

O USO DO MÉTODO DOSE-RESPOSTA NA MENSURAÇÃO DE IMPACTOS NA LUCRATIVIDADE DA PRODUÇÃO DE ARROZ IRRIGADO NA MICRORREGIÃO DE FORMOSO DO ARAGUAIA NO ESTADO DO TOCANTINS

Vasconcelos Reis Wakim*

Fernán Enrique Vergara**

Elizete Aparecida de Magalhães***

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi mensurar o impacto na lucratividade da produção de arroz irrigado da microrregião de Formoso do Araguaia, no Estado do Tocantins, caso ocorram mudanças na disponibilidade hídrica. Foram simulados dois cenários: um otimista e outro pessimista, cujas variáveis: área plantada, preço de venda, preço de custo mantiveram-se constantes, variando-se apenas a variável disponibilidade hídrica. No cenário otimista, a variável disponibilidade hídrica ficou definida como 1.554 ton., e no cenário pessimista a disponibilidade hídrica foi definida como 353 ton. Foi utilizado o Método Monte Carlo, com 10.000 interações. No cenário otimista, após a simulação, obteve-se um lucro médio de R\$ 159,6 milhões de reais. Já no cenário pessimista, o lucro médio estimado ficou em torno de R\$ 36,1 milhões de reais. Pode-se concluir que houve uma redução do lucro médio de aproximadamente 77%. Nos resultados da simulação, verificou-se que apenas a variável água não é suficiente para explicar a redução no lucro da produção de arroz irrigado da microrregião de Formoso do Araguaia, TO, sendo necessário utilizar e oscilar outras variáveis no modelo proposto. Portanto, devem-se realizar novos estudos para verificar quais outras variáveis, além da disponibilidade hídrica, podem influenciar na redução ou no aumento da lucratividade da produção de arroz irrigado na microrregião de Formoso do Araguaia.

PALAVRAS-CHAVE: Dose-Resposta; Valoração Ambiental; Arroz Irrigado; Disponibilidade Hídrica

* Docente Assistente II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; Mestre em Desenvolvimento Regional e Agronegócio; E-mail: vasconcelos.wakim@ufvjm.edu.br

** Docente Adjunto III. Universidade Federal do Tocantins; Doutor em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos; E-mail: vergara@mail.uft.edu.br

*** Docente Assistente II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; Mestre em Administração; E-mail: elizete.am@ufvjm.edu.br

DOSE-RESPONSE METHOD IN THE CALCULATION OF IMPACTS ON PROFITS WITH IRRIGATED RICE PRODUCTION IN THE MICRO-REGION OF FORMOSO DO ARAGUAIA IN TOCANTINS, BRAZIL

ABSTRACT: Current research calculated the impact on the profit of irrigated rice production of the micro-region of Formoso do Araguaia TO Brazil if changes in water availability occurred. An optimist and a pessimist scenarios were simulated, with the variables planted area, selling price, constant price costs. Water availability varied. The variable water availability in the optimist scenario was defined as 1554 tons, whereas it was reduced to 353 tons in the pessimist scenario. Monte Carlo method with 10,000 interactions was employed. After simulation, the optimist scenario revealed a mean profit of R\$ 159.6 million and in the pessimist scenario estimated mean profit was approximately R\$ 36.1 million. Mean profit decrease was approximately 77%. Simulation results showed that the variable water was not sufficient to explain profit decrease in irrigated rice production of the Formoso do Araguaia region. Other variables had to be used and oscillated within the proposed model. Further studies should be undertaken to verify which variables might affect profit decrease or increase profit by irrigated rice production in the micro-region Formoso do Araguaia, besides water availability.

KEYWORDS: Dose-response; Environmental Valorization; Irrigated Rice; Water Availability.

INTRODUÇÃO

A partir do século XVIII, a natureza veio sofrendo com a grande devastação dos recursos naturais, a qual se tem intensificado a partir da Revolução Industrial. Os bens naturais estão se deteriorando em virtude do modo de exploração utilizado pelas empresas (HAWKEN; LOVINS; LOVINS, 1999).

As empresas preocupam-se em aumentar sua participação de mercado e, conseqüentemente, em alavancar as receitas para maximizar os lucros. Além disso, a crescente demanda da população por produtos e serviços leva a uma grande quantidade de geração de resíduos, tanto na produção quanto no consumo.

Os resíduos gerados causam sérios problemas à sociedade e ao meio

ambiente, porque são depositados ou liberados no ecossistema geralmente sem nenhum tratamento adequado e, dependendo do rejeito, possuem uma vida útil de decomposição extremamente elevada.

As discussões sobre os impactos ambientais são uma questão de caráter público. Tais discussões não se restringem aos elementos A ou B que podem ser extintos em virtude de sua má utilização ou de uma utilização excessiva, mas trata-se da discussão sobre o fim do sistema que gera e mantém a vida no planeta – o meio ambiente.

Hawken, Lovins e Lovins (1999, p. 9) afirmam que:

Quase toda deterioração social e no ecossistema é produto do emprego economicamente dissipador dos recursos humanos e naturais, porém as estratégias de produtividade dos recursos podem praticamente deter a degradação da biosfera, tornando-a mais rentável para empregar as pessoas e, assim, evitar a perda dos sistemas vivos indispensáveis e da coesão social.

O sistema industrial atual necessita de diversas empresas gerando fontes de energia capazes de manter suas atividades. Essas empresas consomem e geram produtos químicos tóxicos, nocivos à saúde humana e que, de alguma forma, também serão prejudiciais ao meio ambiente.

A sociedade possui um longo histórico de degradação ambiental, especialmente no que se refere ao solo, aos recursos hídricos e às florestas. Essa atividade de degradação está causando sérios declínios nos diversos ecossistemas do planeta.

Os problemas com o meio ambiente nem sempre foram uma preocupação do homem, contudo, nos últimos anos, a busca por fontes alternativas de combustíveis renováveis, a preservação dos rios de água doce e, principalmente, a preocupação com o aumento da temperatura do planeta vêm trazendo aos cientistas o desafio de encontrar uma forma de minimizar ou estagnar o processo de degradação do meio ambiente e, com isso, reduzir os efeitos deste processo sobre a sociedade.

Segundo Hawken, Lovins e Lovins (1999), quanto mais a globalização avançar e, à medida que a disponibilidade de água *per capita*, solo agriculturável e alimentos se reduzem, as possibilidades de entraves regionais aumentam em virtude desse desequilíbrio ambiental.

O crescente aumento da população mundial e, conseqüentemente, o uso cada vez maior dos recursos naturais poderão levar a um grande problema socioeconômico-ambiental e também a problemas de mercado, setor em que a demanda poderá ser maior que a oferta de bens e serviços ambientais. Isso diminui o bem-estar da população, principalmente no que se refere à disponibilidade de água potável para o consumo humano.

Do total de água disponível no planeta, 97% são águas salgadas e apenas 3% são doces. Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2009), do total disponível de água doce, apenas 0,01% encontra-se nos rios e lagos, principais fontes de abastecimento de água; já o restante, encontra-se nos lençóis freáticos, aquíferos, geleiras e calotas polares.

Mesmo diante desse cenário de escassez de água, o homem, por meio de técnicas de produção em larga escala, buscando sempre a maximização do lucro, provoca danos aos recursos hídricos e a outros recursos naturais. Isso se dá por causa da poluição, tornando os recursos impróprios para o ser humano, aumentando ainda mais os custos ambientais e principalmente os sociais.

Os impactos causados ao meio ambiente, especialmente aos recursos hídricos e ao solo demandam determinado período de tempo para que seu estado volte a estar próximo ao que era antes do fato poluidor; e, mesmo assim, em certos casos, jamais voltará a ser exatamente o que era antes.

A má qualidade da água ou a sua escassez poderá trazer sérios problemas no que diz respeito ao seu uso para a irrigação das lavouras, logo, afetará a produção e a produtividade e, por consequência, o resultado econômico final.

Diante deste cenário, o objetivo principal deste estudo foi avaliar monetariamente o impacto na lucratividade da produção de arroz irrigado da microrregião de Formoso do Araguaia, em decorrência de uma variação na disponibilidade de recursos hídricos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ECONOMIA NEOCLÁSSICA

A Economia Neoclássica (ENC) trouxe para o ambiente econômico uma nova visão de como explicar a valoração dos recursos ambientais. Ela explica que os valores determinados inicialmente são reflexos das preferências e dos custos de produção.

A ENC substituiu a ideia de escassez absoluta e introduziu a ideia da escassez relativa. Com essa mudança de ênfase conceitual, estruturou o desenvolvimento do bem-estar econômico com base nos bens e nos serviços naturais.

É importante ressaltar que o meio ambiente e o meio econômico estão diretamente ligados e devem viver em perfeita simbiose, pois o desequilíbrio nessa relação pode ocasionar sérios problemas ambientais e, conseqüentemente, econômicos.

Marques e Comune (2001, p. 23) afirmam que “a necessidade de estimar valores para os ativos ambientais atende as necessidades de adoção de medidas que visem à utilização sustentável do recurso”. A degradação dos recursos e dos serviços naturais pelo homem demonstra que o mercado não é capaz, sozinho, de assimilar os impactos e de corrigi-los. Ele necessita de outras forças atuando em prol do bem-estar da população.

De acordo com Ponciano, Souza e Mata (2008, p. 3):

A questão econômica fundamental, não está atrelada apenas a ação de produzir e consumir, com alocação dos recursos escassos da sociedade, mas sim em utilizar estes recursos de forma a minimizar a depredação dos recursos naturais, com o comprometimento da sustentabilidade e a deterioração da qualidade do meio ambiente.

Os serviços ambientais são definidos por Marques e Comune (2001, p. 24) como “qualquer serviço que contribua para a melhoria do bem-estar, do

padrão de vida e para o desenvolvimento econômico e social”.

Vale ressaltar que é importante uma correta avaliação dos bens ambientais, pois os preços econômicos não retratam o seu verdadeiro valor, porque, segundo Marques e Comune (2001), os mercados não conseguem destinar com eficiência os recursos, ou seja, diferenciar entre custos privados e sociais.

Marques e Comune (2001, p. 29) afirmam que:

A economia do meio ambiente, que se alicerça nos fundamentos da teoria neoclássica, desenvolveu e aprofundou não somente conceitos e métodos para a valoração do meio ambiente, como também derivou importantes instrumentos de política, que vai do imposto “pigouviano” ao leilão de licenças para poluir, passando pelos subsídios, quotas, taxas, regulamentos e padrões fixados para o gerenciamento ambiental.

A política “Pigouviana”, derivada da teoria neoclássica, vem ganhando espaço entre gestores e políticos na implantação de medidas punitivas e/ou reguladoras no intuito de mitigar ou estagnar o processo de degradação do meio ambiente.

2.2 VALORAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL

De acordo com Nogueira, Medeiros e Arruda (2000, p. 85):

Os métodos de valoração econômica ambiental são técnicas específicas para quantificar (em termos monetários) os impactos econômicos e sociais de projetos cujos resultados numéricos vão permitir uma avaliação mais abrangente.

A valoração econômica do meio ambiente é uma ferramenta extremamente complexa, porque os bens naturais não possuem um valor econômico de mercado e muito menos bens substitutos. Isso faz com que sua mensuração seja complexa.

Esses bens naturais, por não possuírem um preço de mercado,

normalmente não possuem um mercado específico para serem negociados. Segundo Pugas (2006, p. 32), os “seus valores necessitam ser medidos e expressos em termos monetários, sempre que possível, de forma que possam ser comparados na mesma escala de outros bens e serviços comercializados em mercados tradicionais”. A ausência de um preço de mercado e de um mercado propriamente dito para os bens ambientais causa lacunas no sistema, levando ao uso não sustentável desses recursos naturais, o que pode acarretar em extinção de algumas espécies e no aumento dos efeitos negativos sobre o clima do planeta.

A determinação do Valor Econômico dos Recursos Ambientais (VERA) deve considerar todas as características econômicas e de valor dos recursos naturais, além de considerar que esses bens podem ou não estar associados a um uso. Cardoso (2005) e Seroa da Motta (2006) afirmam que o VERA divide-se em Valor de Uso e Valor de Não Uso.

A fórmula do VERA é apresentada por Seroa da Motta (2006), sendo expressa por:

$$\text{VERA} = (\text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO}) + \text{VE} \quad (1)$$

em que:

VERA = valor econômico dos recursos ambientais;

VUD = valor de uso direto;

VUI = valor de uso indireto;

VO = valor de opção; e

VE = valor de não uso ou valor de existência.

Segundo Seroa da Motta (2006, p. 12):

O VUD é o valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental pelo fato de que dele se utilizam diretamente. [...] o VUI é o valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental quando o benefício do seu uso deriva de funções ecossistêmicas. [...] o VO é o valor que o indivíduo atribui em preservar recursos que podem estar ameaçados,

para usos direto e indireto no futuro próximo [...] e o VE é o valor que está dissociado do uso (embora represente consumo ambiental) e deriva de uma posição moral, cultural ética ou altruística em relação aos direitos de existência de outras espécies que não a humana ou de outras riquezas naturais, mesmo que estas não representem uso atual ou futuro para ninguém.

O valor de uso de um bem ambiental é aquele atribuído pelo usuário em decorrência de sua utilização. Pode ser de uso direto, proporcionando benefícios diretos aos usuários e de uso indireto, em que o bem, dentro de suas funções naturais, pode contribuir para que desastres ecológicos não aconteçam, por exemplo. O valor de opção assemelha-se ao conceito de desenvolvimento sustentável, no qual o indivíduo opta por não utilizar este bem natural no presente para poder preservá-lo para si mesmo ou para que outras pessoas, no futuro, possam desfrutar daquele mesmo bem.

O valor de existência de determinado bem ambiental é aquele atribuído, independentemente de sua utilização no presente ou no futuro. De acordo com Lima (2000, p. 197), “há vários motivos que o explicam desde o desejo de ofertar o meio ambiente para as gerações futuras até a simpatia por espécies ou animais, fundamentada no sentimento ético de direito à existência dos não humanos”.

A utilidade do bem está associada à sua capacidade de produzir benefícios, vantagens, prazer, felicidade, evitar desastres, entre outras características. De acordo com Lima (2000), o homem como ser econômico e racional procura sempre maximizar sua utilidade nas escolhas feitas, isto é, procura melhorar cada vez mais seu nível de bem-estar (o prazer sobre a dor ou a receita sobre os custos).

Diante do exposto, é possível notar que as técnicas de valoração ambiental permitem mensurar quaisquer impactos causados ao meio ambiente, desde que conhecidas as condições do dano ambiental, possibilitando traduzir os prejuízos ambientais em prejuízos financeiros.

2.3 MODELOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

As atividades econômicas desenvolvidas pelo homem, quando não realizadas de forma sustentável, podem gerar inúmeros problemas para o meio ambiente, além de causarem possíveis impactos na produção e na produtividade nas culturas desenvolvidas nas diversas regiões do Brasil e do mundo.

Existem atualmente diversos modelos utilizados para valoração dos bens e serviços ambientais, conforme apresentado a seguir. Os métodos de valoração ambiental são divididos em métodos da Função de Produção e da Função de Demanda. São considerados métodos de Função de Demanda: Preços Hedônicos, Custo de Viagem e Valoração Contingente. Já os métodos de Função de Produção são: Dose-Resposta, Custo de Reposição, Custos Evitados e Custos de Controle.

De acordo com Seroa da Motta (1997, p. 14), os métodos da Função da Demanda:

Estimam diretamente os valores econômicos (preços-sombra) com base em funções de demanda para estes recursos derivadas de (i) mercados de bens ou serviços privados complementares ao recurso ambiental ou (ii) mercados hipotéticos construídos especificamente para o recurso ambiental em análise. Utilizando-se de funções de demanda, estes métodos permitem captar as medidas de disposição a pagar (ou aceitar) dos indivíduos relativas às variações de disponibilidade do recurso ambiental. Com base nestas medidas, estimam-se as variações do nível de bem-estar pelo excesso de satisfação que o consumidor obtém quando paga um preço (ou nada paga) pelo recurso abaixo do que estaria disposto a pagar.

Os métodos da Função de Produção, segundo Seroa da Motta (1997), utilizam-se dos preços de mercados de um determinado recurso ambiental ou serviço privado para estimar o valor econômico deste recurso natural. Com base nestes preços dos recursos privados, admitindo-se que não sofram alteração em virtude de variações, estimam-se indiretamente os valores econômicos dos recursos ambientais.

2.4 MÉTODO DA PRODUTIVIDADE MARGINAL OU DOSE-RESPOSTA

O Método da Produtividade Marginal (MPM), também chamado de Dose-Resposta (MDR), é um critério de valoração ambiental. Almeida (2006) e Seroa da Motta (2006) afirmam que esse modelo tenta medir as mudanças da produtividade dos sistemas em virtude de ações ambientais e identificar a correlação existente entre algumas variáveis e somente assim estimar o dano ambiental.

De acordo com Seroa da Motta (2006, p. 16), o Método da Produtividade Marginal:

É classificado como um dos métodos de função de produção, o método da produtividade marginal assume que, dada a função de produção $P = f(Y, R)$, o valor econômico de R é um valor de uso dos bens e serviços ambientais e que para calculá-lo é necessário conhecer a correlação de R em f e, ainda, a variação do nível de estoque e de qualidade de R em razão da produção do próprio P ou de outra função de produção, por exemplo de T . Para tanto, estimam-se as funções de dano ambiental (funções dose-resposta – DR), onde: $R = DR(x_1, x_2, \dots, Q)$, sendo x_1, x_2, \dots , as variáveis que junto com o nível de estoque ou qualidade Q do recurso natural, afetam a disponibilidade de R . Assim, $DR = DDR/DQ$. As funções DR relacionam a variação do nível de estoque ou qualidade de R , com o nível de danos físicos ambientais provocados com a produção de P ou T para identificar o decréscimo da indisponibilidade de R para a produção de P .

Santana (2002, p. 25) menciona que “quando se faz referência ao MDR, deve-se pensar que o ar, a água ou a terra constituem insumo produtivo na produção de alguns bens privados”. Abad (2002, p. 22) afirma que “o Método de Dose-Resposta pertence aos Métodos de Funções de Produção, ou seja, métodos que valoram o recurso ambiental pela sua contribuição como insumo na produção de um outro bem final”.

Segundo Silva (2008, p. 49) o Método Dose-Resposta:

Atribui um valor ao uso da biodiversidade relacionando a quantidade ou a qualidade de um recurso ambiental diretamente à produção de outro produto com preço definido no mercado. O papel do recurso ambiental no processo produtivo será representado por uma função dose-resposta.

A função dose-resposta mensura o impacto ambiental na produção de determinada cultura, quando varia a produtividade marginal. Isto implicará na valoração do uso do recurso ambiental. De acordo com Faucheux e Noël (1997, p. 274) “qualquer mudança nas condições ambientais vai-se traduzir nos custos de produção da empresa, nos preços e na quantidade do produto”.

O Método Dose-Resposta classifica-se entre os métodos de valoração indireta, em que se estima o valor do recurso natural por meio de uma função produção. Conforme afirma Esperancini (2000), o Método Dose-Resposta procura valorar uma poluição e um impacto mensurável a algum tipo de bem ambiental. Diante do exposto, pode-se afirmar que o Método da Produtividade Marginal ou dose-resposta tem como objetivo atribuir valor aos recursos naturais, associando a quantidade ou a qualidade desse bem à produção de outros bens que possuem preços no mercado. Maia (2002, p. 18) afirma que “esta função irá mensurar o impacto no sistema produtivo, dada uma variação marginal na provisão do bem ou serviço ambiental e, a partir desta variação, estimar o valor econômico de uso do recurso ambiental”.

Campos Júnior (2003) expõe que uma das formas de utilização para esse método seria na valoração da qualidade da água utilizada em empreendimentos aquáticos, nos quais a má qualidade do recurso hídrico gera impactos na disponibilidade de recursos naturais gratuitos disponíveis no meio ambiente e, conseqüentemente, perda de valor econômico.

Esperancini (2000, p. 5) menciona que:

A aplicação do método de função dose-resposta justifica-se quando: 1) as pessoas são inconscientes dos efeitos que a poluição causa e daí não se ajustam para melhorar seu

bem-estar. Pode ocorrer que não se encontre uma relação significativa entre aumento da poluição e efeitos na saúde porque os indivíduos estão se ajustando preventivamente aos efeitos da poluição e 2) quando elucidar preferências por qualquer dos métodos diretos não é possível em razão da indisponibilidade de dados ou quando falta sofisticação de mercado por parte da população atingida.

O MPM fundamenta-se na relação da variação do volume do estoque com o grau do impacto que o recurso ambiental sofre, com o intuito de identificar o efeito dessa degradação no nível da produção econômica que utiliza este recurso ambiental como insumo (ABAD, 2002).

Os impactos ocorridos nos ativos ambientais, seja na terra, no ar ou na água, podem causar aos produtores redução na produtividade marginal em virtude da má qualidade ou da indisponibilidade desses recursos. O Método Dose-Resposta é composto por duas etapas. A primeira consiste na elaboração da função dose-resposta, a qual permite identificar a relação entre a poluição e os seus impactos à produção. Quanto à segunda, ela fundamenta-se na identificação da mudança nas respostas, inclusive nas medidas paliativas que deverão ser traduzidas em termos econômicos (FAUCHEUX; NOËL 1997).

Nogueira, Medeiros e Arruda (1998, p. 16) relacionam erosão à produtividade e acrescentam que o Método Dose-Resposta medirá “para diferentes níveis de erosão, existirão diferentes níveis de produção final. Isto é, para cada ‘dose’ de erosão do solo, existirá uma ‘resposta’ em termos de redução na quantidade produzida da cultura”. Os autores ainda afirmam que o Método Dose-Resposta não se fundamenta na curva de demanda para alcançar diversos níveis de bem-estar.

A água é um dos insumos básicos para a produção de qualquer cultura. A partir do momento em que houver uma redução na quantidade disponível de água, seja pela diminuição das chuvas que abastecem os rios, seja pelo excesso de demanda, poderão ocorrer na agricultura, impactos significantes na produção, na produtividade e, como consequência, no lucro auferido. É nesse sentido que a função dose-resposta fundamenta-se. Identifica-se a relação entre a variação

no nível dos estoques ou nas suas qualidades e o nível de degradação do bem natural para identificar-se, posteriormente, o resultado dessa degradação em certo volume de produção que possui esse recurso natural como insumo básico na geração de outros produtos.

Nogueira, Medeiros e Arruda (1998, p. 16) comentam que o dose-resposta está relacionado à qualidade do bem ambiental, portanto, “mudanças na qualidade ambiental levam a mudanças na produtividade e custos de produção, os quais levam por sua vez a mudanças nos preços e níveis de produção, que podem ser observados e mensurados”.

A deficiência de água poderá ocasionar perdas na lucratividade. Para que se volte a auferir o lucro naturalmente, é necessário que o recurso natural volte próximo ao seu estado anterior ao do fato gerador, e isto demanda tempo. Neste prazo, o produtor não conseguirá produzir nada em virtude da falta de água ou de sua má qualidade, gerando, assim, o lucro cessante. O lucro cessante, na visão de Hoog (2007, p. 57), é o lucro “que deixou de ser realizado por ato alheio à vontade da administração da empresa e passou a fluir em outra direção.”

Pearce (1993 apud ARAÚJO, 2003, p. 35) afirma que “o método é teoricamente correto, mas pode haver erros da relação entre dose e resposta”. Faucheux e Noël (1997, p. 275) destacam que existem alguns problemas em relação ao Método Dose-Resposta que são:

A complexidade das relações em causa e a dificuldade em conseguir dados científicos e técnicos necessários [...], além de não dá nenhuma avaliação em termos de consentimento em pagar ou em receber, na medida em que ele não integra nenhum aspecto respeitante ao comportamento dos agentes. Entretanto, cada vez que são incluídas as consequências do prejuízo ambiental sobre a procura dos produtos, deveria ser incluído um modelo de comportamento dos agentes econômicos na análise, o que raramente é feito.

Faucheux e Noël (1997, p. 274) explicam que no dose-resposta “trata-se, portanto, de fato, de uma apreciação das funções de prejuízos, que consiste

em passar de uma função de prejuízos físicos a uma função de prejuízos monetários”. Desse modo, o Método Dose-Resposta é uma ferramenta que irá medir a variação na produtividade em decorrência de uma variação, positiva ou negativa, nos insumos básicos utilizados no processo de produção e que poderá proporcionar oscilações nos produtos finais.

Seroa da Motta (1997) menciona que o método dose resposta foi utilizado por Dixon e Hufschmidt para valorar corpos d’água a montante do Reservatório de *Nam Pong* na Tailândia, cujo objetivo era analisar o custo benefício do reservatório, além de estimar as perdas físicas e econômicas da erosão do solo. Outra utilização do modelo foi feita por Narain, Urvashi e Fisher (1995), cujo objetivo foi avaliar o impacto da população de lagarto *Anolis* na produção de açúcar nas Antilhas. Foi identificado que a redução de 1% na população implicaria na redução de aproximadamente 2.420 toneladas (SEROA DA MOTTA, 1997).

3 METODOLOGIA

Para conhecer o impacto da variação da disponibilidade da água no lucro dos agricultores da microrregião de Formoso do Araguaia, foram utilizados dados secundários coletados junto aos órgãos oficiais do governo, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). No IBGE foram coletados dados referentes à área plantada, em hectares, da lavoura de arroz irrigado, dos últimos oito anos, para a identificação do custo de produção e do preço de venda obtidos pelo produtor na microrregião de Formoso do Araguaia – região composta pelas cidades de Formoso do Araguaia, Dueré e Lagoa da Confusão. O preço de custo do arroz irrigado foi obtido junto à CONAB.

A demanda de recursos hídricos da microrregião de Formoso para a irrigação foi obtida junto ao Instituto Natureza do Tocantins (NATURATINS). Também foi utilizado como referência, o Plano de Bacia, em fase de conclusão pela Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Estado do Tocantins (SRHMA).

hídrica para uso na irrigação da lavoura, utilizou-se a média da região quanto à quantidade de água disponível.

Foram aparentados dois cenários, sendo um considerado otimista e outro denominado pessimista. Ambos partiram dos valores médios dos dados obtidos. Em cada cenário proposto, foram feitas algumas considerações sobre suas características e sobre os impactos que poderiam ocorrer na lucratividade da produção de arroz irrigado, da microrregião de Formoso do Araguaia, caso viessem a acontecer.

No cenário otimista e pessimista as variáveis do modelo (preço de venda, preço de custo e área plantada média) não sofreram nenhuma variação. A única a sofrer variação foi a disponibilidade hídrica, que foi constituída da média encontrada acrescida e/ou diminuída do desvio padrão da amostra. Dentre os modelos de valoração ambiental existentes foi escolhido o Método Dose-Resposta, por ser capaz de medir quanto uma variação na disponibilidade hídrica produziria de impacto na lucratividade da produção de arroz irrigado.

Em cada cenário simulado foi utilizado o Método Monte Carlo. Esse método utiliza eventos probabilísticos para solucionar problemas matemáticos e físicos, uma vez que se utiliza de eventos aleatórios para determinar a ocorrência. Este método é recomendável para a replicação nos cenários, uma vez que não se conhecia o desvio padrão da amostra.

O método é uma técnica de amostragem utilizada para trabalhar com sistemas complexos que agregam informações aleatórias e com graus de incerteza (probabilidade) de seu acontecimento. O Método Monte Carlo utiliza um modelo estocástico representando o processo de interesse e um gerador de números aleatórios para determinar a Função Densidade de Probabilidade (FDP).

Utilizou-se uma distribuição normal para as variáveis aleatórias, uma vez que se pode tomar qualquer valor dentro de uma escala contínua entre dois pontos distintos, de forma que nenhum dos valores existentes dentre esses pontos seja mais provável que outro e que as probabilidades associadas a cada elemento seja descrita pela distribuição uniforme.

Segundo Stevenson (1981, p. 136), a importância da distribuição normal

é que “as distribuições tanto das médias como das proporções em grandes amostras tendem a ser distribuídas normalmente, o que tem relevante implicação na amostragem”. Uma característica da distribuição normal relaciona-se à média e ao desvio padrão. Isto é, para cada combinação da média com o desvio padrão, existirá uma distribuição normal distinta, conforme expõe o referido autor.

Para estimar o impacto na lucratividade na produção de arroz, definiu-se a função que serviu de parâmetro para a simulação do método de Monte Carlo:

$$\text{Lucro} = f \{ (\Delta \text{Água} \times AP_{\text{Média}}) \times \text{PVenda} \} - \{ (\Delta \text{Água} \times AP_{\text{Média}}) \times \text{PCusto} \} \dots (2)$$

em que:

$\Delta \text{Água}$ = variação na disponibilidade hídrica;

$AP_{\text{Média}}$ = área plantada média da região;

PVenda = preço de venda médio por toneladas; e

PCusto = preço de custo médio por hectare plantado.

Para executar o Método Monte Carlo, inicialmente foram calculadas as médias e os desvios padrões da Área Plantada, a Disponibilidade Hídrica, o Preço de Venda por toneladas e o Preço de Custo por Hectares.

Para a execução do Método Monte Carlo, utilizou-se o aplicativo R *Foundation for Statistical Computing*, versão 2.10.1, que é um aplicativo de distribuição gratuita para simular os cenários otimista e pessimista. Como o Método Monte Carlo trabalha na geração de números aleatórios para identificar a probabilidade de acontecimento de determinados fatores, tornou-se necessário criar um mecanismo dentro do programa R que proporcionasse a mesma análise a qualquer tempo e que tornasse possível fazer comparações entre situações projetadas.

Para isso, utilizou-se o comando *set.seed* (12345), que serve para gerar duas ou mais amostras idênticas, obtendo-se o mesmo resultado. Logo em seguida, definiu-se o número de interações necessárias para simular ambos os cenários: otimista e pessimista, perfazendo um total de 10.000 replicações. Foi inserida na linha de programação a função definida neste trabalho para simular

os possíveis lucros ou prejuízos, com base na variação, positiva ou negativa, da disponibilidade hídrica. Em seguida, verificou-se se os resultados encontrados com base na função lucro apresentavam distribuição normal. Logo após, simularam-se as 10.000 replicações.

Após as interações, determinou-se o intervalo de confiança de 95% para verificar se a maior ocorrência do lucro estaria neste trecho. Para finalizar, definiram-se as classes e o percentual de ocorrência do lucro em cada classe. Para o cálculo das classes, foi feita a razão entre a amplitude total e o número de classes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CONDIÇÃO ATUAL

Para desenvolver o estudo sobre o impacto na lucratividade da produção de arroz irrigado na microrregião de Formoso do Araguaia, no Tocantins, foi necessário identificar a receita total auferida com a produção, o custo total da produção de arroz irrigado e o lucro obtido, no período de 2000 a 2007. Neste cenário, cabe ressaltar que o lucro foi encontrado de forma contábil, isto é, receita menos custo da produção.

Os dados referentes à receita total no período foram extraídos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Tabela 1). O valor médio da receita auferida foi de R\$ 87.452.890,33 e o desvio padrão foi de R\$ 44.853.651,36. Os valores referentes à receita foram corrigidos pelo IGP-M acumulado do ano de 2000, no valor de 9,95%, obtido junto à Fundação Getúlio Vargas (FGV).

Tabela 1. Receita Total referente à produção de arroz irrigado na Microrregião de Formoso do Araguaia, TO.

| Receita (R\$)* | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |
|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | 47.365.360,50 | 59.217.919,80 | 71.124.039,00 | 160.000.375,20 |
| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
| 148.104.356,40 | 73.908.384,00 | 41.017.838,40 | 98.884.849,40 | |

Fonte: IBGE (2009).

* Valores corrigidos pelo IGP-M da FGV.

Para o cálculo do custo total de produção, inicialmente levantou-se a área plantada de arroz irrigado na microrregião de Formoso do Araguaia. A área plantada média na região, conforme tabela 3, foi de 46.210 mil hectares e o desvio padrão foi de 9.947 mil hectares. A produção de arroz irrigado foi, em média, de 189.994 mil t/ha (Tabela 2).

Tabela 2. Área plantada (ha) e produção (t) de arroz irrigado na Microrregião de Formoso do Araguaia, TO.

| Área Plantada (ha) | | | | | | | | |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Municípios | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
| Dueré | 6.400 | 4.000 | 5.210 | 6.280 | 7.400 | 7.000 | 2.350 | 2.680 |
| Formoso do Araguaia | 25.630 | 14.000 | 16.770 | 22.620 | 23.940 | 25.430 | 11.570 | 14.300 |
| Lagoa da Confusão | 16.750 | 18.750 | 24.900 | 20.000 | 24.500 | 26.200 | 13.800 | 29.200 |
| Total | 48.780 | 36.750 | 46.880 | 48.900 | 55.840 | 58.630 | 27.720 | 46.180 |
| Média | 46.210 | | | | | | | |
| Produção (t) | | | | | | | | |
| Municípios | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
| Dueré | 24.800 | 16.575 | 14.954 | 26.123 | 27.840 | 26.160 | 8.160 | 10.464 |
| Formoso do Araguaia | 120.825 | 66.300 | 53.382 | 113.317 | 108.984 | 99.988 | 46.534 | 59.940 |
| Lagoa da Confusão | 60.324 | 85.500 | 82.080 | 87.900 | 107.100 | 92.880 | 53.820 | 126.000 |
| Total | 205.949 | 168.375 | 150.416 | 227.340 | 243.924 | 219.028 | 108.514 | 196.404 |
| Média | 189.994 | | | | | | | |

Fonte: IBGE (2009).

O preço de venda da produção foi apurado, dividindo-se o valor financeiro da produção pela quantidade produzida de arroz irrigado, sendo que o valor médio foi de R\$ 460,29/tonelada em oito anos. O preço de custo da produção de arroz irrigado, por hectare, foi obtido junto à CONAB, sendo que a média, em oito anos, foi de R\$ 1.424/ha (Tabela 3).

Tabela 3. Preço de custo da produção de arroz irrigado.

| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|------------------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Preço de Custo (R\$)* | 926 | 955 | 1.073 | 1.501 | 1.826 | 1.872 | 1.633 | 1.609 |
| Média (R\$) | 1.424 | | | | | | | |

Fonte: CONAB (2009).

* Valores corrigidos pelo IGP-M da FGV.

Os dados históricos da disponibilidade hídrica foram obtidos junto ao NATURATINS, cuja média na bacia do Rio Araguaia/Tocantins, no período de 2000 a 2007, foi de 953 ton. O total de água utilizada para a irrigação, neste período, foi de 2.689.350,17 m³/h e o total de área irrigada com este volume de água somou-se 575.158,33 ha.

A quantidade de água despendida para a irrigação, na microrregião de Formoso do Araguaia, foi de 2.689.350,17 m³/h, sendo utilizada por todas as culturas, temporárias e permanentes, tais como arroz, milho, cana-de-açúcar, feijão, sorgo, banana, abacaxi, melancia, mandioca e soja, no período de 2000 a 2007, segundo dados do IBGE (2010).

4.2 CENÁRIO OTIMISTA

Na construção desse cenário, buscou-se simular uma situação entre as variáveis ambientais e não ambientais que pudessem influenciar positivamente no resultado final da produção de arroz irrigado, isto é, no lucro auferido na venda da produção.

As variáveis que compuseram esse cenário foram: área plantada de arroz irrigado, em hectares; preço de venda do arroz irrigado; custo total da produção;

lucro/prejuízo obtido na produção da cultura de arroz irrigado na microrregião de Formoso do Araguaia e disponibilidade hídrica da bacia.

Convencionou-se que as variáveis do modelo proposto (área plantada, preço de venda e custo) permaneceriam constantes (*ceteris paribus*), sendo que apenas a variável disponibilidade hídrica sofreu variação. Presumiu-se que o total da disponibilidade hídrica, neste cenário, foi de 1.554 t., isto é, a média (953 t.) acrescida do desvio padrão da amostra (601 t.).

A partir dessa condição inicial, simulou-se no aplicativo R, o impacto que o lucro teria decorrente da produção de arroz da microrregião de Formoso do Araguaia, caso houvesse uma variação positiva na disponibilidade hídrica na bacia do Araguaia/Tocantins.

Simularam-se 10.000 replicações com o intuito de minimizar o erro na simulação. Pode-se perceber, pela figura 2, que os dados da amostra comportam-se de forma normal.

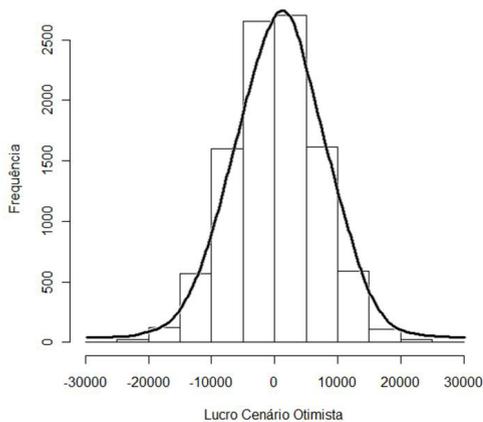


Figura 2. Curva Normal e de Distribuição de Frequência Acumulada Cenário Otimista.

Fonte: Dados da pesquisa.

Para auxiliar na análise deste cenário, calculou-se o intervalo de confiança da amostra. O intervalo foi obtido pela fórmula:

$$\left(\bar{x} - t_z \sqrt{\frac{S^2}{n}}; \bar{x} + t_z \sqrt{\frac{S^2}{n}} \right) \tag{3}$$

Portanto, o intervalo de confiança de 95% foi encontrado a partir da média das simulações, acrescido e diminuído, do grau de confiança estimado. No aplicativo R, utilizou-se a rotina *t.test(ProbLucroOT)*, para obter o intervalo de confiança ao nível de 95% (Tabela 4).

Tabela 4. Intervalo de confiança no Cenário Otimista a 95%.

| Limite Inferior | Limite Superior |
|-----------------|-----------------|
| (R\$117.896,47) | R\$149.817,15 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Foi calculada a quantidade de classes a serem utilizadas, bem como a amplitude das mesmas. Com base na frequência, identificou-se a probabilidade de ocorrência de valores dentro do intervalo de confiança definido de 95%, conforme tabela 5.

Tabela 5. Intervalos de classes da amostra do Cenário Otimista.

| Intervalo | Frequência | Percentual |
|----------------------------------|---------------|----------------|
| De (R\$300.000) até (R\$200.000) | 22 | 0,22% |
| De (R\$200.000) até (R\$100.000) | 687 | 6,87% |
| De (R\$100.000) até R\$0,00 | 4251 | 42,51% |
| De R\$0,00 até R\$100.000 | 4320 | 43,20% |
| De R\$100.000 até R\$200.000 | 699 | 6,99% |
| De R\$200.000 até R\$300.000 | 21 | 0,21% |
| TOTAL | 10.000 | 100,00% |

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: Valores entre parêntese representam números negativos; Valores em milhões de reais.

O intervalo de confiança da amostra está definido entre R\$ 117.896,47 e R\$ 149.817,15. Nesse cenário, a probabilidade para que o lucro esteja dentro desse trecho é de aproximadamente 91%.

Tabela 6. Estatística descritiva do Lucro Estimado Cenário Otimista.

| Mínimo | Mediana | Média | Máximo |
|-------------|----------|-----------|-----------|
| (R\$ 267,3) | R\$ 64,4 | R\$ 159,6 | R\$ 253,7 |

Fonte: Dados da Pesquisa.

Nota: Valores em milhões de reais.

A possibilidade para que o valor máximo do lucro estimado de R\$ 253,7 milhões (Tabela 6), no cenário otimista, possa acontecer é de apenas 0,22% (Tabela 5) em 10.000 interações. A chance do menor valor do lucro estimado (R\$ 267,3 milhões) ocorrer é de somente 0,21%, conforme tabelas 5 e 6, respectivamente. Com um percentual de 85,71%, o lucro estimado, neste cenário, está no intervalo de R\$100.000 a R\$100.000 com 8.571 ocorrências (Tabela 6), sendo que a maior frequência dos dados está na faixa de R\$ 0,00 a R\$ 100.000 com 4.320 incidências, representando uma probabilidade de 43,20%. Isso possibilita dizer que o lucro estimado está na classe de R\$0,00 a R\$ 100.000.

4.3 CENÁRIO PESSIMISTA

Na simulação do cenário pessimista, buscou-se fazer com que interagissem as diversas variáveis, de forma a evidenciar resultados positivos e/ou negativos para a produção de arroz irrigado na microrregião de Formoso do Araguaia.

Os mesmos critérios do cenário otimista foram seguidos, de modo que as variáveis do modelo (área plantada, preço de venda e custo) foram mantidas constantes (*ceteris paribus*), com exceção da disponibilidade hídrica. Neste caso, buscou-se medir o provável prejuízo ou a redução no lucro final que poderia ocorrer, caso acontecesse uma diminuição da disponibilidade de água para uso na irrigação.

Neste cenário, a disponibilidade hídrica passou de 1.554 t., para 353 t., representando uma redução de aproximadamente 77% em relação ao cenário real da bacia do Araguaia/Tocantins. O valor de 353 ton. é a diferença entre o valor médio (953 ton.) e o desvio padrão da amostra (601 t.).

Esta redução significativa na disponibilidade do recurso hídrico para a utilização na irrigação da lavoura de arroz não implica, necessariamente, em uma redução da área plantada e, nem mesmo, na redução da produção ou da produtividade.

Tal redução provoca nos usuários uma necessidade de uso mais racional e eficiente da água para que possam ser mantidos os mesmos padrões de produção e de produtividade em relação ao período de abundância deste recurso natural.

Deve-se ressaltar que a água disponível no rio serve tanto para a irrigação quanto para o consumo humano. Portanto, uma menor disponibilidade deste bem natural poderá provocar uma maior demanda de todos os usuários, sejam diretos ou indiretos.

No caso de aumento da demanda de água, os indivíduos que utilizam este bem para a irrigação poderão entrar em conflito de interesses pelo uso da mesma, já que existem diversos empreendimentos às margens do rio que também necessitam de água. Em virtude do posicionamento dos empreendimentos, alguns usuários podem beneficiar-se em detrimento de outros, usufruindo, assim, de uma maior quantidade de água, quantidade, inclusive, superior ao que lhes é cabível, de acordo com a outorga concedida pelo órgão estadual responsável pelo controle e uso das águas.

No cenário pessimista, simularam-se também 10.000 replicações com o intuito de minimizar o erro. Identificou-se que os dados estão distribuídos de forma normal, ou seja, possuem a mesma probabilidade de ocorrência, conforme figura 3.

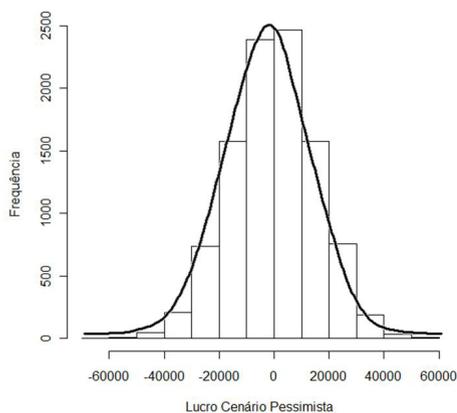


Figura 3. Curva normal e da distribuição de frequência acumulada no cenário pessimista.

Fonte: Dados da pesquisa.

Para auxiliar na análise deste cenário, calculou-se, também, o intervalo de confiança da amostra. O intervalo de confiança foi definido em 95%, sendo calculado conforme descrito no tópico 4.2.

Os valores encontrados para o cenário pessimista, quanto ao intervalo de confiança, podem ser visualizados na tabela 7.

Tabela 7. Intervalo de confiança no Cenário Pessimista a 95%.

| Limite Inferior | Limite Superior |
|-----------------|-----------------|
| (R\$26.704,99) | R\$33.935,42 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: Valores do limite inferior e superior em milhões de reais.

Calculou-se a quantidade de classes, bem com a amplitude das mesmas. A partir dessa definição, foi possível identificar o percentual com que os dados simulados do resultado (lucro ou prejuízo) da produção de arroz irrigado ocorreram dentro do intervalo de confiança (Tabela 7).

Tabela 8. Intervalos de classes da amostra para o Cenário Pessimista.

| Intervalo | Frequência | Percentual |
|----------------------------------|-------------------|-------------------|
| Acima de (R\$ 30.000) | 263 | 2,63% |
| De (R\$ 30.000) até (R\$ 20.000) | 736 | 7,36% |
| De (R\$ 20.000) até (R\$ 10.000) | 1.574 | 15,74% |
| De (R\$ 10.000) até R\$ 0,00 | 2.387 | 23,87% |
| De R\$ 0,00 até R\$ 10.000 | 2.470 | 24,70% |
| De R\$ 10.000 até R\$ 20.000 | 1.578 | 15,78% |
| De R\$ 20.000 até R\$ 30.000 | 756 | 7,56% |
| Acima de R\$ 30.000 | 236 | 2,36% |
| TOTAL | 10.000 | 100,00% |

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: Valores entre parêntese representam números negativos.

Como o intervalo de confiança da amostra está entre R\$ 26.704,99 e R\$ 33.935,42, a probabilidade para que o resultado (lucro ou prejuízo), nesse cenário, esteja dentro do intervalo definido de 95% é de aproximadamente 96,5%.

Tabela 9. Estatística descritiva do Lucro Estimado Cenário Pessimista.

| Mínimo | Mediana | Média | Máximo |
|---------------|----------------|--------------|---------------|
| (R\$ 60,6) | R\$ 14,6 | R\$ 36,1 | R\$ 57,4 |

Fonte: Dados da Pesquisa.

Nota: Valores em milhões de reais.

Nesse cenário, o maior resultado estimado foi de aproximadamente R\$ 57,4 milhões e o menor valor foi de R\$ 60,6 milhões, conforme tabela 9. A probabilidade para que o maior valor do lucro projetado no cenário pessimista possa acontecer é de apenas 2,36%. A chance para que ocorra o menor valor estimado é de 2,63% (Tabelas 7 e 8). No cenário pessimista, a maior concentração estimada do lucro está na faixa de R\$10.000 a R\$10.000 com um percentual de 48,57%, de acordo com a tabela 8. A maior frequência do lucro estimado está no intervalo de R\$ 0,00 a R\$ 10.000, com 2.470 repetições, representando 24,70% de probabilidade de ocorrência.

Comparando o lucro médio do cenário pessimista com o lucro médio do otimista, houve uma redução no lucro médio estimado de aproximadamente 77%.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi simular os impactos na lucratividade da produção de arroz irrigado na microrregião de Formoso do Araguaia, variando apenas a disponibilidade hídrica na bacia, mantendo-se as demais variáveis constantes.

Com base no objetivo proposto e nos resultados obtidos nas replicações, concluiu-se que, com uma maior quantidade de água para utilizar na irrigação, pode ocorrer um aumento da produção e na produtividade da cultura, proporcionando aos produtores maiores quantidades de matérias-primas para a venda. Diante disto, pode haver um ganho na qualidade do arroz produzido na região ocasionando, assim, uma melhora no preço de venda do produto.

Uma maior quantidade de grãos disponíveis para a venda poderá implicar na redução no preço de venda do produto, tanto no mercado interno como no mercado externo, condição que pode ser contornada por meio de um volume de venda maior.

Quanto ao lucro médio estimado no cenário pessimista em relação ao cenário otimista, houve uma redução de aproximadamente 77%. Um fator que pode ter auxiliado na redução do lucro do cenário otimista para o pessimista foi a escassez de água, já que a pouca disponibilidade deste insumo pode contribuir para o surgimento das doenças do arrozal, como a brusone na panícula. Essa escassez pode estar associada à falta de chuva, por longos períodos na região, o que proporciona a redução natural do nível dos rios.

Oscilando apenas a variável disponibilidade hídrica no modelo, pôde-se perceber que não é fator determinante na lucratividade final da produção. Diante do exposto, torna-se importante investigar, por meio de novos estudos, quais seriam os outros fatores (área plantada, preço de venda e preço de custo) ou as

outras variáveis, associadas ou não à escassez de recursos hídricos, que poderiam contribuir significativamente para a diminuição ou o aumento do lucro final.

REFERÊNCIAS

ABAD, M. C. E. **Valoração econômica do meio ambiente: o método de valoração contingente no Brasil**, 2002. 139f. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente) - Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação. Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2002. Disponível em: <<http://vsites.unb.br/face/eco/ceema/mestradodissertacoes.html>>. Acesso em: 15 jun. 2009.

ALMEIDA, J. R. de. **Perícia ambiental judicial e securitária: impacto, dano e passivo ambiental**. Rio de Janeiro, RJ: Thex, 2006.

ARAÚJO, R. C. **Procedimentos prévios para valoração econômica do dano ambiental em inquérito civil público**. 2003, 116f. (Dissertação de Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente) - Universidade de Brasília, Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação., Brasília, 2003. Disponível em: <<http://vsites.unb.br/face/eco/ceema/mestradodissertacoes.html>>. Acesso em: 15 jun. 2009.

CAMPOS JÚNIOR, J. J. F. **Valoração econômica de danos ambientais: o caso dos derrames de petróleo em São Sebastião**, 2003. 137f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica e Planejamento de Sistemas Energéticos) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, SP, 2003. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000310978>>. Acesso em: 20 ago. 2009.

CARDOSO, E. R. **A precificação dos recursos hídricos de uso urbano no Vale do Rio Cuiabá**, 2005. 135 f. Dissertação (Mestrado em Econômica: Gestão Econômica do Meio Ambiente) - Universidade de Brasília, Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade, Brasília, DF, 2005. Disponível em: <<http://vsites.unb.br/face/eco/ceema/mestradodissertacoes.html>>. Acesso em: 15 jun. 2009.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/curiosidades.asp>>. Acesso em: 29 abr. 2009.

ESPERANCINI, M. S. T. **Métodos de valoração e a função dose-resposta:** dificuldades e viabilidade de aplicação em estudos de poluição do ar. 2000. Disponível em: <<http://cecemca.rc.unesp.br/ojs/index.php/holos/article/viewFile/1641/1431>>. Acesso em: 20 out. 2009.

FAUCHEUX, S.; NOËL, J. F. **Economia dos recursos naturais e do meio ambiente.** Portugal: Instituto Piaget, 1997.

HAWKEN, P.; LOVINS, A.; LOVINS, L. H. **Capitalismo natural:** criando a próxima revolução industrial. Tradução de Luiz A. de Araújo e Maria Luiza Felizardo. São Paulo, SP: Cultrix, 1999.

HOOG, W. A. Z. **Fundo de comércio goodwill em:** apuração de haveres, balanço patrimonial, dano emergente, lucro cessante, locação não residencial. Curitiba: Juruá, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 maio 2011.

LIMA, L. H. M. **O controle externo do patrimônio ambiental brasileiro.** 2000. 452 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, 2000. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/lhmdelima.pdf>>. Acesso em: 16 dez. 2009.

MAIA, A. G. **Valoração de recursos ambientais,** 2002. 183f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente) - Instituto de Economia da UNICAMP. Universidade de Campinas, Campinas, SP, 2002. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000243573>>. Acesso em: 20 ago. 2009.

MARQUES, J. F.; COMUNE, A. E. A teoria neoclássica e a valoração ambiental. In: ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P.; LEONARDI, M. L. A. (Orgs.). **Economia do meio ambiente.** 3. ed. Campinas, SP: Ed. da Unicamp, 2001.

NOGUEIRA, J. M.; MEDEIROS, M. A. A. de; ARRUDA, F. S. T. de. Valoração econômica do meio ambiente: ciência ou empiricismo? **Cadernos de Ciência & Tecnologia,** Brasília, v. 17, n. 2, p. 81-115, maio/ago. 2000. Disponível em: <<http://webnotes.sct.embrapa.br/pdf/cct/v17/cc17n203.pdf>> Acesso em: 17 mar. 2010.

NOGUEIRA, J. M.; MEDEIROS, M. A. A. de; ARRUDA, F. S. T. **Valoração econômica do meio ambiente: ciência ou empirismo?** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 50., 1998, Natal. **Anais....** Natal, RN: UFRN, 1998.

PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M.; MATA, H. T. Análise das externalidades negativas no meio ambiente e sustentabilidade na agropecuária. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008, Rio Branco. **Anais eletrônicos...** Rio Branco/AC: SOBER, 2008. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/865.pdf>>. Acesso em: 17 mar. 2010.

PUGAS, M. A. R. **Valoração contingente de unidades de conservação: avaliando a DAP espontânea e induzida da população de Rondonópolis (MT) pelo Horto Florestal**, 2006. 129 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente) - Universidade de Brasília, Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação, Brasília, DF, 2006. Disponível em: <<http://vsites.unb.br/face/eco/ceema/mestradodissertacoes.html>>. Acesso em: 15 jun. 2009.

SANTANA, J. R. T. **Valoração econômica e conservação do meio ambiente: explorando a disposição a pagar de ma comunidade de baixa renda**, 2002. 89f. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente) - Universidade de Brasília, Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação., Brasília, DF, 2002. Disponível em: <<http://vsites.unb.br/face/eco/ceema/mestradodissertacoes.html>>. Acesso em: 15 jun. 2009.

SEROA DA MOTTA, Ronaldo. **Economia ambiental**. Rio de Janeiro, RJ: Ed. da FGV, 2006.

SEROA DA MOTTA, Ronaldo. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Rio de Janeiro, RJ: IPEA/MMA, 1997.

SILVA, M. H. da. **Modelo de procedimento para elaboração de metodologia de valoração econômica de impactos ambientais em bacia hidrográfica – estudo de caso – Guarapiranga – aplicação da função dose-resposta**, 2008. 157f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, Escola Politécnica da USP, São Paulo, SP, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-28032008-180244/>>. Acesso em: 20 nov. 2009.

STEVENSON, W. J. **Estatística aplicada à administração**. Tradução de

Alfredo Alves de Farias. São Paulo, SP: Harbra, 1981.

TOCANTINS. Secretaria de Infra Estrutura. **Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Tocantins**. Relatório Síntese. 2007.

Recebido em: 07 novembro 2011.

Aceito em: 31 maio 2012.