

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE DOUTORADO TEMÁTICO
EM RECURSOS NATURAIS - CURSO DE DOUTORADO**

Luciano Gomes de Azevedo

**AVALIAÇÃO ECONÔMICO-AMBIENTAL DO PROCESSO DE
EXTRAÇÃO DE AREIA DOS LEITOS DE RIOS: UMA APLICAÇÃO
DO MÉTODO DE VALORAÇÃO CONTINGENTE**

**Campina Grande – PB
2010**

Luciano Gomes de Azevedo

**AVALIAÇÃO ECONÔMICO-AMBIENTAL DO PROCESSO DE
EXTRAÇÃO DE AREIA DOS LEITOS DE RIOS: UMA APLICAÇÃO
DO MÉTODO DE VALORAÇÃO CONTINGENTE**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Recursos Naturais do Programa Institucional de Doutorado Temático, como requisito final para a obtenção do título de Doutor em Recursos Naturais, na Área de Concentração da Sociedade e Recursos Naturais e Linha de Pesquisa em Gestão de Recursos Naturais

Orientadores:

Profa. Dra. Márcia Maria Rios Ribeiro

Prof. Dr. Érico A. A. Miranda

Campina Grande – PB
2010

Ficha Catalográfica Elaborada pela Biblioteca Central da UFCG

A994v Azevedo, Luciano Gomes de
 Valoração da areia extraída dos leitos de rios e utilizada no processo
 produtivo da indústria da construção civil / Luciano Gomes de Azevedo.
 – Campina Grande, 2010.
 121 f. : il. color.

 Referências.
 Tese (Doutorado em Recursos Naturais)-Universidade Federal de
Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.
 Orientadores: Profa. Dra. Márcia Maria Rios Ribeiro.
 Prof. Dr. Érico A. A. Miranda.

 1. Areia 2. Leitos de Rios - Areia 3. Extração de Areia 4. Valoração
da Areia 5. Construção Civil - Areia I. Título

CDU 624.131.21(043)

LUCIANO GOMES DE AZEVEDO

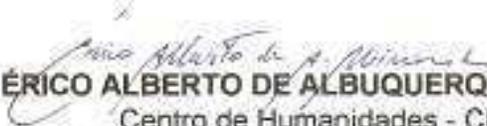
AVALIAÇÃO ECONÔMICO-AMBIENTAL DO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE
AREIA DOS LEITOS DE RIOS: UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO DE VALORAÇÃO
CONTINGENTE

APROVADA EM: 24/05/2010

BANCA EXAMINADORA


Dra. MÁRCIA MARIA RIOS RIBEIRO

Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG


Dr. ÉRICO ALBERTO DE ALBUQUERQUE MIRANDA

Centro de Humanidades - CH
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG


Dra. LUCIANA DE FIGUEIREDO LOPES LUCENA

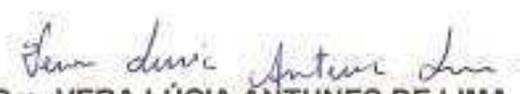
Escola de Ciências e Tecnologia - CCT
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN


Dra. MÁRCIA MARIA GUEDES ALCOFORADO DE MORAIS

Centro de Ciências Sociais Aplicadas – CCSA
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE


Dr. GESINALDO ATAÍDE CÂNDIDO

Centro de Humanidades - CH
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG


Dra. VERA LÚCIA ANTUNES DE LIMA

Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

AGRADECIMENTOS

*Ao meu Deus, por nos amar apesar do que somos.
E a Ele, toda a Glória, todo Louvor e Adoração.*

*Aos meus pais **Edmar de Azevedo Cavalcanti**
(in memoriam) e **Edite Gomes Cavalcanti**,
por me terem trazido ao mundo e sempre cuidado de mim.*

*À minha esposa **Paumarisa** e aos meus filhos **Rafael** e
Rebeca, pelo carinho, amor e compreensão.*

*À **Professora Márcia Maria Rios Ribeiro** e ao
Professor Érico Alberto de Albuquerque Miranda,
pela competência, referencial acadêmico e
presteza na orientação deste trabalho.*

*Aos **Professores membros da Banca Examinadora** que,
deixando seus afazeres diários, aceitaram o nosso convite
para participar do evento.*

*Ao meu amigo **Professor Edimar Alves Barbosa**, pela “força”.*

*Finalmente, às demais pessoas que,
direta ou indiretamente, ajudaram-me a obter esta
grande vitória.*

MEU MUITO OBRIGADO!

*O senhor é o meu pastor; nada me faltará.
Ele me faz repousar em pastos verdejantes.
Leva-me para junto das águas de descanso;
refrigera-me a alma.
Guia-me pelas veredas da justiça
por amor do seu nome.
Ainda que eu ande pelo vale da sombra da morte,
não temerei mal nenhum,
porque tu estás comigo;
o teu bordão e o teu cajado me consolam.
Preparas-me uma mesa na presença dos meus adversários,
unge-me a cabeça com óleo;
o meu cálice transborda.
Bondade e misericórdia certamente me seguirão
todos os dias da minha vida;
e habitarei na casa do senhor para todo o sempre.*

Salmo 23

RESUMO

As externalidades ocasionadas pela atividade de extração de areia em leitos de rio têm causado sérios prejuízos ao meio ambiente e à sociedade. Ações mitigadoras e compensatórias se fazem necessárias para que o desempenho da atividade de extração de areia seja sustentável. Nesse contexto, essa pesquisa teve como objetivo avaliar o perfil ambiental qualitativo das atividades de extração de areia em leitos de rios, a fim de mensurar os custos das externalidades negativas impostas ao meio ambiente e à sociedade que não são internalizados pelos agentes no mercado de areia. Especificamente, procurou-se: Caracterizar as principais externalidades ocorridas na extração da areia no leito do Rio Paraíba; Identificar os bens substitutos da areia dentro do processo de produção da indústria da construção civil; Determinar quanto à sociedade está disposta a pagar um valor a mais pelo metro cúbico de areia (DAP) para agregação dos benefícios ambientais do rio, através do método de valoração contingente (MVC) e Validar o método de valoração contingente, verificando o grau de veracidade dos resultados obtidos na pesquisa. Utilizou-se o método *Check-list*, como forma de identificar e enumerar sistematicamente as variáveis ambientais relevantes, a partir dos impactos ambientais observados. Após a avaliação, observou-se 30 impactos negativos e 4 impactos positivos, apontando para o fato de que as externalidades negativas detectadas sobrepõem-se, de forma relevante, às externalidades positivas, trazendo, assim, danos considerados tecnicamente irreversíveis ao meio ambiente e consequentes reflexos na sociedade. Para mensurar o valor econômico do recurso natural “areia” extraída dos leitos de rios, internalizando os custos via preço das externalidades provocadas ao meio ambiente decorrente da prática desse tipo de atividade, utilizou-se o Método de Valoração Contingente (MVC) a partir do modelo referendo com acompanhamento (*logit* duplo). A partir da agregação do valor encontrado para a DAP dos entrevistados e o consumo anual de areia na Paraíba, chega-se aos benefícios que o recurso natural “areia” pode gerar para o próprio rio.

Palavras-chave: Extração de Areia. Externalidades. Valoração contingente.

ABSTRACT

Externalities caused by the activity of sand extraction in river beds have caused serious damage to the environment and society. Mitigating and compensatory actions are necessary so the performance of sand extraction activity would be sustainable. In this context, this research aimed to evaluate the qualitative environmental profile of activities of sand extraction in river beds in order to measure the costs of negative externalities imposed on the environment and society that are not internalized by the agents on the sand market. Specifically, it was sought to: characterize the main externalities occurring in the sand extraction in the bed of the Rio Paraíba; identify the goods substitutes for sand in the production process of the construction industry; Determine how much society is willing to pay an additional value by cubic meter of sand (CMS) for aggregation of the environmental benefits of the river, through the contingent valuation method (CVM) and Validate the contingent valuation method, checking the degree of accuracy of results in research. The checklist method was used as a way to systematically identify and list the relevant environmental variables, from the environmental impacts observed. After evaluation, it was found 30 negative and four positive results, pointing to the fact that the negative externalities detected overlap relevantly to positive externalities, bringing thus considered technically irreversible damage to the environment and consequent reflections on society. To measure the economic value of natural resource "sand" extracted from the river beds, internalizing costs through price externalities caused to the environment resulting from the commission of such activity, the Contingent Valuation Method (CVM) from the referendum model with monitoring (double logit) was used. From the aggregation of the value found to the CMS of respondents and an annual consumption of sand in Paraíba, one comes to the benefits that the natural resource "sand" can lead to the river itself.

Keywords: Sand Extraction. Externalities. Contingent valuation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais dados estatísticos para a areia, no Brasil	13
Tabela 2 - Principais estatísticas para areia no Estado da Paraíba	14
Tabela 3 - Órgãos/Colegiados federais ambientais e respectivas funções	25
Tabela 4 - Diplomas legais da legislação infraconstitucional.....	26
Tabela 5 - Resoluções relacionadas diretamente com o PNMA.....	27
Tabela 6 - Atribuições governamentais de proteção ambiental e/ou planejamento da mineração	32
Tabela 7 - Leis Estaduais que tratam da proteção do meio ambiente na Paraíba	35
Tabela 8 - Relação entre elasticidade-preço da demanda (EP) e as receitas geradas	37
Tabela 9 - Aplicações do MCV, no Brasil e no Mundo.....	63
Tabela 10 - Estatística da variável “idade”	88
Tabela 11 - Estatística da variável “renda”	88
Tabela 12 - Estatística da variável “produção”	89
Tabela 13 - Lances oferecidos aos entrevistados	92
Tabela 14 - Lances iniciais oferecidos aos entrevistados.....	92
Tabela 15 - Lances finais de valor a mais que os entrevistados aceitaram pagar pelo metro cúbico de areia extraída do Rio Paraíba	93
Tabela 16 - Parâmetros estimados do modelo <i>logit</i> duplo para valoração da areia extraída do leito do Rio Paraíba.....	94
Tabela 17 - Respostas observadas e estimadas do modelo <i>logit</i> duplo para valoração econômica da areia extraída do leito do Rio Paraíba	95
Tabela 18 - Efeitos marginais e elasticidades de probabilidade para valoração econômica da areia extraída do leito do Rio Paraíba.....	96
Tabela 19 - Probabilidade da DAP por um valor a mais, pelo metro cúbico de areia	97
Tabela 20 - Simulação <i>Krisk-Roob</i> para disposição a pagar probabilística normal e truncada um valor a mais, pelo metro cúbico de areia.....	98

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Excedente do consumidor.....	38
Figura 2 - Condição de eficiência de um mercado competitivo	39
Figura 3 - Métodos de valoração ambiental.....	43
Figura 4 - Curva de demanda pelo patrimônio natural.....	51
Figura 5 - Variantes e subdivisões do método referendo na valoração contingente	59
Figura 6 - Regiões do Médio e Baixo Curso do Rio Paraíba	66
Figura 7 - Modelo proposto para valorar a areia utilizada na construção civil aplicando o método de valoração contingente.....	68
Figura 8 - Mapa georreferenciado, destacando as áreas “1” e “2” de extração de areia.....	77
Figura 9 - Imagens das áreas “1” e “2” onde ocorre a extração de areia.....	78
Figura 10 - Imagem de equipamentos geradores de poluição atmosférica	80
Figura 11 - Imagem de resíduos lançados no leito do Rio Paraíba (área “ 1”)	80
Figura 12 - Imagem de bancos de sedimentos na área “1”	81
Figura 13 - Imagem do tráfego de veículos no leito do rio (área “2”).....	82
Figura 14 - Imagem do comprometimento do solo na área “2”	82
Figura 15 - Imagem do comprometimento do solo na área “1”	83
Figura 16 - Imagem da alteração da paisagem na área “2”	84
Figura 17 – Uso, por banhistas, da área “1” de extração de areia.....	85
Figura 18 – Imagem de um caminhão com carroceria inadequada para o transporte de areia (área “1”).....	86
Figura 19 – Formação de ilhotas e rejeitos de areia na área “2”	87
Figura 20 – Estatística da disposição a pagar	90
Figura 21 – Estatística dos motivos que justificam o não pagamento de um valor a mais pelo metro cúbico de areia	90

Figura 22 – Histograma de normalidade de distribuição normal.....	99
Figura 23 – Histograma da distribuição normal truncada	99
Figura 24 – Impacto do aumento de R\$ 1,00 no preço mediano do metro cúbico da areia extraída do leito do Rio Paraíba sobre a disposição a pagar	100

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Considerações iniciais.....	12
1.2 O Problema.....	16
1.3 Objetivos da Pesquisa.....	17
1.3.1 Objetivo geral.....	17
1.3.2 Objetivos específicos.....	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1 O Recurso natural areia.....	19
2.2 Substitutos.....	20
2.3 Aspectos formais e legais da mineração no Brasil.....	21
2.3.1 Considerações iniciais.....	21
2.3.2 Competências.....	23
2.3.2.1 Níveis	24
2.4 O Processo de licenciamento ambiental.....	29
2.4.1 Expedição e Controle.....	30
2.4.2 Níveis de Responsabilidades Estadual e Municipal.....	32
2.5 Conceitos básicos da microeconomia.....	36
2.6 Valoração Econômica Ambiental.....	41
2.7 Métodos de valoração ambiental.....	43
2.7.1 Métodos indiretos de valoração.....	44
2.7.1.1 Produtividade marginal (Dose-resposta).....	44
2.7.1.2 Mercado de bens substitutos.....	45
2.7.2 Métodos diretos de valoração.....	48
2.7.2.1 Preços hedônicos.....	48
2.7.2.2 Custo de viagem.....	49
2.7.2.3 Método de valoração contingente (MCV).....	51
2.8 Técnicas de eliciação utilizados no MCV.....	56
2.9 Aplicações do MVC no Mundo.....	60

3 METODOLOGIA.....	65
3.1 Delimitação do universo.....	65
3.1.1 Área geográfica.....	65
3.1.2 Área de atuação.....	67
3.2 Modelo proposto para valorar o recurso natural “areia”.....	68
3.3 Caracterização das principais externalidades decorrentes da extração da areia no leito do Rio Paraíba.....	69
3.4 Identificação dos bens substitutos para a areia.....	69
3.5 Aplicação do método de valoração contingente (MVC).....	69
3.5.1 Definindo o questionário.....	70
3.5.2 Estruturação do mercado hipotético.....	71
3.5.3 Estimativas da disposição a pagar (DAP).....	71
3.5.4 Determinação do tamanho da amostra.....	75
3.6 Validação do método de valoração contingente (MVC).....	76
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	77
4.1 Perfis ambientais nos locais de extração.....	77
4.1.1 Impactos positivos.....	78
4.1.2 Impactos negativos.....	79
4.2 Análise descritiva das respostas dos entrevistados na aplicação dos questionários.....	87
4.2.1. Características sócio-econômicas dos entrevistados.....	88
4.2.2 Características da empresa construtora.....	88
4.2.3 Bens substitutos para areia.....	89
4.2.4 Disposição a pagar um valor a mais pelo metro cúbico de areia.....	89
4.3 Análise econômica do modelo de valoração contingente para valoração da areia extraída do leito do Rio Paraíba.....	91
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	101
5.1 Conclusões.....	101
5.2 Recomendações para trabalhos futuros.....	105
REFERÊNCIAS.....	106

APÊNDICE	116
Apêndice A - Questionário.....	116
Apêndice B - Programa LIMDEP para estimação do LOGIT DUPLO....	121
Apêndice C - Programa Eviews B6.0 de Krisk-Roob para determinação do Desvio Padrão da DAP.....	122

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

O processo de desenvolvimento acelerado do país nos últimos anos foi acompanhado pela crescente concentração da população nos centros urbanos, gerando um processo contínuo de externalidades negativas ao meio ambiente e à sociedade. A atividade de extração mineral contribui consideravelmente com essas externalidades. A mineração é uma das atividades humanas que mais contribui para alteração da paisagem terrestre, provocando impactos sobre a água, o ar, o solo e o subsolo, os quais interferem no bem estar da sociedade.

O Programa de Aceleração do Crescimento - PAC criado pelo Governo Federal, lançado em 28 de janeiro de 2007, vai aplicar em quatro anos um total de investimentos em infra-estrutura da ordem de R\$ 503,9 bilhões, nas áreas de transporte, energia, saneamento, habitação e recursos hídricos. Para a Infraestrutura Logística, envolvendo a construção e ampliação de rodovias, ferrovias, portos, aeroportos e hidrovias a previsão de investimentos de 2007 a 2010 é de R\$ 58,3 bilhões. Somando-se a isso, a urbanização de favelas, foram selecionados 544 projetos em todo o país, com 723 mil famílias beneficiadas (R\$ 10,7 bilhões de investimentos) e 6,4% de obras já iniciadas (BRASIL, 2007).

O conjunto de investimentos está organizado em três eixos decisivos: Infraestrutura Logística; Infraestrutura Energética, correspondendo a geração e transmissão de energia elétrica, produção, exploração e transporte de petróleo, gás natural e combustíveis renováveis; e Infraestrutura Social e Urbana, englobando saneamento, habitação, metrô, trens urbanos, universalização do programa "Luz para Todos" e recursos hídricos.

Essas obras do PAC, iniciadas em 2007, ampliarão consideravelmente o consumo do recurso natural “areia”, motivado pelos setores consumidores consagrados, como por exemplo: construção e manutenção de estradas de rodagem; aeroportos; barragens, obras de saneamento e edificações. O agregado “areia” para a indústria da construção civil é o insumo mineral mais consumido mundialmente. As atividades de extração mineral são de grande importância para o desenvolvimento social, mas também são responsáveis por impactos ambientais negativos muitas vezes irreversíveis (BRANDT, 1998).

Conforme Brown (2003), a produção anual de areia e cascalho no mundo é de 9 bilhões de toneladas. Segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, no Brasil, a produção de areia no ano de 2005 foi de 238 milhões de toneladas e suas reservas estão estimadas em 2,7 bilhões de toneladas (BRASIL, 2006). 70% da areia é produzida em leitos de rios e 30% em várzeas.

Os principais dados estatísticos relacionados com a areia no Brasil, no período de 2002 a 2005, estão apresentados na Tabela 1, a seguir. A produção decrescente de 2002 até 2005 demonstra a estagnação da economia nacional nesse período, a qual refletiu diretamente no setor da construção civil. Cerca de 2.500 unidades extratoras, das quais a maioria são empresas familiares, dedicam-se à produção de areia, gerando cerca de 50 mil empregos diretos e 150 mil indiretos (BRASIL, 2006).

Tabela 1 - Principais dados estatísticos para a areia, no Brasil.

Item	Período			
	2002	2003	2004	2005
Produção (10⁶ t)	229,6	190,6	187,0	238,0
Mão-de-obra (unid.)	45.000	45.000	50.000	50.000
Extratoras (unid.)	2.000	2.500	2.500	2.500

Fonte: Adaptado do Anuário Mineral Brasileiro (BRASIL, 2006).

No Estado da Paraíba, especialmente nas duas maiores cidades do estado, João Pessoa e Campina Grande, houve, nos últimos 20 anos, um aumento expressivo no setor da construção civil. Esse processo de crescimento

no setor da construção tem aumentado indiscriminadamente a mineração da areia nos leitos dos rios e riachos do estado, impactando o meio ambiente.

Os principais dados estatísticos fornecidos pelo DNPM, apresentados na Tabela 2, a seguir, mostram uma redução na produção, a partir de 2003, causada também pelo fraco desempenho da Economia Nacional. O item "mão-de-obra", apresentado na mesma Tabela, refere-se apenas aos empregos diretos nas empresas que se dedicam à extração de areia com registro no DNPM, embora se saiba que existe um número considerável de empresas clandestinas extratoras de areia que não têm registro no DNPM (BRASIL, 2006).

Tabela 2 - Principais estatísticas para areia no Estado da Paraíba.

Item	Período			
	2002	2003	2004	2005
Produção (m³)	1.770.112	1.377.378	1.232.574	1.277.336
Mão-de-obr (unid.)	76	69	53	57
Extratoras (unid.)	4	5	3	4

Fonte: Adaptação do Anuário Mineral Brasileiro (BRASIL, 2006).

O preço médio da areia (posto na obra) praticado atualmente no mercado da Paraíba é de R\$ 25,00/m³ e seu preço de referência, para cobrança de impostos pelo Governo Estadual, é de R\$ 10,00/m³.

A exploração da areia tem atendido ao modelo econômico exploratório. Esse modelo gera danos ambientais que, como externalidades do processo produtivo, acabam sendo incorporados pela sociedade, em detrimento da apropriação desse valor de mercado pelo empresário da areia. Como o empresário não incorpora os custos de externalidades ambiental e social, e o poder público notoriamente não possui condições de fiscalização da atividade, a sociedade acaba "pagando a conta" ao conviver com tal degradação. Uma vez que o valor da areia sofre oscilações muito pequenas no mercado, uma das formas de induzir mudanças neste modelo econômico-exploratório é definindo um preço público para o recurso natural "areia", similar ao que ocorre com a água bruta.

Com o objetivo de contribuir para mudança do modelo econômico-exploratória, esse trabalho de pesquisa valorou a areia extraída dos leitos dos rios, definindo um preço público desse recurso natural (por metro cúbico), como

subsídio à sua inclusão em seu preço final praticado no mercado consumidor (setor da indústria da construção civil).

Uma das políticas ambientais proposta pela literatura é aquela que cria condições para que os agentes econômicos internalizem os custos da degradação em suas obrigações, e isto pode ser feito através da precificação dos recursos naturais.

Como exemplo de precificação de um recurso natural no âmbito brasileiro, destaca-se que a Agência Nacional das Águas (ANA) e o Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul (CEIVAP) definiram as normas para cobrança pela utilização da água para o setor de extração de areia através da RESOLUÇÃO Nº 327, expedida pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), em 14 de julho de 2004. O Art. 5º, dessa resolução estabelece a cobrança pelo uso da água dos usuários do setor de extração de areia em leito de rios federais da Bacia do Rio Paraíba do Sul, a partir de 1º de agosto de 2004. A mineração de areia deve pagar duas taxas diferentes: a de captação, de R\$ 0,008/m³ de água retirada junto com a areia pelas dragas e devolvida ao rio e de R\$ 0,02/m³ pelo consumo, que corresponde à parcela retirada com a areia do rio, que não tem retorno. Os valores foram propostos pelo CEIVAP e aprovados pelo CNRH.

De acordo com Barbisan et al (2009), a valoração econômica ambiental é um importante instrumento de auxílio ao processo de tomada de decisão no momento da definição de políticas públicas ambientais e de desenvolvimento sustentável.

Considerando que a indústria da construção civil é o maior consumidor de areia, desenvolveu-se uma pesquisa científica que valora esse recurso natural, internalizando os custos das externalidades negativas provocadas em sua extração, mais especificamente, no leito do Rio Paraíba.

A escolha do método da valoração contingente (MVC), como abordagem para estimar o valor econômico da areia extraída do leito do Rio Paraíba, deveu-se a vários fatores, tais como: o MVC é o único dentre os métodos de valoração de recursos ambientais que pode captar tanto os valores de uso como os valores de existência intrínsecos nos bens ou serviços ambientais (MOTTA, 2006); a agência norte-americana National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) reconheceu a validade do MVC em relatório publicado em Arrow et al

(1993); devido à sua flexibilidade, tornou-se o mais usado (NOGUEIRA; MEDEIROS; ARRUDA, 1998); Carson et al (1994) levantaram 1672 referências bibliográficas com aplicações do MVC ao redor do mundo. Esses estudos referenciados avaliaram também a validade e confiabilidade da aplicação do MVC.

Na aplicação do MVC, é relevante distinguir a diferença entre os mercados hipotético e real da areia. O mercado real corresponde aos preços da areia transacionados no mercado, que correspondem aos custos de extração, de transporte para o mercado consumidor, as margens de lucro do minerador, do transportador e/ou do comerciante da areia. Já o mercado hipotético da areia é onde se quer internalizar os custos, via preço, das externalidades provocadas ao meio ambiente e a sociedade, devido as atividades de extração. Pode-se dizer, também, que esse mercado hipotético esta relacionado com a mensuração da qualidade do meio ambiente (bem público), onde ocorre o processo de extração de areia.

1.2 O Problema

No Brasil, a partir da década de 60, com o crescimento da industrialização e conseqüente urbanização do país, o consumo de areia para construção civil aumentou consideravelmente, provocando um aumento indiscriminado de mineração de areia nos leitos dos rios e riachos do país. Segundo Bauermeister e Macedo (1994), a atividade de extração de areia é uma grande causadora de problemas ambientais e onde se concentram as mais graves transformações da paisagem.

Entretanto, atualmente, a disponibilidade desse recurso, especialmente quando está localizado dentro ou no entorno dos grandes aglomerados urbanos, vem declinando dia após dia, em virtude de inadequado planejamento, de problemas ambientais, de zoneamentos restritivos e de usos competitivos do solo. A possibilidade de exploração está sendo cada vez mais limitada, tornando aleatórias as perspectivas de garantia de suprimento futuro.

A exploração desse recurso mineral “areia” é imprescindível para a indústria da construção civil, embora sua atividade de extração seja responsável por impactos negativos ao meio ambiente.

Em relação aos preços que chegam aos consumidores, não há matéria prima ou produto que substitua areia para os fins da construção civil, porque não existe um concorrente em preço para ela.

O fato de a areia ser um bem público imprescindível na confecção de vários produtos e insumos da construção civil faz com que ela seja utilizada em grande escala. Logo, a motivação desse trabalho foi fazer uma avaliação qualitativa das externalidades provocadas pela atividade de extração de areia em leitos de rios e gerar elementos para estimar o valor desse recurso natural, amplamente utilizado na indústria da construção civil, a fim de agregar, no futuro, esse valor em benefícios para o próprio rio. Por exemplo, poder-se-ia custear uma fiscalização intensa em toda extensão do rio, para identificar e interditar as empresas de mineração que não estão atendendo o Relatório de Controle Ambiental (RCA), o que é exigido no processo de licenciamento ambiental, em conformidade com as diretrizes do órgão ambiental estadual competente.

Nesse contexto, pode-se dizer que três aspectos distintos demonstram a relevância desta pesquisa. O primeiro diz respeito à análise das externalidades provocadas ao meio ambiente e à sociedade pela atividade de extração de areia em leitos de rios; o segundo está relacionado ao valor que a sociedade está disposta a pagar a mais pelo metro cúbico de areia (DAP) para agregação dos benefícios ambientais do rio; o terceiro é oferecer subsídios que possam auxiliar os órgãos ambientais competentes, no futuro próximo, nas tomadas de decisões, no momento da definição de políticas públicas ambientais e de desenvolvimento sustentável.

1.3 Objetivos da Pesquisa

1.3.1 Objetivo Geral

Avaliar o perfil ambiental qualitativo das atividades de extração de areia em leitos de rios, a fim de mensurar os custos das externalidades negativas impostas ao meio ambiente e à sociedade que não são internalizados pelos agentes no mercado de areia.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar as principais externalidades ocorridas na extração da areia no leito do Rio Paraíba;
- Identificar os bens substitutos da areia dentro do processo de produção da indústria da construção civil;
- Determinar quanto a sociedade está disposta a pagar um valor a mais pelo metro cúbico de areia (DAP) para agregação dos benefícios ambientais do rio, através do método de valoração contingente (MVC);
- Validar o método de valoração contingente, verificando o grau de veracidade dos resultados obtidos na pesquisa.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 O Recurso natural “areia”

Segundo a norma NBR 9935 da ABNT (1987), a areia é definida como “agregado miúdo originado através de processos naturais ou artificiais de desintegração de rochas ou proveniente de outros processos industriais”.

As jazidas de areia são formadas nos cursos d’água ou em áreas de deposição para onde esse material foi transportado. Essas áreas são chamadas de depósitos, e podem ser do tipo fluvial, de rochas metassedimentares (quartzito friável) ou de material rochoso desagregado, conhecido como cascalheiras de uso em estradas vicinais. Para os casos de jazidas em cursos d’água ou em depósitos fluviais, após a extração, a areia é utilizada na construção civil sem sofrer qualquer tipo de tratamento.

Nesses casos, os métodos de lavra para extração de areia podem ser: em cava ou em leito de curso d’água. No primeiro método, a jazida encontra-se em depósito fluvial e a cava poderá ser do tipo seca, isto é quando a jazida encontra-se acima do nível d’água, ou fechada, quando ocasiona a formação de lagoa. No processo de lavra em cava seca, pode-se utilizar carregadeira de pneus, trator de esteira ou retro escavadeira.

O processo em cava fechada sempre se inicia em cava seca, utilizando-se os mesmos equipamentos desta e, posteriormente, quando se atinge o nível do lençol freático, são introduzidas dragas de sucção que conduzem a areia até os depósitos de estocagem, onde ocorre a secagem natural por escoamento gravitacional e evaporação. Estes depósitos são concebidos como sistema de drenagem, onde canaletas coletam as águas do escoamento e partículas finas nelas dissolvidas e as conduzem às lagoas de decantação de finos. Posteriormente, estas águas retornam à lagoa de dragagem, proporcionando maior proteção aos corpos d’água.

O método em cava, tanto a seca quanto a fechada, vem sendo preferencialmente utilizado por fatores ambientais, garantindo menor impacto aos recursos hídricos e às suas margens.

No método de extração de areia em cursos d'água, utiliza-se draga de sucção instalada em plataforma flutuante, comumente conhecida como balsa. O material extraído é conduzido por tubulações até o depósito de estocagem, onde ocorre a secagem natural por escoamento e evaporação. Na formação deste depósito devem ser seguidos os mesmos critérios de drenagem do processo anterior de cava fechada.

A lavra em cursos d'água depende da prévia autorização dos órgãos competentes (este tema será abordado posteriormente), não sendo recomendada a extração de areia em cursos d'água de pequeno porte. No caso de cursos d'águas navegáveis, utilizam-se “*Clamshells*”, equipamentos com caçamba na forma de concha que abre e fecha sob ação de cabos, sendo içada verticalmente para a descarga. Os *Clamshells* são ideais para escavações em níveis inferiores à sua praça de apoio, que, no caso de cursos d'água navegáveis, são as embarcações adaptadas com silos de estocagem.

A extração de areia pode ser feita ainda por meio manual, onde se utiliza pá para desmontar o material. Observa-se esta prática em cursos d'água que cortam zonas periféricas dos municípios, ocupadas por favelas e/ou por grupos de baixa renda.

2.2 Substitutos

Com o esgotamento das jazidas de areia nas proximidades dos grandes centros consumidores, o aumento dos custos de transporte, o acirramento da competição comercial entre produtores de concreto e a conscientização da sociedade que demanda leis de proteção ambiental, houve contribuições para um melhor entendimento sobre a importância dos agregados (SBRIGHI NETO, 2005).

Um dos substitutos da areia natural na confecção de concreto e argamassa de cimento *portland* é a areia artificial proveniente da britagem de rocha calcária e basáltica. Em seu trabalho de pesquisa, Buest Neto (2006) constatou que é possível utilizar concreto com areia artificial, desde que seja realizado controle dos materiais finos, diminuindo o teor de material pulverulento, ou seja, a

otimização da granulometria tem um papel fundamental quanto à aplicabilidade desse material.

De acordo com Nugent (1979), o aproveitamento dos resíduos de britagem, a areia artificial, já era utilizada em concreto há mais de um século em diversos países, como Estados Unidos e Canadá.

Estima-se que a produção de finos de pedreira (areia artificial) seja superior a três milhões de m³ / ano no estado de São Paulo. A porcentagem de finos gerados é da ordem de 10 a 15% e é variável em função dos equipamentos de britagem e da natureza da rocha, em casos extremos, pode corresponder a 40% da produção total de pedras britadas, segundo CUHIERATO (2000).

Na indústria da construção civil, o concreto e a argamassa são materiais que utilizam entre 70 a 90% de areia em suas composições. A substituição desses materiais por outros, tais como estruturas em aço, gesso acartonado, reboco de gesso, dentre outros, contribui também para minimização do uso da areia no processo produtivo da construção civil.

2.3 Aspectos formais e legais da mineração no Brasil

2.3.1 Considerações iniciais

A partir da década de 70 muitos países tomaram a iniciativa de tutelar o meio ambiente, através de suas Constituições: Portugal (1976), Espanha (1978), Equador (1979), Peru (1979), Chile (1980), são alguns exemplos.

O Brasil, em 1981, estabeleceu a Lei 6.938/81, de 31 de agosto, criando a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), na qual o conceito de meio ambiente ficou definido como um conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas suas formas.

No Brasil, somente em 1988, com a promulgação da Constituição Federativa, ficou definida, por Lei, a competência dos Municípios, Estados e União, no que se refere à preservação do meio ambiente.

No seu artigo 20, inciso IX, a Constituição Federal estabelece que os recursos minerais, inclusive os do subsolo, são bens da União, e que a pesquisa e lavra destes recursos só poderão ser feitas com sua autorização ou concessão.

No Artigo 225, ela estabelece que: Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Esse Artigo exerce, na Constituição, o papel de principal norteador do meio ambiente, devido ao seu complexo teor de direitos, mensurado pela obrigação do Estado e da Sociedade na garantia de um meio ambiente ecologicamente equilibrado, já que se trata de um bem de uso comum do povo que deve ser preservado e mantido para as presentes e futuras gerações.

No que diz respeito à mineração existe, de um modo geral, um conjunto de regulamentações, nas quais os três níveis de poder estatal possuem atribuições com relação à mineração e ao meio ambiente.

Os princípios gerais que regem as atividades de pesquisa e lavra minerais estão contemplados no Código de Mineração (CM), elaborado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) do Ministério de Minas e Energia (MME), criado pelo Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. Essas atividades também são regidas por portarias ministeriais, além de Portarias Ministeriais, Inter-Ministeriais e das Instruções Normativas, Orientações Normativas e Comunicados do DNPM; Pareceres Jurídicos expedidos por órgãos federais, além da Legislação correlata.

Paralelamente, tem-se ainda 17 Leis federais que tratam da regulamentação na área do meio ambiente ou a ele vinculado. Isto significa que a gestão inadequada da extração mineral pode levar seus responsáveis ao pagamento de multas e a sanções penais (prisão, por exemplo) e administrativas; além disso, o dano causado ao meio ambiente, como poluição de corpos hídricos, contaminação de lençol freático e danos à saúde, deve ser reparado pelos responsáveis pela geração dos resíduos. Porém, na maioria dos casos, a reparação do dano é mais complicada tecnicamente e envolve muito mais recursos financeiros que a prevenção.

De acordo com Jacobi (2004), o grande desafio que se coloca é, por um lado gerar empregos com práticas sustentáveis e, por outro, fazer crescer o nível de consciência ambiental, ampliando as possibilidades de a população participar mais intensamente nos processos decisórios como meio de fortalecer sua

corresponsabilização na fiscalização e controle dos agentes responsáveis pela degradação socioambiental

2.3.2 Competências

O Brasil é uma República Federativa formada por 26 Estados e um Distrito Federal. No total, são mais de 5.000 Municípios. De forma similar à Alemanha, no Brasil, a legislação ambiental é hierárquica, o que quer dizer que as leis municipais têm que respeitar a legislação superior, mas podem ser mais restritivas que as referidas (SANTOS, 2000).

A Constituição Federal, além de destacar a preservação do meio ambiente, procurou definir as competências dos membros da federação, inovando na técnica legislativa por incorporar, ao seu texto, diferentes artigos, disciplinando a competência para legislar e administrar, como forma de promover a descentralização da proteção ambiental; fazem com que a União, Estados, Municípios e Distrito Federal tenham competência para legislar sobre matéria ambiental, apesar de, não raro, surgirem os conflitos de competência, principalmente junto às administrações públicas.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Mineração (2008), a Constituição Federal de 1988 e suas emendas, estabelecem os fundamentos que regem, no Brasil, a pesquisa e a lavra de minerais.

Nesse sentido, a Constituição Federal no seu capítulo I, artigo 20, alíneas V, IX e X, estabelece que:

...são bens da união os recursos minerais, inclusive os do subsolo; é assegurada, nos termos da lei, aos estados, ao distrito federal e aos municípios, bem como a órgãos da administração direta da união, participação no resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e de outros recursos minerais no respectivo território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, ou compensação financeira por essa exploração; compete à união estabelecer as áreas e as condições para o exercício da atividade de garimpagem, em forma associativa; compete privativamente à união legislar sobre jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia; é competência comum da união, dos estados, do distrito federal e dos municípios registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios; é da competência exclusiva do congresso nacional autorizar, em terras indígenas, a exploração e

o aproveitamento de recursos hídricos e a pesquisa e lavra de riquezas minerais; compete ao conselho de defesa nacional, propor os critérios e condições de utilização de áreas indispensáveis à segurança do território nacional e opinar sobre seu efetivo uso, especialmente na faixa de fronteira e nas relacionadas com a preservação e a exploração dos recursos naturais de qualquer tipo/ o estado favorecerá a organização da atividade garimpeira em cooperativas levando em conta a proteção do meio ambiente e a promoção econômico-social dos garimpeiros; as cooperativas de garimpeiros terão prioridade na autorização ou concessão para pesquisa e lavra dos recursos e jazidas de minerais garimpáveis, nas áreas onde estejam atuando, e naquelas fixadas pela união, na forma da lei (BRASIL, 1988).

2.3.2.1 Níveis

Segundo a Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), os níveis de competência são estabelecidos em nível Federal, Estadual e Municipal, da seguinte forma:

a) Competência da União

Compete exclusivamente a União, salvo mediante edição de Lei Complementar que autorize os Estados a legislarem sobre as matérias relacionadas com as águas, energia, populações indígenas, jazidas e outros recursos minerais, além das atividades nucleares de qualquer natureza.

A Constituição Federal (BRASIL, 1988) estabelece ainda, no seu Artigo 22, que compete privativamente à União legislar sobre:

- águas, energia, informática, telecomunicações e radiodifusão (P - IV);
- jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia (P – XII);
- atividades nucleares de qualquer natureza (P – XXVI);

Parágrafo Único: Lei complementar poderá autorizar os Estados a legislar sobre questões específicas das matérias relacionadas a este artigo (água, energia, informática, telecomunicações e radiodifusão, jazidas, etc.) (BRASIL, 1988).

Em nível federal, os órgãos/colegiados que têm a responsabilidade de definir as diretrizes e regulamentações, bem como atuar na concessão, fiscalização e cumprimento da legislação mineral e ambiental para o aproveitamento dos recursos minerais, são apresentados na Tabela 3, a seguir:

Tabela 3 – Órgãos/Colegiados federais ambientais e respectivas funções.

Órgão/Colegiado	Função
Ministério do Meio Ambiente (MMA)	Formular e coordenar as políticas ambientais, assim como acompanhar e superintender sua execução
Ministério de Minas e Energia (MME)	Formular e coordenar as políticas dos setores mineral, elétrico e de petróleo/gás
Secretaria de Minas e Metalurgia (SMM/MME)	Formular e coordenar a implementação das políticas do setor mineral
Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) – Código de Mineração	Planejar e fomentar o aproveitamento dos recursos minerais, preservação e estudo do patrimônio paleontológico, cabendo-lhe também superintender as pesquisas geológicas e minerais, bem como conceder, controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional.
Serviço Geológico do Brasil, através da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM)	Gerar e difundir conhecimento geológico e hidrológico básico, além de disponibilizar informações e conhecimento sobre o meio físico para a gestão territorial
Agência Nacional de Águas (ANA)	Executar a Política Nacional de Recursos Hídricos, sendo sua principal competência, a de implementar o gerenciamento dos recursos hídricos no país. Responsável também pela outorga de água superficial e subterrânea, inclusive aquelas que são utilizadas na mineração
Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)	Formular as políticas ambientais, cujas Resoluções têm poder normativo, com força de lei, desde que, o Poder Legislativo não tenha aprovada legislação específica;
Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)	Formular as políticas de recursos hídricos; promover a articulação do planejamento de recursos hídricos; estabelecer critérios gerais para a outorga de direito de uso dos recursos hídricos e para a cobrança pelo seu uso;
Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)	Responsabilizar-se, em nível federal, pelo licenciamento e fiscalização ambiental;
Centro de Estudos de Cavernas (CECAV/IBAMA)	Responsabilizar-se pelo patrimônio espeleológico.

Fonte: Adaptado de Farias (2002).

Já a Legislação Infraconstitucional, que disciplina a matéria ambiental relativa à atividade de mineração, está contemplada basicamente nos diplomas legais apresentados na Tabela 4, a seguir:

Tabela 4 – Diplomas legais da legislação infraconstitucional.

Diploma Legal	Emissão	Referência
Lei N 6.938/81	31/08/1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), seus fins e mecanismos de formulação e aplicação
Lei N 7.804/89	18/07/1989	Altera a Lei 6.938/81, de 31/08/1981 – que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), seus fins e mecanismos de formulação e aplicação
Lei N 8.028/90	12/04/1990	Altera a Lei 6.938/81, de 31/08/1981 – que Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), seus fins e mecanismos de formulação e aplicação
Lei N 9.537/97	11/12/1997	Dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional e que atribui à Autoridade Marítima estabelecer normas sobre obras, dragagem, pesquisa e lavra mineral sob, sobre e às margens das águas jurisdicionais brasileiras
Decreto Lei no 97.632/89	10/04/1989	Dispõe sobre Plano de recuperação de área degradada pela mineração
Decreto Lei N 99.274/90	06/06/1990	Regulamenta a Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, que trata do PNMA

Fonte: Adaptado do Guia do Minerador (BRASIL, 2008b).

Além disso, existem resoluções estabelecidas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, órgão Federal instituído pela Lei 6.938/81, alterado pelo Decreto nº 2.120/97 e pelo Decreto nº 3.942/01; é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, cuja finalidade é estudar e propor diretrizes e políticas governamentais para o meio ambiente e deliberar, no âmbito da sua competência, sobre normas, padrões e critérios de controle ambiental.

O CONAMA delibera, por meio de resoluções, quanto à competência legal sobre matéria de qualquer natureza relacionada com a temática ambiental.

Na Tabela 5, apresenta-se algumas dessas resoluções:

Tabela 5 – Resoluções relacionadas diretamente com o PNMA.

Resolução N°	Data de Emissão	Assunto
001/86	23/01/1986	Estabelece critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)
009/90	06/12/1990	Dispõe sobre normas específicas para a obtenção da licença ambiental para a extração de minerais, exceto as de emprego imediato na construção civil
010/90	06/12/1990	Dispõe sobre o estabelecimento de critérios específicos para a extração de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil
002/96	18/04/1996	Dispõe sobre a compensação de danos ambientais causados por empreendimentos de relevante impacto ambiental;
237/97	19/12/1997	Dispõe sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental
303/02	20/03/2002	Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de Preservação Permanente

Fonte: Adaptado do CONAMA (BRASIL, 2008a).

b) Competência Comum

A Constituição Federal, no seu artigo 23, inciso XI, define como competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

- proteger os documentos, obras e outros bens de valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos;
- impedir a evasão, a destruição e a descaracterização de obras de arte e de outros bens de valor histórico, artístico e cultural;
- preservar as florestas, a fauna e a flora;
- fomentar a produção agropecuária e organizar o abastecimento alimentar;
- promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico;
- combater as causas da pobreza e os fatores de marginalização, promovendo a integração social dos setores desfavorecidos;
- registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios.

O referido artigo concede ainda, à União, aos Estados, aos Municípios e ao Distrito Federal, competência comum pela qual os membros integrantes da Federação atuam em cooperação administrativa recíproca, visando alcançar os objetivos descritos pela própria Constituição, caso em que prevalecem as regras gerais estabelecidas pela União, salvo quando houver lacunas, as quais poderão ser supridas, por exemplo, pelos Estados, no uso de sua competência supletiva ou suplementar.

Normalmente, quando a atividade tem impacto apenas dentro de um mesmo estado, o órgão mais atuante e responsável pelo estabelecimento de normas e pelo licenciamento ambiental das atividades é o órgão ambiental estadual.

c) Competência Concorrente

Implica no estabelecimento de moldes pela União a serem observados pelos Estados e Distrito Federal, os quais são estabelecidos pelo Artigo 24 da Constituição Federal de 1988.

O Artigo 24 da Constituição estabelece que compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre:

VI - florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção ao meio ambiente e controle da poluição;

VII - proteção ao patrimônio histórico, artístico, turístico e paisagístico;

VIII - responsabilidade por dano ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, turístico e paisagístico.

§ 1º No âmbito da legislação concorrente, a competência da União limitar-se-á a estabelecer normas gerais.

§ 2º A competência da União para legislar sobre normas gerais não exclui a competência suplementar dos Estados.

§3º Inexistindo lei federal sobre normas gerais, os Estados exercerão competência legislativa plena, para atender suas peculiaridades.

§ 4º A superveniência de lei federal sobre normas gerais suspende a eficácia da lei estadual, no que lhe for contrário.

d) Competência Municipal

A Constituição estabelece que, mediante a observação da legislação federal e estadual, os Municípios podem editar normas que atendam à realidade local ou até mesmo preencham lacunas das legislações federal e estadual (Competência Municipal Suplementar).

A Constituição Federal, no seu Artigo 30, estabelece que compete aos Municípios:

- a) legislar sobre assuntos de interesse local
- b) suplementar a legislação federal e a estadual no que couber.

O Plano Diretor Municipal e a Lei de Uso e Ocupação do Solo devem ser elaborados com base no conhecimento do meio físico, biológico e socioeconômico da região. Os recursos minerais e a atividade mineradora devem ser, prioritariamente, integrados ao planejamento municipal.

Desse modo, devem-se levar em conta: o potencial mineral da região; a situação da atividade extrativa no município e a disponibilidade de recursos minerais.

2.4 O Processo de Licenciamento Ambiental

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA), que é exigido para o licenciamento ambiental de qualquer atividade de aproveitamento de recursos minerais tem sua definição, normas, critérios básicos, e diretrizes de implementação estabelecidos pela resolução 01, de 23 de janeiro de 1986 e pela resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997, ambas expedidas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

A exigência do EIA aplica-se aos empreendimentos mineiros de toda e qualquer substância mineral. Entretanto, para as substâncias minerais de emprego imediato na construção civil, em função das características do empreendimento, poderá ser dispensada a apresentação do EIA. Nesse caso, a empresa de mineração deverá apresentar o Relatório de Controle Ambiental (RCA), em conformidade com as diretrizes do órgão ambiental estadual competente.

O EIA, elaborado obrigatoriamente por técnicos habilitados, deve estar consubstanciado no Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), o qual é submetido ao órgão de meio ambiente estadual competente, integrante do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), para análise e aprovação.

Nessa fase, o RIMA deve ser tornado público para que a coletividade ou qualquer outro interessado, tenha acesso ao projeto e a seus eventuais impactos ambientais e possa conhecê-los e discuti-los livremente, inclusive em audiência pública.

A aprovação do Estudo de Impacto Ambiental e do Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) é o requisito básico para que a empresa de mineração possa pleitear o Licenciamento Ambiental do seu projeto de mineração.

A obtenção do Licenciamento Ambiental (LA) é obrigatória para a localização, instalação ou ampliação e operação de qualquer atividade de mineração, objeto dos regimes de concessão de lavra e licenciamento.

2.4.1. Expedição e Controle

O Licenciamento ambiental encontra-se regulamentado através do Decreto no 99.274/90, que dá competência aos órgãos estaduais de meio ambiente para expedição e controle das seguintes licenças:

a) Licença Prévia (LP)

Trata da fase preliminar do planejamento do empreendimento de mineração e contém os requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso de solo.

Esses requisitos devem observar as normas, os critérios e os padrões fixados nas diretrizes gerais para licenciamento ambiental emitidas pelo CONAMA. Além desses, devem também ser observados os critérios e padrões estabelecidos pelo órgão estadual de meio ambiente, na esfera de sua competência e na área de sua jurisdição, desde que não conflitem com os do nível federal.

Para a obtenção da LP, cuja tramitação é concomitante ao do pedido de concessão de lavra, são exigidos os seguintes documentos técnicos:

- o Plano de Aproveitamento Econômico da jazida (PAE);
- o Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD);
- o EIA/RIMA.

b) Licença de Instalação (LI)

Autoriza o início de implantação do empreendimento mineiro, de acordo com as especificações constantes do Plano de Controle Ambiental aprovado.

c) Licença de Operação (LO)

Autoriza, após as verificações necessárias, o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos e instalações de controle de poluição, de acordo com o previsto nas LP's e LI's.

Em casos de empreendimentos de mineração com significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional, a competência para efetuar o licenciamento ambiental é do IBAMA, órgão federal vinculado ao Ministério do Meio Ambiente.

De acordo com o Decreto nº 97.632/69, os empreendimentos de mineração estão obrigados, quando da apresentação do EIA e do RIMA, a submeter o PRAD à aprovação do órgão estadual de meio ambiente competente.

A coordenação e formulação da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) é de responsabilidade do Ministério do Meio Ambiente (MMA), através do CONAMA, órgão deliberativo e consultivo de política ambiental, cabendo-lhe estabelecer normas, padrões e critérios para o licenciamento ambiental a ser concedido e controlado pelos órgãos ambientais estaduais e municipais competentes, integrantes do SISNAMA, e pelo IBAMA, em caráter supletivo.

Os Estados e Municípios têm poder constitucional para legislar sobre mineração e meio ambiente. Além dos órgãos do poder executivo, nos três níveis, os Ministérios Públicos Federal e Estadual também fiscalizam, emitem normas e diretrizes, sendo a maioria delas conflitantes entre si.

A Tabela 6, a seguir, apresenta uma síntese das atribuições institucionais com relação à mineração e meio ambiente, que contempla proteção ambiental e/ou planejamento da mineração:

Tabela 6 - Atribuições governamentais de Proteção ambiental e/ou Planejamento da Mineração.

Atividade de Mineração	Poder		
	Municipal	Estadual	Federal
Requerimento de Concessão ou Licença	Leis de Uso e Ocupação do Solo	Licença Ambiental (Legislação Federal)	Deferimento/ Indeferimento
Pesquisa Mineral	Leis de Uso e Ocupação do Solo	Licença Ambiental (Legislação Federal)	Acompanhamento Aprovação/Negação
Lavra Mineral	Alvará de Funcionamento	Análise do EIA/RIMA e Licença Ambiental (Legislação Federal)	Acompanhamento e Fiscalização Mineral
Recuperação da Área Minerada	Definição do Uso Futuro do Solo Criado	Licença Ambiental (Legislação Federal)	-

Fonte: Adaptado de Farias (2002).

Na prática, existe uma grande dificuldade em delimitar as fronteiras de responsabilidade entre as três esferas de poder (União, Estado e Município), em relação à área de competência para a atividade mineral.

Nota-se uma falta de uma real integração intergovernamental e, também, um entrosamento com a sociedade civil para a elaboração de uma política mineral no País, que estabeleça parâmetros e critérios para o desenvolvimento sustentável da atividade mineral, garantindo a sua permanência e continuidade diante do seu papel exercido na construção da sociedade, dentro de normas e condições que permitam a preservação do meio ambiente.

2.4.2. Níveis de responsabilidades Estadual e Municipal

Em se tratando de leis específicas locais, no âmbito estadual e municipal, tem-se as seguintes situações:

a) Em nível Estadual

No Estado da Paraíba, o órgão que cuida das questões ambientais é a Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), criada através

da Lei nº 4.033/78, de 20 de dezembro, com objetivo de desenvolver uma política de proteção e preservação do Meio Ambiente. Em 1999, esse órgão foi transformado, através da Lei 6.757 de 08/07/1999, em AUTARQUIA, passando a ser vinculado a Secretária Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais (SEMARH).

Internamente, compete a um colegiado em gestão ambiental, da SUDEMA, denominado de Conselho de Proteção Ambiental (COPAM), criado através da Lei nº 4.335/81, de 16 de dezembro, atuar na aprovação de normas, deliberações, diretrizes e regulamentos e estabelecer os marcos a serem seguidos pela SUDEMA/PB.

A composição do COPAM é prevista no artigo 228 da atual Constituição do Estado da Paraíba. Seu Plenário é composto pelo secretário da SEMARH, como seu Presidente; por cinco representantes do Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA), de áreas de conhecimento distintas; por cinco representantes da SUDEMA; por um representante da Associação Paraibana dos Amigos da Natureza (APAN); por um representante do IBAMA; por um representante do Ministério Público Estadual; por um representante do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado da Paraíba (IPHAEP); por um representante da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária (ABES) e, finalmente, por um representante do Centro das Indústrias do Estado da Paraíba (CIEP).

Em conformidade com a complexidade do tema em análise, por decisão do plenário do COPAM, podem ser formadas Câmaras Técnicas, composta por conselheiros, dotadas de atribuições para elaborarem estudos específicos a serem submetidos à apreciação do plenário. A presidência da Câmara Técnica é exercida por um de seus integrantes, eleito entre os seus membros.

Compete, institucionalmente, ao COPAM/PB:

- Estabelecer normas e critérios para licenciamento ambiental de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras do Meio Ambiente, a ser concedido por seu intermédio ou pela SUDEMA, conforme o caso, respeitados os princípios e limites estabelecidos pelo CONAMA, e pela legislação federal;

- Estabelecer normas, diretrizes, instruções, critérios, padrões relativos ao controle da poluição e à manutenção de qualidade do meio ambiente com

vistas ao uso racional dos recursos ambientais no Estado da Paraíba, observada a legislação federal e as Resoluções do CONAMA;

- Discutir, aprovar e propor à Secretaria a que a SUDEMA esteja vinculada, a Política Estadual do Meio Ambiente, consistente em planos, programas, projetos, pesquisas e atividades que visem ao uso racional e sustentável dos recursos naturais, através do controle, preservação e recuperação do meio ambiente, no sentido de elevar a qualidade de vida da população;

- Determinar, quando julgar necessário, a realização de estudos das alternativas e das possíveis conseqüências ambientais de projetos públicos ou privados, requisitando aos órgãos federais, estaduais e municipais, bem assim a entidades privadas, as informações indispensáveis à apreciações dos Estudos de Impacto Ambiental e respectivos relatórios EIA/RIMA, no caso de obras ou atividades de significativa degradação ambiental, especialmente nas áreas de interesse ecológico do Estado ou designadas como de preservação permanente pela Constituição Estadual;

- Decidir, como última instância Administrativa, em grau de recurso, sobre as multas e outras penalidades impostas, bem como reapreciar solicitações indeferidas pela SUDEMA, em matéria ambiental;

- Homologar acordo visando à transformação de penalidades pecuniárias na obrigação de executar medidas de interesse para proteção ambiental;

- Recomendar a perda ou restrição de benefícios fiscais concedidos pelo Poder Público Estadual em caráter geral ou condicional, e a perda ou suspensão de participação em linhas de financiamentos em estabelecimentos oficiais de créditos do Estado;

- Conceder licenciamento ambiental, nas modalidades de licença prévia, de instalação e de operação, de estabelecimento ou atividades cujos projetos comportem Estudo de Impacto Ambiental e/ou Relatório de Impacto ao Meio Ambiente, EIA/RIMA, ou outros em que a SUDEMA entenda ser necessária a aprovação do COPAM;

- Proceder a revisão ou a renovação do licenciamento ambiental que se tornar objeto de denúncia em que se comprove o não atendimento das exigências legais quando de sua concessão.

- Avocar processos que estejam tramitando no âmbito da SUDEMA, para fins de licenciamento ambiental ou concedê-lo em caráter supletivo, quando por ela solicitado expressamente.

As ações que visam políticas de proteção ao meio ambiente são crescentes, o que leva a SUDEMA atuar no combate das agressões à natureza praticadas pelo homem, promovendo, assim, o gerenciamento ambiental no Estado.

As normas e diretrizes que tratam da proteção do meio ambiente no Estado da Paraíba, devendo ser observadas e cumpridas pelas empresas atuantes no território estadual, são apresentadas na Tabela 7, a seguir:

Tabela 7 – Leis Estaduais que tratam da proteção do meio ambiente na Paraíba.

Lei Estadual	Emissão	Referência
4.033/78	20/12/1978	Dispõe sobre a criação da Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA)
4.067/79	28.06.1979	Institui o Fundo de Desenvolvimento da Produção Mineral (FDPM) e Autoriza a criação da Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais da Paraíba (CDRM/PB)
4.335/81	16/12/1981	Cria o Conselho de Proteção Ambiental (COPAM) e dá outras providências
6.002/94	29/12/1994	Institui o código florestal do Estado da Paraíba e dá outras providências
6.308/94	02/07/1994	Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, suas diretrizes, e dá outras providências
6.002/94	29/12/1994	Cria o Fundo Estadual de Proteção ao Meio Ambiente

Fonte: Adaptado da SUDEMA/PB (PARAÍBA, 2009).

Na prática, existe uma tendência para o aumento gradativo de legislações pertinentes ao tema, assim como para a implementação de ações no sentido de aumentar a fiscalização do cumprimento dos diplomas legais existentes, em função de vários aspectos, como, por exemplo, a pressão exercida pela sociedade.

b) em nível Municipal

Embora possua autonomia político-administrativa, o município necessita manter-se dentro dos princípios normativos estabelecidos nas Constituições

(Federal e Estadual) em conformidade com as legislações das três esferas políticas.

No caso dos municípios paraibanos, nos quais é explorada a extração de areia, faz-se necessário que suas Leis Orgânicas estabeleçam normas e diretrizes para o gerenciamento do meio ambiente, que devem ser observadas e cumpridas pelas empresas que exploram a extração em seus territórios.

Segundo ZYGER (2005), quanto às perspectivas sobre soluções para as questões relacionadas com meio ambiente, imagina-se que somente será possível uma resposta positiva se a sociedade se comprometa em participar ativamente no processo de reeducação, voltada à eliminação do desperdício e o uso indiscriminado dos recursos naturais disponíveis.

Não se pode deixar de destacar ainda que, no Brasil, a fiscalização pode ser também exercida por outros órgãos que atuam em questões ambientais. De acordo com a nossa Constituição Federal, o meio ambiente, por ser um direito de todos, possui a chamada competência concorrente, segundo a qual todos têm o dever de fiscalização; portanto, todos os órgãos ligados ao meio ambiente (Federal, Estadual e Municipal) podem e, mais do que isto, devem atuar na fiscalização das políticas ambientais das empresas.

2.5 Conceitos básicos da microeconomia

Para o entendimento de alguns princípios da economia ambiental abordados nesse trabalho, esta seção apresenta alguns conceitos da microeconomia.

- **Elasticidade-preço da demanda**

A elasticidade mede quanto uma variável pode ser afetada por outra. Trata-se de um número que informa a variação percentual em uma variável devido a um aumento de um ponto percentual (1%) em outra variável.

Define-se elasticidade-preço da demanda como a porcentagem de variação na quantidade demandada de um bem que resulta de 1% de aumento de seu preço.

Essa elasticidade pode ser expressa da seguinte forma:

$$E_p = \frac{\Delta Q / Q}{\Delta P / P} = \frac{P \Delta Q}{Q \Delta P} \quad (1)$$

Onde: E_p é a elasticidade de preço da demanda, Q é a quantidade demandada e P o preço do bem.

Essa elasticidade é geralmente negativa em função da relação inversa do preço com a quantidade demandada, ou seja, quando o preço de um bem aumenta a quantidade demandada em geral cai.

Nos últimos anos muitos trabalhos foram dedicados à estimativa do valor de disposição a pagar pelo uso d'água residencial, industrial e agrícola. Muitos desses estudos utilizaram a elasticidade de preço de demanda por água segundo os diversos tipos de uso, como: Ribeiro, Lanna e Pereira (1999); Martinez (2002); Arbués, Garcia e Martinez (2003); Martinez e Nauges (2004); Medeiros e Ribeiro (2006); Bell e Griffin (2005); Kostas e Chrysostomos (2006); Babel; Gupta e Pradhan (2007) e Scarpin e Boff (2008).

A Tabela 8, a seguir, resume as relações entre a elasticidade-preço da demanda e as receitas geradas. Quando a elasticidade-preço é inferior a 1, diz-se que a demanda é inelástica e quando for superior a 1, a demanda é elástica. Em geral, a elasticidade de preço da demanda por um bem depende da disponibilidade de outros bens que possam ser substituídos por ele. Quando existem bens substitutos, um aumento no preço de um bem faz com que o consumidor passe a comprar mais do substituto e menos do referido bem. Quando não existem substitutos, a demanda tenderá a ser inelástica ao preço.

Tabela 8 - Relação entre elasticidade-preço da demanda (EP) e as receitas geradas.

Se E_p for	Diz - se Demanda de	Variação em P(preço)	Variação em Q(quantidade demanda)	Receitas totais (P.Q)
< 1	Preço - inelástica	P ↑	Q ↓ menos do que proporcionalmente	aumentam
		P ↓	Q ↑ menos do que proporcionalmente	diminuem
= 1	Elástico-unitária	P ↑	Q ↓ proporcionalmente	constantes
		P ↓	Q ↑ proporcionalmente	constantes
> 1	Preço - elástica	P ↑	Q ↓ mais do que proporcionalmente	diminuem
		P ↓	Q ↑ mais do que proporcionalmente	aumentam

Fonte: Adaptado de Ribeiro; Lanna e Pereira (1999).

- **Excedente do consumidor**

O excedente do consumidor tem aplicações relevantes em economia. Segundo Pindyck e Rubinfeld (2006) quando o excedente de muitos consumidores é somado, o resultado indica o benefício agregado que os consumidores obtêm ao adquirir produtos em um mercado.

Ele representa um excesso de satisfação (bem-estar) quando o mesmo paga por um bem uma quantia menor do que estaria disposto a pagar. Na Figura 1, a seguir, observa-se que o excedente do consumidor pode ser medido pela área abaixo da curva da demanda e acima da linha de preço de mercado para aquisição do bem.

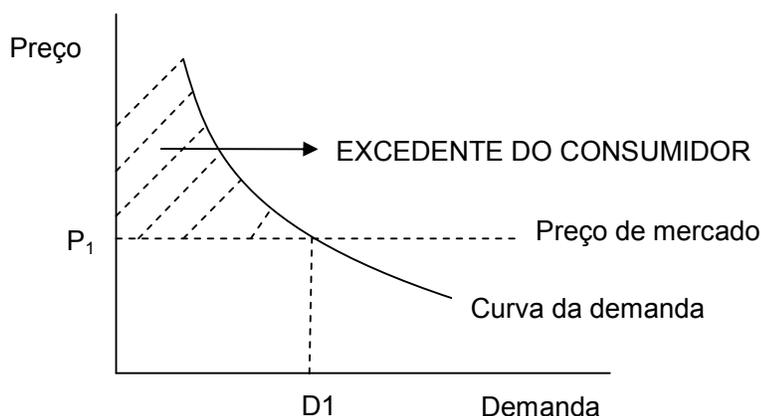


Figura 1 – Excedente do consumidor.

Fonte: Pindyck e Rubinfeld (2006).

Portanto, o excedente do consumidor é utilizado pelos economistas para representar o benefício líquido auferido pelo consumidor quando do consumo de determinado bem, permitindo avaliações em termos de variações de bem-estar (NOGUEIRA; MEDEIROS; ARRUDA, 1998).

- **Custo marginal de produção**

Pindyck e Rubinfeld (2006, p. 185) definem o custo marginal de produção como: “o aumento de custo ocasionado pela produção de uma unidade adicional de produto”. O custo marginal informa quanto custará aumentar a produção em uma unidade. E ele é expresso da seguinte forma:

$$Cmg = \frac{\Delta CV}{\Delta q} = \frac{\Delta CT}{\Delta q} \quad (2)$$

Onde: Cmg é o custo marginal, CV é o custo variável, CT é o custo total e q é o nível de produção (unidades de produtos).

De acordo com Silva (2003), a eficiência econômica em um mercado competitivo é obtida quando o preço do produto final se iguala aos custos marginais de produção.

A Figura 2, a seguir, ilustra a afirmação de Silva (2003), demonstrando que os mecanismos de mercado se encarregam dessa tarefa. Quando a empresa produz Q_1 , esta tendo lucro, já que nesse ponto o custo de preço unitário representado pela reta horizontal é muito superior aos custos marginais de produção (Cmg) e estimulará a empresa aumentar a sua produção. Na incerteza da quantidade ideal de produção, a empresa passa a produzir Q_2 ; contudo, nesse ponto, os Cmg são maiores do que o preço unitário do produto. Portanto, a empresa passa a ter prejuízo e será obrigada a reduzir a produção, até o ponto em que os Cmg se igualem ao preço unitário do produto, ou seja, no ponto Q_e , alcançando, dessa forma, eficiência econômica:

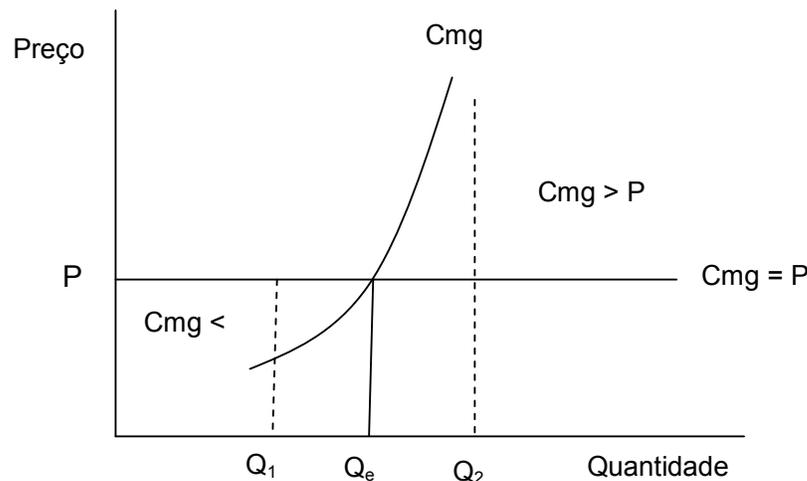


Figura 2 – Condição de eficiência para uma empresa
Fonte: Silva (2003).

• Externalidades

Para Pindyck e Rubinfeld (2006), as externalidades podem surgir entre consumidores, entre produtores ou entre consumidores e produtores. As externalidades são positivas quando a ação de uma das partes beneficia a outra e são negativas quando a ação de uma das partes impõe custos à outra. Se a ação de um produtor ou consumidor, que afeta outros produtores ou consumidores, não está sendo considerado no preço de mercado, diz-se que esta ação está impondo uma externalidade sobre o outro.

Segundo Mas-Colell; Whinston e Green (1995), há uma externalidade quando o bem-estar de um consumidor ou a produção de uma empresa é afetada pela ação de outro agente na economia. Para Contador (2000), as externalidades apresentam duas características essenciais. A primeira são resultados da imprecisão na definição dos direitos de propriedade, principalmente em relação aos bens públicos; a segunda é o caráter involuntário; em razão disso, a poluição é apenas uma consequência, um subproduto de uma atividade cujos efeitos são incômodos a outros. A falta de controle direto, e o custo nulo sobre as fontes dos efeitos externos dificultam a eliminação total das externalidades.

Um exemplo de externalidade negativa seriam as atividades de extração de areia nos leitos dos rios, responsáveis por impactos ambientais muitas vezes irreversíveis, destruindo a fauna, a flora e modificando o ambiente físico e biótico. Como essas externalidades não se refletem nos preços de mercado da areia, elas podem se tornar uma causa de ineficiência econômica. Portanto, é relevante destacar o seguinte comentário:

A eficiência econômica exige que se assinale o “preço correto” aos recursos ambientais. Internalizando os custos (benefícios) ambientais via preço das externalidades nas atividades de produção ou consumo, é possível obter uma melhoria de eficiência com maior nível de bem-estar. Assim, a demanda por recursos ambientais poderia ser induzida via preços (MOTTA, 2006, p.183).

• Bens públicos

Em economia, encontra-se várias definições para bens públicos:

1) é definido como um bem não-rival e não-exclusivo e tem as características de indivisibilidade em que todo indivíduo tenha acesso à mesma disponibilidade desse bem;

2) “é uma mercadoria que pode ser disponibilizada a baixo custo para muitos consumidores, mas, assim que ela é ofertada para alguns, torna-se muito difícil evitar que outros também a consumam” (PINDYCK; RUBINFELD, 2006, p.524);

3) “Chamaremos de bens públicos aqueles bens cujos direitos de propriedade não estão completamente definidos e assegurados e, portanto, suas trocas com outros bens acabam não se realizando eficientemente através do mercado” (MOTTA, 2006, p.180).

Um bem público possui duas características básicas, que o diferenciam de um bem privado. A primeira refere-se a um bem não disputável no mercado em que, para qualquer nível de sua produção, o custo marginal de fornecê-lo para um consumidor adicional é zero. A segunda característica refere-se a um bem não exclusivo em que é impossível impedir que outras pessoas o consumam. Por exemplo, o ar vem a ser um bem não exclusivo, visto que é difícil impedir qualquer pessoa de desfrutá-lo. Ele é também um bem não disputável, ou seja, seu consumo por uma pessoa não inviabiliza o de outra.

A areia utilizada no processo produtivo da construção civil, em função de suas características, é um bem público. Pode-se dizer também que areia é um exemplo de um bem público não exclusivo, porém, é um bem disputável, porque impõe custos a outras pessoas, quanto maior for o seu consumo pelas empresas da construção civil menor será sua disponibilidade para outros consumidores.

2.6 Valoração Econômica Ambiental

Os recursos naturais não são mercadorias, constituem-se em ativos essenciais à preservação da vida de todos os seres. O enfoque sistêmico da valoração ajuda no entendimento de como é importante compreender o valor que tem o meio ambiente para a sobrevivência das espécies na terra.

Segundo Tavares; Ribeiro e Lanna (1999) “valorar recursos ambientais é uma tarefa complexa e que exige uma abordagem multidisciplinar”. Para Ortiz (2003), a valoração econômica ambiental é uma ferramenta fundamental para a formulação e a avaliação de políticas orientadas ao desenvolvimento sustentável e à preservação dos recursos ambientais.

O principal objetivo da valoração econômica ambiental é estimar os custos sociais de se usar recursos ambientais escassos ou, ainda incorporar os benefícios sociais advindos do uso desses recursos. A questão da valoração do meio ambiente e sua contabilização é um desafio que passa pelas seguintes perguntas: Que valor assume o meio ambiente para a sociedade atual? É possível valorar os recursos naturais? Como podemos fazê-lo?

O valor de um bem ou recurso ambiental não é observado no mercado através do sistema de preços, e sim pelos seus atributos que podem ou não estar associados a um uso.

O valor econômico de um recurso ambiental (VERA) pode ser decomposto em valor de uso (VU) e valor de não uso (VNU), assim representado:

$$\mathbf{VERA = VU + VNU} \quad (3)$$

O valor de uso (VU) é subdividido em valor de uso direto propriamente dito, valor de uso indireto (quando o benefício de seu uso deriva de funções ecossistêmicas) e valor de opção que se refere ao valor que os indivíduos atribuem ao recurso ambiental para uso direto e indireto no futuro.

O valor de não uso (VNU) ou valor de existência (VE) refere-se a um valor que está dissociado do uso dos recursos ambientais independentemente de uma relação com os seres humanos, mesmo que estes não representem uso atual ou futuro para ninguém (MARQUES; COMUNE, 1995).

Para proceder à valoração econômica de usos e não usos de recursos ambientais, faz-se necessária a utilização de métodos de valoração econômica ambiental. Os principais métodos utilizados na valoração de recursos ambientais são: método de valoração contingente; método do custo de viagem; método de preços hedônicos; método da produtividade marginal e métodos de mercado de bens substitutos (custo de reposição, custos evitados e custos de controle).

Embora esses métodos de valoração apresentem resultados muitas vezes divergentes, todos partem do mesmo princípio da racionalidade econômica. As pessoas realizam suas escolhas a partir do que observam, procurando maximizar o bem estar limitadas pelas restrições orçamentárias. Não se trata de transformar um bem ambiental num produto com preço de mercado, mas sim

mensurar as preferências dos indivíduos sobre as alterações em seu ambiente (PEARCE, 1993).

2.7 Métodos de Valoração Ambiental

Os métodos de valoração ambiental podem ser classificados em diretos e indiretos. Os métodos diretos procuram captar as preferências das pessoas utilizando-se de mercados hipotéticos ou de mercados de bens complementares para obter a disposição a pagar (DAP) ou a disposição aceitar (DAC) dos indivíduos pelo bem ou serviço ambiental. Por sua vez, os denominados métodos indiretos procuram obter o valor do recurso através de uma função de produção, relacionando o impacto das alterações ambientais a produtos com preços no mercado (MOTTA, 2006). Uma síntese dos principais grupos de métodos e seus respectivos subgrupos está ilustrada na Figura 3, a seguir:

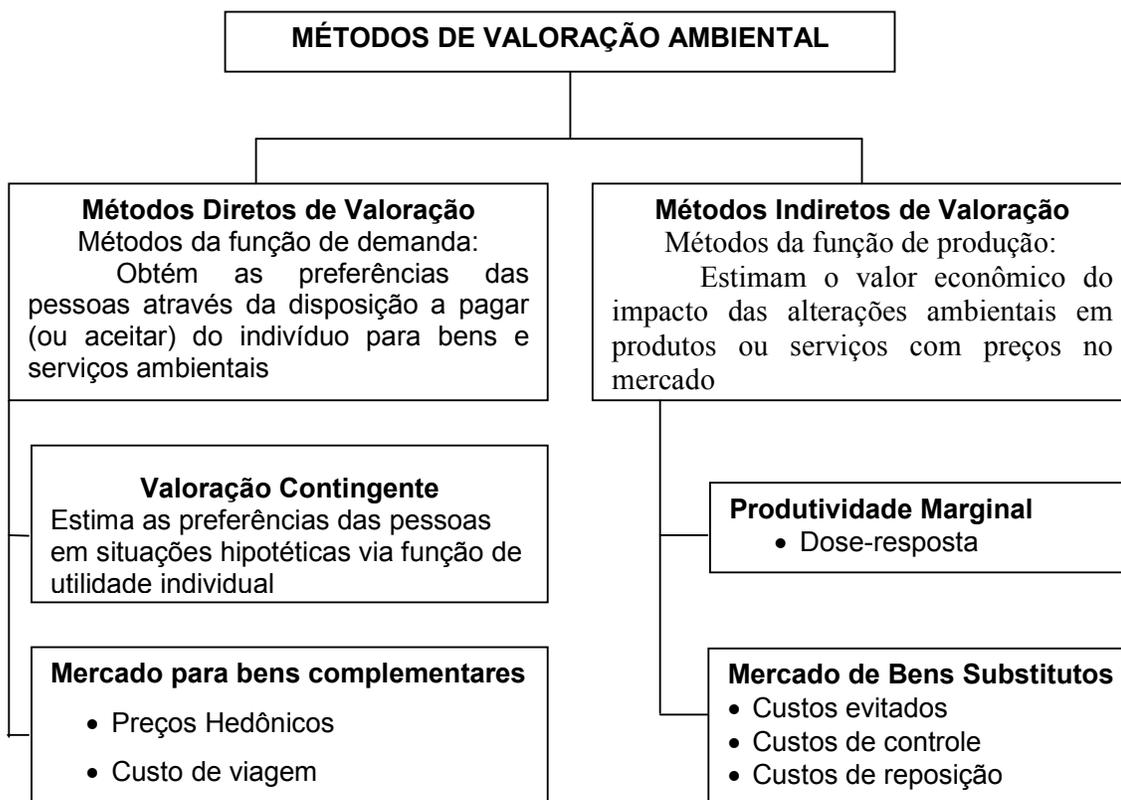


Figura 3: Métodos de valoração ambiental.

Fonte: Adaptado de Motta (2006).

2.7.1 Métodos indiretos de valoração

Os métodos indiretos de valoração estimam o valor de um recurso ambiental através de uma função de produção. O objetivo é calcular o impacto de uma alteração marginal do recurso ambiental na atividade econômica, utilizando como referência produtos no mercado que sejam afetados pela modificação na provisão do bem ambiental.

Esses métodos exigem o conhecimento da relação entre a alteração ambiental e o impacto econômico na produção, que pode ser calculado diretamente no preço de mercado do produto afetado (produtividade marginal) ou em um mercado de bens substitutos (custos evitados, custos de controle, custos de reposição).

2.7.1.1 Produtividade marginal (Dose-resposta)

O método de produtividade marginal atribui um valor ao uso da biodiversidade relacionando a quantidade, ou qualidade, de um recurso ambiental diretamente à produção de outro produto com preço definido no mercado. Por isso esse método se caracteriza por utilizar preços de mercado como aproximação (PEARCE, 1993).

Como exemplo de função dose-resposta, pode-se citar o nível de contaminação da água, representando a dose de poluição, e a queda da qualidade dos rios e a conseqüente diminuição da produção pesqueira, representando a resposta. Dose também pode ser o número de predadores naturais das pragas que prejudicam uma produção agrícola, cuja queda terá como resposta a diminuição da produtividade agrícola.

A construção da função dose-resposta envolve duas etapas básicas. A primeira exige a elaboração de uma função física dos danos, relacionando a dose de poluição ou degradação com a resposta do ativo ambiental poluído ou degradado na produção. A segunda corresponde à formulação de um modelo econômico que mensure o impacto financeiro dessas alterações no processo produtivo. Entretanto, a função de produção pode não ser tão trivial caso as relações biológicas e tecnológicas sejam demasiadamente complexas (MOTTA, 1998). A função exigiria a inclusão de múltiplas variáveis, e um estudo de campo

bem detalhado para conhecimento de todos os agentes que participam do processo.

A tarefa de mensurar com precisão a provisão de bens ambientais já é um tanto complicado. Maiores dificuldades ainda serão encontradas na formulação de relacionamentos dose-resposta, que exigem sólidos conhecimentos sobre as ciências naturais (PEARCE, 1993). É muito difícil precisar as relações causais ambientais, pois diversos benefícios tendem a ser afetados pela queda da qualidade ambiental, não somente aqueles do processo produtivo. Para conhecimento dos benefícios ou danos gerados, é necessário profundo conhecimento dos processos biológicos, das capacidades técnicas e suas interações com as decisões dos produtores, e do efeito da produção no bem estar da população (HANLEY; SPASH, 1993).

O método de produtividade marginal acaba estimando apenas uma parcela dos benefícios ambientais, e os valores tendem a ser subestimados. A função de produção capta apenas valores de uso direto e indireto do recurso ambiental. Valores de opção e valores de existência, como a preservação das espécies, não fazem parte das estimativas.

Dixon et al (1994) utilizaram esse método para estimar o custo da erosão do solo na ilha de Java na Indonésia. Os resultados indicaram perdas na quantidade e na qualidade da produção agrícola provocadas pela erosão do solo. Estimou-se uma perda na produção agrícola de 4% que corresponde a um custo de 315 milhões de dólares.

2.7.1.2 Mercado de bens substitutos

A metodologia de mercado de bens substitutos parte do princípio de que a perda de qualidade ou escassez do bem ou serviço ambiental irá aumentar a procura por substitutos na tentativa de manter o mesmo nível de bem estar da população. Segundo Motta (2006), para uma função de produção $P = f(Y, R)$ onde R tem em S seu substituto perfeito, então a função de produção pode ser escrita na forma $P = f(Y, R+S)$. Portanto a diminuição de uma quantidade de R pode ser compensada por uma quantidade S para manter P constante.

Nas próximas seções apresentam-se três métodos com base em mercado de bens substitutos, bastante conhecidos e de fácil aplicação. São eles: custos evitados, custos de controle e custos de reposição.

a) Custos Evitados

De acordo com Pearce (1993) a idéia básica do método de custos evitados é de que gastos incorridos pelo consumidor ou usuários em produtos substitutos para alguma característica ambiental podem ser utilizados como aproximações para mensurar monetariamente a percepção dos indivíduos das mudanças nessa característica ambiental.

Por exemplo, quando uma pessoa paga para ter acesso à água encanada, ou compra água mineral em supermercados, supõe-se que esteja avaliando todos os possíveis males da água poluída, e indiretamente valorando sua disposição a pagar pela água descontaminada. Os investimentos feitos pela indústria automobilística em acessórios para aumentar a segurança dos automóveis, como a utilização de *airbags*, também refletem a preocupação dos compradores com a diminuição do risco de morte em acidentes de trânsito, e podem gerar uma estimativa do valor dado à vida humana.

A característica dessa abordagem é induzir os indivíduos a gastos oriundos da substituição de outros insumos ou melhoramento dos existentes devido à mudança na qualidade do recurso anteriormente utilizado (HANLEY; SPASH, 1993).

As estimativas dos custos evitados tendem a ser subestimadas, pois desconsideram uma série de fatores, como a existência de um comportamento altruísta do indivíduo ao estimar o valor dado à vida ou à saúde alheia, além da falta de informação sobre os reais benefícios do bem ou serviço ambiental.

Um exemplo da aplicação do método de custos evitados é um estudo de caso dos aspectos qualitativos ambientais de projetos de agricultura na Coreia, realizados por Kim e Nixon (1986). Esse estudo utilizou informações sobre custos para construção de diques para desviar cursos d'água a fim de evitar danos à agricultura, decorrentes da erosão do solo. Os benefícios relativos às ações para aumentar a produtividade da agricultura foram calculados considerando os gastos dos fazendeiros com a construção de diques.

b) Custos de Controle

A abordagem desse método faz-se necessária quando o custo de controle em que empresas ou consumidores incorrem para evitar a variação do bem ambiental e garantir a qualidade dos benefícios gerados à população (MOTTA, 2006). Como exemplo, pode-se citar os gastos com o tratamento de esgoto para evitar a poluição dos rios, como também um sistema de controle de emissão de poluentes de uma indústria para evitar a contaminação da atmosfera.

Por limitar o consumo presente do capital natural, o controle da degradação contribui para manter um nível sustentável de exploração, permitindo o aproveitamento dos recursos naturais para as gerações futuras. Quanto maior o estoque de capital natural, maior a capacidade do país para gerar renda no futuro, e a escolha pelo consumo presente representa o quanto a sociedade está abrindo mão de seus ativos naturais para a geração de renda (MOTTA, 1998).

c) Custos de Reposição

Esse método baseia-se em preços de mercado para repor ou reparar o bem ou serviço danificado, partindo do pressuposto que esse custo é uma medida de seu benefício (PEARCE, 1993). Uma das desvantagens do método é que, por maiores que sejam os gastos envolvidos na reposição, nem todas as complexas propriedades de um atributo ambiental serão repostas pela simples substituição do recurso. Os reflorestamentos estão longe de recuperar toda a biodiversidade existente em uma floresta nativa, assim como a adubação química jamais irá repor integralmente toda fertilidade do solo que levou milhões de anos para se constituir.

Para Nogueira; Medeiros e Arruda (1998), outra abordagem do custo de reposição é quando se configura uma restrição total a não permitir um declínio na qualidade ambiental. Nesse caso os custos de reposição se apresentam como uma primeira aproximação dos benefícios ou danos.

Para ilustrar esse método, Bickmore e Willians (1994) realizaram um estudo para a reposição dos *habitats* ameaçados, destinados a aves selvagens, em decorrência da construção de uma represa próxima ao estuário de Mersey, no Noroeste da Inglaterra. Estimaram o valor presente líquido de 14,4 milhões de dólares.

Outro exemplo da aplicação desse método é um estudo de caso realizado por Marques e Pereira (2004) nas bacias hidrográficas dos Rios Atibaia e Jaguarí

que ocupam uma área de 4.290 e 2.760 km², respectivamente, no Estado de São Paulo. Os valores econômicos foram calculados a partir das perdas de solo por cultura, transformadas em perdas de nutrientes conforme os tipos de solo. O valor monetário devido à erosão do solo na Bacia de Atibaia foi estimado em 336 mil dólares por ano, sendo que a parcela correspondente à reposição do Nitrogênio, pelo sulfato de amônio, correspondeu a quase 90% dos valores totais das perdas. Já as estimativas do valor econômico das perdas de solo agrícola ocorridos na bacia do Rio Jaguarí foi de 715 mil dólares por ano.

2.7.2 Métodos diretos de valoração

Os métodos diretos de valoração, segundo Motta (2006), assumem que a variação da disponibilidade do recurso ambiental altera a disposição a pagar ou aceitar dos agentes econômicos em relação àquele recurso ou seu bem privado complementar. São também chamados de métodos da função de demanda, pois estimam diretamente os valores econômicos (preço-sombra) com base em funções de demanda para estes recursos derivadas de mercado de bens ou serviços privados complementares ao recurso ambiental (preços hedônicos e custo de viagem) ou mercado hipotético construído especificamente para o recurso ambiental em análise (valoração contingente).

2.7.2.1 Preços Hedônicos

O método de preços hedônicos estabelece uma relação entre os atributos de um produto e seu preço de mercado. Esse método pode ser aplicado a qualquer tipo de mercadoria, embora seu uso seja mais freqüente em preços de propriedades. De acordo com Nogueira; Medeiros e Arruda (1998) quando um indivíduo vai comprar uma propriedade no mercado imobiliário, ele considera as características local e ambiental para fazer sua escolha.

Segundo Motta (2006), esse método baseia-se no pressuposto de que há bens privados “A” cujo valor varia em função do valor de outros bens ou serviços “B”, complementares a “A”. Através de uma função hedônica de preço pode-se estimar o valor dos atributos de um ou vários bens e serviços ambientais implícitos no valor do bem privado.

Sendo P o preço de uma propriedade, a função hedônica de seus atributos ambientais será expressa por:

$$P_i = P(R_i, SE_i, A_i) \quad (4)$$

onde:

P_i = preço da residência i ;

R_i = nível do bem ou serviço ambiental R da propriedade i .

SE_i = características sócio-econômicas da região (índices sociais, etnia, etc)

A_i = atributos da propriedade i ;

O coeficiente de cada variável no modelo determina a relação entre a característica e o preço da propriedade, e será o indicador para a estimativa de seus benefícios na área residencial.

O preço marginal de um bem ou serviço ambiental j , ou seja, a disposição a pagar do indivíduo por uma unidade adicional da característica ambiental A_j será dada por:

$$\partial P_i / \partial A_j = P(R_i, SE_i, A_i) \quad (5)$$

Rodrigues (2009) aplicou a metodologia de preços hedônicos como ferramenta para identificação dos principais atributos dos aparelhos celulares com seus respectivos preços comercializado no mercado brasileiro. Utilizou modelos econométricos para simular e identificar o preço sugerido ou potencial de novos celulares não incluídos na amostra. Aplicou a metodologia para comparar o preço sugerido pelo modelo de um tipo de celular e o seu preço real de varejo. Os valores encontrados foram R\$ 123,00 e R\$ 129,00 respectivamente.

2.7.2.2 Custo de Viagem

Uma das mais antigas metodologias de valoração econômica é o custo de viagem, muito utilizada para a valoração de patrimônios naturais de visitação pública. Segundo Hanley e Spash (1993), a primeira menção do método ocorreu em 1947 com uma carta do economista Harold Hotelling ao diretor do US Park Service.

O método estabelece uma função, relacionando a taxa de visitação às variáveis de custo de viagem, tempo, taxa de entrada, características

socioeconômicas do visitante, e outras variáveis que possam explicar a visita ao patrimônio natural (PEARCE, 1993). Os dados são obtidos através de questionários aplicados a uma amostra da população no local de visitação.

Segundo Nogueira; Medeiros e Arruda (1998) para viagens de turismo as pessoas precisam comprar produtos que serão utilizados durante a viagem. Esses gastos servem como uma aproxima o da valora o monetária que o indivíduo está fazendo dessa satisfa o adicional.

Como a distância de uma região ao patrimônio natural   um fator preponderante para determina o da taxa de visita o dos moradores, pode-se então melhorar a precisão das estimativas, classificando os indivíduos quanto a sua zona de origem (bairro, cidade, país). Assim, diminui-se um possível viés de localidade, ao mesmo tempo em que a obten o de variáveis comuns a cada região   facilitada.

De acordo com Motta (2006) a partir desses dados, estima-se a taxa de visita o de cada zona residencial da amostra para correlacioná-las com os dados de custo médio de viagem da zona (sítio) em questão S_i , conforme expresso abaixo:

$$V_i = f(CV, S_1, S_2, \dots, S_n) \quad (6)$$

Onde:

V_i = taxa de visita o;

CV = custo de viagem;

S = variáveis socioeconômicas.

Para cada custo de viagem de uma zona residencial, tem-se uma taxa de visita o respectiva. Derivando-se a fun o V , que relaciona a taxa de visita o   variável do custo de viagem CV , obteremos a curva de demanda pelo patrimônio natural (Figura 4). Essa fun o será uma estimativa da rela o entre o número esperado de visitantes (demanda) e a DAP pela visita. A  rea abaixo desta fun o representa a varia o do excedente do consumidor, e será a estimativa do benefício total gerado pelo patrimônio natural.

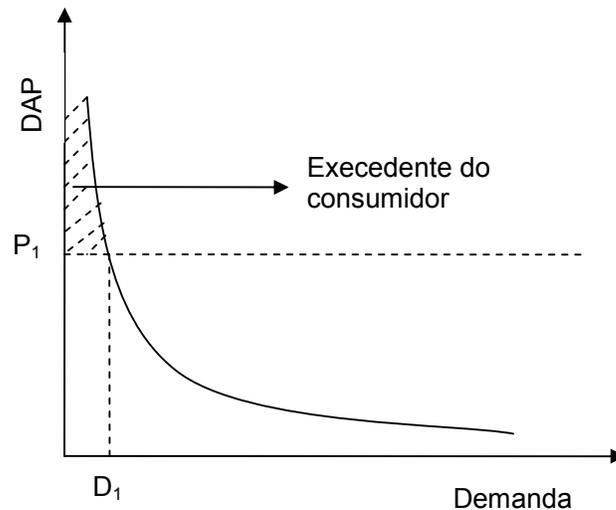


Figura 4: Curva de demanda pelo patrimônio natural.
Fonte: Adaptado de Pindyck e Rubinfeld (2006).

Maia e Romeiro (2008) aplicaram o método do custo de viagem para estimar o valor econômico do Parque Nacional da Serra Geral (PNSG) localizado nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, totalizando uma área de proteção de 17.300 hectares, onde se encontram inúmeros *canyons*, cachoeiras e espécies ameaçadas da fauna e flora. No caso do PNSG, a diferença entre a estimativa do MCV e a do preço das propriedades, baseado na produtividade média da pecuária, gerou diferenças significativas. Considerando, por exemplo, um horizonte de 25 anos (para uma taxa de retorno de 12% ao ano), o benefício líquido exclusivo do PNSG equivaleria a um valor presente da ordem de R\$ 283 milhões, ou R\$ 16 mil/ha, valor 11 vezes superior ao preço de mercado das propriedades.

2.7.2.3 Método de Valoração Contingente (MVC)

O método de valoração contingente é um dos métodos que apresentam maior número de trabalhos em periódicos que tratam de valoração econômica ambiental, e sua base teórica está nas preferências do consumidor, via função de utilidade individual (NOGUEIRA; MEDEIROS; ARRUDA, 1998).

O MVC faz uso de consultas à população para captar diretamente os valores individuais, de uso e não-uso, atribuídos a um recurso natural. Simula um mercado hipotético, informando aos entrevistados sobre os atributos do recurso

natural a ser avaliado, e os interrogando sobre sua disposição a pagar (DAP) para prevenir, ou a disposição a receber compensação (DAC) para aceitar uma alteração em sua provisão ambiental (MOTTA, 2006).

O MVC está baseado em um mercado hipotético, no qual os entrevistados não são, de fato, exigidos a fazer as contribuições que eles revelam estar dispostos a pagar (FOSTER; BATEMAN; HARLEY, 1997). A controvérsia é maior no caso de valores de existência nos quais a ausência de um mercado real comparável para o recurso natural torna difícil avaliar a veracidade de vontade declarada para pagamento do entrevistado (CUMMINGS; HARRISON; RUTSTROM, 1995).

Em seu “Manual para valoração econômica de recursos ambientais”, Motta (1998) destaca que a avaliação de aceitabilidade das estimativas de DAP ou DAC estará concentrada nas questões teóricas e metodológicas do MVC. Essas questões podem ser divididas nas categorias *confiabilidade*, *validade* e *vieses*.

A “*validade*” refere-se ao grau em que os resultados obtidos no MVC indicam o “verdadeiro” valor do bem que está sendo investigado, enquanto a *confiabilidade* analisa a consistência das estimativas. Quando a aplicação do MVC alcança estimativas consistentes, mas sujeitas à presença de vieses, os resultados são julgados não válidos. A *validade* e a *confiabilidade* poderão ser expressas por um modelo linear geral da seguinte forma:

$$y = ax + b + \varepsilon \quad (7)$$

onde:

y = valor observado da variável

x = valor verdadeiro da variável

a e b = constantes

ε = erro residual

Sendo que “a” e “b” refletem a *validade* do método, “ ε ” determina a *confiabilidade*. Para valores de a=1, b=0 e “ ε ” sendo aleatório, indica-se absoluta *validade*. Quando “ ε ” não se revela aleatório, é indicada a existência de vieses.

Segundo Motta (2006), alguns vieses podem interferir na confiabilidade do MVC, mas podem ser minimizados pelo desenho da amostra e do questionário. Mitchell e Carson (1989), com base em um conjunto de hipóteses sobre comportamento humano que motiva as pessoas a se comportarem em uma

situação de entrevista, abrange uma gama de vieses que são considerados na literatura do MVC.

Os mais importantes tipos de vieses são descritos a seguir:

Viés Estratégico: está relacionado fundamentalmente à percepção dos entrevistados acerca da obrigação de pagamento e às suas perspectivas quanto à provisão do bem em questão. Se o entrevistado perceber que realmente pagará o valor por ele citado na pesquisa, tenderá a responder valores abaixo de suas verdadeiras preferências. Se o entrevistado, partindo do pressuposto que outros estarão dispostos a pagar o suficiente para garantir a provisão do bem, tende a ter um comportamento de carona (*free rider*), estipulando, assim, sua DAP abaixo do valor real. Uma outra forma de viés estratégico ocorre quando o entrevistado acha que o valor de sua DAP não será, de fato, cobrado, mas que a sua resposta poderá influenciar a decisão sobre a oferta do bem, podendo revelar nesse caso, valores acima de sua DAP. Questionários bem estruturados, em que o entrevistado não poderá esquivar-se do pagamento, bem como questionários do tipo referendo, minimizam significativamente este viés;

Viés Hipotético: como mercado hipotético não se trata de um mercado real, são simulações, os entrevistados percebem que não sofrerão custos e podem revelar valores que não correspondem às verdadeiras preferências. As pesquisas elaboradas sobre viés hipotético demonstram que este tipo de problema é mais significativo em estudos baseados na DAC e que pode se tornar insignificante nos estudos baseados na DAP. Nesse caso, recomenda-se a utilização de DAP, e não da DAC, além da construção de cenários plausíveis que inspirem credibilidade, para minimização desse viés;

Problema da Parte-Todo (*embedding bias*): trata-se da dificuldade de distinguir o bem específico (parte) de um conjunto mais amplo de bens (todo). O entrevistado valoriza uma maior ou menor parte de um conjunto de bens ou serviços ambientais que aquela que o entrevistador está avaliando;

Viés da Informação: a qualidade da informação passada ao entrevistado no cenário do mercado hipotético afeta a resposta de DAP e DAC. Portanto, a questão passa a ser garantir a veracidade da informação, verificando se esta foi elaborada para induzir um determinado resultado e também se a informação se modifica ao longo da amostra. Os cenários hipotéticos apresentados no MVC

incluem não apenas o bem ambiental (melhoria na qualidade da água, criação de áreas florestais, etc.), mas também o contexto institucional em que poderia ser provido e a forma que seria financiado;

Viés do Entrevistador e do Entrevistado: o entrevistador pode influenciar as respostas, dependendo de sua aparência ou de como se comporta. Recomenda-se a utilização de entrevistadores profissionais que, por treinamento e experiência, transmitam a informação exatamente como está apresentada nos questionários, bem como adoção de respostas já preparadas, a serem escolhidas pelos entrevistados (escolha dicotômica);

Viés do Veículo de Pagamento: os indivíduos não são totalmente indiferentes quanto ao veículo de pagamento associado a DAP. Dependendo do método de pagamento, a DAP pode variar. Por exemplo, os indivíduos podem preferir pagar uma taxa X de entrada associada ao uso, a um aumento X em impostos. Se a média dos lances não difere quando são usados veículos distintos, então este tipo de viés é considerado irrelevante;

Viés do Ponto Inicial (ou ancoramento): o valor inicial de um formato referendo ou de um jogo de leilão (*bidding games*) pode influenciar significativamente o lance final. Para minimizar esse viés, é preciso reduzi-lo por meio de estimações mais precisas sobre pontos máximos e mínimos da DAP ou DAC, de forma tal que o menor lance apresentado seja aquele que será aceito por todos, e o maior seja rejeitado por todos;

Viés da Obediência ou Caridade (*warm glow*): os indivíduos tendem a manifestar sua intenção em pagar por algo que considerem justo ou correto, embora não se disponham a pagar, de fato, caso lhes seja cobrado. Uma forma de contornar esse viés é criar mecanismos que forcem um comprometimento real do entrevistado como, por exemplo, um termo de compromisso assinado;

Viés da Subaditividade: este viés ocorre quando os valores da DAP para serviços ambientais são estimados em conjunto e apresentam um valor total inferior à soma de suas valorações em separado por serviço. Esse viés, entretanto, é decorrente das possibilidades de substituição entre os serviços, e não de qualquer procedimento inadequado de pesquisa. Sua observância está de acordo com o contexto econômico da mensuração e, portanto, sua minimização dependerá da capacidade da pesquisa em identificar estas possibilidades de substituição. Com base nessa percepção, o analista deve decidir se as alterações

de disponibilidade serão por variação de conjunto ou em separado, explicitando-as nas informações do questionário;

Viés de Agregação: esse é outro viés inerente ao contexto econômico da mensuração, quando a medida de DAP ou DAC de um bem ou serviço ambiental varia se mensurada antes ou depois de outras medidas de outros bens ou serviços que podem ser seus substitutos. Para contornar esse problema, o analista deve julgar um critério que defina a sequência de mensuração, de acordo com sua possibilidade de ocorrência, ou especificar no questionário, com clareza, que outros recursos ambientais substitutos continuarão em disponibilidade.

Para minimizar esses vieses na estruturação do MVC, faz-se necessário seguir procedimentos indicados pela literatura. Um desses procedimentos mais indicados é o relatório elaborado por um grupo de renomados economistas, liderado por dois prêmios Nobel de Economia - Keneth Arrow e Robert Solow - encarregado pelo governo norte-americano para avaliar os danos causados no Alaska pelo derramamento de óleo do petroleiro Exxol Valdez em 1989, através da agência National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Esse relatório, publicado por Arrow et al (1993), reconhece a validade do MVC, mas traz uma série de recomendações para sua elaboração. A seguir, apresenta-se um resumo das mais importantes recomendações do NOAA *panel* para estruturação de uma aplicação do MVC:

- a) utilizar de amostragem probabilística;
- b) minimizar respostas nulas;
- c) aplicar o questionário através de entrevistas pessoais;
- d) realizar pré-testes para treinar o entrevistador para ser neutro;
- e) realizar pesquisa piloto para testar o questionário;
- f) utilizar questões do tipo *referendum*, aplicadas à disposição a pagar e não à disposição a receber;
- g) oferecer informações precisas sobre o que está se medindo;
- h) lembrar o entrevistado de eventuais bens substitutos e de sua restrição orçamentária;
- i) identificar com clareza a alteração de disponibilidade do recurso;
- j) verificar o entendimento do entrevistado com relação ao cenário;
- k) incluir qualificações para respostas sim ou não;

- l) administrar tempo de aplicação do questionário para evitar perda de acuidade das respostas;
- m) incluir outras variáveis explicativas relacionadas com o uso do recurso ambiental;
- n) evitar o uso do ponto inicial em jogos de leilão e no cartão de pagamento;
- o) ter cuidado no processo de agregação para considerar a população relevante;
- p) testar o impacto de fotografias para avaliar se não estão gerando impactos emocionais que possam enviesar respostas;
- q) apresentar os resultados por completo, com desenho da amostra, questionário, método estimativo e base de dados disponível.

2.8. Técnicas de eliciação utilizadas no MVC

Quando da aplicação do questionário pelo MVC, os indivíduos recebem informações sobre o mercado hipotético e são solicitados a declarar sua máxima DAP por um bem ou serviço ambiental. Na aplicação do MVC, o valor do bem público ou serviço é obtido por meio de técnicas de eliciação (PORTNEY, 1994; MITCHELL; CARSON, 1989).

Segundo Boyle et al (1996), as principais técnicas de eliciação disponível na literatura são:

Jogo de leilão (*bidding game*): valores iniciais são sugeridos e, dependendo da resposta esses valores são alterados até serem aceitos pelo entrevistado;

Cartão de pagamento (*payment card*): é apresentado um cartão ao entrevistado com uma gama de valores, e solicitado que declare o máximo valor de DAP pelo bem público ou serviço;

Lances livres (*open-ended*): é solicitado aos entrevistados que declarem sua máxima DAP, sem apresentar qualquer sugestão prévia de valor. Essa forma produz uma variável contínua de lances (*bids*) e o valor esperado da DAP pode ser estimado pela sua média;

Referendo simples (*dichotomous choice*): é um método de escolha dicotômica em que um valor R\$ "X" é apresentado ao entrevistado, que deve

responder se está ou não disposto a pagar esse valor. A quantia “X” é modificada sistematicamente ao longo da amostra;

Referendo com acompanhamento (*double-bounded dichotomous choice*): é uma outra forma mais sofisticada de escolha dicotômica, em que uma segunda etapa de escolha é utilizada. Conforme a resposta dada à pergunta inicial, acrescenta-se uma segunda pergunta iterativa. Por exemplo, se o entrevistado responde que está disposto a pagar R\$ “X”, será perguntado, em seguida se pagaria R\$ 2 “X” (ou R\$ 0,5 “X” se respondeu “não” na pergunta inicial).

O jogo de leilão é a técnica de eliciação mais antiga entre todas as outras (MITCHELL; CARSON, 1984). Davis (1963), foi o primeiro que usou essa técnica para calcular os benefícios da caça de gansos. Uma das críticas feitas a essa técnica é que o valor inicial pode influenciar fortemente o resultado final obtido. A segunda técnica de eliciação mais antiga é a de cartão de pagamento, introduzida por Mitchell e Carson (1989). Embora nessa técnica não apareça o viés causado pelo valor inicial, há outra possível fonte de viés na escolha do valor central e na distribuição de lances.

A técnica de eliciação de lances livres é conveniente porque o entrevistador não precisa apresentar sugestão prévia de valor, evitando o viés do ponto de partida (WALSH; LOOMIS; GILLMAN, 1984). Contudo, esta técnica é propensa a críticas. Para Desvousges et al (1993), a técnica de eliciação de lances livres tende a criar um grande número de respostas nulas ou lances de protestos, desde que os entrevistados achem difícil responder ou não tenham motivação para declarar sua verdadeira DAP. Hanemann (1994) argumenta que as perguntas em lances livres podem atrair o viés estratégico e as pessoas podem declarar o custo e não verdadeiro valor do serviço ou do bem público.

Devido aos problemas encontrados com as técnicas mencionadas acima, Bishop e Heberlein (1979) apresentaram a técnica de eliciação referendo simples (RS) para o estudo do MVC. Conforme Hanemann (1984) nesse estudo a teoria de utilidade era incompatível com o valor estimado; por isso, propôs-se uma inovação, utilizando-se uma metodologia que reconhece o processo de maximização de utilidade subjacente à escolha do indivíduo a partir da função diferença de utilidade.

De acordo com Cameron (1988), a metodologia proposta por Hanemann (1984) não utiliza todas as informações disponíveis nos dados do RS e desenvolve um processo de estimação por máxima verossimilhança das respostas do RS. O modelo desenvolvido por Cameron (1988) parte da premissa que a medida de valoração já representa a verdadeira DAP ou DAC.

Hanemann; Loomis e Kanninen (1991) introduziram uma variante ao RS, o formato referendo com acompanhamento (RA), no qual são apresentados dois lances para cada entrevistado. Se o primeiro lance for aceito ou não, um segundo lance maior ou menor ao primeiro é oferecido, dependendo da resposta ser afirmativa ou negativa, respectivamente.

Segundo Cameron e Guiggin (1994), apesar desse método proposto por Hanemann; Loomis e Kanninen (1991) sugerir um teste paramétrico da coerência entre as respostas do segundo e primeiro lance, e desde que ele utiliza as suposições estocásticas da especificação "Logit habitual", contudo, os erros de correlações neste modelo não seriam estimáveis. De acordo com os referidos autores, na análise dos dados referentes ao RA, é importante, para o pesquisador, reconhecer explicitamente a endogeneidade do segundo lance. Nessa variante, a inovação foi conduzida com a distribuição separada dos parâmetros da DAP, bem como a correlação através das duas perguntas em dois valores verdadeiros não observados, é estimada explicitamente.

A partir dos vieses do modelo RA, Cooper; Hanemann e Signorello (2002) desenvolveram um novo modelo, one-and-one-half-bounded (OOHB), uma variante do RA, para minimizar a inconsistência da resposta do segundo lance em relação ao primeiro. Em sua metodologia o primeiro lance é oferecido; se o entrevistado aceitar, oferece-se um segundo lance; contudo, se o primeiro lance não for aceito, não será oferecido o segundo lance e, conseqüentemente, o entrevistado possui duas alternativas, aceita ou não. Eles destacaram que existem ganhos de eficiência do OOHB em relação ao RS, mas o RA é mais eficiente que o OOHB.

No modelo referendo aplicado na valoração contingente, a resposta inicial é sujeita ao viés de ponto de partida, isto é, âncora dos entrevistados a sua DAP aos lances oferecidos. Flachaire e Hollard (2007) desenvolveram uma variante do modelo referendo, denominado "Ranger model", no qual os indivíduos mantêm uma variedade de valores aceitáveis, e não um único valor definido à revelia de

sua DAP. Antes da pesquisa, a verdadeira DAP é assumida para ser incerta em um intervalo com limites superiores e inferiores. Quando confrontado com a primeira pergunta, os entrevistados selecionam um valor e logo atuam com base no valor selecionado. A escolha inicial ainda é sujeita ao viés do ponto de partida. Ao contrário, as escolhas subseqüentes não são mais sensíveis aos lances ofertados. Uma previsão de contorno nítido segue: os vieses ocorrem dentro de um intervalo dado e só afetam a primeira resposta. Esse modelo (Ranger model) fornece uma interpretação alternativa do viés de ponto de partida do modelo referendo na valoração contingente.

Silva (2005) utilizou, em sua pesquisa, cinco abordagens distintas de técnicas de eliciação referendo na valoração contingente. Para o RS, usou a abordagem de Hanemann (1984) e a abordagem de Cameron (1988). Para o RA, usou as abordagens de Hanemann; Loomis e Kanninen (1991), Cameron e Quiggin (1994) e Copper; Hanemmann e Signorello (2002). Essas variantes do RS e do RA estão ilustradas na Figura 5, a seguir:

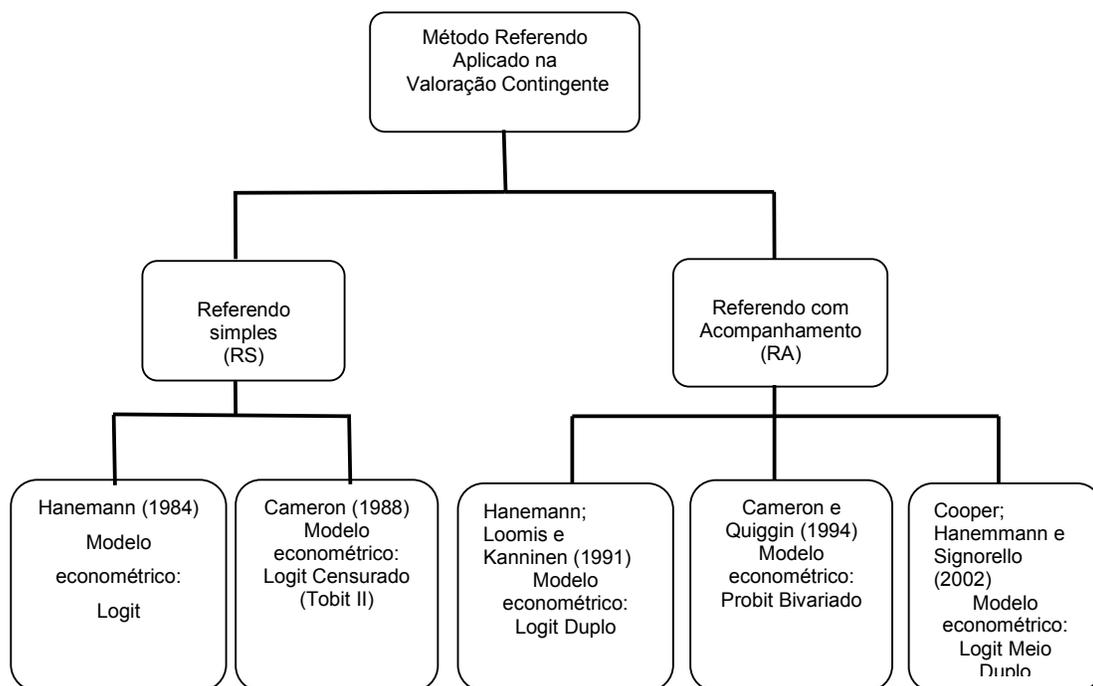


Figura 5: Variantes e subdivisões do método referendo na valoração contingente.
Fonte: Adaptado de SILVA (2005).

Dos cinco modelos que foram estimados por Silva (2005), o modelo RA abordado por Hanemann; Loomis e Kanninen (1991) foi o que apresentou melhor performance em relação aos critérios adotados em seu trabalho.

Dentro desse contexto, as diferentes técnicas de eliciação têm diferentes tipos de vantagens e desvantagens. Em uma pesquisa de valoração contingente, uma pergunta sobre valor do serviço ou bem público deve ser dirigida ao entrevistado para obter a sua máxima DAP. A questão é: quais destas técnicas de eliciação deveriam ser usadas? Todavia, uma das questões importantes ainda precisa ser respondida: se os valores diferem entre diferentes formatos de eliciação, o que fazer? Hanemann e Kanninen (1999) deram a resposta, argumentando que as demandas cognitivas dos indivíduos não são idênticas; portanto, não se deve esperar que os valores entre as diferentes técnicas de eliciação devam convergir. Conforme Hanemann (1994), se as funções de utilidades das pessoas já estão contidas em seus cérebros, o formato de perguntas não são relevantes em um estudo de valoração contingente.

2.9. Aplicações do MVC

Carson; Flores e Meade (2001), concluíram que mesmo que todas as questões relacionadas à pesquisa para avaliar um bem público sejam superadas, o MVC tem suas limitações. Entretanto Venkatachalan (2003) destacou que, embora o MVC tenha suas limitações, este método é promissor e pode ser usado para obter informações úteis, o que não significa que pode ser usado indiscriminadamente.

Nos últimos anos, tem crescido o número de pesquisas que estudam a aplicação do MVC na valoração de bens e serviços ambientais no mundo. Têm-se, a seguir, alguns estudos relevantes em que o MVC foi aplicado:

- Aguirre et al (2002) apresentaram estudos feitos nos estados do Ceará, Pernambuco, Bahia, Sergipe, Minas Gerais e no Distrito Federal para estimar o valor da disposição a pagar em projetos de implantação de redes de esgotos sanitários. Mostraram que é possível utilizar estudos já existentes para projetos semelhantes, com a finalidade de obter indicadores preliminares de

dimensionamento para projetos similares em outras localidades, reduzindo, assim, os custos no processo de avaliação;

- Na pesquisa de Silva e Lima (2004), a valoração econômica do Parque Ambiental Chico Mendes, situado em Rio Branco-AC, mostrou que a renda familiar, o sexo e a idade são variáveis importantes na determinação do valor da verdadeira disposição a pagar. Silva e Lima (2006) também realizaram outro trabalho de pesquisa para determinar o valor que a sociedade estaria disposta a pagar pela diminuição dos malefícios ocasionados pelas queimadas na cidade de Rio Branco. A partir de *referendum with follow-up*, estimou-se o valor dos benefícios da melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre em R\$ 21,08 para cada dólar aplicado em despesas de internações ocasionadas por morbidades respiratórias;

- Spash et al (2006) aplicaram em sua pesquisa o MVC para a melhoria da biodiversidade em um ecossistema de captação d'água formado por oito reservatórios e lagos pré-existentes que são utilizados para geração de energia, a qual se denomina de área *Tummel*, na região *Grampian Highlands* da Escócia, incluindo fatores psicológicos e filosóficos. Os resultados mostraram que o padrão sócio-econômico das variáveis explicativas é muito inferior aos da psicologia social e filosófica, e que esses fatores oferecem uma melhor compreensão dos motivos por trás das respostas da valoração contingente. A implicação é que os outros meio de medir valores pluralistas de um indivíduo devem ser levados em conta para apreciar a validade e o significado da disposição a pagar;

- Chaudhy; Singh e Tewari (2007) estudaram a valoração dos benefícios recreativos da silvicultura urbana da cidade de *Chandigarh*, na Índia. Aplicaram o questionário para dois públicos distintos, o primeiro correspondeu aos turistas domésticos, e o segundo, aos residentes da cidade. Observaram que os moradores da cidade expressaram abertamente seus pontos de vista e as percepções sobre o *status* atual da silvicultura urbana da cidade, seus usos, manutenção e aperfeiçoamento do interesse de toda a cidade. Os turistas nacionais, por outro lado, em geral, foram mais hesitantes com as perguntas tendendo a fornecer informações pessoais erradas, sobre os veículos em que viajavam, a renda mensal etc. Esses autores concluíram que o MVC tem que ser usado com a devida cautela nos países em desenvolvimento, mesmo entre as

massas educadas. A observação participante é absolutamente essencial durante a fase preliminar de coleta de dados;

- Buckley; Rensburg e Hynes (2008) apresentaram, em seu trabalho, as estimativas de disposição a pagar (DAP) para o acesso público e melhoria da pista de passeio de pedestres das terras altas e baixas da região de Connemara, no oeste da Irlanda. Os resultados encontrados para a DPA pelo acesso formal e melhoria da infraestrutura da pista foi de €12,22, para as terras baixas, e € 9,08, para as terras altas;

- Li et al (2008) aplicaram o MVC, utilizando o formato *referendum*, para estimar quanto as famílias americanas estariam dispostas a pagar anualmente para reduzir a dependência futura do petróleo estrangeiro e as emissões de CO₂, aumentando o suporte das pesquisas energéticas e desenvolvimento (R&D), cujas atividades são destinadas a pesquisas de energias que substituam os combustíveis fósseis. Os resultados encontrados para a DAP média anual por família americana foram de US \$ 137,00 para um pressuposto de incerteza de resposta de 80% e de US \$ 44,00 para uma estimativa mais conservadora de incertezas de respostas de 85%. Mesmo esta estimativa mais conservadora representaria um aumento de mais de US \$ 2,5 bilhões anual de suporte para as pesquisas energéticas e desenvolvimento (R&D);

- Verbič e Slabe-Erker (2008), em seu trabalho, estudaram a valoração econômica da Paisagem e Desenvolvimento da Área de Proteção Volčji Potok, que é uma importante área de paisagem cultural eslovena com qualidades reconhecidas internacionalmente. Para isso, utilizou-se a valoração contingente clássica com uma versão fechada do método de escolha discreta, da qual as respostas de protesto foram removidas. A disposição a pagar pelos visitantes residentes e não residentes obtidos, para a área de paisagem Volčji Potok, foi de 1,75 euros por mês e de 21 euros por ano;

- Monarchova e Gudas (2009), em sua pesquisa, estimaram o valor monetário do benefício do melhoramento da qualidade da água para sua adequação e aplicabilidade em sua gestão na Lituânia. Um dos objetivos da pesquisa foi fazer uma seleção prévia de qual método de valoração econômica seria mais adequado. Baseados na fundamentação teórica do MVC selecionaram esse método como o mais adequado. Esse estudo foi realizado, no âmbito do projeto *ENCOBALT* em 3 áreas-piloto, correspondentes a três bacias

hidrográficas: o *Nevezis* (Lituânia), a *Ludza* (Letônia) e da *Valgejõgi* (Estônia). A disposição a pagar média anual de um familiar foi estimada em 22,8 euros na Estônia, 20,5 euros na Lituânia, e 13,7 euros na Letônia, que compõem 0,36%, 5% e 3,3% da renda familiar média anual, respectivamente;

- Sale; Hosking e Du Preez (2009), em seu trabalho, avaliaram quanto os usuários do estuários Sul Africano, o Kowie e Kromme, estavam dispostos a pagar para garantir um aumento no fluxo de água doce, de modo a manter ou melhorar os serviços ambientais fornecidos pelos estuários, para fins recreativos. Os valores estimados para o aumento do fluxo de água doce no Kowie e os estuários Kromme foram R0.072/m³ (1 *Rand* = 0,100 euros) e R0.013/m³, respectivamente. Os valores totais foram estimados em R938.296,59 e R974.019,20 ao ano, respectivamente.

A Tabela 9 relaciona outras aplicações do MCV, além das já referenciadas.

Tabela 9 – Aplicações do MCV, no Brasil e no Mundo.

Referência	Aspecto abordado	Local do estudo
Aguirre et al (2002)	Implantação de Redes de esgotos sanitários.	Brasil (Estados: CE, PE, BA, SE, MG e DF)
Amigues et al (2002)	Preservação do <i>habitat</i> “ribeirinhos”	França
Zhongmin et al. (2003)	Restauração do ecossistema	China
Silva e Lima (2004)	Parque ambiental Chico Mendes	Brasil (Acre)
Schlapfer (2005)	Efeito de taxas na valoração de bens públicos	Suíça
Jin; Wang e Ran (2005)	Gestão de resíduos sólidos urbano	China (Macao)
Silva e Lima (2006)	Danos à saúde oriundos das queimadas	Brasil (Acre)
Spash et al (2006)	Melhoria da biodiversidade em um ecossistema de captação d’água	Escócia
Chaudhy; Singh e Tewari (2007)	Valoração dos benefícios recreativos da silvicultura urbana da cidade de Chandigarh	Índia
Del Saz-Salazar e Menéndez (2007)	Parque urbano em Valência	Espanha
Buckley; Rensburg e Hynes (2008)	Recreação na região de Connemara	Irlanda

Li et al (2008)	Redução da dependência futura do petróleo estrangeiro e das emissões de CO ₂	EUA
Verbič e Slabe-Erker (2008)	Desenvolvimento da Área de Proteção Volčji Potok	Eslovênia
Barbisan et al (2009)	Ações de requalificação do meio ambiente em áreas degradadas	Brasil (Rio Grande do Sul)
Loomis e Keske (2009)	Sustentabilidade de montanhas	EUA
Monarchova e Gudas (2009)	Melhoramento da qualidade da água	Lituânia
Sale; Hosking e Du Preez (2009)	Aumento no fluxo de água doce	África do Sul

Fonte: Elaboração própria.

O método de valoração contingente é único dentre os métodos de valoração com capacidade de estimar o valor econômico de um bem como um todo e, devido à sua flexibilidade, tornou-se o mais usado (NOGUEIRA; MEDEIROS; ARRUDA, 1998). Carson et al (1994) levantaram 1672 referências bibliográficas com aplicações do MVC ao redor do mundo. Esses estudos referenciados avaliaram também a validade e confiabilidade da aplicação do MVC. Tavares; Ribeiro e Lanna (1999) levantaram em seu trabalho de pesquisa 23 referências com aplicações do MVC no setor de recursos hídricos em diversos países.

De acordo com Barbisan et al (2009), o MVC é o método que se apresenta mais adequado como ferramenta a ser utilizada na valoração de um recurso ambiental. Por suas características e peculiaridades, é possível captar valores de existência de bens e serviços ambientais e adaptá-los à maioria dos problemas ambientais, mesmo dando-se um enfoque hipotético.

Neste contexto, como a areia extraída do leito do Rio Paraíba é um bem público em que estão intrínsecos seus valores de uso e de existência, utilizou-se neste trabalho, o Método de Valoração Contingente (MVC) para estimar seu valor econômico.

3 METODOLOGIA

3.1. Delimitação do Universo

A pesquisa se constituiu como um estudo delimitado, sob dois aspectos: área geográfica e área de atuação.

3.1.1. Área Geográfica

A área geográfica escolhida para este estudo foram as Regiões do Médio e Baixo Curso do Rio Paraíba.

O Rio Paraíba é um dos mais importantes do estado devido à sua extensão e sua relevância econômica. É um rio parcialmente intermediário, já que parte de seu leito desaparece em épocas de seca, embora a partir de seu médio curso seja sempre perene. Ele nasce a mais de mil metros de altitude, na Serra de Jabitacá, município de Monteiro, divisa com Pernambuco, percorrendo toda a região centro-sul do estado da Paraíba e banhando uma área de 20.071,83 km², compreendida entre as latitudes 6°51'31" e 8°26'21" sul e as longitudes 34°48'35" e 37°2'15" a oeste de Greenwich.

Além disso é a segunda maior bacia do estado da Paraíba, após a do rio Piranhas, e abrange 38% do seu território, abrigando 1.828.178 habitantes, o que corresponde a 52% de sua população total. O Rio Paraíba banha dezenas de municípios e cidades importantes, passando pela região mais urbanizada e industrializada do estado. Em sua área de abrangência estão incluídas as cidades de João Pessoa, a capital, e Campina Grande, seu segundo maior centro urbano.

Para gerir a bacia, foi criado o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba (CBH-PB). Esse comitê é um órgão colegiado, de caráter consultivo, deliberativo e normativo, que compõe o Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos da Paraíba (SIGERH), instituído pela Lei Estadual N° 6.308/1997, sendo disciplinado por este Regimento Interno e demais disposições pertinentes.

O SIGERH tem como objetivo coordenar a gestão integrada das águas; arbitrar administrativamente sobre os conflitos relacionados com os recursos hídricos; implementar a Política Nacional dos Recursos Hídricos; planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos e promover a cobrança pelo uso desses recursos. Os órgãos que compõem o SIGERH são: Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), que é o órgão de deliberação; Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente (SECTMA), é o órgão de coordenação; Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), que é o órgão de gestão; e comitês de bacia, entre os quais, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba que é o órgão de gestão participativa e descentralizada.

As regiões do Médio e Baixo Curso do Rio Paraíba estão situadas a partir da jusante do Açude Público Epitácio Pessoa (conhecido como Açude de Boqueirão), localizado no município de Boqueirão, até o Oceano Atlântico no município de Cabedelo.

Na Figura 6, a seguir, tem-se o mapa das referidas Regiões do Médio e Baixo Curso do Rio Paraíba:



Figura 6: Regiões do Médio e Baixo Curso do Rio Paraíba.
Fonte: Adaptado de SECTMA-AESA/PB (PARAÍBA, 2008).

A Região do Médio Curso do Rio Paraíba situa-se ao sul do Planalto da Borborema, no Estado da Paraíba. Conforma-se sob as latitudes 7°3'58" e 7°47'43" Sul e entre as longitudes 35°26'47" e 36°16'11" a Oeste de Greenwich; está limitada ao sul com o Estado de Pernambuco, a oeste com a sub-bacia do Taperoá e do Alto Paraíba e a leste com a sub-bacia do Baixo Paraíba que se situa na parte litorânea do Estado da Paraíba, sob as latitudes 6°58'58" e 7°28'1" Sul e entre as longitudes 34°48'35" e 35°40'19" a Oeste de Greenwich.

Esta região abrange uma área aproximada de 5.399,0 km². Recebe contribuições de cursos d'água como os rios Ingá, São Pedro e Catolé, além do riacho Bodocongó. Compreende os municípios de Aroeiras, Campina Grande, Fagundes, Natuba, Pocinhos, Puxinanã, Queimadas e Umbuzeiro.

A Região do Baixo Curso do Rio Paraíba limita-se ao sul com o Estado de Pernambuco, ao norte com a bacia do Mamanguape, à oeste com a Região do Médio Curso do Rio Paraíba e à leste com o Oceano Atlântico.

Esta região possui uma área de 3.940,45 km². Tem como principal afluente o rio Paraíba, e deságua no Oceano Atlântico na cidade de Cabedelo.

Na Região do Baixo Curso do Rio Paraíba e sub-bacias Litorâneas Sul, distribuem-se completa e parcialmente os municípios: Alhandra, Bayeux, Caaporã, Cabedelo, Caldas Brandão, Conde, Cruz do Espírito Santo, Gurinhém, Ingá, Itabaianda, Itatuba, João Pessoa, Juarez Távora, Juripiranga, Lagoa Seca, Lucena, Mari, Massaranduba, Mogeiro, Pedras de Fogo, Pilar, Pitimbu, Salgado de São Félix, Santa Rita, São Miguel de Taipu, Sapé e Serra Redonda.

3.1.2. Área de Atuação

A área de atuação escolhida foi o mercado consumidor de areia (o setor produtivo da indústria da construção civil) nas duas maiores cidades da Paraíba: a capital, João Pessoa, e a cidade de Campina Grande.

Segundo a relação do cadastro da Federação das Indústrias da Paraíba (FIEP), de dezembro de 2006, existem 396 empresas do ramo da construção civil cadastradas na Paraíba, sendo 212 na capital João Pessoa, 96 em Campina Grande e 88 nos demais municípios.

3.2. Modelo proposto para valorar o recurso natural “areia”

A Figura 7, a seguir, mostra o modelo proposto para valorar a areia extraída do leito do Rio Paraíba, através da internalização dos custos das externalidades negativas da mineração no preço final da areia, utilizando-se o método de valoração contingente (MVC):

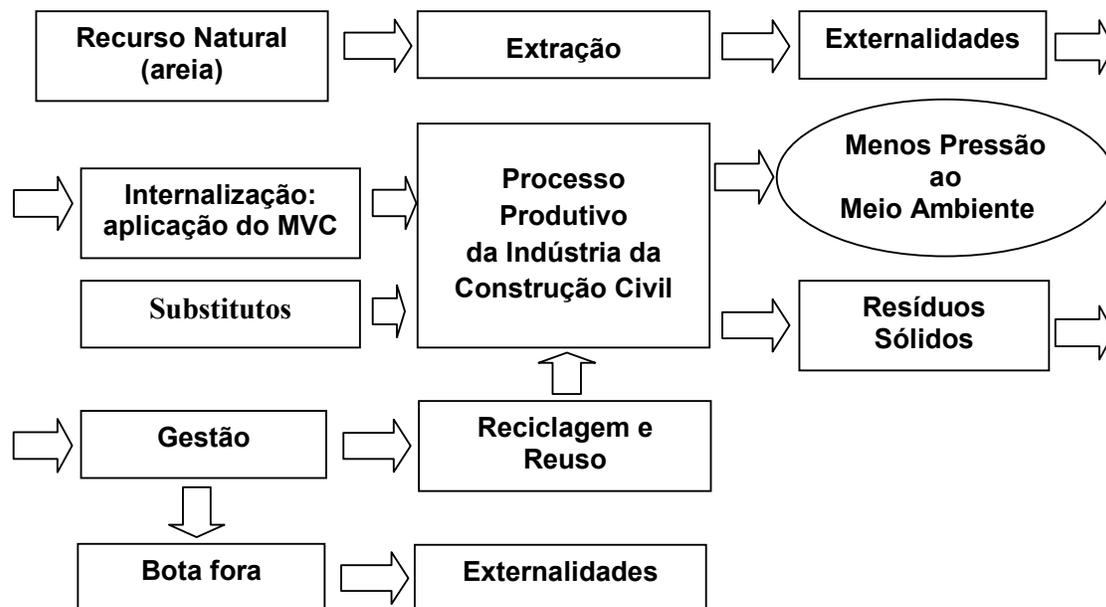


Figura 7: Modelo proposto para valorar a areia utilizada na construção civil aplicando o método de valoração contingente.

Fonte: Elaboração própria.

Na concepção do modelo (Figura 7), as externalidades podem ser minimizadas ou eliminadas, pela internalização, via preço, dos custos, levantados pelo método de valoração contingente e cobrados aos agentes produtores e consumidores através de imposição de taxas e subsídios.

Na gestão dos resíduos sólidos, observa-se que boa parte desses resíduos voltará para o processo produtivo da construção, diminuindo, assim, a pressão ao meio ambiente.

Os “bota fora” são os resíduos sólidos imprestáveis que não podem ser reciclados ou reaproveitados no processo produtivo da construção civil e serão despejados no meio ambiente, o que, por sua vez, vai provocar redução no bem-estar dos indivíduos. Essas externalidades, provocadas pelos bota fora, também

devem ser internalizadas no futuro, dentro do processo de gestão de resíduos sólidos, através, sugere-se, de uma nova pesquisa.

3.3. Caracterização das principais externalidades decorrentes da extração da areia no leito do Rio Paraíba

No sentido de caracterizar as externalidades negativas, como também as positivas, decorrentes das atividades de extração de areia no leito do Rio Paraíba, foi utilizado o método de listagem “Check List”, descritivo, adaptado por Rocha; Garcia e Ataiades (2006).

Segundo Silva (1999), o método “Check List” consiste no vislumbramento e na listagem dos impactos ambientais, quando se considera o potencial transformador do ambiente físico, biótico e antrópico, de causas conhecidas.

3.4. Identificação dos bens substitutos para a Areia

Na microeconomia, dois bens são considerados substitutos perfeitos quando a taxa marginal de substituição de um pelo outro é constante. As curvas de indiferença que descrevem a permuta entre consumo das mercadorias se apresentam como linhas retas.

Na elaboração do questionário, foram formuladas questões visando identificar os materiais que estariam sendo usados no processo produtivo da construção civil, em substituição a areia.

3.5. Aplicação do método de valoração contingente (MVC)

Nesta seção, serão discutidos os principais aspectos relacionados à estruturação da aplicação do MVC para estimar a verdadeira disposição a pagar, pelos empresários da construção civil (DAP), por um valor a mais pelo metro cúbico de areia, extraída do leito do Rio Paraíba.

3.5.1. Definindo o Questionário

Tendo como referencial as recomendações do painel NOAA publicado em Arrow et al (1993), e o Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais de Motta (1998), apresentam-se, a seguir, os procedimentos contemplados na formulação do questionário aplicado neste trabalho:

a) a medida de valoração - forma de valoração de disposição a pagar (DAP): como um pagamento para medir uma variação positiva de disponibilidade;

b) a forma de eliciação - o método referendo de escolha dicotômica em dupla etapa (*double-bounded dichotomous choice*): conforme a resposta dada à pergunta inicial, é acrescida uma segunda pergunta iterativa. Por exemplo, se o entrevistado responde que está disposto a pagar R\$ X, será perguntado, em seguida, se pagaria R\$ X + R\$ 0,50 (ou R\$ X - R\$ 0,50, se respondeu "não" na pergunta inicial);

c) o instrumento (ou veículo) de pagamento - o instrumento (ou veículo) de pagamento para medir a DAP foi através de taxa sobre o preço da areia;

d) a forma de entrevista - a aplicação do questionário: as entrevistas foram pessoais (no domicílio do entrevistado), o que permitiu um controle amostral das entrevistas, além de uma fiel compreensão do questionário e suas respostas;

e) o nível de informação - Foi um texto lido pelo entrevistador e o uso de fotos ilustrativas das alterações ambientais devido às atividades de extração de areia no leito do Rio Paraíba;

f) os lances iniciais - a amostra foi dividida em sete grupos; cada um foi questionado com valores entre R\$ 1,00 e R\$ 6,00 por metro cúbico de areia;

g) as pesquisas focais - para estabelecer os pontos extremos de máximo e mínimo da demanda, foi realizada uma pesquisa piloto de eliciação aberta, com uma amostra constituída de trinta e dois entrevistados (empresários da construção civil);

h) o desenho da amostra - a definição da amostra obedeceu a certos procedimentos estatísticos padronizados que garantiram sua representatividade;

i) a pesquisa final - a versão final do questionário foi testada a partir da aplicação de uma pesquisa-piloto;

j) o cálculo da medida monetária - a estimação da curva dos lances foi tomando a DAP como variável dependente, e a renda, escolaridade, produção, número de funcionários, areia artificial e o preço que os indivíduos se dispõem a pagar, como variáveis independentes;

k) a agregação dos resultados - a partir da média (ou mediana) da DAP com o consumo anual da areia fornecido pelo Anuário Mineral Brasileiro (BRASIL, 2006).

3.5.2. Estruturação do mercado hipotético

Na aplicação do MVC, um mercado hipotético cuidadosamente estruturado, permite extrair a DAP por uma mudança no nível do fluxo de um bem ou serviço ambiental de uma amostra de consumidores, através de questionamento direto (NOGUEIRA; MEDEIROS; ARRUDA, 1998).

No presente estudo, ao realizar a pesquisa, o entrevistador introduziu aos entrevistados o cenário atual da extração de areia no leito do Rio Paraíba, através de um manual de pesquisa com textos explicativos e auxílio de fotografias das áreas onde acontecem as atividades de extração. Esse manual foi elaborado a partir de uma avaliação ambiental qualitativa dos impactos ambientais, em que se utilizou o método de listagem "*Check List*", por se tratar de uma avaliação qualitativa preliminar de uma equipe multidisciplinar. Esse método consiste na identificação e enumeração sistemáticas dos fatores ambientais relevantes a partir das ações impactantes advindas com a instalação do empreendimento (ROCHA; GARCIA; ATAÍDES, 2006).

No sentido de explicitar qualitativamente os impactos ambientais, foi utilizado o "*Check List*" descritivo (lista de parâmetros ambientais) para a avaliação dos impactos na extração da areia no leito do Rio Paraíba.

O mercado hipotético sugerido na aplicação do MVC foi garantir a promoção de programas que revitalizem as áreas do rio onde acontecem as atividades extrativas de areia, e assim alcançar uma melhoria na qualidade ambiental de todo o rio.

3.5.3. Estimativas da Disposição a Pagar (DAP)

De acordo com Fisher (1996), o MVC pode ser explicado a partir das preferências do consumidor via função de utilidade individual. Considera-se que o consumidor apresenta uma função de utilidade $u(x, z)$ e procura maximizar sua utilidade:

$$\text{Max } u(x, z) \quad (8)$$

$$p \cdot x = y \quad (9)$$

onde:

x = vetor de bens de mercado;

z = vetor de bens ambientais;

p = vetor de preços;

y = renda.

Considerando-se que os níveis de provisão de bens ambientais não estão sujeitos ao controle individual, e admitindo-se que a escolha dos indivíduos está entre os bens de mercado, a maximização da função de utilidade resulta na função de demanda ordinária apresentada a seguir:

$$X_i = f_i(p, z, y) \quad i = 1, \dots, n \quad (10)$$

A partir da otimização da função de demanda define-se a função de utilidade indireta, representada como uma função dos preços, da renda e também dos bens ambientais:

$$v(p, z, y) = u[f(p, z, y), z] \quad (11)$$

Admitindo-se que pelo menos um elemento do vetor z é aumentado, e que não haja variações nas quantidades dos outros elementos (preço e renda), pode-se dizer que $z^1 > z^0$ (0 e 1 indicam os estados antes e depois do incremento em z) e a utilidade do indivíduo em 1 também é superior à utilidade no estado 0:

$$u^1 = v(p, z^1, y) > u^0 = v(p, z^0, y) \quad (12)$$

As medidas de bem-estar dos indivíduos podem ser obtidas a partir da variação do bem-estar, decorrente de mudanças do estado 0 para 1.

Para captar as preferências individuais de disposição a pagar (DAP) uma quantia a mais por metro cúbico de areia extraída do Rio Paraíba, foi utilizado o método referendo de escolha dicotômica, acompanhada de mais de um valor (*double-bounded model*) desenvolvido por Hanemann; Loomis e Kanninen (1991). Nesse método, o entrevistador apresenta para o entrevistado um valor inicial (V_i^0) e

pergunta se ele aceita pagar esse preço a mais pelo metro cúbico de areia. Se a resposta for sim, um segundo valor mais alto (V_i^a) será apresentado. Se a resposta for não, um valor menor (V_i^b) será apresentado.

Seguindo Lucena (2004) e Silva (2005), a estimativa da DAP, no presente estudo pressupõe a utilização de modelos econométricos, tais como: o método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), para analisar os determinantes da disposição a pagar manifestada (*stated willingness to pay*) e o modelo *Logit*, que permite a determinação da verdadeira disposição a pagar (*true state willingness to pay*)

Baseado em Gujarati (2000), o modelo *Logit* pressupõe a utilização da função de distribuição acumulada representada por:

$$P_i = [1 + e^{-Z_i}]^{-1} \quad (13)$$

$$Z_i = \beta_1 + \beta_2 X_i \quad (14)$$

onde: X_i é vetor de variáveis explicativas e β são parâmetros estimados.

Considerando que P_i é a probabilidade de o entrevistado aceitar um determinado valor, então $(1 - P_i)$, a probabilidade de não aceitar o valor, é:

$$(1 - P_i) = [1 + e^{Z_i}]^{-1} \quad (15)$$

No caso do método referendo com acompanhamento (*double-bounded dichotomous choice*), o entrevistado escolhe o valor entre duas alternativas. Portanto quatro possíveis resultados surgem com probabilidades diferentes: (1) ambas as respostas são “sim”; (2) um “sim” seguido por um “não”; (3) um “não” seguido de um “sim”; e (4) ambas as respostas são “não”. Segundo Hanemann et al. (1991), em termos da maximização de utilidade aleatória, o modelo dado abaixo corresponde às probabilidades de resposta que serão obtidas:

$$P(\text{sim-sim}) = P(ss) = P\{V_i^0 \leq \max \text{DAP} \text{ e } V_i^a \leq \max \text{DAP}\} = 1 - G(V_i^a; \theta); \quad (16)$$

$$P(\text{sim-não}) = P(sn) = P\{V_i^0 \leq \max \text{DAP} \leq V_i^a\} = G(V_i^a; \theta) - G(V_i^0; \theta); \quad (17)$$

$$P(\text{não-sim}) = P(ns) = P\{V_i^b \leq \max \text{DAP} \leq V_i^0\} = G(V_i^0; \theta) - G(V_i^b; \theta); \quad (18)$$

$$P(\text{não-não}) = P(nn) = P\{V_i^0 > \max \text{DAP} \text{ e } V_i^b > \max \text{DAP}\} = G(V_i^0; \theta); \quad (19)$$

onde, $G(V_i ; \theta) = P_i = [1 + e^{-z_i}]^{-1}$ é a função de distribuição acumulada do modelo Logit e $\theta = (\beta_1, \beta_2)$ representa os parâmetros de distribuição, os quais são estimados com base nas respostas dos entrevistados, obtidas na aplicação do MVC.

Para uma amostra de n entrevistados, em que os valores dos lances oferecidos para o i -ésimo entrevistado são V_i^0 , V_i^a e V_i^b , a função log-verossimilhança será da seguinte forma:

$$\ln L(\theta) = \sum_{i=1}^N \{d_i^{ss} \ln[1 - G(V_i^a ; \theta)] + d_i^{sn} \ln[G(V_i^a ; \theta) - G(V_i^0 ; \theta)] + d_i^{ns} \ln[G(V_i^0 ; \theta) - G(V_i^b ; \theta)] + d_i^{nn} \ln G(V_i^0 ; \theta)\} \quad (20)$$

onde as variáveis d_i^{ss} , d_i^{sn} , d_i^{ns} e d_i^{nn} são dicotômicas e correspondem às respostas dos entrevistados, e assumem os seguintes valores:

$d_i^{ss} = 1$ se a i -ésima resposta for (sim, sim) e $d_i^{ss} = 0$ nos outros casos;

$d_i^{sn} = 1$ se a i -ésima resposta for (sim, não) e $d_i^{sn} = 0$ nos outros casos;

$d_i^{ns} = 1$ se a i -ésima resposta for (não, sim) e $d_i^{ns} = 0$ nos outros casos;

$d_i^{nn} = 1$ se a i -ésima resposta for (não, não) e $d_i^{nn} = 0$ nos outros casos.

Para a maximização da expressão (20), construiu-se um programa no Limdep 8.0 para estimação do modelo *logit* duplo (ver Apêndice B).

O estimador de máxima verossimilhança para o referendo com acompanhamento é a solução para a seguinte equação:

$$\frac{\partial \ln L^D(\hat{\theta}^D)}{\partial \theta} = 0 \quad (21)$$

A matriz de variância e co-variância dos parâmetros é dada por:

$$V^D(\hat{\theta}^D) = \left[-E \frac{\partial^2 \ln L^D(\hat{\theta}^D)}{\partial \theta \partial \theta'} \right]^{-1} \equiv I^D(\hat{\theta}^D)^{-1} \quad (22)$$

3.5.4. Determinação do Tamanho da Amostra

O tamanho da amostra a ser escolhida de uma população, necessária para avaliar a disposição a pagar dos entrevistados por um valor a mais no preço praticado no mercado atual do metro cúbico de areia extraída do Rio Paraíba (com base nas características socioeconômicas dessa população), a partir de uma pesquisa de campo, será determinada estipulando-se previamente um erro de estimação, com determinado grau de confiança. O tamanho requerido da amostra, n , baseado no uso da distribuição normal, é (KAZMIER, 2007):

$$n = (z\sigma/E)^2 \quad (23)$$

onde: “ n ”, é número de elementos da amostra, “ z ” é o valor usado para o nível de confiança especificado, “ σ ” é o desvio padrão da população ou erro de estimativa, e “ E ” é o erro de amostragem permitido acima, e abaixo da média, no intervalo de confiança.

Para determinação da amostra desta pesquisa, foi realizada uma pesquisa piloto com uma pequena amostra ($n = 32$) para estimar o desvio padrão da população “ σ ”. A partir da análise estatística dos dados obtidos na pesquisa piloto encontrou-se para “ σ ” o valor de 2,35. Portanto, para um nível de confiança de 95% ($z = 1,96$) e um erro máximo de amostragem “ E ” permitido de R\$ 0,50 (cinquenta centavos), obteve-se:

$$n = (1,96 \times 2,35 / 0,50)^2 = 85 \quad (24)$$

Prevendo alguns problemas na coleta de dados na aplicação dos questionários, recomenda-se um acréscimo de 10% ou mais sobre o número da amostra.

Baseado nos dados encontrados na pesquisa piloto, adotou-se, neste trabalho, uma amostra 101 entrevistados, que representa um acréscimo de 18,82% no tamanho da amostra.

3.6. Validação do método de valoração contingente (MVC)

Validar o MVC é verificar o grau de veracidade dos resultados obtidos na pesquisa. Existem três categorias de testes de validade em pesquisa de valoração contingente, a saber, validade do conteúdo, validade do critério e validade do construto (MITCHEL; CARSON, 1989; BATEMAN et al, 2002).

Para validar os resultados obtidos na pesquisa, foi utilizado o teste de validade do construto, com base na expectativa teórica, como, por exemplo, a significância estatística das variáveis explicativas nas funções de distribuição e de regressão da DAP, bem como seu sinal.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Perfil ambiental dos locais de extração

Para a execução do trabalho de pesquisa, visando caracterizar os impactos ambientais, através do método de listagem “Check List”, foram escolhidas previamente duas áreas de extração de areia, ao longo do leito do Rio Paraíba, designadas de áreas “1” e “2”, respectivamente. A área “1” refere-se ao município de São Miguel de Taipu (PB) e a área “2”, ao município de Santa Rita (PB).

A escolha dessas áreas deveu-se ao fato de serem as únicas, ao longo do rio, em que a atividade de extração de areia é feita através de dragas de sucções instaladas em plataformas flutuantes, com licenças de operação expedidas pela SUDEMA.

A Figura 8, a seguir, mostra o mapa georreferenciado de parte do Rio Paraíba, com destaques, em círculos vermelhos, para os trechos do rio onde ocorrem as atividades de extração de areia, denominadas de áreas “1” e “2”:

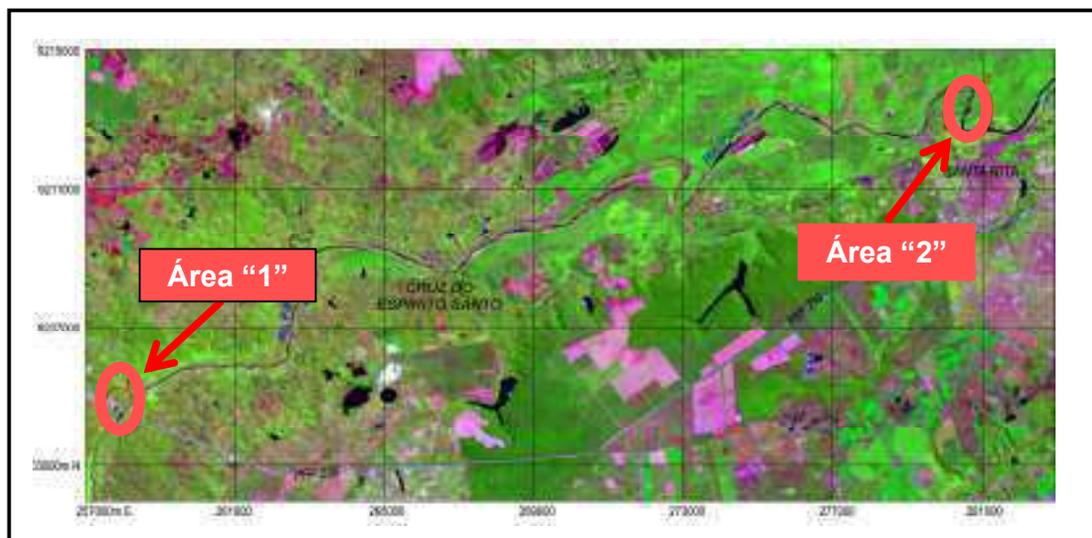


Figura 8: Mapa georreferenciado, destacando as áreas “1” e “2” de extração de areia.
Fonte: Composição R5G4B3 do satélite LANSAT TM5, órbita/ponto 214-065, de abril 2005.

A Figura 9, a seguir, mostra as imagens dos trechos do rio Paraíba, onde ocorrem as atividades de extração de areia, denominadas de áreas “1” e “2”:

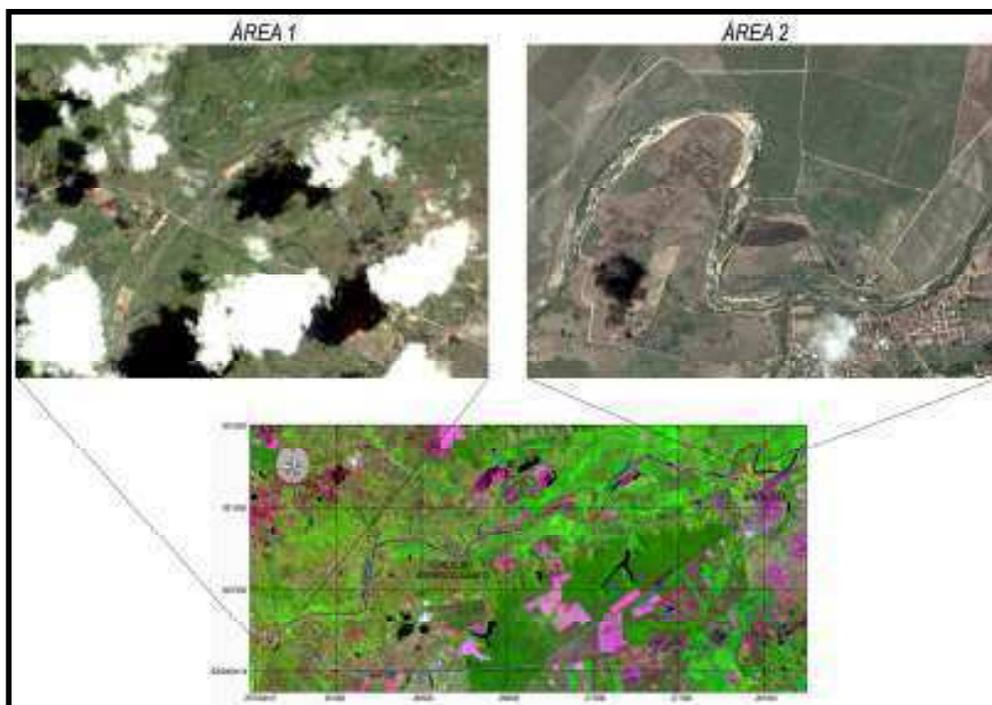


Figura 9: Imagens das áreas “1” e “2” onde ocorre a extração de areia.
Fonte: Imagem do satélite Ikonos II. (SATÉLITE..., 2008).

4.1.1 Impactos Positivos

Considerando-se que, nesse trabalho, investigou-se apenas uma fase da atividade de extração (a fase de operação), foi possível listar 4 tipos de impactos positivos¹ nas áreas “1” e “2”:

1. A geração de empregos — nas áreas “1” e “2”, o processo de extração é realizado de forma “artesanal”, com instalações inadequadas, que restringem o número de funcionários. Na área “1” foi observado um encarregado, um auxiliar, um operador de retroscavadeira e um operador da draga, totalizando 04 pessoas. Na área “2”, foi observado o mesmo número de trabalhadores e equipamentos;

2. O uso da areia — o abastecimento de areia extraída nos leitos dos rios para indústria da construção civil é fundamental para dinamização desse setor, mediante o seu uso para diversos fins, com a consequente melhoria da qualidade de vida a para sociedade;

¹ Esses resultados diferem daqueles encontrado por Lelles et al (2005) – 13 impactos positivos –, o que se justifica pelo fato de que esses autores investigaram 3 fases da atividade de extração: implantação, operação e desativação.

3. O desassoreamento do rio — a diminuição do assoreamento dos cursos d' água, em virtude da remoção dos sedimentos para a obtenção da areia, também é um dos fatores positivos realizados pela atividade de extração de areia;

4. Arrecadação — o aumento da receita dos municípios e do governo estadual, devido à obtenção da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), também é um fator positivo, contribuindo com mais recursos financeiros para o Estado e Município.

4.1.2. Impactos Negativos

No decorrer do trabalho de pesquisa de campo, nas áreas “1” e “2” da região do baixo curso do Rio Paraíba, foram identificados 30; impactos negativos na fase de operação de extração.

Nesse sentido, foi possível identificar algumas semelhanças, concomitantemente, nas duas áreas estudadas (“1” e “2”), com os impactos que foram levantados por Lelles et. al (2005). A seguir apresenta-se os impactos negativos identificados nesta pesquisa:

1. Assoreamento - devido à supressão da mata ciliar e, em alguns casos, devido à alteração nas calhas dos cursos d' água;

2. Poluição atmosférica - devido ao processo extrativo, pela emissão de partículas minerais na atmosfera e ao funcionamento dos equipamentos de extração, carregamento, estocagem e transporte, com a emissão de partículas gasosas e sólidas provenientes da queima de combustíveis. Na Figura 10, apresenta-se uma imagem da presença de equipamentos geradores desse tipo de poluição:



Figura 10 – Imagem de equipamentos geradores de poluição atmosférica.

3. Contaminação do curso d' água - causada pelos lançamentos de resíduos (óleos, graxas, lubrificantes e carcaça de pneus) no leito do rio, provenientes de caminhões, draga e retroescavadeira utilizados nas atividades de extração. Na Figura 11, apresenta-se uma imagem da presença desses resíduos que contaminam o curso d'água:



Figura 11 - Imagem de resíduos lançados no leito do Rio Paraíba (área " 1").

4. Turbidez no curso d' água - causada pelo aumento da concentração de partículas em suspensão, devido ao atrito do material mineral com o corpo

líquido, durante o processo de extração de areia, que, além de obstruir a guelra dos peixes, escurece a água, não permitindo a passagem de luz solar, debilitando a vida aquática. Isso acarreta custos adicionais no tratamento de águas de abastecimento;

5. Alteração da calha original dos cursos d' água - provocada pelo uso de equipamentos de desagregação sobre o leito do rio, o que acarreta a eliminação de barramentos naturais e a produção de bancos de sedimentos, que podem interferir na velocidade e na direção dos cursos d'água. Na Figura 12, apresenta-se uma imagem de bancos de sedimentos existentes na área "1":



Figura 12 - Imagem de bancos de sedimentos na área "1".

6. Modificações na estrutura do solo - devido à compactação ocasionada pelo uso de máquinas pesadas e caminhões e à impermeabilização promovida para o tráfego de veículos, com a diminuição da infiltração de água no solo. Na Figura 13, apresenta-se uma Imagem do tráfego de veículos no leito do rio, provocando modificações na estrutura do solo:



Figura 13 - Imagem do tráfego de veículos no leito do rio (área “2”).

7. Aumento da vazão dos cursos d’ água, devido à supressão da cobertura vegetal e da compactação do solo;

8. Comprometimento da qualidade do solo - devido à remoção da matéria orgânica nas áreas onde o solo foi exposto e, conseqüentemente, com a diminuição da aeração, plasticidade e fertilização causa pela compactação provocada pelo tráfego de caminhões e maquinas pesadas. Na Figura 14, apresenta-se uma imagem do comprometimento do solo na área “2” de extração de areia dos terrenos que margeiam o rio Paraíba:



Figura 14 - Imagem do comprometimento do solo na área “2”.

9. Ocorrência de processos erosivos no solo - decorrentes da supressão da cobertura vegetal e da compactação do solo com a consequente depreciação da sua qualidade;

10. Instabilidade do solo nas margens do rio - devido à extração de areia nessas áreas. Na Figura 15, apresenta-se uma imagem do comprometimento do solo na área “1”;



Figura 15 - Imagem do comprometimento do solo na área “1”.

11. Danos à microbiota do solo - em virtude da maior exposição do solo às intempéries, devido à supressão da vegetação, provocada pela operação dos equipamentos, pela disposição do material extraído, pelos rejeitos e pela circulação dos veículos;

12. Depreciação da qualidade do solo - devido a contaminação causada pelos resíduos (óleos, graxas, lubrificantes, carcaça de pneus etc.) provenientes dos equipamentos, máquinas pesadas e caminhões, utilizados no processo de extração;

13. Estresse da fauna silvestre - provocado pela poluição sonora advinda de ruídos da draga de sucção, da carregadeira de pneus (retroescavadeira), e dos caminhões, e pelo aumento de presença humana no local;

14. Comprometimento da capacidade de suporte do meio para a fauna silvestre - devido à diminuição e mudanças nas características do “*habitat*”;

15. Diminuição da fauna aquática - provocada pela turbidez do curso d'água durante o processo de extração de areia;

16. Provável achatamento da base genética das espécies animais aquáticas - advindos de possíveis derramamentos de óleos, graxas e lubrificantes nos cursos d'água;

17. Aumento da mortalidade das espécies aquáticas - devido à diminuição da produtividade global do seu ecossistema típico, decorrente do aumento da turbidez nos cursos d' água;

18. Provável achatamento da base genética das espécies vegetais terrestres – advinda da erradicação da vegetação para abertura de malha viária para o tráfego de caminhões e máquinas;

19. Provável achatamento da base genética das espécies vegetais aquáticas - provocada também pela turbidez do curso d'água, durante o processo de extração de areia;

20. Alteração da paisagem natural - associada ao processo de retirada da vegetação, à operação dos equipamentos de extração, estocagem da areia, ao transporte e veículos das pessoas afetadas ao empreendimento. Na Figura 16, apresenta-se uma imagem da alteração da paisagem na área “2”:



Figura 16 - Imagem da alteração da paisagem na área “2”.

21. Prováveis danos à saúde pública local - devido à disseminação de vetores e doenças, importados com a vinda de trabalhadores e transporte de outras regiões;

22. Depreciação da qualidade de vida dos trabalhadores e de vizinhos situados no entorno do empreendimento - devido à poluição sonora advinda de ruídos da draga de sucção, da carregadeira de pneus (retro escavadeira) e de caminhões;

23. Redução de usos múltiplos da água - devido à sua contaminação pelos resíduos e aumento de sua turbidez;

24. Depreciação do patrimônio público - em virtude das trepidações ocorridas principalmente com a circulação de caminhões carregados e máquinas pesadas, que provocam perturbações nas estruturas de pontes, estradas, construções, existentes próximas ao local;

25. Risco de ocorrência de acidentes com animais peçonhentos - devido ao tráfego de veículos e máquinas;

26. Risco de acidentes para banhistas - advindo da formação de buracos no leito do rio pela ação das dragas. Na Figura 17, apresenta-se uma imagem do uso por banhistas, do Rio Paraíba, como área de lazer:



Figura 17 - Uso, por banhistas, da área “1” de extração de areia.

27. Risco de acidentes nas rodovias durante o tráfego de caminhões carregados com areia para as fontes de consumo - por causa da queda de areia, que pode ser minimizada com a cobertura de lona. Na Figura 18, apresenta-se uma imagem de um caminhão carregado com areia e sem a proteção de uma lona para cobertura da areia. Observa-se, também, que a carroceria do caminhão é inadequada para transporte de areia:



Figura 18 - Imagem de um caminhão com carroceria inadequada para o transporte de areia (área “1”).

28. Risco de Acidentes de trabalho - tendo em vista a inexistência de equipamentos de segurança individual e coletiva no local do empreendimento. Isso pode ser observado também na figura 18, em que os trabalhadores estão desprovidos de equipamentos de segurança individual e coletivo;

29. Diminuição da Vazão dos cursos d' água - em virtude da formação de ilhotas, desvios, lagoas, e amontoados de areia por toda a trajetória de exploração, observados com maior intensidade na área “2”. Na Figura 19, apresenta-se uma imagem desses impactos no leito do rio:



Figura 19 - Formação de ilhotas e rejeitos de areia na área “2”.

30. Redução do *Habitat* silvestre - provocada pela supressão vegetal nativa na instalação do empreendimento.

Pode-se observar que a extração da areia em leitos de rios apresenta um forte perfil impactante, o que justifica a avaliação prévia da compatibilidade do seu desenvolvimento com a conservação dos recursos naturais. Este foi um forte argumento na aplicação do questionário, que sensibilizou os entrevistados a declararem sua verdadeira disposição a pagar (DAP) um valor a mais pelo metro cúbico da areia extraída do leito do Rio Paraíba.

4.2. Análise descritiva das respostas dos entrevistados na aplicação do questionário

Para análise descritiva das respostas dos entrevistados, foi aplicado o software SAS (Statistical Analysis System), utilizando o PROC FREQ.

4.2.1. Características sócio-econômicas dos entrevistados

Na pesquisa, foram entrevistados 101 empresários da indústria da construção civil sediados nas cidades de João Pessoa e Campina Grande. A maioria dos entrevistados foi do sexo masculino (91,1%), com idade entre 35 e 45 anos (36,6%) e cerca de 95% tinham entre 18 e 59 anos (Tabela 10):

Tabela 10 – Estatística da variável “idade”.

Faixa Etária	Frequência	Frequência acumulada	Percentual	Percentual acumulado
Entre 18 e 34 anos	35	35	34,7	34,7
Entre 35 e 45 anos	37	72	36,6	71,3
Entre 45 e 59 anos	24	96	23,8	95,0
60 anos ou mais	5	101	5,0	100,0
Total	101	-	100	-

Fonte: Resultado da pesquisa.

Com relação à escolaridade, a maioria dos entrevistados tem curso superior completo (83,2%). A Tabela 11, a seguir, apresenta a estatística da renda familiar mensal. Pode-se verificar que a maioria (78,2%) dos entrevistados tem renda mensal entre R\$ 2.000,00 e R\$ 10.000,00.

Tabela 11 – Estatística da variável “renda”.

Renda Mensal Familiar	Frequência	Frequência acumulada	Percentual	Percentual acumulada
Até R\$ 1.000,00	0	0	0	0
Entre R\$ 1.000,00 a R\$ 2.000,00	3	3	3,0	3,0
Entre R\$ 2.000,00 a R\$ 5.000,00	31	34	30,7	33,7
Entre R\$ 5.000,00 a R\$ 10.000,00	48	82	47,5	81,2
Entre R\$10.000,00 a R\$ 15.000,00	12	94	11,9	93,1
Acima de R\$ 15.000,00	7	101	6,9	100,0

Fonte: Resultado da pesquisa.

4.2.2. Características das empresas construtoras

No que diz respeito às características das 101 construtoras, a maioria possui entre 20 e 100 empregados (aproximadamente 66,3%) e 19,8% com até 20 empregados. O faturamento anual da maioria das empresas ficou entre R\$ 2.000.000,00 e R\$ 5.000.000,00. Com relação à produção anual por metro quadrado, a maioria (72,2%), produz entre 500 e 5.000 m² (Tabela 12):

Tabela 12 – Estatística da variável “produção”.

Produção Anual	Frequência	Frequência acumulada	Percentual	Percentual acumulado
Até 500 m ²	9	9	8,9	8,9
Entre 500 m ² e 1.000m ²	23	32	22,8	31,7
Entre 1.000 m ² e 2.000m ²	26	58	25,7	57,4
Entre 2.000 m ² e 5.000m ²	27	85	26,7	84,2
Entre 5.000 m ² e 10.000m ²	15	100	14,9	99,0
Entre 10.000 m ² e 20.000m ²	0	100	0,0	99,0
Acima de 20.000m ²	1	101	1,0	100,0
Total	101	-	100	-

Fonte: Resultado da pesquisa.

Na pesquisa, verificou-se que a maioria das empresas se preocupa um pouco com a preservação do meio ambiente (64,4%), seguido por 34,7%, que dizem se preocupar muito. Sobre a percepção da existência de destruição do meio ambiente no Brasil, cerca de 66% das construtoras opinam pela existência de destruição do meio ambiente.

4.2.3. Bens substitutos para areia

No que concerne aos bens substitutos para a areia, aproximadamente 23% das empresas construtoras disseram ter utilizado areia artificial. Apenas 7% utilizaram areia reciclada e 68% já aplicou reboco de gesso em revestimentos internos.

Na Paraíba, as empresas da construção civil não empregam os substitutos em grande escala, devido ao preço competitivo da areia. Quanto ao substituto areia artificial (pó de pedra), sua aplicação ainda é pequena, tendo em vista que, não existe no mercado da Paraíba disponibilidade desse material com a mesma granulometria da areia.

Quanto ao reboco de gesso, trata-se de um insumo que substitui o reboco de argamassa composta de areia e cimento, não se caracterizando em um substituto direto da areia. Já areia reciclada dos resíduos sólidos da construção civil, também, apresentou um baixo uso de sua aplicação no processo produtivo da construção civil no Estado da Paraíba.

4.2.4. Disposição a pagar um valor a mais pelo metro cúbico de areia

Nesta pesquisa, a maioria (70,30%) dos entrevistados nunca visitou o local em que as empresas de mineração extraem a areia do leito do Rio Paraíba. Dos 101

entrevistados, 77 (76,24%) disseram estar dispostos a pagar um valor a mais pelo metro cúbico de areia, para que a promoção de programas de revitalização das áreas do rio fique garantida (Figura 20):

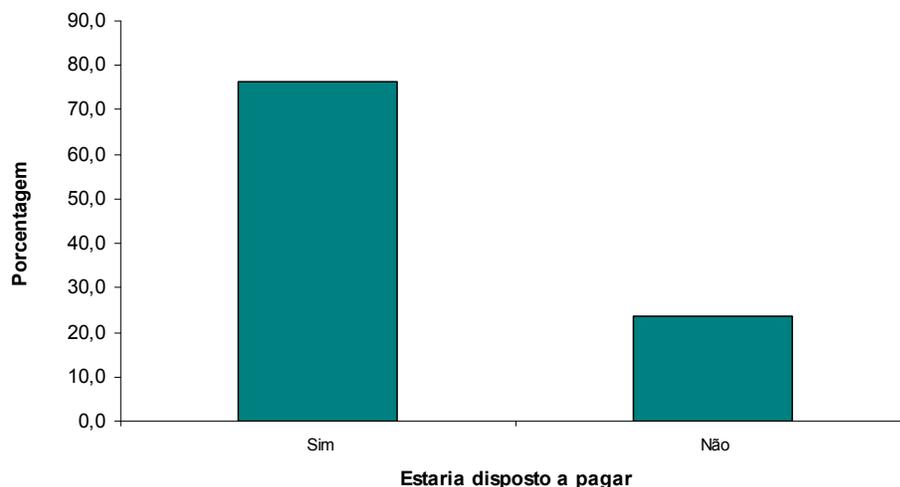


Figura 20: Estatística da disposição a pagar.

Dentre aqueles (23,76%) que disseram não estar dispostos a pagar um valor a mais pelo metro cúbico de areia, 11 afirmaram que já pagam muitos impostos e 10 afirmaram não acreditar na promoção de programas de revitalização das áreas do Rio Paraíba; 2 não se interessam por tais questões e 1 alegou outros motivos econômicos (Figura 21):

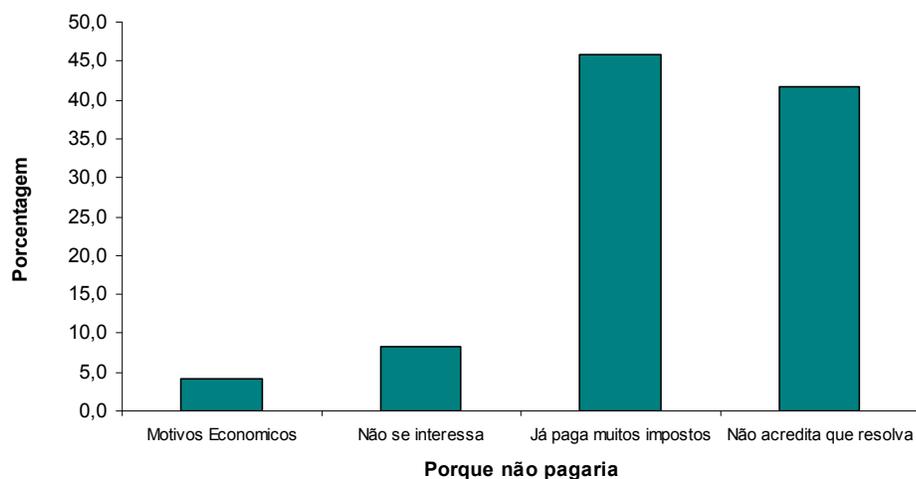


Figura 21: Estatística dos motivos que justificam o não pagamento de um valor a mais pelo metro cúbico de areia.

4.3. Análise econômica do modelo de valoração contingente para valoração da areia extraída do leito do Rio Paraíba

Para realização da avaliação econômica da areia extraída do leito do Rio Paraíba, foi utilizado o modelo proposto por Hanemann (1991)², cuja técnica de eliciação é o referendo com acompanhamento (RA), para estimar a verdadeira disposição a pagar (DAP) um valor a mais pelo metro cúbico de areia extraída do leito do Rio Paraíba. O RA é uma escolha dicotômica, em que uma segunda etapa de escolha é utilizada. Inicialmente, é oferecido um lance aleatório ao entrevistado, com a opção de aceitar ou não o valor oferecido. Caso a resposta seja sim, um segundo lance, com valor maior, é oferecido. Caso a resposta do primeiro lance seja não, um segundo lance é ofertado, com valor menor. O entrevistado tem também a opção de aceitar ou não o segundo lance.

Sugeriram outros modelos como variante do RA, para minimizar o viés de ponto de partida do modelo de Hanemann; Loomis e Kanninen (1991). Cameron e Quiggin (1994) desenvolveram uma variante do RA, em que o primeiro lance é ofertado aleatoriamente, e, a partir deste, é ofertado o segundo lance. Cooper; Hanemann e Signorello (2002) desenvolveram o modelo “*one-and-one-half-bounded*” em que o primeiro lance é oferecido. Se o entrevistado aceitar, um segundo lance é oferecido; caso contrário, o segundo lance não será oferecido. Flachaire e Hollard (2007) também desenvolveram um modelo variante do RA, denominado de *Ranger Model*, no qual são apresentados, ao entrevistado, vários valores aceitáveis para o lance inicial, e não um único valor definido à revelia de sua DAP. O modelo de Hanemann; Loomis e Kanninen (1991) apresenta uma significância estatística dos parâmetros aceitável para o teste de validade do construto. Assim, justifica-se a escolha desse modelo.

Na Tabela 13, encontram-se os valores dos lances oferecidos aos entrevistados, na aplicação do questionário da pesquisa, baseados nos dados encontrados na pesquisa piloto realizada nessa pesquisa.

² Silva (2005) comprovou que o modelo de Hanemann (1991) foi mais eficiente que Hanemann (1984), Cameron (1988), Cameron e Quiggin (1994) e Cooper; Hanemann e Signorello (2002) para estimar DAP pela despoluição do ar no Estado do Acre.

O vetor lance inicial foram os valores oferecidos aos entrevistados mediante sorteio antes do início de cada entrevista. O primeiro valor corresponde a R\$ 2,00 e os valores seguintes correspondem a uma progressão aritmética de razão 0,50. Os vetores lance inferior e superior seguem a mesma metodologia, começando com os valores de R\$ 1,00 e R\$ 3,00, respectivamente.

Tabela 13 - Lances oferecidos aos entrevistados.

Classes	Lance inicial (sortear)	Lance inferior	Lance superior
1	R\$ 2,00	R\$ 1,00	R\$ 3,00
2	R\$ 2,50	R\$ 1,50	R\$ 3,50
3	R\$ 3,00	R\$ 2,00	R\$ 4,00
4	R\$ 3,50	R\$ 2,50	R\$ 4,50
5	R\$ 4,00	R\$ 3,00	R\$ 5,00
6	R\$ 4,50	R\$ 3,50	R\$ 5,50
7	R\$ 5,00	R\$ 4,00	R\$ 6,00

Fonte: Resultado da pesquisa.

A Tabela 14 apresenta os valores dos lances iniciais oferecidos aos entrevistados. Observa-se que o valor mais frequente foi o lance inicial de R\$2,00, e 83,17% dos lances iniciais ofertados corresponderam aos valores entre R\$ 2,00 e R\$ 4,00.

Tabela 14 – Lances iniciais oferecidos aos entrevistados.

Lance inicial	Frequência	Frequência acumulada	Percentual	Percentual acumulado
R\$ 2,00	23	23	22,78	22,78
R\$ 2,50	16	39	15,84	38,62
R\$ 3,00	11	50	10,89	49,51
R\$ 3,50	16	66	15,84	65,35
R\$ 4,00	18	84	17,82	83,17
R\$ 4,50	5	89	4,95	88,12
R\$ 5,00	12	101	11,88	100
Total	101	-	100	-

Fonte: Resultado da pesquisa.

Na Tabela 15, apresentam-se os lances finais de valor a mais que os entrevistados aceitaram pagar pelo metro cúbico de areia extraída do Rio Paraíba.

Tabela 15 – Lances finais de valor a mais que os entrevistados aceitaram pagar pelo metro cúbico de areia extraída do Rio Paraíba.

Lances finais	Frequência	Frequência acumulada	Percentual	Percentual acumulado
R\$ 1,00	11	11	10,89	10,89
R\$ 1,50	3	14	2,97	13,86
R\$ 2,00	8	22	7,92	21,78
R\$ 2,50	12	34	11,88	33,66
R\$ 3,00	22	56	21,79	55,45
R\$ 3,50	14	70	13,86	69,31
R\$ 4,00	7	77	6,93	76,24
R\$ 4,50	4	81	3,96	80,20
R\$ 5,00	8	89	7,92	88,12
R\$ 5,50	4	93	3,96	92,08
R\$ 6,00	8	101	7,92	100
Total	101	-	100	-

Fonte: Resultado da pesquisa.

Observa-se que 88,12% dos entrevistados aceitaram pagar valores entre R\$ 1,00 e R\$ 5,00, sendo que o valor final mais aceito foi de R\$ 3,00. Isso mostra a tendência do valor final para DAP, ou seja, um valor próximo de R\$ 3,00 que será determinado, a seguir, com aplicação do modelo *logit* duplo.

A maximização da função de verossimilhança³, dada pela expressão (20), conduziu aos parâmetros estimados do modelo *logit* duplo para valoração da areia extraída do leito do Rio Paraíba, e estão apresentados na Tabela 16.

³ Para maximização da expressão (20), foi desenvolvido um programa no Limdep 8.0 para estimação do modelo *Logit* duplo (Apêndice B).

Tabela 16 - Parâmetros estimados do modelo *logit* duplo para valoração da areia extraída do leito do Rio Paraíba.

Variáveis	Coefficientes	Médias	Desvios-Padrões	Qui-Quadrado
Intercepto	5,7271	1	1,7743	10,4187 ***
DAP	-0,8797	3,26	0,0999	77,5100 ***
Produção	-0,0001	3030,7	0,0003	0,0819 *
Areia artificial	-0,1475	1,77	0,4479	0,1084 *
Escola	-0,8846	2,82	0,5073	3,0402 *
Renda	0,0000	7898,8	0,0000	0,1203 ns
Funcionários	-0,0039	66	0,0051	0,5725 ns

Fonte: Resultado da pesquisa.

*** Significativo a 1%; ** Significativo a 5%; * Significativo a 10% e ns – não significativo.

Legenda: DAP: disposição a pagar um valor a mais pelo metro cúbico de areia extraída do leito do Rio Paraíba; Produção: produção anual em construção civil da empresa; Areia artificial: variável *dummy*: sim – utilizou areia artificial e não – não utilizou areia artificial; Escola: nível de escolaridade dos entrevistados: 1 – primeiro grau, 2 – segundo grau, 3 – nível superior; Renda: Renda mensal em R\$ (real) do entrevistado e Funcionários: quantidade de funcionários na empresa.

Em relação ao modelo estimado, o primeiro aspecto a ser analisado é o nível de significância dos parâmetros e os respectivos sinais. O R^2 de McFadden⁴ indica que aproximadamente 43% das variações nas variáveis independentes explicam as variações no conjunto de variáveis dicotômicas. Por sua vez, a razão de verossimilhança (LR) apresentou um valor de 233,49, indicando que, pelo menos um parâmetro, é estatisticamente diferente de zero.

O parâmetro intercepto foi significativo; contudo, não possui interpretação econômica. Por sua vez, os parâmetros que representam renda e funcionários não são significativos. Logo, não demandam análise econômica.

A DAP possui o sinal esperado, pois representa uma relação de demanda, ou seja, à medida que o lance inicial aumenta, a probabilidade de o indivíduo se dispor a contribuir diminui, o que é esperado. Além disto, mostrou-se significativo.

Em relação ao parâmetro que representa a escolaridade, o relacionamento com a probabilidade de se dispor a contribuir e o sinal indica um relacionamento inverso, ou seja, quanto maior o nível de escolaridade, menor a disposição a contribuir.

⁴ O cálculo do R^2 de McFadden esta no Apêndice B.

Este resultado é o inverso do resultado esperado, pois *a priori* esperava-se que este relacionamento fosse direto – aumentando-se a escolaridade, aumentaria a probabilidade de se dispor a contribuir.

O parâmetro da areia artificial apresentou sinal negativo, sendo significativo a 10%. Isso indica que a utilização de areia artificial diminui a probabilidade de as empresas se disporem a pagar mais pela areia extraída do Rio Paraíba.

A outra variável estatisticamente significativa foi a produção. Quanto maior a produção anual em construção civil da empresa, menor a probabilidade de a empresa se dispor a aceitar um aumento do preço do metro cúbico de areia. Esse comportamento já era esperado, pois impacta na estrutura de custos da empresa.

Na Tabela 17, apresenta-se o nível de predição do modelo por forma de resposta. Consultando-se a mesma, verifica-se que a resposta que possui menor nível de erro é “SS”, com um erro estimado em 1,98%.

Por sua vez, a resposta “NN”, apresentou o maior nível de erro (15,84%). O modelo apresentou uma taxa de acerto médio de 68,32%. Dado que a maximização de uma função logística que envolve quatro respostas pode ser considerada como bom o nível de acerto do modelo.

Tabela 17: Respostas observadas e estimadas do modelo *logit* duplo para valoração econômica da areia extraída do leito do rio Paraíba.

Respostas	Observada	%	Prevista	%	Acerto %	Erro	%
SS	23	22,77	21	20,79	91,30	2	1,98
SN	28	27,72	18	17,82	78,26	10	9,90
NN	24	23,76	40	39,60	66,67	16	15,84
NS	26	25,74	22	21,78	95,65	4	3,96
Total	101		101		68,32	32	31,68

Fonte: Resultado da pesquisa.

Legenda: SS: ambas as respostas são sim; SN: 1ª resposta é sim seguida de uma 2ª resposta não; NN: ambas as respostas são não; NS: 1ª resposta é não seguida de uma 2ª resposta sim.

Uma informação extremamente importante para análise econômica são os efeitos marginais e as elasticidades de probabilidade. A partir dessas informações, é possível determinar quais variáveis possuem maiores impactos sobre a

probabilidade de os empresários se disporem a pagarem a mais pela areia e qual a classificação do bem, conforme mostra a Tabela 18.

Tabela 18: Efeitos marginais e elasticidades de probabilidade para valoração econômica da areia extraída do leito do Rio Paraíba.

Variáveis ⁵	Efeitos Marginais ⁶	Elasticidades de Probabilidade
Preço	-20,87	-1,11
Escolaridade	-21,00	-0,97
Areia artificial	-3,50	0,01
Produção	0,00	0,00

Fonte: Resultado da pesquisa.

O efeito marginal do preço indica que uma variação de R\$ 1,00 no preço do metro cúbico de areia provoca uma diminuição na probabilidade da disposição a aceitar o aumento da ordem de 20,87%.

Já a elasticidade de probabilidade mostra que uma variação de 1% no preço do metro cúbico de areia ocasiona uma variação inversa, de 1,11% na probabilidade de aceitar pagar o aumento do metro cúbico, ou seja, a areia é um bem elástico à variação de preços.

O efeito marginal da escolaridade representa que uma variação de um nível de escolaridade ocasiona um impacto inverso da ordem de 21% sobre a probabilidade de a empresa aceitar o aumento do valor do metro cúbico de areia. A análise do preço será apresentada após a determinação da DAP.

A variável que possui maior impacto sobre a disposição a aumentar o valor pago pelo metro cúbico de areia é a educação. Em relação a esta variável, tem-se uma situação inesperada. Especificamente, nesta pesquisa, maior nível de escolaridade ocasiona menor disposição a aceitar um aumento do preço do metro cúbico de areia, conforme a probabilidade de se dispor a contribuir com o aumento do metro cúbico de areia, apresentada na Tabela 19.

⁵ As demais variáveis não foram analisadas por que não foram estatisticamente significativas

⁶ O efeito marginal é analisado em pontos percentuais e a elasticidade de probabilidade em porcentagem

Silva e Lima (2004) também estimaram impacto negativo da escolaridade sobre a DAP, ou seja, maiores níveis de escolaridade ocasionam menores probabilidades a aceitar a pagar pela conservação de um ativo ambiental.

Vários motivos podem explicar o porquê desse fenômeno. Um deles justifica-se em função de que maiores níveis educacionais ocasionam maiores níveis de renda, que por sua vez, são tributados com altíssimas taxas de imposto. Logo, as pessoas/empresas já acreditam que contribuem com o meio ambiente.

Tabela 19 - Probabilidade da DAP por um valor a mais, pelo metro cúbico de areia.

Nível de Escolaridade	Probabilidade da DAP
Primeiro grau	47,33
Segundo grau	26,33
Nível superior	5,34

Fonte: Resultado da pesquisa.

O modelo econométrico utilizado para estimar o valor médio da DAP em função das variáveis explicativas tem a seguinte forma:

$$DAP = (\text{INTERCEPTO} + \text{CPROD} \times \text{MPROD} + \text{CAREIA} \times \text{MAREIA} + \text{CESCOLA} \times \text{MESCOLA} + \text{CFUNC} \times \text{MFUNC}) / \text{CDAP} \quad (25)$$

onde,

CPROD, CAREIA, CESCOLA, CFUNC e CDAP são os coeficientes e MPROD, MAREIA, MESCOLA e MFUNC são as médias das variáveis, apresentadas na tabela 16.

Portanto, o valor estimado médio para disposição a pagar um valor a mais pelo metro cúbico de areia é de R\$ 2,74. Contudo, este valor não possui um desvio-padrão que possibilite realizar inferências estatísticas. Em função disso, foi realizada uma simulação de *Krisk-Roob*⁷, com um milhão de interações, cujos resultados estão apresentados na Tabela 20.

⁷ Para maiores detalhes ver Apêndice C.

Tabela 20: Simulação *Krisk-Roob* para disposição a pagar probabilística normal e truncada um valor a mais, pelo metro cúbico de areia.

Medidas	DAP Probabilística normal⁸	DAP Probabilística truncada
Média	3,09	25,38
Mediana	3,14	2,92
Máximo	292,85	291,74
Mínimo	-306,67	0,00
Desvios – Padrão	60,03	35,96

Fonte: Resultado da pesquisa.

Na Tabela 20, verifica-se a presença de DAP probabilística negativa, e, para contornar esse problema, foi necessário truncar o valor da DAP. Assim, a distribuição de probabilidade da disposição dos empresários a pagarem um valor a mais pelo metro cúbico de areia deixou de ser normal. Observa-se que, a média da DAP probabilística teve um aumento expressivo em relação à DAP probabilística truncada, ou seja, passou de 3,09 para 25,38. Nesse caso, a média é extremamente sensível a truncamento da série. Portanto, não é a medida mais adequada para a avaliação econômica.

Por sua vez, a mediana mostrou-se menos influenciável aos *outliers*, bem como ao truncamento. Logo, a mediana é a melhor medida de valoração, o que implica que o valor que os empresários da construção civil aceitam pagar a mais pelo metro cúbico de areia extraída do leito do Rio Paraíba é de aproximadamente R\$ 2,92.

A Figura 22, a seguir, apresenta o histograma dos valores simulados da disposição a pagar normal:

⁸ A disposição a pagar normal em função dos desvios-padrão pode assumir vapores negativos o que é inconsistente. Em função deste problema, trunca-se a distribuição evitando assim este viés.

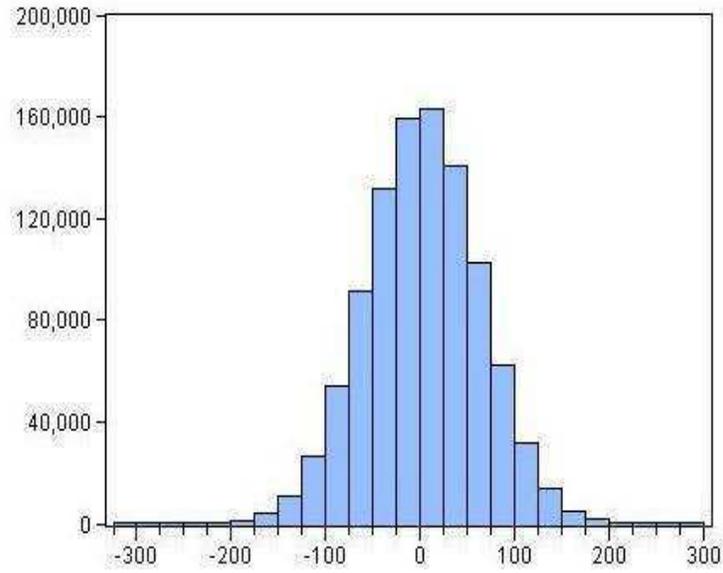


Figura 22 - Histograma de normalidade de distribuição normal

Já na Figura 23, a seguir, é apresentado o histograma dos valores simulados da disposição a pagar normal truncada. Nesse caso, observa-se que o valor da média é extremamente viesado:

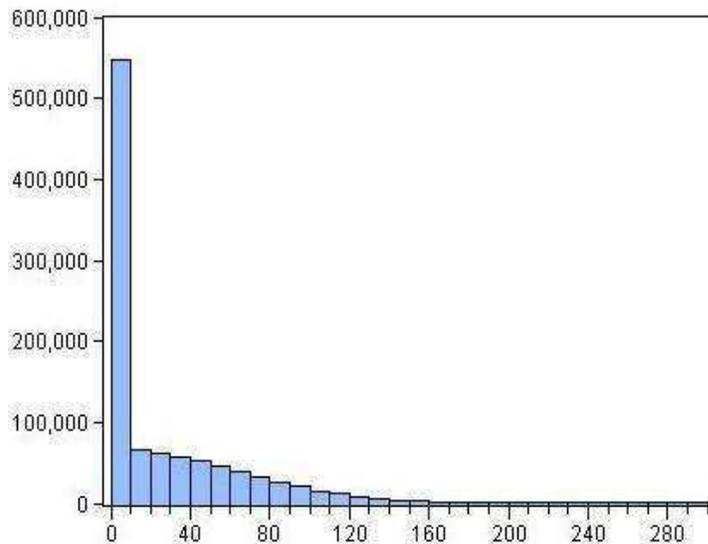


Figura 23 - Histograma da distribuição normal truncada

Na Figura 24, tem-se a representação gráfica que auxilia a compreensão do efeito do impacto marginal sobre a probabilidade.

O efeito marginal indica que uma variação de R\$ 1,00 diminui em 20,87% a probabilidade de os empresários da construção civil aceitarem pagar o aumento do metro cúbico, ou seja, se o preço médio da areia aumentar em R\$ 1,00, a probabilidade de as empresas se disporem a pagar o aumento decresce para 47,44%.

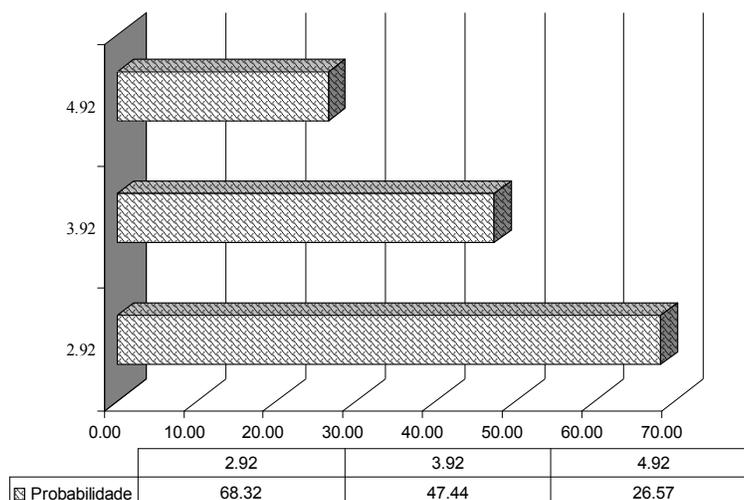


Figura 24 - Impacto do aumento de R\$ 1,00 no preço mediano do metro cúbico da areia extraída do leito do Rio Paraíba sobre a disposição a pagar

Para agregar os benefícios oriundos da extração de areia do leito do Rio Paraíba, utilizou-se a mediana da DAP. Portanto, a partir da agregação da mediana da DAP de R\$ 2,92 centavos (aumento por metro cúbico de areia), com o consumo anual de areia no estado da Paraíba de 1,28 milhões de metros cúbicos (produção de 2005, segundo dados da DNPM, 2009), estimam-se monetariamente os benefícios totais que o recurso natural “areia” pode gerar, chegando-se ao valor de 3,74 milhões de reais por ano.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. CONCLUSÕES

No presente estudo, foi estruturado um mercado hipotético para a areia extraída no leito do Rio Paraíba, o que permitiu estimar a disposição a pagar um valor a mais pelo metro cúbico de areia, por parte de consumidores, através de questionamento direto.

Na aplicação do questionário, procurou-se minimizar os vieses estimativos e da informação, apresentando-se aos entrevistados o cenário atual de extração de areia no leito do Rio Paraíba, através de um manual de pesquisa com textos explicativos e de fotografias das áreas onde acontecem as atividades de extração. Esse foi um forte argumento na aplicação do questionário, que sensibilizou os entrevistados a declararem sua verdadeira disposição a pagar (DAP) um valor a mais pelo metro cúbico de areia.

No levantamento do perfil ambiental das áreas de atividades de extração da areia no leito do Rio Paraíba, observou-se que os impactos negativos sobrepõem muito os impactos positivos, pois se evidenciaram 29 impactos negativos contra 4 impactos positivos.

Dentre os impactos negativos, destacam-se como os mais relevantes: o assoreamento, devido à supressão da mata ciliar e, em alguns casos, devido à alteração nas calhas dos cursos d'água; a alteração da paisagem; as modificações na estrutura do solo; a interferência sobre a fauna; a trepidação; a poluição sonora; a poluição atmosférica; a contaminação por óleos e graxas provenientes de caminhões e máquinas; a turbidez das águas; a geração de resíduos sólidos e a alteração no nível do lençol freático.

Tais impactos podem, em médio prazo, provocar inundações, águas paradas e todas as suas consequências, como a proliferação de insetos e doenças, provocando, assim, graves danos ao meio ambiente e à sociedade. Portanto, pode-se afirmar que a extração da areia em leitos de rios apresenta

um forte perfil impactante, o que justifica a avaliação prévia da compatibilidade do seu desenvolvimento com a conservação dos recursos naturais.

Brown (2003) faz uma advertência sobre o desafio da criação de um setor de eco-economia de materiais, em que precisaremos não apenas de um imposto sobre a emissão do carbono, mas também sobre todos os resíduos produzidos, para que aqueles que geram o lixo paguem pelo custo total destas externalidades, pressionando o mercado a andar de acordo com a verdade ecológica. No contexto dessa pesquisa, o pagamento de taxas adicionais sobre metro cúbico de areia, nas quais estariam internalizados os impactos ambientais causados pelo processo de mineração, poderá pressionar o mercado a racionalizar e mitigar a extração de areia, com sua substituição parcial por outros bens (substitutos), como: areia artificial proveniente da britagem de rochas calcárias e basálticas, e/ou areia oriunda da reciclagem de resíduos sólidos da construção civil.

Neste estudo de caso, a probabilidade de os entrevistados - empresários da construção civil - em se dispor a pagar um valor a mais pelo metro cúbico de areia foi de 76,24%. A técnica da valoração contingente, a partir da estimação do modelo *logit* duplo, possibilitou a determinação das variáveis que são mais relevantes para explicar a disposição a pagar por um aumento do preço médio do metro cúbico de areia extraída do Rio Paraíba.

O modelo estimado (referendo com acompanhamento, seguindo a abordagem de Hanemann; Loomis e Kanninen, 1991) apresentou bons indicadores estatísticos: o nível médio de acertos foi de 68,32%, com o menor nível de erro na opção Sim-Sim (1,98%) e o maior nível de erro no extremo Não-Não (15,84%).

Já os efeitos marginais indicaram que o preço e a escolaridade exercem grandes impactos sobre a disposição a pagar por um aumento do preço médio do metro cúbico de areia. Contudo, é interessante destacar que o nível de escolaridade apresentou um relacionamento paradoxal, ou seja, mostra uma relação inversa entre disposição a pagar e educação. Nesse caso, maiores níveis de escolaridade ocasionaram menores probabilidades em aceitar pagar pela conservação de um ativo ambiental. Um dos motivos da ocorrência desse fenômeno é o fato de que maiores níveis educacionais ocasionam maiores níveis de renda, que por sua vez, são tributados com

altíssimas taxas de imposto. Logo, as pessoas/empresas já acreditam que contribuem com o meio ambiente.

Inicialmente estimou-se a DAP por um aumento no valor do metro cúbico de areia em R\$ 2,74. Contudo, estatisticamente, este valor não possui uma distribuição de probabilidade que nos permita a realização de inferências estatísticas.

Para preencher essa lacuna, foi realizado um experimento de *Krisk-Roob*, com um milhão de interações, para obter uma distribuição de probabilidade normal para DAP. Contudo, esse experimento apontou a existência de DAP negativa, o que representa uma inconsistência ao método, pois o preço na economia não pode assumir valor negativo. Portanto, tornou-se necessário truncar a DAP, para eliminar esses valores negativos. Com isso, verificou-se que a média da DAP é extremamente sensível ao truncamento, ou seja, passou de R\$ 3,09 para R\$ 25,38. Por sua vez, a mediana da DAP mostrou-se menos influenciável aos valores muito discrepantes (*outliers*), bem como ao truncamento, tornando-se assim, a melhor medida de valoração para areia extraída do leito do Rio Paraíba. Logo, o valor que os empresários da construção civil aceitaram pagar a mais pelo metro cúbico de areia extraída do leito do Rio Paraíba foi de R\$ 2,92.

Esse valor encontrado para DAP (R\$ 2,92) representa a internalização dos custos via preço das externalidades provocadas ao meio ambiente e à sociedade, decorrentes da prática desse tipo de atividade. No futuro, esse valor da DAP, cobrado (pelo poder público) através de imposição de taxas, subsídios ou outro mecanismo econômico, e acrescido no preço final da areia, induzirá os empresários da construção civil a substituir parcialmente esse insumo por seus substitutos, no processo produtivo da indústria da construção civil, minimizando assim, a pressão de impactos (provocados pelo processo de extração de areia em leitos de rios) ao meio ambiente.

É importante ressaltar que, por se tratar de uma pesquisa científica, existem inúmeras limitações, como por exemplo, a aplicação do MVC com a utilização das técnicas de eliciação, onde os vieses das respostas estão presentes, mesmo quando se tomam todas as medidas necessárias para

minimizá-los; outro problema teórico diz respeito ao truncamento da DAP, no qual se perde informações.

Para minimizar esses vieses, no presente estudo, tomou-se como parâmetro os procedimentos-padrão do renomado NOAAAL *Panel*, desenvolvidos quando da avaliação dos danos causados, no Alasca, pelo derramamento de óleo do petroleiro *Exxon Valdez*, em 1989. Portanto, o modelo estimado apresentou resultados que atenderam às expectativas teóricas para a validação do constructo, ou seja, obteve-se sucesso em relação às inferências estatísticas realizadas para determinar quais das variáveis explicativas tinham significância estatística para estimar a disposição a pagar, por parte dos indivíduos, um valor a mais pelo metro cúbico de areia. Os testes do constructo foram favoráveis e boa parte das diretrizes do NOAAAL *Panel* foi cumprida.

Por fim, essa pesquisa apresenta uma estimativa dos benefícios que o recurso natural “areia” pode gerar para os Municípios, Estados e Federação, a partir da agregação da mediana encontrada para DAP (R\$ 2,92) dos entrevistados (empresários da construção civil) com a produção anual de areia. De acordo com os dados do Anuário Mineral Brasileiro (BRASIL, 2006), na Paraíba, a produção de areia no ano de 2005 foi de 1,28 milhões de metros cúbicos, totalizando o montante de 3,74 milhões de reais por ano. Já para o Brasil, a produção no ano de 2005 foi de 238 milhões de toneladas, o que totalizaria o montante de 694,96 milhões de reais por ano em benefícios.

Logo, esse montante seria, no futuro, revertido em benefícios para o próprio rio. Por exemplo, poder-se-ia custear uma fiscalização intensa em toda extensão do rio, para identificar e interditar as empresas de mineração que não estão atendendo o Relatório de Controle Ambiental (RCA), o que é exigido no processo de licenciamento ambiental, em conformidade com as diretrizes do órgão ambiental estadual competente. Os resultados dessa pesquisa também podem auxiliar, no futuro, os órgãos ambientais competentes em suas tomadas de decisões, no momento da definição de políticas públicas ambientais, apontando para um desenvolvimento sustentável.

5.2 Recomendações para Trabalhos Futuros

Considerando-se os resultados obtidos e a necessidade de ampliação do conhecimento sobre a aplicação do método de valoração contingente para estimar o valor econômico de bens ou serviços ambientais, bem como aplicações de outros métodos de valoração econômica, sugere-se:

- Utilizar outros métodos de valoração econômica para valorar areia extraída dos leitos de rios e comparar com os resultados encontrados nesta pesquisa;
- Aplicar outros métodos diferentes do método de Krisnsk-Roob, utilizado nesta pesquisa, para determinação do desvio padrão associado à DAP e determinar qual método de simulação fornece maior eficiência;
- Valorar a areia artificial proveniente da britagem de rochas basálticas;
- Valorar o recurso natural “areia” extraído em tabuleiros;
- Internalizar as externalidades provocadas pelos resíduos da construção civil através dos métodos de valoração econômica;
- Realizar zoneamento ambiental do Rio, para identificar os locais que melhor se adéquam as atividades de extração de areia ;
- Valorar o recurso natural “areia” com outra amostra (consumidores finais e mineradores).

REFERÊNCIAS

AGUIRRE, A. et al. Redução dos custos de quantificação de benefícios na avaliação contingente. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 56, n. 3, p. 377-396, jun./set. 2002.

AMIGUES, J. P. et al. The benefits and costs of riparian analysis habitat preservation: a willingness to accept/willingness to pay contingent valuation approach. **Ecological Economics**, v. 43, p. 17-31, 2002.

ARBUES, F.; GARCIA, V. M. A.; MARTINEZ, E. R. Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review. **The Journal of Socio-Economics**, v. 32, p. 81-102, 2003.

ARROW, K. et al. Report of the NOAA panel on contingent valuation. **Federal Register**, v. 58, n.10, p. 4602-4614, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9935**: agregados – terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

BABEL, M. S.; GUPTA, A.; PRADHAN P. A multivariate econometric approach for domestic water demand modeling: an application to Kathmandu, Nepal. **Water Resource Manage**, v. 21, n. 3, p. 573–589, mar. 2007.

BARBISAN, A. O. et al. Técnicas de valoração econômica de ações de requalificação do meio ambiente: aplicação em área degradada. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.14 n.1, p.119-128, jan./mar. 2009.

BATEMAN, I. J. et al. **Economic valuation with stated preference techniques**: a manual. Cheltenham: Edward Elgar, 2002.

BAUERMEISTER, K. H.; MACEDO, A. B. Quadro da recuperação de áreas mineradas na região leste de São Paulo. In: SIMPÓSIO SUL AMERICANO, 1.; SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., 1994, Foz do Iguaçu. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994. p. 225-235.

BELL, D. R.; GRIFFIN, R. C. Determinants of demand for water used in texas communities. In: ANNUAL MEETING OF THE AGRICULTURAL ECONOMICS ASSOCIATION. 2005, San Francisco. **Annals...** San Francisco, 2005. p. 6-8.

BICKMORE, C. J.; WILLIAMS, A., Mersey barrage feasibility study: a practical application of environmental economics. In: MUNASINGH, M.; MCNEELY, J. **Protected area economics and policy: linking conservation and sustainable development**. Washington: Work Bank, p. 221-232, 1994.

BISHOP, R. C.; HEBERLEIN, T. A. Measuring values of extramarket goods: are indirect measures biased? **American Journal of Agricultural Economics**, n. 61, p. 926-930, 1979.

BOYLE, K. J. et al. Valuing public goods: discrete versus continuous contingent-valuation responses. **Land Economics**, v. 72, n. 3, p. 381-96, 1996.

BRANDT, W. Avaliação de cenários em planos de fechamento de minas. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. (Eds.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV/DPS/SOBRAGE, 1998. p. 131-134.

BRASIL. Agência Nacional das Águas. **Resolução Nº 327, de 14 de julho de 2004**. Brasília: ANA, 2004.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Congresso Nacional, 1988.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: www.mma.gov.br/conama. Acesso em: 08 dez. 2008a.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário mineral brasileiro**. Brasília: DNPM, 2006. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/>. Acesso em: 10 nov. 2009.

_____. **Guia do minerador**. Recife: DNPM. Disponível em: www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/Guia/Guia_2.htm. Acesso em: 08 dez. 2008b.

BRASIL. Governo Federal. **Programa de Aceleração do Crescimento**. Brasília, 2007. Disponível em: www.brasil.gov.br/pac/. Acesso em: 12 nov. 2008.

BROWN, L. R. **Eco-economia: construindo uma economia para a terra**. Salvador: UMA, 2003. 386 p.

BUCKLEY, C.; RENSBURG, T. M.; HYNES, S. Recreational demand for farm commonage in Ireland: a contingent valuation assessment. **Land Use Policy**, v. 26, p. 846-854, 2008.

BUEST NETO, G. T. **Estudo de substituição dos agregados miúdos naturais por agregados miúdos britados em concretos de cimento portland**. 2006. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

CAMERON, T. A. A new paradigm for valuing non-market goods using referendum data: maximum likelihood estimation by censored logistic regression. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 15, n. 3, p. 355-379, 1988.

CAMERON, T.A.; GUIGGIN, J. Estimation using contingent valuation data from a “dichotomus choice with follow-up” questionnaire. **Journal of Environmental Economics and Management**, n. 27, p. 218-234, 1994.

CARSON, R. T.; FLORES, N. E.; MEADE, N. F. Contingent valuation: controversies and evidence. **Environmental and Resource Economics**, v. 19, p.173– 210, 2001.

CARSON, R. T. et al. **A bibliography of contingent valuation studies and papers**. California: Natural Resource Damage Assessment, 1994.

CHAUDHY, P.; SINGH, B.; TEWARI, V. P. Non-mark economic valuation in developing coutries: Role of participant observation method in CVM analysis. **Journal of Forest Economics**, v. 13, p. 259-275, 2007.

CONTADOR, C. R. **Projetos sociais: avaliação e prática**. São Paulo: Atlas, 2000.

COOPER, J. C.; HANEMMANN, W. M.; SIGNORELLO, G. One-and-one-halfbound dichotomous choice contingent valuation. **The Reviews of Economics and Statistics**, v. 84, n. 4, p. 742-750, nov. 2002.

CUCHIERATO, G. **Caracterização tecnológica de resíduos da mineração de agregados da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), visando seu aproveitamento econômico**. 2000. 201 f. Dissertação (Mestrado em Geociências)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

CUMMINGS, R. G.; HARRISON, G. W.; RUTSTROM, E. E. Homegrown values and hypothetical surveys: Is the dichotomous choice approach incentive compatible? **American Economic Review**, v. 85, p. 260-266, 1995.

DAVIS, R. K. **The value of outdoor recreation**: an economic study of the marine woods. PhD Thesis. Harvard University, Cambridge, 1963.

DEL SAZ-SALAZAR, S.; MENÉNDEZA, L. G. Estimating the non-market benefits of an urban park: does proximity matter? **Land Use Policy**, v. 24, n. 1, p. 296-305, jan. 2007.

DESVOUSGES, W. H. et al. Measuring natural resource damages with contingent valuation: tests of validity and reliability. In: HAUSMAN, J. A. (Ed.). **Contingent valuation**: a critical assessment. Amsterdam: North Holland, 1993. p. 9-159.

DIXON, J. A. et al. **Economic analysis of environmental impacts**. London: Earthscan Publications, 1994. 210 p.

FARIAS, C. E. G. **Mineração e meio ambiente no Brasil**. (Relatório Preparado para o CGEE PNUD-Contrato 2002/001604), 2002. Disponível em: <www.cggee.org.br/arquivos/estudo011_02.pdf>. Acesso em: 31 out. 2008.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DA PARAÍBA. **Cadastro industrial**. Campina Grande: FIEP, 2006.

FISCHER, A. C., **The conceptual underpinnings of the contingent valuation method**. In: BJORNSTAD, D. J.; KAHN, J. R. (Eds.). The contingent valuation environmental resources. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 1996.

FLACHAIRE, E.; HOLLARD, G. Starting-point bias and respondent uncertainty in dichotomous choice contingent valuation surveys. **Journal of Economic Behavior and Organization**, may 2007.

FOSTER, V.; BATEMAN, I. J.; HARLEY, D. A non-experimental comparison of real and hypothetical willingness to pay. **Journal of Agricultural Economics**, 1997.

GRIFFITH, J. J. **Recuperação conservacionista da superfície de áreas mineradas**: uma revisão de literatura. Viçosa: UFV, 1980. 106 p.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. 3. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2000.

HANEMANN, M. W. Valuing the environment through contingent valuation. **Journal of Economic Perspectives**, v. 8, n.4, p. 19-43, 1994.

_____. Welfare evaluation in contingent valuation experiments with discrete responses. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 66, n. 5, p. 332-341, 1984.

_____.; KANNINEN, B. The statistical analysis of discrete-response CV data. In: BATEMAN I. J.; WILLIS, K. G. (Eds.). **Valuing environmental preferences**. Oxford: Oxford University Press, 1999. p. 302-441.

_____.; LOOMIS, J.; KANNINEN, B. Statistical efficiency of double-bounded dichotomous choice contingent valuation. **American Journal of Agricultural Economics**, v.4, n.73, p.1255-1263, 1991.

HANLEY, N.; SPASH, C. L. **Cost-benefit analysis and the environment**. England: Edward Elgar Publishing, 1993. 278 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Aspectos práticos da legislação minerária brasileira**. Brasília, 2008.

JACOBI, P. **Meio ambiente, educação e cidadania: desafios da mudança**. São Paulo: SENAC-SP, 2004.

JIN, J.; WANG, Z.; RAN, S. Comparison of contingent valuation and choice experiment in solid waste management programs in Macao. **Ecological Economics**, v. 57, n. 3, p. 430-441, abril 2005.

KAZMIER, L. **Estatística aplicada à administração e economia**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

KIM, S. H.; DIXON, J. A. Economic valuation of environmental quality aspects of upland agricultural projects in Korea. In: DIXON, J. A.; HUFSCHMIDT, M. M. **Economics valuation techniques for the environment: a case study workbook**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1986.

KOSTAS, B.; CHRYSOSTOMOS, S. Estimating Urban Residential Water Demand Determinants and Forecasting Water Demand for Athens Metropolitan Area, 2000-2010. **South-Eastern Europe Journal of Economics**, v. 1, p 47-59, 2006.

LELLES, L. C. et al. Perfil ambiental qualitativo da extração de areia em cursos d'água. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.3, p.439-444, 2005.

LI, H. et al. Public support for reducing US reliance on fossil fuels: Investigating household willingness-to-pay for energy research and development. **Ecological Economics**, v. 68, n. 3, p. 731-742, July 2008.

LOOMIS, J. B.; KESKE, C. M. Mountain substitutability and peak load pricing of high alpine peaks as a management tool to reduce environmental damage: A contingent valuation study. **Journal of Environmental Management**, v. 90, p. 1751-1760, 2009.

LUCENA, F. L. **Análise do custo-benefício da reciclagem dos resíduos sólidos urbanos no Recife e Jaboatão dos Guararapes**. 2004. 293 f. Tese (Doutorado em Economia)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

MAIA, A. G.; ROMEIRO A. R. Validade e confiabilidade do método de custo de viagem: um estudo aplicado ao Parque Nacional da Serra Geral. **Economia Aplicada**, São Paulo, v.12, n.1, p. 103-123, jan./mar. 2008.

MARQUES, J. F.; COMUNE, A. E. Quanto vale o ambiente: interpretações sobre o valor econômico ambiental. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 23., 1995, Salvador. **Anais...** Salvador, 1995. p. 663-652.

MARQUES, J. F.; PEREIRA, L. C. **Valoração econômica dos efeitos da erosão: estudo de caso em bacias hidrográficas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004.

MARTINEZ, E. R. Residential water demand in the Northwest of Spain. **Environmental and Resource Economics**, v. 21, n. 2, p. 161-187, 2002.

MARTINEZ, E. R.; NAUGES C., Is all domestic water consumption sensitive to price control? **Applied Economics**, v. 36, p. 1697-1703, 2004.

MAS-COLELL, A.; WHINSTON, M.D.; GREEN, J. R. **Microeconomic theory**. New York: Oxford University Press, 1995. 981 p.

MEDEIROS, P. C.; RIBEIRO, M. M. R. Elasticidade-preço da demanda por Água na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 8., 2006, Gravatá. **Anais...** Gravatá, 2006.

MITCHELL, R. C.; CARSON, R. T. **A contingent valuation estimate of national freshwater benefits**: technical report to the U.S. environmental protection agency. Washington: Resources for the Future, 1984.

_____. **Using surveys to value public goods**: the contingent valuation method. Washington: Resource for the Future, 1989.

MONARCHOVA, J.; GUDAS, M. Contingent valuation approach for estimating the benefits of water quality improvement in the Baltic States. **Environmental Research, Engineering and Management**, v. 47, n. 1, p. 5-12, 2009.

MOTTA, R. S. **Economia ambiental**. Rio de Janeiro: FGV, 2006. 228 p.

_____. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília: MMA, 1998. 218 p.

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

NUGENT F. R. Ensaio com areia artificial: como melhorar seu concreto. In: COLÓQUIO SOBRE AGREGADOS PARA CONCRETO. 1979, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IBRACON, 1979. p 1-29.

ORTIZ, R. A. Valoração econômica ambiental. In: MAY, P. et al. **Economia do meio ambiente**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2003.

PARAIBA. Governo do Estado. Disponível em: <www.paraiba.pb.gov.br>. Acesso em: 8 dez. 2008.

PARAIBA. Superintendência de Administração do Meio Ambiente. João Pessoa, 2009. Disponível em: <<http://www.sudema.pb.gov.br/index.php>> Acesso em: 5 out. 2009.

PEARCE, D. W. **Economic values and the natural world**. Massachusetts: The MIT Press, 1993. 129 p.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

PORTNEY, P. R. The contingent valuation debate: why economists should care. **Journal of Economic Perspectives**, v. 8, p. 3-17, 1994.

RIBEIRO, M. M. R.; LANNA, A. E. ; PEREIRA, J. S. Elasticidade-preço da demanda e a cobrança pelo uso da água. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. 13., 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABRH, 1999. 1 CD-ROM.

ROCHA, J. S. M.; GARCIA, S. M.; ATAIDES, P. R. V. **Manual de avaliações de impactos e passivos ambientais**. 3. ed. Santa Maria: Imprensa Universitária, 2006. 476 p.

RODRIGUES, A. M. O. **Aplicação da metodologia de preços hedônicos ao mercado brasileiro de aparelhos celulares pré-pagos**. 2009. 61 f. Dissertação (Mestrado em Economia)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SALE, M. C.; HOSKING, S. G.; DU PREEZ, M. Application of the contingent valuation method to estimate a recreational value for the freshwater inflows into the Kowie and the Kromme Estuaries. **Water SA (Online)**. Pretoria, v. 35, n.3, p. 261-270, apr. 2009. Disponível em: <www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci...pid>. Acesso em: out. 2009.

SANTOS, A. L. F. **O setor informal na gestão de resíduos sólidos no Brasil**. Rio de Janeiro: Associação Alemã de Cooperação Técnica, 2000.

SATÉLITE Ikonos II. 2005. Disponível em: <earth.google.com/intl/pt/>. Acesso em: 5 out. 2008.

SBRIGHI NETO, C. Agregados para concreto. In: SULFFIB SEMINÁRIO: O USO DA FRAÇÃO FINA DA BRITAGEM. 2., 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo, IPT/ABGE, 2005. 1 CD-ROM.

SCARPIN, J. E.; BOFF, M. L. Relações entre os indicadores de renda per capita e a esperança de vida ao nascer nos municípios dos Estados da Região Sul do Brasil: um estudo empírico. **Revista Alcance**, Itajaí, UNIVALI, v. 15, n. 2, p. 262-283, mai./ago. 2008. Disponível em: <www.univali.br/alcance>. Acesso em: 11 nov. 2008.

SCHLAPFER, F. Survey protocol and income effects in contingent valuation of public goods: a meta-analysis. **Ecological Economics**, v. 57, n. 3, p. 415-429, July 2005.

SILVA, E. **Técnicas de avaliação de impactos ambientais**. Viçosa: CPT, 1999. 64 p.

SILVA, M. A. R. Econômica dos recursos naturais. In: MAY, P. et al. **Economia do meio ambiente**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2003.

SILVA, R. G. **Disposição a pagar para evitar danos à saúde oriundos das queimadas**: uma aplicação do método de valoração contingente no Estado do Acre. 2005. 121 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

SILVA, R. G.; LIMA, J. E. Applying the contingent valuation method to evaluate the cost of air pollution caused by burnings in western Amazon. **Revista de Gestão Economia**, Portugal, v. 10, p. 10-19, 2006.

_____. Valoração contingente do parque "Chico Mendes": uma aplicação probabilística do método referendun com *bidding games*. **Revista de Economia e Sociologia Rural - RER**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 1, p. 685-708, 2004.

SPASH, C. L. et al. Motives behind willingness to pay for improving biodiversity in a water ecosystem: economics, ethics and social psychology. **Ecological Economics**, v. 68, n. 4, p. 955-964, out. 2006.

TAVARES, V. E. Q. ; RIBEIRO, M. M. R. ; LANNA, A. E. **Valoração monetária de bens e serviços ambientais: revisão do estado-da-arte sob a ótica da gestão das águas**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 4, n. 3, p. 97-116, jul/set 1999.

VENKATACHALAM, L. The contingent valuation method: a review. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 24, n. 1, p. 89-124, ago. 2003.

VERBIČ, M.; SLABE-ERKER, R. An econometric analysis of willingness-to-pay for sustainable development: a case study of the Volčji Potok landscape area. **Ecological Economics**, v. 68, p. 1316-1328, 2008.

WALSH, R. G.; LOOMIS, J. B.; GILLMAN, R. A. Valuing option, existence and bequest demands for wilderness. **Land Economics**, v. 60, p. 14-29, 1984.

ZHONGMIN, X. et al. Applying contingent valuation in China to measure the total economic value of restoring services in Ejina region. **Ecological Economics**, v. 44, p. 345-358, 2003.

ZYGER, I. C. **Um estudo sobre a participação e o conhecimento da comunidade no manejo dos resíduos sólidos no Município de Santa Helena-PR**. 2005. 130 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Produção)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

APÊNDICE A**QUESTIONÁRIO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE-PB
DOUTORADO EM RECURSO NATURAL

PESQUISA:

**VALORAÇÃO DA AREIA EXTRAÍDA DO LEITO DO RIO PARAÍBA
UTILIZADA NO PROCESSO PRODUTIVO DA INDÚSTRIA DA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Responsável: Luciano Gomes de Azevedo

Orientadores: Dra. Márcia Maria Rios Ribeiro

Dr. Érico A. A. Miranda

I - IDENTIFICAÇÃO

CIDADE: _____, DATA: ____/____/____

EMPRESA: _____

NOME: _____

CARGO: _____

PESQUISADOR: _____

CODIFICADOR: _____

CHECADOR: _____

INÍCIO: ____ FIM: ____ dur.: ____ min

Observação: todas as informações obtidas neste questionário são confidenciais e serão usadas estritamente para fins acadêmicos.

II - CARACTERÍSTICAS SÓCIO-ECONÔMICAS DO ENTREVISTADO**P1. SEXO:**

1. () masculino 2. () feminino

P2. IDADE. Anote:_____.

1. () 18 a 34 anos;
2. () 35 a 45 anos;
3. () 45 a 59 anos;
4. () 60 anos ou mais.

P3. Até que ano da escola você estudou?

1. () 1º grau;
2. () 2º grau;
3. () Superior completo ou mais.

P4. Qual sua renda mensal familiar? Anote:_____.

1. () Até R\$ 1.000,00
2. () R\$ 1.000,00 - R\$ 2.000,00
3. () R\$ 2.000,00 - R\$ 5.000,00
4. () R\$ 5.000,00 - R\$ 10.000,00
5. () R\$ 10.000,00 - R\$ 15.000,00
6. () Acima de R\$ 15.000,00

III - CARACTERÍSTICAS DA EMPRESA CONSTRUTORA**P5. Qual número de empregados da empresa? Anote:_____.**

1. () Até 20
2. () 20 - 100
3. () 100 - 200
4. () 200 - 500
5. () 500 - 1000
6. () Acima de 1000

P6. Qual o faturamento anual da empresa? Anote:_____.

1. () Até R\$ 100.000,00
2. () R\$ 100.000,00 - R\$ 200.000,00
3. () R\$ 200.000,00 - R\$ 500.000,00
4. () R\$ 500.000,00 - R\$ 1.000.000,00
5. () R\$ 1.000.000,00 - R\$ 1.500.000,00
6. () R\$ 1.500.000,00 - R\$ 2.000.000,00
7. () R\$ 2.000.000,00 - R\$ 5.000.000,00
8. () R\$ 5.000.000,00 - R\$ 10.000.000,00
9. () Acima de R\$ 10.000.000,00

P7. Qual a produção anual em construção civil da empresa?

Anote:_____.

1. () Até 500 m²
2. () 500 - 1.000 m²
3. () 1.000 - 2.000 m²
4. () 2.000 - 5.000 m²
5. () 5.000 - 10.000 m²
6. () 10.000 - 20.000 m²
7. () Acima de 20.000 m²

P8. Qual a posição da empresa em relação à preservação do meio ambiente?

1. () não se preocupa; 2. () preocupa-se um pouco; 3. () preocupa-se muito; 4. () não sabe.

P9. A empresa possui certificação ambiental e/ou de qualidade e/ou outras?

1. () Sim. Quais:_____ 2. () Não

APÊNDICE B

PROGRAMA LIMDEP PARA ESTIMAÇÃO DO LOGIT DUPLO

```

$MODELO VERSAO FINAL
$Logit duplo IRRESTRITO
$maximize; labels=alfa,b1,b2,b3,b4,b5; start=-0.0001,-0.0001,-0.0001,-0.0001,-
0.0001,-0.0001;
    fcn=yy*log(1-lgp(-alfa-b1*maior-b2*x2-b3*x3-b4*x4-b5*x5-b6*x6))
    +nn*log(lgp(-alfa-b1*menor-b2*x2-b3*x3-b4*x4-b5*x5))
    +yn*log(lgp(-alfa-b1*maior-b2*x2-b3*x3-b4*x4-b5*x5-b6*x6)-lgp(-alfa-
b1*inic-b2*x2-b3*x3-b4*x4-b5*x5 b6*x6))
    +ny*log(lgp(-alfa-b1*inic-b2*x2-b3*x3-b4*x4-b5*x5 b6*x6)-lgp(-alfa-
b1*menor-b2*x2-b3*x3-b4*x4-b5*x5 b6*x6))$

$alfa=intercepto,x1=preco,x2=produção,x3=areia,x4=Escolaridade,x5=renda,
x6=funcionarios

$Logit duplo RESTRITO
maximize; labels=alfa; start=-0.0001;
    fcn=yy*log(1-lgp(-alfa))
    +nn*log(lgp(-alfa))
    +yn*log(lgp(-alfa))
    +ny*log(lgp(-alfa))$

$CALCULANDO O R2 DE McFADDEN
WALD; Fn1=(1-(112.2536/197.3072))

```

APÊNDICE C

PROGRAMA EViews B6.0 DE KRISK-ROOB PARA DETERMINAÇÃO DO DESVIO PADRÃO DA DAP

'DETERMINAÇÃO DO DESVIO-PADRÃO DA DAP

workfile c:\KRISK_ROOB u 1000000
rndseed 123456

' 1 - INPUTS PARA O MODELO'
' 1.1 - PARÂMTROS ESTIMADOS

SCALAR INTER=5.7271
SCALAR PROD=-0.0001
SCALAR AREIA=-0.1475
SCALAR ESCOL=-0.8846
SCALAR RENDA=0.0000
SCALAR FUNC=-0.0039
SCALAR DAP=0.8797

' 1.2 - DESVIOS-PADRÕES

SCALAR DPINTER=1.7743
SCALAR DPPROD=0.0003
SCALAR DPESCOL=0.5073
SCALAR DPRENDA=0.0000
SCALAR DPFUNC=0.0051
SCALAR DPAREA=0.4479

' 1.3 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS

SCALAR MPROD=3030.7
SCALAR MAREIA=1.77
SCALAR MESCOLE=2.82
SCALAR MFUNC=66

' 1.4 - CRIANDO A SÉRIE DA DAP DETERMINISTICA

VECTOR

DAP_DET=(((INTER)+(PROD*MPROD)+(AREIA*MAREA)+(ESCOL*MESCOLE)+(FUNC*MFUNC))/DAP)

' 2 - CRIANDO O EXPERIMENTO DE KRISK-ROOB

' 2.1 - CRIANDO SÉRIES PROBABILÍSTICAS

SERIES PINTER=INTER+SQR(DPINTER)*NRND
SERIES PPROD=PROD+SQR(DPPROD)*NRND
SERIES PAREA=AREA+SQR(DPAREA)*NRND
SERIES PESCOL=ESCOL+SQR(DPESCOL)*NRND
SERIES PDFUNC=FUNC+SQR(DPFUNC)*NRND

SERIES

DAP_PROB=(((PINTER)+(PPROD*MPROD)+(PAREA*MAREA)+(PESCOL*MESCOLE)+(PDFUNC*MFUNC))/DAP)

SERIES

DAP_PROB_T=LOG(1+EXP(((PINTER)+(PPROD*MPROD)+(PAREA*MAREA)+(PESCOL*MESCOLE)+(PDFUNC*MFUNC))/DAP))

' 3 - CRIANDO O HISTOGRAMA

DAP_PROB.hist
DAP_PROB_T.hist