

ISSN 15169111

PAPERS DO NAEA Nº 361

O VALOR ECONÔMICO TOTAL DA ÁREA DE SAVANA METALÓFITA, OU “CANGA”, DA FLORESTA NACIONAL DE CARAJÁS, ESTADO DO PARÁ: UMA CONTRIBUIÇÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA DA AVALIAÇÃO CONTINGENTE

**Antônio Cordeiro de Santana
Rafael de Paiva Salomão
Ádamo Lima de Santana
Alexandre F. Castilho**

Belém, Outubro de 2016

O Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA) é uma das unidades acadêmicas da Universidade Federal do Pará (UFPA). Fundado em 1973, com sede em Belém, Pará, Brasil, o NAEA tem como objetivos fundamentais o ensino em nível de pós-graduação, visando em particular a identificação, a descrição, a análise, a interpretação e o auxílio na solução dos problemas regionais amazônicos; a pesquisa em assuntos de natureza socioeconômica relacionados com a região; a intervenção na realidade amazônica, por meio de programas e projetos de extensão universitária; e a difusão de informação, por meio da elaboração, do processamento e da divulgação dos conhecimentos científicos e técnicos disponíveis sobre a região. O NAEA desenvolve trabalhos priorizando a interação entre o ensino, a pesquisa e a extensão.

Com uma proposta interdisciplinar, o NAEA realiza seus cursos de acordo com uma metodologia que abrange a observação dos processos sociais, numa perspectiva voltada à sustentabilidade e ao desenvolvimento regional na Amazônia.

A proposta da interdisciplinaridade também permite que os pesquisadores prestem consultorias a órgãos do Estado e a entidades da sociedade civil, sobre temas de maior complexidade, mas que são amplamente discutidos no âmbito da academia.

Papers do NAEA - Papers do NAEA - Com o objetivo de divulgar de forma mais rápida o produto das pesquisas realizadas no Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA) e também os estudos oriundos de parcerias institucionais nacionais e internacionais, os Papers do NAEA publicam textos de professores, alunos, pesquisadores associados ao Núcleo e convidados para submetê-los a uma discussão ampliada e que possibilite aos autores um contato maior com a comunidade acadêmica.



Universidade Federal do Pará

Reitor

Carlos Edilson de Almeida Maneschy

Vice-reitor

Horacio Schneider

Pró-reitor de Pesquisa e Pós-graduação

Emmanuel Zagury Tourinho

Núcleo de Altos Estudos Amazônicos

Diretor

Durbens Martins Nascimento

Diretor Adjunto

Armin Mathis

Editor

Armin Mathis

Conselho editorial do NAEA

Durbens Martins Nascimento – Presidente -
NAEA/UFPA

Ana Lúcia Prado Reis dos Santos - NAEA/UFPA

Lairson Barbosa da Costa - NAEA/UFPA

Nírvia Ravena - NAEA/UFPA

Silvio José de Lima Figueiredo - NAEA/UFPA

Simaia do Socorro Sales das Mercês - NAEA/UFPA

Setor de Editoração

E-mail: editora_anae@ufpa.br

Papers do NAEA: papers_anae@ufpa.br

Telefone: (91) 3201-8521

Paper 361

Recebido em: 29/09/2016.

Aceito para publicação: 26/10/2016.

Revisão de Língua Portuguesa de responsabilidade do autor.

O VALOR ECONÔMICO TOTAL DA ÁREA DE SAVANA METALÓFITA, OU “CANGA”, DA FLORESTA NACIONAL DE CARAJÁS, ESTADO DO PARÁ: UMA CONTRIBUIÇÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA DA AVALIAÇÃO CONTINGENTE

Antônio Cordeiro de Santana¹, Rafael de Paiva Salomão², Ádamo Lima de Santana³, Alexandre F. Castilho⁴

Resumo:

O objetivo desta pesquisa foi estimar o valor econômico total da compensação a ser pago pela Vale do Rio Doce pela supressão da vegetação de canga da Flona de Carajás, que inclui espécies raras, endêmicas e paisagens cênicas. Utilizou-se uma abordagem socioeconômica e ecológica na escolha das variáveis explanatórias do modelo integrado de avaliação contingente (MIAC), especificado pelas equações de disposição a pagar (*DAP*) pela preservação e de disposição a receber (*DAR*) pela indenização da canga. Os valores médios e desvios padrão da *DAP* e *DAR* foram, respectivamente, de R\$ 4.073,84/ha ± R\$ 477,78/ha e R\$ 4.415,56/ha ± R\$ 755,10/ha. Os valores da *DAP* e *DAR* foram compostos pelas contribuições, respectivamente, das dimensões econômica de 52,1% e 59,5%, sociodemográfica de 11,7% e 10,2%, serviços ecossistêmicos de 20,05% e 16,8% e a dimensão tácita de 15,7% e 13,6%. Apenas a dimensão econômica apresentou maior peso na determinação do valor da *DAR* relativamente ao valor da *DAP*. A diferença entre seus valores médios foi de apenas 8,39%, em função do esclarecimento feito aos entrevistados sobre as características e potencialidades da canga e dos preços das terras de floresta nativa e manejada, cerrado, agricultura e pastagens disponibilizados para subsidiar suas decisões.

Palavras-chave: Capital natural. Serviços ecossistêmicos. Economia ambiental. Unidade de conservação. Amazônia.

THE TOTAL ECONOMIC VALUE OF THE SAVANNA METALÓFITA AREA, OR CANGA, THE NATIONAL FOREST CARAJÁS, PARÁ STATE: A THEORETICAL AND METHODOLOGICAL CONTRIBUTION TO THE CONTINGENT VALUATION

Abstract:

The objective of this research was to estimate the total economic value of compensation to be paid by Vale do Rio Doce for suppressing the canga vegetation in the Flona de Carajás, which includes rare, endemic and scenic landscapes. A socio-economic and ecological approach was used in the choice of the explanatory variables of the integrated contingent valuation method; specified by the WTP and WTA equations, i.e. the ‘willingness to pay’ for the preservation, and the ‘willingness to accept’ the compensation of canga. The mean values and standard deviations of WTP and WTA were R\$ 4,073.84/ha ± R\$ 477.78/ha and R\$ 4,415.56/ha ± R\$ 755.10 /ha, respectively. The values of WTP and WTA were comprised by the following contributions: for economic dimensions, WTP of 52.1% and WTA of 59.5%; sociodemographic, WTP of 11.7% and WTA of 10.2%; ecosystem services, WTP of 20.05% and WTA of 16.8%; and tacit dimension, with WTP of 15.7% and WTA of 13.6%. Only the economic dimension showed a higher weight in determining the WTA value over the WTP. The difference between the mean values was only 8.39%, which followed according to the clarifications made to the interviewees regarding the characteristics and potentials of canga, and the land price for native and managed forest, savannah, agriculture and pasture.

Keywords: Natural capital. Ecosystemic services. Environmental economics. Conservation unit. Amazon.

¹ Professor da UFRA e do PPGDSTU/NAEA/UFPA. E-mail: acsufra@gmail.com.

² Pesquisador do MPEG. E-mail: salomao@museu-goeldi.br.

³ Professor da UFPA. E-mail: adamo@ufpa.br.

⁴ Pesquisador da VALE. E-mail: alexandre.castilho@vale.br.

1. INTRODUÇÃO

A Floresta Nacional de Carajás (Flona de Carajás), no estado do Pará, possui grande estoque de ferro, cujo direito de exploração pertence à empresa mineradora Vale do Rio Doce (Vale). A área com a vegetação de savana metalófito, também denominada de canga, foi o ativo natural valorado. A canga, onde a rocha com o minério de ferro aflora, é um ecossistema ímpar no bioma Amazônia, representando entre 4% a 5% dos 411.949 ha da Flona de Carajás (CAMPOS; CASTILHO, 2012; SANTANA, 2014), onde a rocha com o minério de ferro aflora. A vegetação da canga é composta de gramíneas, espécies arbustivas e rupestres, capão de mata (floresta), espécies de áreas inundáveis, jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Wardleworth), buriti (*Mauritia flexuosa* Mart.) e espécies raras e/ou endêmicas, como a Flor de Carajás (*Ipomoea cavalcantei* D. Austin).

Nesta área, coletam-se ramos do jaborandi para fins comerciais e exercita-se o turismo ecológico de visitantes com interesse em cotejar um ambiente que contrasta com a floresta amazônica, situada no “coração” da Amazônia. Ocorre que parte desse ativo natural deve ser suprimido para viabilizar a extração do minério de ferro. Para isto, uma parcela da canga é preservada e a outra cuja vegetação é suprimida a Vale indeniza. O valor é repassado ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), órgãos do governo federal responsáveis pela regulação ambiental que autoriza a atividade de mineração nesta área.

Quando a área a ser minerada é coberta por florestas, aplica-se a metodologia de análise benefício-custo definida no Termo de Referência do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio, 2012), dado que se trata de produtos madeireiros e não madeireiros que são comercializados no mercado. Na canga, os recursos naturais, em geral, não têm valor de mercado e algumas espécies se enquadram na categoria dos recursos raros e/ou endêmicos que devem ser preservados pelo valor de opção e/ou valor de existência. Assim, qual o Valor Econômico Total (*VET*) a ser imputado à vegetação desse ativo natural?

A contribuição deste trabalho foi propor um Método Integrado de Avaliação Contingente (MIAC), especificado por um sistema de equações aparentemente não relacionadas, para estimar o *VET* (valor de uso direto e indireto, valor de opção e valor de existência) da vegetação de canga da Flona de Carajás, levando em conta variáveis descritoras

das dimensões econômica, sociodemográfica, ambiental e ecológica. As dimensões ambiental e ecológicas foram representadas por indicadores representativos do conjunto de variáveis definidoras de cada dimensão para solucionar problemas de multicolinearidade produzidos pela utilização de muitas variáveis categóricas nas equações. Assim, o MIAC permite especificar de forma sistêmica as abordagens econômica e ecológica para valorar os ativos naturais incluindo produtos e serviços com valor de mercado e os que ainda não são transacionados nos mercados.

Com efeito, a integração dos princípios econômicos e ecológicos na metodologia de valoração dos ecossistemas florestais é fundamental neste caso porque a canga gera produtos e serviços. Nas áreas de capão de mata, a madeira tem preço de mercado, assim como o jaborandi e o fruto do buriti. Contudo, os campos arbustivos e seus produtos e serviços ainda não têm preço de mercado. O atual uso econômico e ecológico dessa área é feito pelo turismo ecológico e de contemplação, cuja taxa ainda está se adequando ao custo de oportunidade da visitação deste cenário exótico. Portanto, se adotada a análise benefício-custo, ou qualquer outro método de análise parcial, a soma dos valores das áreas cujos produtos e serviços têm preço de mercado, o resultado tende a ser inferior ao *VET* do ativo ambiental gerado com a aplicação do MIAC.

Assim, qual o valor econômico total da vegetação de canga da Flona de Carajás a ser indenizada pela Vale? Para responder esta questão, aplicou-se o MIAC para estimar o valor econômico total da canga, a partir da preferência declarada pela população local quanto à Disposição a Receber (*DAR*) uma indenização pela vegetação da área de canga e viabilizar a extração do minério de ferro, como a Disposição a Pagar (*DAP*) pela preservação da canga, um ativo que também faz parte da regulação dos recursos naturais da Amazônia por parte do ICMBio. As equações *DAP* e *DAR* formam o sistema de equações aparentemente não relacionadas, cujos parâmetros destas equações são estimados de forma simultânea.

O MIAC, ao contrário dos modelos disponíveis na literatura que utilizam equações individuais e estimação por mínimos quadrados ordinários, integrou tais decisões em um sistema de equações aparentemente não relacionadas para a estimação dos parâmetros e a análise simultânea dos resultados e assim contemplar as hipóteses teóricas sobre a *DAP* e *DAR* e a regulação ambiental. Neste contexto, com a incorporação dos princípios econômicos e ecológicos em um sistema de equações para a estimação simultânea, o método adquire a dimensão holística necessária à determinação do valor econômico total (*VET*) desse ativo

natural e corrige o viés das especificações até então utilizadas. Sendo assim, o objeto do trabalho foi propor o MIAC para estimar o *VET* da vegetação de canga da Flona de Carajás para fins de indenização, considerando a existência de recursos raros, endêmicos e sua importância ecológica e socioeconômica para a população amazônica.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A atribuição de valor aos recursos naturais, não obstante sua importância em apoio à formulação e ajuste de políticas públicas para a regulação do uso dos recursos naturais, é uma tarefa complexa porque uma parte dos ativos naturais tem valor definido no mercado e outra parte não tem valor de uso ou valor de troca, dado que ainda não foi inserida nas transações comerciais.

Os produtos e serviços produzidos por ativos naturais englobam as complexas relações entre os seres vivos e os abióticos que determinam a capacidade da natureza de proporcionar qualidade de vida e comodidade para os seres humanos (COSTANZA et al., 1997). Como definido em Costanza e Daly (1992) e Costanza et al. (1997), os serviços ecossistêmicos podem ser enquadrados em quatro categorias: (i) serviço de provisão como alimentos e fibras, madeira, sementes, recursos genéticos, produtos bioquímicos, medicinais, farmacêuticos, ornamentais e água; (ii) serviço de regulação ambiental como o controle do clima, intempéries, polinização, doenças e pragas, purificação da água e do ar e proteção do solo; (iii) o serviço cultural como valores culturais e sociais, religiosos e espirituais, conhecimento da fauna e flora, valores paisagísticos, recreação e turismo; e (iv) serviço de suporte que define a produção de outros serviços como a formação e retenção do solo, fotossíntese, ciclagem de nutrientes, atividade biológica do solo, ciclagem da água e manutenção da dinâmica do habitat.

Os ecossistemas da Flona de Carajás produzem todos esses serviços e alguns de seus componentes como madeira, frutas, água, produtos medicinais, espécies raras e ameaçadas, paisagens, minérios e condições climáticas além de percebidos continuam sendo consumidos pela população local ao longo dos últimos 40 anos. Ao mesmo tempo, os estoques de recursos naturais da área do entorno da Flona foram degradados e/ou destruídos por meio do desmatamento para a implantação de agricultura e pecuária, abertura de estradas, extração de minérios e de madeira, urbanização, poluição dos rios e igarapés, queimadas e ameaça de extinção de espécies florestais e animais. Mesmo diante destes cenários antagônicos de

ambiente preservado e destruído, a sociedade ainda não consegue mensurar o valor da perda de bem-estar social causado pela diminuição dos produtos e serviços produzidos por este ativo natural.

Com efeito, a garantia desse fluxo de produtos e serviços depende do conhecimento por parte da população sobre a contribuição que geram para o desenvolvimento econômico e para a melhoria da qualidade de vida (FISHER et al., 1972; HANEMANN, 1994; SUTTON; COSTANZA, 2002; TURNER et al., 2003; LIU et al., 2010; GROOT et al., 2012; SANTANA et al., 2015). Assim, para que a proteção e/ou exploração sustentável dos ativos naturais seja viabilizada, com vistas a alcançar e manter uma situação de máximo bem-estar social a partir da combinação entre capital natural, capital humano e capital manufaturado, é necessário atribuir valor e determinar seu custo de oportunidade (FISHER et al., 1972; HOEN; RANDALL, 1989; CARSON; LOUVIERE, 2011; BENTES et al., 2014). Esta informação é o elemento central da formulação de políticas e decisões com vistas a orientar a alocação dos recursos naturais.

Neste trabalho, buscou-se identificar a percepção da população local sobre os impactos da ação antrópica sobre os recursos naturais, clima e ecossistema da Flona de Carajás e área do entorno e, ao mesmo tempo, estabelecer o vínculo da degradação ambiental com o bem-estar social e com valor da compensação equivalente a esta perda de qualidade de vida. Este ponto é fundamental para o reconhecimento de que os ativos naturais compõem parcela do valor econômico total da Terra (COSTANZA et al., 1997) e, desta forma, deve ser preservado e/ou explorado de forma sustentável para assegurar o desenvolvimento industrial e o bem-estar da população (BARAL et al., 2008; SANTANA, 2015).

Desta forma, a especificidade dos ativos naturais da Flona de Carajás que incluem espécies vegetal e animal raras e/ou endêmicas e cujo valor de uso e/ou de não uso ainda é uma incógnita, podem ser contempladas nos métodos integrados de avaliação contingente (LOOMIS et al., 1996; BARAL et al., 2008; ADAMS et al., 2008; GROOT et al., 2012; SANTANA, 2014).

Com efeito, foi possível identificar e avaliar o efeito de um conjunto de variáveis ambientais e ecológicas e construir indicadores para representar essas dimensões na composição do valor econômico total dos ativos naturais. Assim, no contexto de forte expansão da demanda por ativos naturais, contribui-se para qualificar e diferenciar seus produtos e serviços ecossistêmicos. Estes indicadores tornam mais adequada a especificação

dos modelos de avaliação contingente, bem como a estimação dos parâmetros das regressões múltiplas robusta.

Neste contexto, ao incorporar o valor de uso e o valor de não uso dos ativos naturais, o *VET* tornou-se mais difundido e aplicado a diversas categorias de ecossistemas, sobretudo por contemplar situações de incerteza e intertemporalidade. Em função disso, Randall e Stoll (1980) apresentaram uma estrutura analítica para o *VET*, contemplando o valor de uso (*VU*) e o valor de não uso (*VNU*) dos ativos naturais, tudo aderente aos princípios da teoria microeconômica.

Para tornar o conceito de *VET* mais claro e operacional, Boyle e Bishop (1998) separaram o *VU* dos ativos ambientais em valor de uso direto (*VUD*) e valor de uso indireto (*VUI*):

- O *VUD* trata do consumo do ativo natural (madeira extraída da floresta, produtos oriundos de caça e pesca, coleta de frutos, água potável e para irrigação, observação de paisagens, pássaros e outros). A ideia é que ao utilizar os sentidos (visão, audição, tato, paladar e olfato) em uma experiência com recurso natural, está-se fazendo uso direto do recurso. Na canga, a prática do turismo ecológico e da coleta do jaborandi são formas de uso direto do recurso natural.
- O *VUI* não está associado à obtenção de satisfação por meio de leitura, reportagens e vídeos sobre o uso de tais recursos, pelo fato de que realizam funções ecológicas vitais para a manutenção da biodiversidade dos ecossistemas, das bacias hidrográficas, da regulação do clima da ciclagem de nutrientes e outros, que influenciam diretamente no bem-estar das pessoas. A canga representa esse valor pelo conhecimento divulgado em notícias sobre espécies raras e endêmicas a partir de estudos realizados pela Vale e de reportagens divulgadas na mídia.

O *VNU* surge do reconhecimento de que o recurso natural existe, sem a necessidade do uso direto ou indireto. A valoração do *VNU* tem recebido diversos termos: valor de existência e de opção por Randall e Stoll (1980); valor intrínseco por Fisher et al. (1972) e Fisher e Hanemann (1987); e valor de preservação por Sutherland e Walsh (1985), em função de uma gama de razões, incluindo o legado desse direito deixado para usufruto de gerações futuras, dado o senso de gestão ou responsabilidade para preservar certas características dos recursos naturais. No caso da canga, a Flor de Carajás, a existência de cavernas e de lagos tornam o ativo enquadrado nessa categoria de valor.

Portanto, em situação de incerteza sobre o futuro, um indivíduo com aversão ao risco, diante da possibilidade de fazer uma melhor escolha de uso para o recurso natural, pode agir de forma racional e optar pelo uso do recurso no futuro. Neste caso, dois outros ingredientes foram considerados para representar a componente *VNU* no conceito de *VET*: o valor de opção (*VO*) que, conforme Bishop (1982), refere-se ao prêmio de risco associado à incerteza sobre o valor que o indivíduo está disposto a pagar pela preservação do recurso natural sem depender do tempo; e o valor de quase opção (*VQO*), apresentado por Arrow e Fisher (1974) e desenvolvido por Fisher e Hanemann (1987) e Hanemann (1991), que está associado ao aspecto intertemporal da incerteza ao assumir que uma dada decisão pode ter, pelo menos em parte, um efeito irreversível. Como o ecossistema de canga é diferenciado por abrigar espécies raras e/ou endêmicas como a Flor de Carajás, a sociedade pode decidir preservar a área para as gerações futuras.

O valor de existência (*VE*) do ativo natural, segundo Krutilla (1967), Randall e Stoll (1980), Pearce (1990), Loomis e White (1996), Amirnejad et al. (2006) e Richardes e Loomis (2009), é atribuído a certos recursos naturais pelo fato de sua existência, independente de quaisquer formas de utilização. O fundamento está relacionado com os agentes, pela simpatia que inspiram certas espécies de animais ou, de forma mais geral, pelo reconhecimento do direito à existência dos não humanos. Assim, as pessoas tendem a avaliar um ativo natural, mesmo sem o consumo direto ou indireto, pelo simples fato de serem altruístas para com amigos, familiares e futuras gerações (BISHOP; ROMANO, 1998). Neste aspecto, a canga apresenta a Flor de Carajás como espécie endêmica, fato que desperta o interesse da sociedade para preservá-la nas áreas de canga da Flona de Carajás.

A inclusão dessa componente no conceito de *VET* o tornou sujeito a críticas do ponto de vista econômico, uma vez que o *VE* não estaria ligado a nenhuma forma de utilidade, porque independe da utilização. Por outro lado, pode-se considerar o valor de opção no sentido amplo como o reagrupamento do conjunto de elementos que não está ligado ao consumo direto ou indireto do ativo e sim à sua existência. Contudo, as formas de reagrupamento tendem a se tornar arbitrárias, sendo mais operacional definir o *VET* como a soma do valor de uso, valor de opção e valor de existência, que é a forma mais difundida na literatura, como fizeram Pearce (1990), Loomis et al. (2000), Torras (2000), Adams et al. (2008) e Santana et al. (2015).

$$VET = Valor de Uso (VU) + Valor de Opção (VO) + Valor de Existência (VE)$$

O *VET* está ancorado no conceito de excedente econômico aplicado por Randall e Stoll (1980). Portanto, o valor econômico total é definido pela área abaixo da curva de demanda, delimitada pela quantidade consumida do bem ou serviço no mercado (CARSON et al., 1998; COSTANZA et al., 1997; LIU et al., 2010; SANTANA et al., 2015). Para o caso dos produtos que têm preços de mercado, a abordagem da demanda é a mais adequada para medir o *VET* de um ativo ambiental (SANTANA, 2015; SANTANA et al., 2015).

Abordagem da avaliação contingente

A valoração dos recursos naturais restringia-se aos métodos do valor instrumental, que incorporava apenas os aspectos econômicos do capital natural. Acontece que os ativos naturais são multifuncionais, sendo ou não transacionados nos mercados. Portanto, qualquer análise que leva em conta a percepção econômica, sem a adequada incorporação dos aspectos ecológicos, tende a subestimar o *VET* dos ativos naturais.

O MIAC recebeu uma força importante na sua validação a partir do estudo de Kenneth Arrow e Robert Solow, dois ganhadores do Prêmio Nobel em Economia, com o objetivo de aferir o potencial da avaliação contingente como instrumento de estimação do valor de danos ambientais e do passivo pela perda de recursos naturais (ARROW et al., 1993). Uma das conclusões foi:

“... os estudos conduzidos com o método de avaliação contingente podem gerar estimativas confiáveis e suficientes como ponto de partida para uma decisão judicial ou administrativa sobre danos causados aos ativos ambientais, incluído os valores do passivo perdido” (ARROW et al., 1993, p.35).

O MIAC é o método mais adequado para estimar o valor de ativos naturais por incorporar o valor de opção e/ou de existência dos ativos ambientais. Carson e Louviere (2011) identificaram mais de 7.500 artigos e estudos sobre a aplicação deste modelo em mais de 130 países, envolvendo aspectos culturais, ambientais, saúde, transporte, energia e outros, com diversos graus de integração entre os enfoques econômicos, sociodemográficos, sociais e ecológicos. Mesmo assim, algumas questões continuam sendo objeto de análise e discussão em pesquisas vinculadas ao potencial do método, com vistas a tornar os resultados válidos e confiáveis para estimar o valor econômico total dos ativos naturais.

Neste trabalho, considerou-se o fluxo de produtos e serviços ecossistêmicos dos ativos naturais da Flona de Carajás, com vistas a melhorar as estimativas do *VET* de recursos

naturais. O MIAC, além de contemplar as dimensões econômica (DECON), sociodemográfica (DSDEM) e ambiental (DAMBI), incorporou a dimensão ecológica (DECOL), que incluiu variáveis para dimensionar o fluxo dos serviços do ecossistema de canga e Flona de Carajás.

Além disso, o MIAC inova ao estimar simultaneamente os parâmetros das equações do valor da *DAP* (preservação do recurso) e da *DAR* (indenização pela supressão do recurso). Portanto, os valores de uso e de não uso são explicitamente contemplados no modelo, mediante as variáveis contidas em ambas as dimensões.

Dado o grande número de variáveis categóricas utilizado para especificar as dimensões ambiental e ecológica, aplicou-se a análise de componentes principais para gerar os indicadores que representam seus efeitos para o crescimento econômico e o bem-estar da população, bem como para solucionar os problemas causados por forte multicolinearidade entre as variáveis.

A especificação do MIAC é a seguinte:

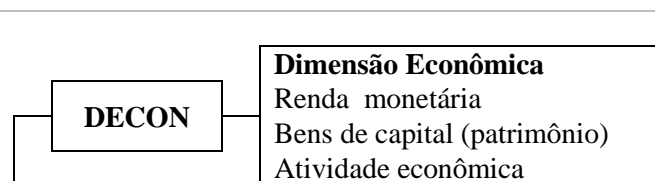
$$\text{MIAC} \left\{ \begin{array}{l} DAP = f(DECOR, DSDEM, DAMBI, DECOR; \alpha) \\ DAR = f(DECOR, DSDEM, DAMBI, DECOR; \beta) \end{array} \right.$$

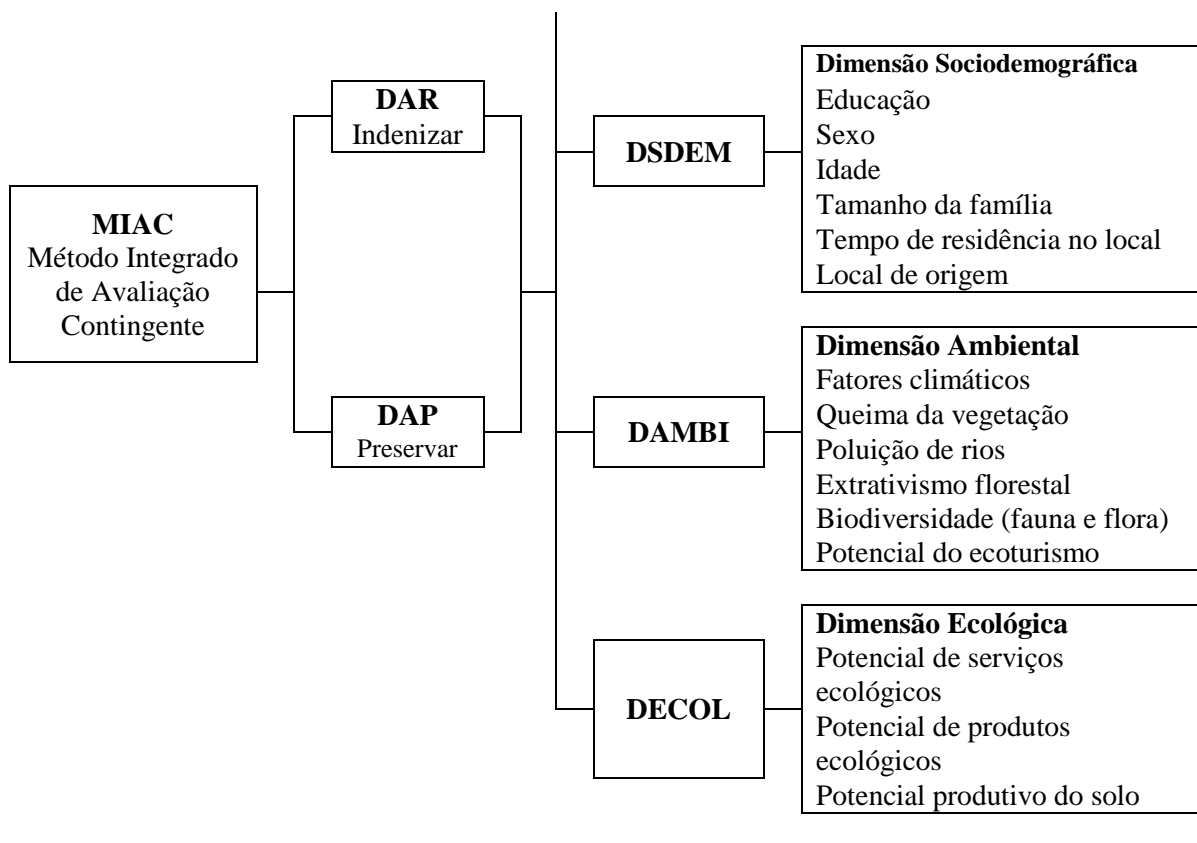
Em que α e β são os vetores de parâmetros a serem estimados.

Portanto, ao fazer a integração das variáveis que captam os efeitos socioeconômicos e ecológicos, o MIAC pode gerar o *VET* real dos ativos naturais de forma consistente com a realidade do desenvolvimento local.

A ilustração esquemática do MIAC é apresentada na Figura 1. Assim, as variáveis explicativas definem a dimensão e esta, por sua vez, explica as mudanças das variáveis dependentes das equações da *DAP* e da *DAR*. Por fim, as equações da *DAP* e *DAR* compõe o sistema simultâneo de equações aparentemente não relacionadas que definem a especificação do MIAC. Esta forma sistêmica de abordagem da valoração de produtos e serviços ecossistêmicos dos ativos naturais por meio dos modelos de avaliação contingente, representa uma contribuição metodológica original para as análises integradas neste tema.

Figura 1 - Representação esquemática do modelo integrado de avaliação contingente formulado para estimar o valor econômico total do ativo natural





Fonte: Elaboração do autor.

Questionamentos sobre a aplicação do MIAC

A maior preocupação com o uso do método avaliação contingente está no fato de que os entrevistados da pesquisa tendem a emitir respostas enviesadas. Cinco tipos de vieses foram analisados por muitos pesquisadores (RANDALL; STOLL, 1980; HANEMANN, 1991; ARROW et al., 1993; HANEMANN, 1994; FARBER et al., 2002; PLOTT; ZEILER, 2011; ISONI, 2011; HAUSMAN, 2012; CARSON, 2012; SANTANA et al., 2015):

Viés estratégico: ocorre quando o entrevistado tem interesse em influenciar o resultado da pesquisa e atua para gerar um viés na resposta de modo a alterar o resultado final (BISHOP; ROMANO, 1998; PLOTT; ZEILER, 2005; CARSON; LOUVIERE, 2011). Ou seja, se o entrevistado imaginar que a decisão de preservar (explorar) a canga depende de um valor alto a ser indicado na pesquisa, pode atribuir um valor muito elevado a ponto de enviesar o resultado final. Para diminuir este tipo de erro, apresentou-se ao entrevistado uma tabela de valor da terra com diferentes usos na região de estudo (agricultura familiar, agricultura mecanizada, lavoura do cacau, pastagens de baixo rendimento, pastagens de alto rendimento, área de mata de difícil acesso, área de cerrado, área de mata de fácil acesso e área de mata

com projeto de manejo florestal) para orientar a decisão sobre o valor a ser declarado pelo entrevistado. Esta estratégia funcionou como indicativo de um produto substituto da canga, uma vez que as terras ocupadas do entorno da Flona de Carajás um dia foi floresta e atualmente está gerando renda para seus proprietários a partir dessas atividades. Além disso, foi esclarecido tudo sobre a pesquisa e sobre o ativo natural a ser valorado.

Viés de informação: pode ser originado quando o entrevistado é induzido a emitir a resposta desejada, ou seja, um produtor interessado em ter a área indenizada, ao interpretar que o resultado da pesquisa vai ser extrapolado para determinar o valor de suas terras, pode declarar um valor muito elevado para a disposição a receber e um valor zero para a disposição a pagar. Para atenuar esse tipo de viés, conforme Arrow et al. (1993), Bishop e Romano (1998), Carson (2012) e Ives e Kendal (2014), foram apresentados os conceitos de canga, fotos sobre diversos aspectos da canga, características e potencialidades, inclusive de conter espécies raras e/ou endêmicas como a Flor de Carajás, plantas utilizadas na fabricação de cosméticos como o jaborandi, gramíneas, frutas como o buriti, cavernas, áreas de turismo ecológico, rochas com o minério de ferro aflorando, além de verificar o conhecimento do entrevistado sobre questões climáticas, ecológicas, sociais e o potencial econômico da canga e das áreas do entorno da Flona de Carajás.

Diferença entre o valor da DAP e da DAR: os entrevistados da avaliação contingente tendem, em geral, a atribuir um valor mais alto para a sua DAR do que para a DAP por uma melhoria específica em quantidade e qualidade. A teoria econômica sugere que os dois valores tendem a ser iguais (RANDALL; STOLL, 1980; HOEHN; RANDALL, 1987; PLOTT; ZEILER, 2005; ISONI, 2011; CARSON; LOUVIERE, 2011; HAUSMAN, 2012; CARSON, 2012; SANTANA, 2015). Por outro lado, a experiência prática desenvolvida em vários trabalhos gerou resultados diferentes. As razões para essa diferença envolvem princípios econômicos e problemas com o desenho e condução da pesquisa.

Muitos trabalhos aplicaram o método avaliação contingente, independente do grau de interação entre os princípios econômicos e ecológicos, para demonstrar a magnitude que essa diferença de resultado pode causar. Em função da importância do problema, Carson et al. (1998) avaliou 1.672 trabalhos sobre a avaliação contingente, para investigar as causas do problema. Na verdade, a diferença entre o valor da DAP e da DAR tem sido a mais estudada e com regularidade nas últimas quatro décadas. A disparidade está documentada em muitos textos (BISHOP; ROMANO, 1998; PEARCE, 1990; HANEMANN, 1994; HOROWITZ;

McCONNELL, 2002; FARBER et al., 2002; CARSON, 2012) e envolve desafios para a teoria hicksiana do consumidor e sua aplicação direta na estimação do VET. A maioria desses desafios teóricos já foi, em grande parte, equacionados, e continuam os estudos para tornar o a avaliação contingente um método consolidado para a valoração de ativos naturais que não têm preço de mercado (CARSON; LOUVIERI, 2011; CARSON; CZAJKOWSKI, 2014).

Para enfrentar a divergência entre a *DAP* pela preservação da área de canga e a *DAR* uma indenização pela supressão da canga, delimitou-se a área de estudo à escala da influência direta e indireta da Flona de Carajás, assim como o tempo de residência do entrevistado na área pesquisada para assegurar conhecimento sobre a canga e a Flona de Carajás por parte da população local. As questões foram elaboradas de forma objetiva e clara, fotos foram apresentadas e uma tabela com os preços de terra com diversas utilizações (agricultura, pastagem, manejo florestal, matas) na área de estudo como referência, além de uma opção para o entrevistado indicar outro valor específico.

3. METODOLOGIA DE ANÁLISE

A área de pesquisa abrangeu a população residente e instituições a 200 km de distância da Flona de Carajás, contemplando os municípios de Parauapebas, Canaã dos Carajás e Curionópolis, no estado do Pará.

Os dados utilizados na pesquisa foram obtidos a partir da aplicação de questionários com perguntas fechadas e abertas sobre as quatro dimensões a seguir:

- a) A dimensão econômica e sociodemográfica dos entrevistados incluiu as variáveis: idade, sexo, tempo de residência no local, nível educacional, estado civil, tipo de atividade e suas principais fontes de renda, conflitos de terra, negociação de venda e indenização de terra, infraestrutura de estradas e transportes e a disponibilidade dos serviços públicos (educação, saúde e segurança);
- b) A dimensão ambiental incluiu as seguintes variáveis: variação climática, conservação da floresta, utilização de queimadas, desmatamento, utilização de agrotóxico, utilização de técnicas para o desenvolvimento sustentável, caça e/ou pesca predatória, potencialidade de uso sustentável e/ou preservação da flora e da fauna, qualidade da água dos rios e nascentes, belezas cênicas naturais;
- c) A dimensão ecológica, dada pelas características, potencialidades e riqueza da Flona de Carajás, contemplou as seguintes variáveis: espécies florestais de valor comercial,

abundância de animais selvagens para caça, **existência de espécies raras e/ou endêmicas**, extração de produtos florestais não madeireiros, extração de produtos madeireiros, nascentes e cachoeiras com potencial para o turismo ecológico;

- d) A dimensão valor econômico da área de canga contemplou os tipos potenciais de utilização da canga como pastagem para criação de gado, a prestação de serviços turísticos, a disposição a pagar pela preservação e a disposição a receber como indenização pela supressão da vegetação da canga.

Estas dimensões, contemplando os fundamentos econômicos e ecológicos permitiu especificar o MIAC para estimar o valor da canga (CONTANZA et al., 1997; RICHARDES; LOOMIS, 2009; SANTANA et al., 2015; SANTANA et al., 2016). Dessa forma, o fluxo de produtos e serviços dos ecossistemas foi incluído nas preferências declaradas pelas pessoas entrevistadas sobre o valor econômico da canga.

As entrevistas foram realizadas por uma equipe de profissionais que informou e esclareceu os entrevistados sobre o objetivo do trabalho, apresentou as características, formas de utilização e potencialidades da área de canga e suas relações com as comunidades do entorno. Com isto, foram ofertadas as condições necessárias e/ou suficientes para que o entrevistado tomasse a decisão de atribuir valor monetário à vegetação da área de canga.

Assim, os valores da Disposição a Pagar (DAP) pela preservação da canga e da Disposição a Receber (DAR) uma indenização pela supressão da vegetação da canga, na percepção dos entrevistados, que são as variáveis dependentes das equações utilizadas na estimação do valor econômico total, foram obtidos como resposta às seguintes questões:

DAP - Com base na definição de canga, nas fotos apresentadas e em seu conhecimento sobre a importância da Flona de Carajás, considerando a vegetação, espécies raras e/ou endêmicas, cavernas, o minério de ferro e o turismo, bem como as atividades do seu entorno, o valor das terras ocupadas com agricultura, pecuária e mata que foram apresentadas, declare qual o valor máximo que está disposto a pagar para manter a canga preservada na forma como está sendo utilizada pela população local.

DAR - Admitindo que você tenha o direito exclusivo de utilização da área de canga, considerando a vegetação, espécies raras e/ou endêmicas, cavernas, o minério de ferro e o turismo, bem como as atividades do seu entorno, o valor das terras ocupadas com agricultura, pecuária e mata que foram apresentadas, declare qual o valor mínimo que está disposto a receber como uma indenização para que o comprador a explore da forma como desejar.

Para auxiliar o entrevistado a emitir uma resposta consistente com o valor monetário da vegetação de canga, forneceu-se uma tabela com as faixas de valores correspondentes ao preço de terras com agricultura (familiar, com cacau e mecanizada), pastagens (baixo suporte e de alta produtividade) e matas (difícil acesso, fácil acesso e manejada) praticados na microrregião de Parauapebas e em outras áreas sob a influência de grandes empreendimentos. Incluiu-se, também, o valor de terras indenizadas pela Vale em algumas vilas da área de pesquisa. Essa informação foi estratégica para facilitar a decisão do entrevistado, sobretudo daqueles que não conheciam a área de canga da Flona de Carajás e que apresentavam menor grau de conhecimento sobre a preservação dos recursos naturais e sua contribuição para a biodiversidade, regulação do clima e dos mananciais de água de rios e igarapés da região.

Escolhida a opção, o entrevistado foi estimulado a informar se o valor declarado corresponde à média, situa-se acima, ou abaixo, da média ou, ainda, indicar um outro valor. Esta estratégia foi importante para dar maior variabilidade aos dados e permitir maior consistência às estimativas dos parâmetros do modelo econométrico.

Os questionários foram aplicados a uma amostra representativa da população direta e indiretamente influenciada pela Flona de Carajás e pelas atividades desenvolvidas na extração de minérios. A partir de informações fornecidas pela Vale e pelos grupos de interesse, durante o trabalho de reconhecimento da área, a população foi constituída pelo número de famílias residentes, distribuídas em vinte vilas eleitas com base no fundamento da escala de proximidade, conhecimento, tempo de moradia e convivência com as dinâmicas do desenvolvimento local. Esta estratégia, conforme Ives e Kendal (2014) tornam as decisões relativamente estáveis sobre o valor monetário do ativo natural. O tamanho da amostra foi determinado com base na seguinte fórmula (SANTANA et al., 2014):

$$n = \frac{p \cdot q \cdot z^2 \cdot N}{e^2 (N-1) + p \cdot q \cdot z^2} \quad (1)$$

Em que: N é tamanho da população de 8.956 famílias residente nas 20 vilas pesquisadas; p é a proporção em que a característica a ser pesquisada apresenta-se no universo das 8.956 famílias com possibilidade de serem entrevistadas, igual a 50% favoráveis a declarar a preferência pela valoração da canga e 50% desfavoráveis, ou seja, trabalha-se com a maior variância possível para assegurar confiabilidade, dado tratar-se de pesquisa de opinião; $q = (1-p)$ e $p \cdot q = 0,25$, que gera o n máximo sob a condição ($n \cdot p \geq 5$ e $n \cdot q \geq 5$); z é o desvio padrão associado ao índice de confiança, considerado de 95%, igual a 1,96, plenamente aceitável nesse tipo de pesquisa; e é o erro amostral de estimação de 5%, que é o valor de tolerância em

relação aos resultados da pesquisa; e n é o tamanho da amostra ou o número mínimo de pessoas a serem entrevistadas.

3.1 Análise fatorial exploratória

A Análise Fatorial Exploratória (AFE) foi utilizada para identificar e caracterizar fatores latentes ou constructos subjacentes à análise de dados multivariados, que fundamentam as relações das variáveis observadas. A AFE pode ser vista, conforme Johnson e Wichern (2007), como uma ferramenta que permite resumir as informações do fenômeno estudado em um número de fatores substancialmente menor do que o número total de variáveis total e sem a perda significativa de informação.

Assim, o propósito da AFE foi descrever as relações de covariância entre as variáveis que definem as dimensões ambientais e ecológicas dos ecossistemas da Flona de Carajás no desenvolvimento local e qualidade de vida da população, para reduzi-las a poucos fatores e, a partir desses, construir os dois indicadores que representam seus comportamentos.

No modelo de AFE, assume-se que cada variável observada é uma combinação linear dos fatores latentes extraídos, tal que cada variável aleatória i pertence a uma população homogênea com média μ_i (SANTANA et al., 2014).

$$y_i - \mu_i = \Psi_y f_i + e_i \quad (i = 1, 2, \dots, N) \quad (7)$$

Em que Ψ_y é a matriz de pesos fatoriais ($p \times 1$), f_i é o vetor de fatores latentes ($p \times q$) e e_i é o vetor de erros aleatórios ($p \times 1$). Assume-se a independência entre f_i e e_i , com $V(f_i) = \Sigma_f$ e $V(e_i) = \Sigma_e$ dando origem a matriz de covariância de y_i , dada por $V(y_i) = \Psi_y \Sigma_f \Psi_y' + \Sigma_e$ (SANTANA, 2007). O primeiro termo do lado direito representa a parcela da covariância atribuída aos fatores comuns e o segundo termo a covariância atribuída ao erro. Assim, a comunalidade, ou parcela da variância comum presente na variável é dada pelos elementos da diagonal principal de $\Psi_y \Sigma_f \Psi_y'$, enquanto que a variância específica do erro é dada pelos elementos da diagonal principal de Σ_e .

Os erros são não correlacionados aos fatores latentes, ou seja, $\text{Cov}(e_i f_i') = E(e_i f_i') = 0$, de modo que as inter-relações entre as p variáveis são totalmente explicadas pelos q fatores latentes. Este resultado significa que os vetores e_i e f_i representam duas fontes de variação distintas e, portanto, sem qualquer relacionamento entre si. Assim, com $\Sigma_f = I_q$, o modelo reduz-se a $V(y_i) = \Psi_y \Psi_y' + \Sigma_e$.

A adequação da amostra ao método de AFE foi feita pelos testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e de Bartlett, que segue uma distribuição qui-quadrado. Estes testes são procedimentos estatísticos que permitem aferir a qualidade das correlações entre as variáveis de forma a seguir com a AFE (SANTANA, 2014). Aplicou-se também, em todos os modelos, o método da rotação ortogonal *varimax* porque atinge um padrão teoricamente mais significativo e mais simples de interpretar os fatores.

Por fim, o número de fatores extraídos para descrever dos dados foi determinado pelo método de Kaiser, que recomenda a escolha daqueles cuja variância explicada é superior a 1. Além disso, o número de fatores extraídos deve explicar pelo menos 60% da variância total dos dados (JOHNSON; WICHERN, 2007)). As variáveis a serem incluídas no modelo fatorial deve apresentar uma comunalidade superior a 0,50, ou seja, que pelo menos 50% de sua variância seja explicado pelos fatores comuns extraídos.

Os indicadores que representam a percepção da mudança climática e conservação do meio ambiente (*ICA*) e do potencial econômico e ecológico de uso da Flona de Carajás e seu entorno (*IPEE*), além da opção de realizar a exploração mineral. Tais indicadores foram definidos, conforme Santana (2007) como uma combinação linear dos escores fatoriais e a proporção da variância explicada por cada fator em relação à variância comum. A expressão matemática é dada por:

$$I_{ik} = \sum_{j=1}^q \left(\frac{\lambda_j}{\sum \lambda} FP_{ijk} \right); (i = 1, \dots, T) \text{ e } (k = CA, PEE) \quad (8)$$

Em que λ é a variância explicada por cada fator e $\sum \lambda$ é a soma total da variância explicada pelo conjunto de fatores comuns. O escore fatorial foi padronizado (*FP*) para se que os valores sejam todos positivos. A fórmula utilizada foi a seguinte:

$$FP_i = \left(\frac{F_i - F_{\min}}{F_{\max} - F_{\min}} \right); (i = 1, \dots, T) \quad (9)$$

em que F_{\max} e F_{\min} são os valores máximo e mínimo observados para os escores fatoriais associados às famílias entrevistadas.

Para facilitar a interpretação dos resultados, foram estabelecidos os seguintes intervalos de variação do *ICA* (e do *IPEE*): valores do *ICA* (e do *IPEE*) igual ou superior a 0,80 são considerados muito altos; valores entre 0,6 e 0,79 são considerados altos; valores situados entre 0,40 e 0,59 são intermediários; valores inferiores a 0,40 são considerados baixos.

Estes resultados indicam o grau de compreensão dos entrevistados sobre as questões ambientais e ecológicas, bem como revela o comportamento das pessoas entrevistadas no alinhamento de suas decisões de preservar e/ou utilizar de forma racional os recursos naturais dos ecossistemas da Flona de Carajás.

Com efeito, estes indicadores são utilizados como variáveis explicativas do comportamento e influência das dimensões ambiental e ecológica sobre o valor da disposição a pagar e da disposição a receber no MIAC.

3.2 Sistema de equações aparentemente não relacionadas

O modelo econométrico de valoração da canga foi especificado por um sistema de equações aparentemente não relacionadas (SANTANA, 1999), formado pelas equações da disposição a pagar pela preservação e a disposição a receber uma indenização pela supressão da vegetação da canga. Neste modelo, assumiu-se que os termos de erro das equações estão correlacionados, dada a simultaneidade das opções de decisão do entrevistado para pagar pela preservação ou receber compensação pela diminuição do estoque do recurso natural. Assim, a estimação separada de cada equação não considera a informação sobre a correlação mútua dos termos de erro e a eficiência dos estimadores torna-se questionável (KMENTA, 1978).

O sistema de equações aparentemente não relacionadas, conhecido na literatura como modelo SUR (*Seemingly Unrelated Regressions*) na forma irrestrita é dado por Greene (2011):

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & x_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & x_M \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_M \end{bmatrix}$$

$$Y_m = \beta_m X_m + u_m \quad (m = 1, 2) \quad (2)$$

Na equação 2, Y_m representa o vetor de dimensão $(T \times 1)$ das observações amostrais das variáveis dependentes (*DAP e DAR*); X_m representa a matriz $(T \times K_m)$ com os valores das observações das variáveis explanatórias correspondentes aos fatores sociodemográficos, econômicos, ambientais e ecológicos; β_m é um vetor $(K_m \times 1)$ dos parâmetros das equações a serem estimados e u_m é um vetor $(T \times 1)$ dos valores amostrais dos erros aleatórios. O erro u_m apresenta distribuição normal com média $E(e_{mt}) = 0$, para $(t = 1, 2, \dots, T)$ e a matriz de variância e covariância é dada por $E(u_m, u'_m) = \sigma_{mm}I_T$.

Adicionalmente, assume-se que os erros das equações não são mutuamente exclusivos. Assim, tem-se que a matriz de variância e covariância com os erros das equações apresentam

vínculos e o sistema, conforme Kmenta (1978), é aparentemente não correlacionado com a matriz de variância e covariância dada por:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1M} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \cdots & \sigma_{2M} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{M1} & \sigma_{M2} & \cdots & \sigma_{MM} \end{bmatrix}$$

$$E(u_m, u_p) = V = \Sigma \otimes I = \sigma_{mp} I_T, \text{ com } (m, p = 1, 2, \dots, T) \text{ e } V^{-1} = \Sigma^{-1} \otimes I$$

Conforme Greene (2011) e Eviews7 (2012), o vetor dos parâmetros estimados de forma não tendenciosa é dado pela fórmula de mínimos quadrados generalizados:

$$\beta = (X'V^{-1}X)^{-1}X'V^{-1}Y = [X'(\Sigma^{-1} \otimes I)X]^{-1}X'(\Sigma^{-1} \otimes I)Y \quad (3)$$

O modelo não deve apresentar problema de autocorrelação serial nos resíduos, uma vez que a amostra de dados é de seção cruzada. O modelo foi especificado da seguinte forma:

$$DAP_i = b_{10} + b_{11}RD_i + b_{12}ED_i + b_{13}TM_i + b_{14}SX_i + b_{15}ICA_i + b_{16}IPEE_i + b_{17}IDD_i + b_{18}TFam_i + b_{19}VD_i + e_{i1} \quad (4)$$

$$DAR_i = b_{20} + b_{21}RD_i + b_{22}ED_i + b_{23}TM_i + b_{24}SX_i + b_{25}ICA_i + b_{26}IPEE_i + b_{27}IDD_i + b_{28}TFam_i + b_{29}VD_i + e_{i2} \quad (5)$$

$$i = 1, \dots, T; e_i \sim N(0, \sigma^2)$$

em que DAP_i é a preferência declarada pelo entrevistado i pela disposição a pagar um valor monetário para manter preservada a área de canga da Flona de Carajás, em R\$/ha; DAR_i é a preferência declarada pelo entrevistado i pela disposição a receber uma indenização pela supressão da área de canga da Flona de Carajás, em R\$/ha; RD_i é a renda média do entrevistado i , em R\$/mês, e deve apresentar uma associação positiva com a variável dependente, porque as pessoas com rendas mais elevadas tendem a declarar uma propensão a pagar (receber) valores mais elevados pela preservação (exploração) do recurso natural; ED_i é o nível de educação do entrevistado i , em anos de escolaridade, e deve apresentar uma relação positiva com a variável dependente, porque maior domínio de informação e conhecimento sobre os recursos naturais pode estimular a disposição a pagar (receber) um valor mais alto; TM_i é o tempo de moradia do entrevistado i no local da pesquisa, em anos, e espera-se uma associação positiva com a variável dependente; SX_i é o sexo do entrevistado i , assumindo valor 1 para masculino e zero para feminino e a relação pode ser positiva ou negativa; ICA_i é o indicador das condições ambientais da área de estudo na percepção do entrevistado i ,

elaborado a partir da análise de componentes principais aplicada a 10 variáveis (SANTANA, 2007; SANTANA et al., 2014), cujo efeito sobre a variável dependente pode ser positivo ou negativo; $IPEE_i$ é o indicador do potencial econômico e ecológico da Flona de Carajás e da área do entorno na percepção do entrevistado i , gerado a partir da análise de componentes principais aplicada a nove variáveis (SANTANA, 2007; SANTANA et al., 2014), cujo efeito sobre a variável dependente pode ser positivo ou negativo; IDD_i é a idade do entrevistado i , em anos, e a associação pode ser positiva ou negativa; $TFam_i$ é o tamanho da família i em número de pessoas, cujo sinal esperado para o coeficiente deve ser negativo; VD_i é uma variável *dummy* que assume valor 1 para os entrevistados que conhecem a área de canga e atribuíram um valor da DAP (DAR) superior a R\$ 3.000,00/ha, cujo sinal esperado deve ser positivo; e e_{i1} e e_{i2} são os termos de erro aleatórios das equações da DAP e DAR .

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes da descrição dos resultados da percepção dos entrevistados sobre as dimensões ambientais e ecológicas, apresenta-se a síntese do perfil sociodemográfico e econômico.

O tamanho da amostra representativa foi definido em 369 famílias. O número total de questionários válidos foi de 442, número 19,78% superior à amostra mínima, o que amplia a margem de segurança da pesquisa (Tabela 1). A amostra contemplou 50,9% de entrevistados do sexo masculino e 49,1% do sexo feminino.

Com relação ao sexo, a amostra apresentou-se simetricamente dividida, com 50,9% do sexo masculino e 49,1% do sexo feminino (Tabela 1). Essa variável é considerada como relevante para o método de avaliação contingente, porém os resultados empíricos, em geral, não apresentam significância estatística.

O nível de educação também é considerado uma variável importante para determinar e qualificar a valoração dos recursos naturais e, especificamente, declarar um valor para a canga. Na área de pesquisa, o nível de escolaridade ainda é baixo, dado que 45,48% dos entrevistados cursaram até o ensino fundamental, sendo que 36,2% ainda não completaram esta etapa do estudo e 2,8% são analfabetos (Tabela 1).

Quanto à idade média do entrevistado, tem-se que 60,86% estavam com até 45 anos, 23,98% com 18 a 30 anos, 30,77% com 45 a 65 anos e 8,37% com mais de 65 anos. Entre estes, 2,8% são analfabetos e 45,48% estudaram até o ensino fundamental. No geral, 47,44%

e 35,29% dos entrevistados, respectivamente com até 45 anos e com idade superior a 45 anos, têm o ensino médio completo.

Por fim, todos os entrevistados manifestaram concordância e capacidade para responder às perguntas sobre as mudanças nas condições ambientais e ecológicas da área de pesquisa, bem como declarar sua preferência com relação à preservação e/ou supressão da vegetação de canga da Flona de Carajás.

Tabela 1. Características sociais das famílias entrevistadas nas vilas da área de pesquisa, estado do Pará, 2014

Variáveis	Quantidade	Percentual
Sexo das pessoas entrevistadas	442	100,00%
Masculino	225	50,9%
Feminino	217	49,1%
Idade	442	100,00%
De 18 a menos de 30 anos	106	23,98%
De 30 a menos de 45 anos	163	36,88%
De 45 a menos de 65 anos	136	30,77%
De 65 a menos de 85 anos	37	8,37%
Educação	442	100,00%
Fundamental incompleto	160	36,20%
Médio completo	86	19,46%
Superior completo	57	12,90%
Fundamental completo	42	9,50%
Médio incompleto	41	9,28%
Superior incompleto	30	6,79%
Analfabeto	13	2,94%
Especialização	13	2,94%
Total	442	100,0%

Fonte: Dados da pesquisa.

Com relação à renda *per capita*, 63,57% dos entrevistados ganham até três salários mínimos por mês (Tabela 2). Um percentual de 22,85% ganham entre três e cinco salários mínimos e 2,04% ganham entre 10 e 25 salários mínimos por mês, incluindo todas as fontes de renda. Quanto ao tempo em que residem na área, tem-se que 75,11% moram na região há pelo menos 10 anos e 34,84% residem no local há mais de 20 anos.

Tabela 2. Renda individual mensal dos entrevistados da área da pesquisa, estado do Pará, 2014

Faixa de renda do entrevistado	Quantidade	Percentual	Percentual Acumulado
Menos de 1 SM	73	16,52%	16,52%

De 1 SM a menos de 2 SM	124	28,05%	44,57%
De 2 SM a menos de 3 SM	84	19,00%	63,57%
De 3 SM a menos de 5 SM	101	22,85%	86,43%
De 5 SM a menos de 10 SM	51	11,54%	97,96%
De 10 SM a menos de 25 SM	9	2,04%	100,00%
Total	442	100,0%	-

Fonte: Dados da pesquisa.

4.1 Descrição dos resultados sobre a dimensão ambiental

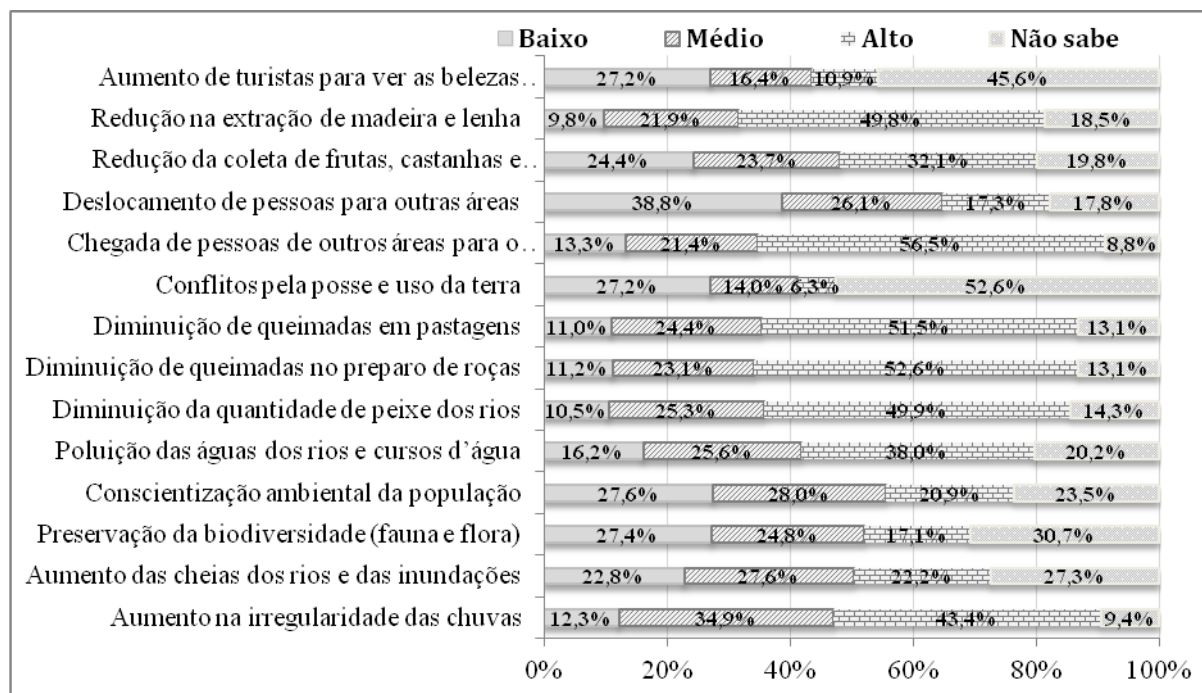
Os fatores ambientais que influenciarem os serviços ecossistêmicos e são percebidos diretamente pelos entrevistados contemplam: mudanças climáticas (irregularidades na distribuição e intensidade das chuvas, enchentes, alagamentos e secas prolongadas); queimadas acidentais e aquelas utilizadas na preparação de roça e no manejo de pastagens; poluição dos rios e nascentes; biodiversidade (fauna e flora); caça e pesca; extrativismo de produtos florestais madeireiros e não madeireiro; extração de minérios e garimpo; conflitos pela posse e uso da terra; aspectos da migração de pessoas.

Com relação às mudanças climáticas e seus efeitos, mais de 90% dos entrevistados declararam que a distribuição das chuvas vem mudando ao longo do tempo e se tornando cada vez mais acentuada (Figura 2). O período das chuvas diminuiu e a intensidade das chuvas passou a variar na direção dos extremos, com fortes chuvas em curto espaço de tempo e chuvas fracas e irregulares. Isto foi indicado por 43,4% dos entrevistados como sendo uma mudança de alta irregularidade no padrão das chuvas em relação aos últimos 10 a 20 anos. Os demais enquadraram tais mudanças na distribuição das chuvas como de moderada a baixa. Apenas 9,4% não perceberam as mudanças, em função do pouco tempo na região, ou por não se preocuparem com a influência do clima nas atividades rurais e urbanas. A implicação desta variável, conforme Veronesi et al. (2014) e relato dos entrevistados, tem implicação sistêmica porque a escassez prolongada das chuvas aumenta o risco das queimadas acidentais, compromete a produção e de produtividade das lavouras e pastagens, diminui o fluxo de água potável e para a criação de animais.

A segunda variável, que se traduz como reflexo da mudança climática foi evidenciada por meio das cheias dos rios e igarapés causando inundações nos centros urbanos e destruindo pontes e estradas vicinais e aumentando o risco de doenças. Os 72,7% dos entrevistados perceberam que as cheias dos rios se tornaram mais frequentes e com maior gravidade, em função do desmatamento e do aumento rápido e desordenado da urbanização.

Outro bloco de perguntas permitiu avaliar a evolução da conscientização ambiental e da influência das práticas utilizadas para diminuir as externalidades produzidas pela ação antrópica sobre os mananciais de água, a floresta e a condução das atividades agropecuárias.

Figura 2 - Características das mudanças ambientais e de uso sustentável dos ativos ambientais na área da pesquisa, estado do Pará, 2014



Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se que 69,3% perceberam que houve mudanças quanto à preservação da fauna e da flora, porque os órgãos ambientais intensificaram a fiscalização e a Vale segue a legislação ambiental. Como consequência dessa ação de proteção da Flona de Carajás e do ensino de educação ambiental em algumas escolas, 76,5% dos entrevistados informam que houve aumento da conscientização ambiental, embora a prática ainda leve tempo para se tornar uma ação de todos. Não se identificou a coleta regular ou seletiva do lixo doméstico produzido nas vilas. Foi declarada a ausência de saneamento básico nas vilas. Por outro lado, no que tange aos instrumentos de informação sobre as questões ambientais, muitas placas foram encontradas sobre o alerta para os cuidados com os problemas ambientais. Contudo, os avisos desprovidos da execução efetiva dos projetos não estão produzindo mudanças.

Com efeito, 79,8% dos entrevistados observaram que a poluição das águas dos rios aumentou e o exemplo de referência é atribuído ao rio Parauapebas, que não tem mais peixes, assim como outros rios e igarapés cuja pesca está cada vez mais difícil. Em consequência

dessa poluição e também do aumento da pesca por parte de maior contingente de pessoas em determinados locais, 85,7% revelaram que houve acentuada queda da pesca extrativa. Os reflexos destas externalidades foram considerados como de intermediária a elevada magnitude pela maior parte dos entrevistados (Figura 2).

No que tange às queimadas de mata nativa para a formação de roças e para a implantação e/ou manejo de pastagens, 86,9% declararam que houve redução dessa prática, em função da intensidade da fiscalização. Também diminuiu a incidência de incêndio natural e/ou acidental na área de savana, por causa da proibição da caça e da extração de produtos florestais da Flona de Carajás. As queimadas além de emitir grande quantidade de CO₂ destroem a fauna e a flora e eliminam o valor econômico dos produtos e serviços produzidos pelos ecossistemas (SANTANA et al., 2011; SANTANA, 2015). Este efeito ocorreu em toda a região do entorno da Flona de Carajás, daí a importância da sua preservação e/ou exploração das áreas liberadas pelo ICMBio mediante a compensação equivalente à perda de valor do bioma e do bem-estar da população.

Em substituição ao fogo, os produtores estão utilizando herbicida e o nível de poluição foi percebido e a situação é grave porque não se dispõe de orientação técnica para o uso dos agrotóxicos. Houve relatos de intoxicação de produtores com agrotóxicos em diversas vilas. Esses efeitos foram avaliados como de alto impacto pela maioria dos entrevistados. Ou seja, as duas práticas quando utilizadas de forma inadequadas são prejudiciais ao meio ambiente e à sociedade.

Com relação aos conflitos pela posse e uso da terra, 47,4% informaram que houve forte diminuição ao longo do tempo na área rural (Figura 2). Este movimento ainda está em curso e a avaliação é que a intensidade das ações foi considerada baixa. Este é um ponto importante de avanço dos projetos de assentamento da reforma agrária e das políticas de transferência de renda, que estão contribuindo com a redução do uso do fogo pela agricultura familiar praticada nas áreas do entorno da Flona de Carajás.

Com relação ao extrativismo vegetal de produtos madeireiros e não madeireiros, mais de 80% dos entrevistados observaram que a diminuição foi de intermediária a alta, indicando a perda de importância dessa atividade, em função do aumento da fiscalização.

Outra variável importante para caracterizar a condição ambiental e sociodemográfica da área pesquisada é o fluxo de migrantes de outras regiões que chegam ao local em busca de oportunidades de trabalho. Pelas características da atividade de extração de minérios, as a

ocupação da mão de obra de baixa qualificação têm vida curta, perdurando apenas na primeira fase da exploração. Depois, muita gente é dispensada e a migração segue o caminho inverso para os locais de origem ou para outras áreas do entorno da Flona de Carajás, ampliando as favelas na periferia das cidades.

Por fim, 54,4% dos entrevistados perceberam que houve aumento no fluxo de pessoas que visitam a região como turista, em busca das belezas cênicas que a Flona de Carajás e seu entorno oferece, como a fonte de águas quentes no Garimpo das Pedras, produção de pedras semipreciosas, os balneários da Área de Proteção Ambiental do Gelado, a vegetação de savana contrastando com a floresta densa, cavernas, espécies raras e/ou endêmicas e os animais em risco de extinção do Parque Zoobotânico da Vale.

Descrição dos resultados sobre a dimensão ecológica

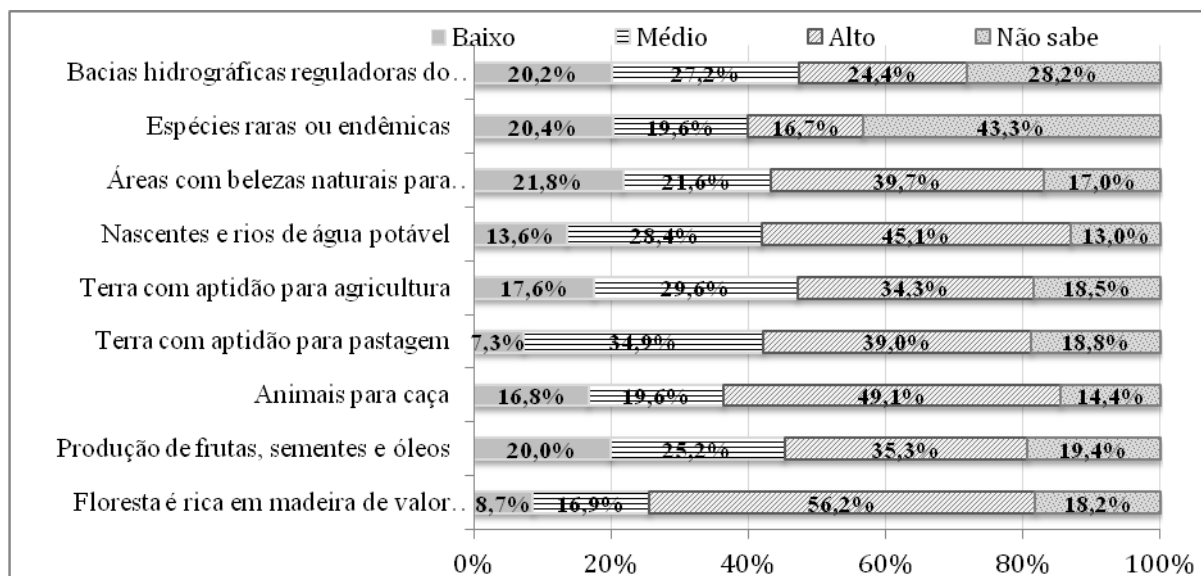
Em primeiro lugar avaliou-se, na percepção dos entrevistados, o fluxo dos serviços produzidos pelos ecossistemas da Flona de Carajás em termos dos recursos de uso direto e indireto, valor de opção e valor de existência.

No campo dos produtos e serviços de uso direto, ou serviços de provisão, mais de 80% os entrevistados revelaram que a Flona de Carajás é rica em espécies de madeira com alto valor comercial (cedro, freijó, ipê, jacarandá, virola), frutas e óleos vegetais (castanha, cacau, ingá, andiroba, copaíba), assim como animais para caça (porco do mato, aves, cutia) e ambientes da paisagem (Figura 3). Observou-se, também, que as terras têm aptidão para o desenvolvimento da pecuária de corte e de leite e de lavouras temporárias e permanentes, uma vez que as áreas do entorno estão povoadas com agricultura e pecuária em diversos estágios de degradação, ou seja, o serviço de suporte do solo. Por último, os resultados revelaram forte predominância das respostas indicando alto potencial econômico e ecológico da Flona de Carajás, o que estabelece uma relação direta do valor dessa unidade de conservação para a sociedade local.

Com relação aos serviços ambientais para uso indireto, envolvendo as funções culturais, mais de 87% dos entrevistados informaram que há muitas nascentes e com água potável. No caso das belezas naturais como paisagens florísticas, cachoeiras e águas termais que podem ser exploradas pelo turismo ecológico e de contemplação, 71,8% dos entrevistados declarou que elas existem e devem ser conservadas. As avaliações dos respondentes

concentram-se na posição elevada, como forma de demonstrar o valor monetário dos serviços ecossistêmicos da Flona de Carajás.

Figura 3 - Potencial da Flona e de seu entorno em relação ao valor de uso e de não uso, estado do Pará



Fonte: Dados da pesquisa.

As variáveis que refletem o valor de não uso dos recursos, em função de conhecimento genético e características endêmicas, encontram-se as espécies raras como é o caso do gavião real e de outros animais ameaçados de extinção que vivem na Flona de Carajás. Como espécie endêmica foi citada a flor de Carajás. Esta variável apresentou o maior percentual de pessoas que não fez avaliação, dada a falta de informação.

Por fim, os resultados mostram dois aspectos fundamentais para a compreensão do valor econômico total dos ecossistemas da Flona de Carajás. O primeiro se refere à percepção dos entrevistados sobre as mudanças nas dimensões climática e ecológica produzidas pela ação antrópica, o grau de importância para o crescimento da economia local e da qualidade de vida das pessoas. O segundo é que a inclusão de todas as variáveis (14 sobre a dimensão ambiental e 9 sobre a dimensão ecológica) em uma equação torna inviável a estimação dos parâmetros por causa da multicolinearidade. Portanto, a solução do problema sem perda significativa do poder explicativo do conjunto de variáveis foi dada por meio da estimação de indicadores por meio da técnica de análise fatorial.

4.2 Indicadores ambiental e ecológico da Flona de Carajás

As variáveis ambientais e ecológicas foram submetidas à análise fatorial para extrair os fatores consistentes com a multifuncionalidade dos produtos e serviços ecossistêmicos da

Flona de Carajás, de modo a viabilizar a construção dos indicadores representativos das dimensões ambiental e ecológica. Estes indicadores, conforme Santana (2014), entram nas equações de disposição a pagar e disposição a receber como as variáveis explanatórias que representam o comportamento do conjunto de variáveis das dimensões ambiental e ecológica.

Os indicadores são de fundamental importância para corrigir problemas econométricos de multicolinearidade causados pela utilização de grande número de variáveis categóricas nas equações e para eliminar problemas de especificação. A não observância deste fato torna a maioria das variáveis explanatórias não significativas e algumas com sinais trocados como evidenciado em Adams et al. (2008), Baral et al. (2008) e Veronesi et al. (2014).

4.2.1 Resultados da análise fatorial

Os resultados da análise fatorial estão reunidos nas Tabelas 1 e 2. As duas matrizes de correlação apresentaram determinantes diferentes de zero, logo admitem inversa e a solução resultante além de única é a que melhor representa o fenômeno (SANTANA et al., 2014). De acordo com os testes KMO de 0,588 e 0,76 (superiores ao limite aceitável de 0,50) e os testes de esfericidade de Bartlett significativos a 1%, a mostra adequa-se à análise fatorial. As cargas fatoriais estimadas apresentaram significância a 1%, confirmando a adequação dos modelos. Todas as comunalidades situaram-se acima de 0,50, o que atesta suas participações na definição dos fatores latentes. Por fim, os fatores extraídos nos dois modelos fatoriais explicaram mais de 60% da variância total dos dados. Sendo assim, considera-se que o modelo foi bem especificado e os resultados revelam a realidade do fenômeno estudado.

Fatores definidores da dimensão ambiental

O modelo de análise fatorial especificado para refletir o comportamento da dimensão ambiental foi configurado por cinco fatores e explicou 71,88% da variância total dos dados (Tabela 3). O **primeiro fator** explicou 18,4% da variância comum e representa a força conjunta de duas variáveis que, na percepção dos entrevistados, refletem a redução do uso do fogo na implantação de atividades agrícolas e no manejo de pastagens. Por isso, pode ser nominado de dimensão **redução de queimadas**. Esta dimensão é a mais importante, dado que o fogo destrói a biodiversidade da área e compromete todas as funções dos serviços ecossistêmicos.

O **segundo fator** explicou 15,36% da variância total e representa o efeito das variáveis conscientização ambiental e preservação da biodiversidade da Flona de Carajás. Em função da maior carga fatorial da segunda variável, a dimensão pode ser chamada de **biodiversidade da Flona**. Este fator está relacionado à eficácia da política ambiental no combate aos efeitos produzidos pelas queimadas e a atuação no processo de conscientização das pessoas para preservarem a biodiversidade.

O **terceiro fator**, que explicou 13,49% da variância total dos dados, está associado às variáveis poluição das águas e redução do estoque de peixes dos rios. Neste caso, o fator pode ser denominado de **poluição dos mananciais de água**. Esta poluição está associada ao desmatamento da floresta para a implantação das atividades agropecuárias e à ao processo desordenado da urbanização das cidades e vilas, como reflexo dos projetos de extração do minério de ferro. Assim, a redução do estoque de peixes e da qualidade da água via assoreamento dos rios e poluição com produtos químicos, descargas de esgoto e lixo, foi captada neste fator, que influencia as pessoas nas decisões de preservar e/ou de utilizar racionalmente este recurso natural.

Tabela 3 - Matriz de cargas fatoriais do modelo representativo das condições ambientais da Flona de Carajás, estado do Pará, 2014

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Comunalidade
Redução da queima em roça	0,937	0,143	0,050	0,089	0,006	0,909
Redução da queima em pasto	0,941	0,118	0,074	0,071	0,021	0,910
Preservação da biodiversidade	0,077	0,853	0,027	-0,054	0,076	0,743
Aumento da consciência ambiental	0,167	0,839	-0,006	0,081	-0,032	0,739
Aumento da poluição dos rios	0,011	-0,029	0,821	0,072	0,064	0,685
Redução de peixe dos rios	0,100	0,050	0,775	0,074	-0,137	0,637
Redução da extração de PFNM	-0,021	-0,044	0,043	0,816	-0,094	0,679
Redução da extração de PFM	0,177	0,071	0,108	0,760	0,070	0,630
Aumento de irregularidade chuvas	-0,042	0,151	0,201	0,196	-0,695	0,587
Aumento de turistas na área	-0,015	0,194	0,107	0,147	0,773	0,669
Soma de quadrado das cargas	1,841	1,536	1,349	1,337	1,125	7,188
Percentual do traço (%)	18,407	15,364	13,492	13,368	11,252	71,883
Adequação da amostra: KMO = 0,588						Batlett's test = 899,577 (vp < 1%)

Fonte: Dados da pesquisa.

O **quarto fator** representa as variáveis extração de produtos madeireiros e não madeireiros da Flona de Carajás e pode ser denominado de **extrativismo vegetal**. Este fator representa o efeito da atuação dos órgãos ambientais no controle da extração predatória dos recursos florestais madeireiros e não madeireiros.

O **quinto fator** representa as variáveis aumento na irregularidade das chuvas e a frequência de turistas na região. Estas variáveis apresentaram comportamentos opostos na definição do fator, pois a diminuição da irregularidade do clima pode favorecer as belezas naturais da Flona de Carajás e aumentar o turismo ecológico. Por outro lado, a irregularidade das chuvas, com secas prolongadas e temperaturas elevadas, tem aumentado as queimadas espontâneas de área de savana, prejudicando as visitas do turismo ecológico e pondo em risco a biodiversidade. Esta dimensão pode ser denominada de **potencial turístico**.

Fatores definidores da dimensão ecológica

A dimensão ecológica foi configurada por três fatores (Tabela 4). O **primeiro fator** explicou 25,6% da variância total dos dados e representa o efeito de quatro variáveis que indicadoras do potencial dos serviços ecossistêmicos: nascentes e rios com água potável; belezas naturais (quedas d'água, cachoeiras e paisagens florística); espécies raras e endêmicas (flor de Carajás, gavião real); e a bacia hidrográfica que contribui para manter o fluxo de água de rios e igarapés e regular o clima local e regional. Este fator engloba as funções de provisão, cultural, espiritual e de conhecimento, que expressam o valor de uso e o valor de não uso desse ativo natural. Assim, pode ser denominado de dimensão **serviço ambiental**.

Tabela 4 - Matriz de cargas fatoriais do modelo representativo do potencial multifuncional do ativo ambiental da Flona de Carajás, estado do Pará, 2014

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Comunalidade
Fontes de água potável	0,730	0,198	0,003	0,573
Áreas de potencial turístico	0,706	0,247	0,059	0,563
Espécies raras e endêmicas	0,704	0,121	0,145	0,531
Bacia para regular clima	0,771	0,116	0,029	0,608
Flona rira em madeiras	0,103	0,864	0,172	0,787
Flona rica em produto não madeireiro	0,306	0,731	-0,038	0,629
Flona reca em animais silvestres	0,212	0,803	0,106	0,701
Terra com aptidão para pasto	-0,014	0,067	0,916	0,843
Terra com aptidão para agricultura	0,182	0,121	0,881	0,825
Soma de quadrado das cargas	2,304	2,074	1,683	6,061
Percentual do traço (%)	25,600	23,046	18,698	67,344
Adequação da amostra: KMO = 0,760	Batlett's test = 1245,153 (vp < 1%)			

Fonte: Dados da pesquisa.

O **segundo fator** explicou 23,4% da variância total e representa os efeitos de três variáveis que representam o potencial dos produtos madeireiros de alto valor comercial, dos produtos não madeireiros e dos animais silvestres da Flona de Carajás. Assim, o fator

representa a função provimento de produtos com valor comercial e pode ser denominado de **potencial econômico e ecológico**. A madeira e os animais silvestres de caça têm valor monetário nos mercados formal e informal. Embora a caça seja proibida para fins comerciais, é praticada para o autoconsumo. O excedente é comercializado com preço acima do equilíbrio do mercado, para compensar o risco da apreensão do produto, juntamente com a aplicação de multas e demais sanções para o infrator.

O **terceiro fator**, que explicou 18,7% da variância total dos dados, está associado às variáveis que definem o potencial das terras para o desenvolvimento de pastagens em uso na pecuária e de atividades agrícolas. Neste caso, o fator representa a função de suporte do solo para o desenvolvimento sustentável de atividades econômicas e pode ser denominado de **potencial agropecuário**. Este fator reflete o efeito do mercado de terras na área do entorno da Flona de Carajás, tanto em transações de compra e venda de terras para fins agropecuários, quanto para efeito de indenização das áreas de abrangência dos projetos de mineração, de assentamento da reforma agrária, ou para efeito de preservação ambiental.

Comportamento dos indicadores das dimensões ambiental e ecológica

O potencial socioeconômico, ambiental, ecológico e agropecuário do capital natural dos ecossistemas da Flona de Carajás representa a multifuncionalidade dos produtos e serviços ecossistêmicos e foi declarado por 52,04% dos entrevistados como de alta importância, sendo 18,55% classificados como de significância muito alta (Tabela 5). Uma parcela de 33,48% dos entrevistados declarou que esse potencial é intermediário e apenas 15,16% considerou como baixo.

Estes resultados representam a interação dos fatores considerados nas análises da Economia Ambiental, que admite a combinação do uso do recurso natural com os recursos fabricados em proporção não fixas, por admitir graus diferenciados de substituição na geração de outros produtos e serviços, com os fatores utilizados nas análises da Economia Ecológica que admitem o uso dos ativos ambientais em proporção relativamente fixas, ou seja, em complemento com os recursos fabricados, admitindo substituição apenas no limite. Esta premissa torna-se ainda mais definida na medida em que o uso dos recursos naturais se aproxima dos níveis mínimos de seus estoques e/ou se suas capacidades de resiliência.

Tabela 5 - Indicadores de fluxo de recursos para uso direto e indireto e de não uso pela sociedade, estado do Pará

Intervalo do indicador	Dimensão Ecológica	Percentual (%)	Dimensão Ambientais	Percentual (%)
Valor maior ou igual a 0,8	82	18,55%	62	14,03%
Valor de 0,6 a 0,79	148	33,48%	187	42,31%
Valor de 0,4 a 0,59	145	32,81%	141	31,90%
Valor inferior a 0,4	67	15,16%	52	11,76%
Amostra total	442	100	442	100

Fonte: Dados da pesquisa.

Além disso, o indicador evidencia a percepção do entrevistado sobre a importância da Flona de Carajás pelo potencial econômico e ambiental do capital natural que conta com as espécies raras e/ou endêmicas e que não são destinadas ao uso.

O indicador da dimensão ambiental, que incorpora os fatores representativos da sustentabilidade do capital natural da Flona de Carajás, foi classificado por 56,33% dos entrevistados como de alto impacto, sendo que 14,03% o consideraram de importância muito alta. Outros 31,90% classificaram o indicador no valor intermediário e apenas 11,76% observaram que os efeitos ambientais são de baixa importância. Este resultado permite afirmar que esta dimensão é fundamental para determinar o valor econômico total da Flona de Carajás com base na disposição a pagar pela preservação e na disposição a receber uma indenização para compensar a perda do ativo e viabilizar a extração do minério de ferro e de outras atividades econômicas.

Portanto, o grande número de variáveis categóricas deve ser substituído por estes indicadores das componentes ambiental e ecológica em modelos econométricos no âmbito do método integrado de avaliação contingente (SANTANA, 2014), juntamente com as demais variáveis econômicas e sociodemográficas. Desta forma, pode-se captar o efeito destas componentes no valor econômico total dos ativos naturais.

4.3 Valor econômico total da vegetação de canga

Na Tabela 6, apresentam-se os resultados do MIAC para a vegetação de canga da Flona de Carajás, com base nas preferências declaradas pelos entrevistados sobre a *DAP* para manter a canga preservada e a *DAR* para obter uma indenização pela supressão da vegetação e permitir a exploração da área.

As variáveis sexo e idade foram incluídas no modelo por expressarem os aspectos de gênero e demografia das populações investigadas. Contudo, os resultados encontrados para tais variáveis não apresentaram significância estatística na equação da disposição a pagar, em

concordância com Baral et al. (2008), Ortiz (2001) e Bentes et al. (2014). Com relação à variável idade, Amirnejad et al. (2006) encontraram um valor negativo, indicando que as pessoas mais jovens apresentaram a disposição a pagar um valor mais alto pela existência da floresta. Igualmente, Adams et al. (2008) e Subade e Francisco (2014) obtiveram um sinal negativo da idade em relação ao valor da *DAP*, respectivamente, para a preservação da Mata Atlântica do Parque do Morro do Diabo em São Paulo e a conservação dos corais de recifes, nas Filipinas.

A variável tamanho da família, que reflete uma característica sociodemográfica da população, embora menos frequente nos estudos, geralmente não apresenta significância estatística, como observado por Rhee (2013), em estudo sobre a disposição a pagar para evitar doenças infecciosas causadas por mudanças climáticas e Abdullah e Jeanty (2011) na pesquisa sobre *DAP* por energia renováveis. Por outro lado, Baral et al. (2008) em pesquisa sobre a avaliação da *DAP* pelos visitantes de uma área de ecoturismo no Nepal, encontraram um sinal negativo e significativo para o tamanho da família, indicando que quanto maior o tamanho da família menor a *DAP* um valor alto. Este resultado está coerente com o fato de que, para as famílias numerosas e pobres, o custo de vida torna-se mais alto e a disposição a pagar valores adicionais diminui.

Assim, após a retirada das variáveis não significativas, o sistema de equações com as variáveis relevantes, não apresentou problema de autocorrelação contemporânea e nem de multicolinearidade. O problema da heterocedasticidade, que é comum a amostras de dados de seção cruzada, foi equacionado por meio da estimação dos parâmetros por mínimos quadrados generalizados no Eviews7. Adicionalmente, em todos os trabalhos consultados, os parâmetros das equações de *DAP* e *DAR* foram estimados de forma separada. Portanto, além de tratar-se de iniciativa pioneira deste trabalho, a estimação simultânea dos parâmetros do sistema de equações aparentemente não relacionadas, gerou estimativas não viesadas e eficientes para os parâmetros.

Disposição a pagar e disposição a receber pela canga

As equações da *DAP* e *DAR* apresentaram-se válidas para representar a preferência declarada pelos entrevistados sobre o valor da canga (Tabela 6). As variáveis explanatórias explicaram 91,66% e 87,90%, respectivamente, das variações no valor da disposição a pagar e no valor da disposição a receber. Este resultado, juntamente com a significância da estatística

F a 1%, indica que o conjunto de variáveis explanatórias valida a especificação das equações de DAP e DAR . Este é um forte indicativo de que o valor estimado a partir da DAP pela preservação e da DAR pela supressão da canga mantém forte aderência com o valor real de mercado de terras do bioma Amazônia da área de Carajás.

Os parâmetros associados às variáveis foram todos significativos a 1% para a DAP e a 1%, 5% e 8,76% para a DAR . As variáveis dependentes DAP e DAR mantiveram correlação direta com todas as variáveis explanatórias, indicando que as mudanças nas condições observadas nestas variáveis produzem alteração na variável dependente e na mesma direção, de acordo com o resultado teoricamente esperado (Tabela 6).

O efeito da renda individual dos entrevistados exibiu um resultado de acordo com o justificado pela teoria, uma vez que, em geral, pessoas com rendas mais altas têm uma predisposição a pagar (receber) um valor mais elevado para preservar (explorar) um recurso natural.

Neste trabalho, um incremento de R\$ 1.000,00 na renda do entrevistado tende a gerar um aumento de R\$ 520,87 na DAP por cada hectare de canga, *ceteris paribus*. Da mesma forma, tende a gerar um aumento no valor médio da DAR de R\$ 877,27 por cada hectare de canga a ser indenizado.

Resultados similares para a DAP foram encontrados por: Groot et al. (2012) na estimação do valor global de ecossistemas; Santana et al. (2015) no trabalho sobre o valor econômico total dos danos potenciais a serem causados pelos empreendimentos em hidrelétricas previstos para a bacia do rio Tapajós, estado do Pará, sobre os pescadores e agricultores familiares; Abdullah e Jeanty (2011) no estudo sobre DAP por energia renováveis; Ortiz et al. (2001) na pesquisa sobre o valor Ambiental do Parque Nacional do Iguaçu; Amirnejad et al. (2006) no artigo sobre o valor de existência de uma floresta no norte do Irã; Adams et al. (2008) no trabalho sobre a preservação da Mata Atlântica brasileira; Khan et al. (2014) no artigo sobre a contaminação de água potável por arsênico em Bangladesh; Subade e Francisco (2014) na pesquisa sobre a conservação de corais de recifes nas Filipinas; e Veronesi et al. (2014) no estudo sobre a redução de riscos ecológicos e de saúde da população da Suíça resultantes de mudanças climáticas.

Tabela 6. Resultados das estimativas dos parâmetros das equações da disposição a pagar e disposição a receber pelo ativo ambiental da canga da Flona de Carajás, estado do Pará

Método de Estimação: Regressões Aparentemente não Relacionadas; Amostra: 442; Número Total de Observações do Sistema Equilibrado: 884 (EViews7, 2012).

Variável	Coefficiente	Estatística t	Probabilidade	DAP (R\$/ha)
Intercepto - b_{10}	640,9696	6,657739	0,0000	640,97
Renda individual - b_{11}	0,52087	26,00965	0,0000	1.118,56
Educação - b_{12}	51,2706	3,424116	0,0006	162,51
Variável <i>dummy</i> - b_{13}	1005,663	16,17068	0,0000	1.005,66
Indicador Potencial da Flona - b_{14}	602,4324	4,115261	0,0000	365,79
Indicador Ambiental - b_{15}	762,8149	3,961825	0,0001	467,85
Tempo que Mora no Local - b_{16}	20,43851	5,511602	0,0000	312,5
Valor Econômico Total da DAP (R\$/ha) pela canga – MIAC =				4.073,84
Variável	Coefficiente	Estatística t	Probabilidade	DAR (R\$/ha)
Intercepto - b_{20}	601,9792	3,956352	0,0001	601,98
Renda Familiar - b_{21}	0,877265	27,71789	0,0000	1.883,92
Educação - b_{22}	40,47178	1,710238	0,0876	128,28
Variável <i>dummy</i> - b_{23}	738,3309	7,511922	0,0000	738,33
Indicador Potencial da Flona - b_{24}	579,477	2,504664	0,0124	351,85
Indicador Ambiental - b_{25}	632,0567	2,077095	0,0381	387,65
Tempo Mora Local - b_{26}	21,16091	3,610666	0,0003	323,54
Valor Econômico Total da DAR (R\$/ha) pela canga – MIAC =				4.415,56
R-Quadrado Ajustado: <i>DAP</i>	0,916437	Média da var. dependente		3575,564
R-Quadrado Ajustado: <i>DAR</i>	0,879058	Média da var. dependente		4049,733
Estatística F: <i>DAP</i>	484,67 (p < 0,01)	Estatística F: <i>DAR</i>	322,38 (p < 0,01)	

Fonte: Dados da pesquisa.

A educação revelou que um maior nível de escolaridade está associado à disposição a pagar (receber) valores mais elevados pela preservação (exploração) dos ativos naturais. Isto porque a educação está relacionada a maior conhecimento sobre o ativo ambiental, a ganhos de produtividade e a um maior nível de conscientização com respeito à importância que a preservação e/ou exploração dos recursos naturais apresentam para o desenvolvimento local.

Com efeito, tem-se que para cada ano adicional de estudo que a pessoa cursou, a *DAP* tende a ser incrementada em R\$ 51,27/ha de canga preservada, enquanto que a *DAR* pode ser aumentado em R\$ 40,47/ha de canga a ser suprimida, *ceteris paribus*.

Alguns estudos sobre *DAP* obtiveram resultados significativos para educação. Entre eles, tem-se: Bentes et al. (2014) no trabalho sobre o valor econômico e ambiental dos danos causados pela Usina Hidrelétrica de Tucuruí sobre os pescadores da jusante do rio Tocantins

no estado do Pará; Lera-López et al. (2012) no estudo da *DAP* pela redução dos impactos ambientais produzidos pelo transporte rodoviário; Abdullah e Jeanty (2011) na pesquisa sobre *DAP* por energia renováveis; Adams et al. (2008) e Amirnejad et al. (2006), respectivamente nas pesquisas sobre o valor da *DAP* pela preservação da Mata Atlântica e pela existência de uma área de floresta no Irã. Por outro lado, nos estudos de Barral (2008), Subade e Francisco (2014) e Veronesi et al. (2014), a variável não apresentou significância estatística, embora com sinal positivo.

O resultado da variável *dummy*, que capta o efeito da distribuição de poder aquisitivo dos entrevistados, indicam que as pessoas com maior poder aquisitivo e acúmulo patrimonial tendem a pagar um valor acima da média do valor pago pelas pessoas mais pobres. Esse conjunto de pessoas com maior renda tem maior potencial para realizar investimentos e contribuir com o crescimento da economia local. Portanto, conforme Tisdell (2011), essas pessoas tendem a responder pela transformação socioeconômica e ambiental da região e, como as atividades agropecuárias e florestais necessitam de escala para aumentar o retorno, apresentam predisposição a pagar (receber) um valor mais alto para preservar (explorar) os recursos naturais e diminuir (aumentar) a pegada ecológica.

A maioria dos estudos utiliza variável *dummy* para captar diversos efeitos sobre a *DAP*, mas são raros os que se preocupam com o efeito da acumulação de capital ou a concentração da renda. Entre estes, Santana et al. (2015) encontrou resultado semelhante entre as pessoas com disposição a pagar pela preservação da bacia do rio Tapajós. Nesta pesquisa, os entrevistados que declararam a *DAP* ou a *DAR* um valor acima de R\$ 3.000,00/ha, diferenciaram-se do restante, respectivamente, em R\$ 1.005,66/ha e em R\$ 738,33/ha acima da média declarada pelos demais entrevistados. Portanto, a acumulação de capital causa um significativo impacto sobre a valoração da canga, tanto para preservar quanto para explorar, mesmo que isto implique aumento da pegada ecológica.

Com relação ao tempo que a pessoa reside no local, o resultado indicou que, na situação da área de influência da Flona de Carajás onde estão os projetos de extração dos minérios de ferro, cobre e manganês, quanto maior o tempo de residência no local maior foi a predisposição a pagar (receber) um valor mais alto pela preservação (exploração) da canga. Um maior tempo de vivência na região significa maior acúmulo de informação, conhecimento e conscientização sobre a conservação e/ou uso dos recursos naturais, de modo a justificar uma maior disposição a pagar (receber) pelos recursos naturais. Portanto, evidenciou-se que a

cada ano adicional ao tempo médio de residência no local, o entrevistado tende a aumentar o valor médio da *DAP* e da *DAR*, respectivamente, em R\$ 20,44/ha e R\$ 21,16/ha (Tabela 6).

O número de trabalhos que incluiu essa variável na análise é pequeno. Entre eles, a maior parcela utiliza a variável idade e, em todos os trabalhos consultados, não apresentou significância estatística, como é o caso de Ortiz et al. (2001), que encontrou correlações positivas e negativas para a idade, embora não significantes e de Bentes et al. (2014), que obtiveram uma relação negativa e não significativa. O único trabalho que incluiu essa variável na determinação da *DAP* foi o de Abdullah e Jeanty (2011) sendo que o resultado apresentou sinal negativo e não significativo.

Por fim, as variáveis que representam a influência dos fatores ambientais e o potencial ecossistêmico da vegetação de canga da Flona de Carajás, e que definem uma visão holística sobre a valoração da natureza pelo MIAC para fins de preservação dos geoambientes da canga, como analisado nesta pesquisa, não foi encontrado nada parecido na literatura. Os mais disseminados são os modelos que usam variáveis *dummy* para captar efeitos específicos de funções ambientais considerados relevantes em cada caso. Contudo, muitas variáveis *dummy* incluídas em uma equação tendem a apresentar problemas de forte multicolinearidade, que inviabilizam o cálculo da contribuição individual de cada variável, além de tornar muitos parâmetros não significativos e alguns com sinais trocados. Aliás, esta foi uma deficiência encontrada nos trabalhos incluídos nesta discussão.

Para evitar esses problemas e representar adequadamente a influência dos fatores econômicos, sociodemográficos, ambientais e ecológicos na estimação do valor da *DAP* e da *DAR* foram utilizados indicadores, elaborados com a aplicação da análise de componentes principais a partir do conjunto de 10 variáveis ambientais e nove variáveis de potencial ecológico da Flona de Carajás. Com isto, incorporou-se o valor monetário da multifuncionalidade dos ativos naturais no sistema econômico, que tende a apresentar uma correlação positiva com o crescimento das atividades produtivas e que deve ser traduzido na disposição a pagar valores mais altos pela preservação e/ou pelo uso sustentável dos recursos naturais.

Na Tabela 6, o incremento de uma unidade no valor médio destes indicadores, respectivamente, tende a gerar um aumento de R\$ 602,43/ha e R\$ 762,81/ha no valor da *DAP* pela preservação da canga. Com efeito, o aumento de uma unidade nesses indicadores, resulta em incremento de R\$ 738,33/ha e R\$ 632,06/ha no valor da *DAR* como indenização pela

exploração da área de canga. Ressalta-se que uma unidade de valor destes índices equivale a 100% de aumento na *DAP* (*DAR*), dado que variam entre zero e um.

Dessa forma, o valor médio estimado da *DAP* para preservar o ecossistema da área de canga foi de R\$ 4.073,84/ha (com valor máximo de R\$ 4.521,62/ha) e um valor da *DAR* uma indenização pela supressão da vegetação de canga de R\$ 4.415,56/ha (com valor máximo de R\$ 5.170,66/ha). Estes resultados são compatíveis com o valor presente líquido de um fluxo líquido de benefícios, conforme Hoehn e Randall (1989), Hanemann (1994), Loomis et al. (1996), Costanza et al. (1997), Torras (2000), Farber et al. (2002), Santana et al. (2015) e Santana et al. (2016).

Portanto, assumindo o custo de oportunidade do capital investido em atividades alternativas de 12,0% ao ano, tem-se uma anuidade no valor da *DAP* de R\$ 488,86/ha/ano. Este valor é compatível com o encontrado por Adams et al. (2008) de R\$ 327,05/ha/ano (valor atualizado para abril de 2014) para preservar o Parque do Morro do Diabo, em Teodoro Sampaio no estado de São Paulo. Também é compatível com a rentabilidade da pecuária de corte (R\$ 360,00/ha/ano) e agricultura de grãos (R\$ 400,00/ha/ano), conforme Santana et al. (2014).

Seidl e Moraes (2000) no estudo sobre o valor global dos serviços ecossistêmico do Pantanal, encontraram um valor médio de R\$ 13.038,75/ha, considerado extremamente elevado em relação ao preço de mercado das atividades desenvolvidas na área de estudo, em que o valor da pastagem variou entre R\$ 223,28/ha e R\$ 669,83/ha e o valor presente líquido da pecuária foi de R\$ 446,55/ha (valores de abril de 2014). Sutton e Costanza (2002) utilizaram, entre outros, o método da avaliação contingente para estimar o valor global de mercado e de não mercado dos serviços ecossistêmicos produzidos por diversos biomas, entre eles o de savana e o valor encontrado foi de R\$ 518,00/ha, a preço de abril de 2014.

Com relação ao valor da *DAR* pela supressão da canga, nenhum estudo foi encontrado. Todavia, Costanza et al. (1997) e Sutton e Costanza (2002) estimaram o valor monetário para a vegetação de gramíneas do bioma global de savana em R\$ 518,00/ha, a preço de abril de 2014. É um valor subestimado porque não foram computados os demais geoambientes ou fitofisionomias da savana, para efeito de comparação com o valor agregado do ecossistema de canga estimado neste trabalho.

Com efeito, o mercado real de terras com vegetação comparável com o bioma da área de pesquisa e de situações de áreas sob a influência de projetos envolvendo a implantação de

florestas de eucalipto, cultivo de dendê e usinas para a produção de energia elétrica no estado do Pará, está operando com os preços médios: terra com agricultura familiar, R\$ 1.250,00/ha; terra com agricultura mecanizada, R\$ 3.400,00/ha; terra cultivada com cacau na área de influência da Usina Hidrelétrica (UHE) de Belo Monte, R\$ 5.100,00/ha; terra com pastagem de baixo suporte, R\$ 1.700,00/ha; terra com pastagem de alto suporte, R\$ 3.550,00/ha; terra de mata com difícil acesso, R\$ 1.600,00/ha; terra de mata com fácil acesso, R\$ 2.270,00/ha; e terra de mata com projeto de manejo, R\$ R\$ 2.750,00/ha (SANTANA et al., 2014a; IFNP, 2014). Portanto, no estado do Pará, as terras de maior valor comercial são as de elevada fertilidade natural que estão ocupadas com lavoura de cacau e sob o efeito da indenização pela UHE de Belo Monte.

Na área de pesquisa, o preço de terra com agricultura e pastagens, em abril de 2014 no momento da pesquisa de campo, variou entre R\$ 2.500,00/ha na área rural das vilas Paulo Fonteles e Sansão e R\$ 4.000,00/ha na zona rural das vilas Palmares II, Ouro Verde, Planalto e Racha Placa. Este valor capta a influência da indenização de terras na vila Racha Placa pela VALE, no período da pesquisa de campo.

O valor de venda das terras da região de Balsas no Maranhão, cuja vegetação é comparável com a da canga da Flona de Carajás, variou entre R\$ 640,00/ha para o cerrado não agrícola e R\$ 3.650,00/ha para o cerrado utilizado na produção de soja (SANTANA et al., 2014a; IFNP, 2014). Assim, o valor médio de R\$ 4.415,56/ha da *DAR* pela vegetação da canga indica que os respondentes avaliaram este ativo natural como um substituto relativamente próximo das terras mais produtivas e valorizadas da área de estudo e das regiões sob a influência de grandes projetos de desenvolvimento.

Relação entre os valores da DAP e DAR

Os valores da *DAP* e *DAR* foram definidos, respectivamente, pela contribuição das dimensões econômica (renda familiar e distribuição de renda), sociodemográficas (educação e tempo no local), dimensão ambiental e ecológica (indicador ambiental e indicador ecológico) e dimensão tácita (valor médio captado pelo intercepto).

A dimensão econômica contribuiu com 52,1% do valor da *DAP* e com 59,4%, do valor da *DAR* e a dimensão sociodemográfica contribuiu com 11,7% para o valor da *DAP* e 10,2% para o valor da *DAR*. Em conjunto, estas dimensões representaram 62,8% e 69,7%, respectivamente, do valor da *DAP* e *DAR*. Não obstante este peso hegemônico na composição

do valor econômico total desse ativo natural, a incorporação das dimensões ambiental e ecológica respondeu, respectivamente, por 20,5% do valor da *DAP* pela preservação e 16,8% do valor da *DAR* pela supressão da vegetação de canga. A componente tácita, que capta a forma intrínseca de comportamento e tomada de decisão da população local participou com 15,7% do valor da *DAP* e 13,6% do valor da *DAR*. Os valores destas duas componentes não são totalmente levados em consideração nas análises privadas dos ativos naturais, o que no caso específico da canga, poderia subestimar o valor da *DAP* pela preservação em 36,2% e o valor da *DAR* em 30,4% pela supressão da vegetação de canga da Flona de Carajás.

Estes resultados apresentam contribuições não reveladas nos trabalhos consultados, dada a interação entre a economia e a ecologia na especificação do modelo, bem como a estimação simultânea dos parâmetros das equações *DAP* e *DAR*. Além disso, o adequado desenho do questionário e a ampla informação dada ao entrevistado sobre a canga, reduziu-se a diferença entre os valores da *DAP* e da *DAR*, conforme a pressuposição teórica de alguns estudos (HOHN; RANDALL, 1987; PLOTT; ZEILLER, 2005; CARSON; LOUVIERE, 2011; AMI et al., 2014).

Na média, o valor da *DAR* foi de R\$ 4.415,56/ha e superior ao valor da *DAP* R\$ 4.073,84/ha em R\$ 341,71/ha (8,39%), o que demonstra a eficácia da pesquisa na busca de superar os diversos problemas teóricos e técnicos apontados na literatura. Assim, o fornecimento de valores reais de terras com diversos usos contribuiu para dirimir vieses do lado econômico, com relação ao efeito substituição entre recursos públicos e privados. Com efeito, a inclusão da variável *dummy* foi fundamental para captar o efeito riqueza e/ou distribuição de renda.

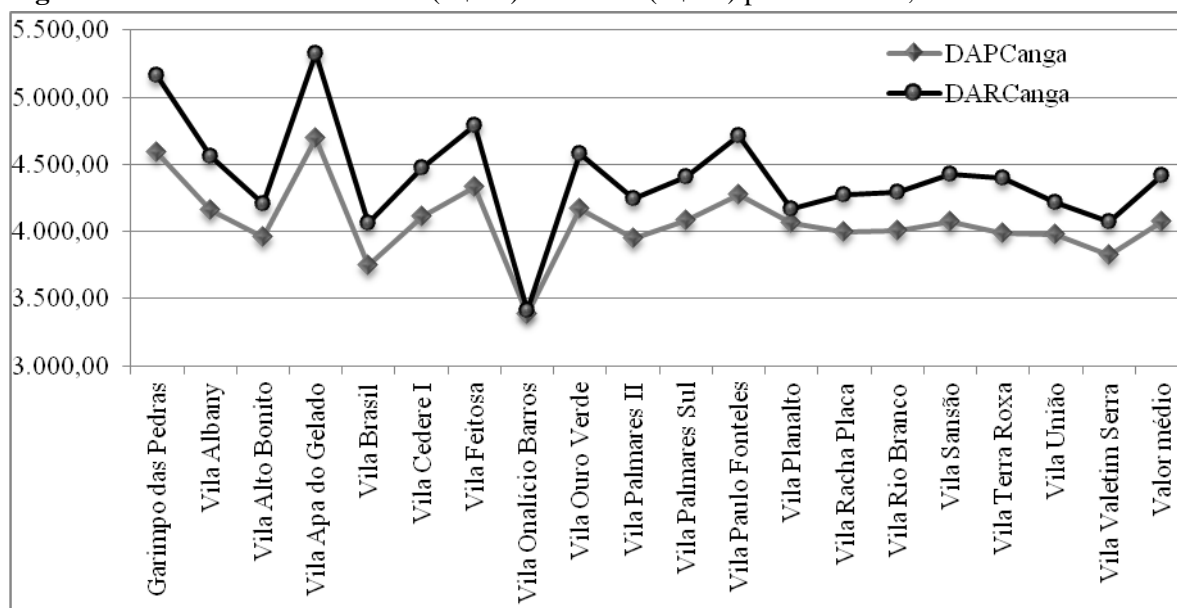
O fornecimento de informação ao entrevistado sobre a vegetação de canga, destacando suas características e potencialidades, juntamente com a inclusão de questões sobre meio ambiente, biodiversidade, espécies raras, endêmicas e a aptidão econômica e ecológica da vegetação de canga contribuíram para que a decisão quanto ao valor declarado da *DAP* ou da *DAR* ser aderente à realidade do mercado. Além disso, a captação desses efeitos por meio de indicadores e a estimação dos parâmetros das equações de *DAP* e *DAR* de forma simultânea, foram essenciais para solucionar problemas de multicolinearidade e gerar estimativas não enviesadas e eficientes dos parâmetros do modelo econométrico.

Na Figura 4, os resultados para a *DAP* e *DAR* praticamente coincidiram nas vilas Onalício Barros e Planalto. Por outro lado, a diferença foi mais elevada nas vilas da Área de

Proteção Ambiental (APA) do Gelado e do Garimpo das Pedras, em que há expectativas de que os direitos de propriedade da terra sejam viabilizados para as comunidades locais, em função de oportunidades econômicas de exploração da área para fins imobiliários (na primeira) e de exploração de jazidas de pedras preciosas e fontes de águas termais (na segunda).

Em geral, os resultados da *DAP* e *DAR* foram consistentes para todas as vilas pesquisadas. Portanto, os resultados corroboraram com os estudos que atribuem a diferença entre os valores da *DAP* e da *DAR* aos problemas operacionais e da capacidade e conhecimento dos pesquisadores na condução da pesquisa de campo, com vistas a reduzir os vieses relacionados a informação, estratégia dos entrevistados, ponto de partida da escala de valor atribuído ao ativo natural e hipóteses parciais na construção do mercado para o ativo a ser valorado e não a questões relativas à adequação da pesquisa aos postulados da teoria neoclássica.

Figura 4 - Valores médios da *DAP* (R\$/ha) e da *DAR* (R\$/ha) para cada vila, estado do Pará



Fonte: Dados da pesquisa.

5. CONCLUSÕES

A pesquisa de campo foi considerada adequada pelo amplo esclarecimento aos entrevistados sobre a importância da Flona de Carajás pelos produtos e serviços ambientais produzidos e suas contribuições para a qualidade de vida das pessoas e para compor o valor econômico total da Amazônia. Além disso, 76,92% dos entrevistados afirmaram que

conheciam os ecossistemas de floresta densa e de savana metalófito e mais de 80% têm conhecimento sobre a importância econômica e ambiental da Flona de Carajás e os efeitos das mudanças climáticas e no ecossistema produzidos pela ação antrópica na região.

A percepção e o nível de conhecimento dos entrevistados sobre as mudanças nas variáveis climáticas em função da ação antrópica e a importância da preservação da Flona de Carajás para atenuar tais problemas variou entre 70% e 86%, considerada elevada.

A revelação dos entrevistados sobre o valor do potencial econômico e ambiental dos produtos e serviços produzidos pelos ecossistemas de floresta e savana da Flona de Carajás situou-se acima de 80% para a maioria das variáveis.

Os indicadores das componentes ambientais e ecológicas para efeito de incorporação nos métodos de valoração dos recursos naturais e definir um valor econômico para garantir a preservação ou compensar a supressão da Flona de Carajás foram considerados como de alta importância por mais de 52% dos entrevistados. Portanto, a população local percebe os efeitos das mudanças ambientais produzidas pela ação antrópica sobre os recursos naturais e as consequências sobre desempenho da economia e a qualidade de vida das pessoas.

A inclusão das dimensões ambiental, ecológica, econômica, sociodemográfica e tácita para definir as equações de *DAP* e de *DAR*, juntamente com a estimação simultânea dos parâmetros por mínimos quadrados generalizados, além de superar os vieses econométricos e metodológicos, tornou o MIAC estatisticamente adequado para estimar o valor econômico total da vegetação de canga da Flona de Carajás.

A contribuição das variáveis incluídas nas dimensões ambiental e ecológica para os valores da *DAP* e da *DAR* foi de, respectivamente, 20,5% e 16,8%. Esta participação supera o efeito da componente sociodemográfica. Assim, a não inclusão dos efeitos ambientais e ecológicos na avaliação dos ativos ambientais torna o valor econômico total significativamente subestimado e não consistente com a realidade.

O valor médio da *DAP* pela preservação do ativo ambiental da canga foi estimado em R\$ 4.073,84/ha, que representa um valor econômico total de R\$ 83.910.805,60 considerando a área total da canga de 20.597,45 ha. Com efeito, o valor monetário médio da *DAR* uma indenização pela supressão da vegetação de canga foi de R\$ 4.415,56/ha, gerando o valor total da indenização de R\$ 90.949.210,74.

Por fim, conclui-se que a especificação inovadora do modelo e a condução eficiente da pesquisa de campo tornaram a diferença entre os valores da *DAP* e da *DAR* de apenas 8,39%.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos inicialmente à empresa Vale do Rio Doce pelo financiamento do trabalho e à Fundação de Apoio à Pesquisa, Extensão e Ensino em Ciências Agrárias pela gestão dos recursos do projeto de pesquisa.

Agradecemos à equipe de colegas pesquisadores que participaram comigo da pesquisa de campo: Fabrício Khoury Rebello, João Guimarães Pinheiro (*In Memoriam*), Leônidas Pompeu Leão Velloso, Márcia Nágem Krag, Marcos Antônio Souza dos Santos e Sérgio Castro Gomes.

Agradecemos de forma especial às professoras e professores das escolas das vilas por nos acolherem em reunião com os professores e técnicos para discussão sobre as variáveis das dimensões econômica, sociodemográfica, ambiental e ecológica, indicação e orientação para ampliação da pesquisa em vilas não contempladas no plano de pesquisa, estradas para acesso aos produtores rurais e preenchimento dos questionários e até no compartilhamento do almoço e merenda com a equipe. Também agradecemos aos Sem Terra por nos permitir passar nos bloqueios de estradas e, ainda, colaborar no preenchimento de questionários e com entrevistas sobre algumas dinâmicas sociodemográficas e ambientais do local.

REFERÊNCIAS

ABDULLAH, S.; JEANTY, S. P. Willingness to pay for renewable energy: evidence from a contingent valuation survey in Kenya. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.15, p.2974–2983, 2011.

ADAMS, C.; MOTTA, R. S.; ORTIZ, R. A.; REID, J.; AZNAR, C. E.; SINISGALLI, P. A. A. The use of contingent valuation for evaluating protected areas in the developing world: economic valuation of Morro do Diabo State Park, Atlantic Rainforest, São Paulo State (Brazil). *Ecological Economics*, v.66, n.2, p.359-370, 2008.

AMI, D.; APRAHAMIAN, F.; CHANEL, O. Willingness to pay of committed citizens: a field experiment. *Ecological Economics*, v.105, n.1, p.31-39, 2014.

AMIRNEJAD, H.; KHALILIAN, S.; ASSAREH, M. H.; AHMADIAN, M. Estimating the existence value of north forests of Iran by using a contingent valuation method. *Ecological Economics*, v.58, n.3, p.665-675, 2006.

ARROW, K. J.; FISHER, A. C. Environmental preservation, uncertainty, and irreversibility. *Quarterly Journal of Economics*, 88, n.2, p.312-319, 1974.

ARROW, K.; SOLOW, R.; PORTNEY, P.; LEANER, E.; RADNER, R.; SCHUMAN, H. Report of the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Panel on contingent valuation. *Federal Register*, v.58, n.10, p.4602-4614, 1993.

BARAL, N.; STERN, M. J.; BHATTARAI, R. Contingent valuation of ecotourism in Annapurna conservation area, Nepal: implications for sustainable park finance and local development. *Ecological Economics*, v.66, n.2, p.218-227, 2008.

BENTES, E. S.; SANTANA, A. C.; HOMMA, A. K. O.; GOMES, S. C.; Valoração econômica da jusante da barragem de Tucuruí. *Revista de Política Agrícola*, v.23, n.2, p.102-110, 2014.

BIEL, A.; STENMAN, O. J.; NILSSON, A. The willingness to pay–willingness to accept gap revisited: The role of emotions and moral satisfaction. *Journal of Economic Psychology*, v.32, p.908–917, 2011.

BISHOP, R. C.; ROMANO, D. (ed.) *Environmental resource valuation: applications of the contingent valuation method in Italy*. Boston: Kluwer Academic Publisher, 1998. 206p.

BISHOP, R. Option value: an exposition and extension. *Land Economics*, v.58: n.1, p.1-15, 1982.

CAMPOS, J. C.; CASTILHO, A. F. Uma visão geográfica da região da Flona de Carajás. In: MARTINS, F. D. et al. (org.) *Fauna da Floresta Nacional de Carajás: estudos sobre vertebrados terrestres*. São Paulo: Nitro Images, 2012. p.16-63.

CARSON, R. T. Contingent valuation: a practical alternative when prices aren't available. *Journal of Economic Perspectives*, v.26, n.4, p.27-42, 2012.

CARSON, R. T.; CZAJKOWSKI, M. The discrete choice experiment approach to environmental contingent valuation. 2014. Pesquisado em: <http://econweb.ucsd.edu/~rcarson/>. Em 03 de maio de 2014.

CARSON, R. T.; HANEMANN, W. M.; KOPP, R. J.; KROSNICK, J. A.; MITCHELL, R. C.; PRESSER, S.; RUUD, P. A.; SMITH, V. K. Referendum design and contingent valuation: the NOAA panel's no-vote recommendation. *Review of Economics and Statistics*, v.80, n.2, p.484–487, 1998.

CARSON, R. T.; MITCHELL, R. C. The value of clean water: the public's willingness to pay for boatable, fishable, and swimmable quality water. *Water Resources Research*, v. 29, p.2445-2454, 1993.

CARSON, R.T.; LOUVIERE, J. A common nomenclature for stated preference elicitation approaches. *Environmental and Resource Economics*, v.49, n.4, p.539-559, 2011.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.V.; PARUEDO, J.; RASKIN, R.G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, v.15, n.2, p.253–260, 1997.

COSTANZA, R.; DALY, H. E. Natural Capital and Sustainable Development. *Conservation Biology*, vol. 6, n.1, p.37-46, 1992.

EVIEWS7. *User Guide II*. Irvine: QMS, 2012.

FARBER, S. C.; COSTANZA, R.; WILSON, M. A. Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economics*, v.41, n.2, p.375-392, 2002.

FISHER, A. C.; HANEMANN, M. W. Quasi-option value: some misconceptions dispelled. *Journal of Environmental Improvement*, v.14, n.2, p.183-190, 1987.

FISHER, A. C.; KRUTILLA, J. V.; CICCETH, C. J. The economics of environmental preservation: a theoretical and empirical analysis. *The American Economic Review*, v.42, n.4, p.605-619, 1972.

GREENE, W.H. *Econometric analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 1075p.

GROOT, R.; BRANDER, L.; PLOEG, S.; COSTANZA, R.; BERNARD, F.; BRAAT, L. et al. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, v.1, n.1, p.50-61, 2012.

HANEMANN, W. M. Valuing the environment through contingent valuation. *Journal of Economic Perspectives*, v.8, n. 1, p.19-43, 1994.

HANEMANN, W. M. Willingness to pay and willingness to accept: how much can they differ? *The American Economic Review*, v.81, n.3, p.635-647, 1991.

HAUSMAN, J. A. Contingent valuation: from dubious to hopeless. *Journal of Economic Perspectives*, v.26, n.4, p.43-56, 2012.

HOEHN, J. P.; RANDALL, A. A satisfactory benefit cost indicator from contingent valuation. *Journal of Environmental Economics and Management*, v.14, n.2, p.222-247, 1987.

HOEHN, J. P.; RANDALL, A. Too many proposals pass the benefit–cost test. *The American Economic Review*, v.79, n.3, p.544–551, 1989.

HOROWITZ, J. K.; MCCONNELL, K. E. A review of WTA / WTP studies. *Journal of Environmental Economics and Management*, v.44, n.2, p.426-447, 2002.

IFNP. *Anuário da Agricultura Brasileira*. FNP: São Paulo, 2014.

ISONI, A. The willingness-to-accept/willingness-to-pay disparity in repeated markets: loss aversion or “bad-deal” aversion? *Theory and Decision*, v.71, n.3, p.409-430, 2011.

IVES, C. D.; KENDAL, D. The role of social values in the management of ecological systems. *Journal of Environmental Management*, v.144, n.1, p.67-72, 2014.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. *Applied multivariate statistical analysis*. New Jersey: Prentice-Hall, 2007.

KHAN, N. I.; BROUWER, R.; YANG, H. Household’s willingness to pay for arsenic safe drinking water in Bangladesh. *Journal of Environmental Management*, v.143, n.1, p.151-161, 2014.

- KMENTA, J. *Elementos de econometria*. São Paulo: Atlas, 1978. 670p.
- KRUTILLA, J. V. Conservation reconsidered. *The American Economic Review*, v.57, n.4, p.777-786, 1967.
- LERÁ-LÓPEZ, F.; FAULIN, J.; SÁNCHEZ, M. Determinants of the willingness-to-pay for reducing the environmental impacts of road transportation. *Transportation Research Part D*, v.17, n.2, p.215-220, 2012.
- LIU, S.; COSTANZA, R.; FARBER, S.; TROY, A. Valuing ecosystem services: theory, practice, and the need for a transdisciplinary synthesis. *Ecological Economics Reviews*, v.1185, n.1, p.54-78, 2010.
- LOOMIS, J.; KENT, P.; STRANGE, L.; FAUSCH, K.; COVICH, A. Measuring the total economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin: results from a contingent valuation survey. *Ecological Economics*, v.33, n.1, p.103-117, 2000.
- LOOMIS, J.; WHITE, D. Economic benefits of rare and endangered species. *Ecological Economics*, v.18, n.1, p.197-206, 1996.
- ORTIZ, R. A.; MOTTA, R. S.; FERRAZ, C. *Estimando o valor ambiental do Parque Nacional do Iguaçu: uma aplicação do método de custo de viagem*. Rio de Janeiro: IPEA, 2001. 26p. (Texto para Discussão, 777).
- PEARCE, D. W. Environmental sustainability and cost benefit analysis. *Environment and planning*, v.22, n.1, p.97-112, 1990.
- PLOTT, C. R.; ZEILER, K. The willingness to pay—willingness to accept gap, the “Endowment Effect,” subject misconceptions, and experimental procedures for eliciting valuations: reply. *The American Economic Review*, v.101, n.5, p.1012-1028, 2011.
- PLOTT, C. R.; ZEILER, K. The willingness to pay/willingness to accept gap, the endowment effect, subject misconceptions and experimental procedures for eliciting valuations. *The American Economic Review*, v.95, n.2, p.530-545, 2005.
- RANDALL, A.; STOLL, J. R. Consumer’s surplus in commodity space. *The American Economic Review*, v.70, n.3, p.449-455, 1980.
- RHEE, H-C. Willingness to pay for avoiding infection of climate change diseases, in particular tsutsugamushi disease. *Osong Public Health Res Pespect*, v.4, n.1, p.146-20, 2013.
- RICHARDES, L.; LOOMIS, J. The total economic value of threatened endangered and rare species: an updated meta-analysis. *Ecological Economics*, v.68, p.1535-1548, 2009.
- SANTANA, A. C. Índice de desempenho competitivo das empresas de polpa de frutas do Estado do Pará. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v.45, n.4, p.749-775, 2007.
- SANTANA, A. C. Recent changes in the relations of Brazilian meat demand system. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 37, n.2, p. 161-184, 1999.
- SANTANA, A. C. *Valoração ambiental da área de savana metalófito, ou canga, da Flona de Carajás para fins de indenização*. Belém: UFRA; FUNPEA; VALE, 2014. 89p.

SANTANA, A. C. *Valoração de produtos florestais não madeireiros da Amazônia: o caso da castanha-do-brasil*. Tese (Professor Titular) – Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2015. 103p.

SANTANA, A. C.; AMIN, M. M; COSTA, N. L.; SANTANA, Á. L.; SANTOS, M. A. S. An economic valuation of managed roundwood in the region of marajó, in the state of Pará. *International Journal of Development Research*, v.6, n.63, p.7222-7227, 2016.

SANTANA, A. C.; SANTANA, Á. L.; SANTANA, Ád. L.; SANTOS, M. A. S.; OLIVEIRA, C. M. Análise discriminante múltipla do mercado varejista de açaí em Belém do Pará. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.36, p.532-541, 2014.

SANTANA, A. C.; SANTANA, Á. L.; SANTANA, Ádina L.; GOMES, S. C.; SALOMÃO, R. P. Valoração dos danos ambientais causados por hidrelétricas para a produção de energia na bacia do Tapajós. *Reflexões Econômicas*, v.1, n.1, p.31-48, 2015.

SANTANA, A. C.; SANTANA, Ádamo L.; SANTANA, Ádina L; COSTA, N. L.; NOGUEIRA, A. K. M. Planejamento Estratégico de uma Universidade Federal da Amazônia. *Revista de Estudos Sociais*, v.32, n.2, p.183-204, 2014.

SANTANA, A. C.; SANTANA, Ádamo L.; SANTOS, M. A. S. Influência do desmatamento no mercado de madeira em tora da região Mamuru-Arapituns, Sudoeste do Pará. *Revista de Ciências Agrárias*, v.54, n.1, p.44-53, 2011.

SANTANA, A. C.; SANTOS, M. A. S.; SANTANA, A. L. A dinâmica do mercado de terras nos estados do Maranhão, Pará e Tocantins. In: SANTANA, A. C. *Mercado, cadeia produtiva e desenvolvimento rural na Amazônia*. Belém: UFRA, 2014a. p.21-39.

SEIDL, A. F; MORAES, A. S. Global valuation of ecosystem services: application to the Pantanal da Nhecolândia, Brazil. *Ecological Economics*, v.33, n.1, p.1-6, 2000.

SOUTHERLAND; R. J.; WASH, R. G. Effect of distance on the preservation of water quality. *Land Economics*, v.61, n.2, p.281-291, 1985.

SUBADE, R. F.; FRANCISCO, H. A. Do non-users value coral reefs?: economic valuation of conserving Tubbataha Reefs, Philippines. *Ecological Economics*, v.102, n.1, p.24-32, 2014.

SUTTON, P. C.; COSTANZA, R. Global estimates of market and non-market values derived from nighttime satellite imagery, land cover, and ecosystem service valuation. *Ecological Economics*, v.41, n.3, p.509-527, 2002.

TISDELL, C. Biodiversity conservation, loss of natural capital and interest rates. **Ecological Economics**, v.70, n.33, p.2511–2515, 2011.

TORRAS, M. The total economic value of Amazonian deforestation, 1978-1993. *Ecological Economics*, v.33, n.1, p.283-297, 2000.

TURNER, R. K.; PAAVOLA, J.; COOPER, P.; FARBER, S.; JESSAMY, V.; GEORGIU, S. Valuing nature: lessons learned and future research directions. *Ecological Economics*, v.46, n.2, p.493-510, 2003.

VERONESI, M.; CHAWLA, F.; MAURER, M.; LIENERT, J. Climate change and the

willingness to pay to reduce ecological and health risks from wastewater flooding in urban centers and the environment. *Ecological Economics*, v.98, n.1, p.1–10, 2014.