

Precificação de terras de propriedades rurais em Cascavel - PR: uma análise das opções reais

*Julcemar Bruno Zilli**
*Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros***
*Nádia Mar Bogoni****

Resumo

A valorização das propriedades rurais tem sido discutida em várias frentes de estudo que tentam identificar o comportamento do preço das terras e, concomitantemente, tentam explicar a valorização identificada em algumas regiões do Brasil. Entretanto, questionam-se as possíveis explicações sobre a constante valorização da terra. Para tanto, buscou-se mensurar o valor da terra das propriedades rurais na região de Cascavel - PR utilizando a teoria das opções reais. A incerteza relacionada ao comportamento do valor presente foi mapeada pela opção de postergar a comercialização da propriedade por meio da teoria das opções reais. Com a utilização dos modelos de Cox, Ross e Rubinstein (1979), obtiveram-se informações de que a terra poderia valer R\$ 17.121,22/ha, 50,70% superior ao valor captado pelo FGV (2009). Quando se compara aos valores declarados pelos produtores (R\$ 14.000,00/ha), encontram-se 22,29% inferiores aos praticados na região.

Palavras-chave: Investimentos. Opções reais. Terras. Valoração. VPL.

* Economista, mestre em Economia Aplicada (ESALQ/USP), Doutor em Economia Aplicada (ESALQ/USP), professor da Universidade de Passo Fundo.

** Engenheiro Agrônomo (ESALQ/USP), Ph.D. North Caroline, professor ESALQ/USP.

*** Economista, mestra em contabilidade pela FURB, professora da Faculdade de Ciências Econômicas, Administrativas e Contábeis da Universidade de Passo Fundo.

Introdução

Este estudo trata da questão de atribuir valor ao patrimônio rural, particularmente à terra. Esse ativo exerceu substancial atração sobre investidores que viam possibilidades de retorno na atividade agropecuária, mas também de agentes econômicos preocupados com a proteção de seus recursos financeiros diante das altas taxas de inflação vigentes no país durante grande parte do século XX.

Em anos recentes, o tema vem despertando a atenção de um público mais amplo de investidores, inclusive estrangeiros, que veem oportunidades expressivas de retorno financeiro. Parte desse interesse decorre da estabilização econômica verificada no Brasil a partir de meados dos anos 1990, associada a um potencial de crescimento e desenvolvimento que, embora ainda não desfrutado em sua plenitude, credencia-o como uma das nações com melhores oportunidades de negócios na economia globalizada. Indicação disso são os volumes de investimentos diretos recebidos de estrangeiros. Especificamente, os investimentos na agropecuária têm como fundamentos a forte e crescente demanda¹ mundial por alimentos, fibras e biocombustíveis.

Além dos alimentos, prevê-se forte demanda por biocombustíveis à medida que a necessidade de energia limpa se torna permanente. Nesse sentido, a produção de biocombustíveis – etanol ou biodiesel – tem se tornando uma excelente oportunidade para os países se inserirem no mercado mundial. Entre os quais o Brasil, que se tem revelado um importante e competente produtor de combustíveis alternativos.

Há, pois, perspectivas estimulantes para a agropecuária mundial. Entretanto, são poucos os países que possuem condições de aumentar a área de produção, ou seja, possuem terras disponíveis para a produção. Essa expansão da área, na maioria dos casos, se dá somente mediante investimentos em infraestrutura, em logística (transporte, processamento e armazenamento) e em energia. A alternativa ou complemento para incrementar a produção agropecuária está na melhoria da produtividade obtida com investimentos em pesquisa e desenvolvimento. A terceira via, evidentemente, são os investimentos em ambas as alternativas.

Nesse sentido, o Brasil surge como um dos principais países com potencial para ampliar sua produção agropecuária, principalmente por meio do aumento na área agricultável e da produtividade, mediante investimentos já mencionados. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008) mostram que o país possui cerca de 106 milhões de hectares de terra que podem ser aproveitados para a produção de alimentos. A África também se destaca por seus recursos naturais, porém deixa a desejar pela deficiência tecnológica e também de recursos humanos e de organização social e política.

Todas essas oportunidades impulsionam a procura por terras rurais e, com isso, o mercado fundiário no Brasil tem passado por uma fase de expansão de negócios. O aumento da demanda gera, evidentemente, aumento nos preços das terras rurais. Em várias regiões chega a haver indexação do valor da terra ao preço das *commodities* produzidas, explicitando a vinculação da rentabilidade da terra ao comportamento dos preços agropecuários.

Sabe-se que o valor da terra pode ser estimado por meio da soma dos benefícios líquidos futuros esperados (ou arrendamentos futuros esperados) gerados pela terra ao longo do tempo e descontados a uma taxa representativa do custo de oportunidade do capital (taxa de juros). Entretanto, tal forma de mensurar o valor da terra das propriedades rurais não leva em consideração a existência da flexibilidade proveniente das incertezas, ou seja, de novas informações sobre o comportamento dos preços, da produtividade, dos custos, do clima, entre outros fatores, que possam aparecer após o início do processo de tomada de decisão, possibilitando a realização de adaptações ou revisões no projeto. Segundo Carvalho (2003), a flexibilidade na avaliação dos projetos pode ampliar as possibilidades de atingir melhores resultados.

No presente artigo questionam-se os preços exigidos pelos produtores por suas terras consideram o valor da flexibilidade proveniente das incertezas. Além disso, será que as incertezas poderiam explicar os atuais valores da terra na região de Cascavel - PR?

Assim, o objetivo geral é mensurar o valor da terra das propriedades rurais na região de Cascavel - PR. Especificamente, no processo de aplicação do método avaliação, este estudo visa: (a) ao modelo de opções reais obter subsídios para o processo de compra e venda das propriedades rurais; (b) encontrar e simular o valor presente da propriedade padrão analisada; (c) encontrar o valor da propriedade rural na região de Cascavel - PR, considerando as incertezas; (d) comparar o valor da terra obtido pela teoria das opções reais com o declarado pelos produtores da região.

Referencial teórico

O preço das terras rurais e seus determinantes

As alterações verificadas na agropecuária - e no agronegócio brasileiro como um todo - nos últimos anos resultaram em mudanças significativas na perspectiva de valorização das terras em muitas regiões do Brasil.

Entre 2004 e 2007 verificou-se uma valorização real média anual das terras no Brasil de 5,22%, sendo que as regiões Sudeste e Centro-Oeste apresentaram valorização

média anual superior à verificada no cenário nacional: 7,37% e 5,23%, respectivamente (FNP, 2008).

O comportamento dos preços reais das terras para lavoura em diferentes estados e para o Brasil entre dezembro de 1979 e junho de 2008 mostra que ocorreram oscilações importantes nos preços reais das terras em vários períodos entre 1986 e 1993. A explicação para esse comportamento pode estar relacionada aos períodos de inflação elevada, que deteriorava o valor da moeda. Nesse sentido, os poupadores, para evitar a perda de capital, aplicavam seus recursos em ativos físicos, entre os quais as terras, que eram vistas como capazes de preservar o valor do capital. Já, a partir de 2002 até os dias atuais, verifica-se significativa valorização das terras. Entre os estados com os maiores preços estão São Paulo, Paraná e Santa Catarina.

A valorização percebida nessas regiões, segundo dados da FGV (2009), deve ter ocorrido, principalmente, pelo crescimento da demanda pela produção agropecuária. Do ponto de vista da teoria microeconômica, a demanda por terra é derivada da demanda primária (de produtos), assim como o são as demandas por insumos e bens de capital e mão de obra. À medida que a procura por produtos agropecuários se expande, crescem também as demandas derivadas com consequentes tendências de elevação nos preços de todos os fatores de produção – definidos como terra, insumos, bens de capital e mão de obra (cuja remuneração é o salário). Cada um desses está disponível de acordo com sua respectiva curva de oferta.

Espera-se que os seus preços se elevem em relação inversa às elasticidades das curvas de oferta. Se a terra for o fator de oferta menos elástica, seu preço vai ser o que sobe mais acentuadamente. Como consequência, os produtores alterarão a proporção de uso dos fatores, procurando economizar terra em troca de mais insumos (fertilizantes, por exemplo), tidos como seus substitutos. As ofertas de fatores não são estáticas, e tendem a se alterar ao longo do tempo.

A oferta de terra pode ficar menos elástica à medida que se esgotam as terras mais acessíveis – bem localizadas, servidas por meios de transporte etc. O acirramento dos controles ambientais, em especial a contenção do desmatamento, tende a tornar a oferta de terra menos elástica. Tampouco são estáticas as ofertas dos demais fatores. Os fertilizantes tendem a ficar mais caros (oferta desloca-se para cima) se a demanda por petróleo aumenta ou se sua oferta se reduz. Bens de capital – como máquinas e equipamentos – tendem a ser complementares à terra no processo produtivo; uma queda em seus preços incentiva o uso de maiores extensões de terra.²

Além da valorização das terras agrícolas, observa-se aumento do valor do arrendamento agrícola. Segundo dados da Fundação Getúlio Vargas (2009), a taxa média de crescimento do preço nominal da terra no Brasil entre 1994 e 2008 esteve próxima a

12,30% a.a., frente a uma elevação de 8,76% a.a. na renda agrícola.³ Entretanto, pode-se verificar que, em valores reais, o valor do arrendamento tem apresentado queda de 0,12% a.a frente a um aumento de 3,17% a.a para o preço da terra. Isso comprova que, mesmo em períodos de inflação, a terra mantém seu valor elevado e, com isso, é um excelente investimento em períodos que apresentam pressões inflacionárias. Dito de outra forma, verifica-se que em 1994 para cada real de arrendamento tinha-se R\$ 11,06 referentes ao preço da terra agrícola. Já em 2008 essa relação aumentou para R\$ 17,40, representando uma elevação de 57,32% nos preços relativos.

O Paraná apresentou crescimento nominal inferior aos valores do Brasil, principalmente, no valor de venda das terras. Assim, percebe-se que o valor das terras cresceu 8,87% a.a frente aos 12,36% a.a de crescimento brasileiro. Entretanto, os preços de arrendamentos na região de Cascavel - PR são superiores aos preços observados no Brasil. O crescimento real do valor das terras na região foi de 0,98% a.a, enquanto o país cresceu mais de 3% a.a.

Essa evolução do preço das propriedades ajuda a explicar o delineamento da região de análise, pois é uma localidade com constantes valorizações ao longo do tempo, além de ter potencial significativo na produção de soja e milho.

Análise de opções reais

No atual ambiente econômico, onde decisões gerenciais devem ser tomadas em um curto espaço de tempo e um erro pode afetar empresas até em diferentes países, os gestores devem utilizar o maior número possível de informações no processo de tomada de decisões.

Nesse sentido, Santos e Pamplona (2003) afirmam que, apesar do amplo uso de técnicas tradicionais de orçamento de capital, críticas têm surgido contra o uso estático das mesmas na tomada de decisão. A crítica está no fato de que essas técnicas são baseadas somente no retorno financeiro. Essas usam apenas fatores tangíveis e não levam em consideração os fatores intangíveis, tais como vantagem competitiva, novas informações e oportunidades e as incertezas quanto ao futuro do projeto em análise.

A incerteza requer que os gestores se tornem muito mais sofisticados na forma como avaliam e quantificam o risco. É importante que compreendam melhor as opções que suas companhias possuem ou são capazes de criar. As opções criam flexibilidade, e, conforme ressaltam Dixit e Pindyck (1994), num mundo de incertezas, a habilidade de se avaliar e usar as flexibilidades gerenciais nos processos de tomada de decisão é criticada, pois muitas vezes essas não são levadas em consideração, a não ser por meio da taxa de juros adotada na análise.

Para Minardi (2004), a possibilidade de se rever a estratégia inicial e alterar o plano de investimento de acordo com as novas condições econômicas é denominada de “flexibilidade gerencial”, que consiste em uma possibilidade, mas não na obrigação de alterar um projeto em diferentes etapas de sua vida útil.

Assim, de forma a incorporar essas opções na avaliação de um investimento, deve-se utilizar como ferramenta o modelo de opções reais, com o propósito específico de capturar o valor de opções implícitas e possibilidades gerenciais factíveis.

O conceito de opções reais é bastante parecido com o das opções financeiras, pois se trata de exercer ou não direitos futuros sobre investimentos realizados em ativos reais, não em papéis, que podem ser negociados livremente no mercado financeiro. Assim, opção real é o direito, mas não a obrigação de empreender uma ação (diferir, expandir, contrair, postergar ou abandonar) a um custo predeterminado que se denomina de preço de exercício, durante a vida da opção.

Dessa forma, são semelhantes às opções financeiras, ao ponto de serem afetadas pelas mesmas variáveis: 1) valor do ativo-objeto (S); 2) preço de exercício (X); 3) volatilidade (σ); 4) período de maturidade (T) e 5) taxa de juros (r).

Vale fazer uma analogia entre as opções reais e financeiras para identificar como são formadas as cinco variáveis que interferem no valor da opção. Luerhman (1998) apresentou uma análise comparativa que justifica a utilização de “opções reais” para avaliação de investimentos:

uma empresa que possui uma oportunidade de investimento irreversível tem a opção de adiar o investimento (opção de postergar). Ela possui o direito, mas não a obrigação, de comprar um ativo (o projeto) no futuro, a um preço de exercício (investimento inicial). Quando a empresa investe, ela exerce a opção e paga um custo de oportunidade igual ao valor investido. O exercício da opção (investimento) é irreversível, mas a empresa tem sempre a possibilidade de postergar o investimento, até que as condições do mercado tornem-se mais favoráveis e para que se possa obter mais informações a respeito do projeto e dos fatores que o influenciam, diminuindo assim, algumas incertezas.

Além dessas variáveis, Copeland e Antikaro (2001) apontam a existência de uma sexta variável, os dividendos, que podem ser pagos pelo ativo-objeto: as saídas ou entradas de caixa ao longo de sua vida.

Dessa forma, um projeto de investimento pode ser visto como um conjunto de opções reais. Entre essas podem ser citadas as de adiar o investimento, cancelar novas etapas do investimento, alterar a escala de produção (expandir, contrair, fechar temporariamente, reiniciar), abandonar pelo valor de exercício, alterar usos (entradas e saídas), entre outras (TRIGEORGIS, 1995).

Dessa forma, observa-se que a combinação de rigor analítico com um processo de tomada de decisão disciplinado, ou seja, estruturado em termos de opções embutidas e de informações relevantes sobre risco, como enunciado em Amram e Kulatilaka (2000), pode auxiliar os executivos na realização de aquisições corretas a um preço recompensador.

Portanto, fica claro que uma valoração mais refinada das propriedades rurais pode ser obtida com a utilização da técnica de análise das opções reais em consonância com a do valor presente.

Opções reais como complemento do valor presente

A análise das opções reais tem recebido muita atenção de pesquisadores e executivos em todo o mundo, sendo que o maior desenvolvimento ocorreu já no início da década de 2000. A teoria é capaz de captar a flexibilidade gerencial na tomada de decisões de investimentos e, com isso, amenizar as incertezas inerentes à tomada de decisão.

Corroborando a afirmação, Gonçalves (2008) diz que todo e qualquer tipo de investimento possui incertezas, riscos e flexibilidades com relação às ações gerenciais, flexibilidades essas que muitas vezes acabam não sendo mensuradas adequadamente. A maioria das empresas utiliza as técnicas tradicionais de avaliação de investimentos na análise de seus empreendimentos. No entanto, essas ferramentas não conseguem mensurar de forma adequada as incertezas e flexibilidades gerenciais existentes nesse mercado. Os investidores sabem, mesmo por *feeling*,⁴ que seus investimentos possuem diversas opções, como, por exemplo, esperar, abandonar, expandir, contrair etc.

Essa nova técnica de orçamento de capital tem o potencial de avaliar o valor do projeto proveniente de uma administração ativa e das interações estratégicas existentes no mercado (TRIGEORGIS, 2002).

Com a mesma ideia, Santos e Pamplona (2003) perceberam que no atual mercado, caracterizado por mudança, incerteza e interações competitivas, a realização dos fluxos de caixa previstos numa análise irá provavelmente diferir do que se esperava inicialmente pela administração. À medida que novas informações chegam e a incerteza sobre as condições do mercado e o futuro fluxo de caixa é mais bem compreendida, a administração pode alterar sua estratégia operacional e, com isso, capitalizar oportunidades futuras favoráveis ou diminuir perdas.

Evitando-se a perda de recursos que uma decisão errada pode ter, muda-se o conceito de avaliação de empresa, tornando-a mais suscetível à ingerência humana. Dessa forma, o ponto principal desse novo conceito é que a flexibilidade gerencial adiciona valor ao empreendimento.

Para Santos e Pamplona (2002), a abordagem das opções reais para o orçamento de capital tem o potencial de quantificar o valor das opções de uma administração ativa. Esse valor é manifestado como opções reais (*call* ou *put*) embutidas nas oportunidades de investimento de capital, tendo como ativo-objeto o valor do fluxo de caixa esperado pela operação do projeto (VP).

Portanto, evidencia-se que esse método será um complemento ao método do valor presente,⁵ englobando as diversas opções que um investidor possui antes e durante da aplicação em um projeto, permitindo, principalmente, uma análise mais precisa de investimentos de longo prazo, nos quais os elementos de incerteza são extremamente relevantes e impactam diretamente na tomada de decisão de investir. Além disso, Antonik e Assunção (2005) referem que a teoria das opções reais procura “mapear” todo o conjunto de alternativas e colocá-las dentro de uma árvore de decisão, analisando inclusive se o investimento ou parte dele é reversível e passível de ser abandonado. Depois, com o auxílio do método do valor presente, fica fácil verificar a rentabilidade de cada uma das opções e decidir pela melhor, em cada parte do processo.

A análise da opção real pode ser aplicada na avaliação de ativos reais, ou seja, aqueles que não são negociados no mercado. Projetos de investimento de capital, avaliação de propriedades intelectuais, avaliação de terras, de fontes de recursos naturais (minas, poços de petróleo etc.) e avaliação de projetos de pesquisa e desenvolvimento são exemplos de ativos reais que podem ser avaliados ao utilizar essa teoria. Uma opção real é a flexibilidade que um gerente tem para tomar decisões a respeito de ativos reais (DIXIT; PINDYCK, 1994). Assim,

uma firma com uma oportunidade de investimento irreversível carrega uma opção de investir no futuro (ou de esperar); ela tem o direito – mas não a obrigação – de comprar um ativo (o projeto) no futuro, a um preço de exercício (o investimento). Quando a firma investe, ela exerce a opção e paga um custo de oportunidade igual ao seu valor. O exercício da opção (o investimento) é irreversível, mas a firma sempre tem a possibilidade de preservar o valor de sua opção (adiar o investimento) até que as condições de mercado se tornem mais favoráveis (DIXIT; PINDYCK, 1994).

Entretanto, para a aplicação da teoria é necessário o conhecimento de algumas das premissas básicas para sua utilização. Não pode ser aplicada na análise de todo e qualquer investimento. Segundo Vonnegut (2000), na ausência dessas premissas, os resultados da teoria das opções reais (TOR) são semelhantes àqueles da teoria do valor presente esperado. São elas: a irreversibilidade do investimento, a opção de esperar ao invés de ser forçado a investir no momento ou jamais investir (*timing*) e a incerteza.

A irreversibilidade pressupõe que, uma vez que tenha sido investido certo montante no projeto (*sunk cost*), não é possível recuperá-lo no caso de não prosseguimento deste.

O *timing* sugere que, uma vez iniciado o projeto, a empresa tem a possibilidade de escolher o melhor momento de sua introdução no mercado após ter sido avaliada a viabilidade do mesmo. Depois de iniciada a pesquisa, várias opções são abertas, como, por exemplo, abandono do projeto caso não pareça promissor; parada temporária esperando-se pela resolução de incertezas e por um momento melhor de introdução do produto no mercado e desenvolvimento e comercialização por parte da empresa possuidora do projeto e venda dos direitos de comercialização a terceiros. Essas duas premissas são os parâmetros principais da TOR.

Pressupõe-se que a incerteza exista no contexto de qualquer tomada de decisão de investimento real, sejam técnicas (não se sabe se o produto “funcionará”), sejam econômicas (as condições do mercado, por exemplo), mas quanto maior for a incerteza, mais acentuados serão os resultados da TOR. Todas essas premissas são condições que a análise, pelo valor presente, não inclui, mas alteram as decisões de investimento.

De toda forma, como a análise só pode ser realizada com o uso do valor presente líquido, não há porque menosprezar, como tentam alguns autores, o poder dessa técnica convencional. “As opções reais devem ser um complemento ao uso do método do valor presente líquido, o qual passa a assumir um novo valor, ou seja: valor intrínseco do projeto de investimento, mais o valor do exercício das várias opções que cada projeto” (ANTONIK; ASSUNÇÃO, 2005).

Assim, a abordagem da metodologia de opções reais é utilizada, de forma mais genérica, como uma forma de tratar as incertezas nas projeções de caixa de uma empresa. Na maioria dos exemplos práticos e artigos teóricos, o fluxo de caixa futuro é admitido como sendo o valor do ativo-objeto. O problema que surge dessa linha de procedimentos é que o valor do ativo-objeto pode se tornar negativo (PERLITZ; PESKE; SCHRANK, 1999; TRIGEORGIS, 1993). Nos modelos padrões de precificação de opções, o ativo-objeto não pode se tornar negativo. Assim, o uso do valor presente líquido do fluxo de caixa futuro como ativo-objeto não funcionará para todo investimento.

Modelo de Cox, Ross e Rubinstein

A necessidade de identificação de modelos mais interativos e fáceis de calcular instigou Cox, Ross e Rubinstein (1979) a desenvolverem uma metodologia que agregasse essas características. Estes, para tanto, utilizaram a árvore binomial para

apreçamento das opções e empregaram um procedimento simples. Identificaram que uma opção podia ser replicada mediante a criação de uma carteira de ativos transacionados no mercado. Partindo do pressuposto de que um derivativo depende somente dos preços do ativo-objeto, introduziu-se o conceito de probabilidades neutras em relação ao risco.

Tal derivativo começa com o cálculo do valor presente (C) de um projeto e considera as informações adicionais que a volatilidade do fluxo de caixa adiciona ao valor presente. Usando essas informações, é possível construir a árvore binomial para o fluxo de caixa do projeto e o valor da opção.

Dessa forma, o valor da opção de compra ($vpoC$) pode ser obtido por:

$$vpoC_{t,j} = e^{-rT} [pC_{t+1,j} + (1-p)C_{t+1,j+1}] \quad (1)$$

onde t representa o número de estágios na horizontal (direita para esquerda); T representa o número de galhos da árvore binomial (de cima para baixo); T significa o período de vencimento da opção e p representa a probabilidade de elevação do valor presente no período seguinte.

Em outras palavras, o valor da opção de compra é igual aos retornos esperados, multiplicados pelas probabilidades que os ajustam a seus riscos.

Para resolver com vários intervalos de tempo, deve-se substituir T por ΔT em ambas as fórmulas, que representará a duração do intervalo de tempo.

O modelo binomial, após os cálculos desses parâmetros, apura o valor para o prêmio a cada nó, ou seja, para os diferentes movimentos (ascendente ou descendente) do valor do ativo em cada período, que, sendo descontada a taxa livre de risco, leva ao valor presente para a data específica.

Generalizando, a proposta de probabilidade risco neutro assume que o valor do ativo antes de expirar pode subir por um fator u ou cair pelo fator d em cada período. Assim, em cada estágio (nó) V_j , o valor do ativo-objeto V_j será dado por:

$$V_{tj} = u^{t-j} d^j V_{00} \quad (2)$$

onde t representa o período analisado medido na forma horizontal e j resultado em cada período analisado na vertical.

Portanto, pode-se calcular a remuneração da opção em cada estágio (nó) utilizando as seguintes equações.

$$C_{Tj} = \max(0; V_{Tj} - X_{T-i}) \text{ se } j = 0, 1, \dots; T \quad (3)$$

ou

$$C_{tj} = \max \left\{ e^{-rT} \left[p C_{t+1;j} + (1-p) C_{t+1;j+1} \right], V_{tj} - X_{T-t} \right\} \text{ se } t, j = 0, 1, \dots, T-1 \quad (4)$$

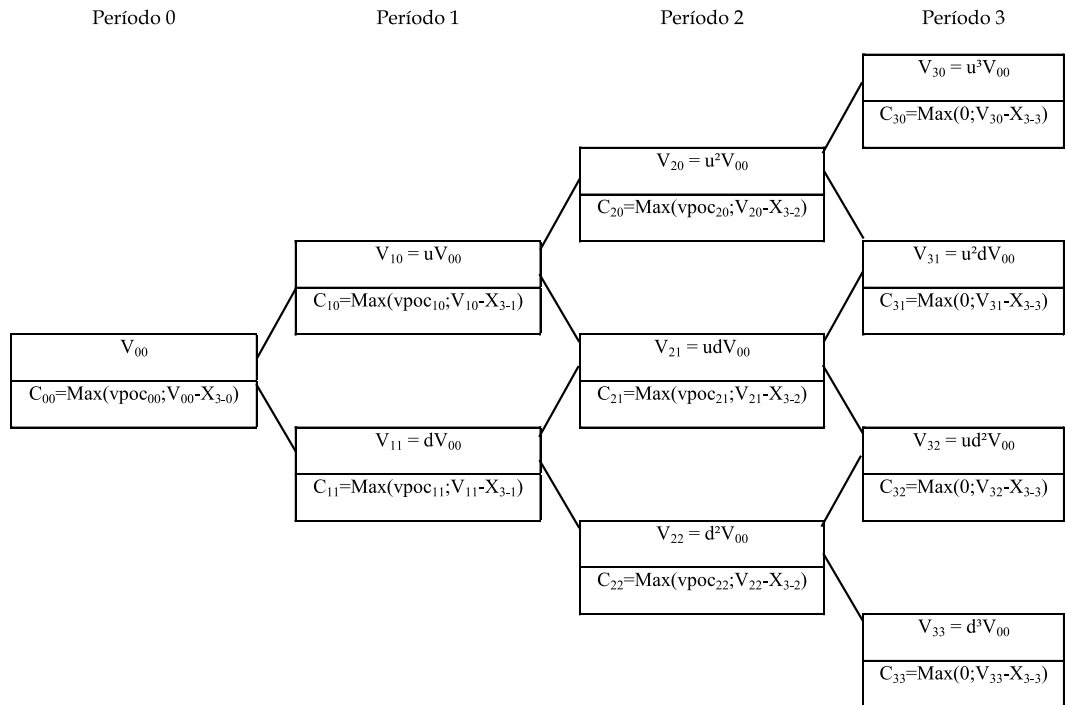
e/ou

$$C_{tj} = \max \left\{ \text{vpor}_{tj}, V_{tj} - X_{T-t} \right\} \text{ se } t, j = 0, 1, \dots, T-1 \quad (5)$$

Deve-se observar que o cálculo do valor da opção de compra (*Call*) no vencimento (Eq. 3) é diferente do cálculo do valor antes da maturidade do contrato. Na expiração do contrato precisa-se comparar zero com a diferença entre o preço do ativo-objeto e seu preço de exercício (X) para determinar o valor da opção. Já, antes do vencimento, deve-se comparar essa diferença com a expectativa do valor presente de esperar para investir até o período $u > d$.

Portanto, pode-se exemplificar a árvore binomial do ativo-objeto para uma opção de compra (*Call*). A partir do período "0", se o ativo-objeto passar por três períodos até a maturidade do contrato, o valor do ativo-objeto em cada período é denotado pela equação 2, conforme Figura 1. Após a identificação de todos os valores do ativo-objeto, identifica-se o valor da opção de compra através da análise *backward* - do período 3 (final) para o período 0 (inicial) - utilizando a equação 4 (último período) e a equação 4 antes do vencimento (demais períodos).

No estágio seguinte haverá dois resultados para o valor do ativo real em cada nó subsequente da árvore binomial. Assim, o valor do ativo real sempre crescerá por uma proporção u ou decrescerá por uma proporção d , sendo $u > d$.



Fonte: ZOU; PEDERSON (2008).

Figura 1 - Representação da árvore binomial para uma opção de compra (*Call*)

Na sequência, deve-se analisar a árvore de decisão de trás para frente, começando no último estágio em direção ao primeiro, para determinar o valor da opção. O valor da opção no último estágio deve ser calculado pela equação 4 e os demais valores são obtidos com as equações 4 ou 5. A árvore binomial apresentada possui uma simplicidade que, na prática, pode chegar a centenas de possíveis ramificações.

Material e métodos

A discussão dos métodos e materiais usados na análise das opções reais demonstra as principais características envolvidas na solução do problema central, que busca identificar o valor da terra das propriedades rurais na região de Cascavel - PR.

Delimitou-se o estudo à região de Cascavel - RS, caracterizada, principalmente, por ser localidade com elevado potencial agrícola e que apresentou valorizações consideráveis no preço das terras rurais. Além disso, as terras dessa região apresentam

elevada produtividade em boa parte das culturas, fazendo com que a procura por essas terras aumente. Os dados da FGV (2009) mostram que a produtividade média da soja na região de Cascavel - PR apresenta uma produtividade 17,25% superior à média regional e 23,26% superior à média brasileira. O mesmo comportamento aparece para a produção de milho safrinha e para o trigo, demonstrando a importância da região na produção desses produtos.

Métodos

Valor da opção real

O modelo de precificação das opções reais desenvolvido por Cox, Ross e Rubinfeld (1979), também conhecido como árvore binomial, será utilizado para mensurar o valor da terra das propriedades rurais na região de Cascavel - PR, utilizando os dados produtivos e econômicos das fazendas referentes à safra 2007/2008.

Segundo Dixit e Pindyck (1994), o valor da opção real flutua com o passar do tempo e com o risco envolvido no processo decisório. Assim, o valor da opção em cada estágio será dado por:

$$F(\pi, \alpha, r, t) = \max\{0; VP_{Tj} - X\} \text{ para } j = 0, 1, \dots; T \quad (6)$$

ou

$$F(\pi, \alpha, r, t) = \max\{e^{-rT} [\rho C_{t+1;j} + (1-\rho)C_{t+1;j+1}] VP_{Tj} - X_{T-t}\} \text{ se } t, j = 0, 1, \dots; T-1 \quad (7)$$

ou

$$F(\pi, \alpha, r, t) = \max\{vpoc_{ij}; VP_{Tj} - X_{T-t}\} \text{ se } i, j = 0, 1, \dots, T-1 \quad (8)$$

onde X é o preço de exercício da opção no vencimento; X_{T-t} é o preço de exercício antes da maturidade; VP_{Tj} é o valor presente em cada estágio e $vpoc_{ij}$ representa o valor presente da opção de compra e $VP_{Tj} - X$ representa o valor presente líquido (VPL) no final do período.

Observa-se que o cálculo do valor da opção no vencimento é diferente do valor da opção antes do vencimento. No vencimento, deve-se comparar apenas zero com o valor presente líquido do ativo (cujo valor é igual a $VP_{Tj} - X$) para determinar o valor da opção. Assim, o valor da opção será zero se VP_{Tj} é negativo e o valor será igual a VP_{Tj} , se positivo.

Precedendo o vencimento, devem-se comparar o VP_{ij} e o $vpoc_{ij}$. Interpreta-se o $t+1$ como a expectativa do valor presente de esperar para investir até o período $t+1$. Para $t=0,1,\dots,T-1$, se o valor de esperar até o próximo período exceder o VP de investir no período corrente, ou seja, $vpoc_{ij} > VP_{ij}$, então o valor da opção será igual ao valor de esperar. Por outro lado, o valor da opção será igual ao VP_{ij} de investir no período corrente.

Portanto, o investidor escolherá exercer a opção de postergar somente quando a rentabilidade do exercício da opção for maior que o valor de esperar, ou seja, $VP_{ij} > c_{ij}$.

Valor da terra rural

O valor da terra rural na região de Cascavel - PR surge do fato que "as opções reais devem ser um complemento ao uso do método do valor presente líquido, o qual passa a assumir um novo valor, ou seja: valor intrínseco do projeto de investimento, mais o valor do exercício das várias opções que cada projeto contém, ou sinteticamente tem-se a seguinte relação" (ANTONIK; ASSUNÇÃO, 2005):

$$VT = VPL_{estático} + VO \quad (09)$$

onde VT representa o valor da terra nas propriedades da região de Cascavel - PR; $VPL_{estático}$ mostra o valor presente líquido das propriedades da região e VO é o valor da opção real.

Assim, a abordagem da metodologia de opções reais é utilizada, de forma mais genérica, como uma forma de tratar as incertezas nas projeções de caixa de uma empresa.

Material

Fluxo de caixa da propriedade padrão

A coleta dos dados para alimentar o fluxo de caixa foi feita por meio de uma técnica conhecida como painel, em que as informações são obtidas, consensualmente, de um grupo de produtores rurais representativos da região e das atividades. Para tanto, os produtores de Cascavel - PR se encontraram no dia 15 de maio de 2008 no Sindicato Rural de Cascavel. Na reunião, primeiramente, chegou-se a um consenso sobre as características físicas de uma propriedade padrão da região.

Na sequência, também por consenso, definiram-se os processos produtivos, com a coleta de dados técnicos e econômicos das culturas (soja, milho e trigo) com os 15 produtores rurais e dois técnicos da agricultura regional. Para tanto, foram apresentadas

todas as possíveis variáveis de custo e receita para os produtos analisados. Estatisticamente, os dados de painel representam a moda de todas as características regionais das propriedades, excluindo as propriedades intensivas em tecnologia e as que possuem técnicas rudimentares de produção. Dessa forma, estima-se o custo de produção e as receitas de uma propriedade padrão da região.

Os custos foram separados conforme a metodologia de Matsunaga et. al. (1976), que define custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT) e custo total (CT). Os custos operacionais efetivos (COE) representam os gastos necessários para o custeio da produção agrícola. Os custos operacionais totais (COT) adicionam ao COE a depreciação e mostram o comportamento dos desembolsos relacionados ao custeio da produção e à formação de capital para substituir maquinário, instalações, implementos e máquinas utilizadas nas diversas culturas desenvolvidas nas propriedades. Quando se inclui, junto ao COT, a remuneração do capital investido, obtém-se o custo total (CT) das atividades desenvolvidas na propriedade.

O fluxo de caixa líquido da propriedade padrão, na safra 2007/08, surge a partir da determinação das receitas e dos custos operacionais efetivos (COE). A composição do fluxo de caixa da propriedade padrão ocorreu por meio de planilhas desenvolvidas pelos pesquisadores do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea, 2009). A operacionalização dos painéis na cidade de Cascavel - PR.

Com isso, chegou-se à estimativa do fluxo de caixa da propriedade padrão, levando em consideração informações estáticas do momento da realização do painel. Os preços dos produtos e insumos possuem volatilidade significativa, devendo ser considerados no processo de estimação do fluxo de caixa. Para tanto, utilizou-se simulação de Monte Carlo para considerar todas as oscilações das variáveis utilizadas na análise.

Simulação de Monte Carlo

As técnicas tradicionais de simulação usam a repetição de amostragem aleatória da distribuição de probabilidade para as variáveis consideradas aleatórias que afetam os fluxos de caixa de um projeto para se chegar à distribuição de probabilidade de saída ou perfis de risco dos fluxos de caixa ou do valor presente líquido.

Segundo Trigeorgis (2002), as tentativas de simulação servem para imitar uma configuração de tomada de decisão no mundo real, usando um modelo matemático para capturar as características funcionais mais importantes do projeto, e também a forma como ele evolui com o tempo e os eventos aleatórios, na condição de gestão estratégia operacional.

Assim, a estimação do fluxo de caixa líquido das propriedades rurais analisadas foi feita por meio de simulações de Monte Carlo para os preços de soja, milho (safras de verão e de inverno) e trigo baseados nas informações do comportamento diário dos preços médios nominais das *commodities* entre jan./2006 e out./2009, fornecidos pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea/Esalq, 2009) e utilizando os dados do fluxo de caixa obtidos na propriedade padrão da região.

Além do preço das *commodities*, foram simuladas suas produtividades, levando em consideração a produtividade média do estado entre as safras 1993/94 e 2008/09, obtida junto à Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2009). Para finalizar as simulações, utilizou-se o procedimento de Monte Carlo para simular possíveis choques no preço dos insumos. Para tanto, foram utilizados os preços médios mensais dos principais insumos, obtidos no Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2009) e envolvidos no processo de produção entre abr./2000 e ago./2009. Segundo Pino e Rocha (1994), quando não existem variações bruscas no nível geral de preços, os resultados do modelo com a série deflacionada são, aproximadamente, equivalentes ao modelo com a série sem deflação. Dessa forma, optou-se pelo não deflacionamento dos preços dos produtos e insumos.

O resultado das simulações serviu de base para o modelo de identificação dos custos e receitas para a propriedade rural. O valor presente do fluxo líquido de caixa das propriedades fornece indícios do valor da terra, levando em consideração a sua realidade produtiva. Dessa forma, terras mais produtivas tendem a ser mais valiosas que as improdutivas. Nesse cenário, pressupõe-se o valor presente (VP) a partir de uma perpetuidade, o que, segundo Gitman (2004), é uma anuidade que nunca cessa de fornecer a seu portador um fluxo de caixa no final de cada ano.

A oscilação nos retornos pode mostrar o risco envolvido no processo de produção das propriedades. Uma maior oscilação indica que há maior incerteza envolvida na atividade produtiva e econômica. A volatilidade refere-se à incerteza dos retornos de um ativo (HULL, 1999). Esse parâmetro é chave na análise das opções reais, visto que é base para a existência do valor da opção. Assim, a volatilidade foi calculada utilizando-se o desvio padrão das simulações de fluxo de caixa das propriedades analisadas na região de Cascavel - PR por meio da utilização dos painéis realizados para a safra de 2007/2008.

A identificação do valor presente da terra, bem como do valor da opção de postergar, está intimamente relacionada à taxa de retorno (taxa de juros), que serve para comparar os diferentes fluxos de caixa no período 0. Segundo Yoshimura (2007), o teorema de Samuelson demonstra que a taxa de retorno de qualquer ativo seguirá um caminho aleatório, independentemente do padrão do fluxo de caixa esperado, desde

que o investidor tenha informações completas sobre o fluxo de caixa. Dessa forma, toda a informação sobre o fluxo de caixa futuro já está considerada no valor atual do ativo, de forma que, se todas as expectativas forem confirmadas, a remuneração do investidor será exatamente a taxa de retorno esperada. Portanto, qualquer variação no retorno esperado, provocada por eventos aleatórios que alterem o fluxo de caixa esperado, representa a incerteza do valor do ativo, que é sua volatilidade.

Para tanto, será utilizada a taxa de juros real da economia, pois elimina os efeitos da inflação sobre o comportamento do valor presente da terra, sendo utilizada a média mensal da taxa do Sistema Especial de Liquidação e Custódia (Selic) entre jan./2004 e set./2009. Da mesma forma, a inflação considerada na equação foi o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) para o mesmo período. Ambas as séries foram obtidas junto ao Instituto de Pesquisa em Economia Aplicada (Ipea, 2010).

O papel do tempo na análise das opções reais está relacionado à duração da opção. As discussões quanto ao tempo a ser considerado nas análises de investimentos podem influenciar no processo de tomada de decisão.

A vida útil da propriedade foi identificada por meio da convergência do valor da opção. Assim, a partir de determinado período, o valor da *call* deverá crescer a taxas decrescentes e, com isso, agregará valores cada vez menores ao valor da opção. Esse período significará o tempo a ser considerado na análise.

O valor da opção real mostra o prêmio a ser pago para ter o direito, mas não a obrigação, de comprar um ativo ao preço de exercício. Assim, o preço de exercício da opção leva em consideração a possibilidade de o proprietário continuar com as terras ao preço de mercado. Dessa forma, pressupõe-se como preço de exercício da opção de compra (*call*) o valor de mercado captado pela Fundação de Getúlio Vargas (2009). Para tanto, considera-se como valor de exercício, para a ilustração dos cenários, os preços de julho/2008 divulgados pela FGV (2009), ou seja, R\$ 11.361,44/ha/ano para Cascavel - PR.

O valor da opção foi obtido utilizando o MATLAB® (*Matrix Laboratory*) considerado um *software* interativo de alto desempenho voltado para ao cálculo numérico.

Resultados e discussão

Análise do fluxo de caixa da propriedade padrão

O painel realizado na região de Cascavel - PR serviu para captar as informações sobre características e o fluxo de caixa da propriedade padrão regional. Pode-se observar que o tamanho médio das propriedades nessa região é de 195 hectares; desses, 160 ha são utilizados na agricultura e o restante serve como área de reserva legal.

O preço da propriedade na região de Cascavel - PR, segundo produtores presentes no painel, está em torno de R\$ 14.000,00/ha. Os dados disponibilizados pela FGV (2009) mostram que o valor médio das propriedades no Paraná está em torno de R\$ 11.000,00/ha, valor 27% inferior ao observado na região.

Normalmente, nas propriedades agrícolas da região, plantam-se soja, milho verão e safrinha, além de trigo. As áreas de plantio de soja ocupam 120 ha, além de 40 ha de milho verão, 40 para o trigo, 40 para o milho safrinha e 40 com cultura para realização de adubação verde (aveia).

A produtividade média da soja estimada pelos produtores é de, aproximadamente, 53 sacas/ha, que, segundo a Conab (2009), está bem acima da produtividade média do estado nas últimas nove safras (46 sacas/ha). Já o milho verão apresentou uma produtividade média de 160 sacas/ha, 70% superior à média estadual nos últimos nove anos (Conab, 2009). O trigo tem produtividade de 37 sacas/ha. O milho safrinha chegou a 75 sacas/ha, que, novamente, é 127% superior à produtividade média do Paraná (Conab, 2009).

Dados de produtividade mostram que a região, além de possuir solos com boa qualidade, conta com produtores que investem na manutenção por meio do uso de insumos na proporção recomendada para cada tipo de solo e de cultura. Isso pode ser confirmado pelos elevados gastos na aplicação de insumos na região.

Em 2008, o preço da soja na região era de R\$ 38,20/saca, ao passo que do trigo era de R\$ 30,00/saca) e o milho, de R\$ 19,80/saca.

Percebe-se que os insumos utilizados no plantio da soja representam 57,5% do COE (R\$ 1.044,95/ha). O COE por saca foi de R\$ 19,72, e o ponto de equilíbrio foi atingido com a produção de 27 sacas de soja. Como a produtividade apontada por produtores foi de 53 sacas/ha, pode-se verificar que restam 26 sacas como lucro operacional físico da atividade.

Já o milho verão apresentou COE de R\$ 1.620,29/ha, sendo que a rubrica dos insumos foi responsável por mais de 62,5% dos gastos. Nesse caso, o COE unitário foi de R\$ 10,13/saca e há necessidade de produção de 82 sacas para cobrir os gastos com custo da safra. O milho safrinha, a exemplo do milho verão, apresentou COE superior a R\$ 1.400,00/ha com ponto de equilíbrio de 72 sacas. O COE unitário foi de R\$ 19,13/saca. Considerando a cultura do milho, percebe-se que restam, para o produtor, 81 sacas ao longo da safra analisada. Pode-se considerar que se trata do lucro operacional da propriedade rural da região.

O trigo apresentou COE de R\$ 1.016,38/ha, sendo que o custo por saca foi de R\$ 27,47. Nesse caso, o custo de produção é superado quando são produzidas mais de 34 sacas do produto.

Verificou-se que o custo operacional total da soja ficou em R\$ 22,34/saca, sendo necessária a produção de, no mínimo, 31 sacas para cobrir os custos de produção. O milho verão apresentou ponto de equilíbrio em 88 sacas e seu COT foi de R\$ 1.739,55/ha. A produção de trigo indicou custo de R\$ 32,10/saca, seguido pelo custo de R\$ 1.498,55/ha para o milho safrinha.

Os custos totais (CT) da soja foram de R\$ 34,68/saca, sendo que o ponto de nivelamento para a *commodity* foi de 48 sacas e, como a produtividade indicada pelos participantes do painel era de 53 sacas/ha, chega-se a uma rentabilidade física de 5 sacas/ha para os produtores da região de Cascavel - PR.

Para o milho verão, são necessárias 111 sacas para cobrir os custos totais, e, levando-se em consideração a produtividade de 160 sacas/ha, observa-se uma rentabilidade física elevada, chegando a 49 sacas. Já para o milho safrinha, que possui outras funções no processo agrônomo da propriedade, o ponto de equilíbrio foi de 78 sacas/ha sendo que a produtividade indicada estava em 75 sacas/ha. Dessa forma, produtores do milho têm prejuízo de 3 sacas/ha. Nota-se que a propriedade padrão da região consegue obter rentabilidade de 46 sacas/ha com a produção do milho.

A produção do trigo na região de Cascavel - PR demonstra a exigência de uma produtividade superior a 51 sacas/ha para tornar a propriedade rentável economicamente, na produção da *commodity*. Mas, como a produtividade apontada pelos agentes estava em 37 sacas/ha, percebe-se um prejuízo físico de 14 sacas/ha.

Diante disso, nota-se, de forma agregada, que a lucratividade econômica obtida pela fazenda aproximou-se dos R\$ 684,00/ha.

A rentabilidade, de certa forma, foi prejudicada pelos maus resultados obtidos no plantio do trigo e do milho safrinha. Sabe-se, no entanto, que muitas vezes, essas culturas são usadas para evitar a exposição do solo durante o período do inverno e, com isso, possuem outras funções associadas às demais culturas da propriedade. Além disso, pode-se perceber que o milho verão foi o que apresentou os melhores resultados financeiros no período da realização do painel. Isso ocorreu, principalmente, pela elevada produtividade da região.

Simulações de Monte Carlo

Buscou-se realizar simulações baseadas no comportamento histórico dos preços dos produtos, das produtividades e dos preços dos insumos observados na região, caracterizados com base nas médias e nos desvios padrão.

As informações utilizadas para gerar os preços aleatórios partiram de: a) média/saca de R\$ 17,52 para o milho com desvio padrão de R\$ 2,72; b) R\$ 38,79 a saca de soja com desvio padrão de R\$ 6,63; c) R\$ 38,57 para o trigo com desvio padrão de R\$ 8,54.

A esperança matemática do valor presente – $E(VP)$ utilizou o fluxo de caixa operacional líquido, desconsiderando a remuneração do capital e a depreciação das máquinas, equipamentos etc. Portanto, pode-se dizer que se trata de um valor presente financeiro. O resultado da esperança do valor presente obtido na região analisada serviu como ponto de partida para a análise da teoria das opções reais.

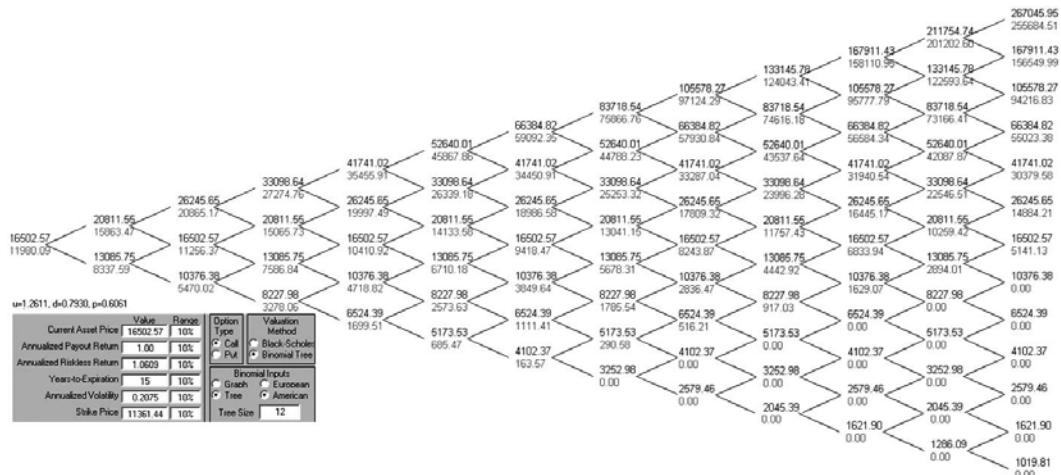
Valor da opção real

O cálculo do valor da opção real para a propriedade localizada na região de Cascavel - PR levou em consideração um fluxo de caixa líquido de R\$ 1.005,01/ha/ano. Além disso, utilizou-se uma taxa real de juros de 6,09% a.a para determinar a esperança do valor presente da fazenda - $E(VP)$. Com a utilização de capitalização perpétua, a $E(VP)$ encontrada foi de R\$ 16.502,57/ha. Assim, sempre que o valor presente da opção (VPOC) for superior ao valor presente estático (valor presente - preço de exercício), o proprietário não tem incentivos para vender a propriedade e deverá exercer o direito de postergar a venda, pois o valor da opção vai indicar que a propriedade poderá se valorizar muito mais do que está sendo verificado.

Dessa forma, o Valor Presente da propriedade padrão tem a possibilidade de se elevar no período seguinte para R\$ 20.811,55/ha, com uma probabilidade de 60,61%, ou cair para R\$ 13.085,75, com uma probabilidade de 39,39%.

A Figura 2 apresenta o comportamento do valor da opção de compra ao longo dos diferentes nós da árvore de decisão. Nota-se que, se o produtor exercer o seu direito de postergar a venda e permanecer com a propriedade, obterá valorização de R\$ 11.980,09/ha. Já, se o proprietário resolver não exercer a opção e negociar a propriedade pelo valor presente líquido estaria ganhando R\$ 5.141,13/ha (16.502,57-11.361,44) com a operação. Assim, a melhor estratégia para os produtores é exercer a opção de postergar e aguardar a valorização oriunda do valor da flexibilidade gerencial.

Se o valor presente subir para R\$ 20.811,55/ha no primeiro ano (posição 10), o valor da opção de compra aumentará para R\$ 15.863,47/ha e, com isso, exercer a opção de postergar a venda renderia mais do que se o proprietário vendesse a propriedade pelo valor presente líquido (20.811,55-11.361,44), que é o valor presente do nó menos o preço de exercício.



Fonte: Dados de pesquisa (2010).

Figura 2 - Valor da opção real para a propriedade padrão da região de Cascavel - PR

Já nos casos em que o valor presente da opção de compra é zero, o proprietário não deverá exercer a opção, e com isso a venda da propriedade é a melhor estratégia a ser tomada, pois não há expectativas de valorização ao longo dos períodos.

Observa-se que, dado o valor presente estimado para a região, os proprietários possuem incentivos em postergar o exercício da opção e continuar com a propriedade até que novas informações possam ser utilizadas na tomada de decisão, pois, até lá, o valor da flexibilidade, ou incertezas, poderá elevar o valor das propriedades nos períodos seguintes.

Valor da terra rural na região

Observou-se, para a terra padrão localizada na região de Cascavel - PR, que o valor presente foi de R\$ 16.502,57/ha. Além disso, o valor da opção de postergar a venda e continuar com a fazenda apresentou um valor de R\$ 11.980,09/ha. Assim, o hectare da propriedade poderia estar valendo, segundo a teoria das opções reais e considerando a realidade produtiva, R\$ 17.121,22/ha – R\$ 11.980,09 (valor da opção) + 16.502,57 (VP) – 11.361,44 (X) – sendo que os valores praticados no Paraná, segundo a FGV (2009), eram de R\$ 11.361,44/ha. Dessa forma, a técnica mostrou que a terra na região poderia valer 50,70% mais que os valores levantados pela FGV (2009). Assim, as expectativas são boas e elevam significativamente o valor das propriedades.

Caso a opção não seja exercida, o proprietário poderia comercializar suas terras a um valor de R\$ 16.502,57/ha, que é o valor presente oriundo das características produtivas. Então, os ganhos do proprietário seriam maiores caso exercesse a opção ($R\$ 17.121,22 > R\$ 16.502,57$) e continuasse com a terra, pois as expectativas quanto à valorização da propriedade são significativas.

Vale lembrar que o preço da terra de R\$ 11.361,44/ha é uma média estadual, desconsiderando as especificidades regionais quanto à produtividade, qualidade de solos, localização etc. Comparando a produtividade média verificada no painel para soja, milho e trigo e médias estaduais, notam-se produtividades 17,26, 77,19 e 13,15% superiores, respectivamente, à estadual. Isso poderia auxiliar na explicação do valor da propriedade obtido pela opção real.

Quando comparado aos valores declarados pelos produtores presentes no painel, o valor de R\$ 17.121,22/ha fica bem acima dos R\$ 14.000,00/ha declarados pelos proprietários da região de Cascavel - PR. Observa-se que a teoria explica totalmente o valor da terra da região e apresenta um valor para a incerteza. Se o proprietário postergar a venda em um período, a terra poderia atingir um valor presente líquido expandido de R\$ 25.313,58/ha ($R\$ 20.811,55 - 11361,44 + R\$ 15.863,47$). Na situação de redução da esperança do valor presente para R\$ 13.085,75/ha, a propriedade apresentará um valor presente da opção de R\$ 8.337,59/ha e a terra poderia valer R\$ 10.061,90/ha ($R\$ 13.085,75 - 11.361,44 + R\$ 8.337,59$).

Dessa forma, o hectare de terra nessa região pode estar subvalorizado, pois o valor presente expandido mostra que essa propriedade pode valer mais do que o valor declarado pelos produtores no painel. Esse resultado seria explicado pelas características intrínsecas dos proprietários da região, pois os mesmos veriam as propriedades como empresas rurais e porque pode existir especulação quanto aos preços das terras.

Portanto, diante dos valores observados das terras da propriedade padrão da região de Cascavel - PR, é possível concluir que a teoria das opções reais auxilia no mapeamento das incertezas quanto ao valor presente das propriedades analisadas e explica grande parte das diferenças observadas entre o valor presente e o valor da terra indicado pelos produtores presentes nos painéis.

Além disso, verificou-se que o preço da terra na região, analisado por meio de sua rentabilidade produtiva, pode ser influenciado por outros fatores não contidos no modelo, e outras análises devem ser realizadas para mapear a importância que deve ser dada a cada variável explicativa do comportamento do valor da terra.

Considerações finais

A valorização das propriedades rurais tem sido discutida em várias frentes de estudo que tentam identificar o comportamento do preço das terras e, concomitantemente, tentam explicar a valorização identificada em algumas regiões do Brasil.

Uma das técnicas adotadas para avaliar o preço das terras está relacionada ao valor presente líquido (VPL) das propriedades. Entretanto, várias são as críticas em relação a essa técnica. Alternativamente, a teoria das opções reais vem ganhando força na precificação de ativos e, com isso, foi utilizada para obter explicações do comportamento do preço de mercado das terras rurais na região Sul, especificamente, na região de Cascavel - PR.

Diante da realidade produtiva da região, identificou-se que o valor presente da propriedade localizada em Cascavel - PR foi de R\$ 16.502,57/ha.

A ilustração para a região serviu para observar que o valor presente da opção de compra para a realidade produtiva foi de R\$ 11.980,09/ha, e o valor declarado pelos produtores, segundo o painel, era de R\$ 14.000,00/ha. Além disso, na região, segundo o modelo de opções reais, a terra poderia ser comercializada por 17.121,22/ha, visto que possui grandes possibilidades, oriundas da incerteza, de elevar seu valor presente e, com isso, atingir valores maiores dos atuais. Assim, percebe-se que para os produtores dessa região a teoria das opções reais auxilia na explicação do valor da terra.

Portanto, verifica-se que a análise das opções reais pode ser utilizada para identificar o valor da terra, levando em consideração todas as incertezas e flexibilidades existentes na evolução das propriedades rurais brasileiras. Além disso, os executivos estão conhecendo agora a nova técnica de avaliação de investimentos e, da mesma forma que aconteceu com a técnica do VPL, levará algum tempo para os gestores aceitarem que o modelo apresenta melhores resultados do que as análises tradicionais.

VALUATION OF LAND IN RURAL PROPERTIES IN CASCAVEL/PR: AN ANALYSIS OF REAL OPTIONS

Abstract

The valuation of rural properties has been discussed on several fronts of study that attempt to identify the behavior of land prices and hence try to explain the value identified in some regions of Brazil. However, if questioning the possible explanations for the continuing appreciation of the earth. To this end, we sought to measure the land value of farms in the region of Cascavel - PR using the Real Options Theory. The uncertainty related to the behavior of the Present Value has been mapped by the option to delay the marketing of the property through the real options theory. Using the model of Cox, Ross and Rubinstein (1979), were obtained information that the land could be worth R\$ 17.121,22/ha, 50,70% higher than the amount raised by FGV (2009). When comparing the values declared by producers (R\$ 14.000,00/ha), are 22,29% lower than in the region.

Keyword: Investments. Land. NPV. Pricing. Real options.

VALORACIÓN DE LA TIERRA EN PROPIEDADES RURAL EM CASCAVEL - PR: UN ANÁLISIS DE OPCIONES REALES

Resumen

La valoración de las propiedades rurales se ha discutido en varios frentes estudiar tratando de identificar el comportamiento del precio de la tierra y, concomitantemente, para explicar el valor identificado en algunas regiones de Brasil. Sin embargo, cuestionan las explicaciones posibles para la continua apreciación de la tierra. Por lo tanto, tratamos de medir el valor de los terrenos de las propiedades rurales de la región de Cascavel - PR usando la Teoría de Opciones Reales. La incertidumbre relacionada con el comportamiento del valor actual ha sido mapeada por la opción de posponer la venta de la propiedad a través de la Teoría de las Opciones Reales. Usando el modelo de Cox, Ross y Rubinstein (1979), se obtuvo información de que la tierra tendrá un valor de R\$ 17.121,22/ha, 50,70% superior a la cantidad recaudada por la FGV (2009). Al comparar los valores declarados por los productores (R\$ 14.000,00/ha), son 22,29% inferior a la de la región.

Palabras clave: Inversiones. Opciones reales. Tierras. Valoración. VPL.

Classificação JEL: G12, G31, C02, C15

Notas

- ¹ A maior procura por alimentos ocorre não só pelo crescimento populacional, mas também, principalmente, pelo aumento da renda *per capita* que se tem observado nos últimos anos e também projetado para as próximas décadas.
- ² Ver evidências e argumentos em BARROS, G. S. A. C. (2008). *O quebra-cabeça do preço da terra no Brasil*. Cepea/Esalq/USP. Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br>.
- ³ Nesse caso, o valor do arrendamento foi considerado como uma *proxy* da renda agrícola, visto que o agente econômico que atua no mercado de compra e venda estará sempre disposto a pagar o total das rendas que a terra gera, enquanto um arrendatário estará disposto a pagar um aluguel baseado apenas nas rendas produtivas. Johnson (1950), Chryst (1965) e Doll et al. (1983) defendem a utilização do arrendamento como uma *proxy* da renda agrícola, pois, para eles, o preço da terra deve refletir o valor presente dos fluxos de receitas que este fator pode gerar ao longo da sua vida. Sendo isso verdade, o preço de venda da terra deveria refletir o valor de seu arrendamento.
- ⁴ Segundo Couto (2006), em dois estudos empíricos baseados em amostras recolhidas junto a grandes empresas, as conclusões apontam no sentido de que não só os executivos já valorizam subjetivamente opções reais, bem como ainda gostariam de dominar técnicas acessíveis que lhes permitissem implantar a análise de opções reais. Busby e Pitts (1997) questionaram os executivos de todas as empresas do índice FT-SE 100 e cerca de 50% dos respondentes reconheceram a existência de opções no seu negócio – sobretudo opções de crescimento e de abandono. Dos respondentes, 35% consideraram que as opções são fatores de influência muito ou extremamente importante nas decisões de investimento, embora, mais de 75% não utilizem qualquer procedimento para avaliar opções reais. Howell e Jagle (1997) chegaram a resultados muito parecidos.
- ⁵ Brandão reafirma que o gestor deve ter em mente que não se pretende descartar os tradicionais métodos do valor presente e da taxa interna de retorno. Mas o que se quer dizer é que esses métodos, quando aplicados, são quase sempre baseados em assertivas imutáveis. Explicando melhor, quando o analista de investimentos calcula pura e simplesmente o valor presente líquido de um projeto, ele não pode considerar as inúmeras “opções” que os empresários teriam no futuro, tais como abandonar parte do projeto, abandonar todo o projeto, não executar um projeto acessório, incorporar outros subprojetos. “Como um projeto é um ativo real, essas opções sobre ativos reais são chamadas de opções reais” (2001, p. 41).

Referências

- AMRAM, M.; KULATILAKA, N. Strategy and shareholder value creation: the real options frontier, Bank of America. *Journal of Applied Corporate Finance*, Oxford, v. 13, n. 2, p. 8-21, 2000.
- ANTONIK, L. R.; ASSUNÇÃO, M. S. *Análise de investimentos pelo método de opções reais*. Disponível em: <http://www.unifae.br/publicacoes/se2_artigos.asp/>. 2005. Acesso em: 1º out. 2008.
- BARROS, G. S. A. C. *O quebra-cabeça do preço da terra no Brasil*. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 26 jul. 2008.
- BRANDÃO, L. E. T. Qual o momento certo de investir na empresa? *Conjuntura Econômica*, Rio de Janeiro, v. 55, n. 2, p. 40-41, fev. 2001.
- BUSBY, J.; PITTS, C. Real options in practice: an exploratory survey of how decision makers in industry think about flexibility. *Management Accounting Research*, Oxford, v. 8, n. 2. p. 169-186, June 1997.

- CARVALHO, F. *As reais opções: a nova fronteira dos modelos de decisões financeiras e empresariais*. 2003. Disponível em: <http://www.endeavor.org.br/wp-content/themes/endeavor/downloads/artigos/Opcoes_nbsp_Reais.pdf>. Acesso em: 23 maio 2009.
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. *Indicador soja CEPEA/ESALQ*. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/soja/>>. Acesso em: 10 nov. 2009.
- CHRYST, W. E. Land uses and agricultural income: a paradox. *Journal of Farm Economics*, Cornell, v. 47, n. 5, p. 1265-1277, Dec. 1965.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Custos de produção*. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=545&t=2>. Acesso em: 25 fev. 2009.
- COPELAND, T.; ANTIKARO, V. *Opções reais: um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos*. Campus: Rio de Janeiro, 2001. 320 p.
- COUTO, G. M. M. do. *Opções reais e decisões sob incerteza no processo de realocalização*, 2006. 203 p. Tese (Doutorado em Gestão) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2006.
- COX, J. C.; ROSS, S. A.; RUBINSTEIN, M. Option pricing: a simplified approach. *Journal of Financial Economics*, Oxford, v. 7, n. 3, p. 229-263, Sept. 1979.
- DIXIT, A. K.; PINDYCK, R. S. *Investment under uncertainty*. New Jersey: Princeton University Press, 1994. 476 p.
- DOLL, J. P.; WIDDOWS, R.; VELDE, P. D. The value of agriculture land in the United States: a report on research. *Agricultural Economics Research*, Chicago, v. 35, n. 2, p. 39-44, Apr. 1983.
- FNP CONSULTORIA E INFORMAÇÕES EM AGRONEGÓCIOS. Relatório de análise de mercado terras. *Agriannual 2008 - Anuário da Agricultura Brasileira*, São Paulo: Agra FNP Pesquisas, 2008. p. 53-118.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. *Estatísticas do preço da terra*. Disponível em: <<http://www.fgvdados.fgv.br>>. Acesso em: 7 out. 2009.
- GITMAM, L. J. *Princípios de administração financeira*. 10. ed. São Paulo: Makron Books, 2004. 776 p.
- GONÇALVES, C. *Gestão de investimentos em projetos de construção civil considerando opções reais: um estudo de caso*. 2008. 100 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2008.
- HOWELL, S.; JAGLE, A. Laboratory evidence on how managers intuitively value real growth options. *Journal of Business Finance & Accounting*, Oxford, v. 24, n. 7/8, p. 915-935, Sept. 1997.
- HULL, J. *Options, futures and other derivative securities*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1999. 698 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Produção agrícola municipal*. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 10 out. 2008.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. *Defensivos agrícolas*. Disponível em: <http://ciagri.iaea.sp.gov.br/nia1/defensivos.aspx>. Acesso em: 20 maio 2009.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. *Estatísticas macroeconômicas*. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 25 set. 2010.

- JOHNSON, D. G. The nature of the supply function for agricultural products. *American Economic Review*, Pittsburgh, v. 40, n. 4, p. 539-64, 1950.
- LUEHRMAN, T. A. Investment opportunities as real options: getting started on the numbers, *Harvard Business Review*, Boston, v. 76, n. 4, p. 51-67, July/Aug. 1998.
- MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, v. 23, p. 123-139, 1976.
- MINARDI, A. M. A. F. *Teoria de opções aplicada a projetos de investimentos*. São Paulo: Atlas, 2004. 136 p.
- PERLITZ, M.; PESKE, T.; SCHRANK, R. Real option valuation: the new frontier in R&D project evaluation? *R&D Management*, Manchester, v. 29, n. 3, p. 255-269, 1999.
- PINO, F. A.; ROCHA, M. B. Transmissão de preços de soja no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, DF, v. 32, n. 4, p. 345-361, 1994.
- SANTOS, E. M.; PAMPLONA, E. O. Teoria das opções reais: aplicação em pesquisa e desenvolvimento (P&D). In: ENCONTRO BRASILEIRO DE FINANÇAS, 2, 2002, Rio de Janeiro. *Anais eletrônicos...* Rio de Janeiro: Ibmec, 2002. Disponível em: <<http://www.puc-rio.br/marco.ind/pdf/artelieber2oebf02.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2010.
- SANTOS, E. M.; PAMPLONA, E. O. Opções reais: um caso prático em pesquisa e desenvolvimento. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23, 2003, Ouro Preto. *Anais eletrônicos...* Ouro Preto: Enegep, 2003. Disponível em: <<http://www.iepg.unifei.edu.br/edson/download/ArtelieberEnegep2003.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2010.
- TRIGEORGIS, L. The nature of options interactions and the valuation of investments with multiple real options, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Cambridge, v. 28, n. 1, p. 1-21, Mar. 1993.
- TRIGEORGIS, L. *Real options in capital investment: models, strategies and applications*. Westport: Praeger, 1995. 361 p.
- TRIGEORGIS, L. *Real options: managerial flexibility and strategy in resource allocation*. 6. ed. Cambridge: The MIT Press, 2002. 427 p.
- VONNEGUT, A. Real option theories and investment in emerging economies. *Emerging Markets Review*, Chicago, v. 1, n. 1, p. 82-100, 2000.
- YOSHIMURA, E. K. Valor da flexibilidade nas avaliações de empreendimentos da construção civil: uma abordagem de opção reais. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE VALUACION, 23, 2007, Salvador. *Anais eletrônicos...* Salvador: Ibape, 2007. Disponível em: <<http://www.upav.org/pags/eventos/cobreap/art32.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2010.
- ZOU, T.; PEDERSON, G. *Using real options to evaluate investments in ethanol facilities*. Staff Paper Series P08-6, Department of Applied Economics, University of Minnesota, July. 2008.