

VALORAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS COMO SUBSÍDIO NA GESTÃO DO MANANCIAL URBANO DO RIBEIRÃO DO FEIJÃO, SÃO CARLOS – SP

Fernando Henrique Machado*
Francisco Antonio Dupas**

Resumo: Com o intuito de proteger a bacia hidrográfica do manancial do Ribeirão do Feijão, São Carlos, SP, este estudo visou: (i) estimar a disposição a pagar (DAP) da população são-carlense para a proteção ambiental; (ii) identificar o nível de conhecimento sobre a origem dos recursos hídricos utilizados do Ribeirão do Feijão entre sujeitos da população urbana; (iii) estimar o lucro líquido da produção agropecuária desta bacia. Para determinar a disposição a pagar (DAP) da população o Método de Valoração Contingente (MVC) com a técnica de eliciação jogos de leilão foi utilizado. Foram aplicados 280 questionários em uma amostra probabilística da população durante o mês de outubro de 2010. Foi construído um modelo de regressão logística multivariado. Para identificar as atividades agropecuárias foi utilizado como fonte de dados o mapa de cobertura do solo da bacia. As estimativas do lucro líquido foram feitas com base nos custos e receitas das culturas utilizando o Valor Presente Líquido (VPL). A DAP média da população foi de R\$ 3,07 resultando em um montante financeiro anual de R\$ 8.176.638,00. A estimativa do lucro líquido para todas as culturas foi de R\$ 13.392.119,95 por ano para uma área produtiva de 14.694 ha, que representa 65,87% da área da bacia e 12,88% do território de São Carlos.

Palavras-chave: Mananciais urbanos; valoração econômica dos recursos hídricos; valoração contingente; planejamento de bacias hidrográficas; proteção ambiental.

VALUATION ALLOWANCE OF WATER RESOURCES MANAGEMENT IN URBAN SOURCE OF RIBEIRÃO DO FEIJÃO, SÃO CARLOS – SP

Abstract: In order to protect the watershed Ribeirão do Feijão, São Carlos, SP, this study aimed to: (i) estimate the willingness to pay (WTP) of the population são-carlense to environmental protection; (ii) identify the level of knowledge about the origin of water resources used in the Ribeirão do Feijão between subjects of the urban population; (iii) estimate the net profit of agricultural production in this basin. For the purpose of to determine the willingness to pay (WTP) of the population the Contingent Valuation Method (CVM) with the elicitation technique of bidding games was used. Two hundred and eighty questionnaires were applied in a probabilistic sample of the population during the month of October 2010. A multivariate logistic regression model was built. The coverage map for the soil of the basin was used as a source of information to identify the agricultural activities. The estimates for the net profit were based on the costs and proceeds of the cultures using the Net Present Value (NPV). The WTP for the average population was R\$ 3,07, resulting in an annual financial amount of R\$ 8.176.638,00. The estimated net profit for all the cultures was R\$ 13.392.119,95 per year for a production area of 14.694 ha, representing 65,87% of the basin area and 12,88% of the territory of São Carlos.

Key Words: urban water sources; economic valuation of water resources; contingent valuation; planning watersheds; environmental protection.

Introdução

Martinelle e Fisofo (2009) retratam que o crescimento das atividades agropecuárias brasileiras vem acompanhado de uma

massiva remoção de florestas, sendo um aspecto pouco considerado é o da substituição da vegetação nativa por

atividades agropecuárias, que ocasionam a perda dos serviços ambientais prestados pelos ecossistemas. Conforme Turner *et al.* (2010), os serviços ambientais são os benefícios humanos advindos dos ecossistemas, que envolvem serviços de suporte, regulação, provisão e fins culturais. Alguns exemplos de serviços ambientais são a produção e disponibilidade de água limpa, regulação do clima, biodiversidade, paisagem e fertilidade do solo. Estudos feitos por Dupas (2001), Cunha *et al.* (2011), Costa *et al.* (2012a) e Costa *et al.* (2012b) têm registrado o intenso uso e ocupação do solo que vem causando impactos adversos na cobertura vegetal do município de São Carlos (SP), especificamente na bacia hidrográfica do manancial do Ribeirão do Feijão. Esses impactos são atribuídos ao crescimento urbano e agropecuário que ocasionam prejuízos aos serviços ecossistêmicos prestados por esta bacia, principalmente prejuízos na produção natural de água em termos quantitativos e qualitativos. Devido a esse motivo, Dupas (2001) e Dupas *et al.* (2006) assinalam a necessidade do pagamento pelos serviços ecossistêmicos prestados por esta bacia. Este pagamento consiste em remunerar proprietários rurais, cuja participação é voluntária, para manter ou mudar o uso da terra visando à preservação dos serviços ecossistêmicos (Pagiola *et al.*, 2010).

Com a incorporação da análise econômica na dimensão ambiental, iniciam-se os estudos sobre a valoração econômica ambiental dos impactos produzidos por atividades antrópicas nos recursos naturais. Trata-se de uma etapa fundamental na quantificação dos principais processos que regulam e controlam o funcionamento dos ecossistemas e de relevância ao bem estar humano na forma de políticas públicas para o desenvolvimento sustentável (Tundisi e

Matsumura-Tundisi, 2010; e Turner *et al.* 2010). Há vários métodos capazes de estimar esses valores para bens ambientais e serviços por eles gerados, dentre eles, o mais utilizado é o Método de Valoração Contingente – MVC. O MVC vem sendo amplamente utilizado pelos departamentos governamentais, principalmente nos Estados Unidos, para mensuração da disposição a pagar de projetos sociais e avaliações de custo-benefício para as políticas públicas voltadas ao meio ambiente e saúde pública (Jones *et al.*, 2008 e Notaro e Paletto, 2011).

Para Bolt *et al.* (2005) e McFadden (1994), o MVC baseia-se sobre a observação do comportamento humano em mostrar o valor que os indivíduos demonstram sobre os bens públicos, lugares ou serviços. No entanto, em alguns casos, não há no mercado valores monetários observáveis, então, neste caso, é possível perguntar a uma amostra de pessoas a DAP delas. A teoria econômica sustenta que o montante máximo em termos monetários que o indivíduo está disposto a pagar por um bem é um indicador da utilidade ou satisfação com ela sobre esse bem (Dong *et al.*, 2005).

Conforme Jones *et al.* (2008), na construção do mercado hipotético, utilizando *surveys*, são incluídos elementos a serem aplicados a uma amostra da população de interesse. Os elementos do questionário são várias perguntas sobre aspectos socioeconômicos, atitudes com o bem a ser valorado e também uma questão de eliciação da DAP ou da disposição a aceitar (DAA). A DAP é a máxima quantia que a pessoa está disposta a pagar por uma melhoria na qualidade ambiental. A DAA é a mínima quantia que a pessoa está disposta a receber, como forma de compensação, por uma alteração negativa no recurso ambiental (Kaffashi *et al.*, 2011 e Turner *et al.*, 2010). Deve-se atentar que, apesar das vantagens

previstas por este método, ele está sujeito a vários vieses na construção dos cenários, pelos quais tem sido objeto de críticas. Por isso, na literatura há diversas recomendações para seu correto uso (Arrow *et al.*, 1993; Liu *et al.*, 2010; e López-Mosquera e Sánchez, 2011).

Diante do acima exposto, o **objetivo geral** deste estudo foi valorar os recursos hídricos da bacia hidrográfica do manancial do Ribeirão do Feijão utilizando o MVC com vistas a propor medidas para a proteção ambiental desta bacia. Os objetivos específicos foram: (i) estimar a disposição a pagar (DAP) da população são-carlense para a proteção ambiental; (ii) identificar o nível de conhecimento sobre a origem dos recursos hídricos utilizados do Ribeirão do Feijão entre sujeitos da população urbana; (iii) estimar o lucro líquido da produção agropecuária desta bacia.

Caracterização da área de estudo

São Carlos é um município localizado no Estado de São Paulo, Brasil (Figura 1). Possui uma população de 221.950 habitantes, conta com uma população predominante urbana (96%), 1.141 km² de área territorial e está situada a 230 km a noroeste da capital do Estado (IBGE, 2011). A bacia do manancial urbano do Ribeirão do Feijão possui 222,7 km² e engloba três rios principais, o Rio Tietê, o Rio Jacaré-Guaçu e o Rio Jacaré Pepira e está localizada entre os paralelos 22° e 22°10' de latitude sul e os meridianos 47°45' e 45°50' de longitude oeste. Do total de água bruta consumida pelo município, o Ribeirão do Feijão fornece 27% (vazão de 246,3 L/s), o Rio Monjolinho fornece 24,8% (vazão de 225,9 L/s), e o restante advém de poços subterrâneos (vazão de 439,2 L/s) (Dupas, 2001; Tundisi, 2008 e Costa *et al.* 2012a e b).

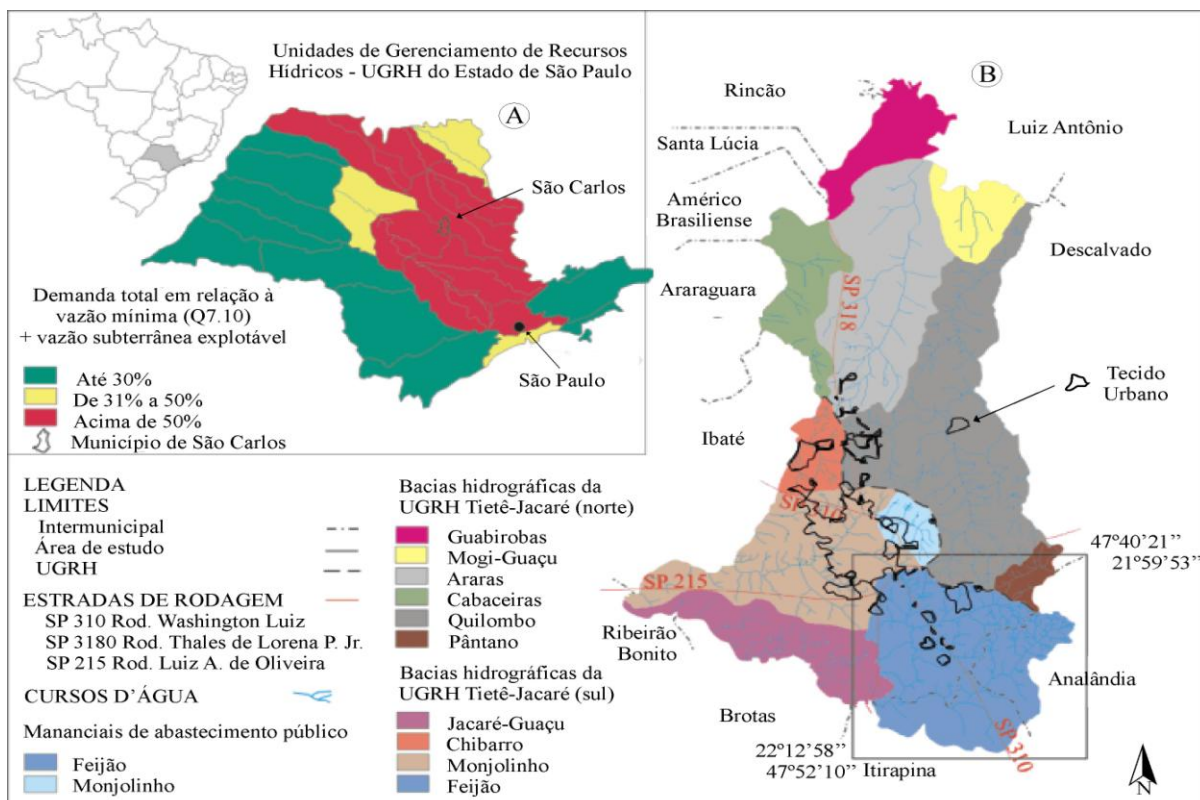


Figura 1 – Localização das sub-bacias hidrográficas da bacia Mogi-Guaçu e Tietê-Jacaré, mancha urbana da cidade de São Carlos, área do estudo – manancial do Ribeirão do Feijão

Fonte: A - DAEE (2005), B - Tundisi *et al.* (2007) *apud* Costa (2011a)

O Ribeirão do Feijão corre do NE-SW e ENE-WSW sobre arenitos de formação Botucatu em seu curso médio e alto, na parte baixa corre sobre terreno diabásico de origem basáltica entre camadas de Botucatu (SAAE, 1995). Na Figura 2 é apresentado o perfil geológico da região de São Carlos.

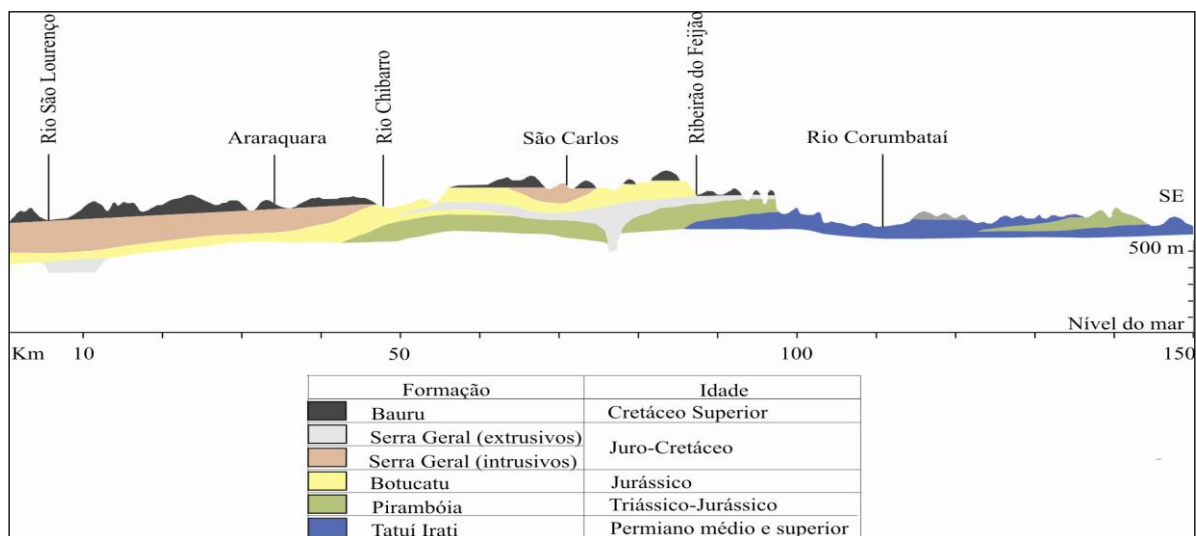


Figura 2 – Perfil geológico da região de São Carlos

Fonte: Modificado de Zuquette (1981) por Costa *et al.* (2012a e b)

MATERIAIS E MÉTODOS

Ética da pesquisa

A Resolução do Conselho Nacional de Saúde – CNS nº 196/96 considera que pesquisas com seres humanos são aquelas realizadas em qualquer área do conhecimento e que, de modo direto ou indireto, envolvam indivíduos ou coletividades, em sua totalidade ou partes (CNS, 1996). Pelo MVC requerer o uso de questionários e envolver seres humanos, solicitou-se autorização para aplicação de questionários ao Comitê de Ética em Pesquisa - CEP da Escola de Enfermagem Wenceslau Braz – EEWB de Itajubá-MG, entidade credenciada ao CNS, sendo o pedido deferido sob número 547/2010.

Tamanho da amostra

O tamanho da amostra foi estimada pela metodologia proposta por Gil (2008) para populações infinitas:

$$n = (\sigma^2 \cdot p \cdot q) / (e^2)$$

Onde:

n : Tamanho da amostra; σ^2 : Nível de confiança escolhido - expresso em número de desvios-padrão; p : Probabilidade de o fenômeno ocorrer; q : Probabilidade complementar ($100 - p$); e^2 : Erro máximo permitido.

Para determinação do tamanho da amostra da pesquisa, foram adotados dois desvios-padrão como nível de confiança - que equivale a inferências com aproximadamente 95% de segurança. Para a probabilidade de ocorrência do evento p , adotou-se o valor máximo 0,5, já que essa estimativa não foi estabelecida previamente; consequentemente, q é igual a 0,5. O erro máximo permitido adotado foi de 6%, que é uma margem de erro aceitável dentro de pesquisas sociais. Este nível de precisão garante representatividade da população selecionada, visto que o nível geralmente de aceitação de precisão para amostras representativas é de até 10% (Fink, 2003 e Richardson, 2008).

Instrumento de pesquisa

A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas pessoais utilizando-se questionários conduzidos nos domicílios dos entrevistados. Houve um pré-teste do questionário visando identificar falhas na formulação deste. O respondente foi preferencialmente o responsável pelo domicílio. Na ausência deste, foi solicitado que o respondente tivesse idade maior ou igual a 18 anos. Foi utilizado como técnica de eliciação o modelo *referendum* com jogos de leilão (*bidding-games*). Conforme Kartman (1996), esta técnica de eliciação consiste em apresentar uma série de valores aos entrevistados com a finalidade de captar a máxima DAP desses. Baseia-se em apresentar ao entrevistado determinado valor inicial. Se o valor inicial é rejeitado, baixa-se este valor até um valor que o entrevistado estivesse disposto a pagar. Se for aceito, aumenta-se o valor até o máximo que o indivíduo aceitasse pagar. Os valores oferecidos aos entrevistados para que eles pagassem mensalmente por meio da conta de água foram: R\$0,50; R\$1,50; R\$2,00; R\$5,00; R\$10,00; R\$20,00; R\$30,00 e a opção mais que R\$30,00. O lance inicial definido foi o valor de R\$2,00.

O procedimento utilizado para coleta de dados foi o de amostragem estratificada, pelo qual o município foi dividido em quatro estratos, de acordo com o valor cobrado pelo Imposto Territorial Urbano (IPTU) do ano de 2010. O questionário foi dividido em duas partes principais: A e B. O propósito da parte A foi identificar informações sobre as características socioeconômicas do entrevistado. Na parte B foram abordadas questões inerentes à percepção ambiental do respondente, na qual foi eliciado a DAP do indivíduo. A estruturação do questionário

consistiu em escolhas dicotômicas e de perguntas com múltiplas opções de resposta, todas conduzidas por um aplicador.

Modelo de regressão

Utilizou-se o modelo de regressão logística para identificar as variáveis que influenciavam a probabilidade de os respondentes estarem dispostos a pagar pela proteção ambiental da bacia. Silva (2004) considera que o modelo logit é baseado na função e probabilidade logística acumulada, representada pela seguinte expressão:

$$P_i = P(Y = 1) = f(\beta X_i) = 1 / (1 + e^{-\beta X_i})$$

Em que P_i corresponde à probabilidade de o indivíduo i tomar a decisão $Y = 1$, isto é, estar disposto a pagar para usufruir dos benefícios resultantes da conservação e manutenção da bacia; βX_i é um vetor das variáveis explicativas que representa as características desse indivíduo; i cada observação da amostra utilizada; e , a base de logaritmos neperianos. Conforme Kleinbaum *et al.* (1998), este modelo é a técnica mais popular de regressão disponível para modelos com variáveis dependentes dicotômicas, que neste estudo assume a probabilidade de o indivíduo estar disposto a pagar $Y = 1$ ou não pagar $Y = 0$. Seguindo as regras para definir *dummy* variáveis mencionadas por Kleinbaum *et al.* (1998), cada variável explicativa categórica foi transformada em variável *dummy* para análise de regressão. Na Tabela 1 são apresentadas as variáveis explicativas utilizadas neste estudo.

Tabela 1 – Variáveis explicativas analisadas

Variáveis explicativas	Descrição
Idade	Idade dos respondentes em anos
Sexo	1 homem / 0 mulher
Trabalho	Se o respondente trabalha ou não: 1 trabalha / 0 não trabalha
Mora	Se o respondente mora no município: 1 mora / 0 não mora
Atividade profissional	Setor de atividade do respondente (1 se o respondente for da atividade agrícola, 0 caso contrário / 1 se for servidor público, 0 caso contrário / 1 se for estudante, 0 caso contrário / 1 se for da área de educação, 0 caso contrário / 1 para outras atividades, 0 caso contrário)
Renda	Renda do respondente em USD, sendo: renda abaixo de 485.43 (1 sim, 0 não), renda entre 485.43 a 704.13 (1 sim, 0 não) / renda de 704.76 a 3,037.73 (1 sim, 0 não) / renda maior que 3,038.37 (1 sim, 0 não).
Escolaridade	Escolaridade do respondente, sendo: sem instrução (1 sim, 0 não) / ensino fundamental (1 sim, 0 não); incompleto (1 sim, 0 não) / ensino médio incompleto (1 sim, 0 não) / ensino médio completo (1 sim, 0 não) / superior incompleto (1 sim, 0 não) / superior completo (1 sim, 0 não) / pós graduação. (1 sim, 0 não).
Grau de importância	Grau de importância que o respondente atribui às questões ambientais (1 sem importância, 0 caso contrário / 1 pouco importante, 0 caso contrário / 1 importância média, 0 caso contrário / 1 importante, 0 caso contrário / 1 muito importante, 0 caso contrário);
Conhecimento	Se o respondente tem algum conhecimento sobre o Ribeirão do Feijão: 1 sim / 0 não

Na edificação do modelo multivariado, após as análises univariadas, foi empregado o critério de ingresso da variável no processo de modelagem, um valor de $p < 0,20$, ancorado no teste da razão da máxima verossimilhança. O mesmo teste foi conduzido na análise univariada (Hosmer e Lemeshow, 2000). Desse modo, os valores dos β , referentes às variáveis independentes representam uma estimativa do logaritmo neperiano da chance, controlando-se para as demais variáveis contidas no modelo. Por intermédio desta ferramenta analítica, é calculada a Razão de Chances (RC), uma medida de associação com a variável dependente, que no caso é a DAP. Para uma variável independente dicotômica, o valor da RC é expresso pela equação:

$$RC = e^{\beta}$$

A razão de chances igual a um indica que a DAP é igualmente provável de ocorrer. Uma razão de chances maior do que um indica que há maior chance de o indivíduo pagar. A razão de chances menor do que um indica que a chance de pagar é menor (Viera, 2008). O *software* Epi Info (versão 3.2.1) foi utilizado para identificar as variáveis estatisticamente significativas e para construir o modelo de regressão logística multivariada.

Estimativa do lucro líquido

Com base na diferença entre os custos de produção e no preço recebido pelos agricultores das atividades agropecuárias presente na bacia foi estimado o lucro líquido obtido por cada tipo de cultura. Para realizar esse procedimento, foi utilizado como fonte de dados o mapa de cobertura do solo de 2006 e suas respectivas áreas. Após a análise deste mapa foi verificado os temas por meio do trabalho de campo realizado em março de 2010. Desse modo, as áreas produtivas definidas nessa análise econômica foram reflorestamento (esta cobertura foi definida como cultura de eucalipto), pastagem (esta cobertura foi definida como área utilizada para criação de gado de

corte), cana-de-açúcar e laranja. Devido à carência de dados, principalmente de custos de produção, utilizou-se custos e receitas de produtos agrícolas de diferentes bases de dados e, por consequência, de períodos diferentes. Na Tabela 2 são apresentados os respectivos anos de referência dos dados utilizados na análise econômica.

Tabela 2 – Ano do custo e receita das atividades agropecuárias

Atividade	Ano	Fonte
Eucalipto	2007	Anuário da Agricultura Brasileira - Agrianual (2008, <i>apud</i> Galo, 2008)
Gado de corte	2009	Anuário da Pecuária Brasileira - Anualpec (2010)
Cana-de-açúcar	2011	Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Goiás - FAEG (2011)
Laranja	2004	Instituto de Economia Agrícola de São Paulo – IEA/Ghilardi (2004)

A partir daí, os valores foram ajustados para 2011 de acordo com a atualização monetária dos respectivos períodos (i.e., os valores de custos e receitas dos anos anteriores a 2011 foram atualizados para o presente - 2011, conforme a correção monetária anual divulgada pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA/IBGE (2011)). Para calcular o lucro líquido anual de cada cultura, utilizou-se as fórmulas do Valor Presente Líquido - VPL e Valor Anual - VA descritas a seguir.

Valor presente líquido

Conforme Dossa *et al.* (2000) e Silva *et al.* (2007), o VPL determina a viabilidade de investimentos pela diferença positiva entre receitas e custos. Logo, deve-se trazer os valores de cada período de tempo para uma mesma data, por exemplo, o presente, a uma determinada taxa de juros. O VPL pode, então, ser calculado através da equação:

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j (1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j} \quad (5)$$

Onde:

R_j = Receita ocorrida no período j ; C_j = Custo ocorrido no período j ; i = Taxa de juros (% ao ano); j = Período de ocorrência de receita ou custo (anos) e; n = Número máximo de períodos (anos).

A taxa de juros i utilizada para o cálculo do VPL para as coberturas analisadas foi de 6,75 % ao ano. Essa taxa de juros foi definida por ser a mesma taxa utilizada em programas governamentais de crédito rural como Moderinfa, Moderagro, Propflora, Prodecoop, Procap-Agro e pela Poupança Rural (Brasil, 2009).

Valor anual

O VA foi aplicado neste estudo visando estimar o valor anual de cada atividade agropecuária, visto que esta técnica permite comparar diferentes projetos, mesmo que sejam com data de operações diferentes, porém calculados a partir da mesma data focal (Neves, 2005). Conforme Neves (2005), o VA é expresso pela equação:

$$VA = \frac{VPL \cdot i}{1 - (1+i)^{-n}} \quad (6)$$

Onde:

VA = Valor Anual; VPL = Valor Presente Líquido; i = Taxa de atratividade do período; n = Número total de períodos de tempo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Perfil da amostra

A idade dos respondentes foi de grande amplitude, apresentando idade mínima de 20 e máxima de 85 anos, com média de 48 anos

e desvio padrão de 18 anos. Em relação ao gênero, o de maior predominância foi o feminino, com 59% dos casos. A proporção de respondentes que não trabalhavam foi de 44%. O setor de atividade de maior frequência relativa foi o de pessoas ligadas à indústria, comércio e prestação de serviços e aposentados e pensionistas, ambos com 29% dos casos. A renda familiar predominante foi de R\$ 1.115,00 a R\$ 4.806,00 (51%). A renda familiar abaixo de R\$ 768,00 o percentual foi de 12%. Quanto à escolaridade, a maior proporção foi de pessoas com ensino médio completo (27%), seguido por pessoas com curso superior (26%). Apenas 3% dos entrevistados não tinham nenhuma escolaridade.

Na pergunta que se refere ao grau de importância que os respondentes atribuem às questões ambientais, o resultado foi que 89% deles consideraram essas questões importantes ou muito importantes. Sendo que tal fato pode estar relacionado com o maior nível de informação que atualmente é disponível à sociedade por diversos veículos de comunicação, bem como pela própria vivência com algum tipo de impacto ambiental adverso. Foi indagado ao entrevistado se este tinha algum tipo de conhecimento sobre o manancial do Ribeirão do Feijão, o resultado foi que 67,5% da amostra apresentaram ter algum conhecimento.

Quanto à DAP, 56% dos entrevistados se mostraram dispostos a pagar alguma quantia a mais na conta de água para destinar o recurso arrecado a proteção ambiental da bacia. Dos valores oferecidos aos respondentes, o percentual de aceitação para cada lance foi: R\$ 0,50 (6%); R\$ 1,50 (2,5%); R\$ 2,00 (66%); R\$ 5,00 (18%); R\$ 10,00 (3%); R\$ 20,00 (2%); R\$ 30,00 e mais que R\$ 30,00 (ambos com 0%); 2,5% não informaram o valor da DAP. Diante

destes resultados, constatou-se que a técnica de eliação jogos de leilão com valor/ponto inicial se mostrou pouco eficiente em estimular a disposição a pagar máxima do entrevistado. Esse ficou ancorado ao valor inicial, ou seja, o entrevistado revelou um comportamento estratégico e não se sentia estimulado em aceitar os valores superiores ao valor sugerido inicialmente. Esse fator pode ter tendenciado à estimação da DAP e subestimado o montante financeiro real que poderia ser arrecadado. A principal justificativa dada pelos respondentes por não estarem dispostos a pagar foi que eles não tinham condição financeira (14%), seguida por "a preservação, neste caso, seria de responsabilidade do governo" (10%) e não "confio na destinação correta dos recursos" (6%). A justificativa "não tenho interesse na preservação ambiental" foi de apenas 3%, o que demonstra que os respondentes apresentaram interesse na preservação ambiental.

Resultados da regressão logística

Na Tabela 3 são apresentados os resultados da análise univariada, onde são destacados os valores de RC.

Variável	RC	β	p
Idade	1,0	0,019 5	0,0056*
Trabalha	1,4	0,356 9	0,1441** **
Ataposentado	1,8	0,576 6	0,0307**
Rmenor	2,7	0,984 6	0,0099*
Rentre_2	0,5	- 0,629 4	0,0099*
Rninformada	1,9	0,627 8	0,132*** *
ESsem	3,3	1,204	0,1544** **
ESfundINC	1,6	0,461 7	0,1376** **
QApouco	3,1	1,120 5	0,0678** *
QAimportante	2,3	0,839 7	0,0043*
QAmuito	0,3	- 1,089 2	< 0,01*

* Significativo a 1% ** Significativo a 5%
Significativo a 10% * Significativo a 15%

A RC igual a 1 da variável idade implica que a DAP é igualmente provável em qualquer idade. Os respondentes que trabalham apresentam 1,4 vezes a chance de pagar comparando-se com os que não trabalham. Os respondentes aposentados ou pensionistas (ATaposentado) apresentam 1,78 vezes a chance de pagar comparando-se com as demais atividades consideradas. O mesmo ocorre com os respondentes que possuem renda abaixo de R\$ 768,00 (Rmenor) e dos que não informaram a renda (Rninformada), dos quais possuem 2,8 e 1,9 vezes, respectivamente, a chance de pagar do que os respondentes que possuem outras faixas de renda. Em relação à escolaridade, os respondentes que não possuem nenhuma escolaridade (ESsem) e os que possuem o ensino fundamental incompleto (ESfundINC) possuem 3,3 e 1,6 vezes, respectivamente, a chance de pagar comparando-se com os demais níveis de escolaridade considerados.

Os respondentes que acham as questões ambientais pouco importantes (QApouco) possuem 3,1 vezes a chance de pagar comparando-se com as demais. Este fato também acontece com a variável "QAIMportante", indicando que os respondentes que consideram as questões ambientais importantes possuem 2,3 vezes a chance de pagar em relação as demais. A variável "QAmuito" (referente as pessoas que acham as questões ambientais muito importantes) e a variável "Rentre_2" (referente aos respondentes com renda de R\$ 1.115,00 a R\$ 4.806,00) apresentaram RC menor que 1, o que indica um fator protetor quanto a DAP, ou seja, os respondentes com essas características não estarem dispostos a pagar.

Com base nos resultados da Tabela 3, foi ajustado o modelo de regressão logística multivariada com a aplicação da metodologia progressiva passo-a-passo (*stepwise*

forward), com a inclusão das variáveis por ordem decrescente de significância. Na Tabela 4 são apresentados os resultados.

Tabela 4 – Resultados da regressão logística multivariada

Variável	RC	β	p
Idade	0,9865	-0,0136	0,067** *
QAmuito	2,8112	1,0336	< 0,01*
Rentre_2	1,7692	0,5706	0,026**
Constante	*	-0,0575	0,9024

* Significativo a 1% ** Significativo a 5%
***Significativo a 10%

Diante dos resultados presentes na Tabela 4, chegou-se à expressão que estima a probabilidade de o indivíduo pagar dadas as variáveis explicativas encontradas:

$$\begin{aligned} \text{Logit [Probabilidade (Y = 1)]} \\ = -0,0575 (\beta_0 \text{ constante}) \\ - 0,0136(\beta_1 \text{ idade}) \\ + 0,5760(\beta_2 \text{ Rentre}_2) \\ + 1,0336(\beta_3 \text{ QAmuito}) \end{aligned}$$

Controlando este modelo pela variável idade, foram criados quatro cenários distintos (A, B, C e D) baseado no modelo multivariado. A seguir são descritos os cenários: Cenário A: Indivíduos que consideram as questões ambientais muito importantes e que possuem renda entre R\$ 1.115,00 a R\$ 4.806,00; Cenário B: Indivíduos que não consideram as questões ambientais muito importantes e que possuem renda entre R\$ 1.115,00 a R\$ 4.806,00; Cenário C: Indivíduos que consideram as questões ambientais muito importantes e que não possuem renda entre R\$ 1.115,00 a R\$ 4.806,00; e Cenário D: Indivíduos que não consideram as questões ambientais muito importantes e que não possuem renda entre R\$ 1.115,00 a R\$ 4.806,00.

Na Figura 2 são ilustrados os cenários, pela qual é revelado que quanto maior a idade, menor a probabilidade de o indivíduo

pagar pelo bem em questão, dadas as variáveis explicativas significativas utilizadas no modelo. A causa disso pode estar relacionada com o avanço da educação ambiental no ensino formal nas escolas e com o fato de os jovens serem mais conscientes dos problemas ambientais. Outra explicação pode ser porque as pessoas mais velhas podem não confiar na destinação correta dos recursos e/ou pela alta carga tributária brasileira, o que revela um viés de protesto e subdesenvolvimento, respectivamente. Com base nos cenários, o modelo demonstra que a maior probabilidade de o indivíduo estar disposto a pagar é no cenário A, chegando a quase 80 % para a faixa etária de 18 a 19 anos. A menor probabilidade de pagar é dos indivíduos pertencentes ao cenário D, apresentando para todas as faixas etárias probabilidades menores que 50%.

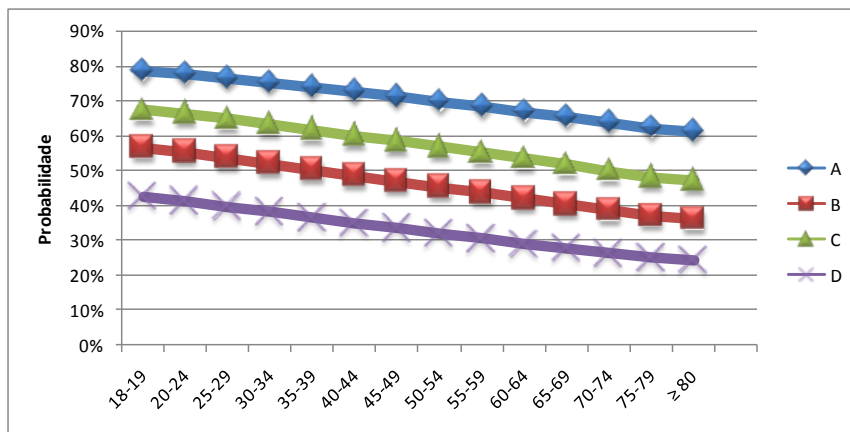


Figura 2 – Probabilidade de pagar para os cenários A, B, C e D

Estimativa do lucro líquido produzido na bacia

Com base no lucro líquido por ha/ano estimado para cada cobertura analisada, foi constatado que a atividade mais rentável na área é a cultura de laranja (R\$ 2.663,00), seguida por cana-de-açúcar (R\$ 1.581,00), eucalipto (R\$ 952,00) e criação de gado de corte (R\$ 223,00). Na Figura 3 são apresentados os resultados.

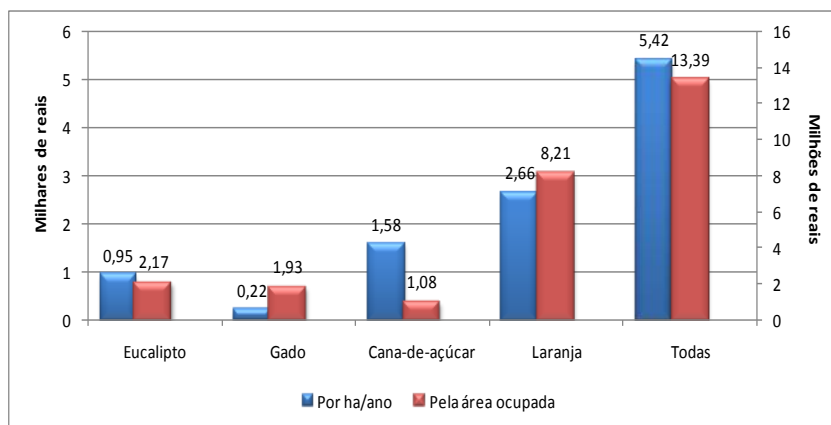


Figura 3 – Lucro líquido de acordo com cada cobertura analisada

Levando em consideração o lucro líquido total produzido em toda a bacia e conforme a área ocupada pelas atividades agropecuárias identificadas, o valor total estimado foi de R\$ 13.392.119,95 por ano para uma área produtiva de 14.694 ha (o que representa 65,87% da área da bacia e 12,88% do território de São Carlos).

Lucro dos produtores x DAP da população

Nessa análise foi extrapolado a DAP média de R\$ 3,07 para o número total de habitantes de São Carlos. Na Figura 4 são apresentados os resultados que permitem comparar o lucro líquido total gerado na bacia pelas atividades agropecuárias e o valor que a população está disposta a pagar.

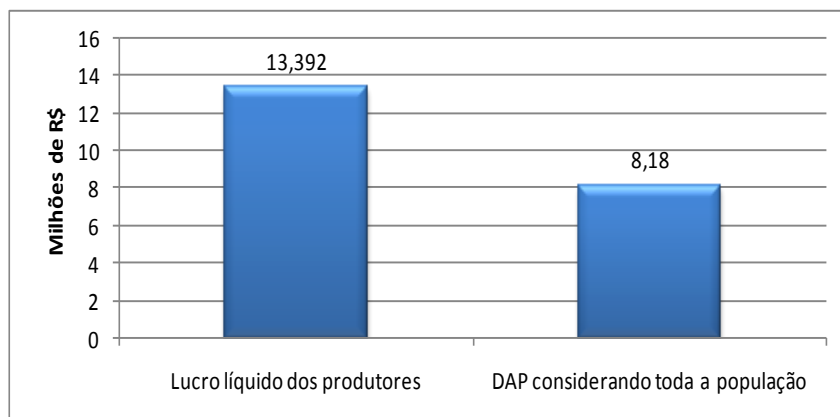


Figura 4 – Lucro dos produtores x DAP da população (por ano)

Diante desses resultados, constata-se que o valor que a população está disposta a pagar representa 61% do lucro líquido dos produtores rurais. Considerando o montante que poderia ser arrecadado anualmente para proteção ambiental da bacia (8,18 milhões), este valor equivale a R\$ 36.715,93 por km²/ano da área total da bacia. Esse recurso, uma vez arrecadado, pode ser utilizado para proteção da bacia de diferentes formas, tais como: compensação financeira para que os produtores deixem de produzir por meio de atividades de grande impacto ambiental; incentivo a agricultura orgânica; e pagamentos pelos serviços ambientais aos produtores rurais para a destinação de áreas previamente estudadas para proteção ambiental.

Conclusão

Por falta de planejamento o crescimento desordenado de cidades implica em custos elevados ao executivo municipal e, como

consequência, para a população. Em relação a mananciais urbanos, a ocupação desordenada das bacias hidrográficas compromete o abastecimento futuro de água. A bacia hidrográfica do manancial do Ribeirão do Feijão e do Monjolinho são importantes e estratégicos ativos ambientais de São Carlos, sendo de fundamental importância a sua preservação e/ou conservação. No entanto, atitudes políticas positivas e outras negativas com relação ao monitoramento do crescimento em direção à bacia hidrográfica têm sido observadas. A positiva foi à aprovação do plano diretor em 2005 onde transforma os mananciais superficiais responsáveis por aproximadamente 50% (225,9 l/s e 246,3 l/s do total consumido de 911,4 l/s) do abastecimento urbano, em áreas de proteção e preservação. Também positivo foi o redirecionamento do crescimento da mancha urbana para regiões fora da bacia hidrográfica do Feijão e do

Monjolinho, ou seja, para NE, NW e SW (Figura 1).

No Feijão e no Monjolinho, mesmo contrariando o plano diretor, sofrem as consequências da forte aprovação/expansão dos loteamentos. Segundo a projeção do crescimento populacional feita por Costa (2010), para o período de 2006 a 2050, aponta um crescimento populacional em São Carlos dos atuais 221.950 para 382.385 habitantes, ou seja, um aumento populacional de aproximadamente 72% e da superfície impermeabilizada de perto de 80 para 140 km. Esse crescimento terá relação direta com a alteração do ambiente natural do município, visto que o crescimento urbano desordenado modifica adversamente a cobertura vegetal.

Portanto, este estudo pode ser utilizado como instrumento de gestão sendo norteador nos processos de tomadas de decisões no que concerne a políticas de proteção de mananciais no município de São Carlos e demais municípios do entorno que estão contidos na bacia. Para este caso, o pagamento pelos serviços ecossistêmicos, especificamente a produção de água, deve ser considerado como uma estratégia para preservar e garantir o abastecimento urbano. Dessa forma, os usuários dos recursos hídricos terão um benefício e também quem está preservando o manancial por meio da recuperação das áreas já degradadas. A forma de rateio dos custos pelo ambiente urbano que necessita da água é uma prática já corrente e busca ressarcir os proprietários da bacia que obtém lucro do solo por meio do agronegócio. Evidentemente, para efetivação desta proposta, ainda deverá existir um processo de negociação com os proprietários não só no município de São Carlos, mas também de Analândia e Itirapina. Do total de 222,7 km², apenas 120,3 km² está no município de São Carlos, mas já é o mais

urbanizado/impermeabilizado com 5,9% da área e, segundo Tundisi et al. (2007), apresentam os maiores taxas de poluição por esgotos.

Neste caso, diante dos objetivos propostos, (i) a determinação da DAP da população utilizando o MVC apresentou ser adequado na determinação do valor econômico dos serviços oferecidos pelo ecossistema da bacia. Neste, a DAP média de R\$ 3,07 para o número total de habitantes de São Carlos é de R\$8,18 milhões/ano. Isto demonstra que a população está ciente da importância de se preservar o capital natural e, (ii) ao menos, 67,5% conhecem sua localização e de onde parte da água de abastecimento é procedente; (iii) a estimativa do lucro líquido dos produtores rurais analisando os custos e receitas das atividades agropecuárias por meio do VPL demonstrou ser viável para identificação do valor monetário produzido na bacia, chegando-se a um valor de R\$13,392 milhões/ano. Desta forma, isto permite e de certa maneira estimula o produtor a mudar sua forma e, possivelmente ampliar, sua renda caso venha utilizar outros mecanismos para obter lucros. A substituição do tipo de atividade, por exemplo na agricultura, que vise substituir de plantio que utiliza química para orgânica ou, a pecuária extensiva para pecuária também orgânica que considera o manejo do solo e os insumos utilizados nos animais, poderão agregar mais valor financeiro ao longo do tempo. Para isto, será necessário elaborar um zoneamento na bacia de maneira a determinar e adequar os meios e os produtos mais interessantes a serem produzidos.

O que foi determinado neste caso e neste momento é que os lucros obtidos na bacia pelos produtores são maiores do que a DAP da população. De imediato, considera-se que existe uma diferença de aproximadamente R\$5 milhões/ano que deverão ser buscados

para pagar os produtores. Contudo, apesar do valor da DAP da população ser menor que o VPL total, deverão ser identificadas alternativas de maneira a suprir tal deficiência de caixa. As alternativas, caso o objetivo seja iniciar a substituição imediata dos processos produtivos na bacia, será buscar recursos de fontes alternativas já existentes na legislação via aplicação de mecanismos de renúncia fiscal de Responsabilidade Fiscal Corporativa - Instrução Normativa nº 87/1996. Também, mesmo não considerando a entrada externa de recursos, poderá ser estabelecido um programa de substituição gradual, mesmo porque, possivelmente a taxa de adesão dos produtores ao conjunto de novas regras de produção poderá ser inicialmente baixa. Talvez, como forma estratégica de atuação para o programa de substituição gradual, será o de inicialmente negociar com os produtores que tenham o menor VPL que são, primeiramente, os criadores de gado (Figura 3) e, na sequência, eucalipto, cana e laranja. Neste levantamento não foram consideradas outras fontes de renda como suinocultura, avicultura, piscicultura, hortifrutigranjeiros e jardinagem. Isto, de certa forma, elevaria o valor do lucro líquido

anual da bacia, portanto, necessitando de estudos complementares.

Em suma, a atribuição de valores aos serviços ecossistêmicos vem a ser um instrumento estratégico que deve ser utilizado nas tomadas de decisões que visem mudar o sistema de produção de uma bacia hidrográfica. No entanto, este instrumento não deve ser visto unicamente como um meio de incentivar a preservação ambiental por meio de recursos financeiros. Devem ser considerados também fatores não econômicos que envolvam outros valores, como os valores culturais, altruísticos e paisagísticos.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pelo apoio financeiro, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP pelo financiamento do processo 98/10924-3 vinculado ao Instituto Internacional de Ecologia de São Carlos e aos parceiros no desenvolvimento deste estudo: Dr. Luís Felipe Silva (UNIFEI), Dra. Adriana Prest Mattedi (UNIFEI) e Dr. Fernán E. Vergara (UNITINS).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUALPEC - ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA. Anualpec 2010. AgraFNP - Consultoria e Informações em Agronegócio, São Paulo - SP, 2010. 360 p.

ARROW, K.; SOLOW, R.; PORTNEY, P. R.; LEAMER, E. E.; RADNER, R.; SCHUMAN, H. **Report of the NOAA panel on contingent valuation.** Natl. Ocean. Atmos. Adm., Damage Assess. Restor. Program, Silver Spring, MD, Federal Register 58 (10), 1993. p. 4601-4614.

BOLT, K.; RUTA, G. SARRAF, M. **Estimating the Cost of Environmental Degradation.** Environment Department Papers - The World Bank. 2005. 265 p.

BRASIL. **Instrução Normativa SRF nº 87.** Aprova modelo de declaração, a ser prestada pelas entidades civis, de responsabilidade na aplicação integral dos recursos, recebidos mediante doação nos termos do art. 13, § 2º, inciso III, da Lei nº 9.249, de 26 de

dezembro de 1995. Brasília - DF, 31 de dezembro de 1996.

BRASIL. **Plano agrícola e pecuário 2010-2011**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. Brasília: Mapa/SPA, 2009. 46 p.

CNS - CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. **Resolução N° 196**, de 10 de outubro de 1996. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Disponível em: <<http://www.eewb.br/cep/resolucoes-cns196-96.htm>>. Acesso em: 10 de Setembro de 2010.

COSTA, C. W. ; DUPAS, F. A.; PONS, N. A. D. Regulamentos de uso do solo e impactos ambientais: avaliação crítica do plano diretor participativo do município de São Carlos, SP. **Geociências** (UNESP. Impresso), 2012(a). (no prelo)

COSTA, C. W. ; DUPAS, F. A. ; SILVA, L. F. . Monitoramento e predição de expansão populacional e urbana e o consumo de recursos naturais na cidade de São Carlos, SP. **Geociências** (UNESP. Impresso), 2012(b). (no prelo)

COSTA, C. W. **Expansão da mancha urbana e suas consequências sobre mananciais de São Carlos, SP**. 2010. 142 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, Itajubá - MG, 2010.

CUNHA, R. C.; DUPAS, F. A.; PONS, N. A. D.; TUNDISI, J. G. Análise da influência das variáveis ambientais utilizando inferência fuzzy e zoneamento das vulnerabilidades: estudo de caso da bacia hidrográfica do Ribeirão do Feijão, São Carlos, SP. **Geociências**, Rio Claro, v. 30, n. 3, p. 399 - 414, 2011.

DONG, H.; KOUYATE, B.; CAIRNS, J.; SAUERBORN, R. Inequality in willingness-to-pay for community-based health insurance. **Health Policy**. 72, p. 149 - 156, 2005.

DUPAS, F. A. **Crescimento urbano e suas implicações ambientais: redirecionamento de cidades de médio porte utilizando as variáveis ambientais, sensoriamento remoto e SIG - Estudo do caso de São Carlos, SP**. Relatório final de pesquisa de Pós doutoramento FAPESP, Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil, Engenharia Urbana, 2001. 61 p.

DUPAS, F. A.; SILVA E SOUZA, A. T.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G.; RÖHM, S. A. Indicadores ambientais no planejamento e gestão de bacias hidrográficas. In: Tundisi, J. G.; Tundisi, T. M.; Galli, C. S. (ed.). **Eutrofização na América do Sul: causas, consequências e tecnologias de gerenciamento e controle**. Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental, p. 491-506, 2006.

FAEG - FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DE GOIÁS. **Estimativa de custo de produção da cultura de cana-de-açúcar**. Elaboração: FAEG/GETEC, Goiânia – GO, Janeiro de 2011. Disponível em: <http://www.faeg.com.br/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=10&Itemid=130>. Acesso em 03 de Fevereiro de 2011.

FINK, A. **The Survey Handbook**, 2ºed. California: Sage Publications, 2003. 144 p.

GALO, M. **Eucalipto: custos de produção. Centro de Inteligência em Florestas – CI Florestas, 2008**. Disponível em: <www.ciflorestas.com.br/arquivos/doc_custo>

_gerais_9033.xls>. Acesso em: 25 de Agosto de 2010.

GHILARDI, A. A.; MAIA, M. L.; NEGRI, J. D. de. Laranja para indústria: custo básico de produção na safra agrícola 2003/04. Instituto de Economia Agrícola – IEA, Secretária de Agricultura e Abastecimento, São Paulo – SP, 2004.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008. 200 p.

HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S. **Applied logistic regression**. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, 2000. 375 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010. 2011. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: 07 de Maio de 2011.**

IPCA/IBGE - ÍNDICE NACIONAL DE PREÇOS AO CONSUMIDOR AMPLO. **Revista Conjuntura Econômica**. Instituto Brasileiro de Economia - IBRE/Fundação Getúlio Vargas – FGV. Vol. 65 nº 02, Fevereiro/2011.

JONES, N.; SOPHOULIS, C. M.; MALESIOS, C. Economic valuation of coastal water quality and protest responses: A case study in Mitilini, Greece. **The Journal of Socio-Economics**, 37, p. 2478 - 2491, 2008.

KAFFASHI, S.; SHAMSUDIN, M. N.; RADAM, A.; RAHIM, K. A.; YACOB, M. R.; MUDA, A.; YAZID, M. Economic valuation of shadegan international wetland, Iran: notes for conservation. **Reg Environ Change**, April 2011.

KARTMAN, B.; ANDERSSON, F.; JOHANNESSON, M. Willingness to pay for reductions in angina pectoris attacks. **Med Decis Making**, 16, p. 248-253, 1996.

KLEINBAUM, D. G. KUPPER, L. L., MULLER, K. E.; NIZAM, A. **Applied regression analysis and other multivariable methods**. 3 ed. California – USA: Duxbury Press, 1998. 816 p.

LIU, S.; COSTANZA, R.; FARBER, S.; TROY, A. Valuing ecosystem services: theory, practice, and the need for a transdisciplinary synthesis. **Annals of the New York Academy of Sciences**, 1185, p. 54 - 78, 2010.

LÓPEZ-MOSQUERA, N.; SÁNCHEZ, M. The influence of personal values in the economic-use valuation of peri-urban green spaces: an application of the means-end chain theory. **Tourism Management**. 32, p. 875 - 889, 2011.

MARTINELLI, L. A.; FILOSO, S. Balance between food production, biodiversity and ecosystem services in Brazil: a challenge and an opportunity. **Biota Neotrop**. 9, p. 21 - 25, 2009.

MCFADDEN, D. Contingent valuation and social choice. **Amer. J. Agr. Econ**. 76, p. 689 - 708, 1994.

NOTARO, S.; PALETTO, A. Links between Mountain Communities and Environmental Services in the Italian Alps. **Sociologia Ruralis**. 51 (2), p. 137 - 157, 2011.

PAGIOLA, S.; RIOS, A. R.; ARCENAS, A. Poor household participation in payments for environmental services: lessons from the silvopastoral project in Quindío, Colombia. **Environ Resource Econ**. 47, p. 371 - 394, 2010.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2008. 334 p.

SAAE – SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE SÃO CARLOS - SP. Projeto

executivo da barragem da captação do ribeirão do Feijão. São Carlos – SP, 1995. 33 p.

SILVA, R. G. da; LIMA, J. E. de. Valoração contingente do parque Chico Mendes: uma aplicação probabilística do método referendado com bidding games. **Rev. Econ. Sociol. Rural.** 42 (4), p. 685 - 708, 2004.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotrop.** 10 (4), p. 67 - 76, 2010.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; PARESCHI, D. C.; LUZIA, A. P.; VON HAELING, P. H.; FROLLINI, E. H. A bacia hidrográfica do Tietê/Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento. **Estud. Av.** 22 (63), p. 159 - 172, 2008.

TURNER, R. K.; MORSE-JONES, S.; FISCHER, B. Ecosystem valuation: a sequential decision support system and quality assessment issues. **Ann. N.Y. Acad. Sci.** 1185, p. 79 - 101, 2010.

VIERA, A. J. Odds ratios and risk ratios: what's the difference and why does it matter? **Southern Medical Journal.** 7 (101), p. 730 - 734, 2008.

ZUQUETE, L. V. **Mapeamento geotécnico preliminar na região de São Carlos.** 1981. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP – São Carlos, SP. 1981. 85 f.