

4 Modelo e Metodologia

4.1. Análise determinística: fluxo de caixa descontado

A estimativa do fluxo de caixa do projeto buscou integrar as informações de empresas similares em diversas partes do mundo e a política brasileira para atração de investimentos em circuitos integrados, materializada na Lei 11.484, de 31/05/2007. A rápida evolução tecnológica do mercado e a indisponibilidade de informações detalhadas levaram a uma estimativa de dados para a análise determinística baseada em fontes informais. Entretanto, para que a estimativa do fluxo de caixa não fosse completamente descolada da realidade do mercado, optou-se por comparar os resultados finais de margem EBITDA ((LAJIR + Depreciação) / Receita Líquida) e margem líquida (Lucro Líquido / Receita Líquida) do projeto com margens de empresas similares no mercado de circuitos integrados.

Com vida útil de 20 anos, estimou-se uma planta média com capacidade de 150 mil *wafers* (discos de silício que contêm um certo número de chips) por ano. O preço médio desses *wafers* foi estimado em US\$ 3.500/unidade, sendo que a planta não inicia sua produção já com capacidade máxima. A planta projetada tem porte similar à planta da TSMC em Shanghai (Brown & Linden, 2008 p.19) e os preços projetados levam a empresa a um faturamento máximo de cerca de US\$ 500 milhões, similar a empresas que produzem sistemas de aplicação específica (ASIC – *application specific integrated circuit*) como Cypress e Lattice, segundo o Capital IQ (Base de dados da Standard & Poors).

Vale ressaltar que o preço estimado considera a oferta de produtos de aplicação específica com alto valor agregado, ou seja, a estimativa de preços leva em consideração não só a tecnologia empregada, mas também sua especificidade e adequação ao uso a que se pretende. Este posicionamento é importante para a diferenciação do produto e da receita da empresa, uma vez que é muito comum no mercado ouvir falar da “Lei de Moore”. Em 1965, Gordon Moore, fundador da

Intel, disse que o número de transistores em um chip dobraria a cada 2 anos. Como consequência prática, um mesmo chip reduziria seu preço à metade neste período. Hoje, o mercado entende que as empresas de circuitos integrados podem oferecer diversas funcionalidades em um mesmo produto (integração), agregar serviços e modificar sua oferta de valor; em uma estratégia conhecida como “More Than Moore” (Bailey & Huang, 2009; Gutierrez & Mendes, 2009)

Como no Brasil, hoje, não há atualmente fábricas com processos produtivos similares, considerou-se uma certa curva de aprendizagem refletida no percentual em uso da capacidade instalada. No 1º ano estimou-se que somente 20% da capacidade seria utilizada, no 2º ano, 40%, no 3º ano, 60% e, a partir do 4º ano, 80%.

O custo de produto vendido foi estimado em 50% do faturamento e as despesas, em US\$ 50 milhões por ano. Estimou-se, ainda, o pagamento de 2% do faturamento a título de *royalties*, considerando que, dada a pouca capacitação brasileira no setor, seria necessário adquirir tecnologia de processos e produtos para uma planta produtiva.

Os impostos sobre a receita e o lucro líquido foram estimados sob alíquota 0%, uma vez que o PADIS (Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Circuitos Integrados – Lei 11.484, de 31/05/2007) isenta de impostos federais empreendimentos deste tipo e alguns Estados já existem leis locais que também garantem isenção para os impostos estaduais. Incentivos fiscais como esses são comuns em países de todo o mundo com interesse na implantação ou manutenção da indústria de circuitos integrados.

Os dados descritos anteriormente levam a uma empresa de margem EBITDA de cerca de 36% e margem líquida de cerca de 26%, a partir do 5º ano de operação. Esses níveis de lucratividade são similares aos obtidos por empresas do segmento de circuitos de aplicação específica (SOC – *System on a Chip*) abertas no mercado de ações, como Texas Instruments, Analog Devices e National Semiconductors no ano de 2007. Comparou-se o ano de 2007 com o objetivo de expurgar efeitos da crise financeira que afetou o setor em 2008 e 2009, reduzindo faturamento e margens. As informações financeiras de tais empresas foram obtidas no Capital IQ (Base de dados da Standard & Poors).

Os investimentos foram estimados em US\$ 700 milhões, sendo cerca de 60% destinados a equipamentos e o restante destinado à construção civil e demais

investimentos. A planta fabril leva cerca de 3 anos para ser finalizada, desta forma, estimou-se a realização de 60% dos investimentos no 1º ano e os 40% remanescentes, no 2º ano. O valor total é adequado para plantas industriais que utilizem tecnologia madura e equipamentos reformados, uma prática comum no setor. Plantas fabris em construção pela Bosch e pela Soitec tiveram investimentos similares (Largest, 2010 e Kiang, 2008), entre US\$ 700 milhões e US\$ 800 milhões.

A rápida obsolescência tecnológica encontrada no setor originou a estimativa de investimentos de revitalização a cada 5 anos, no valor de 30% do investimento inicial. Esses investimentos de revitalização usualmente se destinam à aquisição de novos equipamentos.

Considerando que essa seria uma empresa brasileira, o fluxo de caixa foi estimado em moeda local. Utilizou-se taxa de câmbio constante de R\$ 1,80 /US\$ obtida no Boletim Focus do Banco Central do Brasil de 22/01/2010 (média prevista para o ano de 2010).

Como o endividamento é uma realidade no setor de circuitos integrados e diversos países oferecerem financiamento subsidiado para projetos como esse, optou-se por analisá-lo com uma estrutura de 60% de capital próprio e 40% de dívida. Este nível de endividamento seria possível caso o projeto fosse submetido ao BNDES. O custo da dívida foi estimado segundo as taxas atualmente praticadas no BNDES em 4,5% ao ano. Associada ao financiamento, uma das garantias necessárias seria a cessão de recebíveis, com a formação de uma conta reserva, estimada em 50% dos juros anuais. A carência foi estimada em 2 anos e a amortização, em 10 anos.

A tabela 2 a seguir apresenta um resumo das premissas adotadas.

Tabela 2 – Resumo das premissas adotadas

Geral	
Vida útil do projeto	20 anos
Capacidade instalada	150 mil wafers/ano
Faturamento	
Preço unitário wafer	US\$ 3.500/wafer
Utilização de capacidade	20% no 1º ano 40% no 2º ano 60% no 3º ano 80% do 4º ano em diante
Acréscimo fluxo de caixa expansão	50%
Despesas	
Custo variável (custo de produto vendido)	50% do faturamento
Royalties aquisição de tecnologia	2% do faturamento
Despesas gerais e administrativas	US\$ 50 milhões/ano
Alíquota de PIS, Cofins, Imposto de Renda e Contribuição Social	0%
Depreciação	10 anos
Investimento	
Investimento total	US\$ 700 milhões
Investimento de revitalização	30% do investimento inicial
Prazo de revitalização	a cada 5 anos
Investimento expansão	50% do investimento inicial
Câmbio	
Taxa de Câmbio	R\$ 1,80/US\$
Financiamento	
Amortização	10 anos
Carência principal	2 anos
Sistema de amortização	Sistema de amortização constante
Conta reserva	50% dos juros anuais
Custo	4,5% ao ano
Estrutura de capital	
Capital Próprio	60%
Capital de Terceiros	40%

Vale ressaltar, ainda, que o fluxo de caixa foi estimado em termos reais, sem previsão de inflação. A seguinte estrutura foi utilizada na obtenção do fluxo de caixa (tabela 3):

Tabela 3 – Estrutura do Fluxo de Caixa

Estrutura do Fluxo de Caixa	
(+)	Produção (mil wafers)
(x)	Preço (US\$/wafer)
(=) Receita Bruta	
(-)	PIS/COFINS
(=) Receita Líquida	
(-)	Royalties tecnologia
(-)	Custo de Produto Vendido
(-)	Despesas Gerais, Comerciais e Administrativas
(-)	Depreciação
(=) LAJIR	
(-)	Serviço da Dívida (juros + amortização)
(=) LAIR	
(-)	IR e CSSL
(=) Lucro Líquido	
Cálculo do Fluxo de Caixa	
(+)	Lucro Líquido
(-)	Amortização
(+)	Depreciação
(-)	Variação Conta Reserva
(-)	Variação Capital de Giro
(+) Fluxo de Caixa Livre	

4.1.1. Taxa de desconto

O custo de capital próprio foi estimado utilizando o CAPM (*Capital Asset Pricing Model*). As tabelas 4 e 5 a seguir detalham a metodologia utilizada na obtenção da taxa livre de risco e do custo de capital próprio aplicados ao projeto.

Tabela 4 – Cálculo da taxa livre de risco

Taxa Livre de Risco		Comentário
(+) Tx livre de risco EUA	4,5%	30 year US bond yield em 09/02/2010. Fonte: Bloomberg
(+) Risco País	1,3%	Yield Brasil Global 2041 emitido em 07/10/2009 [5,8%] (-) 30 year US bond yield [4,5%] Fonte: Tesouro Brasileiro
(=) Tx livre de risco nominal	5,8%	
(/) Inflação projetada nos EUA	2,0%	Yield para títulos americanos de 30 anos indexados à inflação em 09/02/2010 Fonte: Bloomberg
(=) Tx livre de risco real	3,7%	

Tabela 5 – Cálculo do custo de capital próprio

Custo de Capital Próprio		Comentário
(+) Prêmio de risco do mercado de ações EUA	3,2%	Diferença entre o S&P1000 dos ultimos 10 anos [6,5%] e o Bônus do Tesouro Americano de 10 anos [3,3%] Fonte: Standard&Poors e Bloomberg
(x) beta desalavancado	0,98	Análise por Damodaran em 11/09/2009 para o setor de circuitos integrados Fonte: http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/
(=) Prêmio de risco do mercado de circuitos integrados	3,2%	
(+) Tx livre de risco nominal	5,8%	
(+) Risco País	1,3%	
(=) Custo de capital próprio nominal	10,3%	
(/) Inflação projetada nos EUA	2,0%	
(=) Custo de capital próprio real	8,1%	

O fluxo de caixa livre do acionista por 20 anos, descontado pelo custo de capital próprio descrito anteriormente, foi de R\$ 1.631 milhões. O valor presente dos investimentos, por sua vez, foi de R\$ 1.427 milhões, restando como valor presente líquido do projeto, sem incertezas R\$ 204 milhões.

O fluxo de caixa determinístico é apresentado no anexo 1.

4.2.

Modelagem das incertezas: cálculo da volatilidade

A modelagem tradicional de opções reais, segundo Copeland & Antikarov (2003, cap.9), prevê que, com base no fluxo de caixa determinístico, sejam escolhidas uma ou mais variáveis a serem modeladas como incertezas. Comumente, essas variáveis são preços, demanda, custos, despesas e outros.

Em um *start-up* de circuitos integrados no Brasil, as incertezas parecem ser muito mais amplas. É muito difícil identificar possíveis séries históricas de preços de circuitos integrados, capacidade operacional, demanda de mercado, investimento total ou até desenvolvimento de capacitação técnica. Assim, com base na prova de Samuelson mencionada anteriormente, o próprio fluxo de caixa do projeto foi estabelecido como o ativo-objeto.

Como o projeto é uma empresa hoje inexistente, pode-se considerar que a volatilidade do ativo-objeto (fluxos de caixa futuros do *start-up*) é comparável à volatilidade do valor de uma base de empresas similares. Em outras palavras, o valor de uma empresa *start-up* de circuitos integrados no Brasil é dado pelo valor presente de seus fluxos de caixa futuros (ativo-objeto), e a sua volatilidade pode ser estimada com base no desvio padrão do retorno do valor de empresas do mesmo setor. A partir dessa premissa, este trabalho estimou a volatilidade com base em dados históricos de empresas de circuitos integrados com ações negociadas no mercado acionário dos Estados Unidos. A taxa de retorno das empresas foi calculada com base na variação diária do seu valor total (*equity* + dívida).

A base de empresas abertas e operacionais deve levar ao cálculo de uma volatilidade setorial de empresas maduras, o que pode não ser completamente aderente a uma empresa nascente em um país sem histórico de indústria no setor.

Por outro lado, considerando que a indústria de circuitos integrados é global e um *start-up* deve ser viável se for competitivo mundialmente, entende-se que esta *proxy* deve ser adequada.

Os demonstrativos financeiros trimestrais e o valor diário das ações de 25 empresas do setor de circuitos integrados entre abril/2004 e março/2009 foram obtidos no Capital IQ (Base de dados da Standard & Poors). A relação de empresas consideradas é apresentada a seguir, na tabela 6.

Tabela 6 – Empresas utilizadas para o cálculo da volatilidade histórica

AMD	Altera	Analog Devices	Atmel
Broadcom	Chartered	Cypress	Fairchild
Freescale	IBM	Jazz/Tower Group	Lattice
LSI Logic	National	Nvidia	Sandisk
Semiconductor Manufacturing	Smart	Spansion	ST Microelectronics
Texas Instruments	Intel	Xilinx	Qualcomm

Para cada empresa, com base na informação diária de cotação da ação, obteve-se seu valor total da seguinte forma:

$$\text{Valor Empresa} = (\text{Valor Ação} \times \text{N}^{\circ} \text{ de Ações}) + \text{Dívida Total} \quad (10)$$

Vale ressaltar que as informações de número de ações e dívida total foram extraídas dos demonstrativos financeiros trimestrais e, como *proxy*, foram repetidas diariamente ao longo de cada respectivo trimestre.

Os valores diários de cada empresa foram ponderados formando um só indicador diário do valor médio de mercado das empresas consideradas na base. A volatilidade foi então estimada com base nesse indicador diário.

Ressalte-se que a análise dos dados diários das empresas demonstrou que havia certos dias em que pouquíssimas empresas haviam sido negociadas (2 a 5), o que distorcia o resultado final do indicador. Essas datas foram consideradas

outliers e então expurgadas. A figura 4 a seguir apresenta a evolução desse indicador diário ao longo do período analisado, excluindo-se os *outliers*.

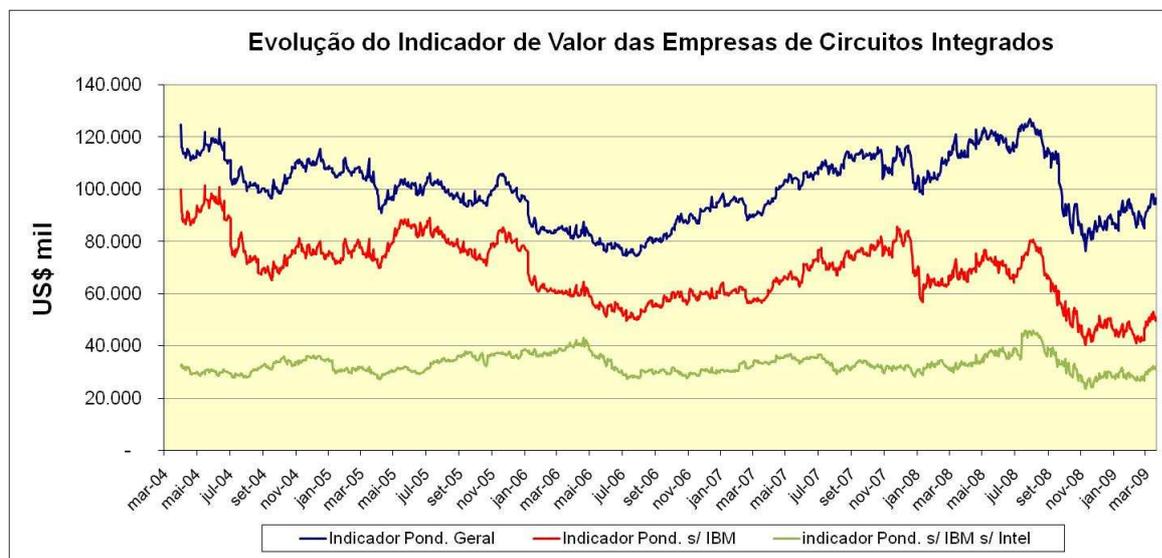


Figura 4 – Evolução do indicador de valor das empresas de circuitos integrados

A volatilidade da base inicial de empresas obtida com a metodologia descrita anteriormente foi de 26,4% a.a..

Observando a base de empresas, percebe-se que há dois casos a serem estudados com o objetivo de aproximar ao máximo a estimativa da volatilidade da realidade do ativo-objeto, os fluxos de caixa de uma empresa *start-up* em circuitos integrados. Primeiro, observa-se que a IBM é negociada na bolsa de valores como uma empresa completa, incluindo negócios em *software*, em serviços, em *hardware* e em circuitos integrados, dentre outros. Essa ampla gama de negócios faz com que a realidade da IBM esteja muito diferente do ativo-objeto. Enquanto a média ponderada dos valores das empresas foi de US\$ 97,5 bilhões, o valor médio da IBM no período foi de US\$ 167,9 bilhões. Excluindo-se a IBM da base de empresas, o valor médio das empresas passa a US\$ 66,9 bilhões e a volatilidade passa a 40,19%.

Observa-se, ainda, que, o valor da Intel também tem grande influência sobre a base, uma vez que é a maior empresa do setor. De fato, a Intel tem porte muito superior ao porte estimado para o projeto. O valor médio da Intel no período foi de US\$ 131,9 bilhões. Excluindo-se a IBM e a Intel da base de empresas, o valor

médio das empresas se reduziu a US\$ 32,4 bilhões e a volatilidade passou a 39,70%.

Vale ressaltar que não houve grande alteração da volatilidade estimada nos casos “com” e “sem” a Intel. Esse fato pode indicar que as ações do setor têm comportamento similar, independentemente do porte da empresa.

Considerando que há empresas de diversos portes e com modelos de negócio distintos nesta base, foram feitas análises de sensibilidade para grupos de empresas com modelos de negócios similares. A mesma análise foi feita dividindo a base de empresas entre empresas integradas, com plantas fabris, chamadas IDMs e *foundries*, e empresas que terceirizam a produção (*fabless*). Foram consideradas empresas *fabless*: Altera, Broadcom, Lattice, LSI, Nvidia, Qualcomm, Sandisk e Xilinx. As demais empresas foram consideradas integradas.

A volatilidade anual das empresas integradas, excluindo a IBM, foi de 48,65% e a volatilidade anual das empresas *fabless* foi de 40,63%. A maior volatilidade encontrada para empresas integradas pode estar relacionada ao maior custo de capital e à constante necessidade de investimento em evolução tecnológica características das empresas com plantas de produção interna.

Com base na volatilidade histórica, foram obtidos os demais parâmetros de evolução da árvore de eventos (fator de subida “*u*” e fator de descida “*d*”) conforme descrito em Hull (2000, p.215) e apresentado no Referencial Teórico. Ainda, seguindo a abordagem de probabilidades neutras a risco apresentada em Hull (2000, p.205), obtiveram-se as probabilidades *p* e *q*. A seguinte árvore de eventos foi estimada para o caso base de uma opção de espera por 2 anos (figura 5):

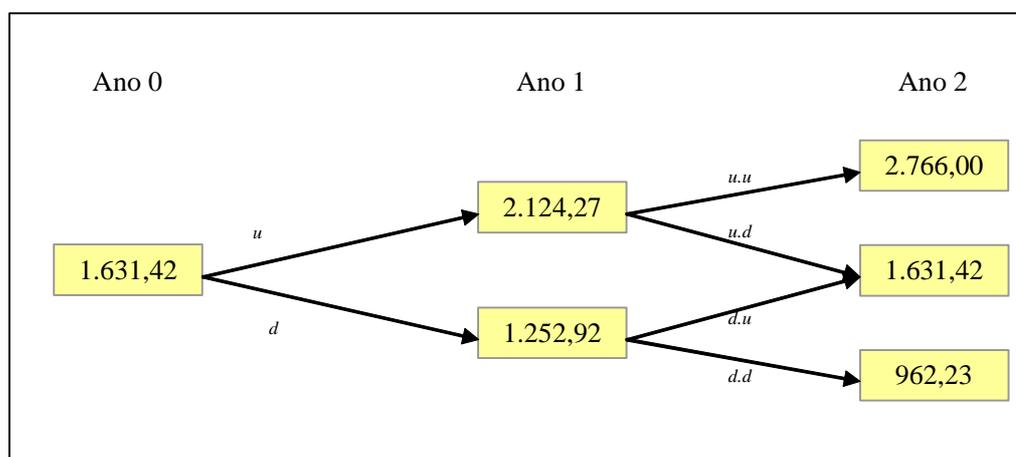


Figura 5 – Árvore de eventos: Modelo 1

4.3.

Modelo binomial e análise de opções reais

4.3.1.

Opções reais cabíveis

Em um projeto de investimento como esse, é possível modelar flexibilidades gerenciais relacionadas à realização ou não do investimento inicial. Em um *start-up*, o investimento pode não ser realizado, caso o valor dos fluxos de caixa do projeto seja inferior ao valor do investimento. Essa é uma opção de espera.

Nessa opção de espera, o investimento pode ser realizado em até 2 ou 3 anos. O prazo para a realização do projeto é estimado considerando o tempo necessário para construção e início das operações e a rápida evolução e obsolescência de bens eletrônicos, o que influencia diretamente a demanda por um circuito integrado. Em outras palavras, os produtos a serem fabricados nessa fábrica ficam obsoletos em até 4 ou 5 anos (2 ou 3 anos de espera + 2 anos para construção da planta fabril).

Nesse ponto, cabe ressaltar que usualmente a decisão da tecnologia de processos fabris de circuitos integrados só é realizada após o início da construção efetiva, quando os equipamentos são adquiridos e o processo é licenciado e implementado. Portanto, os produtos a serem fabricados nessa planta podem ser alterados até a aquisição dos equipamentos e do processo produtivo. Entretanto, para efeito de tomada de decisão de investimento, é necessário iniciar o planejamento escolhendo uma tecnologia e nichos de produtos específicos a serem fabricados.

É possível prever algum tipo de penalidade sobre a espera no investimento, uma vez que o setor de circuitos integrados apresenta produtos e tecnologias com ciclos de vida muito curtos (2 a 3 anos). Esse tipo de penalidade pode ser materializado através da deterioração de vendas, deterioração de preços, aumento em custos e despesas ou aumento na demanda por investimento. Uma terceira opção nesse projeto é a opção de expansão e evolução tecnológica no caso de realizar-se o investimento inicial. A alternativa de expansão e evolução tecnológica em uma planta de circuitos integrados é relativamente comum. Como

a produção é realizada em uma sala livre de impurezas (chamada sala limpa) e requer instalações sofisticadas, mas, por outro lado, o mercado apresenta incertezas diversas, é praxe realizar a construção civil com certo espaço para eventuais expansões de capacidade somente com investimento na aquisição de equipamentos. Essa prática é possível porque o processo produtivo é realizado em etapas e um mesmo equipamento pode ser utilizado diversas vezes, dependendo do circuito integrado a ser fabricado.

Os equipamentos, por sua vez, podem ter capacidade para produzir utilizando duas gerações tecnológicas, demandando investimentos em ajustes e substituição de algumas etapas de produção. Assim, a opção de expansão de capacidade e investimentos em equipamentos também considera que a planta poderá produzir em uma nova geração tecnológica.

Esse trabalho optou por modelar somente uma opção de espera e uma opção de expansão, que parecem ter maior influência sobre a decisão de realizar o investimento inicial.

Adicionalmente, ao longo do da implantação do plano de negócios e construção da fábrica, também é possível identificar: i) opção de abandono em caso de deterioração de indicadores de mercado; ii) opção de realizar o investimento em fases dependendo do plano de negócios, como, por exemplo, iniciar a venda de produtos próprios com a fabricação terceirizada mesmo antes de ter a planta fabril em funcionamento; e iii) opção de alterar o plano de negócios da empresa, incluindo o modelo de negócios, portfólio de produtos, estrutura de custos e preços.

4.3.2.

Modelo 1: caso base opção de espera

No primeiro modelo do caso em estudo, estimou-se uma opção de espera, na qual o investimento poderá ser realizado em até 2 anos caso o valor dos fluxos de caixa do projeto sejam superiores ao valor presente dos investimentos. Dessa forma, optou-se por fixar o prazo de espera para acompanhamento da evolução do mercado em até 2 anos. O prazo para a realização do projeto é estimado considerando o tempo necessário para construção e início das operações. Em

outras palavras, os produtos a serem fabricados nessa planta ficam obsoletos em até 4 anos (2 anos de espera + 2 anos para construção da planta fabril).

Cabe ressaltar que a opção de espera modelada não considerou qualquer penalidade sobre a espera no investimento. Ou seja, considerou que o plano de negócios poderia ter iniciado implementação sem perdas ao longo de 2 anos. Também não se estimou a distribuição de dividendos ao longo do período de espera, o que levou a decisão de exercício sempre para o fim do período de espera.

Utilizando o DPL7, um software para análise de árvores de decisão, construiu-se a árvore de decisão para o modelo proposto. É importante ressaltar que, como este software não trata fluxos de caixa em tempos futuros, todos os valores já foram inseridos descontados ao tempo presente pela taxa livre de risco, seguindo a abordagem de probabilidades neutras a risco, descrita anteriormente. A figura 6 apresenta a regra de decisão aplicada nesse modelo.

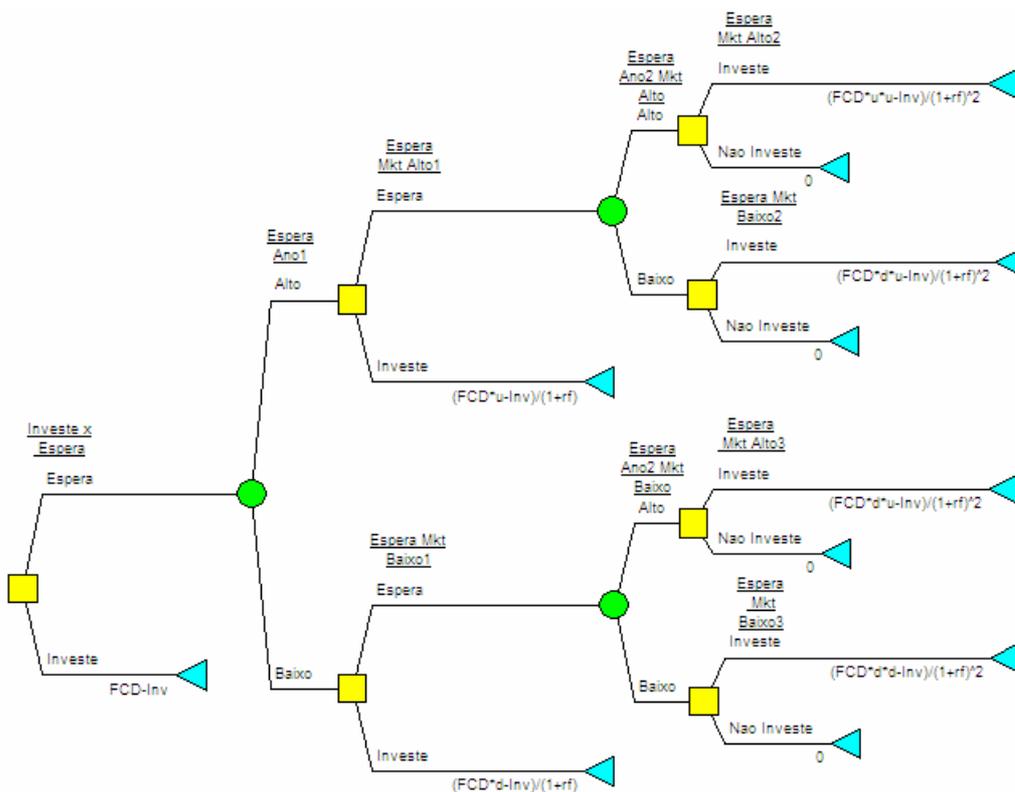


Figura 6 – Modelagem opção de espera

Ao final do ano 2, a árvore de eventos incorporou a seguinte regra de decisão e deu origem à árvore apresentada em seguida:

$$MAX[Valor\ do\ Ativo\ Objeto - Investimento; 0] \tag{11}$$

A figura 7 apresenta a árvore de decisão construída com o DPL7 para o modelo 1.

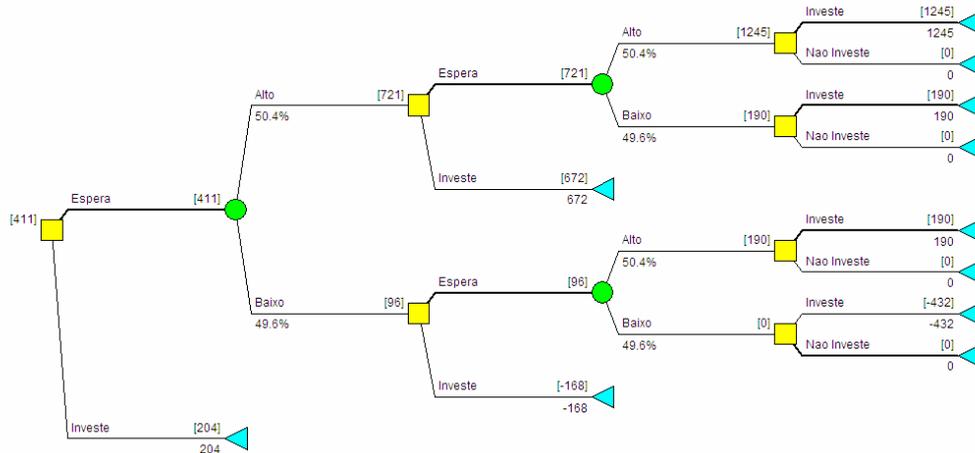


Figura 7 – Árvore de decisão: Modelo 1

No final do ano 1, os valores obtidos pelas decisões de “investir” ou “não investir” no final do ano 2 foram comparadas com o valor de realizar o investimento naquele ano, permanecendo o maior. No fim do ano 0, o mesmo critério foi utilizado com os valores das opções de espera no final do ano 1.

Nesse modelo, o valor presente líquido do projeto expandido é dado pela seguinte equação:

$$VPL_{expandido} = Fluxo\ de\ Caixa\ Descontado - Investimento + Opção\ Espera \tag{12}$$

4.3.3.

Modelo 2: caso base opção de espera mensal

No segundo modelo, a mesma opção de espera foi calculada considerando intervalos de decisão mensais. Utilizou-se a volatilidade mensal, calculada conforme apresentado em Hull (2000, p.242), através da equação (9); e a taxa livre de risco mensal, calculada a partir da taxa equivalente anual.

Os mesmos critérios de decisão e cálculo do modelo 1 foram utilizados no modelo 2.

4.3.4.

Modelo 3: caso base com opção de expansão

No terceiro modelo, com base no modelo 1, inseriu-se uma opção de expansão e evolução tecnológica no caso de realizar-se o investimento inicial, podendo ser exercida em até 2 anos adicionais. Para os casos em que a opção de investimento foi exercida, criou-se a opção de expansão e até 2 anos, totalizando um período de 4 anos com opções válidas.

Nesse modelo, estimou-se haver espaço para expansão de capacidade de 50% da produção, gerando fluxo de caixa 50% maior e demandando investimentos de 50% do investimento inicial (US\$ 350 milhões). Neste modelo, considerou-se, ainda, que o investimento cíclico estimado para a revitalização da fábrica (a cada 5 anos) permanecerá em 30% do investimento inicial, sem alteração em relação aos modelos anteriores.

Assim, a árvore de eventos foi expandida para os anos 3 e 4, conforme figura 8 apresentada a seguir:

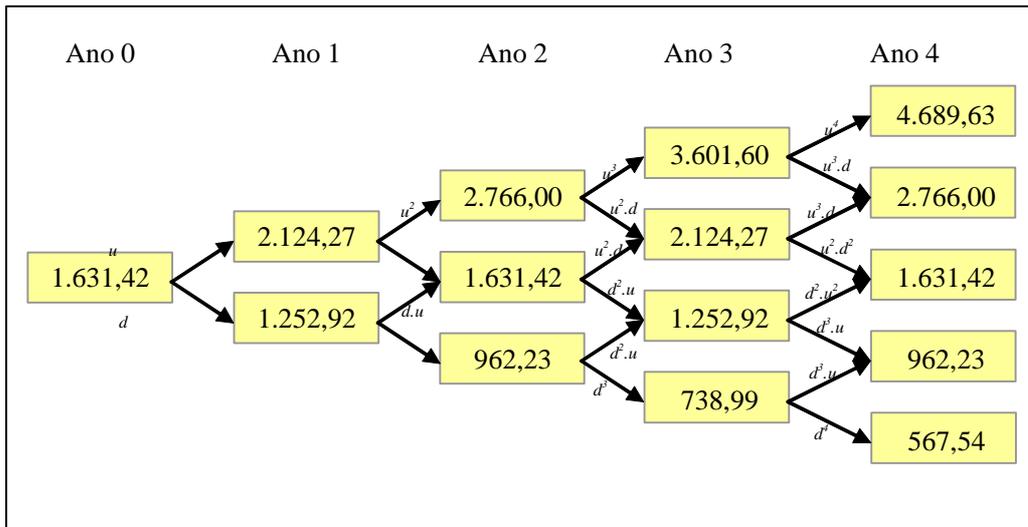


Figura 8 – Árvore de eventos: Modelo 3

O valor da expansão, V_{exp} , é dado pela seguinte equação:

$$V_{exp} = \text{Expansão} \% \times \text{Valor do Ativo Objeto} - \text{Investimento Expansão} \quad (13)$$

A modelagem da opção de espera associada à opção de expansão é apresentada nas figuras 9, 10 e 11.

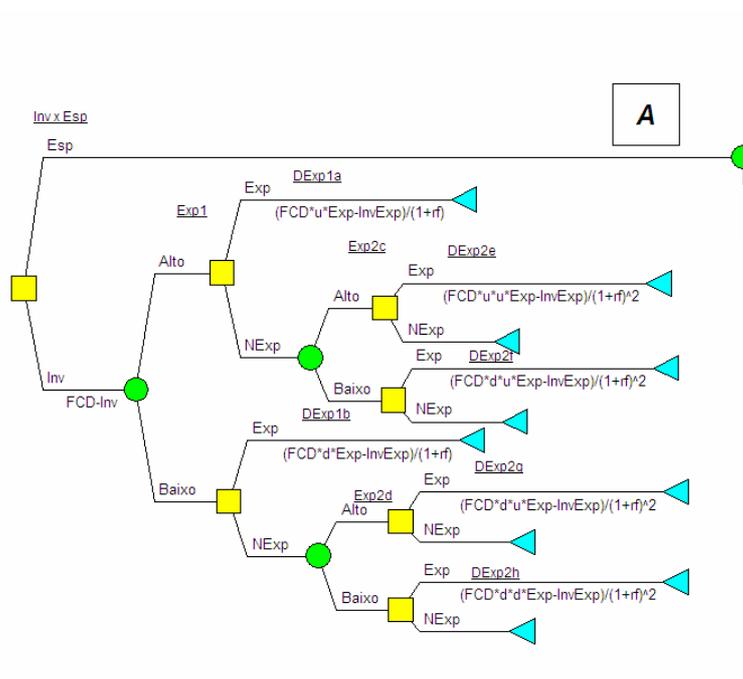


Figura 9 – Modelagem da opção de espera associada à opção de expansão. Parte A.

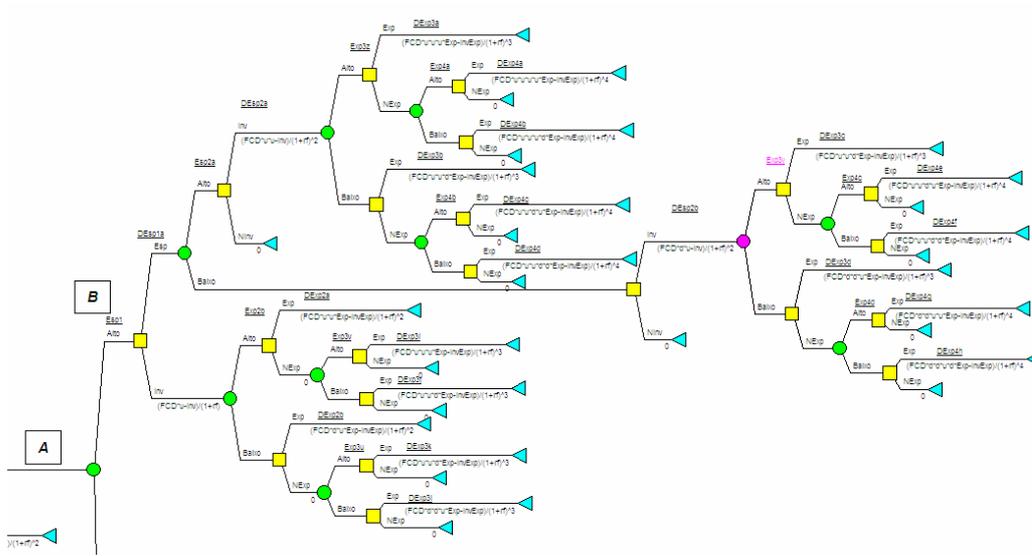


Figura 10 – Modelagem da opção de espera associada à opção de expansão. Parte B.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0813078/CA

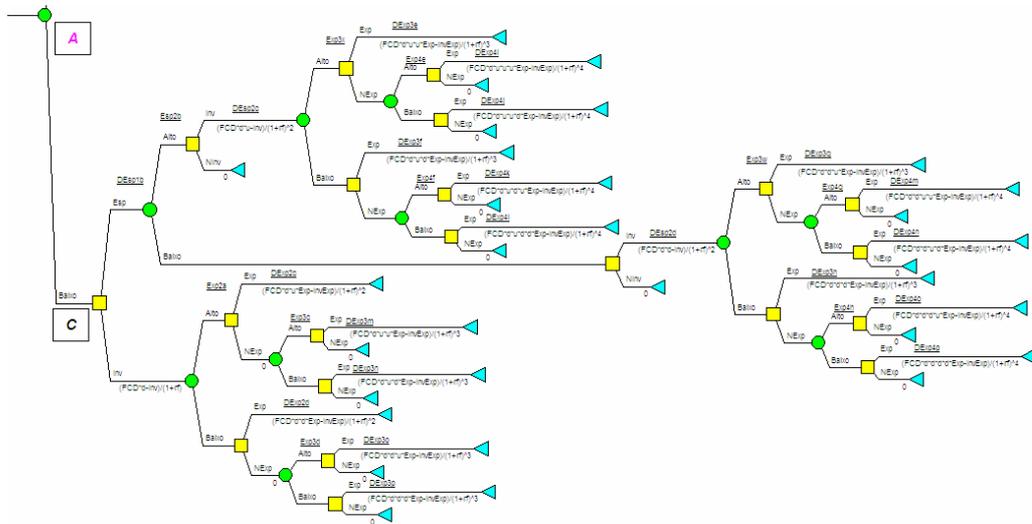


Figura 11 – Modelagem da opção de espera associada à opção de expansão. Parte C.

Nos últimos 2 anos (3 e 4), aplicou-se, então, a seguinte regra de decisão:

$$MAX[(Valor\ do\ Ativo\ Objeto \times (Expansão\ \%)) - Investimento\ Expansão; 0] \tag{14}$$

A seguinte árvore de decisão foi obtida até o ano 3 (figura 12). A árvore completa é apresentada no anexo 2. Como nos modelos anteriores, utilizou-se o DPL7 com fluxos de caixa já em valor presente como ferramenta para construção da árvore de decisão e obtenção do valor das opções.

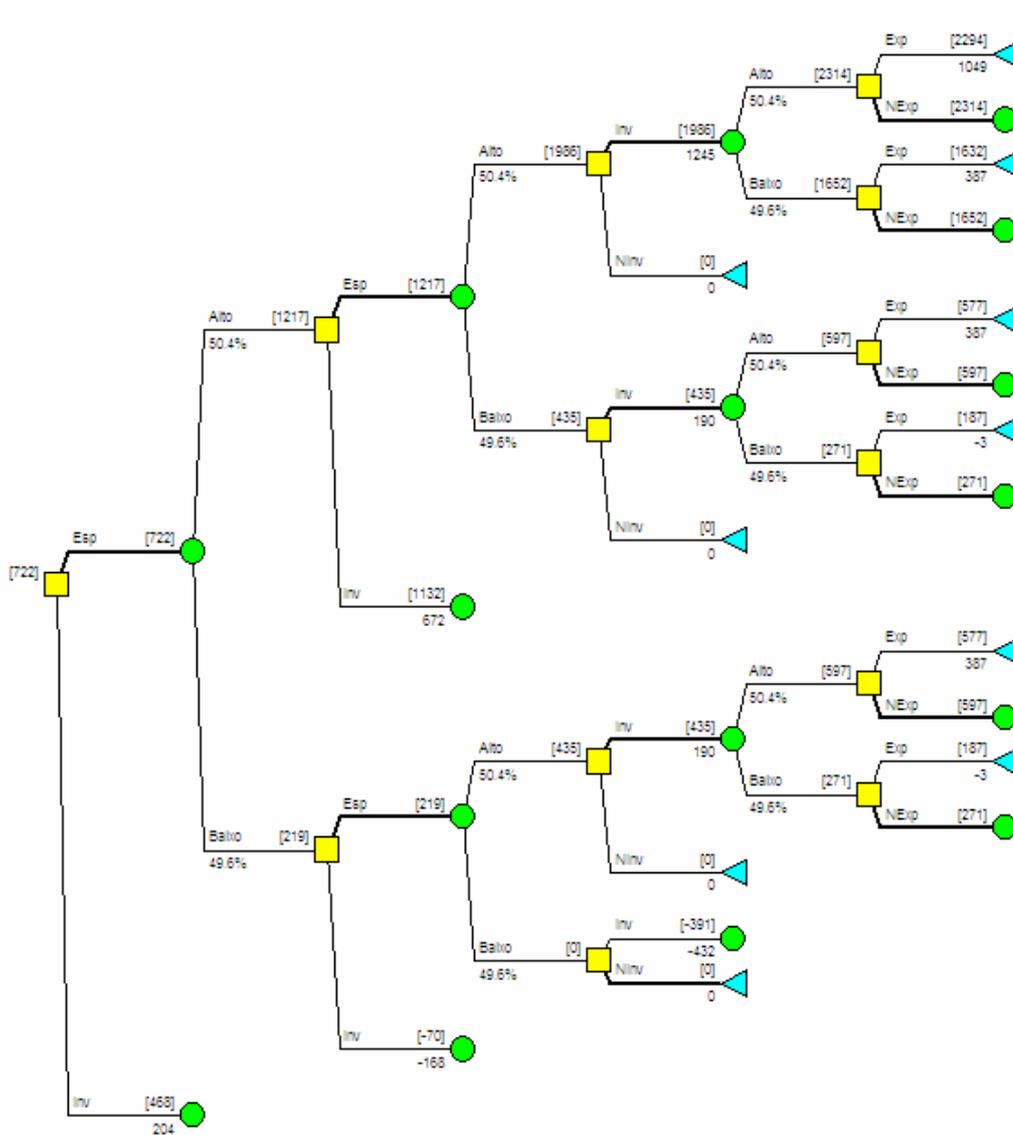


Figura 12 – Árvore de decisão: Modelo 3

No final do ano 3, os valores obtidos pelas decisões de “expandir” ou “não expandir” no final do ano 4 foram descontadas e comparadas com o valor de realizar a expansão naquele ano, permanecendo o maior.

No fim do ano 2, os valores obtidos pelas decisões expansão ao final do ano 3 foram descontados e comparados com o valor de realizar o investimento (inicial) naquele ano, permanecendo o maior. No final do ano 1, os valores obtidos pelas decisões de “investir” ou “não investir” no final do ano 2 foram descontadas e comparadas com o valor de realizar o investimento naquele ano, permanecendo o maior. No fim do ano 0, o mesmo critério foi utilizado com os valores das opções de espera no final do ano 1.

Neste modelo, o valor presente líquido do projeto expandido é dado pela seguinte equação:

$$VPL_{\text{expandido}} = \text{Fluxo de Caixa Descontado} - \text{Investimento} + \text{Opção Espera} + \text{Opção Expansão} \quad (15)$$

O capítulo 5 a seguir apresenta os resultados.