

4. Opções no Mercado Imobiliário

Neste capítulo são examinadas várias opções inerentes ao processo de incorporação imobiliária. No item 4.1 é analisada uma opção contratual de exclusividade sobre a compra de um terreno. No item 4.2 também é analisada uma opção contratual sobre a compra de um terreno, no entanto, neste caso é discutido o direito de primeira recusa que garante uma posição preferencial, mas não chega a ser uma exclusividade. No item 4.3 são discutidos o valor da espera e o momento ótimo de investimento para a incorporação. Nos itens 4.4 e 4.5 analisa-se o valor de uma opção de abandono, ou seja, uma opção de saída do investimento tanto através da venda de participação num projeto quanto através de uma contração de investimento. A seguir, nos itens 4.6 e seus subitens se avalia qual o melhor tipo de investimento seqüencial: o fracionamento, a expansão ou a expansão com opções contratuais de exclusividade para a incorporação de grandes terrenos. Finalmente no item 4.7 analisa-se a opção de conversão após a conclusão da obra.

4.1.Exclusividade

Uma opção de exclusividade ocorre quando o proprietário de um terreno assina um termo se comprometendo a só vender seu imóvel para determinada incorporadora por um preço definido por um período determinado. Durante a validade desta opção a construtora não precisa se preocupar em perder o terreno para um concorrente mais decidido que queira comprar o terreno imediatamente.

Essa opção tem valor para a incorporadora, pois a incorporadora pode adiar sua decisão de comprar ou não o terreno e conseqüentemente também adia os desembolsos da aquisição, não comprometendo grande volume de capital num negócio ainda muito incerto e incipiente e, além disso, ainda ganha tempo para: realizar pesquisas de mercado objetivando diminuir sua incerteza, elaborar melhores projetos e buscar a aprovação destes, verificar a situação

jurídica do terreno, buscar financiamento para a construção e, dessa forma, minimizar grande parte dos seus riscos.

Um caso onde se pode observar o valor dessa opção é na incorporação de dois edifícios residenciais de 10 pavimentos localizados numa região emergente num bairro relativamente novo, em termos de desenvolvimento urbano, na zona oeste do Rio de Janeiro, em julho de 2004. O terreno estava sendo oferecido ao incorporador por R\$ 2.000.000,00, o proprietário também estava propenso a dar uma opção de exclusividade de compra por 3 anos por R\$ 200 mil. O estudo de massa para análise do potencial do terreno contemplava 32 unidades sala-2quartos de 65 m², 32 unidades sala-3quartos de 75 m², 2 coberturas dúplex sala-3quartos de 140 m², e 2 coberturas dúplex sala-4quartos de 160 m² em cada bloco. A área de venda total era de 10.160 m². Para análise da viabilidade do projeto algumas premissas foram adotadas:

- Preço de venda: R\$ 1.850/m²
- Custo cheio de construção: R\$ 13.747.442,53
- 8 meses para o lançamento
- Velocidade de venda tipo 4 (25%;25%;0%;50%)
- Taxa de desconto real de 11,20%
- 2,5 % de inadimplência
- Tabela de vendas tipo 4 (72 meses)

O seguinte fluxo de caixa foi gerado e o VPL obtido foi de R\$ 1.088.551,71, antes do imposto de renda, ou seja, o projeto é viável, mas será que a opção de compra adiciona valor ao projeto? Ou seja, existe valor na flexibilidade de postergar o investimento?

R\$ MIL	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Receita (principal)	764,64	1.674,30	5.416,19	2.721,00	3.044,33	3.406,08	2.752,81
Receitas (juros)	69,70	679,51	719,05	1.244,51	921,18	559,43	160,27
Terreno	(2.000,00)	-	-	-	-	-	-
Despesas Terreno	(152,61)	(14,00)	(29,42)	-	-	-	-
Construção	-	(5.236,40)	(8.511,04)	-	-	-	-
Publicidade/Corretagem	(876,11)	(205,90)	(466,86)	-	-	-	-
PIS/COFINS/CPMF	(39,36)	(115,04)	(107,30)	(369,68)	(197,48)	(197,48)	(175,48)
Outras Despesas	(55,33)	(49,73)	(22,44)	-	-	-	-
Fluxo de Caixa	(2.289,08)	(3.267,26)	(3.001,82)	3.595,83	3.768,03	3.768,03	2.737,60

Figura 1 : Fluxo de Caixa do Projeto em R\$ mil (item 4.1)

Entretanto, havia uma grande incerteza a cerca das premissas adotadas:

- Preço de venda esperado: R\$ 1.850/m². Moda R\$ 1.800,00. Intervalo esperado: de R\$ 1.750,00 a R\$ 2.000,00. Modelado com uma distribuição triangular.
- Custo cheio de construção esperado: R\$ 13.747.442,53. Intervalo esperado: R\$ 12.243.816,00 a R\$ 15.680.676,63. Modelado com uma distribuição triangular. A incerteza quanto ao custo era alta, pois ainda estudava-se se haveria ou não a implantação de um subsolo e não se sabia com exatidão a resistência do solo.
- Prazo para o lançamento: variaria em função da velocidade de aprovação do projeto e das condições de mercado. A seguinte distribuição de probabilidades foi arbitrada: 6 meses – 10%, 8 meses – 60%, 10 meses – 25%, 18 meses – 5%
- Diante da sensibilidade dos incorporadores as probabilidades de ocorrência dos tipos de velocidade de venda foram arbitradas como: 5% tipo 1, 10% tipo 2, 30% tipo 3, 15% tipo 4, 25% tipo 5, 15% tipo 6.
- Taxa de desconto real (WACC do incorporador) modelada com uma distribuição triangular com moda 10,6% (WACC atual) dentro do intervalo de 10% a 13%. Por ser um intervalo assimétrico que implica numa tendência a se esperar um aumento da WACC, adota-se como taxa de desconto real esperada a média da distribuição triangular, ou seja, 11,2%.
- 2,5 % de inadimplência podendo variar entre 0% e 5%. Modelado com uma distribuição uniforme.
- Diante da sensibilidade dos incorporadores as probabilidades de ocorrência dos tipos de tabela de venda para o empreendimento em questão foram arbitradas como: 3% tipo 1, 4% tipo 2, 30% tipo 3, 30% tipo 4, 30% tipo 5, 3% tipo 6.

As diversas fontes de incerteza indicam a necessidade de uma análise de opções reais. Através da utilização do software @risk que possui o algoritmo do método de Monte Carlo pode-se consolidar todas as incertezas numa só, a incerteza do projeto. O Software gerou, depois de 1500 iterações, a seguinte distribuição de probabilidades para o VPL (em R\$ mil) desconsiderando-se o valor do terreno. A distribuição tem média de (R\$ 968.722).

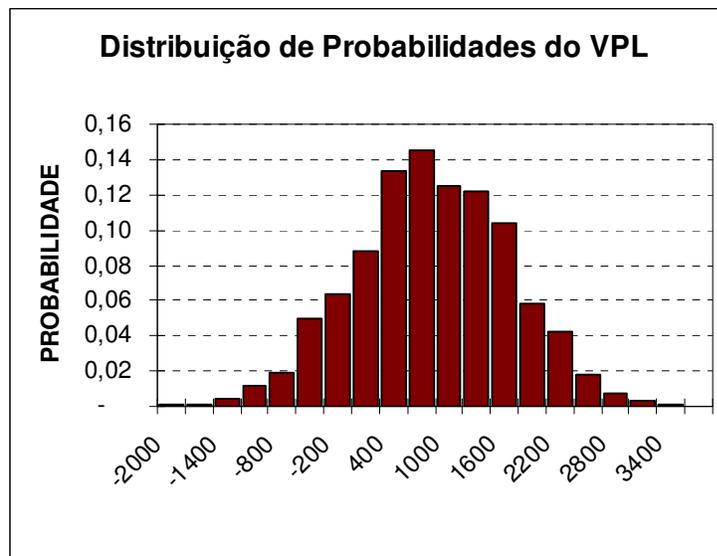


Figura 2: Distribuição de Probabilidade do VPL (item 4.1)

A curva de distribuição de probabilidades dos retornos obtida foi a seguinte:



Figura 3: Distribuição de Probabilidades dos Retornos – (item 4.1)

A curva acima indicou uma volatilidade de 41,55%. Para a análise de opções reais utilizou-se: $S = R\$ 3.088.551$ (VPL + VP_{terreno}), $X = R\$ 2.000.000,00$ (terreno), $t = 3$ anos, $\sigma = 41,55\%$, $r_f = 11,8\%$ (ver anexo 1). Para análise de opções reais utilizou-se uma árvore binomial de 6 passos. Os parâmetros calculados foram:

$$u = e^{\sigma\sqrt{dt}} = 1,3415 \quad \text{e} \quad d = e^{-\sigma\sqrt{dt}} = 0,7454$$

$$p = \frac{e^{r_f dt} - d}{u - d} = 0,5290$$

A árvore binomial do ativo é a seguinte (R\$ mil):

0	1	2	3	4	5	6
3.088,55	4.143,35	5.558,39	7.456,68	10.003,28	13.419,60	18.002,66
	2.302,28	3.088,55	4.143,35	5.558,39	7.456,68	10.003,28
		1.716,17	2.302,28	3.088,55	4.143,35	5.558,39
			1.279,27	1.716,17	2.302,28	3.088,55
				953,60	1.279,27	1.716,17
					710,84	953,60
						529,87

Tabela 1 : Árvore Binomial do Ativo (itens 4.1 e 4.2)

A árvore binomial do derivativo é a seguinte (R\$ mil):

0	1	2	3	4	5	6
1.791,23	2.699,84	3.989,85	5.781,12	8.225,89	11.534,19	16.002,66
	1.001,76	1.599,21	2.492,63	3.780,99	5.571,27	8.003,28
		459,93	802,01	1.367,11	2.257,94	3.558,39
			135,03	270,74	542,88	1.088,55
				0,00	0,00	0,00
					0,00	0,00
						0,00

Tabela 2: Árvore Binomial do Derivativo (itens 4.1 e 4.2)

A análise de opções reais avalia o projeto em R\$ 1.791.230,27 e vale a pena comprar a opção de exclusividade por R\$ 200.000,00. Pode-se observar que a flexibilidade de esperar 3 anos vale: R\$ 1.791.230,27 – R\$ 1.088.551,71 = 702.678,56

4.2. Direito de Primeira Recusa

Essa é uma opção semelhante a anterior, exceto que sua duração é incerta. Nessa opção o proprietário de um terreno assina um termo se comprometendo a dar prioridade de compra a uma determinada incorporadora por um preço definido e um período determinado. Entretanto, se durante esse período algum concorrente se dispôr a comprar o terreno, a empresa titular da opção terá que decidir se comprará imediatamente o terreno ou se deixará que a outra empresa o compre.

Essa opção tem valor para a incorporadora, pois garante a informação quanto aos desejos de empresas concorrentes terem a intenção de investir em determinado terreno e garante a prioridade numa eventual disputa pela aquisição do imóvel, e, além disso, a incorporadora também ganha tempo para trabalhar em função de diminuir sua incerteza.

Para avaliar essa opção, cabe observar o que a difere do caso anterior. No caso do item 4.1 tratava-se de uma opção americana de compra sem dividendos, que tem seu exercício ótimo no seu vencimento, ou seja, em 3 anos. A opção de primeira recusa tem as mesmas características, no entanto, pode ser que ela não chegue a ter uma vida de 3 anos, pois podem aparecer outros compradores interessados no terreno nesse período. Faz-se então necessária a análise do valor do projeto por opções reais para diferentes períodos de tempo menores que 3 anos. Os valores do projeto variam de acordo com o tempo da opção conforme a figura a seguir:

t (anos)	0,5	1	1,5	2	2,5	3
rf (%)	9,17	9,70	10,34	10,79	11,28	11,80
Valor (R\$)	1.193.210	1.320.403	1.437.064	1.559.703	1.679.240	1.791.230

Tabela 3 : Valor do Ativo em Função da Vida da Opção

Para se chegar a um valor único para o projeto com a opção de primeira recusa pode-se atribuir uma probabilidade para a intenção de compra do terreno por um outro incorporador como, por exemplo:

t (anos)	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Probabilidade	10%	20%	30%	30%	5%	5%

Tabela 4: Probabilidade de Ocorrência da Vida da Opção

Dessa maneira, o valor do projeto com a opção de primeira recusa é de R\$ 1.455.955,00.

Uma vantagem da opção de primeira recusa é que esta normalmente pode ser adquirida por um valor simbólico, ou simplesmente, acordado num acordo de cavalheiros, tendo um *upfront cost* baixo.

4.3.Possibilidade de Adiar

As opções vistas nos itens 4.1 e 4.2 são opções formais que envolvem um contrato ou um acordo. No entanto, as opções já existem simplesmente pelo fato do livre arbítrio ou possibilidade de escolha na tomada de decisões. As opções dos itens 4.1 e 4.2 eram opções de diferimento, ou seja, uma opção de compra. Opções de compra, quando não têm dividendos, têm seu exercício ótimo na data de vencimento. A opção de adiar o investimento em um projeto sempre existe, porém seu horizonte de tempo é indefinido e, portanto, surge a questão de quando investir.

4.3.1.Considerações sobre o *Timing* do Investimento

A possibilidade de adiar uma decisão de investimento dá ao gerente tempo para examinar o desenrolar dos futuros acontecimentos e a chance de evitar erros de alto custo, se ocorrerem cenários desfavoráveis. Por outro lado, caso os eventos futuros caminhem para um cenário mais favorável, a espera terá permitido realizar o projeto em condições mais vantajosas, gerando um negócio mais rentável.

Pode parecer que a espera sempre terá valor e será sempre melhor optar por diferir um investimento de modo a manter a opção viva. No entanto, cabe lembrar que o valor da espera só existe em função da incerteza, ou seja, a volatilidade dos retornos que pode fazer a opção se tornar *in the money*. Uma interessante implicação macroeconômica é que, quando aumenta a incerteza na

economia, em razão, por exemplo, da instabilidade política, é de se prever que o investimento reaja mais lentamente, pois vale mais esperar para ver como é que fica. Como saber, então, quando investir?

Na maioria dos casos o momento do investimento é altamente incerto e muito influenciado por fatores exógenos, tais como competição, barreiras de entrada, etc, ou seja, o valor da espera depende da intensidade da competição específica do setor da indústria e do mercado que se tem por objetivo atingir. A priori todo investimento pode ser adiado, desde que seu custo de adiamento (por exemplo, risco de novos entrantes) seja suplantado pelos benefícios gerados por adia-lo.

Num cenário de monopólio ou não concorrência, o gatilho, ou o momento de investir ocorre quando o VPL do projeto sem a opção de adiamento for maior que valor presente da opção de adiar. Num cenário de competição, o valor da espera será função do grau da ameaça de novos entrantes e função do posicionamento pretendido em relação aos concorrentes, cabendo a análise das estratégias de líder (*first mover*) e seguidor (*me too*). É vantajoso investir quando, por exemplo, o lançamento de um produto tiver uma grande implicação no nível futuro de *market-share* e se hesitar leva a perdas significativas das vantagens de *first mover*.

Smit & Ankum (1993), lidam com diferentes estratégias de *timing* de investimentos. Eles observam essas estratégias através de uma perspectiva de teoria dos jogos e procuram o *timing* ótimo de investimento sob diferentes formas de mercado como monopólio, duopólio e competição perfeita. A conclusão é que o *timing* do investimento depende do ambiente competitivo.

Por outro lado, Dixit & Pindyck (1994) observam que no caso extremo de competição perfeita, em que existe uma grande quantidade de firmas que podem entrar no mercado, todas elas com o mesmo nível de informação e de competência (firmas homogêneas), a espera não teria nenhum valor. Como as firmas são homogêneas e compartilham das mesmas expectativas, elas sabem que quando for ótimo para uma firma entrar, todas as outras também entrarão. Isso fará que os preços caiam por excesso de oferta, após a entrada das mesmas, e logo o preço ótimo de entrada funcionará como um “teto” de mercado, de forma que quando os preços atingirem esse nível, a tendência será

eles caírem. Assim as firmas racionais não entrarão se o VPL do projeto for apenas um pouco positivo, elas exigirão que o projeto esteja suficientemente lucrativo (*deep in the money*) para que se atenda o objetivo de maximizar o valor da firma.

Conforme mostrado em Dixit & Pindyck (1994), para um mesmo processo de demanda, o preço de entrada (“gatilho”) no caso da competição perfeita é o mesmo do caso de monopólio (em que a espera é valiosa), embora por razões diferentes. No caso da competição perfeita é devido à expectativa de queda dos preços causada pela entrada das firmas, que faz elas exigirem um preço elevado para investir, enquanto que no monopólio é a possibilidade de adiar o investimento e observar a evolução dos preços, é que faz com que se exija um preço elevado para que se invista imediatamente.

4.3.2. O momento ótimo de investimento

Aqui se analisa o momento ótimo de investir no desenvolvimento do empreendimento citado nos itens 4.1 e 4.2, porém agora não existe nenhum contrato e a opção é simplesmente a escolha da empresa investir ou não investir e arcar com seus riscos de perder o terreno.

Para este raciocínio enxergaremos a situação como uma opção composta. A primeira opção é adquirir ou não o terreno. Ao se exercer esta opção, adquire-se automaticamente a opção de desenvolver ou não o empreendimento. Trata-se, portanto de uma opção de compra americana. Nesse caso deve-se responder a seguinte pergunta: Quando realizar o empreendimento e qual seu valor?

Adotam-se as seguintes premissas para a análise de opções reais.

- Uma vez adquirido o terreno a opção de incorporá-lo tem prazo infinito e para efeitos de cálculos considera-se uma opção com prazo de 10 anos que é longo o suficiente
- O fluxo de caixa do projeto desconsiderando as despesas com o custo de construção e com o terreno geram um valor presente de

R\$ 14.680.471,95, antes do imposto de renda, e esse é o valor atual do ativo.

- O custo de construção foi orçado em R\$ 13.747.442,53 e esse é o preço de exercício.

Para a análise de opções reais utilizou-se: $S = R\$ 14.680.471,95$ (VPL + $VP_{\text{terreno}} + VP_{\text{construção}}$), $X = R\$ 13.747.442,53$ (construção), $t = 10$ anos, $\sigma = 41,55\%$, $r_f = 16,63\%$ (ver anexo 1). Para análise de opções reais utilizou-se uma árvore binomial de 6 passos. Os parâmetros calculados foram:

$$u = e^{\sigma\sqrt{dt}} = 1,7099 \quad e \quad d = e^{-\sigma\sqrt{dt}} = 0,5849$$

$$p = \frac{e^{r_f dt} - d}{u - d} = 0,6529$$

A árvore binomial do ativo é a seguinte (R\$ mil):

0	1	2	3	4	5	6
14.680,47	25.101,47	42.919,85	73.386,70	125.480,56	214.553,49	366.855,22
	8.585,80	14.680,47	25.101,47	42.919,85	73.386,70	125.480,56
		5.021,36	8.585,80	14.680,47	25.101,47	42.919,85
			2.936,72	5.021,36	8.585,80	14.680,47
				1.717,53	2.936,72	5.021,36
					1.004,49	1.717,53
						587,47

Tabela 5: Árvore Binomial do Ativo (item 4.3)

A árvore binomial do derivativo é a seguinte (R\$ mil):

0	1	2	3	4	5	6
12.277,24	21.781,57	38.425,00	67.401,12	117.583,28	204.133,92	353.107,78
	5.695,50	10.515,88	19.274,74	35.022,56	62.967,12	111.733,12
		1.868,52	3.715,71	7.387,04	14.681,89	29.172,41
			113,07	228,49	461,72	933,03
				0,00	0,00	0,00
					0,00	0,00
						0,00

Tabela 6: Árvore Binomial do Derivativo (item 4.3)

A árvore binomial de decisões é a seguinte (R\$ mil):

0	1	2	3	4	5	6
Espera	Espera	Espera	Espera	Espera	Espera	Exerce
	Espera	Espera	Espera	Espera	Espera	Exerce
		Espera	Espera	Espera	Espera	Exerce
			Espera	Espera	Espera	Exerce
				Não Exerce	Não Exerce	Não Exerce
					Não Exerce	Não Exerce
						Não Exerce

Tabela 7 : Árvore Binomial de Decisões (item 4.3)

O valor do projeto com a flexibilidade de esperar é de R\$ 12.277.238,08. Pode-se dizer que vale a pena comprar a opção de desenvolver o empreendimento pelo custo do terreno de R\$ 2.000.000,00, que o projeto ainda teria valor de R\$ 10.277.238,08 acima do custo do terreno.

Mesmo o projeto tendo VPL de R\$ 1.088.551,71, ainda assim, vale a pena pagar R\$ 2.000.000,00 para a possibilidade de desenvolvê-lo, quando a volatilidade do projeto é alta e o prazo de adiá-lo também. A flexibilidade de esperar adiciona ao projeto o valor de R\$ 12.277.238,08 - R\$ 1.088.551,71 = R\$ 11.188.686,37.

O momento ótimo do exercício é o vencimento da opção, por se tratar de uma opção de compra americana sem dividendos. Cabe a ressalva que na realidade existem despesas com o terreno, tais como manutenção, segurança e IPTU que poderiam ser considerados como dividendo da opção. No entanto, esse dividendo foi desprezado por representar um desembolso anual inferior a 1% do valor do projeto. Num projeto de incorporação imobiliária onde se possua o terreno, sempre vale a pena esperar enquanto a incerteza for elevada. O que ocorre na prática é que com o passar dos anos a incerteza relativa ao investimento em determinada região diminui e quando a incerteza fica pequena, pode-se investir com relativa segurança e esse será o momento de investir.

4.4.Possibilidade de Abandonar

O direito, mas não a obrigação, de desfazer-se de um ativo a um preço fixo (predeterminado) é uma opção de abandono. Uma opção de abandono é uma opção de venda do tipo americana.

Seja uma sociedade de 50%-50% entre um sócio incorporador/investidor e outro sócio incorporador/construtor. O sócio construtor havia estudado investir no projeto analisado no item anterior e acreditava que este era um bom negócio, no entanto, não dispunha de R\$ 2.000.000,00 em caixa, só dispunha de R\$ 1.000.000,00 para poder adquirir o terreno. Assim, o sócio construtor ofereceu a oportunidade de investir no projeto ao sócio investidor. Após análise criteriosa das condições de mercado o sócio investidor mostrava-se temeroso quanto à

realização do investimento. O projeto tinha muitas incertezas, havia grande volatilidade e o sócio investidor preocupava-se com o cenário de *downside*. Dessa forma, o sócio investidor fez uma contra-proposta aceitando adquirir uma participação de apenas 25% no projeto. A participação de 25% no empreendimento não era suficiente para a realização do negócio, pois o sócio construtor necessitaria ainda de um capital adicional. O sócio construtor muito confiante no êxito do projeto propôs a recompra de 25% do negócio no caso de *downside* durante os próximos 3 anos por R\$ 500.000,00. Dessa maneira, o sócio investidor topou a sociedade 50%-50%.

Através do uso de opções reais pode-se calcular o valor adicionado pela opção de abandono. Para efeitos de cálculo, considerou-se a opção de venda simultaneamente a opção de compra de modo que o *payoff* é $\text{MAX}(S-X_1, X_2)$.

Para a análise de opções reais utilizou-se a soma de duas opções referentes a 25% do projeto, uma com opção de abandono e outra sem. Para a opção com flexibilidade de abandono tem-se os seguintes parâmetros: $S = \text{R\$ } 14.680.871,95/4 = \text{R\$ } 3.670.117,99$ (25% do VPL + 25% VP_{terreno} + 25% $VP_{\text{construção}}$), $X_1 = \text{R\$ } 13.747.442,53/4 = \text{R\$ } 3.436.860,63$ (25% construção), $X_2 = \text{R\$ } 500.000,00$ (25% terreno), $t = 3$ anos, $\sigma = 41,55\%$, $r_f = 11,8\%$ (ver anexo 1). Para a opção sem flexibilidade de abandono tem-se os seguintes parâmetros: $S = \text{R\$ } 14.680.871,95/4 = \text{R\$ } 3.670.117,99$ (25% do VPL + 25% VP_{terreno} + 25% $VP_{\text{construção}}$), $X_1 = \text{R\$ } 13.747.442,53/4 = \text{R\$ } 3.436.860,63$ (25% construção), $t = 3$ anos, $\sigma = 41,55\%$, $r_f = 11,8\%$ (ver anexo 1). Para análise de opções reais utilizou-se uma árvore binomial de 6 passos. Os parâmetros calculados foram:

$$u = e^{\sigma\sqrt{dt}} = 1,3415 \quad e \quad d = e^{-\sigma\sqrt{dt}} = 0,7454$$

$$p = \frac{e^{r_f dt} - d}{u - d} = 0,5290$$

A opção acrescentou ao projeto o valor de R\$178.173,58, de acordo com as árvores binomiais a seguir:

A árvore binomial do ativo é a seguinte (R\$ mil):

0	1	2	3	4	5	6
3.670,12	4.923,53	6.605,02	8.860,76	11.886,88	15.946,48	21.392,51
	2.735,79	3.670,12	4.923,53	6.605,02	8.860,76	11.886,88
		2.039,32	2.735,79	3.670,12	4.923,53	6.605,02
			1.520,16	2.039,32	2.735,79	3.670,12
				1.133,16	1.520,16	2.039,32
					844,69	1.133,16
						629,65

Tabela 8: Árvore Binomial do Ativo (item 4.4)

A árvore binomial do derivativo é a seguinte (R\$ mil) com opção de abandono:

0	1	2	3	4	5	6
1.779,08	2.663,61	4.013,46	6.004,77	8.832,55	12.706,53	17.955,65
	1.015,10	1.491,07	2.294,59	3.603,27	5.620,81	8.450,02
		611,45	780,90	1.120,69	1.802,01	3.168,16
			500,00	500,00	500,00	500,00
				500,00	500,00	500,00
					500,00	500,00
						500,00

Tabela 9: Árvore Binomial do Derivativo com opção de abandono (item 4.4)

A árvore binomial do derivativo é a seguinte (R\$ mil) sem opção de abandono:

0	1	2	3	4	5	6
1.600,91	2.539,85	3.944,96	5.981,43	8.832,55	12.706,53	17.955,65
	752,81	1.289,27	2.166,52	3.550,69	5.620,81	8.450,02
		247,37	470,26	891,28	1.683,58	3.168,16
			28,93	58,02	116,33	233,26
				0,00	0,00	0,00
					0,00	0,00
						0,00

Tabela 10: Árvore Binomial do Derivativo sem opção de abandono (item 4.4)

A árvore binomial de decisões é a seguinte (R\$ mil):

0	1	2	3	4	5	6
Espera	Espera	Espera	Espera	Espera	Espera	Exerce
	Espera	Espera	Espera	Espera	Espera	Exerce
		Espera	Espera	Espera	Espera	Exerce
			Abandona	Abandona	Abandona	Abandona
				Abandona	Abandona	Abandona
					Abandona	Abandona
						Abandona

Tabela 11 : Árvore Binomial de Decisões (item 4.4)

O investidor ao adquirir 50% do terreno adquiriu uma opção de realizar um projeto com valor de R\$ 3.201.818,25. Ao poder se desfazer de 50% do seu

investimento, ou 25% do terreno, o valor da sua opção foi aumentado para R\$ 3.379.991,83.

4.5.Possibilidade de Contrair

Tanto a opção de contrair quanto a opção de abandonar são formas de *hedge* contra a ocorrência de cenários negativos. Isso é consequência de ambas as opções, tanto a de contrair quanto a de abandonar serem opções de venda americanas, ou seja, dão a seu detentor o direito de, se assim desejar, se desfazer de um ativo, ou parte de um ativo, a um preço pré-determinado.

Um incorporador ao lançar um edifício e vender uma unidade qualquer, se obriga neste momento a entregar o edifício inteiro, e não somente a unidade vendida, independente da performance de vendas das demais unidades. Diferentemente do caso multifamiliar, o caso unifamiliar, ou seja, um empreendimento de casas permite que o incorporador construa somente as casas vendidas, e por isso pode-se considerar um empreendimento de casas um *hedge* natural contra um cenário negativo. Em um empreendimento de casas quando o incorporador nota um cenário negativo ele pode optar por contrair o projeto e ao invés de vender casas, vender lotes urbanizados, um produto de maior liquidez.

Seja um incorporador que estuda o potencial da realização de um empreendimento de casas num terreno de 120.000 m², sendo destes 60.000 m² loteáveis em terrenos de 600 m². A legislação do local permite um aproveitamento de área de 60%, podendo-se construir casas de 360 m². O terreno estava localizado em área nobre e os parâmetros usados para o cálculo do VPL foram os seguintes:

- Preço de venda: R\$ 3.000/m²
- Custo do terreno: 30% em permuta no local acertado com o proprietário do terreno.
- Custo cheio de urbanização: R\$ 8.400.000 (pavimentação de ruas, jardins, guarita, etc)
- Custo cheio de construção das casas: R\$ 1.200,00/m²

- 12 meses entre lançamento e construção
- Velocidade de venda tipo 4 (25%;25%;0%;50%)
- Taxa de desconto real de 11,20%
- 2,5 % de inadimplência
- Tabela de vendas tipo 3 (60 meses)

O VPL encontrado foi R\$12.678.099,50, de acordo com o seguinte fluxo de caixa:

R\$ MIL	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Receita (principal)	3.217,06	7.818,44	24.154,85	14.154,63	15.837,22	14.895,42
Receita (juros)	284,91	2.740,26	3.180,82	4.516,88	2.834,29	978,30
Terreno	-	-	-	-	-	-
Despesas Terreno	(605,90)	(226,80)	(448,20)	-	-	-
Construção	(2.941,41)	(27.526,89)	(12.915,30)	-	-	-
Urbanização	-	(3.374,28)	(6.748,56)	-	-	-
Publicidade/Corretagem	(3.591,00)	(843,11)	(1.870,66)	-	-	-
PIS/COFINS/CPMF	(164,17)	(515,46)	(1.339,01)	(929,84)	(929,84)	(833,41)
Outras Despesas	(312,04)	(82,67)	(16,50)	-	-	-
Fluxo de Caixa	(4.112,55)	(22.010,52)	3.997,44	17.741,67	17.741,67	15.040,30

Figura 4: Fluxo de Caixa do Projeto em R\$ mil (item 4.5)

Adicionando-se incerteza às premissas adotadas:

- Preço de venda esperado: R\$ 3.000/m². Intervalo esperado: de R\$ 2.700,00 a R\$ 3.300,00. Modelado com uma distribuição triangular.
- Custo cheio de construção esperado: R\$ 1.200/m². Intervalo esperado: R\$ 1000,00/m² a R\$ 1.400,00/m². Modelado com uma distribuição triangular.
- Diante da sensibilidade dos incorporadores as probabilidades de ocorrência dos tipos de velocidade de venda foram arbitradas como: 10% tipo 1, 10% tipo 2, 35% tipo 3, 10% tipo 4, 25% tipo 5, 10% tipo 6.
- Taxa de desconto real de 11,20% (WACC do incorporador) podendo variar dentro do intervalo de 10% a 13%. Modelado com uma distribuição triangular com moda 10,6%.
- 2,5 % de inadimplência podendo variar entre 0% e 5%. Modelado com uma distribuição uniforme.
- Diante da sensibilidade dos incorporadores as probabilidades de ocorrência dos tipos de tabela de venda para o empreendimento

em questão foram arbitradas como: 10% tipo 1, 20% tipo 2, 40% tipo 3, 10% tipo 4, 10% tipo 5, 10% tipo 6.

As diversas fontes de incerteza consolidadas numa só indicaram uma volatilidade de 34,95% para o projeto. As seguintes distribuição de probabilidades para o VPL (em milhões de R\$) e para os retornos foram geradas pelo @risk.

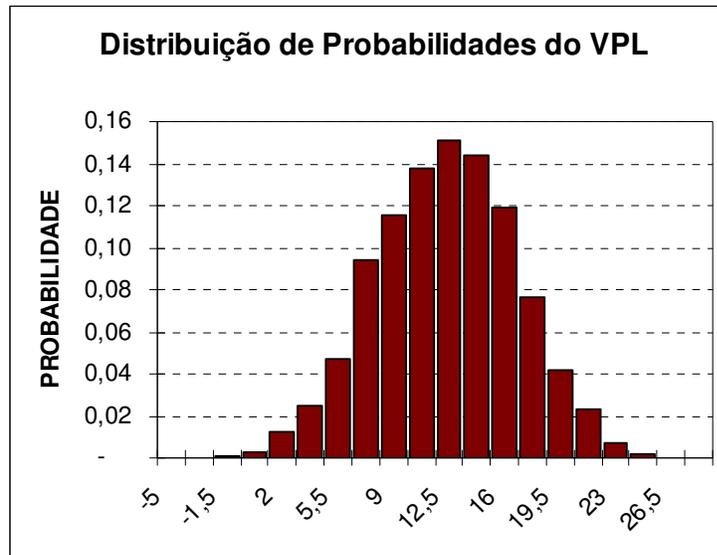


Figura 5: Distribuição de Probabilidade do VPL (item 4.5)

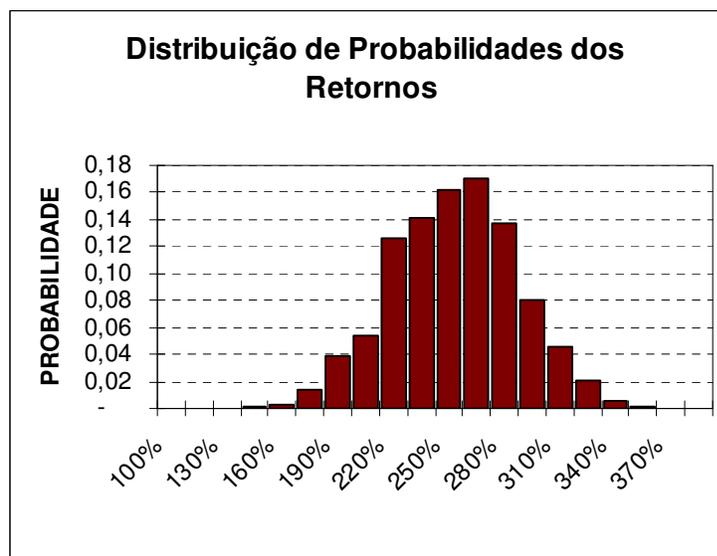


Figura 6: Distribuição de Probabilidades dos Retornos – (item 4.5)

Para a análise de opções reais considera-se que até um ano após o lançamento o incorporador pode desistir da venda de casas e vender lotes urbanizados por um preço de liquidação de R\$ 550/m². O preço do exercício foi calculado como sendo o preço do metro quadrado do lote multiplicado pela área do lote multiplicado pelo número de lotes, descontados os lotes que serão permutados (30%) e descontados impostos sobre vendas e despesas de vendas (aproximadamente 12%) e subtraído o custo da urbanização. Para esta opção de venda americana tem-se os seguintes parâmetros: S = R\$ 12.678.099,50 (VPL), X = R\$ 550 * 600 * 100(1-30%) *(1-12%) – R\$8.400.000,00 = 11.928.000,00 (venda loteamento), t = 1 ano, $\sigma = 34,95\%$, $r_f = 9,7\%$ (ver anexo 1). Utilizou-se uma árvore binomial de 6 passos. Os parâmetros calculados foram:

$$u = e^{\sigma\sqrt{dt}} = 1,1534 \quad e \quad d = e^{-\sigma\sqrt{dt}} = 0,8670$$

$$p = \frac{e^{r_f dt} - d}{u - d} = 0,5213$$

A opção acrescentou ao projeto o valor de R\$ 954.737,31, de acordo com as árvores binomiais a seguir:

A árvore binomial do ativo é a seguinte (R\$ mil):

0	1	2	3	4	5	6
12.678,09	14.622,45	16.865,01	19.451,49	22.434,65	25.875,31	29.843,65
	10.992,27	12.678,09	14.622,45	16.865,01	19.451,49	22.434,65
		9.530,62	10.992,27	12.678,09	14.622,45	16.865,01
			8.263,32	9.530,62	10.992,27	12.678,09
				7.164,54	8.263,32	9.530,62
					6.211,87	7.164,54
						5.385,87

Tabela 12: Árvore Binomial do Ativo (item 4.5)

A árvore binomial do derivativo é a seguinte (R\$ mil):

0	1	2	3	4	5	6
954,74	432,10	118,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1.556,41	788,87	250,52	0,00	0,00	0,00
		2.445,28	1.402,02	531,87	0,00	0,00
			3.664,68	2.397,38	1.129,20	0,00
				4.763,46	3.664,68	2.397,38
					5.716,13	4.763,46
						6.542,13

Tabela 13: Árvore Binomial do Derivativo (item 4.5)

A árvore binomial de decisões é a seguinte (R\$ mil):

0	1	2	3	4	5	6
Espera	Espera	Espera	Não Exerce	Não Exerce	Não Exerce	Não Exerce
	Espera	Espera	Espera	Não Exerce	Não Exerce	Não Exerce
		Espera	Espera	Espera	Não Exerce	Não Exerce
			Espera	Espera	Espera	Não Exerce
				Exerce	Exerce	Exerce
					Exerce	Exerce
						Exerce

Tabela 14: Árvore Binomial de Decisões (item 4.5)

4.6. Investimento Seqüencial

Existem duas formas de investimento seqüencial. Uma será vista no item 4.6.1, onde o incorporador adquire um terreno e o desmembra em lotes menores para que aos poucos oferte as unidades ao mercado. Essa pode ser entendida como uma opção de fracionar. A outra será vista no item 4.6.2, onde o incorporador tem a opção de adquirir terrenos vizinhos para expandir seu projeto. Uma questão que deve ser respondida é: O que é melhor a possibilidade de expandir ou a possibilidade de fracionar? Ou seja, o que é melhor, desmembrar um grande terreno e aos poucos adquirir suas partes para incorporar aos poucos, ou adquirir um grande terreno de uma vez e desmembrá-lo para se incorporar aos poucos?

4.6.1. Possibilidade de Fracionar

Freqüentemente, incorporadores adotam a decisão de fracionar, principalmente devido à incerteza quanto à capacidade de absorção pelo mercado da totalidade de unidades que serão lançadas. A possibilidade de fracionar é colocada em prática quando se submete à Prefeitura um projeto de desmembramento do terreno, subdividindo-o em lotes menores. Esse desmembramento do terreno é requerido, de modo geral, para que o incorporador possa ofertar ao mercado apenas a quantidade de unidades para a qual ele acredite que exista demanda. Dessa forma, o incorporador elimina cenários de velocidade de venda muito lentas e preços baixos, pois sua

incerteza diminui. Uma coisa é ofertar ao mercado 100 casas de R\$ 1.080.000,00 cada e outra coisa é ofertar 25 casas do mesmo valor.

Seja o empreendimento muito parecido com o do item anterior, sendo que agora o incorporador adquire o terreno em dinheiro pelo valor de R\$ 22.800.000,00 e pretende lançar o empreendimento de 100 casas em 4 fases, uma por ano e em cada uma lançará 25 casas. Assim, considera-se que a incerteza diminui e, por isso, uma nova análise da volatilidade será feita, e ainda, considerar-se-á a existência de uma opção de adiar para cada uma das outras três fases que não terão o lançamento imediato. Resumindo, 25 casas serão lançadas de imediato, sobre 25 casas existe uma opção de adiar com prazo de um ano, para 25 casas existe uma opção de adiar com prazo de dois anos e para as 25 casas restantes existe uma opção de adiar por três anos. As opções são americanas, pois caso o primeiro lançamento seja um sucesso absoluto a incerteza quanto ao lançamento seguinte diminuirá abruptamente e esta opção será exercida antes do seu vencimento.

O fluxo de caixa do projeto é o seguinte:

R\$ MIL	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Receita (principal)	1.148,95	2.792,30	8.626,73	5.055,23	5.656,15	5.319,79
Receita (juros)	101,75	978,66	1.136,01	1.613,17	1.012,25	349,39
Terreno	(5.700,00)	-	-	-	-	-
Despesas Terreno	(218,98)	(39,90)	(78,85)	-	-	-
Construção	(735,35)	(6.881,72)	(3.228,82)	-	-	-
Urbanização	-	(843,57)	(1.687,14)	-	-	-
Publicidade/Corretagem	(1.282,50)	(301,11)	(668,09)	-	-	-
PIS/COFINS/CPMF	(58,63)	(184,09)	(478,22)	(332,09)	(332,09)	(297,65)
Outras Despesas	(105,22)	(21,65)	(4,13)	-	-	-
Fluxo de Caixa	(6.849,98)	(4.501,09)	3.617,49	6.336,31	6.336,31	5.371,54

Figura 7: Fluxo de Caixa do Projeto em R\$ mil (item 4.6)

As distribuições de probabilidades obtidas para o VPL (em R\$ mil) e os retornos são as mostradas a seguir. A volatilidade consolidada obtida para esse projeto de 25 casas foi de 24,88% que é menor que a volatilidade de 34,95% obtida para o projeto de 100 casas com pagamento em permuta.

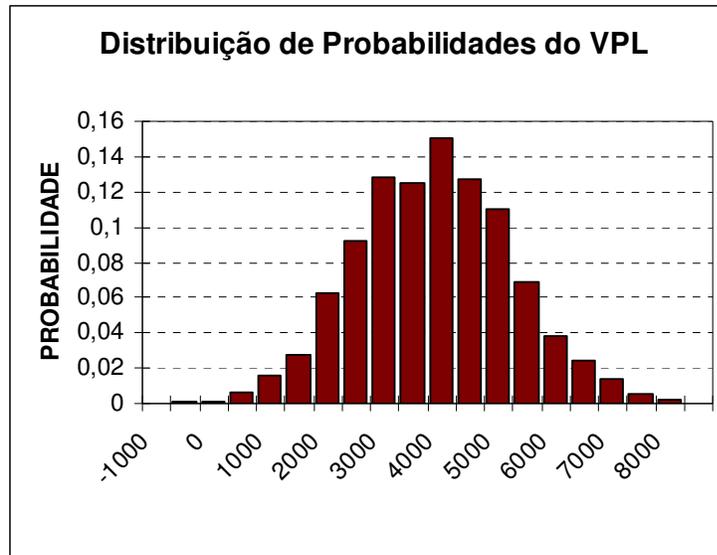


Figura 8: Distribuição de Probabilidade do VPL (item 4.6)

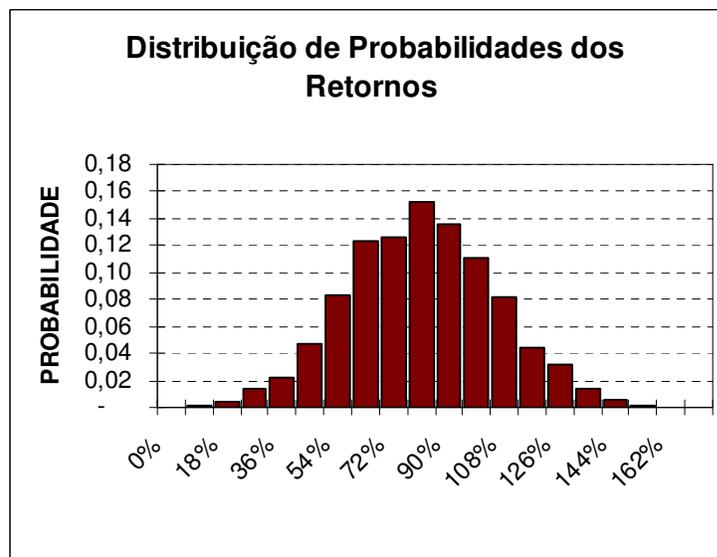


Figura 9: Distribuição de Probabilidades dos Retornos – (item 4.6)

A fase 1 terá lançamento imediato e seu valor é igual ao VPL do projeto de 25 casas sem flexibilidade que é R\$ 3.939.023,21 acrescido do valor de 25% do custo do terreno (R\$ 5.700.000), ou seja, R\$ 9.639.023,21. O valor de R\$ 3.939.023,21 não é igual a 25% do VPL do item 4.5, ou seja, R\$ 3.169.524,88, devido à alteração na premissa de custo do terreno que passou a ter valor de R\$22.800.000 ao invés de 30% de permuta no local.

As demais fases têm $S =$ valor presente do fluxo de caixa da figura 7 desconsiderando o valor da construção, urbanização : R\$ 21.297.149,39 (VPL + $VP_{\text{construção}} + VP_{\text{urbanização}}$); $X =$ o custo de construção e urbanização apresentados na figura 7: R\$ 13.376.610,00 (construção e urbanização); $\sigma = 24,88\%$; $t = 1,2$ e 3 anos; $r_f = 9,7\%$ (1 ano), $10,79\%$ (2 anos), $11,8\%$ (3 anos) conforme anexo 1. Utilizou-se uma árvore binomial de 6 passos.

Os parâmetros calculados para a opção de 1 ano e as árvores do ativo e do derivativo foram:

$$u = e^{\sigma\sqrt{dt}} = 1,1069 \quad e \quad d = e^{-\sigma\sqrt{dt}} = 0,9034$$

$$p = \frac{e^{r_f dt} - d}{u - d} = 0,5547$$

0	1	2	3	4	5	6
21.297,15	23.574,02	26.094,32	28.884,06	31.972,04	35.390,17	39.173,73
	19.240,18	21.297,15	23.574,02	26.094,32	28.884,06	31.972,04
		17.381,89	19.240,18	21.297,15	23.574,02	26.094,32
			15.703,08	17.381,89	19.240,18	21.297,15
				14.186,41	15.703,08	17.381,89
					12.816,23	14.186,41
						11.578,39

Tabela 15: Árvore Binomial do Ativo - Opção de 1 Ano (item 4.6.1)

0	1	2	3	4	5	6
9.169,85	11.236,14	13.555,35	16.140,73	19.021,03	22.228,08	25.797,12
	6.931,34	8.758,18	10.830,70	13.143,30	15.721,96	18.595,43
		4.909,19	6.496,86	8.346,13	10.411,93	12.717,71
			3.111,00	4.430,87	6.078,09	7.920,54
				1.580,59	2.540,98	4.005,28
					442,01	809,80
						0,00

Tabela 16: Árvore Binomial do Derivativo – Opção de 1 Ano (item 4.6.1)

Os parâmetros calculados para a opção de 2 anos e as árvores do ativo e do derivativo foram:

$$u = e^{\sigma\sqrt{dt}} = 1,1545 \quad e \quad d = e^{-\sigma\sqrt{dt}} = 0,8662$$

$$p = \frac{e^{r_f dt} - d}{u - d} = 0,5912$$

0	1	2	3	4	5	6
21.297,15	24.587,00	28.385,05	32.769,80	37.831,88	43.675,92	50.422,71
	18.447,49	21.297,15	24.587,00	28.385,05	32.769,80	37.831,88
		15.979,13	18.447,49	21.297,15	24.587,00	28.385,05
			13.841,05	15.979,13	18.447,49	21.297,15
				11.989,06	13.841,05	15.979,13
					10.384,87	11.989,06
						8.995,32

Tabela 17: Árvore Binomial do Ativo – Opção de 2 Anos (item 4.6.1)

0	1	2	3	4	5	6
10.578,76	13.425,29	16.800,87	20.761,39	25.383,70	30.771,87	37.046,10
	7.410,05	9.746,53	12.578,59	15.936,87	19.865,76	24.455,27
		4.695,08	6.524,19	8.848,97	11.682,96	15.008,44
			2.470,59	3.746,76	5.543,45	7.920,54
				846,45	1.484,22	2.602,52
					0,00	0,00
						0,00

Tabela 18: Árvore Binomial do Derivativo – Opção de 2 Anos (item 4.6.1)

Os parâmetros calculados para a opção de 3 anos e as árvores do ativo e do derivativo foram:

$$u = e^{\sigma\sqrt{dt}} = 1,1923 \quad e \quad d = e^{-\sigma\sqrt{dt}} = 0,8387$$

$$p = \frac{e^{r_j dt} - d}{u - d} = 0,6279$$

0	1	2	3	4	5	6
21.297,15	25.393,71	30.278,25	36.102,34	43.046,71	51.326,85	61.199,70
	17.861,46	21.297,15	25.393,71	30.278,25	36.102,34	43.046,71
		14.980,01	17.861,46	21.297,15	25.393,71	30.278,25
			12.563,41	14.980,01	17.861,46	21.297,15
				10.536,66	12.563,41	14.980,01
					8.836,87	10.536,66
						7.411,29

Tabela 19: Árvore Binomial do Ativo - Opção de 3 Anos (item 4.6.1)

0	1	2	3	4	5	6
11.973,07	15.449,47	19.713,66	24.895,69	31.158,97	38.716,63	47.823,09
	8.060,98	10.775,53	14.187,05	18.390,51	23.492,12	29.670,10
		4.795,78	6.777,31	9.409,41	12.783,49	16.901,64
			2.234,47	3.441,59	5.251,23	7.920,54
				561,92	949,20	1.603,40
					0,00	0,00
						0,00

Tabela 20: Árvore Binomial do Derivativo – Opção de 3 Anos (item 4.6.1)

A flexibilidade de fracionar deu ao projeto o valor de: R\$ 9.639.023,21 (fase 1) + R\$ 9.169.847,12 (fase 2) + R\$ 10.578.763,32 (fase 3) + R\$

11.973.065,96 (fase 4) – R\$ 22.800.000 (terreno)= R\$ 18.560.699,61 que representa um incremento de R\$ 2.804.606,77 em relação ao projeto sem flexibilidade que teria valor de 4 vezes o valor da fase 1 menos o valor do terreno.

4.6.2.Possibilidade de Expandir

A possibilidade de expandir existe quando um incorporador consegue aumentar um empreendimento já existente ou quando pode realizar um outro projeto com características semelhantes. Um outro projeto com características semelhantes é, normalmente, um outro projeto na mesma região e sujeito à mesma legislação. Um bom exemplo é um terreno vizinho.

Seja o caso do item 4.6.1, sendo que o incorporador negociou com o proprietário do terreno somente um lote com potencial para construção de 25 casas e caso haja sucesso o incorporador tentará adquirir os terrenos vizinhos, um a cada ano, para expandir seu empreendimento. Nesse caso o preço do exercício é acrescido do valor do terreno. Dessa forma o preço de exercício tem dois componentes: um é o custo de construção e urbanização e o outro é o valor do terreno que oscilará estocasticamente assim como o valor do projeto. Para simplificação, adota-se como premissa que a volatilidade do valor do terreno é a mesma volatilidade do valor do projeto, o que é coerente uma vez que a variável que mais influencia o valor do projeto é preço de venda das casas prontas e a variável que mais influencia o preço de venda das casas prontas é a localização.

A primeira fase tem o valor de R\$ 3.939.023,21 (VPL). As demais fases têm $S =$ valor presente do fluxo de caixa da figura 7 desconsiderando o valor da construção, urbanização e terreno: R\$ 21.297.149,39 ($VPL + VP_{\text{construção}} + VP_{\text{urbanização}} + VP_{\text{terreno}}$); $X =$ o custo de construção e urbanização apresentados na figura 7: R\$ 13.376.610,00 acrescido do valor do terreno no momento do exercício da opção; $t = 1, 2$ e 3 anos; $\sigma = 24,88\%$; $r_f = 9,7\%$ (1 ano), $10,79\%$ (2 anos), $11,8\%$ (3 anos) conforme anexo 1. Utilizou-se uma árvore binomial de 6 passos.

Os parâmetros calculados para a opção de 1 ano e as árvores do ativo e do derivativo foram:

$$u = e^{\sigma\sqrt{dt}} = 1,1069 \quad \text{e} \quad d = e^{-\sigma\sqrt{dt}} = 0,9034$$

$$p = \frac{e^{r_f dt} - d}{u - d} = 0,5547$$

0	1	2	3	4	5	6
21.297,15	23.574,02	26.094,32	28.884,06	31.972,05	35.390,17	39.173,73
	19.240,19	21.297,15	23.574,02	26.094,32	28.884,06	31.972,05
		17.381,89	19.240,19	21.297,15	23.574,02	26.094,32
			15.703,08	17.381,89	19.240,19	21.297,15
				14.186,41	15.703,08	17.381,89
					12.816,23	14.186,41
						11.578,39

Tabela 21: Árvore Binomial do Ativo - Opção de 1 Ano (item 4.6.2)

0	1	2	3	4	5	6
5.700,00	6.309,39	6.983,92	7.730,57	8.557,04	9.471,88	10.484,51
	5.149,47	5.700,00	6.309,39	6.983,92	7.730,57	8.557,04
		4.652,11	5.149,47	5.700,00	6.309,39	6.983,92
			4.202,79	4.652,11	5.149,47	5.700,00
				3.796,87	4.202,79	4.652,11
					3.430,15	3.796,87
						3.098,86

Tabela 22: Árvore Binomial do Valor do Terreno - Opção de 1 Ano (item 4.6.2)

0	1	2	3	4	5	6
3.756,24	5.040,04	6.595,27	8.410,16	10.463,98	12.756,20	15.312,60
	2.294,39	3.287,04	4.575,72	6.159,38	7.991,39	10.038,39
		1.141,76	1.801,95	2.770,30	4.102,54	5.733,79
			361,09	661,55	1.212,02	2.220,54
				0,00	0,00	0,00
					0,00	0,00
						0,00

Tabela 23: Árvore Binomial do Derivativo – Opção de 1 Ano (item 4.6.2)

Os parâmetros calculados para a opção de 2 anos e as árvores do ativo e do derivativo foram:

$$u = e^{\sigma\sqrt{dt}} = 1,1545 \quad \text{e} \quad d = e^{-\sigma\sqrt{dt}} = 0,8662$$

$$p = \frac{e^{r_f dt} - d}{u - d} = 0,5911$$

0	1	2	3	4	5	6
21.297,15	24.587,00	28.385,05	32.769,80	37.831,88	43.675,92	50.422,71
	18.447,49	21.297,15	24.587,00	28.385,05	32.769,80	37.831,88
		15.979,13	18.447,49	21.297,15	24.587,00	28.385,05
			13.841,05	15.979,13	18.447,49	21.297,15
				11.989,06	13.841,05	15.979,13
					10.384,87	11.989,06
						8.995,32

Tabela 24: Árvore Binomial do Ativo – Opção de 2 Anos (item 4.6.2)

0	1	2	3	4	5	6
5.700,00	6.580,50	7.597,02	8.770,56	10.125,38	11.689,49	13.495,21
	4.937,31	5.700,00	6.580,50	7.597,02	8.770,56	10.125,38
		4.276,68	4.937,31	5.700,00	6.580,50	7.597,02
			3.704,44	4.276,68	4.937,31	5.700,00
				3.208,77	3.704,44	4.276,68
					2.779,42	3.208,77
						2.407,52

Tabela 25: Árvore Binomial do Valor do Terreno – Opção de 2 Anos (item 4.6.2)

0	1	2	3	4	5	6
5.190,14	6.990,88	9.244,35	11.990,83	15.258,33	19.082,39	23.550,90
	3.051,02	4.358,40	6.100,77	8.339,86	11.095,20	14.329,89
		1.433,73	2.229,17	3.409,35	5.102,46	7.411,43
			411,88	722,21	1.266,37	2.220,54
				0,00	0,00	0,00
					0,00	0,00
						0,00

Tabela 26: Árvore Binomial do Derivativo – Opção de 2 Anos (item 4.6.2)

Os parâmetros calculados para a opção de 3 anos e as árvores do ativo e do derivativo foram:

$$u = e^{\sigma\sqrt{dt}} = 1,1924 \text{ e } d = e^{-\sigma\sqrt{dt}} = 0,8387$$

$$p = \frac{e^{r_f dt} - d}{u - d} = 0,6280$$

0	1	2	3	4	5	6
21.297,15	25.393,71	30.278,25	36.102,34	43.046,72	51.326,85	61.199,70
	17.861,46	21.297,15	25.393,71	30.278,25	36.102,34	43.046,72
		14.980,01	17.861,46	21.297,15	25.393,71	30.278,25
			12.563,41	14.980,01	17.861,46	21.297,15
				10.536,66	12.563,41	14.980,01
					8.836,87	10.536,66
						7.411,29

Tabela 27: Árvore Binomial do Ativo - Opção de 3 Anos (item 4.6.2)

0	1	2	3	4	5	6
5.700,00	6.796,41	8.103,71	9.662,48	11.521,09	13.737,19	16.379,58
	4.780,47	5.700,00	6.796,41	8.103,71	9.662,48	11.521,09
		4.009,27	4.780,47	5.700,00	6.796,41	8.103,71
			3.362,49	4.009,27	4.780,47	5.700,00
				2.820,05	3.362,49	4.009,27
					2.365,11	2.820,05
						1.983,57

Tabela 28: Árvore Binomial do Valor do Terreno - Opção de 3 Anos (item 4.6.2)

0	1	2	3	4	5	6
6.521,25	8.775,76	11.646,35	15.233,21	19.637,89	24.979,44	31.443,51
	3.781,04	5.363,95	7.494,43	10.286,79	13.829,64	18.149,02
		1.726,83	2.644,05	4.005,33	5.987,08	8.797,92
			460,69	778,20	1.314,54	2.220,54
				0,00	0,00	0,00
					0,00	0,00
						0,00

Tabela 29: Árvore Binomial do Derivativo – Opção de 3 Anos (item 4.6.2)

A flexibilidade de expandir deu ao projeto o valor de: R\$ 3.939.023,21 (fase 1) + R\$ 3.756.238,05 (fase 2) + R\$ 5.190.135,11 (fase 3) + R\$ 6.521.248,85 (fase 4) = R\$ 19.406.645,22 que representa um incremento de R\$ 3.650.552,38 em relação ao projeto sem flexibilidade que teria valor de 4 vezes o valor da fase 1.

Verifica-se que a opção de expandir tem um valor maior do que a opção de fracionar. Isto decorre do fato de que na opção de expandir não há um prévio comprometimento de aquisição de todo o terreno, o que é vantajoso em cenários de desvalorização do ativo. No entanto, a opção de expandir também carrega um risco de que outras empresas concorrentes se interessem pelos terrenos vizinhos e os comprem, não há garantias que assegurem a vantagem competitiva e um nível futuro de *market-share*. Por isso, em alguns casos, quando se acredita na valorização do terreno é melhor adquiri-lo de uma só vez e possuir uma opção infinita de esperar até que a região tenha a valorização adequada para que o empreendimento possa ser lançado num cenário de pouco risco. Entretanto, caso haja limitação de caixa ou a necessidade de geração de rápidos retornos sobre o capital investido, recomenda-se a compra de apenas parte do terreno e deixando aberta a opção de expandir.

4.6.3. Possibilidade de Expandir com Opções de Exclusividade

No item anterior foi visto que a opção de expansão adiciona mais valor do que a opção de fracionar, porém ela carrega um risco de perda do terreno para concorrentes e uma oscilação estocástica dos preços do terreno. Na situação proposta agora ao adquirir o terreno da primeira fase o comprador do terreno pagará também o valor de R\$2.000.000 para que tenha a opção de exclusividade na compra dos outros três terrenos pelo valor fixo de R\$ 5.700.000 cada, devendo comprar um por ano nos próximos três anos.

A primeira fase tem o valor de R\$ 3.939.023,21 (VPL). As demais fases têm $S =$ valor presente do fluxo de caixa da figura 7 desconsiderando o valor da construção, urbanização e terreno: R\$ 21.297.149,39 ($VPL + VP_{\text{construção}} + VP_{\text{urbanização}} + VP_{\text{terreno}}$); $X =$ o custo de construção e urbanização apresentados na figura 7: R\$ 13.376.610,00 acrescido do valor do terreno R\$5.700.000, totalizando R\$ 19.076.610,00; $t = 1, 2$ e 3 anos; $\sigma = 24,88\%$; $r_f = 9,7\%$ (1 ano), $10,79\%$ (2 anos), $11,8\%$ (3 anos) conforme anexo 1. Utilizou-se uma árvore binomial de 6 passos.

Os parâmetros calculados para a opção de 1 ano e a árvore do ativo são os mesmos do item anterior e a árvore do derivativo está a seguir:

0	1	2	3	4	5	6
4.574,77	6.228,16	8.274,74	10.710,58	13.502,38	16.619,49	20.097,12
	2.682,46	3.906,53	5.543,09	7.624,65	10.113,37	12.895,43
		1.255,71	2.010,73	3.152,81	4.803,34	7.017,71
			361,09	661,55	1.212,02	2.220,54
				0,00	0,00	0,00
					0,00	0,00
						0,00

Tabela 30: Árvore Binomial do Derivativo – Opção de 1 Ano (item 4.6.3)

Os parâmetros calculados para a opção de 2 anos e a árvore do ativo são os mesmos do item anterior e a árvore do derivativo está a seguir:

0	1	2	3	4	5	6
6.558,20	8.931,49	11.939,57	15.644,40	20.079,32	25.273,24	31.346,10
	3.713,68	5.381,59	7.651,59	10.632,49	14.367,12	18.755,27
		1.634,40	2.581,04	4.026,34	6.184,32	9.308,44
			411,88	722,21	1.266,37	2.220,54
				0,00	0,00	0,00
					0,00	0,00
						0,00

Tabela 31: Árvore Binomial do Derivativo – Opção de 2 Anos (item 4.6.3)

Os parâmetros calculados para a opção de 3 anos e a árvore do ativo são os mesmos do item anterior e a árvore do derivativo está a seguir:

0	1	2	3	4	5	6
8.416,22	11.419,33	15.273,89	20.120,34	26.093,41	33.343,20	42.123,09
	4.721,97	6.778,48	9.588,43	13.324,94	18.118,69	23.970,10
		2.022,05	3.142,74	4.847,73	7.410,06	11.201,64
			460,69	778,20	1.314,54	2.220,54
				0,00	0,00	0,00
					0,00	0,00
						0,00

Tabela 32: Árvore Binomial do Derivativo – Opção de 3 Anos (item 4.6.3)

A flexibilidade de expandir junto às opções de exclusividade deu ao projeto o valor de: R\$ 3.939.023,21 (fase 1) + R\$ 4.574.767,64 (fase 2) + R\$ 6.558.200,88 (fase 3) + R\$ 8.416.220,08 (fase 4) – 2.000.000 (exclusividade) = R\$ 21.488.211,81 que representa um incremento de R\$ 5.732.118,97 em relação ao projeto sem flexibilidade que teria valor de 4 vezes o valor da fase 1.

4.7. Opção de Conversão

Uma opção de conversão dá a seu detentor o direito de passar de um modo de operação para outro a um custo fixo.

Desenvolver empreendimentos imobiliários em regiões onde exista zoneamento misto pode ser considerado uma estratégia de *hedge*, pois permite a diversificação entre diferentes tipos de uso, o que pode diminuir o risco do investidor. Num mercado de incertezas, onde usos alternativos não são muito correlacionados, essa diversificação pode ser bastante valiosa. Se a demanda por unidades comerciais estiver fraca, não necessariamente a demanda por unidades residenciais também estará e vice-versa. Portanto, zoneamentos flexíveis que permitam a execução tanto de lojas, como de escritórios, como de hotéis, como de condomínios adicionam valor a terrenos nestas regiões.

Em centros urbanos, a mudança de usos menos intensos para mais intensos são freqüentemente encontrados, como por exemplo, a transformação de estacionamentos ou edifícios residenciais em edifícios comerciais, ou shoppings. A flexibilidade de re-desenvolver a propriedade numa diferente combinação de usos confere um valor econômico adicional.

Um exemplo bastante comum desta flexibilidade é o *retrofit* que é a reforma de imóveis antigos ou inadequados onde se muda o foco de utilização do imóvel visando a revalorização do bem. Seja um edifício de 100 apartamentos de 60 m² no centro da cidade do Rio de Janeiro. O proprietário do edifício tem uma receita anual de R\$ 1.728.000,00 com os aluguéis. A legislação do local permite que os apartamentos sejam reformados e transformados em salas comerciais. Estima-se que o aluguel de salas comerciais gere uma receita anual de R\$ 2.592.000,00 com uma volatilidade de 20%, além de ter uma menor inadimplência e uma menor taxa de vacância. A reforma está orçada em R\$ 7.000.000,00. Considerando um horizonte de 10 anos e um custo de capital de 11% quanto vale o edifício?

O edifício atualmente tem o valor igual ao valor presente de um fluxo de 10 anos com pagamentos anuais de R\$1.728.000,00 descontados a 11%, ou seja, R\$ 10.176.592,92. Com a opção de conversão o edifício passa a ter um outro

valor. Considera-se S como o valor presente de um fluxo de 10 anos com pagamentos anuais de R\$ 2.592.000,00 descontados a 11%, ou seja, R\$ 15.264.889,37. O preço do exercício é o custo da reforma R\$ 7.000.000,00; $t = 10$ anos; $\sigma = 20\%$; $r_f = 16,63\%$ (ver anexo 1). Utilizou-se uma árvore binomial de 6 passos.

Os parâmetros calculados para a opção as árvores do ativo e do derivativo estão a seguir:

$$u = e^{\sigma\sqrt{dt}} = 1,2946 \text{ e } d = e^{-\sigma\sqrt{dt}} = 0,7724$$

$$p = \frac{e^{r_f dt} - d}{u - d} = 1,0475$$

0	1	2	3	4	5	6
15.264,89	19.761,87	25.583,64	33.120,49	42.877,66	55.509,26	71.862,08
	11.791,24	15.264,89	19.761,87	25.583,64	33.120,49	42.877,66
		9.108,04	11.791,24	15.264,89	19.761,87	25.583,64
			7.035,43	9.108,04	11.791,24	15.264,89
				5.434,46	7.035,43	9.108,04
					4.197,80	5.434,46
						3.242,56

Tabela 33: Árvore Binomial do Ativo (item 4.7)

0	1	2	3	4	5	6
13.937,90	18.011,06	23.273,65	30.072,72	38.856,47	50.203,76	64.862,08
	10.040,44	12.954,90	16.714,10	21.562,46	27.814,99	35.877,66
		6.797,82	8.743,39	11.243,70	14.456,37	18.583,64
			3.992,31	5.088,88	6.485,74	8.264,89
				1.328,69	1.673,60	2.108,04
					0,00	0,00
						0,00

Tabela 34: Árvore Binomial do Derivativo (item 4.7)

0	1	2	3	4	5	6
Espera	Espera	Espera	Espera	Espera	Espera	Exerce
	Espera	Espera	Espera	Espera	Espera	Exerce
		Espera	Espera	Espera	Espera	Exerce
			Espera	Espera	Espera	Exerce
				Espera	Espera	Exerce
					Espera	Exerce
					Não Exerce	Não Exerce
						Não Exerce

Tabela 35: Árvore de Decisões (item 4.7)

O valor do edifício com a opção de conversão é de R\$ 13.937.903,00. Dessa forma a flexibilidade de poder alterar o uso adiciona o valor de R\$ 3.761.310,08 ao valor do edifício sem esta flexibilidade.