

4. Revisão Bibliográfica - Trabalhos sobre Opções Reais no Mercado Imobiliário

4.1. Urban Land Prices under Uncertainty (Titman – 1985)

No artigo publicado em Junho de 1985, Sheridan Titman, ao observar os altos preços dos terrenos localizados na zona Oeste de Los Angeles, a despeito da quantidade de área subutilizada na região, sugere que os investidores acreditam que o valor do terreno vazio é maior que o valor presente das potenciais edificações que podem ser construídas sobre ele, logo, sua utilização imediata.

Dadas as incertezas em relação ao tipo de edifício que pode ser construído, além do preço dos imóveis, o autor sugere que a avaliação deste tipo de terreno não deveria ser feita com base nos métodos tradicionais. Portanto, em seu artigo, Titman desenvolve um modelo utilizando opções reais para avaliar o preço de terrenos vazios localizados em centros urbanos.

O modelo intuitivo parte do princípio que um terreno vazio nada mais é que a opção de investir em diferentes tipos de construção, sendo o preço de exercício equivalente a seus respectivos custos de construção. Então, o modelo proposto permite que seja calculado o momento ótimo para se investir, bem como o tamanho ótimo do projeto.

O autor define as variáveis q , representando o número de unidades dos edifícios, e C , representando o custo de construção do empreendimento, caracterizado como uma função convexa e crescente em relação ao número de unidades, dado que na medida em que o número de andares aumenta, o custo de mão de obra por andar aumenta e as fundações também devem ser mais fortes. Desta forma $dC/dq > 0$ e $d^2C/dq^2 > 0$.

Dadas essas variáveis, o tamanho do edifício que maximiza a riqueza do proprietário do terreno será o tamanho que maximiza a função abaixo:

$\text{Max } \Pi(p_0) = p_0 q - C(q)$, Em que p_0 é o atual preço de mercado por unidade do edifício.

Derivando a função de riqueza em relação a q e igualando a zero, obtêm-se a solução ótima para o problema, sendo

$dC/dq = p_0$, e determina-se q^* como sendo o tamanho ótimo do edifício que satisfaz esta igualdade.

O modelo para avaliar o valor dos terrenos considera que existem apenas dois momentos em que o proprietário pode desenvolver o empreendimento: o instante 0 ($t=0$) ou o instante 1 ($t=1$). Portanto, caso o investidor não construa em $t=0$, ele vai construir em $t=1$, desde que $\Pi(p_1) > 0$.

O modelo também considera que o terreno vazio não gera receitas ou despesas, e que a construção é instantânea. Outras premissas são que os custos de construção são constantes e conhecidos, e a única incerteza é em relação ao preço de mercado das unidades do imóvel. Além disso, o preço de mercado da unidade do imóvel no instante 1 somente pode assumir dois valores: p_h e p_l , sendo $p_h > p_l$. Também é assumido que a taxa dos ativos livres de risco existe e é igual a R_f , e que o custo do aluguel do terreno, representado por R_t , é uma variável exógena. Por fim, assume-se que os mercados são perfeitos e que não existem impostos, custos transacionais e restrições para vendas a descoberto ou empréstimos.

Desta forma, partindo da suposição de que não há oportunidades de arbitragem, é possível replicar o retorno do terreno vazio com um portfólio combinando o retorno das unidades do edifício com o de ativos livres de risco. Uma forma simples de resolver este problema é determinando as variáveis de estado s_h e s_l , o que pode ser feito resolvendo as seguintes equações:

$$P_0 = s_h p_h + s_l P_1 + R_t (s_h + s_l)$$

$$1 / (1 + R_f) = s_l + s_h$$

Cujas soluções são:

$$s_h = \frac{p_0 - (p_1 + R_t / (1 + R_f))}{p_h - p_l}$$

$$s_l = \frac{(p_h + \frac{R_t}{1} + R_f) - p_0}{p_h - p_l}$$

Dadas as variáveis de estado, o preço do terreno vazio em $t=0$ é calculado conforme a fórmula abaixo, sendo que caso o valor do terreno calculado supere o lucro do edifício na presente data, $\Pi(p_0)$, então o proprietário maximizaria sua riqueza ao permanecer com o terreno vago e não construir.

$$V = \prod (p_h) s_h + \prod (p_l) s_l$$

A partir desta metodologia, Titman então concluiu que quando maiores as incertezas sobre os preços futuros dos imóveis, maiores também as incertezas em relação ao tamanho ótimo do investimento e, portanto, maior o valor da opção de manter o terreno vazio. Além disso, observou-se que outro fator que afeta o valor do terreno vazio, mas de forma inversamente proporcional, é a taxa livre de risco.

Outra ponderação feita pelo autor é que os investidores, ao manter os terrenos vazios por determinado período, conseguem obter cada vez mais informações com relação a qual seria o tipo de construção mais adequado àquele terreno, dadas as condições econômicas naquele momento. Como as condições futuras são desconhecidas, somente é possível determinar o tamanho ótimo do empreendimento para aquela conjuntura, o que pode não se mostrar ótimo em um momento seguinte. Desta forma, a decisão de construir ou não deve ser encarada como uma avaliação dos custos de oportunidade associados à manutenção do terreno vazio em relação ao ganho esperado de construir um imóvel mais adequado no futuro.

4.2. Time to Build, option value and investment decisions (Madj e Pindyck 1987)

Em projetos em que o prazo para desenvolvimento e os dispêndios de capital são altos, o tempo até a conclusão do projeto e as flexibilidades gerenciais são muito importantes na avaliação dos investimentos.

Desta forma, Majd e Pindyck desenvolvem um modelo de avaliação de projetos considerando, além do tempo de construção, que o projeto pode ser

realizado com investimentos seqüenciais, ou seja, que o projeto pode ser realizado em etapas. Assim, à medida que uma fase é concluída, o investidor tem a opção de dar prosseguimento à fase seguinte ou esperar um momento mais propício para tal.

Esta opção de investimento seqüencial é muitas vezes observada no mercado imobiliário, como, por exemplo, no desenvolvimento de condomínios de loteamentos ou construção de edifícios residenciais em blocos, em que o empreendedor pode realizar o investimento em fases, e conforme vai obtendo mais informações sobre o sucesso do empreendimento e as condições do mercado, prossegue com as demais etapas do projeto.

Para a análise de investimentos no setor imobiliário, a adoção do tempo de construção ao modelo foi uma grande evolução em relação ao modelo de Titman (1985), já que os empreendimentos imobiliários são caracterizados por prazos de construção relativamente longos, e há muita incerteza relacionada ao cenário econômico entre o momento em que o projeto é iniciado até sua conclusão.

As principais premissas utilizadas no modelo foram:

- (i) existe uma taxa máxima em que a construção pode ser realizada por etapa e as etapas seqüenciais são espaçadas igualmente, o que não necessariamente é uma premissa realista em se tratando de investimentos no mercado imobiliário, onde há flexibilidade em relação ao momento de cada etapa;
- (ii) o projeto somente gera receitas após a conclusão de todas as etapas, o que também não é o caso de alguns empreendimentos imobiliários, como os residenciais, já que muitos compradores começam a pagar pelo imóvel durante a fase de obras, bem como no setor de shopping centers, em que os lojistas podem negociar um fluxo de pagamento de cessão de direitos (luvas) antes da inauguração do shopping;
- (iii) o custo de construção é constante;
- (iv) as paradas podem ser realizadas e retomadas sem custos.

No modelo, considera-se que o valor de mercado do empreendimento (V) evolui estocasticamente seguindo um movimento geométrico browniano, e seu incremento dV segue o processo abaixo:

$$dV = (\mu - \delta)Vdt + \sigma Vdz$$

Em que

- dz incremento do processo de Weiner,
- μ taxa de retorno esperada do empreendimento pronto, e
- δ custo de oportunidade de atrasar a conclusão do projeto, ou o fluxo de lucros esperados do empreendimento concluído.

Como pode ser observado, a taxa esperada de ganho de capital do projeto $(\mu - \delta)$ é inferior à taxa de desconto do projeto μ , e é exatamente pela existência deste custo de oportunidade que muitos projetos reais são realizados, ao invés de o gestor esperar, mantendo viva a opção de realizar o projeto. Isso ocorre porque caso δ fosse igual a zero, o investimento nunca ocorreria, dado que esse atraso não geraria nenhum custo ao projeto, mas ainda traria uma redução na necessidade de investimentos em capital.

Majd e Pindyck concluem que o efeito do tempo de construção no valor da opção é maior quanto maiores as incertezas em relação ao valor do projeto, bem como o custo de oportunidade da espera. Outra conclusão foi que quanto maior a taxa máxima de construção, menor o valor da opção, dado o tempo para realizar o empreendimento é reduzido, e, portanto, as incertezas.

4.3. Real Estate Development as an Option (Joshep Williams 1991)

Assim como o Titman (1985), Williams desenvolveu um modelo de opções reais para determinar o momento ótimo e a densidade ótima de construção de um empreendimento para um investidor proprietário de um terreno vazio. Em analogia às opções financeiras, ele avalia que o proprietário do terreno adquiriu uma opção de compra (ao comprar o terreno), em que ele pode exercer (construir)

ou esperar o momento ótimo para exercê-la, quando pagaria o preço de exercício (custo de construção).

O modelo também considera a construção como sendo instantânea, e que a opção não expira. Desta forma, o investidor que adquiriu a opção em $t=0$ pode exercê-la a qualquer momento, construindo em qualquer $t \geq 0$.

Diferente de Titman (1985), que desenvolveu um modelo em tempo discreto, Williams propõe um modelo em tempo contínuo, em que a receita e o custo de construção são estocásticos e seguem movimentos geométricos brownianos. O momento ótimo de exercício da opção é o momento em que o valor do empreendimento subtraído dos custos de construção é maior que zero. Também é avaliada a opção de abandono do terreno, exercida quando o custo de manutenção do terreno supera suas receitas.

O modelo é desenvolvido utilizando-se os seguintes parâmetros:

- q** densidade de construção, que não pode superar a densidade máxima estabelecida pela legislação (δ);
- x₁** custo de construção, parametrizado por densidade de construção e unidade de tempo. O custo total seria então definido por $C(q) = q^\gamma x_1$, sendo $\gamma > 1$, uma função crescente e convexa, pelos mesmos motivos expostos por Titman (1985);
- x₂** receitas do empreendimento, também por unidade de construção e unidade de tempo, sendo a receita total definida como qx_2 .

Como x_1 e x_2 seguem movimentos geométricos brownianos, seus incrementos da seguinte forma:

$$dx_i = \mu_i x_i dt + \sigma_i x_i dz_i \quad \text{para } i = 1 \text{ a } 2$$

Outras premissas utilizadas por Williams são que existe no mercado um ativo sem risco, com taxa de retorno r , e que a evolução estocástica do custo de construção e receitas podem ser replicadas utilizando-se ativos presentes na economia e negociados sem custos de transação, sendo que para cada portfólio o

excesso de retorno médio medido em unidades de desvio padrão é λ . Portanto, a taxa de crescimento ajustada ao risco, v , seria:

$$v_i = \mu_i - \lambda_i \sigma_i$$

Desta forma, o valor do empreendimento poderia então ser obtido resolvendo-se a seguinte equação diferencial parcial, aplicando-se as condições de contorno aplicáveis:

$$P'v_2x_2 + 1/2P''\sigma_2^2x_2^2 + qx_2 - rP = 0$$

4.4. Aplicação de Opções Reais no Mercado Imobiliário Residencial com Enfoque na cidade do Rio de Janeiro (Priscilla Medeiros 2001)

Assim como Titman (1985) e Williams (1991), Medeiros desenvolve um modelo para avaliar o momento ótimo para início de construção de um empreendimento imobiliário, bem como sua densidade ótima, partindo da premissa que um investidor detém um terreno vazio.

Para tanto, Medeiros parte do modelo desenvolvido por Williams (1991), e adiciona o tempo de construção, para tornar o modelo mais compatível com a realidade e avaliar suas conseqüências quanto ao momento ótimo de construção. Além disso, incorpora no modelo a previsão de impostos diferenciados sobre a propriedade antes e depois da construção, tendo, como justificativa, o fato de que alguns municípios possuem alíquotas diferentes e que as taxas efetivas podem variar, apesar de as taxas nominais serem iguais em alguns casos.

Medeiros assume que o investimento é irreversível, de modo que uma vez construído o imóvel, o uso do terreno se manterá o mesmo, logo não é levada em consideração a opção de conversão da utilização do terreno para outro tipo de empreendimento. Também é considerado que o proprietário do terreno é “pequeno”, de forma que suas decisões não impactam o custo de construção por densidade, tampouco o fluxo de caixa projetado para o projeto. Outras premissas adotadas são que a opção de construir nunca expira, e que o imóvel não deprecia

com o tempo. Além disso, Medeiros considera que não há custos de transação e que existe um ativo livre de risco no mercado.

O modelo considera também que o terreno, enquanto vago, pode ter utilização alternativa, como de estacionamento, gerando assim receitas mesmo antes de realizada a incorporação. Esta é uma possibilidade bastante factível, especialmente em se tratando de terrenos com boa localização em centros urbanos, em que essa receita não deveria ser desprezada. Assim como Williams (1991), Medeiros também prevê a opção de abandonar o terreno vago.

Com relação aos parâmetros incorporados pela autora ao modelo de Williams (1991), Medeiros concluiu que, quanto maior o tempo de construção, maior será o incentivo para retardar a construção das propriedades, uma vez que maior o desconto no fluxo de caixa do projeto. Além disso, observou-se que o tempo de construção somente afeta o momento ótimo de investir, mas não a densidade ótima.

Observou-se também que a inclusão de impostos após a construção não afeta a densidade ótima, mas somente o valor da propriedade construída, o que tende a adiar a decisão de investimento. No caso em que foram considerados impostos antes da construção, os resultados indicaram a redução da densidade ótima, e a antecipação do momento de construção, uma vez que a razão entre o fluxo de caixa e o custo de construção é menor.