



O IMPACTO DA POLÍTICA PÚBLICA DE IPTU VERDE NO MUNICÍPIO DE CURITIBA

Rodrigo da Rocha Gonçalves

Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada (PPGE/MAR),
Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Brasil.

rochagoncalves@gmail.com

Cassius Rocha de Oliveira

PPGE/MAR da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Brasil.

oliveiracassius@yahoo.com.br

Andréa Bento Carvalho

Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Brasil.

abcarvalho1@yahoo.com.br

Regina Ávila Santos

Mestre em Economia Aplicada da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Brasil.

regina_avs@yahoo.com.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a política extrafiscal do IPTU Verde implementada pelo município de Curitiba, Paraná, Brasil. Para isso, estimamos um modelo de painel com controle sintético com dados de dez capitais de estados brasileiros. Os resultados mostraram que os municípios de Porto Alegre e Fortaleza foram denominados Curitiba sintético e que o impacto da política sobre a arrecadação tributária per capita do município foi ligeiramente negativo. Tal fato pode ser explicado pelo formato da política de IPTU Verde adotado por Curitiba que prioriza unicamente a manutenção e ampliação das áreas verdes e não incorpora itens como a adoção de energias limpas, utilização eficiente da água e separação dos resíduos nas residências. Por outro lado, a arborização dos bairros tem se revelado um dos principais elementos positivos na valorização imobiliária.

Palavras-Chave: IPTU Verde; método do controle sintético; receita tributária; meio urbano; Curitiba.

Abstract

The objective of this paper was to evaluate the extra-fiscal policy of the Green IPTU implemented by the Municipality of Curitiba, Paraná, Brazil. For this we estimate a panel model with synthetic control with data from ten Brazilian state capitals. The results showed that the municipalities of Porto Alegre and Fortaleza were denominated synthetic Curitiba and that the impact of the policy on the tax collection per capita of the municipality was slightly negative. This fact can be explained by the Green IPTU policy format adopted by Curitiba that only prioritizes the maintenance and expansion of green areas and does not incorporate items such as the adoption of clean energies, efficient use of water and separation of residues in residences. On the other hand, a forestation of the neighborhoods has been revealed one of the main positive elements in real estate valuation.

Key Words: Green IPTU; synthetic control method; tax revenue; urban areas; Curitiba.

JEL Codes: H71; C23; Q01.



1. Introdução

A interferência humana sobre o meio ambiente ganhou importância nas últimas décadas. Com isso, as políticas ambientais tornaram-se instrumentos de balizamento para o desenvolvimento sustentável. A Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento - CMMAD (1988; 1991) teve papel importante dentro desse contexto, ao definir os objetivos oriundos da construção do conceito de desenvolvimento sustentável: qualidade do processo de crescimento econômico; satisfação de necessidades básicas (alimentação, água, energia e saneamento básico); manutenção e preservação dos recursos naturais em espaços urbanos e reestruturação dos processos produtivos.

Os debates acerca do tema se voltam para o entendimento de como conciliar a satisfação das necessidades humanas (ilimitadas) com os recursos naturais disponíveis (limitados), vislumbrando a qualidade do processo de desenvolvimento. Nesse sentido, a implantação de políticas públicas que possibilitem a conservação e manutenção dos recursos naturais, são vitais em termos de sustentabilidade (Binswanger, 1997; Veiga, 2005; Sachs, 1993; Van Bellen, 2007; Fernandez, 2011).

Além disso, destacam-se as políticas que utilizam incentivos econômicos com intuito de promover a sustentabilidade ambiental (Ataliba, 1990; Gonçalves, 2008; Machado, 2009). A tributação pode ser considerada um instrumento de mitigação, seja através da cobrança direta e/ou indireta ou até mesmo por meio de mecanismos extrafiscais que indicam a redução ou renúncia de recursos aos cofres públicos, visando a que a sociedade responda a incentivos e contribua com a questão ambiental (Ataliba, 1990; Gonçalves, 2008; Machado, 2009).

O município de Curitiba, capital do Estado do Paraná, localizado na região Sul do Brasil, é

considerado pioneiro e um modelo de planejamento urbano. A lei municipal número 11.266/04 trata da incorporação das questões ambientais ao plano diretor e consolida a lei 9.806/00, que criou a possibilidade da redução ou isenção do IPTU em residências ou terrenos que mantêm a cobertura vegetal em parte ou na totalidade da sua área.

Sendo assim, este artigo tem por objetivo analisar o impacto da lei do IPTU Verde sobre a receita tributária per capita do município de Curitiba, visando avaliar se esse tipo de política gera alterações significativas na arrecadação do município, visto que ela pode trazer muitos benefícios ao desenvolvimento urbano de forma sustentável. Entendemos que a mensuração do custo da geração dessas externalidades positivas, advindas dessa política, são complexas, o que torna relevante a avaliação proposta por este trabalho.

Visando alcançar esse objetivo, foi utilizado um método de avaliação de política pública denominado controle sintético que avalia o impacto da lei do IPTU Verde sobre a cidade de Curitiba. Para isso compara-se Curitiba com outras cidades que possuem características semelhantes. (PIB, População, Arrecadação de IPTU) e que não possuíam esse tipo de lei até o período abordado. Cabe ressaltar que a utilização desse método é nova na literatura sobre a avaliação econômica de políticas ambientais.

A hipótese principal é que esse tipo de política incentiva a melhoria ambiental urbana, promovendo a descentralização das áreas verdes, melhorando a qualidade do ar e do bem-estar da população. O trabalho não identificou perdas fiscais decorrentes da lei. Em contrapartida, o incentivo a melhoria do comportamento da população urbana relacionado às questões ambientais, promovidos por incentivos econômicos, colaboram com o desenvolvimento sustentável de Curitiba, valorizando seus imóveis e tornando uma cidade atrativa.



O artigo encontra-se estruturado em cinco seções, além desta introdução. Apresenta-se uma revisão de literatura na seção dois, abordando extrafiscalidade, desenvolvimento sustentável, com foco na apresentação da lei do IPTU Verde. Na terceira seção, apresentam-se a metodologia e a base de dados. Na quarta seção, discutem-se os resultados e, por último, apresentam-se as considerações finais.

2. Extrafiscalidade, desenvolvimento sustentável e a Lei do IPTU Verde

As pressuposições acerca da natureza humana, que envolvem políticas públicas definem, em particular, as escolhas que as pessoas podem fazer e as consequências geradas para si próprias e para a sociedade (Karneman, 2012). Por vezes, essas escolhas individuais acabam provocando efeitos colaterais negativos ou positivos na sociedade e no meio ambiente, afetando a utilidade de outros indivíduos sem a devida compensação por esse efeito, gerando assim, uma externalidade (Krugman & Wells, 2015).

Arthur Pigou (1920) sugeriu que fossem taxadas as firmas que causavam externalidades negativas e que se promovesse um desconto nos impostos daquelas que causavam externalidades positivas, em seu célebre estudo intitulado *The Economics of Welfare* escrito em 1920. Assim, foram lançadas novas ideias para a utilização dos impostos como uma maneira de atingir fins que corrigissem as externalidades negativas e dessem incentivos a práticas positivas de convivência entre os agentes econômicos. A implantação do IPTU Verde nos municípios inscreve-se nessa proposta.

2.1. Extrafiscalidade e Desenvolvimento Sustentável

O governo tem a necessidade de obter os meios indispensáveis para manter sua existência e cumprir suas múltiplas atividades

de regulação, formulação de políticas públicas e fornecimento de serviços públicos. Por isso, se preocupa em obter, gerir e aplicar recursos necessários ao funcionamento das instituições (Rezende, 2006).

A parte das finanças que estuda a atividade financeira do setor público denomina-se finanças públicas. No Estado moderno, elas não são somente um meio de assegurar recursos para a cobertura das despesas do governo, mas também de intervir na economia, exercendo pressão sobre a estrutura produtiva e alterando as regras da distribuição de renda. Isso ocorre principalmente por meio de políticas econômicas.

Percebe-se que essas políticas podem ser divididas em monetária, fiscal, cambial e de rendas e que as medidas adotadas tendem a se orientar por elementos sociais, políticos e recentemente ambientais. No caso da política fiscal, pode-se entendê-la como a que promove modificações no montante de receitas e despesas públicas.

No tocante às receitas públicas, segundo dados do Tesouro Nacional (2016), os tributos são considerados a principal fonte de receitas do setor público brasileiro nas suas três esferas. Conceitualmente, tributo é toda prestação pecuniária compulsória, em moeda ou cujo valor nela se possa exprimir, que não constitua sanção de ato ilícito, instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada ao Código Tributário Nacional (CTN) (Senado Federal, 2014).

Na concepção no Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (2014) os tributos são a receita de entidades públicas, compreendendo impostos, taxas e contribuições, cujo produto se destina ao custeio de atividades gerais ou específicas exercidas por essas entidades. Além disso, o CTN (2014) explicita que os tributos podem possuir três funções: i) fiscal, ii) extrafiscal e



iii) parafiscal. A função clássica de arrecadar para financiar a execução das despesas do Estado é denominada função fiscal. Na concepção de Machado (2009), seu principal objetivo é a arrecadação de recursos financeiros para a gestão orçamentária.

Por sua vez, a função Extrafiscal consiste em utilizar o tributo como instrumento de intervenção na economia, visando a influenciar os contribuintes nas decisões de interesse coletivo. Em síntese, a extrafiscalidade incide no uso de instrumentos tributários para a obtenção de finalidades não arrecadatórias, mas estimulantes, indutoras, inibidoras ou coibidoras de comportamentos, tendo em vista outros fins (Ataliba, 1990; Gonçalves, 2008; Machado, 2009).

Recentemente, a função extrafiscal da tributação começou a ser utilizada com intuito de formulação de políticas públicas para o meio ambiente, propiciando mudanças comportamentais por parte da sociedade na busca por desenvolvimento sustentável. Este último termo começou a ser construído no início da década de 1970, tendo como ponto de partida a Conferência de Estocolmo (1972)¹.

Segundo Diegues (1992), o desenvolvimento sustentável deve levar em consideração as limitações impostas pelas tecnologias e organizações sociais sobre meio ambiente. Já Binswanger (1997) define esse termo como a conciliação entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental. Bossel (1999) menciona que a sociedade e o meio ambiente sofrem mudanças contínuas, em que as tecnologias, culturas, valores e aspirações se modificam constantemente e uma sociedade sustentável deve permitir e sustentar estas modificações. Por sua vez, Cavalcanti (1997) considera desenvolvimento sustentável como

a possibilidade de se obterem continuamente condições iguais ou superiores de vida para um grupo de pessoas e seus sucessores em dado ecossistema. Outros autores também contribuíram para a contemporaneidade do termo (Veiga, 2005; Sachs, 1993; Van Bellen, 2007; Fernandez, 2011).

Nesse sentido, Barichello e Araújo (2007) explicitam que a extrafiscalidade ambiental é um meio de intervenção indireta, utilizada pelos governos como um instrumento de indução de comportamentos sociais ecologicamente compatíveis com a sustentabilidade. Por sua vez, Dressler (2002) salienta que a extrafiscalidade ambiental pode manifestar-se como aumento ou redução da carga tributária, num caso e noutro visando a modificar condutas inconsistentes com o desenvolvimento sustentável.

A função extrafiscal do tributo auxilia na geração de valor ao meio ambiente, estimulando condutas positivas ou desestimulando condutas nocivas à proteção e preservação ambiental. Ademais, a tributação do meio ambiente, pode ser viabilizada aproveitando o viés extrafiscal de tributos como Imposto Sobre Produtos Industrializados (IPI), o Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), o Imposto de Renda (IR) e o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) (Gusmão, 2006). No Brasil, o IPI (imposto sobre produto industrializado), por exemplo, é isento em equipamentos para geração de energia eólica (fotovoltaica) e para produtos reciclados por cooperativas de catadores além de medidas como a adoção de normas ambientais pelo Governo Federal, para compras públicas de bens e serviços (Pauli et al., 2017).

Na busca por desenvolvimento sustentável, as dimensões econômicas, ambientais e sociais necessitam de harmonização, almejando atender às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas

¹ O chamado Clube de Roma discutiu os limites do crescimento e problemas relacionados ao meio ambiente.



próprias necessidades. Sendo assim, a implantação de políticas extrafiscais ambientais funciona como um mecanismo transgeracional.

Visto dessa forma, Rodrigues et al., (2015) ao analisarem as regiões do Brasil quanto a degradação ambiental provocada pelo avanço da população urbana, encontraram diferentes necessidades quanto a correção de externalidades no meio urbano, que via de regra, provocam a degradação do meio ambiente, tais como a heterogeneidade entre as grandes regiões em termos de probabilidade quanto a ausência de saneamento básico, provocado pelo crescimento urbano não planejado e suas consequências para a degradação do meio ambiente.

2.2. A lei do IPTU Verde

A política extrafiscal do IPTU Verde, implantada por alguns municípios no país e baseada nas diretrizes da Agenda 21 Nacional e no Estatuto da Cidade², estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

Com intuito de incentivar as famílias a adotarem um comportamento ecologicamente correto em suas residências, o poder público, neste caso as prefeituras, podem utilizar-se do IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano). Considerado uma extrafiscalidade, o IPTU Verde premia com descontos as residências que utilizam tecnologias sustentáveis e procedimentos ecologicamente corretos na própria construção, no seu funcionamento e/ou nos quintais.

A política do IPTU Verde vem sendo utilizada no Brasil desde a década de 1980, quando a cidade de Belo Horizonte, em Minas Gerais, adotou o programa. Atualmente muitas capitais de estados e um considerável número de cidades de médio e pequeno porte também adotaram esse tipo de política.

A redução (desconto) máxima permitida no imposto depende do projeto lei de cada município e pode chegar até 100%, como é o caso de Curitiba, no estado Paraná, e de Belo Horizonte, no estado Minas Gerais. Porém, em geral, situa-se entre 20% e 30%. Os projetos estão voltados para atividades do tipo manutenção de árvores e bosques nativos, aproveitamento de água da chuva, separação do lixo, reutilização da água que serve chuveiros e máquinas de lavar roupa, manutenção do quintal com grama, utilização de energias renováveis, dentre outras tecnologias disponíveis que auxiliam na sustentabilidade ambiental.

As consequências dessas políticas ainda são pouco avaliadas. Entretanto, algumas evidências sinalizam no sentido de que promovem uma melhoria no bem-estar social e ambiental; uma valorização dos imóveis envolvidos; uma melhoria da qualidade do ar, da flora e da fauna; uma descentralização das áreas verdes; uma transferência de parte dos gastos ambientais para as famílias; uma inserção dos municípios em programas estaduais de ICMS-verde; dentre outros benefícios. O quadro 1 apresenta um resumo das políticas ambientais nas cidades do Brasil que adotaram o IPTU Verde.

² Para maiores detalhes da Lei Federal nº 10.257 de 10 de julho de 2001.

**Quadro 1:** Resumo da Lei do IPTU Verde nas principais cidades envolvidas

Cidade	Resumo da lei do IPTU Verde
Salvador	A lei foi criada em 2013 e concede descontos entre 5% e 10% através de um complexo sistema de pontuação.
Vila Velha ES	A lei entrou em vigor em 2002 beneficiando imóveis com áreas verdes nativas, imóveis com energia solar e empreendimentos que utilizam sacolas ecológicas. Descontos percentuais de até 50% do IPTU.
São Carlos	Incentiva o plantio de árvores no passeio público de cada residência e concede uma redução de até 2%.
Araraquara	Estabelecida em 2010 a lei concede benefícios de até 40% para quem mantém área verde na residência em 80% do terreno. Percentuais menores são concedidos para preservações entre 30% e 79% da área residencial.
Belo Horizonte	Em vigor desde 1983, a lei concede até 100% de desconto para residências consideradas ecológicas, com bosques que podem influenciar o microclima local.
Curitiba	Bosques nativos relevantes recebem descontos percentuais de até 100% de redução para coberturas vegetais acima de 70% da área. Para bosques não relevantes recebem descontos de até 60% de redução para coberturas vegetais acima de 80% da área. Árvores isoladas imunes ao corte, 10% de redução por unidade até o máximo de 50%.

Fonte: elaboração com base em Cunha (2011).

Com base nas evidências e na literatura percebe-se que políticas extrafiscais de cunho ambiental como o IPTU Verde têm efeitos positivos sobre a paisagem urbana. A literatura econômica mostra que há uma relação significativa e positiva entre a paisagem natural e a valorização imobiliária, dado que o indivíduo, ao fazer a sua escolha, relacionada à compra do imóvel, considera não apenas particularidades físicas, mas também aspectos ambientais, como, a qualidade do ar aonde o imóvel se localiza (Rosen, 1974; Batalhone et al., 2002; Kim et al., 2003).

Segundo Kim et al. (2003), a poluição do ar afeta negativamente o preço dos imóveis, ou seja, quanto mais próximo de fontes emissoras de poluição, menor será o seu valor. Com relação à presença de áreas verdes e corpos hídricos em áreas urbanas, Smith (1991), Willis e Garrod (1993), Chen e Jim (2006) demonstram a existência de uma alta relevância desses fatores atrelados à valoração imobiliária.

Nesse sentido, Furtado (2011) enfatiza que a paisagem urbana reflete a prática de avaliação e estratégia de corretores de imóveis, que sempre especificam o bairro ou região ao anunciarem seus imóveis para



venda ou aluguel. A abordagem que decorre desse entendimento considera que, se o atributo é relevante, o bairro como um todo é positivamente avaliado. Atributos como a arborização, por exemplo, sempre têm efeito positivo sobre o valor dos imóveis.

Com relação a política aplicada em Curitiba, que inclui unicamente a arborização do imóvel como critério de desconto no IPTU, cabe salientar a importância desta política na valoração imobiliária como foi destacado anteriormente, mas ressaltando que quanto mais abrangente à lei, isto é, incorporando outros critérios adicionais, como: energia sustentável, instalações hidráulicas mais eficientes, aproveitamento de água da chuva, separação de lixo, etc... mais o mercado

conseguirá incorporar os atributos “verdes” no preço do imóvel.

3. Estratégia empírica e dados

No presente trabalho, o objetivo é avaliar o impacto da política do IPTU Verde na receita tributária per capita do município de Curitiba após o ano de 2004, período em que a medida foi implementada. As unidades similares, também chamadas de potenciais controles, estão apresentadas na **tabela 1** e referem-se a um conjunto de dez capitais brasileiras, que foram escolhidas por terem algumas características parecidas com Curitiba, como população, tamanho, e por não terem adotado a política de IPTU verde.

Tabela 1 - Potenciais controles para o município de Curitiba

UF	Município
AC	Rio Branco
AL	Maceió
AP	Macapá
MT	Cuiabá
PA	Belém
PB	João Pessoa
RS	Porto Alegre
SC	Florianópolis
SE	Aracaju
CE	Fortaleza

Fonte: Elaboração pelo os autores.

Para a formulação do modelo, foram utilizados dados de painel municipal para os períodos de 1997 a 2011. A lei municipal nº 11.266, que implantou o IPTU Verde no município de Curitiba, foi consolidada no ano de 2004. Logo, considera-se esse o ano de início do tratamento.

As variáveis utilizadas para o presente trabalho são: Log População; Log PIB per capita; Log Emprego; Log IPTU: Imposto

sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana; Log Receita Tributária; Número de Estabelecimentos; Frota de caminhões. As seguintes fontes de dados foram utilizadas: IPEA data, Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE cidades), Secretária do Tesouro Nacional (FINBRA).

As análises de políticas são normalmente avaliadas considerando-se dois períodos: um



anterior à sua aplicação e outro posterior. Logo, os efeitos para o município serão examinados antes (1997-2003) e depois (2004-2011) da aplicação da lei que autoriza a cobrança do IPTU Verde em Curitiba.

É preciso ressaltar que, devido à aplicação recente e ao pequeno número de unidades tratadas para fins de comparação, optou-se por comparar a arrecadação em Curitiba com a arrecadação de um município muito parecido. Para tanto, utiliza-se o modelo de Controle Sintético. Acrescente-se que, devido à dificuldade de se encontrarem dados anteriores a 1997 e informações confiáveis sobre os municípios após 2011, o período de 1997 a 2011 foi o que melhor se enquadrava no propósito deste artigo.

A hipótese identificadora causal no controle sintético é que a ação geradora da trajetória da variável de interesse, na unidade tratada, seja a mesma que gera a trajetória das unidades potenciais controles, até o momento em que o tratamento tenha início. Dessa forma, este modelo possui a finalidade de percepção de uma relação de causalidade entre a política e os resultados observados.

A seguir, uma apresentação formal do método de controle sintético de acordo com Abadie et al. (2010; 2015), que buscam resolver o problema do contrafactual, comparando a tendência na região atingida pela implementação da política ou por algum tipo de choque com a tendência em uma região sintética composta a partir de diversas regiões observadas. A unidade de controle sintético é definida como a média ponderada das unidades de controle disponíveis que melhor aproxima as características, inclusive de tendência, da variável examinada antes do tratamento.

3.1. O Modelo de painel com Controle Sintético

Para a implantação do método, elegeu-se um grupo de municípios candidatos a controle,

cada um dos quais terá um peso na formação de um município "sintético", aproximando as características do município sintético no período pré-intervenção às do município de tratamento (Curitiba), no período após o início da intervenção (aplicação do IPTU Verde). Os pesos utilizados para a formação da trajetória da variável de resultado do município sintético foram gerados a partir dos valores observados dessa variável nos municípios de controle. Tal estimação corresponde à estimação do que teria ocorrido no município de tratamento caso a intervenção não houvesse acontecido.

Suponha que existam $M+1$ municípios. O município 1 será Curitiba, exposto ao tratamento; os demais M municípios serão as dez capitais brasileiras, apresentadas na tabela 1, potenciais controles. Em outras palavras, considera-se que são observadas $i = 1, 2, \dots, M + 1$ unidades nos períodos $t = 1, 2, \dots, T$, e que a primeira unidade tenha sido submetida a uma determinada intervenção, de forma que as demais unidades serão usadas para formar o controle sintético, além de considerar que o município 1 estará ininterruptamente exposto ao tratamento após o período inicial de intervenção (2004).

Seja Y_{it}^N o resultado da receita per capita que será observado para o município i no período t na ausência da intervenção, para os municípios $i = 1, \dots, M + 1$, e os períodos de tempo $t = 1, \dots, T$. Em que T_0 é o número de períodos pré-tratamento, com $1 \leq T_0 < T$, assim sendo, Y_{it}^I é o resultado da receita per capita do município de Curitiba no período t se a intervenção ocorre nos períodos $T_0 + 1$ a T . Assume-se que a intervenção não tem efeito no resultado antes do período da implementação do tratamento, logo para $t \in \{1, \dots, T_0\}$ e todo $i \in \{1, \dots, N\}$ tem-se $Y_{it}^N = Y_{it}^I$

Seja $\alpha_{it} = Y_{it}^I - Y_{it}^N$ o efeito da política do IPTU Verde no município de Curitiba no tempo t , e seja D_{it} uma dummy que assume valor 1 quando o município de Curitiba foi exposto ao



tratamento no tempo t , e valor 0 em caso contrário, então, o resultado observado para o município de Curitiba no tempo t será $Y_{it}^I = Y_{it}^N + \alpha_{it}D_{it}$.

Dessa forma, deseja-se estimar $(\alpha_1(T_0 + 1), \dots, \alpha_1(T))$. Para $t > T_0$, tem-se $\alpha_{1t} = Y_{1t}^I - Y_{1t}^N = Y_{1t} - Y_{1t}^N$. Analisando a equação temos que Y_{it}^I é observável e Y_{it}^N não é observável, pois trata-se da receita per capita do município de Curitiba, caso não ocorresse a implementação do IPTU Verde.

Nesse sentido, faz-se necessário estimar Y_{it}^N através de um modelo fatorial, como o apresentado a seguir:

$$Y_{it}^N = \delta_t + \theta_t Z_i + \lambda_t \mu_i + \epsilon_{it} \quad (1)$$

onde:

δ_t = fator desconhecido comum entre os municípios³;

Z_i = vetor ($R \times 1$) de variáveis previsoras da arrecadação tributária;

θ_t = vetor ($1 \times R$) de parâmetros;

λ_t = vetor ($1 \times F$) de fatores comuns não observáveis;

μ_i = vetor ($F \times 1$) de fatores desconhecidos;

ϵ_{it} = termo de erro com média zero para todo i e t .

Considerando uma matriz ($M \times 1$) com o vetor de pesos $W = (w_2, \dots, w_{M+1})'$, tal que $w_{M+1} \geq 0$ para $m = 2, \dots, M + 1$ e $w_2 + \dots + w_{M+1} = 1$. Cada valor individual do vetor W representa um potencial controle sintético, ou seja, um peso médio próprio dos municípios-controle. O valor da variável de resultado para cada controle sintético indexado por W é:

$$\begin{aligned} & \sum_{m=2}^{M+1} W_m Y_{mt} \\ &= \delta_t \\ &+ \theta_t \sum_{m=2}^{M+1} W_m Z_m + \lambda_t \sum_{m=2}^{M+1} W_m \mu_m \\ &+ \sum_{m=2}^{M+1} W_m \epsilon_{mt} \end{aligned} \quad (2)$$

Supondo que haja um vetor $(w_2^*, \dots, w_{M+1}^*)$, cuja a soma seja igual a 1 tal que:

$$\begin{aligned} & \sum_{m=2}^{M+1} W_m^* Y_{m1} \\ &= Y_{11}, \dots, \sum_{m=2}^{M+1} W_m^* Y_{m1} = Y_{1T_0}, e \sum_{m=2}^{M+1} W_m^* Z_m \\ &= Z_1 \end{aligned} \quad (3)$$

Pode-se provar que $\sum_{t=1}^{T_0} \lambda_t' \lambda_t$ t é não singular, logo,

$$\begin{aligned} & Y_{1t}^N - \sum_{m=2}^{M+1} W_m^* W_m \\ &= \sum_{m=2}^{M+1} W_m^* \sum_{s=1}^{T_0} \lambda_t \left(\sum_{n=1}^{T_0} \lambda_n' \lambda_n \right)^{-1} \lambda_s' (\epsilon_{ms} - \epsilon_{1s}) \\ &- \sum_{m=2}^{M+1} W_m^* (\epsilon_{ms} - \epsilon_{1s}) \end{aligned} \quad (4)$$

Em alguns casos a média do lado direito da equação acima será próxima de zero se o número de períodos pré-tratamento for maior em relação à escala do tratamento, logo a estimação do parâmetro pode ser realizada, tal como demonstra equação abaixo:

$$\hat{\alpha}_{1t} = Y_{1t} - \sum_{m=2}^{M+1} W_m^* Y_{mt} \quad (5)$$

para $t \in \{T_0 + 1, \dots, T\}$ como um estimador de α_{1t}

³ Para uma explicação mais detalhada das variáveis e dos parâmetros recomenda-se Abadie et al. (2010)



Abadie et al. (2010) pontuam que podem ocorrer casos em que as equações 2 e 3 não convirjam aos pesos exatos (W^*). Nesse sentido, para encontrar o contrafactual do município de Curitiba, as condições para as equações 2 e 3 devem vigorar de maneira aproximada. Logo, para a obtenção do controle sintético, define-se X_1 , um vetor ($K \times 1$) de valores constantes com características da unidade tratada no período pré-intervenção e se define X_0 uma matriz ($K \times M$) de valores para as unidades potenciais controles. Além disso, o período pré-intervenção de X_1 e X_0 deve incluir valores da variável resultado: receita tributária per capita.

O vetor W^* (de pesos para os municípios de controle) é escolhido para minimizar alguma distância (ou pseudodistância), $\|X_1 - X_0W\|$, entre $X_1 - X_0W$ sujeito $w_2 \geq 0, \dots, w_{M+1} \geq 0, w_2 + \dots + w_{M+1} = 1$. Para medir a discrepância entre X_1 e X_0W , emprega-se:

$$\|X_1 - X_0W\|_V = \sqrt{(X_1 - X_0W)'V(X_1 - X_0W)}, \quad (6)$$

Onde:

V = matriz ($K \times K$) simétrica positiva e semidefinida.

$\| \cdot \|$ = norma de um elemento em um espaço vetorial.

A escolha ótima da matriz V atribui pesos para a combinação linear entre as variáveis em X_0 e X_1 a fim de minimizar o erro quadrático médio do estimador para o período pré-intervenção.

Abadie et al. (2015) propõe que os potenciais controles devem ter características semelhantes ao tratado. Logo, foram classificadas dez capitais brasileiras, a exemplo de Curitiba, onde não houve implantação dessa política até o ano de 2011. Tais municípios foram apresentados na tabela 1.

4. Resultados e discussão

A **tabela 2** expõe os pesos que cada um dos dez municípios, possíveis controles, receberam para a construção do sintético do município de Curitiba.



Tabela 2 - Municípios controles e seus respectivos pesos estimados

UF	Município	Peso estimado
AC	Rio Branco	0,00
AL	Maceió	0,00
AP	Macapá	0,00
MT	Cuiabá	0,00
PA	Belém	0,00
PB	João Pessoa	0,00
RS	Porto Alegre	0,915
SC	Florianópolis	0,00
SE	Aracaju	0,00
CE	Fortaleza	0,085

Fonte: Elaboração dos autores.

Observamos que os municípios de Fortaleza e Porto Alegre receberam pesos positivos e, portanto, formam o que chamaremos de

Curitiba sintético. A **tabela 3** apresenta as médias para o período pré-tratamento do município de Curitiba e seus sintéticos.

Tabela 3 –Médias dos preditos para o município de Curitiba e seus sintéticos

Covariadas	Curitiba	Curitiba Sintético
Log População	14,29	14,16
Log PIB per capita	2,41	2,45
Log Receita Tributária	20,24	20,21
Log IPTU	18,61	18,25
Log Emprego	13,25	13,14
Número de Estabelec.	10,60	10,54
Frota de Caminhões	38662,6	15077,4

Fonte: Elaboração dos autores.

Analisando a **tabela**⁴ 3, destacamos a proximidade dos valores obtidos para o controle sintético em relação ao município de

Curitiba em praticamente todas as covariadas, com exceção da covariada frota de caminhões que se distancia mais da média verdadeira. O **gráfico 1** apresenta as trajetórias da receita tributária per capita do município de Curitiba e Curitiba Sintético.

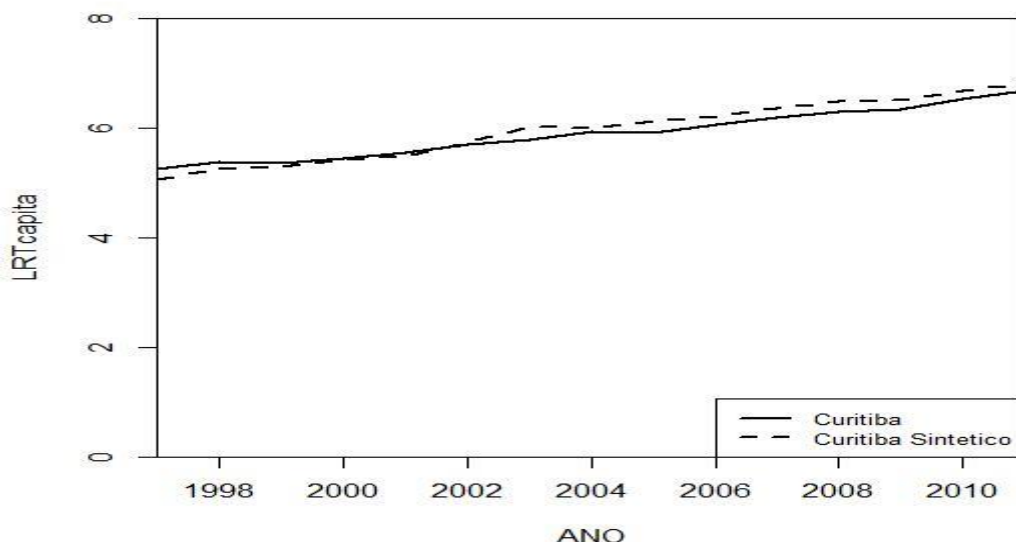
⁴ As estimações deste trabalho foram realizadas nos softwares Stata 13 e R pacote Synth.



De acordo com o **gráfico 1**, observamos que o controle sintético apresenta previsão próxima da trajetória da receita tributária per capita de Curitiba até o ano de 2003 (período

pré-tratamento), com diferenciações mais acentuadas nos anos de 1998 e 2003.

Gráfico 1 – Trajetória da receita per capita para o município Curitiba e Curitiba Sintético



Fonte: Elaboração dos autores.

O erro previsto quadrático médio (MSPE – mean squared prediction error), que de acordo com Garcia et al. (2014) serve de balizador para o ajuste da unidade sintética com a unidade tratada, durante o período considerado como pré-tratamento, é de 0,15 ponto da receita tributária per capita. Ainda, de acordo com o autor, quanto mais próximo de zero o MSPE, melhor o ajuste. Logo, a série sintética é uma boa previsora da série tratada para o período de pré-tratamento. Após o início do tratamento (2004) a trajetória sintética situa-se acima da trajetória da série tratada, sugerindo um efeito negativo na receita tributária per capita do município de Curitiba.

Elencamos possíveis explicações para o resultado encontrado. Primeiramente, se espera que havendo uma política de redução de pagamento de algum imposto, ocorra uma

queda na arrecadação do município. Especificamente no caso do IPTU Verde, pois trata-se de um estímulo fiscal para a melhoria ambiental nas residências através de uma redução na tributação. Dessa forma, a prefeitura, inicialmente abre mão de arrecadar parte do tributo em detrimento da externalidade positiva gerada por essa política, dado que a mesma promove melhorias nas áreas verdes, o que no agregado melhora a qualidade da vida no município.

Não houve grande separação das séries tratada e sintética após o início do tratamento, dessa forma, mesmo sugerindo um impacto negativo da política do IPTU Verde sobre a receita tributária per capita, o mesmo não pode ser considerado de grande vulto. Além disso, a gestão pública pode promover uma compensação dessa perda de arrecadação

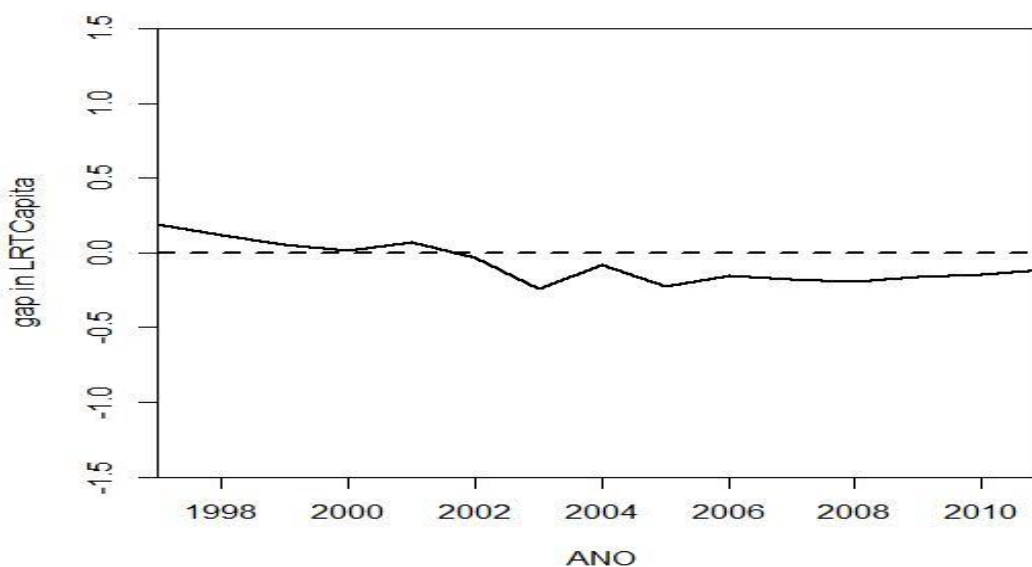


caso ocorra uma valorização dos imóveis envolvidos, bem como outros aspectos relacionados à saúde pública e a melhoria da paisagem urbana.

O **gráfico 2** apresenta a diferença da receita tributária per capita do município do Curitiba e

Curitiba sintético. Apontando que a magnitude do impacto na receita tributária per capita é negativo, porém pequeno, após a implantação da lei, estando em concordância com o encontrado no gráfico 1 de que o referido tratamento impactou negativamente o município nestes seis primeiros anos.

Gráfico 2 – Diferença entre a receita tributária per capita para o município de Curitiba e Curitiba sintético



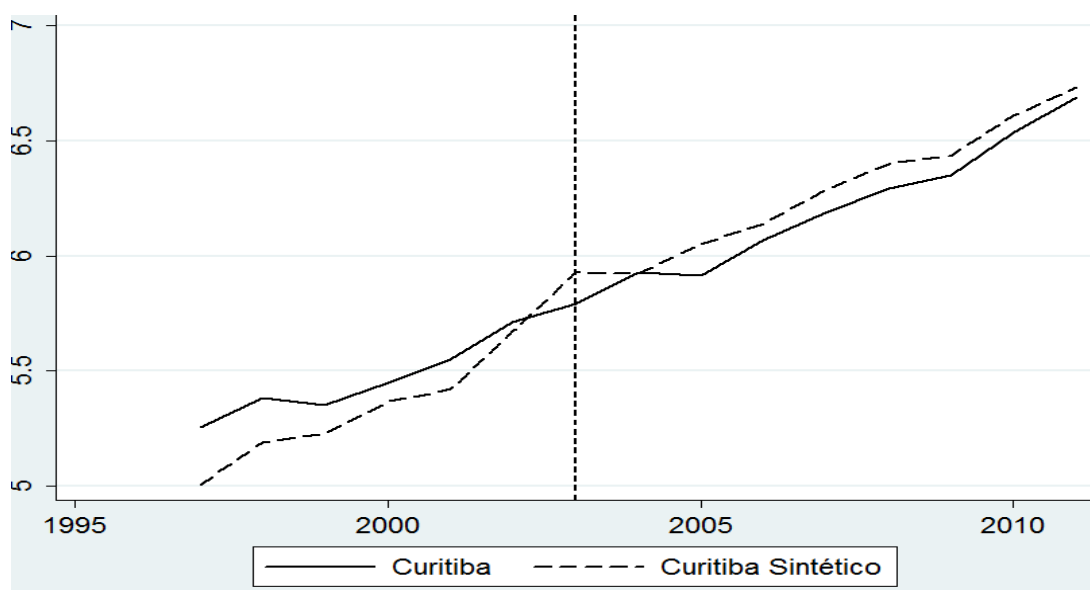
Fonte: Elaboração dos autores.

A fim de testar a significância estatística do modelo estimado foram realizados dois testes. Primeiramente, o teste do placebo temporal o qual a data do tratamento é atrasada em um ano, ou seja, do ano de 2004 para o ano de 2003. Após realiza-se o teste de distribuição dos placebos, onde são realizadas estimações para cada uma das unidades potenciais controles, calculadas as diferenças e plotadas em um gráfico

juntamente com a trajetória da unidade tratada (Curitiba) e seu sintético (Curitiba sintético). Importante ressaltar que para tal teste de inferência utiliza-se, como proposto por Abadie et al. (2010), municípios em que o MSPE não seja muito superior ao da unidade tratada original, logo desconsideram-se municípios que o MSPE fosse duas vezes maior que o de Curitiba.



Gráfico 3 – Placebo temporal (ano de 2003)



Fonte: Elaboração dos autores.

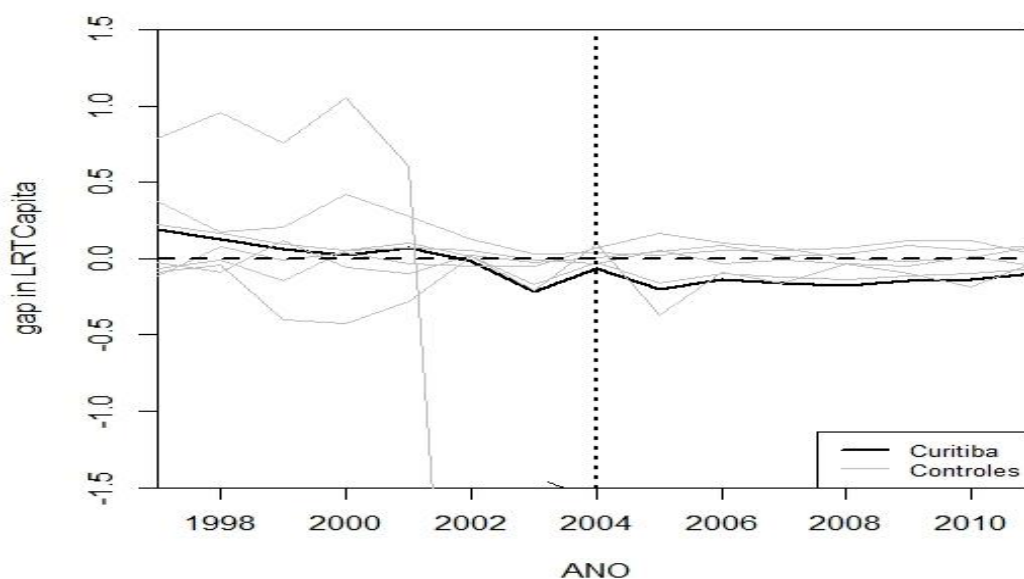
O teste de placebo temporal, de acordo com Abadie et al. (2010), é realizado para assegurar que o efeito do tratamento ocorreu realmente no período indicado (ano de 2004), dado que a alteração do início do tratamento não deve modificar a trajetória das séries sintética e tratada.

Observa-se no **gráfico 3** que tanto o período pré-tratamento quanto o pós-tratamento não se alteraram, uma vez que as séries continuam se separando no ano de 2004, portanto, a diminuição da série não afetou as trajetórias apresentadas no gráfico 1.

O **gráfico 4** expõe a distribuição das diferenças dos placebos. O objetivo desse teste é comparar as diferenças na receita tributária per capita entre unidades potenciais controles (em cinza) com a unidade tratada (em preto) e verificar se o impacto sobre a unidade tratada é maior ou menor comparativamente. Ressalta-se que neste expediente foi adotado um critério para exclusão das unidades potenciais controles cujo MSPE fosse duas vezes maior do que o modelo estimado para a unidade tratada.



Gráfico 4 – Teste de Distribuição dos Placebos



Fonte: Elaboração dos autores.

Por meio do gráfico 4, observamos que não existe diferença entre a receita per capita de Curitiba e as demais unidades não afetadas pelo tratamento (implantação do IPTU Verde). Neste sentido, não há evidências conclusivas para o efeito encontrado no gráfico 1. Entretanto, tal achado pode estar atrelado ao curto período pré-tratamento utilizado na amostra, uma vez que, devido a indisponibilidade e confiabilidade dos dados, foi impraticável uma amostra maior considerando anos anteriores a 1997 e posteriores a 2011. Este tipo de problema era esperado, dado que a lei de extrafiscalidade adotada por Curitiba, inicialmente contemplava outros aspectos além do IPTU Verde.

5. Conclusão

Este artigo analisou o impacto da lei do IPTU Verde sobre a receita tributária per capita do município de Curitiba, visando avaliar se esse tipo de política pública gerou alterações significativas na arrecadação do município.

Recorremos ao método do controle sintético para verificar esse impacto, evidenciando o pioneirismo deste trabalho na utilização desse método na literatura sobre a avaliação econômica de políticas públicas ambientais.

As políticas públicas são importantes na busca pelo desenvolvimento sustentável. A tributação pode ser utilizada como um instrumento de mitigação ambiental seja através da cobrança direta ou até mesmo por meio de mecanismos extrafiscais. Diferente dos aspectos puramente fiscais, que buscam melhorar unicamente a arrecadação, a extrafiscalidade tem por objetivo principal a mudança de comportamento sobre a população atingida, almejando que a sociedade responda a incentivos econômicos e contribua com a questão ambiental. Neste sentido, a política do IPTU Verde corrobora com a melhoria da qualidade ambiental e do bem-estar social da cidade de Curitiba.

Inicialmente quantificamos os possíveis controles para a construção do sintético do município de Curitiba, os resultados



mostraram que os municípios de Porto Alegre e Fortaleza (os quais não implantaram a política de IPTU Verde até o ano de 2011) foram denominados Curitiba sintético, isto é, municípios com características econômicas semelhantes.

Os resultados indicam que o impacto da política sobre a arrecadação tributária per capita do município de Curitiba foi levemente negativo, isto é, a arrecadação após a implantação da lei do IPTU Verde, foi ligeiramente menor do que poderia ter sido caso não tivesse adotado a lei. Isso pode ser explicado pelo fato de que qualquer renúncia arrecadatória pode implicar uma diminuição da receita do município no curto prazo. Contudo, o propósito de estimular uma mudança comportamental na população foi atingido, além disso, a valorização dos imóveis dado o aumento da área verde poderá ser percebido no momento da venda.

No caso do IPTU Verde, trata-se de um estímulo extrafiscal, por meio de uma redução na tributação, para a melhoria ambiental nas residências. Dessa forma, a prefeitura inicialmente abre mão de arrecadar parte do tributo em favor da externalidade positiva gerada por essa política. Uma vez que ela promove um aumento das áreas verdes, contribui para a melhora a qualidade da vida na cidade como um todo, descentralizando as áreas verdes.

Ademais, cabe salientar a importância das áreas verdes na valoração imobiliária, bem como na melhoria na qualidade do ar, atributos que cada vez mais estão sendo mensurados pelo mercado. Além disso, no longo prazo a prefeitura poderá arrecadar mais, dado que os imóveis devem se valorizar. Cabe ressaltar que a base de cálculo para a cobrança de IPTU não é a mesma que define seu valor de mercado.

O formato da política de IPTU Verde adotada por Curitiba prioriza unicamente a manutenção e ampliação das áreas verdes.

Poderíamos esperar que se ela fosse mais abrangente — isto é, contemplasse itens como a adoção de energias limpas, utilização eficiente da água, separação dos resíduos, dentre outros — poderia promover uma valorização ainda maior dos imóveis.

Referências

- Abadie, A.; Diamond, A.; e J. Hainmueller, 2010. Synthetic Control Methods for Comparative Case Studies: Estimating the Effect of California Tobacco Control Program. *Journal of the American Statistical Association*, American Statistical Association, Vol. 105: 493-505.
- Abadie, A.; Diamond, A. e J. Hainmueller, 2015. Comparative Politics and the Synthetic Control Method. In: *American Journal of Political Science*, Vol. 59: 495-510.
- Ataliba, G., 1990. IPTU: Progressividade. *Revista de Direito Público*, Vol.23, N.93, jan/mar.
- Barichello. S. E. e L. E. B. Araújo, 2007. O Tributo Extrafiscal como meio de Proteção ambiental. *Fórum de Direito Urbano e Ambiental*, Belo Horizonte. Vol. 6: 68-79, jul./ago.
- Batalhone, S. A.; Nogueira, J. M. e B. P. M. Müller, 2002. Economics of air pollution: hedonic price model and smell consequences of sewage treatment plants in urban areas. Brasília, DF: Universidade de Brasília.
- Binswanger, H. C., 1997. Fazendo a sustentabilidade funcionar, em Clóvis Cavalcanti (eds.) *Meio ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas*. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco.
- Bossel, H., 1999. Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Application: A report to the Balaton. Winnipeg.
- Cavalcanti, C., 1997. Condicionantes biofísicos da economia e suas implicações



quanto à noção do desenvolvimento sustentável, em Romeiro, A. R.; Reydon, B.; Leonardi, M. L. (eds.): *Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais*. Campinas: Instituto de Economia da UNICAMP, Vol. 1: 61-82l.

Chen, W. Y. e C.Y. Jim, 2006. Impacts of urban environmental elements on residential housing prices in Guangzhou (China). *Landscape and Urban Planning*, Vol. 78: 422-434.

Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - CMMAD, 1991. *Nosso futuro comum*. 2ª ed. Tradução de Our common future. 1ª ed. 1988. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas.

Cunha, D. S. A., 2011. Incentivos fiscais verdes e tributação extrafiscal; Um estudo sobre o IPTU Verde no município de Vila Velha (ES) comparativamente a outros municípios. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Ciências Contábeis da FUCAPE, Vitória.

Diegues, A. C. S., 1992. Desenvolvimento sustentável ou sociedades sustentáveis: da crítica dos modelos aos novos paradigmas. São Paulo em Perspectiva. São Paulo. Vol. 6: 22-29.

Dressler, M. L. F., 2002. O Direito Tributário a serviço da educação ambiental. Fórum de Direito Urbano e Ambiental. Belo Horizonte: Vol. 1: 244-259, maio/jun.

Fernandez, B. P. M., 2011. Eco desenvolvimento, desenvolvimento sustentável e economia ecológica: em que sentido representam alternativas ao paradigma de desenvolvimento tradicional? *Desenvolvimento e Meio Ambiente*. Curitiba: Editora da UFPR, N. 23, Vol.1: 109- 120.

Furtado, B. A., 2011. Análise quantílica-espacial de determinantes de preços de imóveis urbanos com matriz de bairros: evidências do mercado de belo horizonte. Texto para discussão n. 1570 do IPEA.

Disponível em:
http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=7096.
Acesso em 03/02/2017.

Garcia, F. R.; Stein, G.; Carraro, A. e P.L. Ramos, 2014. O impacto econômico dos desastres naturais: o caso das chuvas de 2008 em Santa Catarina. *Planejamento e Políticas Públicas*, Vol. 43: 297-320.

Gonçalves, R. A. F., 2008. A extrafiscalidade e o ICMS ecológico como instrumentos econômicos de política e preservação ambiental. Disponível em:
http://www3.pucrs.br/pucrs/files/uni/poa/direito/graduacao/tcc/tcc2/trabalhos2008_1/regis_afonso.pdf. Acesso em 14/08/2016.

Gusmão, O. O., 2006. Proteção ambiental e tributação. *Revista Tributária e de Finanças Públicas*. São Paulo, Vol. 14: 113-148, jan./fev.

Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística (IBGE). Dados sobre cidades do Brasil. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em 04/04/2016.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEADATA). Número de estabelecimentos. Disponível em:
<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>.
Acesso em 09/04/2016.

Kahneman, D., 2012. Rápido e Devagar: duas formas de pensar. Tradução Cássio de Arantes Leite. - Rio de Janeiro.

Kim, C. W.; Phipps, T. T. e L. Anselin, 2003. Measuring the benefits of air quality improvement: a spatial hedonic approach. *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 45: 24-39.

Krugman, P. e R. Wells, 2015. *Manual de Introdução à Economia*. 3ª ed. p. 992. Elsevier.

Machado, H. B., 2009. *Curso de Direito Tributário*. São Paulo: Malheiros.



Ministério do Meio Ambiente - MMA. Agenda 21 Brasileira. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-brasileira>. Acesso em 06/08/2016.

Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Manual Técnico De Orçamento, 2014. Disponível em: http://www.orcamentofederal.gov.br/informacoes-orcamentarias/manual-tecnico/MTO_2014.pdf. Acesso em 12/08/2016.

Moura, A. M. M., 2016. Trajetória da Política Ambiental Federal no Brasil, em Moura, A.M.M. (eds.) Governança Ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas. Brasília: IPEA. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=28192. Acesso em: 20/05/2019.

Pigou, A. C., 1920. The economics of welfare. London: Macmillan.

Pronk, J. e M. ul Haq, 1992. Sustainable Development: From concept to action. The Hague Report. New York. United Nations Development Programme.

Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). Dados sobre o mercado de trabalho por municípios. Disponível em: <http://bi.mte.gov.br/bgcaged/login.php>. Acesso em 20/04/2016.

Rezende, F., 2006. Finanças Públicas. 2ª ed. São Paulo.

Rosen, S., 1974 Hedonic prices and implicit market: product differentiation in pure

competition. *Journal of Political Economy*, Vol. 82: 34-55.

Rodrigues, L. dos A., Cunha, D. A. da, Brito, L. M. e Pires, V. M., 2016. Pobreza, crescimento econômico e degradação ambiental no meio urbano brasileiro. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*. Vol. 26: 11-24.

Sachs, I., 1993. Estratégias de transição para o século XXI: Desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Studio Nobel/FUNDAP.

Secretaria do Tesouro Nacional (TSN/FINBRA). Finanças do Brasil. Dados Contábeis dos municípios. Disponível em: <http://www.tesouro.fazenda.gov.br/finbr-financas-municipais>. Acesso em 14/04/2016.

Senado Federal. Código Tributário Nacional, 2012. Disponível em : <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/496301/000958177.pdf?sequence=1>. Acesso em 14/08/2016.

Smith, B. H., 1993. The effect of ocean and lake coast amenities on cities. *Journal of Urban Economics*, Vol. 33: 115-123.

Van Bellen, H. M., 2007. Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: Editora FGV.

Veiga, J. E., 2005. Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Garamond.

Willis, K. G. e G. D. Garrod, 1993. The contribution of trees and woodlands to the value of property. *J. Arboric*, Vol.17: 211-219.