

**ESTIMATIVA DO VALOR ECONÔMICO DO RECURSO AMBIENTAL
DO AR ATMOSFÉRICO – VERA_{AR} DA FROTA A DIESEL DO
SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTES DE FORTALEZA – SIT-FOR**

João Alencar Oliveira Júnior, D.Sc.
Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes – PETRAN
Departamento de Engenharia de Transportes – DET
Universidade Federal do Ceará – UFC
E-mail: alencar@det.ufc.br ou jalencarjr@yahoo.com
Fones: (85) 9991.0262/3268.3667

1.0 – Introdução

MASSARRAT, M. (1997) propõe que o custo da externalidade seja subdividido em dois componentes: os “*custos sociais*” e os “*custos ecológicos*”. Na definição de MASSARRAT, M. (1997), os “*custos externalizados são reais custos sociais e ecológicos, que indivíduos, grupos e nações exercem sobre o público geral, outros grupos, nações e gerações futuras, no sentido de minimizar os gastos e maximizar os lucros, através do crescimento da sua própria riqueza e crescimento econômico às custas dos outros*”. Do ponto de vista conceitual, a definição do que é ecologia, natureza e meio ambiente foi superada há pouco mais de 20 anos, desde a promulgação do marco inicial da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, em 1972, a Conferência de Estocolmo, consolidada na direção da sustentabilidade ambiental do desenvolvimento, com a realização pelas Nações Unidas da Conferência do Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), também denominada a Conferência do Rio 92 ou a Cúpula da Terra, em 1992 (HUNTER, D., *et al.*, 1998). Em conformidade com ANTUNES, P. DE B. (2002), o uso da terminologia “ambiental” está em consonância com a UNCED em seu preâmbulo, ao afirmar que: “*Reconhecendo que os Estados devem elaborar legislação ambiental eficaz, que as normas ambientais, objetivos administrativos e prioridades devem refletir o contexto ambiental e de desenvolvimento aos quais se aplicam e que as normas aplicadas por alguns países podem ser inadequadas e implicar custos econômicos e sociais injustificados para outros países, particularmente para os países em desenvolvimento*”. Segundo RODGERS JR, W. H. (1977) *apud in* ANTUNES, P. DE B. (2002), “*o direito ambiental não está interessado somente no ambiente natural – as condições físicas da terra, do ar, da água. Ele também abrange o ambiente humano – a saúde e outras condições sociais feitas pelo homem que afetam a existência deste na Terra*”. Portanto, não existem razões aceitáveis para retomar a dicotomia entre “ambiente” e “ecologia” existente em décadas passadas, por falta da compreensão do quão abrangente era a questão ambiental ou do meio ambiente.

No cenário internacional, as externalidades ou deseconomias provocadas pelos transportes urbanos vêm sendo estudadas há décadas, como resultado dos processos de urbanização e industrialização dos centros urbanos dos países desenvolvidos, que passaram por este processo bem mais cedo. Na análise da poluição do Sistema Integrado de Transportes de Fortaleza – SIT-FOR, com o foco na modalidade de transporte público de passageiros por ônibus e na poluição do ar, se estará fazendo uso de um enfoque específico, uma vez se tenta mensurar o impacto provocado pelo SIT-FOR em função da quilometragem rodada e da queima de combustível, sem que se questione a morfologia do mesmo ou a forma da urbanização, rádio-concêntrica em relação ao centro da cidade, que Fortaleza adquiriu com o passar dos anos. A noção de externalidade enquanto compreensão do fenômeno está relacionada ao fato de que ocorrem “*custos e benefícios que não são pagos ou recebidos pelas pessoas*” (VASCONCELLOS, E. DE A. e LIMA, I. M. DE OLIVEIRA, 1998).

Desta forma, pode-se afirmar que existe uma série de insumos que constituem os custos (fixos e variáveis) de produção dos serviços de transportes públicos de passageiros, que são contabilizados na tarifa cobrada dos usuários. Entretanto, alguns custos não foram internalizados ou considerados nesse cálculo. Portanto, as externalidades continuam exógenas à formação de preço dos serviços, assim como: o tempo de atraso imputado aos demais usuários da via pública pela inclusão de mais um veículo na corrente de tráfego, a poluição gerada pela queima dos combustíveis, a poluição sonora, a intrusão visual e os acidentes de trânsito, que não deixam de ser externalidades. Economicamente, pode-se considerar a possibilidade de internalizá-los, que seria uma forma de se compensar as externalidades, fazendo com que a formação do preço do serviço refletisse os custos reais que incidem sobre o mesmo e não somente aqueles percebíveis ou quantificáveis, estaria desta forma eliminando-se a externalidade. Embora, a poluição pudesse continuar sendo emitida nas mesmas quantidades em permanecendo a mesma tecnologia, se estaria fazendo o uso ótimo dos recursos, uma vez que, a formação dos preços consideraria as externalidades provocadas, evitando o desperdício, pois se utilizaria o transporte na medida da necessidade, otimizando os recursos da sociedade, podendo tal análise ser feita para o transporte público ou privado, (VASCONCELLOS, E. DE A. e LIMA, I. M. DE OLIVEIRA, 1998). Entretanto, tal consideração ainda comporta a análise da definição de a quem cabe suportar tais custos, pois se corre o risco de se provocar iniquidades aos usuários de baixa renda.

Segundo VASCONCELLOS, E. DE A. e LIMA, I. M. DE OLIVEIRA (1998), *“o estudo das externalidades implica muitas dificuldades teóricas e práticas. A dificuldade teórica está ligada à complexidade do tema, diante das muitas variáveis envolvidas e das diferentes apreciações que se possam fazer. Parte importante do problema diz respeito à valoração das externalidades, uma vez que muitas (poluição, qualidade de vida) não têm expressão monetária corrente, ou por não fazerem parte das transações mercantis (valor do ar limpo, por exemplo) ou por, filosoficamente, não admitirem valoração (valor da vida, por exemplo). A dificuldade prática está ligada à medição das externalidades, não apenas pela dimensão dos problemas (por exemplo, o congestionamento e a poluição em uma grande cidade), como pelo fato de que muitas delas são intangíveis”*.

Algumas externalidades precisam ser mensuradas de forma direta enquanto outras podem ser estimadas. VASCONCELLOS, E. DE A. e LIMA, I. M. DE OLIVEIRA (1998), tratam a questão da poluição como o excesso de poluentes gerados em situação de tráfego congestionado e, salientam que a dificuldade desta estimativa reside na quantidade de poluentes emitidos por tipo de veículo e as diversas situações do trânsito, sendo difícil representá-las em situações médias. Destaca, além disso, que não é apenas a quantidade de poluentes que importa, mas sim, seus níveis de concentração que podem trazer danos à saúde, esse por sua vez depende das condições atmosféricas que podem provocar ou não sua dispersão. Creio que a questão da poluição não esteja restrita aos valores que superam determinadas condições de tráfego, pois o simples fato do motor estar funcionando e queimando combustível fóssil já libera poluentes para o ambiente local e atmosférico, onde alguns destes ocasionam impactos ao longo de décadas e séculos. Outros são cumulativos e ocasionam problemas respiratórios crônicos, que debilitam as pessoas residentes nas áreas sujeitas ao tráfego urbano, em especial ao tráfego pesado.

De acordo com VASCONCELLOS, E. DE A. e LIMA, I. M. DE OLIVEIRA (1998), não se dispõe de uma única estimativa do custo das externalidades, devido à variação existente entre os países. Entretanto, pode-se considerar que a externalidade da poluição representa um custo correspondente a 0,4% do Produto Interno Bruto – PIB dos países, enquanto que os custos dos acidentes equivaleriam a 2% do PIB. Na Europa, as mortes decorrentes da poluição do tráfego representam o dobro da verificada pelos acidentes de trânsito. Portanto, não seria contraditório que o percentual do PIB atribuído à poluição seja 5 vezes menor do que o decorrente dos acidentes? Talvez exista uma

subestimação do real impacto da poluição na economia e na saúde da população em vários países, mesmo considerando-se os custos decorrentes dos danos materiais, que se diferencia da poluição, pois os custos hospitalares e das mortes ocorrem nos dois tipos de externalidades.

LITTMAN, T. (1996) considera a poluição atmosférica como externo quanto à pertinência, variável quanto ao comportamento e fora de mercado quanto à natureza. Isto é, esta não seria passível de valoração. Desagregando a poluição em seus efeitos locais (GEL's) e globais (GEE's), pode-se considerar que este último possui valor de mercado pela implantação do Protocolo de Quioto, com a comercialização de cotas do “direito de poluir” no âmbito internacional. Quanto ao efeito local da poluição, a grande questão é saber quem teria interesse em adquirir a poluição de determinada cidade, seja esta São Paulo ou Fortaleza, embora, se possam estimar seus danos enquanto custo social, bem como internalizá-lo enquanto custo variável. A mensuração e valoração dos poluentes locais podem servir como parâmetro no sentido de se cobrar da população local pela externalidade gerada pelos transportes públicos e privados. O que se diferenciará é a forma da cobrança ou do mecanismo de internalização deste custo social, de tal forma que, o usuário dos transportes públicos não seja penalizado com mais este insumo de produção na prestação já precária destes serviços de transportes, que poderá ser considerado como um custo variável para o cálculo tarifário. Outra opção seria, mediante o valor mensurado, utilizá-lo como justificativa sócio-ambiental para o investimento público em tecnologias menos poluentes, como é o caso do GNV, assim como, a possibilidade da criação de um tributo ambiental a ser dividido entre as empresas que exploram os transportes públicos, como uma forma de internalizar o passivo ambiental provocado pelo sistema de transportes, do qual auferem lucro, os próprios usuários e o Poder Público, na forma de subsídio, pois se evita gastos adicionais com a saúde pública da população. Portanto, pretende-se mensurar tais custos para o SIT-FOR.

2.0 – Aspectos Conceituais do Valor Econômico do Recurso Ambiental do Ar Atmosférico - VERA_{AR}

Para TOLMASQUIM, M. T. *et al.* (2000) “o valor econômico de um recurso ambiental normalmente não é observado no mercado por intermédio de um sistema de preço. No entanto, como os demais bens e serviços presentes no mercado, seu valor econômico deriva de seus atributos, com a peculiaridade de que estes atributos podem estar ou não associados a um uso”. Este informa que na literatura técnica é comum que se considere o Valor Econômico do Recurso Ambiental – VERA de forma desagregada em Valor de Uso – VU, sendo este composto pelo uso direto, indireto e de opção e, Valor de Não-Uso – VNU, também, denominado de Valor de Existência – VE.

MOURA, L. A. A. DE (2003) traz a conceituação de PEARCE, D. W. e TURNER, R.K. *apud in* MARQUES, J. F. e COMUNE, A. E. (1997) onde estes consideram que os bens ambientais podem ser classificados em três categorias, quanto ao: a) **Valor de Uso:** seriam aqueles referentes aos preços dos bens naturais (madeira, minério, água – que passaria a ser cobrada; alimentos – peixes, frutos e fibras vegetais; ativos da biodiversidade – animais e plantas, animais de caça e produtos agrícolas, etc.), sendo também denominados de uso direto. Os de uso indireto seriam os de uso recreacional (um açude ou barragem utilizado para lazer e bem-estar), o valor de recipientes de efluentes e resíduos (aterro sanitário, uma lagoa de depuração de esgoto), o valor de uma floresta como sumidouro do CO₂, como nutriente do solo, controle de erosão e mitigação do efeito estufa, etc; b) **Valor de Opção:** está afeto à preservação do bem ambiental para uso futuro, seja este de forma direta ou indireta, seria um potencial de uso ou um não-uso no presente para ser usado posteriormente, teria a mesma classificação dos de valor de uso, que seriam usados posteriormente e c) **Valor de Existência:** seria um bem de valor intangível ou de difícil mensuração, como a preservação de espécies em extinção, embora não se pretenda fazer uso deste atualmente ou no futuro.

MOURA, L. A. A. DE (2003) argumenta que “a economia usa a natureza como sua principal fonte de matérias primas e também como depósito (sorvedouro) dos resíduos gerados pelo homem em todas as suas atividades. Esse duplo serviço é chamado de ‘capital natural’. A poluição é, portanto, o uso exagerado da natureza como sorvedouro de resíduos e o esgotamento dos recursos, seu uso exagerado como fonte de matéria prima”. Tal definição pode bem resumir a definição de externalidade pela escassez dos recursos naturais ou pelo excesso de poluentes, além da capacidade de depuração da natureza.

Quanto ao enfoque jurídico da valoração ambiental encontra-se a opinião de PARAÍSO, M. L. DE S. (1997) *apud in* LEITE, J. R. M. (2003) onde aquela salienta que o objetivo da avaliação econômica dos recursos ambientais reside da necessidade de “se calcular o montante de ressarcimento devido à sociedade pelo dano causado ao meio ambiente ou para poder justificar o montante despendido na sua preservação”. Tal conceito pode ser utilizado como justificativa econômico-ambiental para que o Estado tome a decisão de intervir na provisão dos transportes públicos, com o objetivo de utilizar tecnologias mais limpas, mesmo que tenha de subsidiar tal opção de forma a não produzir iniquidades, em se tratando da tarifa do serviço público de transporte de passageiros por ônibus. Esta apresenta a metodologia sugerida por McNELLY, que é similar à de TOLMASQUIM, M. T. *et al.* (2000), tem-se na Equação 1.

Equação 1:

$$\mathbf{VET = VU + VO + VE}$$

Onde:

- VET:** O valor econômico total é dado pela soma das seguintes variáveis e definições.
- VU:** “O valor de uso é aquele atribuído ao meio ambiente pelas pessoas que fazem uso dos recursos naturais. Costuma ser dividido em uso do produto – valor dos recursos naturais negociados no mercado – e uso consumo – valor dos bens consumidos sem passar pelo mercado”
- VO:** “O valor de opção, por sua vez, guarda relação com o risco da perda dos benefícios que o ambiente proporciona às presentes e futuras gerações”
- VE:** O valor de existência reporta-se a uma dimensão ética e o valor é atribuído pelo simples fato de o meio ambiente possuir certas qualidades, ainda que não possuam valor de uso atual e futuro” (PARAÍSO, M. L. DE S., 1997 *apud in* LEITE, J. R. M., 2003).

De acordo com LEITE, J. R. M. (2003), o direito americano utiliza três pontos básicos para a valoração econômica dos poluentes, são eles: "a) *Custo da restauração, reabilitação, recomposição dos recursos naturais ou aquisição dos mesmos;*b) *Redução do valor desses recursos naturais, considerando a recuperação do recurso para a linha-base se o dano não tivesse ocorrido; e c) Custo razoável de avaliação desses danos*".

MOTTA, R. S. DA (1997) introduz o assunto da valoração econômica questionando: Quais seriam as razões que geram a necessidade de se valorar as externalidades ou custos ambientais? Este coloca que na medida em que se consegue valorar monetariamente o custo ambiental, permite ao tomador de decisão compará-lo com outros bens e serviços existentes na economia e, portanto, auxiliá-lo na decisão de alocar recursos, que são escassos, em medidas mitigadoras visando à redução ou eliminação das externalidades. Argumenta que via de regra se faz uso das análises do tipo custo-benefício, o que permitiria a quem toma a decisão (poder público), comparar valores similares, enquanto metodologia e valores monetários, de forma a decidir por aquela alternativa que representasse os maiores benefícios e menores custos, que no caso de empresas representaria a

maximização dos lucros. Entretanto, considera que *“a estimação destes custos e benefícios nem sempre é trivial, pois requer primeiro, a capacidade de identificá-los e, segundo, a definição, a priori, de critérios que tornem as estimativas destes comparáveis entre si e no tempo. Se estes custos e benefícios refletem os gastos a preços de mercado dos bens e serviços comprados ou vendidos, o processo de identificação e estimação é mais simples e objetivo”*.

MOTTA, R. S. DA (1997) expõe que a ótica governamental em relação aos investimentos é proporcionar bem-estar à população através da oferta de bens e serviços. Em função da escassez de recursos públicos convém ao tomador de decisão racionalizar os investimentos, que segundo MOTTA, R. S. DA (1997), *“podem ser auxiliadas por uma análise social de custo-benefício”*, onde tal tipo de análise *“visa atribuir um valor social a todos os efeitos de um determinado projeto, investimento ou política. Os efeitos negativos são encarados como custos e os positivos são tratados como benefícios. Como se pretende comparar custos e benefícios, surge à necessidade de expressá-los em uma medida comum, ou seja, em um mesmo numerário ou unidade de conta. Por isso, estes custos e benefícios são expressos em termos monetários”*. Este se mantém alinhado com os demais autores citados, quanto à caracterização da externalidade enquanto custo social imposto pela sociedade em favor de poucos e em detrimento de muitos, ao afirmar que *“os custos da degradação ecológica não são pagos por aqueles que a geram, estes custos são externalidades para o sistema econômico. Ou seja, custos que afetam terceiros sem a devida compensação. Atividades econômicas são, desse modo, planejadas sem levar em conta essas externalidades ambientais e, conseqüentemente, os padrões de consumo das pessoas são forjados sem nenhuma internalização dos custos ambientais. O resultado é um padrão de apropriação do capital natural onde os benefícios são providos para alguns usuários de recursos ambientais sem que estes compensem os custos incorridos por usuários excluídos. Além disso, as gerações futuras serão deixadas com um estoque de capital natural resultante das decisões das gerações atuais, arcando os custos que estas decisões podem implicar”*.

Conforme a taxonomia definida para o Valor Econômico do Recurso Ambiental – VERA, este pode ser desagregado em um Valor de Uso – VU (composto pelo uso direto, indireto e de opção) e Valor de Não-Uso – VNU, também, denominado de Valor de Existência – VE, mas então qual seria a forma correta de considera o VERA do ar atmosférico? Este poderia ser classificado como um valor de uso direto ao ser utilizado como insumo não pago no processo de combustão dos combustíveis fósseis, pois sem o ar não haveria a queima do combustível. Entretanto, MOTTA, R. S. DA (1997) exemplifica o oxigênio como valor de uso indireto, quando trata do recurso ambiental da biodiversidade. Poderia ser considerado como valor de opção pela necessidade de ser preservado ou, também, como valor de existência, pois sem ele ou fora do padrão de uso salutar, os humanos e animais não sobreviveriam na Terra. Creio que a sua classificação, em grande parte, depende do foco da análise e da hipótese de trabalho do analista.

No caso específico, acredito que não seja fundamental sua pré-classificação, pois basta que se possa estimar o passivo ambiental de poluí-lo, bem como, discutir os mecanismos para que se reduza tal ação danosa, no que diz respeito ao setor de transporte público de passageiro por ônibus. Portanto, buscando suporte na doutrina jurídica, o que pode ser útil no entendimento do seu uso enquanto recurso ambiental a ser valorado. Segundo CRUZ, A. P. F. N. DA (2002), a composição do ar atmosférico, *“retrata o padrão ideal de pureza do ar. Esse ideal deve ser preservado ou, ao menos, deve servir como meta a ser atingida, uma vez que traduz o conceito de ar como matéria-prima da respiração dos seres vivos. Caso os elementos componentes [...] não guardem as proporções [...], haverá degradação da qualidade deste bem, a qual deverá ser combatida ao ultrapassar os limites de tolerância à contaminação atmosférica”*. Neste caso os autores estariam subsidiando a classificação do valor de uso do ar como valor de opção ao mantê-lo para uso direto ou indireto em padrões adequados para esta e futuras gerações, em função da sua característica de essencialidade à vida, o que

reforça o seu entendimento jurídico como bem ambiental a ser tutelado pelo Estado em conjunto com a sociedade, que segundo LEITE, J. R. M. (2003) “*não pode ser rotulado como bem público, devendo sim, ao contrário, ser considerado um bem de interesse público, cuja administração, uso e gestão devem ser compartilhados e solidários com toda a comunidade, inspirados em um perfil de democracia ambiental*”. Não acredito que conceitualmente importe muito classificar o ar atmosférico em sendo valor de uso direto ou indireto ou valor de opção, o que importa é que se consiga estimar o real impacto da sua poluição para a sociedade, de tal forma, que se possa valorar o dano a este bem ambiental de importância vital para os seres vivos e, que compete ao Estado a sua tutela no sentido de evitar que o mesmo seja degradado.

O Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas – IPEA e a Associação Nacional de Transportes Públicos – ANTP realizaram o estudo denominado “*Redução das Deseconomias Urbanas com a Melhoria do Transporte Público*” onde fornece custos diretos de poluição por tipo de poluente a partir de uma *proxy* dos custos de poluição embasadas em fonte internacionais e adaptadas à realidade brasileira. O IPEA (1999) apresenta os custos da poluição que foram obtidos a partir dos “*estudos elaborados por várias fontes. Os valores originais, expressos em US\$/Kg de emissão, foram transformados em reais. Como estes valores refletem os custos das sociedades européias e norte-americanas – e na ausência de estudos específicos sobre as condições brasileiras – estes foram reduzidos segundo a relação aproximada das rendas per capita brasileira e norte-americanas*”. Tais valores foram atualizados para o ano de 2002 e convertidos para reais por tonelada (R\$/t), com o valor médio do real frente ao dólar americano para o ano de 2002, de 1 US\$ = R\$ 2,914, obtendo-se os seguintes valores: a) NO_x (R\$ 3.028,60/t); b) NMVOC/HC (R\$ 3.082,68/t); c) CO (R\$ 513,78/t) e d) MP (R\$ 2.460,74/t).

Portanto, a Equação 2 expressa uma das maneiras de se estimar o custo social representado pelo passivo ambiental de sistemas de transportes públicos ou privados, mas que será estimado somente aqueles referentes ao SIT-FOR. Este pode ser compreendido como o valor econômico do recurso ambiental do ar atmosférico, que é poluído pelos ônibus na cidade de Fortaleza, desagregados por poluente e pela consideração dos seus efeitos locais e estufa:

Equação 2:

$$VERA_{AR} = VERA_{AR\ LOCAL} + VERA_{AR\ ESTUFA}$$

$$VERA_{AR} = \sum Q_{GELi} \times Pr_{GELi} + \sum Q_{GEEi} \times Pr_{GEEi}$$

Onde:

$VERA_{AR}$:	Valor econômico do recurso ambiental do ar atmosférico degradado pela queima de combustíveis fósseis nos ônibus de Fortaleza;
$VERA_{AR\ LOCAL}$:	Parcela do valor econômico do recurso ambiental do ar atmosférico degradado pela queima de combustíveis fósseis nos ônibus de Fortaleza de efeito local;
$VERA_{AR\ ESTUFA}$:	Parcela do valor econômico do recurso ambiental do ar atmosférico degradado pela queima de combustíveis fósseis nos ônibus de Fortaleza de efeito estufa;
Q_{GELi} :	Quantidade de Poluente (Q_i) dos Gases de Efeito Local – GEL’s expressa em unidade de medida (tonela, quilograma ou gramas);
Q_{GEEi} :	Quantidade de Poluente (Q_i) dos Gases de Efeito Estufa – GEE expressa em unidade de medida (tonela, quilograma ou gramas);
Pr_{GELi} :	Preço Estimado do Poluente (Q_i) dos Gases de Efeito Local – GEL, expresso em unidade monetária (Reais – R\$, Dólares Americanos – US\$ ou Euros – €);
Pr_{GEEi} :	Preço Estimado do Poluente (Q_i) dos Gases de Efeito Estufa – GEE expresso em unidade monetária (Reais – R\$, Dólares Americanos – US\$ ou Euros – €);

Estimadas as quantidades dos poluentes por tipo e valorados seus preços seria possível valorar o quanto representa a poluição do ar atmosférico devido à queima de combustível fóssil da frota de ônibus do SIT-FOR, em função do tipo de combustível utilizado, conforme a metodologia do IPCC (1996 e 2001) adotada em OLIVEIRA JR., J. A. (2005).

2.1 – Cálculo da Estimativa do Valor Econômico do Recurso Ambiental do Ar Atmosférico de Efeito Local – VERA_{AR LOCAL} para o SIT-FOR

Existe um conjunto de poluentes que não são classificados como gases de efeito estufa – GEE's, embora alguns destes possam ser considerados como seus precursores, segundo a Metodologia de cálculo recomendada pelo Painel Internacional da Mudança Climática (*The International Panel on Climate Change – IPCC*). Portanto, para fins de estimativa da valoração destes gases de efeito local – GEL, foram considerados os custos dos poluentes apresentados em IPEA (1999) conforme citado, anualizados para o ano de 2002 e expressos em reais por tonelada (R\$/t).

A partir do total de poluentes locais emitidos pelo SIT-FOR estimados em OLIVEIRA JR., J. A. (2005), dispostos na Tabela 1 e, multiplicados de acordo a estimativa de custo do IPEA (1999) para os poluentes GEL's, excetuando o custo do SO_x, foi estimado para a frota de ônibus a diesel de Fortaleza, o passivo ambiental da poluição atmosférica local do modo ônibus para os anos de 1991, 2002 e o período de 1991 a 2002, com valores monetários anualizados para o ano de 2002, conforme Tabela 2.

Tabela 1: Emissão de Gases de Efeito Local – GEL's do Diesel (t/ano)

Diesel	Emissão dos Gases de Efeito Local – GEL's do Diesel (t/ano)				
	ANO	NO _x	NMVOC (HC)	CO	MP
1991	1.108,2450	277,0612	1.385,3062	38,4807	434,8322
2002	1.735,9299	433,9825	2.169,9124	60,2753	681,1114
1991 a 2002	18.114,1048	4.528,5262	22.642,6310	628,9620	7.107,2703
Média Anual	1.509,5087	377,3772	1.886,8859	52,4135	592,2725

Fonte: OLIVEIRA JR., J. A. (2005)

Tabela 2: Estimativa do Valor Econômico do Recurso Ambiental do Ar Atmosférico de Efeito Local – VERA_{AR LOCAL} para o Diesel, em Reais (R\$) de 2002

Diesel	VERA _{AR LOCAL} do Diesel em Reais (R\$) de 2002				
	ANO	NO _x	NMVOC(HC)	CO	MP
1991	3.356.432,44	854.092,18	711.743,49	94.691,02	5.016.959,13
2002	5.257.439,99	1.337.830,71	1.114.858,93	148.321,87	7.858.451,50
1991 a 2002	54.860.405,47	13.960.013,89	11.633.344,91	1.547.711,09	82.001.475,36
Média Anual	4.571.700,46	1.163.334,49	969.445,41	128.975,92	6.833.456,28

Em 2002, o custo ambiental provocado pela frota de ônibus a diesel do SIT-FOR foi de R\$ 7.858.451,50. Este montante representa 2,63% da receita bruta do SIT-FOR, segundo a ETTUSA, nesse ano, considerando somente os GEL's. Esta seria a estimativa de custo social da externalidade poluição de efeito local que a população fortalezense reparte de forma eqüitativa, pois o ar em sendo poluído não existe ainda forma despoluí-lo (o que incorreria também em custos) e não se pode definir quem está sendo mais ou menos penalizado em ter de suportar tal custo. Enquanto que o valor

acumulado ano a ano dá uma idéia do passivo acumulado da poluição provocada pela frota de ônibus do SIT-FOR.

2.2 – Cálculo da Estimativa do Valor Econômico do Recurso Ambiental do Ar Atmosférico de Efeito Estufa – $VERA_{AR\ ESTUFA}$ para o SIT-FOR

Segundo OLIVEIRA JR., J. A. (2005), as estimativas dos poluentes de efeito estufa – GEE's da frota de ônibus a diesel de Fortaleza estão dispostas na Tabela 3. A cotação dos GEE's foi estimada com base no valor da tonelada do dióxido de carbono equivalente (tCO_{2EQ}) de € 5,50/ tCO_{2EQ} , estabelecido como preço de compra definido pelo Fundo Holandês de Carbono (*The Netherlands Clean Development Mechanism Facility – NCDMF*) para aquisição de Reduções Certificadas de Emissões – RCE's, tendo a cotação média do Euro igual a 1€ = R\$ 2,777, em 2002. Tal opção decorreu do fato de ter sido o país proposto para adquirir os RCE's (*Annex B Project Sponsor The Project Activity*) que seriam reduzidos pelo Projeto TransMilenio (Bogotá/Colômbia), bem como, em razão do país proponente para a venda das RCE's se tratar de um país latino-americano e o projeto ser específico do setor de transporte público de passageiros por ônibus. Por estes motivos foi adotado tal valor de referência para a estimativa do passivo ambiental do SIT-FOR, conforme se observa na Tabela 4, para os anos de 1991, 2002, o período e a média anual de 1991 a 2002.

Tabela 3: Emissão dos Gases de Efeito Estufa – GEE's do Diesel (t/ano)

Diesel	Emissão dos Gases de Efeito Estufa – GEE's do Diesel (t/ano)			PAG 2001 100 anos
ANO	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CO _{2eq}
1991	6,9265	0,8312	102.605,02	103.010,35
2002	10,8496	1,3019	160.718,18	161.353,09
1991 a 2002	113,2132	13,5856	1.677.064,21	1.683.689,44
Média Anual	9,4344	1,1321	139.755,35	140.307,45

Fonte: OLIVEIRA JR., J. A. (2005)

Tabela 4: Estimativa do Valor Econômico do Recurso Ambiental do Ar Atmosférico de Efeito Estufa – $VERA_{AR\ ESTUFA}$ para o Diesel, em Reais (R\$) de 2002

Diesel	$VERA_{AR\ ESTUFA}$ do Diesel em Reais (R\$) de 2002
ANO	GEE's
1991	1.573.353,55
2002	2.464.465,47
1991 a 2002	25.716.237,44
Média Anual (1991 a 2002)	2.143.019,79

Portanto, ao definir o valor da tonelada do dióxido de carbono equivalente (tCO_{2EQ}) e estimado o valor correspondente ao $VERA_{AR\ ESTUFA}$, será identificada a sua importância relativa no cômputo do $VERA_{AR}$. Observa-se que em função da cotação adotada de € 5,50/ tCO_{2EQ} , no ano de 2002, o valor correspondente ao passivo ambiental dos GEE's seria de 23,87% do total estimado de R\$ 10.322.916,97, ou seja, menos de ¼ do valor estimado. A principal parcela do custo ambiental da poluição atmosférica do SIT-FOR seria decorrente dos GEL's, que corresponderia a 76,13%, estando seus valores absolutos dispostos na Tabela 5, enquanto que representaria apenas 0,83% da receita do SIT-FOR.

Tabela 5: Estimativa do Valor Econômico do Recurso Ambiental do Ar Atmosférico – VERA_{AR} para o Diesel, em Reais (R\$) de 2002

Diesel	VERA _{AR} LOCAL	VERA _{AR} ESTUFA	VERA _{AR}
ANO	GEL's	GEE's	TOTAL
1991	5.016.959,13	1.573.353,55	6.590.312,67
2002	7.858.451,50	2.464.465,47	10.322.916,97
1991 a 2002	82.001.475,36	25.716.237,44	107.717.712,81
Média Anual (1991 a 2002)	6.833.456,28	2.143.019,79	8.976.476,07

3.0 – Considerações Finais

Em 2002, o SIT-FOR possuía uma frota operante de 1.720 ônibus a diesel com idade média de 4,37 anos e distribuídos em 224 linhas. Produziu um total de 131,59 Milhões de quilômetros rodados e 282,18 Milhões de passageiros transportados (23.515.308 passageiros/mês ou 783.844 passageiros/dia), o que resultou num IPK_{REAL} igual a 2,14 pass/Km, arrecadando uma receita bruta de R\$ 298.752.129,00 (PMF, 2002). Comparando-se o quanto representa o VERA_{AR} em relação a esta receita, observa-se que o passivo ambiental do SIT-FOR seria equivalente a 3,46% do volume de recursos movimentados pelo sistema de transportes de ônibus de Fortaleza, que segundo o IPEA (1999) a emissão de poluentes atmosféricos pelo setor ônibus na cidade do Recife/PE seria de 8% no cômputo total, que por analogia poderíamos assumir para Fortaleza, devido ao porte e localização. Portanto, o que fazer com os poluentes majoritários, que não possuem valor de mercado, para que possam ser minimizados pela adoção de tecnologias menos poluentes? Como formular políticas não excludentes que possam internalizar tal externalidade sem proporcionar iniquidade? Estes são uns dos principais desafios dos formuladores de políticas públicas de transportes, bem como dos seus operadores.

Bibliografia

- ANTUNES, P. DE B., 2002, *Direito Ambiental*, 6ª ed, Rio de Janeiro, Ed. Lumen Júris.
- CRUZ, A. P. F. N. DA, 2002, *A Tutela Ambiental do Ar Atmosférico*, 1ª ed., Rio de Janeiro, Ed. Esplanada Ltda.
- HUNTER, D., SALZMAN, J. e ZAEKE, D., 1998, *International Environmental Law and Policy*, 1ª ed., University Casebook Series, New York, Foundation Press.
- IPCC, The Intergovernmental Panel on Climate Change, 1996, *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: workbook*, IPCC Unit for GHG Inventories, IPCC/OECD/IEA, Vol.3, France.
- IPCC, The Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001, *Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I,II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Watson, R.T. and Core Writing Team (eds.)], 1ª ed., New York, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY.
- IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 1999, “Redução das Deseconomias Urbanas com a Melhoria do Transporte Público”, In: *Revista de Transportes Públicos*, Ano 21, nº 82, pp. 35-92, Associação Nacional dos Transportes Públicos – ANTP, São Paulo.
- LEITE, J. R. M., 2003, *Dano Ambiental: do individual ao coletivo extrapatrimonial*, 2ª ed., São Paulo, Editora Revista dos Tribunais.
- MARQUES, J. F. e COMUNE, A. E., 1997, *Economia do Meio Ambiente*, 1ª ed., São Paulo, Ed. UNICAMP.
- MASSARRAT, M., 1997, *Sustainability through cost internalization: Theoretical rudiments for the analysis and reform of global structures*, in *Ecological Economics*, Vol. 22, No. 1, Elsevier, New York.
- MOTTA, M. A. V., 2002, *Registro das Ações de Melhoria Ambiental no Transporte Urbano Desenvolvidas nas Cidades Brasileiras*, In: Produto 4: Relatório Final, Contrato PNUD – BRA 00/20, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, Ministério do Meio Ambiente – MMA, Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano – SEDU, Brasília, DF.

- MOURA, L. A. A. DE, 2003, *Economia Ambiental: Gestão de Custos e Investimentos*, 2ª ed., São Paulo, Editora Juarez de Oliveira.
- NCDMF, The Netherlands Clean Development Mechanism Facility, 2004, *Project Idea Note – PIN*, Ministerie of Housing, Spatial Planning and the Environment, Disponível em: <<http://www.worldbank.org>>, Netherlands.
- OLIVEIRA JR., J. A., 2005, *A Utilização de Cenários Normativos para Formulação de Políticas Públicas: a Adoção do Gás Natural Veicular – GNV no Sistema de Transporte Público por Ônibus no Município de Fortaleza*, COPPE/UFRJ, D.Sc., Engenharia de Transportes.
- PMF, Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2002, *Anuário de Transportes Urbanos de Fortaleza de 2001*, 1ª ed., Fortaleza, Empresa Técnica de Transporte Urbano S.A. – ETTUSA.
- TRANSMILENIO, Urban Mass Transportation System, 2004, *Clean Development Mechanism – Project Design Document (CDM-PDD)*, Corporación Andina de Fomento – CAF, TransMilenio S.A., Bogotá.
- TOLMASQUIM, M. T., MOTTA, R. S DA, ROVERE, E.L. LA, MONTEIRO, A. G. e BARATA, M. M. DE L., 2000, *Metodologias de Valoração de Danos Ambientais Causados pelo Setor Elétrico*, 1ª ed., Rio de Janeiro, Ed. COPPE/UFRJ; Programa de Planejamento Energético.
- VASCONCELLOS, E. DE A. e LIMA, I. M DE OLIVEIRA, 1998, “Quantificação das Deseconomias do Transporte Urbano: uma resenha das experiências internacionais”, In: *Série Texto para Discussão*, Nº 586, Brasília, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA.

João Alencar Oliveira Júnior, D.Sc., Professor do Departamento de Engenharia de Transportes – DET e do Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes – PETRAN, da Universidade Federal do Ceará – UFC, e Bacharelado em Direito pela Universidade de Fortaleza – UNIFOR, E-mail: alencar@det.ufc.br ou jalencarjr@yahoo.com # Homepages: www.det.ufc.br e www.geocities.com/joao_alencar