

A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL É UM BEM DE LUXO?: UM ESTUDO SOBRE O VALOR DE ECOSISTEMAS DE VÁRZEA NA AMAZÔNIA*

Alexandre Rivas**

James F. Casey***

James R. Kahn****

Esta pesquisa considera a questão sobre se comunidades amazônicas tradicionais possuem consciência de longo prazo em relação à preservação do ecossistema da região, independentemente dos impactos diretos causados por mudanças ambientais, tais como impactos na saúde ou atividades produtivas. Um estudo de campo foi realizado nessas comunidades que vivem ao longo das margens do rio Amazonas/Solimões, área de transporte de gás e petróleo. Utilizou-se para o estudo a técnica de análise conjunta e encontrou-se forte disposição a pagar para evitar danos ao ecossistema, mesmo que esses indivíduos fossem completamente compensados por alterações, tais como perda de acesso aos recursos produtivos. Os resultados mostraram que qualidade ambiental não é necessariamente um bem de luxo e rejeita a hipótese de que as pessoas com baixa renda possuem baixa demanda por qualidade ambiental.

1 INTRODUÇÃO

A questão sobre como mudanças na qualidade ambiental afetam os pobres tem estado no centro do debate sobre políticas ambientais. A economia tradicional entende que qualidade ambiental é um bem de luxo muito caro para que as pessoas pobres possam pagar, especialmente as sociedades consideradas de subsistência. Essa perspectiva é refletida em várias situações, incluindo o famoso memorando do Banco Mundial, de autoria do professor Summers, que na literatura ambiental trata da curva de Kuznet, ver, por exemplo, Grossman e Krueger (1995) e Stern (2004).

Mais recentemente a discussão tem-se concentrado em duas vias por meio das quais qualidade ambiental pode ser considerada importante também para os pobres, particularmente para aqueles que vivem nos países em desenvolvimento. A primeira é a de que a literatura sobre o desenvolvimento sustentável sugere que

* Os autores são gratos à Petrobras, à Universidade Federal do Amazonas, ao Fund for the Improvement of Post Secondary Education (Departamento de Estado Norte-americano para Educação), à Capes/MEC, à Finep/MCT e à Washington and Lee University pelo apoio financeiro. São gratos também aos pesquisadores do Programa Piatam por suas contribuições, as quais foram decisivas no desenvolvimento desta pesquisa. E, agradecem em particular, a Renata Mourão e Dan Walker pelo auxílio à pesquisa.

** Professor da Universidade Federal do Amazonas (Departamento de Economia e Análise), e da Washington and Lee University.

*** Professor da Washington and Lee University.

**** Professor da Universidade Federal do Amazonas e da Washington and Lee University.

o capital ambiental é crítico para a manutenção da capacidade produtiva e, uma vez que os métodos de produção das sociedades de subsistência estão altamente associados ao capital ambiental, eles são mais vulneráveis à degradação desse capital – como exemplo tem-se Pearce e Warford (1993); e Franceschi e Kahn (2003).

Em segundo lugar, a literatura sobre justiça ambiental sugere que esses segmentos da sociedade podem estar mais expostos aos perigos da poluição e degradação ambiental – como se pode ver em Makhijani (1992); e Attfeld e Wilkins (1992). Por exemplo, os pobres de cidades como Beijing e Cidade do México sofrem de maneira proporcionalmente maior devido à poluição do ar. Os nômades no deserto subsaariano são dramaticamente atingidos pela expansão da desertificação. Da mesma maneira, os pobres que residem em áreas baixas, como a do delta do rio Ganges, são mais vulneráveis ao impacto global das mudanças climáticas, tais como aumento do nível do mar e aumento da frequência e intensidade de tempestades tropicais. Será que o que os economistas ambientais tendem a chamar de valor de uso direto das mudanças ambientais está começando a ser reconhecido como importante? Esse reconhecimento se dá particularmente por meio de impactos sobre a saúde humana e diminuição da produtividade das atividades econômicas.

Outro tipo de valor associado às mudanças ambientais é o valor de não-uso, de uso indireto ou valor passivo. Tal valor é representado pelo impacto direto da mudança ambiental sobre a curva de utilidade do indivíduo, independentemente dos impactos diretos sobre atividades específicas, tais como saúde, segurança ou produtividade econômica. Em outras palavras, qualidade ambiental parece ser uma variável de primeira ordem na função de utilidade dos indivíduos. Seriam esses valores de não-uso, tais como o valor de existência, significantes em economias de subsistência? Em outras palavras, será que os indivíduos de sociedades tipicamente de subsistência valoram a preservação da qualidade ambiental e ecossistemas intactos independentemente do impacto desses sistemas sobre sua capacidade de executar atividades cotidianas?

Esta pesquisa tenta contribuir para o entendimento desse problema por meio do exame da disposição de comunidades tipicamente de subsistência, mais particularmente ribeirinhos do rio Amazonas/Solimões, em aceitar conviver com os riscos potenciais associados à degradação ambiental decorrente do transporte de petróleo no rio Solimões. Até onde se sabe, este é o primeiro estudo a usar métodos de preferência declarada para examinar valores de não-uso associados à preservação ambiental entre comunidades de subsistência.¹ As comunidades

1. Biller *et al.* (2005) analisaram 250 estudos em países em desenvolvimento cujos métodos utilizando preferência declarada foram empregados para medir valores ambientais. As análises mostram que os estudos tendem a se concentrar em gestão ambiental e assuntos relacionados à poluição. De maneira similar, levantamento feito pela FAO sobre estudos de valoração de contingência tendem a se concentrar em qualidade da água, tratamento sanitário, suprimento de água e saúde. Alguns poucos estudos citados pela FAO focam o uso recreacional do ambiente, mas nenhum aborda valores de não-uso.

estudadas são constituídas por moradores tradicionais dos rios amazônicos, ribeirinhos, também conhecidos como caboclos. Essas populações sobrevivem basicamente de atividades agrícolas de subsistência e pesca, as quais geram muito pouca renda monetária.

O risco potencial analisado no estudo é o de derramamento de petróleo associado ao transporte do produto por mais de 400 km ao longo do rio Solimões/ Amazonas entre as cidades de Manaus e Coari, no Estado do Amazonas. Notou-se que mesmo que haja garantia de compensação pelas perdas diretas na produção e outros custos associados aos danos de um eventual derramamento de petróleo, ainda existem benefícios significativos considerados por essas populações decorrentes da prevenção da realização desses riscos para os recursos ecológicos em geral. Em outras palavras, essas comunidades ribeirinhas demonstraram possuir valores significantes de existência, de estética, entre outros de não-uso decorrentes da preservação do ecossistema amazônico.

2 O RIO AMAZONAS E DERRAMAMENTOS DE ÓLEO

A bacia Pan-amazônica contém cerca de 20% da água doce do planeta, drena uma área maior do que os Estados Unidos e ainda contém cerca de 96% de sua cobertura original de floresta. No Estado do Amazonas, estimativas apontam que cerca de 95% da floresta permanece intacta. Existem duas razões básicas para esse fato. A primeira é que a capital do estado, Manaus, é um pólo industrial que gera aproximadamente 90 mil empregos diretos,² o que contribui sobremaneira para aliviar a pressão sobre os recursos florestais. A segunda razão para essa preservação é que os moradores, os *caboclos*, habitam a região já há muitas gerações. Eles usam técnicas agrícolas indígenas que não resultam em destruição da floresta. Seus sistemas de valores e cultura têm importante conexão com valores e cultura indígena, a qual habita a região há séculos, porém em menor número. Em contraste, estados como Rondônia, Mato Grosso, Pará e Acre recebem altos contingentes migratórios que introduzem técnicas agrícolas inapropriadas e estimulam a destruição permanente da cobertura vegetal. Esses estados têm somente cerca de 60 a 75% de sua cobertura vegetal original (veja Casey *et al.*, 2002).

Em 1986, teve início, no Estado do Amazonas, a exploração de gás e petróleo na província de Urucu, município de Coari. Tal província está localizada a cerca de 650 km a sudoeste de Manaus, ao longo do rio de mesmo nome, tributário do rio Solimões. O óleo extraído é transportado para o Porto Solimões através de um poliduto e depois embarcado em navios-tanques para Manaus e outros destinos no Norte e Nordeste do Brasil. A pergunta sobre políticas que o presente estudo analisou tinha o objetivo de medir a extensão do risco associado ao trans-

2. Mais detalhes em Suframa (2005).

porte de petróleo e gás, bem como buscar a quantificação dos potenciais impactos ambientais, econômicos e sociais desses riscos. A medida desses impactos revelou importante informação acerca da atitude dessas populações ribeirinhas sobre a importância da preservação dos ecossistemas relacionados.

A análise sobre um potencial vazamento é complicada devido ao regime hidrológico do rio Amazonas. Este chega a ter variação anual em sua cota de cerca de quinze metros, o que leva à inundação e exposição de grandes áreas da várzea amazônica. Assim, um derramamento pode ocorrer durante o período de cheia, vazante, seca e enchente. Para cada um desses períodos do ciclo, existem diferentes danos associados. Uma discussão sobre as complexidades para a implementação da coleta de dados será melhor considerada após a fundamentação teórica do estudo, a qual é apresentada na próxima seção.

3 MÉTODO E ESPECIFICAÇÃO DO MODELO

A construção teórica de experimentos de escolha (EE), via preferência declarada, provém da análise de escolha discreta da preferência dos consumidores, a qual tem por base o modelo randômico de maximização da utilidade (RMU) de McFadden (1974). Nesse estudo, utilizou-se estrutura de utilidade randômica para explicar as preferências individuais por estados alternativos do rio Amazonas. Experimentos de escolha utilizam desenho experimental em processo de repetição de escolhas a fim de estimar um valor. Pede-se aos respondentes de uma pesquisa que escolham entre estados alternativos do mundo. Cada estado está associado a diferentes características ambientais e a uma relação custo/renda. As respostas podem então ser usadas para medir o valor que as pessoas atribuem às características ambientais.³

Utilizando-se o experimento de escolha, foram considerados atributos associados ao estado do rio após um derramamento como alternativa j em conjunto de escolha c . A alternativa j representa um estado específico do mundo com uma mudança na qualidade ambiental devido a um *cenário de derramamento* com respectivo nível de utilidade indireta condicional V_j para o indivíduo i expresso por

$$V_{ij} = v_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (1),$$

em que v_{ij} é o componente determinístico e ε_{ij} é o componente randômico. Se o indivíduo escolher alternativa j quando alternativa h está disponível, implica que a utilidade de v_{ij} é maior do que a de v_{ih} . Agora, a probabilidade de um indivíduo i escolher a alternativa j , $p(\cdot)$, pode ser expressa por

$$p(ij/c) = p[V_{ij} > V_{ih}] = p[(v_{ij} + \varepsilon_{ij}) > (v_{ih} + \varepsilon_{ih})], j \neq h \quad (2)$$

3. Outros estudos que utilizaram experimentos de escolha em valoração ambiental são dos autores Holmes e Adamowicz (2003); Hanley, Wright e Abramowicz (1998); Li *et al.* (2004); Stewart *et al.* (2005); Stewart e Kahn (2005); Swallow, Opaluch e Weaver (1992); Stevens *et al.* (2000); Stevens, Barret e Willis (1997); Roe, Boyle e Teisl (1996); e Matthews *et al.* (1998).

Se for assumido que os erros da função de utilidade são independentes e identicamente distribuídos (IID) e seguem distribuição do tipo *extremo valor*, então será apropriado se estimar as funções de utilidade com um modelo *logit* multinomial (MLM) – McFadden (1974); e Shrestha *et al.* (2004). O MLM representa a probabilidade de escolher a alternativa j sobre todas as outras alternativas e sua função de probabilidade é dada por

$$p(ij) = \exp uv_{ij} / \sum_{ij \in c} \exp uv_{ih} \quad (3),$$

em que u é o parâmetro de escala (Louviere *et al.*, 2000), o qual é comumente normalizado para um. Assumindo que v_{ij} é linear e aditivo nos atributos, produz-se a seguinte função de utilidade:

$$V_{ij} = \upsilon (\beta + \beta_1 Z_1 + \beta_2 Z_2 + \dots + \beta_n Z_n + \beta_a S_1 + \beta_b S_2 + \dots + \beta_m S_k) \quad (4),$$

em que β é o termo constante e pode ser separado em constantes de alternativa específica (CAE) e β_n e β_m são vetores dos coeficientes associados aos atributos de cenários de derramamento Z e às características individuais dos respondentes, S , que se supõe influenciar a utilidade.

Um pressuposto particularmente forte implícito no modelo MLM é a condição de independência de alternativas irrelevantes (IAI). Essa restrição implica que a presença ou ausência de uma alternativa preserva a razão da probabilidade associada a outras alternativas no conjunto de escolha (Louviere *et al.*, 2000). A fim de testar a IAI é aplicado o teste de Hausman-McFadden para assegurar que o pressuposto não é violado. Tem-se, então,

$$q = [b_u - b_r]' [\Omega_r - \Omega_u] - 1[b_u - b_r] \quad (5),$$

em que u e r representam os modelos sem restrição e com restrição, respectivamente; b é o vetor estimado dos parâmetros e Ω é a matriz de variância/co-variância. Se a condição de IAI não ocorrer, não há necessariamente invalidação do modelo, porque existe uma alternativa menos restritiva, porém mais informativa, que são os modelos *logit* de parâmetros randômicos (LPR) para estimação. O modelo LPR é especificado como se segue:

$$P(j/v_i) = \frac{\exp(\alpha_{ij} + \theta_j z_i + \phi_j g_{ij} + \beta_{ij} x_{ij})}{\sum_{j=1}^J \exp(\alpha_{ij} + \theta_j z_i + \phi_j g_{ij} + \beta_{ij} x_{ij})} \quad (6),$$

em que α_{ij} é uma constante de alternativa específica fixa associada à alternativa j , ϕ_j é o vetor de parâmetros não-randômicos, β_{ij} é o vetor de parâmetro randômico distribuído por meio dos indivíduos, θ_j é o distúrbio randômico individual da heterogeneidade não observada, z_i é o vetor de características individuais específicas, g_{ij} é um vetor de atributos alternativos individuais associados com ϕ_j e x_{ij} é um vetor de atributos alternativos individuais associados com β_{ij} .

A disposição em aceitar, DEA, representa a variação compensatória relativa a uma diminuição na qualidade ambiental. A variação compensatória, VC, é a quantidade de dinheiro que deve ser dado ou retirado de uma pessoa para fazê-la ficar tão bem depois de uma mudança como ela era antes dela. Se a mudança deixa a pessoa pior, então VC é equivalente à DEA. Ou seja, isso pode ser estimado usando-se o modelo RPL:

$$CV = -\frac{1}{\beta_c} [\ln(\sum \exp(\beta x^0_{ij})) - \ln(\sum \exp(\beta x^1_{ij}))] \quad (7),$$

em que β_c é a utilidade marginal da renda. Os termos x representam o estado do ambiente antes e depois da mudança considerada. O valor marginal de uma mudança de um único atributo pode ser representado pela razão dos coeficientes em que a equação 7 reduz-se a

$$W = -1 \left(\frac{\beta_a}{\beta_c} \right) \quad (8)$$

Essa fórmula de parte/todo fornece a taxa marginal de substituição entre mudanças na renda e do atributo em questão.

4 DESENHO EXPERIMENTAL E LEVANTAMENTO DE DADOS

O primeiro passo no desenvolvimento da pesquisa foi o de entender a maneira como as comunidades interagem com o ambiente. Pesquisadores do Programa *Monitoramento das áreas de atuação da Petrobras: potenciais impactos e riscos ambientais da indústria do petróleo e gás no Amazonas – Piatam* interagem com comunidades ribeirinhas ao longo do rio Solimões desde 2001. Nesse processo de interação, buscou-se conhecer o cotidiano de suas atividades, procurou-se saber, por exemplo, o nível de dependência dos recursos naturais e como eles percebiam a relação entre suas atividades e o risco de derramamentos de petróleo. Como resultado dessa interação, ficou claramente definido que a nossa hipótese original de que os ribeirinhos possuíam valores de não-uso associados à preservação ambiental era verdadeira. Também ficou claro que a mesma dicotomia existente entre valores de uso e não-uso existente nos países desenvolvidos também existia para essas comunidades amazônicas. Valores de uso incluem impactos sobre a água potável, disponibilidade de utilizar a água para higiene pessoal e limpeza, impactos sobre a lavoura localizada na várzea e sobre a atividade de pesca, a qual é a principal fonte de proteína dessas comunidades.

A caracterização das atividades econômicas e riscos potenciais derivados de derramamentos foi um processo complicado, porque cada comunidade se revelou única em suas características. A primeira diferença importante entre elas foi a caracterização do risco. Uma das principais diferenças entre essas comunidades foi o tipo de corpos de água do qual essas comunidades dependiam. Por exemplo, se

uma comunidade estivesse localizada próximo à margem do rio ou braço de rio principal, existia maior probabilidade de essa comunidade ser contaminada por um derramamento, mas, por outro lado, esse impacto poderia ter duração menor, porque a corrente poderia rapidamente levar o óleo corrente abaixo. Entretanto, muitas comunidades dependem dos lagos, que são corpos d'água formados após a vazante dos rios. Se o petróleo penetrar nesses lagos, ele pode ficar lá por um longo período. Isso pode ter grande impacto nas comunidades que têm sua sobrevivência e qualidade de vida dependente deles.

Similarmente, diferentes comunidades estão localizadas em áreas com diferentes topografias e diferentes padrões de produção agrícola. Se o derramamento ocorresse durante o período de seca, o potencial para dano seria baixo, porque seria pouco provável que o óleo saísse do canal principal do rio e penetrasse em áreas e corpos d'água mais vulneráveis dessas comunidades. Por outro lado, se esse derramamento ocorresse em período de cheia, o óleo poderia ser transportado para as áreas de plantações com substancial impacto negativo sobre elas. Além do mais, durante o período de enchente, há a conexão com os corpos de água como os lagos, os quais são as principais fontes de pescado para essas comunidades. O único fator mitigador durante o período de cheia é que o fluxo de água é tão grande e poderoso que pode fazer que o óleo se dilua mais rapidamente devido ao grande fluxo e volume de água. O pior de todos os cenários pode ocorrer durante o período de vazante. Isso porque pode haver o transporte de petróleo para os lagos e/ou áreas agricultadas e, na medida em que o rio desce, a mancha de óleo pode ir se acumulando nesses locais.

Uma vez que os pesquisadores do Piatam já haviam coletado informações detalhadas sobre as atividades econômicas e sociais de cada comunidade na área de estudo, seria possível quantificar a magnitude dos potenciais impactos diretos e os custos de remediação. Esse fato faz que sejam excluídas deste estudo questões relativas aos impactos diretos de um potencial derramamento e permita focalizar o esforço no desenho do experimento de escolha, o qual busca avaliar tão-somente valores de existência e outros valores de não-uso associados à preservação do ecossistema em consideração. Conseqüentemente, no questionário, utilizado especificamente para o experimento de escolha, a apresentação dos riscos associados a um eventual derramamento de petróleo explicitou que se o acidente ocorresse a Petrobras compensaria diretamente por perdas associadas ao impedimento de acesso à água, impactos sobre a agricultura e pesca, danos às estruturas das comunidades, bem como outros tipos de danos diretos.

Assim, os conjuntos de escolha foram construídos perguntando aos ribeirinhos sua disposição em aceitar *compensação para se expor ao risco de derramamentos*, dado que suas perdas diretas *poderiam ser compensadas de forma a levar os indivíduos atingidos para um nível de utilidade próximo ou igual à situação pré-*

derramamento. Então, nos conjuntos de escolha, perguntava-se aos ribeirinhos se eles aceitariam ou não diferentes cenários de riscos de derramamento com vários benefícios sendo possíveis pela aceitação dessa convivência. Uma vez que a compensação buscaria recompor o nível de utilidade pré-derramamento, a disposição em aceitar a compensação para se expor ao risco deve então refletir valores de existência, de estética e outros valores de não-uso. A tabela 1 mostra os cenários utilizados com seus respectivos níveis.

TABELA 1
Cenários, atributos e níveis no caso de derramamento acidental de petróleo

Atributo	Nível
Chance de um derramamento	A cada 3 anos
	A cada 5 anos
	A cada 10 anos
Tamanho do derramamento	Grande
	Pequeno
	Muito pequeno
Contaminação da água (impedimento de acesso à água para uso doméstico)	2 semanas
	4 semanas
Compensação (privada: litros de gasolina + litros de óleo diesel)	76+3
	45+4
	25+1
	10+2
Compensação (pública: educação)	Mais escolas
	Melhores professores
	Educação de adultos
Compensação (pública: saúde)	Barco, médico e remédio
	Barco e médico

Elaboração dos autores.

Uma decisão a ser tomada no desenho do experimento era a de como especificar o mecanismo de pagamento para compensar os ribeirinhos por sua disposição de aceitar o risco. Em discussões com as comunidades e observações de campo ficou aparente que o pagamento em dinheiro não seria mecanismo apropriado, porque os ribeirinhos funcionam fora de uma economia de mercado. Conseqüentemente, forçá-los a avaliar os *trade-offs* entre risco ambiental e pagamento em dinheiro não teria significado por esse processo não lhes ser familiar. Nessas interações com os ribeirinhos, ficou claro também que a renda monetária adicional não era prioridade nas aspirações das comunidades. Melhores oportunidades para acesso à educação (tanto para crianças quanto para adultos), melhores condições de tratamento de saúde e trabalho menos penoso foram citados como os principais fatores para promover melhorias em suas qualidades de vida.

Melhor educação e assistência médica são facilmente especificados nos conjuntos de escolha, mas a definição de variável associada à redução do trabalho árduo, característico do cotidiano do ribeirinho, é bem mais difícil. Uma forma

de reduzir a participação do trabalho é aumentar a participação do capital. Embora oportunidades para que isso ocorra pareçam ser bastante limitadas em uma economia de subsistência, elas seriam profundamente importantes. Em particular, observou-se que seria possível se substituir força muscular por força motriz pelo uso de pequenos barcos motorizados (ao invés de remos) e motosserras (ao invés de machados e facões). Vários ribeirinhos possuem esse tipo de capital, ou seja, motores de popa e motosserras, mas por causa de suas condições de vida isoladas eles freqüentemente têm dificuldade de acesso à gasolina e ao diesel suficientes para o uso desses bens de capital na quantidade e tempo desejável. Além do mais, diesel e, especialmente, gasolina poderiam ser usados para geração de energia elétrica nas comunidades por um período de tempo mais longo. Assim, o mecanismo de pagamento nos conjuntos de escolha foi especificado tanto em termos de bens públicos (educação e saúde⁴), quanto em termos de bens privados (entrega gratuita de combustível). Observou-se também que faria muito mais sentido incluir combustível no questionário na forma de litros do que na forma de dinheiro para comprá-lo, uma vez que os vendedores estão em geral muito distantes das comunidades. Nessas circunstâncias, combustível torna-se *commodity* desejável para escambo.

Os dois bens públicos são os serviços de saúde e educação. Tipicamente, nas comunidades ribeirinhas da área de estudo, as crianças têm acesso à escola primária em suas vilas e comunidades. Entretanto, elas necessitam deixar essas comunidades e ir para cidades maiores a fim de continuar seus estudos. Essa saída, porém, nem sempre é possível. Melhorias educacionais poderiam consistir em oferecer o nível secundário de estudo, incluindo-se aí a educação de adultos.

A maioria das comunidades não possui serviço de saúde apropriado. Esses serviços poderiam ser melhorados ou mesmo passar a ser oferecidos por barcos-clínicas que circulariam por essas comunidades.

Assim, nos conjuntos de escolha os respondentes se deparam com diferentes níveis de risco, educação e saúde pública e combustível. Isso não só possibilita a oportunidade de avaliar sua disposição em aceitar a convivência com riscos de derramamentos em termos desses bens (os quais podem ser valorados pelo preço do combustível), como também possibilita medir a importância de melhor serviço de saúde e educação, assunto de um outro estudo.

O questionário foi estruturado em quatro partes. A primeira contém uma introdução à pesquisa e descrição do Projeto Piatam. A segunda, questões sobre as características socioeconômicas do respondente. A terceira consiste no experimento de escolha em si, enquanto a última parte apresenta questões sobre a

4. Os atributos de melhoria na educação nos conjuntos de escolha incluem disponibilidade de cursos secundários, mais e melhores professores e programas de educação de adultos. Melhoria nos atributos de saúde inclui disponibilidade de barcos-enfermarias volantes para atendimento das comunidades, maior disponibilidade de médicos e mais e melhor acesso a remédios.

percepção do entrevistado a respeito do meio ambiente e da Petrobras. Várias pesquisas com grupos focais foram realizadas tanto no Brasil quanto nos Estados Unidos da América do Norte e um estudo piloto foi implementado no Brasil.

Os conjuntos de escolha foram construídos utilizando o *Breton-Clark Conjoint Designer* para gerar conjuntos fatoriais fracionais de efeitos principais. Esse processo gerou 33 perfis de risco individual e compensatórios, dos quais oito foram eliminados devido a inconsistências de suas características. Por exemplo, um grande derramamento não poderia estar associado a uma pequena duração de restrição ao acesso à água. Os 25 perfis remanescentes foram combinados em 625 conjuntos de escolha. A tabela 2 contém um exemplo de um conjunto de escolha. Desses, 300 foram aleatoriamente escolhidos e distribuídos também aleatoriamente nos questionários que possuíam, cada, seis diferentes combinações. A pesquisa foi aplicada diretamente em campo no mês de abril de 2003.

TABELA 2
Um conjunto de escolha

Conjunto 151	A	B	C (Situação atual)
Perigo de um derramamento de petróleo ocorrer	A cada 10 anos	A cada 10 anos	Insignificante
O derramamento é	Muito pequeno	Grande	Nenhum
Não poderá usar a água por	Até 2 semanas	Mais do que 4 semanas	Uso normal
Para conviver com o risco de um derramamento de petróleo você aceitaria receber por semana	45 litros de gasolina + 4 litros de diesel	45 litros de gasolina + 4 litros de diesel	Tem de pagar pelo combustível
Para conviver com o risco de um derramamento de petróleo você gostaria que	Houvesse cursos para a educação de adultos	Fosse construída uma ou mais escolas na sua comunidade (ou município)	Permanece a situação atual das escolas/ensino
Para conviver com o risco de um derramamento de petróleo você gostaria que	Houvesse na sua comunidade (ou município) um agente de saúde + um barco rápido	Houvesse na sua comunidade (ou município) um agente de saúde + um barco rápido + remédios	Permanece a situação atual de assistência à saúde

Elaboração dos autores.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Demografia e propriedade

Na pesquisa, foram entrevistados 1.011 indivíduos de 68 comunidades. As cidades de Manacapuru e Codajás tiveram o maior nível de resposta, com 99 e 98 questionários respondidos, respectivamente. Na média, os respondentes dos questionários residiam nas comunidades por mais de 31 anos.

Em termos de gênero, a amostra era composta por 49% de homens e 50% de mulheres; o 1% restante não identificou o sexo. A idade média dos respondentes foi de 41 anos e quase 66% indicaram ser o chefe da família. A maioria, quase 66% dos participantes, eram casados, 19% solteiros e cerca de 11% dividiam-se entre viúvos ou divorciados.

Dezoito por cento dos pesquisados declararam ter completado o segundo grau e doze por cento se declararam analfabetos. Entretanto, quase 62% dos respondentes indicaram que eles tinham, no máximo, o primeiro grau. A renda média dos entrevistados foi de R\$ 304 (cerca de US\$ 112), enquanto a renda média da família foi de R\$ 442. Aproximadamente 42% dos entrevistados indicaram ser a agricultura a principal fonte de renda com atividades comerciais e aposentadorias respondendo por 15% e 12%, respectivamente.

Trinta e um por cento de todos os entrevistados indicaram que viviam às margens do rio Amazonas, com 35% desses declarando ser proprietários das terras onde vivem. O tamanho médio da propriedade foi de 212 ha.

5.2 Resultados empíricos

Existem várias especificações empíricas que podem ser usadas para estimar a função de probabilidade da equação 3 e os valores correspondentes da equação 7. Inicialmente, especificou-se um modelo condicional *logit* e testou-se violações do pressuposto de IAI por meio do teste Hausman-McFadden do pacote computacional Stata. Os resultados foram significantes e indicaram diferenças sistemáticas nos parâmetros estimados entre os modelos restritos e não-restritos. Assim, utilizou-se o modelo *logit* randômico menos restritivo cujos resultados são apresentados na tabela 4 e as variáveis utilizadas definidas na tabela 3.

TABELA 3
Definição das variáveis utilizadas nas estimações

Variável	Definição das variáveis
VAZ003	Derramamento de petróleo a cada 3 anos
VAZ005	Derramamento de petróleo a cada 5 anos
VAZ010	Derramamento de petróleo a cada 10 anos
GRANDE	Derramamento grande
PEQUEN	Derramamento pequeno
MUIPEQ	Derramamento muito pequeno
02SEMA	Contaminação de água por 2 semanas
04SEMA	Contaminação de água por 4 semanas
MACOMP	Compensação maior
MECOMP	Compensação mediana
BACOMP	Compensação baixa
ESCOLA	Compensação pública – educação
EDUADU	Compensação pública – educação de adultos
SAUDE	Compensação pública – saúde
CONST	Termo constante

Elaboração dos autores.

O experimento de escolha produziu resultados muito interessantes. Os coeficientes das variáveis geraram os resultados esperados com magnitudes relativas de acordo com as expectativas. Por exemplo, os resultados na tabela 3 mostram que os ribeirinhos preferem que o derramamento de óleo ocorra a cada dez anos

ao invés de cinco anos ou a cada cinco anos ao invés de três anos. Similarmente, os resultados mostraram que eles preferem pequenos a grandes derramamentos. Os resultados mostram, porém, que não há diferença significativa entre não poder usar a água por duas ou quatro semanas. Talvez o mais importante da perspectiva da geração de valores para a determinação da variação compensatória sejam os coeficientes das variáveis compensatórias (0,34; 0,11; -0,29). Esses coeficientes podem ser utilizados no cálculo da disposição em aceitar compensação pelo risco ambiental.

TABELA 4
Estimativas do modelo *logit* randômico

Y	Coefficiente	Erro-padrão	z	P> z	[95% Interv. de confiança]	
VAZ010	0,156	0,0356	4,39	0,000	0,086	0,226
VAZ005	0,20	0,0471	0,43	0,666	-0,072	0,112
GRANDE	-0,316	0,0316	-10,01	0,000	-0,378	-0,254
MUIPEQ	0,227	0,0335	6,79	0,000	0,161	2934248
O2SEMA	0,013	0,0288	0,48	0,628	-0,042	0,070
MACOMP	0,338	0,0344	9,84	0,000	0,271	0,406
MECOMP	0,116	0,0360	3,24	0,001	0,046	0,187
BACOMP	-0,290	0,0359	-8,07	0,000	-0,360	-0,219
ESCOLA	-0,104	0,0381	-2,73	0,006	-0,178	-0,029
EDUADU	0,098	0,0322	3,05	0,002	0,035	0,161
SAUDE	0,083	0,0457	1,83	0,067	-0,005	0,173
ASCB	0,382	0,0421	9,08	0,000	0,299	0,465
CONST	-0,373	0,0452	-8,26	0,000	-0,462	-0,285
Nsigma ² u	-14	34,34			-81,32	53,32
Sigma_u	0,0009119	0,0156605			2,20 e -18	3,79 e +11
Rho	2,53 e -07	8,68 e -06			1,47 e -36	0,1

Elaboração dos autores.

Obs.: Número de observações = 12.096

Número de grupos = 1.008

Wald χ^2 (12) = 372,81

Log-likelihood = -8.178,9974

Prob > χ^2 = 0.0000

O primeiro passo nesse processo é converter o pagamento, o qual está na forma categórica, em forma contínua. Para isso, foram utilizados os preços da gasolina e do diesel (nas comunidades) multiplicados pelas respectivas quantidades de cada um deles para produzir o valor equivalente em dólar de 12, 28, 53 e 87 para os quatro níveis de compensação. O modelo é então reestimado utilizando-se as variáveis contínuas com uma estimativa de coeficiente de 0,009 (ver tabela 5). Esse coeficiente representa a utilidade marginal da renda.

O próximo passo nesse processo é o de estimar o nível de utilidade associado à situação de risco zero. Isso é um processo bastante complicado, uma vez que a opção *status quo* ou *opção de saída* é associada a um risco de derramamento, mas o nível desse risco não é especificado. A forma de estimar essa utilidade é medir o nível de utilidade que faria que com os respondentes ficassem indiferentes entre

o *status quo* e o nível de risco zero. Isso pode ser mensurado na medida em que o coeficiente do termo constante da função de probabilidade estimada é dividido pela utilidade marginal da renda, a qual é US\$ 85,33. Em outras palavras, as pessoas poderiam ser indiferentes entre dois estados alternativos do mundo: um que poderia fornecer compensação de US\$ 85,33 por mês e o nível atual de risco, e o outro que seria de zero compensação e risco.

TABELA 5

Estimativas do modelo *logit* randômico com valor monetário do combustível

Y	Coefficiente	Erro-padrão	z	P> z	[95% Interv. de confiança]	
VAZ010	0,157	0,0355	4,43	0,000	0,0879	0,227
VAZ005	0,10	0,0466	0,23	0,818	-0,080	0,102
GRANDE	-0,313	0,0314	-9,97	0,000	-0,375	-0,252
MUIPEQ	0,215	0,0322	6,67	0,000	0,151	0,278
O2SEMA	0,013	0,0287	0,48	0,635	-0,042	0,070
ESCOLA	-0,099	0,0378	-2,64	0,008	-0,174	-0,025
EDUADU	0,099	0,0322	3,08	0,002	0,035	0,162
SAUDE	0,106	0,0399	2,66	0,008	0,028	0,184
PREÇO	0,008	0,0007	12,13	0,000	0,007	0,009
ASCB	0,380	0,0418	9,09	0,000	0,298	0,462
CONST	-0,768	0,0528	-14,54	0,000	-0,871	-0,664
Nsigma ² _u	-14	34,357			-81,335	53,335
Sigma _u	0,000	0,0156			2,18 e -18	3,82 e +11
Rho	2,53 e -07	8,68 e -06			1,44 e -36	1

Elaboração dos autores.

Obs.: Número de observações = 12.096

Número de grupos = 1.008

Wald χ^2 (10) = 370,53

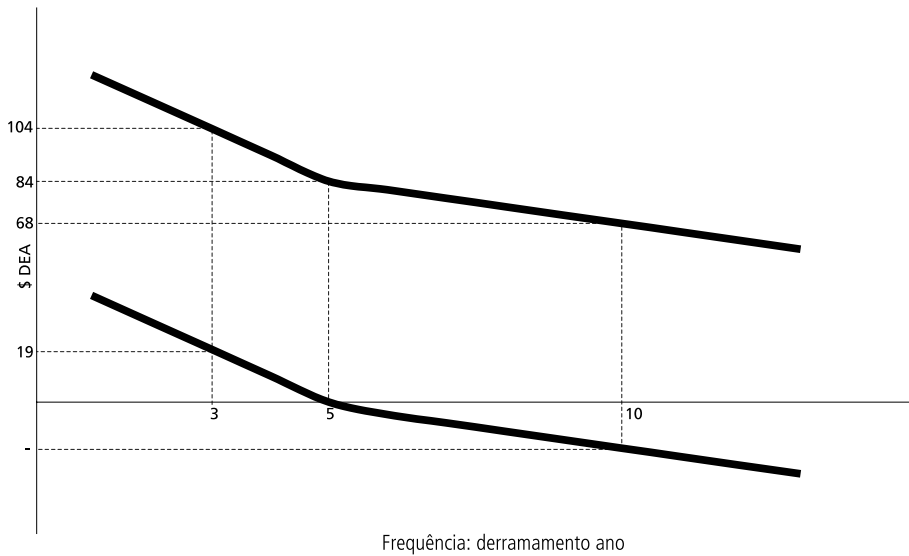
Log likelihood = -8.179,9654

Prob > χ^2 = 0.0000

Em seguida, seria necessário efetuar o cálculo da disposição em ser compensado para aceitar o risco pelo exame dos níveis individuais de riscos. O coeficiente de cada uma das variáveis de frequência de derramamento é dividido pela utilidade marginal da renda para produzir os seguintes valores em dólares norte-americanos: 17,55 para cada dez anos, 1,22 para cada cinco anos, e -18,78 para cada três anos. Esses valores são, então, subtraídos da situação de *status quo* US\$ 85,33 para produzir a disposição em aceitar a compensação para cada nível de risco. Fazendo o arredondamento, esses valores mostram que as pessoas nessas comunidades devem ser compensadas em US\$ 104 por mês para aceitar conviver com o risco de derramamento a cada três anos, US\$ 84 a cada cinco anos, e US\$ 68 a cada dez anos. Essa função da disposição em aceitar é representada pela curva superior na figura 1.

Em comparação, a função da disposição em aceitar relativa ao *status quo* é representada pela curva inferior da mesma figura. Como pode ser visto pelo intercepto horizontal, os ribeirinhos acreditam que o nível corrente de risco de um derramamento está em algum lugar entre três e cinco anos.

FIGURA 1

Disposição em aceitar compensação por derramamentos com diferentes frequências anuais

Elaboração dos autores.

Cálculos semelhantes podem ser feitos para os riscos associados ao tamanho do derramamento. As disposições em aceitar compensação associada a essa variável e tamanho do derramamento são de US\$ 120 para evitar um grande derramamento (em comparação com a situação de derramamento zero), US\$ 74 para um derramamento pequeno, e US\$ 61 para um muito pequeno. Essas estimativas de disposição em aceitar (e seus limites inferiores e superiores) são apresentadas na tabela 6.

TABELA 6

Média das estimativas de DEA, com limites inferiores e superiores

Variável	DEAi	DEA	DEAs
MUIPEQ	39,49	61,44	102,86
VAZ010	44,70	67,78	112,14
PEQUEN	70,51	74,33	92,71
02SEMA	60,71	83,78	130,71
VAZ005	57,45	84,11	136,14
04SEMA	75,00	86,89	118,43
VAZ003	101,43	104,11	125,43
GRANDE	93,57	120,22	178,14

Elaboração dos autores.

6 CONCLUSÕES

Em muitos fóruns internacionais, a preservação ambiental para os países em desenvolvimento é defendida somente quando benefícios diretos podem ser identificados. Esses benefícios podem incluir produtividade agrícola, saúde, proteção contra enchentes e assim por diante. Valores de existência e outros valores de não-uso não são considerados importantes. Em outras palavras, essas discussões sugerem que ecossistemas e outros recursos ambientais somente podem ser protegidos até o ponto em que eles produzem benefícios tangíveis para os indivíduos.

De maneira diametralmente oposta, este estudo, que analisa as comunidades ribeirinhas no rio Solimões e no Estado do Amazonas, sugere que mesmo as pessoas muito pobres se preocupam em proteger o ambiente com o objetivo de simplesmente proteger o ambiente. Mesmo essas pessoas acreditam que a existência de ecossistemas saudáveis gera benefícios independentemente de seu valor de uso direto em processos produtivos ou consumptivos.

A área do estudo abrange uma porção significativa da Amazônia brasileira. Uma extensão de aproximadamente 400 km ao longo da calha do rio Solimões/ Amazonas. Essa área é também uma das mais povoadas da região por estar em eixo de transporte importante para sua porção ocidental. A abrangência territorial associada ao tamanho da amostra corrobora para essa significância.

Outro aspecto de relevância neste estudo é que ele se propôs a considerar uma situação *ex ante*, ou seja, todas as informações consideradas, seja ela da amostra levantada para este trabalho, seja a proveniente de outras áreas do Projeto Piatam, o qual proveu o fundamento ecológico e socioeconômico, se referem a uma situação em que ainda não ocorreu um acidente envolvendo petróleo. Esse detalhe é importante porque, especialmente nos casos associados à indústria do petróleo, estudos dessa natureza são geralmente realizados somente após o acidente. Nesse contexto, o que se produziu foi uma linha de base que poderá servir de referência caso seja necessário.

O intervalo de valores estimados da disposição em aceitar conviver com o risco de um acidente envolvendo o vazamento de petróleo gera valores de referência até então inexistentes para a Amazônia. É óbvio que essas estimativas não representam o valor das várzeas amazônicas, mas certamente elas poderão ter valor relevante no caso de litígios ou mesmo para melhor análise benefício/custo das atividades de produção de petróleo e gás na Amazônia.

As implicações políticas dos nossos resultados são muito simples. Melhorar a qualidade de vida das pequenas comunidades nos países em desenvolvimento requer mais do que melhorar renda, saúde e educação. Melhor qualidade de vida requer também a preservação de ecossistemas e manutenção da qualidade ambiental independentemente dos efeitos diretos sobre a renda e saúde. Assim, tanto

as políticas públicas quanto as privadas, e neste último caso mais especificamente a da indústria do petróleo, devem levar esses aspectos em consideração.

Em termos de pesquisas futuras, há uma série de caminhos a serem seguidos. Para melhor estimativa de valor, deve-se considerar agora os valores de uso direto dos recursos naturais da região. Isso deve ser realizado observando-se também a especialização da informação e pela utilização de diferentes métodos de valoração ambiental.

REFERÊNCIAS

- ATTFIELD, R.; WILKINS, B. **International justice and the third world**: studies in the Philosophy of Development. London and New York: Routledge, 1992.
- BILLER, D.; ROGGE, K.; RUTA, G. The use of contingent valuation in developing countries: a quantitative analysis. *In*: ALBERINI, A.; KAHN, J. R. (Eds.). **Handbook of Contingent Valuation**. Cheltenham: Edward Elgar Publishers, 2005.
- CASEY, J. F. *et al.* Information and the subsistence farmer's decision to deforest. **International Journal of Sustainable Development**, n. 4, p. 392-414, 2002.
- CHUAN-ZHONG, L. *et al.* Using choice experiments to value the Natura 2000. Nature Conservation Programs in Finland. **Environmental and Resource Economics**, n. 29, p. 361-374, 2004.
- FRANCESCHI, D.; KAHN, J. R. Beyond strong sustainability. **International Journal of Sustainable Development and World Ecology**, New York, n. 10, p. 211-220, 2003.
- GROSSMAN, G. M.; KRUEGER, A. B. Economic growth and the environment. **Quarterly Journal of Economics**, New York, v. 110, n. 2, p. 353-377, 1995.
- HANLEY, N.; WRIGHT, R. E.; ABRAMAWICZ, V. Using choice experiments to value the environment. **Environmental and Resource Economics**, New York, v. 11, n. 3-4, p. 413-436, 1998.
- KAHN, J. R. **The economic approach to environmental and natural resources**. 3rd edition. Thompson Learning Southwestern Press, 2005.
- LI, C.-Z. *et al.* Using choice experiments to value the Natura 2000 Nature Conservation Programs in Finland. **Environmental and Resource Economics**, n. 29, p. 361-374. 2004.
- HOLMES, T. P.; ADAMOWICZ, W. L. Attribute-based methods. *In*: CHAMP, P.; BROWN, T.; BOYLE, K. (Eds.). **A primer on non-market valuation**. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003.
- LOUVIERE, J. J.; HENSHER, D. A.; SWAIT, J. D. **Stated choice methods: analysis and applications**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

MATTHEWS, K. *et al.* **The potential role of conjoint analysis in natural resource damage assessments.** Michigan: Triangle Economic Research Working Paper, 1998.

MAKHIJANI, A. **From global capitalism to economic justice: an inquiry into the elimination of systemic poverty, violence and environmental destruction in the world economy.** New York and London: Council on International and Public Affairs, Apex Press, 1992.

MCFADDEN, D. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. *In*: ZAREMBKA, P. (Ed.) **Frontiers in Econometrics.** New York: Academic Press, 1974.

PEARCE, D. W.; WARFORD, J. J. **World without end.** Washington: Oxford University Press for the World Bank, 1993.

ROE, B.; BOYLE, K. J.; TEISL, M. F. Using conjoint analysis to derive estimates of compensating variation. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 31, n. 2, p. 145-159, 1996.

SHRESTHA, R. K.; ALAVALAPATI, J. R. R. Valuing environmental benefits of silvopasture practice: a case study of the Lake Okeechobee watershed in Florida. **Ecological Economics**, v. 49, p. 349-359, 2004.

STERN, D. I. The rise and fall of the environmental Kuznets Curve. **World Development**, v. 32, n. 8, p. 1.419-1.439, 2004.

STEWART, S.; KAHN, J. R. An introduction to choice modeling for non-market valuation. *In*: ALBERINI, A.; KAHN, J. R. (Eds.). **Handbook of contingent valuation.** Cheltenham: Edward Elgar Publishers, 2005.

STEWART, S. *et al.* Valuing biodiversity in a rural valley: clinch and powell watershed. *In*: BRUINS, R. J. F.; HEBERLING, M. T. (Eds). **Economics and ecological risk assessment: applications to watershed management.** New York: CRC Press, p. 253-290, 2005.

SUFRAMA. Disponível em: <<http://www.suframa.gov.br>>. Acessado em: 2 maio 2005.

STEVENS, T. H.; BARRET, C.; WILLIS, C. Conjoint analysis of groundwater protection programs. **Agriculture and Resource Economics Review**, p. 229-236, oct. 1997.

STEVENS, T. H. *et al.* Comparison of contingent valuation and conjoint analysis for ecosystem management. **Ecological Economics**, v. 32, n. 1, p. 63-74, 2000.

SWALLOW, S. K.; OPALUCH, J. J.; WEAVER, T. F. Siting noxious facilities: an approach that integrates technical, economic, and political considerations. **Land Economics**, v. 68, n. 3, p. 283-301, aug. 1992.

