitivos que frequentemente levam a escolhas subótimas (Arbel, Ben-Shahar, Gabriel, 2021). A ancoragem faz com que investidores se fixem em valores passados do terreno, falhando em ajustar expectativas perante novas realidades de mercado. Além disso, a aversão à perda faz com que indivíduos atribuam mais peso emocional aos prejuízos do que aos ganhos equivalentes, o que pode paralisar a decisão ou manter projetos inviáveis. O uso de métodos matemáticos serve para organizar e estruturar o pensamento, e fundamentar a escolha em evidências técnicas.

4. Metodologia

Neste capítulo é apresentada a metodologia de solução do problema de decisão tomadas sob incerteza para investimento no mercado imobiliário, para um investidor com experiência em incorporação imobiliária, que já possuía o terreno e os projetos para a incorporação, investimento feito de R\$800.000 (oitocentos mil reais), mas que se viu diante de um cenário político, jurídico e econômico incerto e inseguro para fazer a incorporação.

A primeira etapa deste processo é a formação da matriz de decisões ou matriz de payoff, com valores em reais (R\$), onde este investidor considerou três alternativas: incorporação completa, venda direta do terreno, e permuta física por unidades futuras. E estabeleceu dois cenários, estados da natureza, para organização e estruturação do problema: favorável e desfavorável. E como especialista em mercado imobiliário, estimou um resultado para cada combinação de alternativa e cenário, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Matriz de payoff

Alternativas \ Estados da Natureza	Favorável	Desfavorável
Vender o terreno	1.800.000	1.400.000
Fazer a incorporação	10.000.000	-4.000.000
Permutar com Incorporadora	6.000.000	-800.000

Fonte: Resultados originais do trabalho (2026)

A segunda etapa é aquela de busca e identificação dos métodos de suporte à decisão sob incerteza, e fundamenta-se na ciência da pesquisa operacional e a teoria da decisão, e atuam como um conjunto de técnicas quantitativas que permitem ao investidor sistematizar o problema, transformando a incerteza em uma análise lógica de resultados possíveis e estados da natureza. Os métodos mais conhecidos são: Maximax, Maximin ou Wald, Laplace, Média

Variabilidade, Hurwicz, e Savage ou Mínimo Arrependimento. Para o método de Hurwicz, foi considerado um coeficiente de realismo igual 0.25, considerando uma visão pessimista.

A terceira etapa deste processo foi a utilização dos métodos, e para fazer os cálculos e obter os resultados, utilizou o software gratuito, desenvolvido por Lima, Gomes, Santos (2018), disponibilizado no endereço web: www.payoffmatrixweb.com, conforme Figura 4, que possui as entradas de dados para as alternativas, os estados da natureza, e o coeficiente de realismo para o método de Hurwicz, suficientes para a obtenção dos resultados para cada método.

Figura 4 – Entrada de dados no sistema computacional



The screenshot shows the 'Payoff Matrix - Tomada de Decisão sob Incerteza' interface. It includes buttons for 'Adicionar Estado da natureza', 'Remover Estado da natureza', 'Adicionar alternativa', and 'Remover alternativa'. A coefficient of realism of 0.25 is entered. The table below lists the alternatives and their payoffs for two states of nature: Favorável and Desfavorável.

#	Favorável	Desfavorável
☒ Vender o terreno	1800000	1400000
☒ Fazer a incorporação	10000000	-4000000
☒ Permuta Física	6000000	-800000

A 'Gerar' button is at the bottom.

Fonte: Resultados originais do trabalho (2026)

A saída de dados deste sistema computacional, fornece os resultados para cada método e também fornece em uma mesma tabela os resultados dos seis métodos, conforme Figura 5.

Figura 5 – Relação entre alternativas e estados da natureza



The screenshot shows the 'Métodos' section of the application, which displays a table of results for six different decision-making methods.

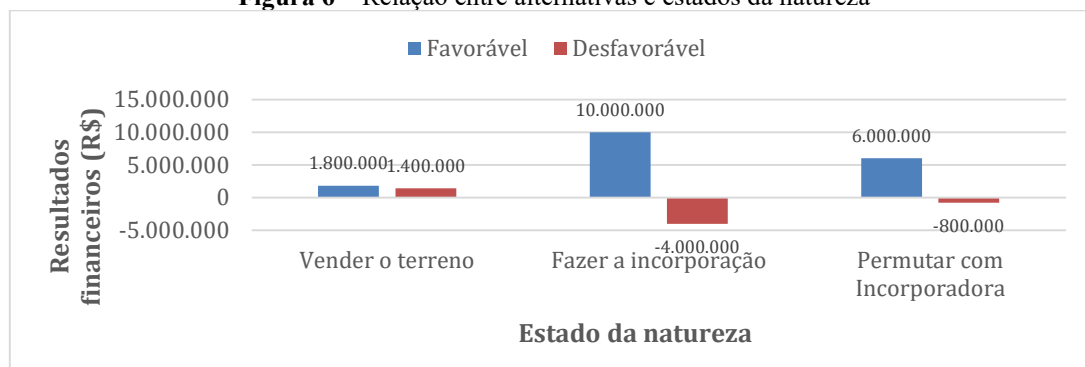
Métodos	Melhor alternativa (dentro de cada método)
Maximax	Fazer a incorporação
Maximin	Vender o terreno
Laplace	Fazer a incorporação
Média variabilidade	Vender o terreno
Hurwicz	Vender o terreno
Mínimo Arrependimento	Permuta Física

Fonte: Resultados originais do trabalho (2026)

5. Resultados e Discussão

A análise da matriz de decisão ou matriz de Payoff, na Tabela 1, revela os valores das consequências financeiras diretas de cada escolha, onde valores positivos indicam lucros ou ganhos, enquanto valores negativos sinalizam prejuízos ou perdas, quando observamos estes valores associados a uma alternativa e cenário. Observa-se através do gráfico de barras da Figura 6 a relação entre risco e retorno, que as alternativas com potencial para alcançar os maiores ganhos são as mesmas que apresentam as perdas mais severas em cenários adversos.

Figura 6 – Relação entre alternativas e estados da natureza



Fonte: Resultados originais do trabalho (2026)

Um ponto fundamental destacado pelos dados apresentados na Tabela 1 e Figura 6, é a diferença na alocação de riscos entre as figuras do incorporador e do terrenista, pois aquele enfrenta uma exposição financeira e jurídica potencialmente ilimitada, e este a perda potencial, é considerada limitada ao valor do próprio terreno, ou seja, R\$800.000 (oitocentos mil reais).

Na Tabela 2, é mostrado um resumo dos resultados fornecidos por cada método de decisão sob incerteza, permitindo a observação das frequências que a alternativa foi indicada.

Tabela 2 – Resultados dos métodos

Método	Melhor Alternativa
Maximax	Fazer a incorporação
Maximin	Vender o terreno
Laplace	Fazer a incorporação
Média Variabilidade	Vender o terreno
Hurwicz	Vender o terreno
Savage (Mínimo arrependimento)	Permuta Física

Fonte: Resultados originais do trabalho (2026)

O método Maximax apontou a incorporação direta como a melhor alternativa. Este critério é pautado por um viés de otimismo absoluto, onde o decisor ignoraria as perdas potenciais e focaria exclusivamente no maior lucro possível, que neste caso é de R\$ 10.000.000.

O método Maximin ou Wald apontou como a melhor alternativa a venda do terreno. O viés deste método é estritamente pessimista e defensivo. A interpretação mostra que, como a venda garante um retorno positivo de R\$ 1.400.000 mesmo em condições desfavoráveis, enquanto as demais opções apresentam prejuízos de até R\$ 4.000.000, ela representa a estratégia de sobrevivência e proteção patrimonial.

O método de Laplace, sugeriu a incorporação direta como a escolha ideal. O viés de Laplace assume que todos os estados da natureza têm a mesma probabilidade de ocorrência, utilizando a média aritmética simples para a decisão. A interpretação técnica revela que a média ponderada da incorporação igual a R\$ 3.000.000, supera as médias da permuta e da venda, R\$ 2.600.000 e R\$ 1.600.000, respectivamente. Indicando que, estatisticamente, o potencial de ganho compensa o risco de perda na ausência de informações probabilísticas.

O método da Média Variabilidade indicou a venda do terreno. O viés deste método é a estabilidade obtendo um retorno médio com a menor dispersão possível entre os resultados. A interpretação para o investidor é de que a venda direta, embora possua um lucro menor, oferece uma volatilidade quase nula comparada às oscilações extremas da incorporação e medianas da permuta física, sendo a alternativa que melhor protege contra a aleatoriedade do mercado.

O método de Hurwicz apontou a venda do terreno como a melhor opção. Este método permite um viés subjetivo ponderado entre o otimismo e o pessimismo. Com um coeficiente de realismo igual a 0.25, o decisor prioriza a segurança. Ou seja, o resultado obtido por este método demonstrou que o peso de 75% atribuído ao cenário desfavorável tornou o lucro garantido da venda mais atrativo que as perdas projetadas nas alternativas de maior risco.

O critério de Savage sugeriu que a melhor opção seria a permuta física. A lógica do mínimo arrependimento, foi fundamental porque, na incorporação direta, caso o cenário crítico ocorresse, o arrependimento por ter assumido o risco operacional seria insustentável em um valor máximo de R\$4.000.000. Já na venda à vista, caso o mercado explodisse em valorização, o arrependimento por ter saído cedo demais do investimento seria alto.

E como informação final, este empreendimento imobiliário está na fase final de construção, devendo ser entregue no segundo semestre de 2026. Este investidor tem um total de unidades, como permuta, no valor atual equivalente a R\$6.000.000. E calcula-se que até a data da entrega estas unidades vão valorizar mais 30%. Ou seja, ele está muito satisfeito com o resultado desta decisão baseada no método Savage.

6. Conclusão e Considerações Finais

A aplicação simultânea de múltiplos métodos de decisão sob incerteza oferece uma visão plural das estratégias possíveis. Cada critério atua como uma lente analítica diferente, abrangendo diversos vieses e tendências. A importância de observar os resultados integrados reside na capacidade de construir planos de mitigação resilientes. Ao comparar os resultados, o investidor identifica convergências estratégicas e alternativas de risco.

A permuta física foi indicada pelo método de menor arrependimento. Ela permitiu ao investidor capturar a valorização imobiliária sem os riscos diretos da execução da obra e da alavancagem financeira da incorporação. O resultado financeiro obtido validou a eficácia da pesquisa operacional como ferramenta de blindagem patrimonial e maximização de valor em contextos de incerteza.

A opção pelo critério de Savage para a tomada de decisão final reflete uma maturidade estratégica que reconhece as falhas dos modelos puramente otimistas ou pessimistas. Em um setor de capital intensivo como o imobiliário, o arrependimento não é apenas um sentimento psicológico, ele se traduz em perda real de patrimônio e talvez um prejuízo irreparável quando se é um pequeno e médio incorporador.

Este estudo serve como um guia estratégico para investidores e incorporadores, mostrando que a estruturação lógica do problema de decisão permite transformar a incerteza paralisante em um plano de ação calculado. As ferramentas aqui exploradas, desde a matriz de payoff até a análise do método de menor arrependimento, não apenas justificam a escolha do investidor no caso estudado, mas também oferecem um arcabouço metodológico replicável integrando a engenharia de produção, a economia e a psicologia econômica, configurando, portanto, a fronteira do conhecimento na gestão de riscos para diversos investimentos complexos e dinâmicos, como a incorporação imobiliária atual.

Referências

AIRES, Henrique M. Gontijo. **Incorporação Imobiliária: Riscos e Permuta Física de Terrenos**. Goiânia: PUC Goiás, 2024. 85 p. Monografia (Especialização) – Faculdade de Direito, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2024.

ARBEL, Y.; BEN-SHAHAR, D.; GABRIEL, S. **The Anchoring Effect in Real Estate Prices**. Journal of Urban Economics, v. 120, pp. 103286, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INCORPORADORAS IMOBILIÁRIAS – ABRAINCO. **Mercado Imobiliário em Foco: Indicadores 2025 e Perspectivas 2026**. São Paulo: Abrainc, 2026. Disponível em: <https://www.registroidmoveis.org.br/mercado-imobiliario-em-2025-e-perspectivas-para-2026>. Acesso em: 18 fev. 2026.

BASILIO, M. P.; PEREIRA, V.; SANTOS, M. dos. **Preface to the Special Issue “Advanced Applications of Multi-Criteria Decision-Making Methods in Operational Research”**. Mathematics, v. 13, n. 11, p. 1888, 2025

BRASIL. **Lei nº 4.591, de 16 de dezembro de 1964**. Dispõe sobre o condomínio em edificações e as incorporações imobiliárias. Brasília: Diário Oficial da União, 1964.

DIAS, Fábio Mattos Leal. **Distribuição de Riscos na Incorporação Imobiliária e Permuta de Terrenos**. Brasília: UnB, 2020. 120 p. Monografia (Especialização) – Faculdade de Direito, Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

HURWICZ, Leonid. **Optimality and Informational Efficiency in Resource Allocation Processes**. Stanford: Stanford University Press, 1960. 20 p. Issue 23 of Reprint series, Stanford University Institute for Mathematical Studies in the Social Sciences.

JOKUNG-NGUÉNA, Octave. **Mathématiques de l'incertitude**. Paris: Economica, 2001. 312 p.

LAPLACE, Pierre-Simon. **Ensayo Filosófico sobre las Probabilidades**. Tradução de Frederico Vera. Buenos Aires: Espasa-Calpe, 1947. (Obra original publicada em 1814).

LIMA, A. R.; GOMES, C. F. S.; SANTOS, Marcos dos. **Ferramentas Computacionais de Apoio à Tomada de Decisão sob Incerteza: Implementação da Plataforma Payoff Matrix**. Anais do II Simpósio Internacional Network Science, 2018.

LUCE, R. Duncan; RAIFFA, Howard. **Games and Decisions: Introduction and Critical Survey**. New York: Wiley, 1957.

LUCENA, E. R. F. C. V.; SILVA, C. A. T.; AZEVEDO, Y. G. P. **A Influência da Capacidade Cognitiva nos Vieses Cognitivos Gerados pela Heurística da Representatividade**. Revista Brasileira de Gestão de Negócios, v. 23, n. 2, p. 315-332, 2021. Epub Jun 10, 2021.

MARKOWITZ, Harry. **Portfolio Selection**. The Journal of Finance, v. 7, n. 1, p. 77-91, mar. 1952.



MONETTI, Eliane Maria. **Sistemas de Gerenciamento de Riscos no Real Estate**. São Paulo: USP, 2021. 150 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

NACUR, Diana. **As Divergências Interpretativas do Ato Único Registral da Incorporação Imobiliária**. Brasília: CBIC, 2025. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2025/06/dn-as-divergencias-interpretativas-do-ato-unico-registral-da-incorporacao-imobiliaria-diana-nacur-vf2-2025-04-01.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2026.

NETO, Carlindo José da Silva. **Mapeamento do Turismo e Teoria dos Jogos: Aplicação de Matrizes de Payoff**. Maceió: UFAL, 2024. 110 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2024.

SANTOS, Marcos dos. **Gerenciamento de Riscos no planejamento da construção de um empreendimento imobiliário utilizando Simulação de Monte Carlo**, Rio de Janeiro: Revista Pagmar, v. 6, n. 6, p. 33-38. dezembro. 2017.

SANTOS, Marcos dos; LIMA, Angélica Rodrigues de; GOMES, Carlos Francisco Simões. **Desenvolvimento de uma Plataforma Computacional para Apoio à Decisão sob Incerteza: uma perspectiva construtivista**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 38., 2018, Maceió. Anais... Maceió: ABEPRO, 2018.

SAVAGE, Leonard J. **The Theory of Statistical Decision**. Journal of the American Statistical Association, v. 46, n. 253, p. 55-67, 1951.

TAVARES, Roberto. **Teoria da Utilidade Econômica e o Mercado Imobiliário**. Florianópolis: UFSC, 2024. 85 p. TCC (Graduação) – Centro Socioeconômico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2024.

WALD, Abraham. **Statistical Decision Functions**. New York: Wiley, 1950. 179 p.

XIONG, Y.; ZHANG, L.; LI, H. **The Impact of Price Changes on Consumer Decisions to Purchase Housing**. Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development, v. 46, n. 4, pp. 551-560, 2024. Epub Dec 12, 2024.

ZIRTAEB. **A Importância do Mercado Imobiliário para a Economia Brasileira**. São Paulo: Zirtaeb, 2024. Disponível em: <https://zirtaeb.com/23-09-2024-a-importancia-do-mercado-imobiliario-para-a-economia-brasileira/>. Acesso em: 18 fev. 2026.