

O método da produtividade marginal na valoração de um recurso ambiental: O caso Bosque Marechal Cândido Rondon

Marcos Jeronimo Goroski Rambalducci (UTFPR) mrambalducci@utfpr.edu.br
Jéssica Klarosk Helenas (UTFPR) jessica.klarosk@hotmail.com
José Angelo Ferreira (UTFPR) joseaferreira@utfpr.edu.br
Marco Antonio Ferreira (UTFPR) marcoferreira@utfpr.edu.br
Silvana Rodrigues Quintilhano (UTFPR) squintilhano@utfpr.edu.br

Resumo:

O propósito central desta investigação foi o de estimar o valor monetário do Bosque Marechal Cândido Rondon, no município de Londrina, Estado do Paraná, sob o aspecto dos custos envolvidos em relação à liberação ou não do tráfego de veículos através dele para o acesso entre as Avenidas São Paulo e Rio de Janeiro. A pesquisa valeu-se do método de produtividade marginal, que consiste em atribuir um valor ao uso da biodiversidade, relacionando a quantidade, ou a qualidade, de um recurso ambiental diretamente à produção de outro produto com preço definido de mercado, determinando assim uma função de produção. A função de produção neste caso associa o consumo de combustível em relação à distância percorrida. A pesquisa, de caráter probabilístico, partiu do levantamento da quantidade de veículos que realizam esse trajeto, utilizando registros filmográficos, considerando os horários entre 07h30min e 19h30min, de segunda a sexta-feira. Utilizando-se o teste de *Kolmogorov-Smirnov*, concluiu-se que a amostra aponta uma população de distribuição normal, o que permitiu a utilização de testes paramétricos e a construção de uma equação matemática mediante regressão que permitisse prever a quantidade de veículos que, entrando na Avenida São Paulo, realizassem o percurso até a Avenida Rio de Janeiro. De posse da informação da distância entre a opção com e sem liberação de tráfego de veículos pelo Bosque e dos custos de combustível incorridos pelos veículos para realizar tais trajetos, chegou-se ao valor monetário de R\$ 30.472,00 anuais.

Palavras-chave: Valoração Econômica, Recurso Ambiental, Valor de Uso, Método de Produtividade Marginal, Função de Produção.

The change-in-productivity-approach in the valuation of an environmental resource: the case Bosque Marechal Cândido Rondon

Abstract

The central purpose of this research was to estimate the monetary value of Bosque Marechal Cândido Rondon, in Londrina, Paraná State, regarding the costs involved in allowing/not allowing vehicle traffic through it for access between the avenues São Paulo and Rio de Janeiro. The research drew on the change-in-productivity-approach, which assigns a value to the use of biodiversity, linking the amount, or quality, of an environmental resource directly to the production of another product with defined market price, thereby determining a production function. The production function in this case associates fuel consumption over the distance traveled. The research, which is probabilistic in character, started by finding out the number of vehicles that use this route, using video records, considering the times between 07:30 and 19:30 from Monday to Friday. Using the test *Kolmogorov-Smirnov*, It was concluded that the sample indicates a population of normal distribution, which allowed for the use of parametric testing and to build a mathematical equation by regression that would predict the number of vehicles entering São Paulo Avenue and completing the route to Rio de Janeiro Avenue. Having the information regarding the distance between the option of allowing/not allowing the release of traffic vehicles at

Bosque, and fuel costs incurred by the vehicles to carry out such a route, we came to the monetary value of R\$ 30,472.00 per year.

Key-words: Economic Valuation; Environmental resource, Use value, Change-in-productivity-approach, Production Function.

1. Introdução

Desde a Grécia Clássica que grandes espaços públicos são ponto de encontro e convívio da população, e em muitos casos se prestando para a circulação de pessoas e mercadorias e, como coloca Chum (2013), estes espaços se caracterizam não só como importantes elementos da composição da paisagem urbana, mas também apresentam um caráter simbólico que resulta indispensável na vida urbana.

Assim que, praças, parques, ruas, avenidas, largos, e outros logradouros, na qualidade dos espaços públicos, recebem e fomentam o exercício da cidadania, e, ainda, acolhem os mais variados usuários, os quais fazem uso do espaço de diversas maneiras. (CHUM, 2013)

O Bosque Municipal Marechal Cândido Rondon representa para Londrina não só uma área verde urbana, mas concebe também a denominação de espaço de sociabilidade, área de convivência, patrimônio histórico, cultural e ambiental, escreve Frozoni (2013). Doado pela Companhia de Terras Norte do Paraná – CTNP, em 1930, logo após a fundação de Londrina em 1929, o Bosque foi recebido pela população de forma calorosa, onde o turismo e o relaxamento eram usufruídos de forma contínua naquele espaço. Contudo, com rápido desenvolvimento da cidade, em 1971 o local se transformou no primeiro terminal de ônibus urbanos de Londrina. Para isso, algumas reformas foram necessárias, como o alargamento da Rua Piauí que dividiu o Bosque em duas partes (CTNP, 1977).

Por quinze anos, este logradouro representou ponto de chegada e partida de pessoas e, somente em novembro de 1988, os londrinenses ganharam um novo terminal de ônibus na via Leste-Oeste e o bosque retorna sua finalidade original de resgatar os valores da cultura londrinense e mantê-lo como um espaço de lazer, relatam Almeida e Adum (2007).

No entanto, em novembro de 2011, a Secretaria Municipal de Obras e Pavimentação a pedido do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Londrina – IPPul, iniciou o corte das árvores que cresceram no antigo leito de asfalto que constituía o terminal de ônibus para atender a um projeto de revitalização da área central da cidade, onde uma das medidas previa a reabertura ao tráfego de veículos pelo Bosque com o objetivo de desafogar o trânsito naquele setor, conforme reporta Costa (2011).

Tal iniciativa gerou protestos por parte da população que, por meio da Organização Não Governamental Meio Ambiente Equilibrado – MAE, e do movimento Ocupa Londrina, interpôs um recurso junto ao Ministério Público que embargou a obra. No entanto, outra parcela da população, composta por comerciantes e moradores da região, principalmente do Centro Comercial, demonstrou estar de acordo com a ação da prefeitura e, por meio de um abaixo-assinado, declarou seu apoio ao projeto do restabelecimento do fluxo viário através do Bosque. (ELORZA, 2011)

Estava estabelecida a polêmica e os dois posicionamentos apresentavam argumentos defensáveis calcados em percepções de senso comum, mas carentes de um estudo formal que permitisse uma tomada de decisão com base em algum critério bem definido.

Esta pesquisa teve como propósito calcular o valor econômico do Bosque Marechal Candido

Rondon sob o aspecto do serviço prestado por ele na redução do trajeto por veículos entre a Avenida São Paulo no cruzamento com a Rua Piauí e a Avenida Rio de Janeiro com a Rua Piauí, buscando dar maiores subsídios e contribuir com o debate sobre a interferência proposta pelo município de Londrina.

2. Bosque Marechal Cândido Rondon

O Bosque Municipal Marechal Cândido Rondon localiza-se na região central da cidade de Londrina/PR, ocupando duas quadras com uma área de cerca de 21.235,89 m², divididos em duas alas separadas que tem como delimitação as Ruas Padre Bernardo Greiss (norte), Pará (sul), Rio de Janeiro (leste) e São Paulo (oeste), conforme descrito por Almeida e Adum (2007).

Desde sua criação o Bosque passou por inúmeras situações e acontecimentos marcantes que revelam a sua trajetória desde espaço verde até cenário de polêmicas. De modo resumido, o Quadro 1 apresenta uma análise cronológica dos eventos mais importantes desde 1930 até os dias atuais em relação ao Bosque.

O Bosque Marechal Cândido Rondon faz parte das polêmicas a respeito da história da cidade de Londrina, e como esse espaço se transformou durante os anos 1950: foi palco de manifestações, festas e piqueniques, presenciou o crescimento da cidade e, hoje, como aponta Frozoni (2013), ainda está presente nas discussões sobre os principais problemas que afetam Londrina.

1930	A área do Bosque foi doada como espaço público pela Companhia de Terras Norte do Paraná à Londrina, empresa colonizadora da cidade. Além do caráter político no qual o Bosque estava inserido, servindo como espaço para passeatas partidárias e local de passeio.
1950	O acelerado crescimento da cidade de Londrina fez com que esta passasse por mudanças estruturais, incluindo o Bosque, que ganhou uma quadra de esportes, viveiro de animais e um parque infantil, transformando o local em um centro de lazer para a população.
1958	O Bosque recebeu o nome que possui até hoje: Bosque Marechal Cândido Rondon, em homenagem feita ao referido Marechal que morreu no início deste ano.
1970	O crescimento urbano, advindo da migração, contemplava um déficit habitacional para todos os trabalhadores rurais, que acabavam por se instalar nas periferias, fundos de vale e áreas insalubres.
1971	O Bosque Marechal Cândido Rondon se transformou no primeiro terminal de ônibus urbano da cidade de Londrina, não só por ser área da prefeitura, mas também por ser um local já conhecido pela população. A partir desta data, houve uma mudança de finalidade na área que antes servia para diversão e convivência.
1988	Londrina ganhou um novo terminal de ônibus, localizado na Avenida Leste-Oeste.
1990	Ao final da década de 1980, com a retirada do terminal rodoviário, o Bosque foi cercado e assim permaneceu por anos.
2010	As cercas foram retiradas com o intuito de tornar suas vias internas livres para o trânsito de pedestres no deslocamento de uma rua a outra, no entorno da área.
2011	A Prefeitura promoveu obras na área com o objetivo de colocar em prática o plano municipal de construir uma rua que atravessasse o Bosque e desafogasse o trânsito do centro da cidade. A repercussão imediata por parte de ONGs e ambientalistas, protegidos pela Lei Municipal 11.471, que dispõe acerca da prevenção de ações desta natureza em espaço cidadão, forçou a Prefeitura Municipal de Londrina (PML) a respeitar a decisão da Justiça de paralisar as intervenções.
2013	A Prefeitura Municipal, por força de decisão judicial, é obrigada a replantar as árvores removidas e reequipar o espaço com novo mobiliário urbano.

Fonte: Adaptado de Frozoni (2013)

Quadro 1- Eventos marcantes envolvendo o Bosque, desde 1930 até os dias atuais

3. Valoração Econômica de Recursos Ambientais

A valoração econômica dos recursos ambientais pode ser entendida como um conjunto de técnicas que tem como propósito determinar o valor econômico de um recurso ambiental, estimando seu valor monetário em relação aos outros bens e serviços disponíveis na economia e é parte essencial de qualquer decisão, seja ela política, econômica, e como apontam Tietenberg e Lewis (2014), também nas decisões por parte do judiciário para compensações monetárias por danos causados ao meio ambiente. Desta forma, evidenciar os valores monetários dos recursos naturais encontra justificativa pelo fato de que estes valores passam a ser um padrão de medida permitindo, desta forma, uma avaliação mais objetiva.

Pearce e Turner (1990), esclarecem que valor econômico não é uma qualidade intrínseca de um recurso natural, mas decorrência de sua interação com um sujeito. Assim que, atributos ambientais só têm valor se desempenham uma função utilidade para o indivíduo ou uma função de produção para a empresa.

Desta forma, os recursos naturais podem ser descritos como ativos cujo valor é derivado de seus fluxos de serviço e sua contribuição para o bem-estar das pessoas e podem se dar na forma de valor de uso e valor de não-uso. (PEARCE; TURNER, 1990; NOGUEIRA; MEDEIROS, 1999; MARQUES; COMUNE, 2001; JANTZEN, 2006; MOTTA, 2011 entre outros). O valor de uso refere-se ao uso efetivo ou potencial que o recurso pode prover. O valor de não-uso reflete um valor que reside nos recursos ambientais, de uso efetivo no presente ou de possibilidades de uso futuro, explanam Marques e Comune (2001).

O valor de uso pode ser decomposto em valor de uso direto - VUD, valor de uso indireto – VUI, e valor de opção -VO. Enquanto o valor de uso direto é determinado pela contribuição direta que um recurso natural faz para o processo de produção e consumo, o valor de uso indireto inclui os benefícios derivados, basicamente, dos serviços que o ambiente proporciona para suportar o processo de produção e consumo enquanto que, o valor de opção é a quantia que os consumidores estão dispostos a pagar por um recurso não utilizado na produção, simplesmente para evitar o risco de não tê-lo no futuro. (MATTOS; FILHO; MATTOS, 2005)

O valor de não-uso, como exposto por Tomasini (2001), derivados dos benefícios do ambiente pode fornecer, sem envolver o uso de qualquer forma, seja direta e indireta, podem ser decompostos em valor de existência - VE, que é o valor atribuído à consciência da existência de um recurso ambiente sem, contudo, planejar utilizá-lo e, valor de legado – VL, decorrente da prática de atribuir um valor elevado para a conservação de um ativo ambiental a ser usado por futuras gerações.

O valor econômico total – VET, de um recurso é resultante da soma de seu valor de uso – VU, e seu valor de não-uso - VNU.

Os valores de uso e não-uso dos recursos ambientais precisam ser mensurados para que o processo de decisão sobre sua disponibilização seja calcado em algum conceito racional mesmo porque, na grande maioria das vezes a decisão quanto aos usos e não-usos são conflitantes, ou seja, um tipo de uso ou de não-uso exclui, necessariamente, outro tipo de uso ou não-uso.

Existem diferentes métodos de valoração ambiental e, cada um deles, é capaz de captar as distintas parcelas que o valor econômico do recurso ambiental dispõe. Motta (2011) classifica os métodos de valoração em: métodos da função de produção e métodos da função de demanda.

Os métodos de função de produção consideram que, se o recurso ambiental é um insumo ou um substituto de um bem ou serviço privado, é possível utilizar-se de preços de mercado deste bem ou serviço privado para estimar o valor econômico do recurso ambiental (DIXON; SHERMAN,

1990). Esta categoria divide-se em dois métodos, a produtividade marginal e o mercado de bens substitutos, subdividido em custos de reposição, custos evitados, custos de controle e custos de oportunidade, conforme Motta (1997).

Romeiro e Maia (2011, p. 41) definem o método de produtividade marginal como sendo aquele que “[...] atribui um valor ao uso da biodiversidade, relacionando a quantidade, ou a qualidade, de um recurso ambiental diretamente à produção de outro produto com preço definido de mercado”.

Já o método de mercado de bens substitutos considera que a perda de qualidade ou carência do bem ou serviço ambiental irá ampliar a busca por substitutos, objetivando manter o mesmo padrão de bem estar da população. Em essência, explicam Dixon e Sherman (1990), essa abordagem usa preços de mercado observáveis de um bem para estimar o valor de um bem ambiental que não tem o seu próprio preço. As técnicas de custos de reposição, custos evitados, custos de controle e custos de oportunidades são provenientes do mercado de bens substitutos (ROMEIRO; MAIA, 2011).

Os métodos de função de demanda, por outro lado, admitem que a alteração da disponibilidade do recurso ambiental modifica a disposição a pagar ou aceitar dos agentes econômicos em relação aquele recurso ou seu bem privado complementar, segundo Motta (2011). Esta categoria pode ser descrita pelo mercado de bens complementares, dividido em preços hedônicos e custo de viagem, ou então pela valoração contingente.

Os métodos de mercado de bens complementares estimam o valor dos recursos naturais por intermédio do valor de outros bens e serviços com preço no mercado (FURIO, 2006) enquanto que o método de valoração contingente refere-se a um método direto de valoração econômica que é aplicado a bens e serviços não existentes no mercado onde as pessoas são questionadas sobre sua disposição a pagar – DAP, para evitar/corrigir, ou a receber - DAR para aceitar a alteração no fornecimento de um bem e serviço ambiental, mesmo que nunca o tenha utilizado antes (ROMEIRO; MAIA, 2011).

4. Material e Métodos

O recurso ambiental a ser valorado corresponde à área do Bosque, que seria utilizada como pista de rolamento e permitiria dar continuidade a Rua Piauí no trecho compreendido entre a Avenida São Paulo e Avenida Rio de Janeiro. O produto resultante desta utilização, com preço definido de mercado, é a redução de custos em quilômetros rodados devido à diminuição de percurso proporcionado pela continuação da Rua Piauí através do Bosque.

O método de produtividade marginal foi selecionado porque este é um caso simples, onde a utilização de um recurso ambiental - transposição viária, afeta diretamente um custo de produção - transporte. A função de produção nesta análise é assim colocada: economia de combustível em função da utilização do Bosque. Desta forma, a redução em quilômetros pela utilização do percurso através do Bosque fica estabelecida como dose-resposta. Neste caso, a função de dose-resposta é dada pela equação 1:

$$K_e = T(x, n) \cdot (P_a - P_t) \quad (1)$$

Onde:

T = total de veículos que realizam o contorno do Bosque sentido Avenida São Paulo → Avenida Rio de Janeiro;

n = vetor do total de veículos que trafegam na confluência da Rua Piauí e Avenida São Paulo;

x = vetor do percentual destes mesmos veículos que estarão imediatamente depois na confluência da Rua Piauí com Avenida Rio de Janeiro;

P_a = distância atual percorrida pelo veículo entre a confluência da Rua Piauí e Avenida São Paulo e a confluência da Rua Piauí e Avenida Rio de Janeiro;

P_t = distância percorrida caso o deslocamento fosse realizado através do Bosque.

A função T pode ser desmembrada de acordo com a equação 2:

$$T(x, n) = \sum_{i=1}^a x_i \cdot n_i \quad (2)$$

Onde:

a = número de alternativas que levam a confluência da Rua Piauí com Avenida São Paulo;

n_i = número de veículos de cada uma das alternativas;

i e x_i = percentual de veículos que trafegam até a confluência da Rua Piauí com Avenida Rio de Janeiro. Assim, temos a equação 3:

$$V_{RA} = f(K_e, V_{kr}) = K_e \cdot V_{kr} \quad (3)$$

Onde:

V_{RA} = valor do Recurso Ambiental;

K_e = redução em quilômetros pela utilização do percurso através do Bosque;

V_{kr} = valor em reais do quilômetro rodado.

O valor, em reais, do quilômetro rodado (V_{kr}) (equação 4) é obtido através dos seguintes dados:

C_j = média do consumo por quilômetro considerando o tipo de veículo;

P_j = preço do combustível por quilômetro rodado;

M_j = custo de manutenção do veículo por quilômetro rodado;

b = quantidade de tipos de carro, aqui classificados em: carros econômicos, veículos médios e veículos de transporte.

$$V_{kr} = \frac{1}{b} \sum_{j=1}^b C_j \cdot P_j + M_j \quad (4)$$

Por sua vez, a função de produção é dada pela equação 5:

$$V_{RA} = f(P_a, P_b, a, b, x, n, c, p, m) = \frac{P_a - P_t}{b} \sum_{i=1}^a x_i n_i \sum_{j=1}^b c_j p_j + m_j \quad (5)$$

A população amostral é composta pelos veículos que afluem ao entroncamento A, formado pela Av. São Paulo e Rua Piauí. Para obtenção do número de veículos que, acessando a este entroncamento, fazem o percurso até o entroncamento B, formado pela confluência da Av. Rio de Janeiro e Rua Piauí, considerou-se o período entre às 07h30min e 19h30min, de segunda-feira à sexta-feira. Foi realizada uma amostragem estratificada dividindo o total de horas do período em blocos de 10 minutos (sexto de hora).

Para a seleção da amostra considerou-se um nível de confiança de 1 desvio padrão, erro amostral de 3% e proporção de ocorrência do fenômeno analisado - veículos que adentrando ao entroncamento A seguem até o entroncamento B - de 10% para um total de 360 sextos de hora, o que resultou em 67 blocos de 10 minutos a serem monitorados.

A aleatoriedade de amostra foi assegurada a partir da associação de números de 1 a 360 a cada sexto de hora que compõe a amostra estratificada e a geração de 67 números aleatórios sem repetição de 1 a 360, utilizando a função disponível na planilha eletrônica Excel. De posse destes números, foram identificadas as correspondências com cada sexto de hora para a devida contagem da quantidade de veículos que fazem o Trajeto AB.

Para a coleta de dados, foi utilizado o registro filmográfico dos veículos nos Entroncamentos A e B. Esta medida se fez necessária porque existem 4 outras alternativas para os veículos que adentram ao entroncamento A que não levam ao entroncamento B. Desta forma, para identificar os veículos que adentram ao entroncamento A e realizam o percurso até o entroncamento B valeu-se deste registro que permitia identificar a placa do veículo. A gravação no Entroncamento A foi executada dentro dos intervalos selecionados, enquanto que a gravação no Entroncamento B teve seu início defasado em 120 segundos e tempo total de gravação de 11 minutos em vez de 10 minutos.

Essa defasagem e ampliação do tempo de filmagem consideraram o tempo médio que os veículos levaram para fazer o Trajeto AB de 173 segundos, subtraído de 30 segundos para o início da gravação e acrescido de 30 segundo para o encerramento da gravação, garantindo desta forma que fossem capturados os veículos que fizeram o referido trajeto, com uma margem de segurança que permitisse considerar situações de pequenos atrasos ou adiantos. No entanto, com esta estratégia, veículos que porventura tenham ultrapassado esse tempo, por exemplo, estacionados para alguma atividade, não puderam ser considerados.

O início da gravação no Entroncamento B era acionado através de alerta por chamada ao celular do responsável pela captura das imagens neste local.

As distâncias em metros do Trajeto AB, com e sem liberação para o tráfego de veículos pelo bosque foram obtidas a partir da média de 10 percursos registrada por hodômetro digital. A distância do trecho sem a liberação para a transposição pelo Bosque foi de 600 metros, enquanto que a com a liberação o resultado foi de 120 metros.

Quanto ao consumo de combustível pelos veículos para percorrer o Trajeto AB, que apresenta um grau de lentidão significativo por se tratar de vias centrais e pela existência de 4 semáforos no percurso, foi medido o tempo necessário para percorrer o percurso em 15 momentos diferentes ao longo do dia 3 de junho e obtida a média de 173 segundos. Com a distância e o tempo médio para a realização do percurso, foi obtida a velocidade média do veículo de 12,5 km/h.

Como não foi possível recorrer a tabelas de consumo de combustível para diversas velocidades ou rotações, estimou-se por aproximação, considerando a quantidade de vezes que o motorista precisa aumentar o giro do motor a cada parada que para o veículo Chevrolet Celta 2014 com motorização de 1.400 cilindradas, o consumo médio à velocidade de 15 km/h seria de 4,5 quilômetros por litro. Este foi o consumo que serviu de parâmetro para os demais cálculos de valoração econômica.

O custo médio da gasolina comum foi obtido através dos dados fornecidos no site Combustível Londrina, que traz os valores praticados em 26 estabelecimentos de revenda de combustíveis no varejo, resultando no valor de R\$ 2,49 por litro (Combustível Londrina, 2014).

Para proceder as análises estatísticas valeu-se do Software SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) versão 13.0. Trata-se de uma ferramenta de informática que permite realizar análise estatística de dados no domínio das Ciências Sociais, que traz a possibilidade de realizar cálculos estatísticos complexos e visualizar os seus resultados em poucos segundos.

5. Características da Amostra

A média de veículos que trafegaram no Entroncamento A, a cada sexto de hora, foi de 105 veículos enquanto que a mediana apontou 103 veículos com variação entre 68 e 153 veículos. Os valores encerrados entre o primeiro e o terceiro quartil estão entre 94 e 117 e, portanto, a amplitude interquartilica é de 23. Considerando dois desvios padrão tem-se que 95% dos

valores da média populacional encontram-se entre 100 e 110 veículos. A curtose, de valor 0,173, denota uma distribuição com tendência para uma curva leptocúrtica, o que indica que os dados se concentram na média (HAIR; BABIN; MANEY; SAMOUEL, 2005).

Em relação aos veículos que realizaram o Trajeto AB (que adentraram no ponto A seguiram o trajeto até o ponto B) a cada sexto de hora da amostra trouxe como média e mediana o mesmo valor de 6 veículos. A amplitude apresentada é de 10, sendo que a menor quantidade de veículos percorrendo o Trajeto AB dentro de um sexto foi de 2, enquanto que o maior número foi de 12 veículos, sinalizando um maior grau de dispersão dos dados. O valor da curtose de -0,041 sugere uma curva ligeiramente platicúrtica, também indício de uma distribuição mais dispersa.

Em relação aos horários em que a incidência de veículos é maior no Entroncamento A, o Gráfico 1 aponta que o final do expediente de trabalho, 18h00min, é onde se concentra o maior volume de tráfego, enquanto nos demais horários, a partir das 10h00min, o volume de veículos é bastante regular.

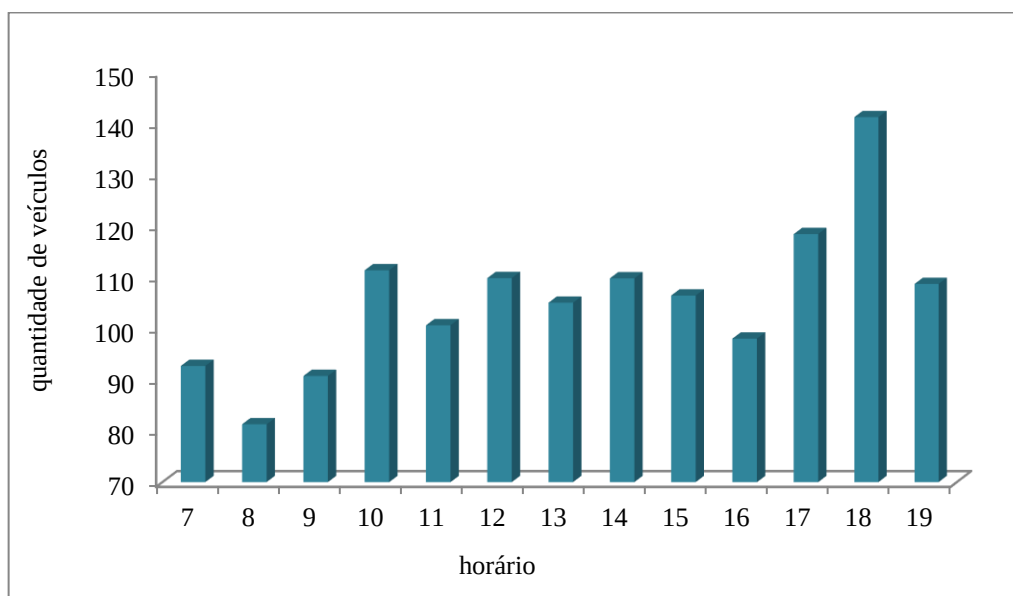


Gráfico 1 - Incidência de veículos em relação ao horário no Entroncamento A

Para que seja possível a eleição do teste a ser aplicado, paramétrico ou não-paramétrico, é preciso identificar se os dados são provenientes de uma população normalmente distribuída. De acordo com Dancey e Reidy (2006), uma população normalmente distribuída é aquela em que média, moda e mediana apresentamos mesmos valores. Os dados apresentados mostram uma proximidade destes valores, mas um teste de normalidade deve ser aplicado para confirmar se o comportamento dos dados pode ser considerado proveniente de uma distribuição normal. O teste de *Kolmogorov-Smirnov* atende a este propósito. A hipótese em teste:

H_0 : a população tem uma distribuição normal;
 H_1 : a população não tem uma distribuição normal.

O resultado do teste de *Kolmogorov-Smirnov*, de 0,788, permite rejeitar a hipótese H_1 e aceitar a hipótese H_0 de que se trata de uma amostra proveniente de uma população considerada normal, uma vez que a região de rejeição para H_0 é menor ou igual a 0,01.

Outro teste que se faz necessário é saber se realmente existe um relacionamento entre as duas variáveis e se este relacionamento é linear. O Diagrama de dispersão apresentado na Figura 1 ilustra o relacionamento entre as duas variáveis, quais seja quantidade de veículos no Entroncamento A e quantidade de veículos que fazem o Trajeto AB.

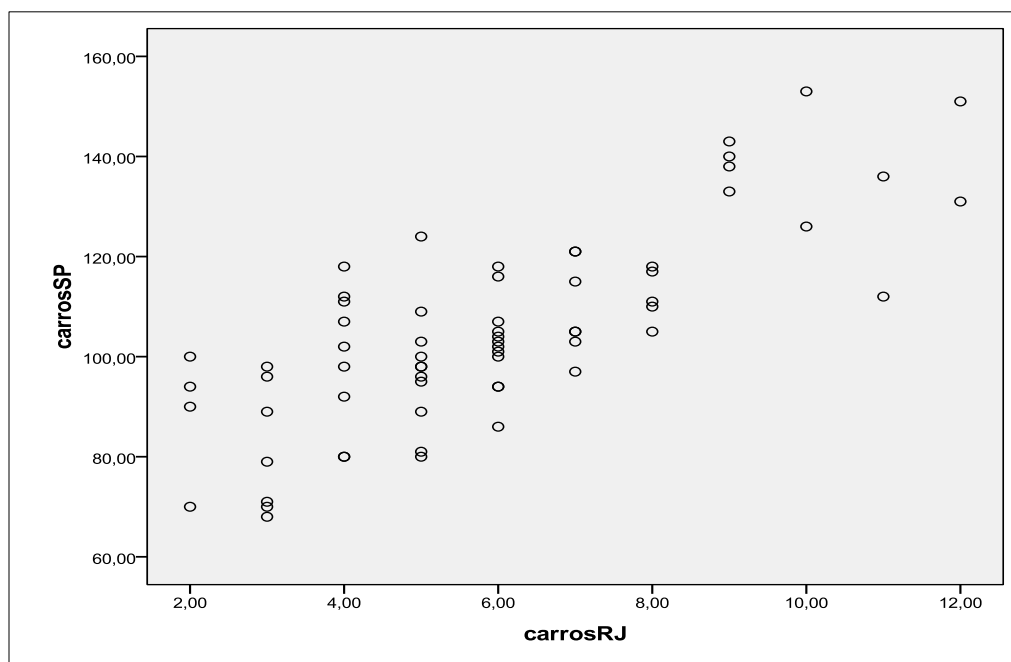


Figura 1 - Diagrama de dispersão entre Entroncamento A e Trajeto AB

O Diagrama de dispersão ilustra um relacionamento positivo e linear entre a quantidade de veículos no Entroncamento A e quantidade de veículos no Trajeto AB.

Estando clara a existência de associação entre as variáveis e aceitando-se que a amostra é proveniente de uma população que apresenta uma distribuição normal, a análise se volta para a mensuração da força deste relacionamento e a confirmação de que se trata de uma associação positiva. Para tanto, a opção é pelo coeficiente de correlação momento-produto (r de Pearson), adequado para populações paramétricas.

O coeficiente de correlação (r) mostra o grau em que as duas variáveis se relacionam e qual a direção desta relação. O resultado entre a quantidade de veículos no ponto A e o ponto B é positivo e forte ($r = +0,77$, $p < 0,001$). Portanto, o aumento de veículos trafegando na Avenida São Paulo, aumenta a quantidade de veículos que fazem o trajeto em estudo e esta relação é positiva.

Os coeficientes da análise de regressão para as amostras do Entroncamento A e Trajeto AB permitiram a formatação da seguinte equação de regressão:

$$y = (0,1.x) - 4,57 \quad (6)$$

Com base nesta equação, é possível prever a quantidade de veículos que realizarão o Trajeto AB a partir da quantidade de veículos que adentram ao Entroncamento A.

6. Cálculo do VERA sob a Perspectiva de Utilização para Trafego Veicular

O serviço prestado pelo Recurso Ambiental em estudo é a redução da distância do Trajeto AB

que, em última análise, permitirá a redução da emissão de poluentes pela queima de combustível, embora esta redução não seja o propósito desta investigação, mas tão somente a valoração econômica proporcionada pela redução do percurso em análise.

A função de dose-resposta (equação 1), permite calcular a redução da distância do Trajeto AB considerando a quantidade de veículos que fazem este percurso e deduzir as distâncias entre a opção sem e com liberação para o tráfego de veículos pelo Bosque. A equação de regressão (6), prediz a quantidade de veículos fazendo este Trajeto AB a partir de qualquer quantidade de veículos que adentram ao Entroncamento A, a cada sexto de hora.

Foi utilizado o valor médio encontrado na coleta de dados que é de 105 veículos. O valor resultante é a quantidade de quilômetros percorridos a menos pela utilização do recurso ambiental na redução do Trajeto AB (K_e). Para calcular a redução na quantidade de quilômetros percorridos a menos durante um ano (K_{ea}), o resultado obtido em K_e é multiplicado pela quantidade de sextos em uma hora (Q_h), quantidade de horas entre 07h30min e 19h30min (H_d), pela quantidade de dias úteis da semana (D_s), pela quantidade de semanas em um mês (S_m) e pela quantidade de meses em um ano (M_a).

$$K_e = y(b \cdot f(x) + a) \cdot (P_a - P_t) \quad (7)$$

$$K_{ea} = K_e \cdot Q_h \cdot H_d \cdot D_s \cdot S_m \cdot M_a \quad (8)$$

A redução em quilômetros pela liberação do tráfego de veículos pelo Bosque a cada sexto é então:

$$K_e = ((105 \cdot 0,1) - 4,57) \cdot (0,6 - 0,12) = 2,85 \text{ km} \quad (9)$$

O valor da quantidade de quilômetros que a liberação proporciona ao ano é:

$$K_{ea} = 2,85 \cdot 6 \cdot 12 \cdot 5 \cdot 4,5 \cdot 12 = 55.404 \text{ km} \quad (10)$$

O passo seguinte foi calcular o custo do quilômetro rodado pelos veículos, especificamente para este trecho, (V_{kr}). Para o cálculo do consumo de combustível não foram considerados tipo de veículo (C_j) e tampouco o custo de manutenção do veículo por quilômetro rodado (M_j), mas tão somente o consumo médio (C_j) de um veículo de passeio de motorização 1.400 cilindradas para este trajeto e o preço por litro do combustível (P_j). Neste caso, o preço da gasolina, pelo entendimento que gasolina e álcool trariam custos similares por quilômetro rodado e veículos movidos a diesel ou gás natural veicular (GNV), teria pouco impacto do resultado final.

Considerando o custo médio da gasolina comum a R\$ 2,49 por litro e um consumo médio de 4,5 km/L a uma velocidade média de 15 km/h, o valor do quilômetro rodado (V_{kr}) foi de:

$$V_{kr} = 2,49 \div 4,5 = R\$ 0,55 \quad (11)$$

Para se chegar ao Valor do Recurso Ambiental (VRA) temos:

$$V_{RA} = 0,55 \cdot 55.404 = R\$ 30.472,00 \quad (12)$$

Considerando então como serviço prestado pelo Bosque Marechal Cândido Rondon a liberação para o tráfego de veículos na interligação entre os Entroncamentos A e B, este Recurso Ambiental pôde ser valorado economicamente em R\$ 30.472,00.

Como a margem de erro padrão para a amostra é de 4,75 para um intervalo de confiança de 95%, o Valor do Recurso Ambiental estará entre R\$ 27.867,00 e R\$ 33.000,00.

7. Considerações Finais

Cada vez mais o debate acerca da utilização de recursos ambiental toma corpo na medida em

que aumenta o entendimento que sua preservação está diretamente ligada à qualidade de vida e a sustentabilidade futura. No entanto, muitas vezes estes debates estão eivados de paixões e interesses que impedem que decisões sejam tomadas à luz da racionalidade.

A liberação ou não para o tráfego de veículos através do Bosque Marechal Candido Rondon, permitindo a redução da distância entre a Avenida São Paulo no cruzamento com a Rua Piauí e Avenida Rio de Janeiro no cruzamento com a mesma rua, parece ser exemplo de tal situação, onde os ânimos se acirram e não são apresentados embasamentos para a defesa de um ou outro ponto de vista.

Uma das formas de trazer subsídios que balizem a tomada de decisões acerca da disponibilização de um recurso ambiental é através de sua valoração econômica, ou seja, de colocar em valores monetários o serviço ou insumo prestado. Esta investigação, buscando trazer subsídios à sociedade londrinense e aos tomadores de decisão, teve como propósito valorar economicamente uma opção ou outra, calculando os custos incorridos em consumo de combustível, considerando o tráfego entre as 07h30min e 19h30min de segunda a sexta-feira.

A pesquisa, utilizando o método de produtividade marginal, onde a função de produção é determinada pelo consumo de combustível em relação à distância percorrida, partiu do levantamento da quantidade de veículos que realizam esse trajeto, permitindo deduzir uma equação matemática capaz de prever a quantidade de veículos que, entrando na Avenida São Paulo, realizassem o percurso até a Avenida Rio de Janeiro.

De posse da informação da distância entre a opção com e sem liberação de tráfego de veículos pelo Bosque e dos custos de combustível incorridos pelos veículos para realizar tais trajetos, chegou-se ao valor anual entre R\$ 27.867,00 e R\$ 33.000,00 de custo total para os usuários, caso seja mantida a disposição de não liberação do tráfego de veículos através do Bosque.

O valor do serviço prestado pelo Bosque, permitindo a redução no trajeto entre os Entroncamentos A e B, está subestimado na medida em que a investigação não considerou o tráfego de veículos no Trajeto AB fora do horário das 07h30min às 19h30min e aos sábados e domingos. Também deixou de incluir no valor total do recurso ambiental a economia de tempo gerada pelo encurtamento da distância no caso da liberação do tráfego pelo Bosque. A redução do tempo total do percurso seria de 740 horas a cada ano, considerando o ganho de 138 segundos e um número de 116.640 veículos.

Esta valoração econômica não pode sozinha, considerar uma decisão racional acerca da opção entre liberar ou não o Bosque Marechal Candido Rondon, mas, somando-se a ela outras investigações, tornaria este processo decisório muito mais consciente. Uma investigação valendo-se de método de valoração contingente poderia valorar a disposição a pagar (DAP) por parte dos potenciais usuários da área que seria utilizada para a transposição. Outra pesquisa buscaria, utilizando o método de valoração hedônica, levantar a diferença de valores nos imóveis diante da abertura ou não do tráfego. Outra opção de pesquisa voltada a valorar ecologicamente este recurso ambiental, poderia considerar o potencial de sequestro de carbono na área em análise comparando-o com a diferença entre a emissão de carbono pelos veículos com e sem a abertura para o tráfego.

A pouca utilização dos métodos de valoração econômica de recursos naturais seguramente impacta na assertividade da tomada de decisões na medida que impedem uma avaliação racional de seu uso. À despeito das limitações, o cálculo monetário de um serviço prestado por um recurso ambiental é uma ferramenta útil para auxiliar os responsáveis pelas decisões de políticas públicas, especialmente quando acompanhada de outras análises voltadas a ampliar o horizonte de percepção. Esta investigação, mais do que apurar um valor monetário para um serviço

prestado por um recurso ambiental, busca levantar uma bandeira para que decisões em relação ao meio ambiente não sejam tomadas impulsivamente.

Referências

- ALMEIDA, A. M. M. C.; ADUM, S. M. S. L. *Memória e cotidiano do bosque*. Londrina: EDUEL, 2007.
- CHUM, D. Espaço público e conexões urbanas. *Revista Arquitetura e Urbanismo*. São Paulo, v. 9, p. 169-177, set. 2013.
- COMBUSTÍVEL LONDRINA. Disponível em <<http://combustivelldna.blogspot.com.br/p/precos.html>>. Acesso em: 19 jul. 2014.
- COMPANHIA DE TERRAS NORTE DO PARANÁ (CTNP). *Colonização e desenvolvimento do Norte do Paraná*. Publicação comemorativa do cinquentenário da Companhia melhoramentos Norte do Paraná. 2 ed. São Paulo: Ave Maria, 1977.
- COSTA, D. Justiça determina paralisação das obras de revitalização do Bosque Central. *Jornal de Londrina*, Londrina. 23 nov. 2011.
- DANCEY, C. P.; REIDY, J. *Estatística sem matemática para psicologia: Usando SPSS para Windows*. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- DIXON, J. A.; SHERMAN, P. B. *Economics of protected areas: a new look at benefits and costs*. Washington, D. C.: Island Press, 1990.
- ELORZA, T. Comerciantes se mobilizam pela reabertura de rua no Bosque. *Jornal de Londrina*, 02 dez. 2011. Cidade, p. 4.
- FROZONI, F. O Bosque Marechal Cândido Rondon em 1950 como representante das transformações na paisagem londrinense. *Anais do IV Encontro Nacional de Estudos da Imagem*. Londrina, p. 1199-1215, 2013.
- FURIO, P. R. *Valoração Ambiental: aplicação de métodos de valoração em empresas dos setores mineração, papel e celulose e siderurgia*. 2006. (Mestrado em Gestão Empresarial) - Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2006.
- HAIR, J. F.; BABIN, B.; MANEY, A. H.; SAMOUEL, P. *Fundamentos de métodos de pesquisa em administração*. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- JANTZEN, J. *The economic value of natural and environmental resources: background document training*. Amsterdã: TME, Institute for Applied Environmental Economics, 2006.
- MARQUES, J. F.; COMUNE, A. E. A teoria neoclássica e a valoração ambiental. In: Romeiro, A. R., Reydon, B.; Leonardi, M. C. A. (2001). *Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais*. Campinas: UNICAMP, 2001.
- MATTOS, K. M. C.; FILHO, N. J. F.; MATTOS, A. Valoração econômica do meio ambiente dentro do contexto do desenvolvimento sustentável. *Revista Gestão Industrial*, v. 2, p. 109-121, 2005.
- MOTTA, R. S. *Manual para valoração econômica de recursos ambientais*. Rio de Janeiro: USU, 1997.
- MOTTA, R. S. Valoração e precificação dos recursos ambientais para uma economia verde. *Economia Verde: Desafios e oportunidades*. *Conservação Internacional*, v.8, p. 179-190, 2011.
- NOGUEIRA, J. M.; MEDEIROS, M. A. Quanto vale aquilo que não tem valor? Valor de existência, economia e meio ambiente. *Cadernos de Ciencia & Tecnologia*, v. 16 n. 3, p. 59-83, 1999.
- PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. *Economics of Natural Resources and the Environment*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1990.
- ROMEIRO, A. R.; MAIA, A.G. *Avaliação de custos e benefícios ambientais*. Brasília: ENAP, 2011.
- TIETENBERG, T.; LEWIS, L. *Environmental & Natural Resource Economics*. 10 ed. Boston: Pearson, 2014.
- TOMASINI, D. *Valoración económica del Ambiente*. En *Impacto ambiental em Agrosistemas*. Buenos Aires: Ed. Facultad de Agronomía-UBA, 2001.