

**Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Uma Análise Quantitativa utilizando o modelo de Regressão Linear Múltipla****Sustainable Development Indicators: A Quantitative Analysis Using the Multiple Linear Regression Model**

DOI:10.34117/bjdv6n3-407

Recebimento dos originais: 25/02/2020

Aceitação para publicação: 25/03/2020

**Educélio Gaspar Lisboa**

Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano Instituição

Instituição: Universidade da Amazônia- UNAMA

Endereço: Avenida Alcindo Cacela

E-mail: lisboa.uepa@gmail.com

**Érico Gaspar Lisboa**

Doutor em Engenharia Civil

Instituição: Universidade Federal do Pará- UFPA;

Endereço: Rodovia Augusto Corrêa;

E-mail: ericoglisboa@gmail.com

**Marco Aurélio Arbage Lobo**

Doutor em Desenvolvimento Sócio Ambiental

Instituição: Universidade da Amazônia- UNAMA

Endereço: Avenida Alcindo Caçela;

E-mail: lobo2502@hotmail.com

**Leonardo Augusto Lobato Bello**

Doutor em Engenharia Civil

Instituição: Universidade da Amazônia- UNAMA

Endereço: Avenida Alcindo Caçela

E-mail: Leonardo.bello@unama.br

**RESUMO**

Este artigo oferece uma análise sobre os indicadores do Desenvolvimento Sustentável (DS) no período compreendido entre 2003 à 2018, no Brasil, estudando três dimensões do DS: Econômica, Social e Ambiental. A pesquisa abordou os diversos aspectos teóricos sobre o desenvolvimento sustentável ao longo do tempo desde 1968 até os dias atuais, evidenciando sobretudo indicadores do DS como aposentadoria, taxa de mortalidade, queimadas, produto interno bruto (PIB) e inflação. Desta forma recorreu-se ao modelo de regressão linear múltipla para demonstrar o comportamento de tais variáveis, e constatou-se que o PIB manteve-se alto e estável ao longo do horizonte de tempo, refletindo-se de forma inversa aos

níveis de inflação, que apresentou trajetória decrescente, ao passo que as dimensões sociais analisadas (taxa de mortalidade e aposentadoria) apresentaram-se favoráveis as estimativas de crescimento com números decrescentes para a primeira e aumento para a segunda. Quanto a dimensão ambiental também teve números positivos diminuindo nos últimos cinco anos, como demonstrado nas estatísticas do modelo de regressão linear. Por fim pode-se constatar que apesar das estatísticas refletirem tendências positivas nas três dimensões nos últimos anos, o Brasil ainda sim mantém números altos quanto os indicadores nas três dimensões, logo podemos constatar que só através de investimentos maciços nestas três dimensões o Brasil tende a chegar a números ótimos rumo a uma melhor equidade para do desenvolvimento sustentável.

**Palavras chaves:** Desenvolvimento Sustentável, Regressão Linear, Inflação, Queimadas e PIB.

## ABSTRACT

This paper provides an analysis of the Sustainable Development (SD) indicators from 2003 to 2018 in Brazil, studying three dimensions of the SD: Economic, Social and Environmental. The research addressed the various theoretical aspects of sustainable development over time from 1968 to the present day, highlighting SD indicators such as retirement, mortality rate, burns, gross domestic product (GDP) and inflation. Thus, we used the multiple linear regression model to demonstrate the behavior of these variables, and it was found that GDP remained high and stable over the time horizon, reflecting inversely to inflation levels, which presented a decreasing trajectory, while the social dimensions analyzed (mortality rate and retirement) were favorable to the growth estimates with decreasing numbers for the first and increase for the second. The environmental dimension has also had positive numbers decreasing in the last five years, as shown in the statistics of the linear regression model. Finally it can be seen that although the statistics reflect positive trends in the three dimensions in recent years, Brazil still maintains high numbers as the indicators in the three dimensions, so we can see that only through massive investments in these three dimensions Brazil tends to reach optimal numbers for better equity for sustainable development.

**Keywords:** Sustainable Development, Linear Regression, Inflation, Burning and GDP.

## 1 INTRODUÇÃO

A expressão desenvolvimento sustentado surgiu como novo conceito, pautado em uma concepção que busca compatibilizar o desenvolvimento com a economia, envolvendo variáveis de ordem econômica, social e ambiental, indicando um caminho a ser seguido pelos países desenvolvidos e em desenvolvimento. A problemática ambiental e o modelo econômico apontam para a necessidade de modelo diferente de crescimento que possibilite a promoção do desenvolvimento com a redução da pobreza e mais equidade socioambiental. Relacionado ao conceito de desenvolvimento sustentável, há as acepções de sustentabilidade com vários

conceitos, por exemplo, a aceção de sustentabilidade com suporte na racionalidade econômica, economia ecológica, ambiental, política etc., o que denota a dificuldade apenas de uma definição para sustentabilidade. Não constitui, no entanto, objeto da investigação abordar todos esses conceitos de sustentabilidade relacionados ao desenvolvimento sustentável.

O desenvolvimento sustentável surgiu na década de 1980, no Relatório Brundtland, também intitulado *Nosso Futuro Comum* ou *Our Common Future*. O documento traz pela primeira vez a definição de desenvolvimento sustentável, sugerindo como mudança de enfoque a conciliação entre conservação da natureza e crescimento econômico (CMMAD, 1991). O Relatório Brundtland resultou da pesquisa da Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, cujo objetivo foi pesquisar os problemas ambientais em uma perspectiva global.

O conceito de desenvolvimento sustentável segundo Kates (2001, p. 11), “é a habilidade para fazer o desenvolvimento que satisfaça as necessidades do presente sem comprometer as condições, das futuras gerações satisfaça suas próprias necessidades”. Nesta conjuntura é dever de todos, desenvolver de forma sustentável o crescimento econômico sem comprometer a biodiversidade local.

Sustentabilidade é a manutenção de certas características desejadas e necessárias das pessoas, suas comunidades e organizações e do ecossistema circundante, por longo período de tempo (Hardi e Zdan, 2000), isto significa manter ou aumentar o bem-estar humano e do ecossistema. Idéia que expressa à inter-relação entre pessoas e o mundo à sua volta, sendo que o progresso em cada uma destas esferas não deve ser alcançado à custa da outra. Desenvolvimento nessa perspectiva significa a expansão ou a realização de potencialidades, possuindo características quantitativas como qualitativas, diferenciando-se da simples noção de crescimento econômico. Desenvolvimento sustentável, portanto, não é um estado fixo. É um processo contínuo de evolução em que as pessoas agem rumo a um desenvolvimento que satisfaça suas necessidades correntes sem comprometer a continuidade da vida.

No entendimento de Oliveira (2010), a sustentabilidade é um desafio que se apresenta atualmente, tanto na sua conceituação, como para sua execução, a sustentabilidade é um conceito vasto e ambíguo e um fenômeno que necessita de ser estudado e aprofundado. Assim imagina-se que com o desenvolvimento sustentável o Brasil pode alcançar melhor qualidade de vida para a população e a preservação dos recursos naturais, garantindo que as gerações futuras também possam usufruir de tais recursos, e promova a integração entre meio ambiente e a economia para que cada um se desenvolva sem agredir ou prejudicar o outro.

Em 1992 durante a Conferência RIO 92 foi produzido este documento, a Agenda 21 Global, que reúne um amplo conjunto de premissas e recomendações sobre como as nações devem agir para alterar seu vetor de desenvolvimento em favor de modelos sustentáveis e a iniciarem seus programas de sustentabilidade. É um plano de ação a ser adotado global, nacional e localmente por governos e sociedade civil em todas as áreas em que a ação humana impacta o meio ambiente, buscando orientar para um novo padrão de desenvolvimento (Agenda 21, 1992). Por outro lado, a Agenda 21 está direcionada rumo ao desenvolvimento sustentável, não se contendo às questões sócio-ambientais, mas sempre com aquela proposta que “racha” com o presente modelo de desenvolvimento, onde prevalece o valor econômico, para ceder espaço a um grau sustentabilidade mais vantajada, compatibilizando a conservação ambiental, a justiça social e como também crescimento da economia.

Portanto, a diferença entre desenvolvimento e crescimento na compreensão de Nusdeo (2005, p. 355) consiste no fato de que este último é apenas o crescimento da renda e do Produto Interno Bruto – PIB, no entanto, sem implicar ou trazer mudança estrutural mais profunda. Neste sentido, Miller (2007, p.6) acentua que o crescimento econômico normalmente é medido pela mudança percentual no Produto Interno Bruto de um país e corresponde aos bens e serviços produzidos por todas as empresas e organizações nacionais e estrangeiras nesse Estado. Ressalta, ainda, o autor que “as mudanças no crescimento econômico de um país por pessoa são medidas pelo PIB per capita: o PIB dividido pela população total no meio do ano, ressaltando sobretudo o horizonte de tempo a ser analisado.

Indicadores são usados para monitorar sistemas complexos, são sinais de eventos, são informações que apontam as características ou o que está ocorrendo com o sistema podendo ser uma variável ou uma função de variáveis (SIENA, 2002).

Um indicador ajuda a compreender onde se está, qual o caminho a ser seguido e a que distância se está da meta estabelecida. Ajuda a identificar os problemas antes que se tornem insuperáveis e auxiliam na sua solução. Para que um indicador seja efetivo é necessário que seja relevante, refletindo o sistema que precisa ser conhecido, fácil de ser entendido, confiável e baseado em dados acessíveis (HART, 2005).

Neste sentido Lomborg (2002, p.11), afirma que em um mundo altamente interconectado, é provável que ocorra inversões das estatísticas de curto prazo nas tendências de longo prazo. Se permitirmos que os argumentos relacionados ao meio ambiente, por melhores que sejam as intenções sejam sustentados apenas por supostas tendências de dois ou três anos cuidadosamente selecionados, estaremos invariavelmente abrindo as comportas para

todo e qualquer argumento. Portanto, se quisermos avaliar os desenvolvimentos substanciais, precisamos analisar períodos mais longos. Não dois ou cinco anos que usamos normalmente, mas sim todo o período para o qual existam dados disponíveis. Obviamente, precisamos também ter o cuidado adicional de incluir e analisar os mais recentes números disponíveis. Mas insistir em tendências de longo prazo nos protege de falsos argumentos.

É diante deste contexto, destaca-se o fundamental papel dos indicadores de desenvolvimento sustentável, nas etapas do presente artigo, como ferramenta quantitativa estatístico-matemática de estabelecimento da visão de conjunto e maior integração dos componentes de sustentabilidade, e na etapa de implementação do artigo, que requer um contínuo processo de avaliação de resultados em relação às metas de sustentabilidade, utilizando-se de um modelo de Regressão Linear Múltipla e estabelecendo critérios: econômicos, sociais e ambientais recorrendo-se as seguintes variáveis: Produto Interno Bruto (PIB), média da taxa de mortalidade entre homens e mulheres, número de queimadas, média dos aposentados e inflação/IGPM (vale ressaltar que todos estes indicadores são do Brasil/média). Assim, criam-se condições adequadas de acompanhamento pelas partes interessadas e alimenta-se o processo de tomada de decisão.

Desta maneira e diante desta conjuntura o problema de pesquisa “aponta” para o seguinte questionamento: Como se apresentam os resultados de um dos principais Indicadores de Desenvolvimento Sustentável no Brasil, utilizando como ferramenta o modelo de regressão linear múltipla, em um determinado horizonte de tempo?

Nestas circunstâncias de modo geral objetiva-se, aplicar um modelo de análise quantitativa através de uma Regressão Linear Múltipla para auxiliar nas estimativas dos indicadores de desenvolvimento sustentável e especificamente: determinar o efeito do Produto Interno Bruto sobre as outras variáveis no período entre 2003 á 2018 e calcular os impactos do PIB frente aos critérios econômicos, sociais e ambientais no auxílio a tomada de decisão.

## **2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **2.1 HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

#### **2.1.1 Alguns marcos históricos do DS:**

- 1968 - Clube de Roma Estudos científicos sobre a preservação do meio ambiente, foram publicados em 1972 com o título “Limites do Crescimento” (The Limits to Growth), que vendeu mais de 30 milhões de cópias em 30 idiomas. Abordava quatro grandes questões

que deveriam ser trabalhadas para se alcançar a sustentabilidade: controle populacional, insuficiência da produção de alimentos, redução de crescimento econômico e esgotamento dos recursos naturais.

- 1972 Conferência da Organização das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano e Desenvolvimento – Estocolmo – Suécia Foram elencados 27 princípios norteadores da relação homem-natureza. Este conjunto de princípios denunciava, em grande parte, a responsabilidade do subdesenvolvimento pela degradação ambiental, e estabeleceu a base teórica para o termo Desenvolvimento Sustentável.

- 1987 Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ONU) – Noruega Presidida pela Sra. Gro Harlem Brundtland, primeira ministra da Noruega, elaborou um documento denominado ‘Nosso Futuro Comum’, onde os governos se comprometiam a promover o desenvolvimento econômico e social em conformidade com a preservação ambiental. Neste documento também ficou conhecido como ‘Relatório Brundtland’, foi apresentada a definição oficial do conceito de DS e os métodos para enfrentar a crise ambiental pela qual o mundo se encaminhava.

- 1992 Conferência da Organização das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento: ECO-92 ou RIO-92 - Rio de Janeiro .O conceito de DS foi incorporado como um princípio, na busca do equilíbrio entre proteção ambiental e desenvolvimento econômico. Esta conferência serviu de base para a formulação da Agenda 21.

- 1992 Agenda 21 (Global) Com a participação de 179 países, governo e sociedade civil, assumindo compromissos com a mudança da matriz de desenvolvimento no século XXI, desejando mudanças para um modelo de civilização em que predominasse o equilíbrio ambiental e a justiça social, a Agenda 21 é um plano de ação para ser adotado do nível global ao local, cujo alicerce é a sinergia da sustentabilidade ambiental, social e econômica, perpassando em todas as suas ações propostas. Traduz em ações o conceito de DS ao considerar questões estratégicas ligadas à geração de emprego e renda; à diminuição das disparidades regionais e inter pessoais de renda; às mudanças nos padrões de produção e consumo; à construção de cidades sustentáveis e à adoção de novos modelos e instrumentos de gestão.

- 2002 Agenda 21 (Brasil) A Agenda 21 Brasileira é um processo e instrumento de planejamento participativo para o DS e que tem como eixo central a sustentabilidade, compatibilizando a conservação ambiental, a justiça social e o crescimento econômico. O documento é resultado de uma vasta consulta à população brasileira envolvendo cerca de

40.000 pessoas, sendo construída a partir das diretrizes da Agenda 21 Global. É um instrumento fundamental para a construção da democracia participativa e da cidadania ativa no País. Foi concluído em 2002. (MMA, 2002).

• 2002 Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável – Joanesburgo É reconhecida a complexidade e a dependência de questões como a pobreza, desperdício, degradação ambiental e urbana, crescimento populacional, entre outros. É consenso de que DS é construído sobre três pilares dependentes entre si – desenvolvimento econômico, desenvolvimento social e proteção ambiental. É aprovado o Plano de Implementação de Joanesburgo, que estabelece que todos os Estados devem realizar progressos na formulação e elaboração das Estratégias Nacionais de Desenvolvimento Sustentável, e iniciar a respectiva implementação em 2005.

## 2.2 DIMENSÕES DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Segundo Sachs (2002) o termo Desenvolvimento Sustentável é, muitas vezes, utilizado apenas para expressar sustentabilidade ambiental ou viabilidade econômica. Mas existem outras dimensões que devem ser consideradas: social, cultural, ecológica, ambiental, territorial, econômica, política (nacional), política (internacional). Capra (2003) amplia esta análise incluindo também dimensões moral e espiritual.

A União Européia (2008) na “Estratégia da União Européia para o Desenvolvimento Sustentável” considera que o modelo de DS contempla três vertentes: social, ambiental e econômica fundadas numa dimensão considerada transversal a todo este processo que é a dimensão institucional composta pelas formas de governo, legislação, organizações e sociedade civil, uma vez que são considerados os agentes catalisadores do processo de desenvolvimento.

O DS é a busca pelo equilíbrio em que se encontra alicerçado nos três pilares suportado pelas instituições. A figura 01 mostra as relações entre as dimensões do DS. A construção da Agenda 21 Brasileira deu-se de 1996 a 2002 e foi coordenada pela Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional, tendo o envolvimento de cerca de 40.000 pessoas de todo o Brasil. A partir de 2003, a Agenda 21 Brasileira não somente entrou na fase de implementação assistida pela CPDS, como também foi elevada à condição de Programa do Plano Plurianual, PPA 2004-2007 pelo governo federal (MMA, 2007).

FIGURA 1- Dimensões do Desenvolvimento sustentável



Fonte: Do autor

### 2.3 DIMENSÃO AMBIENTAL

A dimensão ambiental dos indicadores diz respeito ao uso dos recursos naturais e à degradação ambiental, e está relacionada aos objetivos de preservação e conservação do meio ambiente, considerados fundamentais ao benefício das gerações futuras. Estas questões aparecem organizadas nos temas relacionados atmosfera, tais como; terra; água doce; oceanos, mares e áreas costeiras; biodiversidade e saneamento. Permanecem, entretanto, algumas lacunas importantes entre as quais se destacam o uso da água, a erosão e a perda de solo (IBGE, 2012).

### 2.4 DIMENSÃO SOCIAL

A dimensão social dos indicadores corresponde aos objetivos ligados à satisfação das necessidades humanas, melhoria da qualidade de vida e justiça social. Os indicadores incluídos nesta dimensão abrangem os temas população; trabalho e rendimento; saúde; educação; habitação e segurança, e procuram retratar o nível educacional, a distribuição da renda, as questões ligadas à equidade e às condições de vida da população, apontando o sentido de sua evolução recente. A questão da equidade, na edição de 2010, segue a decisão adotada em 2004, sendo contemplada em indicadores de vários temas que, com a finalidade de explicitar as desigualdades, são desagregados, segundo sexo e cor ou raça (Ipea, 2015).

**2.5 DIMENSÃO ECONÔMICA**

A dimensão econômica dos indicadores trata do desempenho macroeconômico e financeiro do País e dos impactos no consumo de recursos materiais, na produção e gerenciamento de resíduos e uso de energia. É a dimensão que se ocupa da eficiência dos processos produtivos e com as alterações nas estruturas de consumo orientadas a uma reprodução econômica sustentável em longo prazo. Os diferentes aspectos da dimensão econômica do Desenvolvimento Sustentável são organizados nos temas: quadro econômico e padrões de produção e consumo (IPEA, 2015).

**3 OS TRÊS PILARES**

De acordo como que demonstra a figura 1 acima, o artigo se fundamentará nestes três pilares, que são o ambiental, o econômico e social, utilizando como indicadores: O Produto Interno Bruto (PIB), a taxa de mortalidade entre homens e mulheres (média a partir dos 65 anos de idade), números de queimadas no Brasil (média), número de aposentados (média a partir dos 65 anos) e inflação-IGPM (média anual). O presente artigo também irá considerar o horizonte de tempo entre 2003 à 2018, ou seja, uma série temporal de longo prazo, no sentido de se fazer uma análise mais apurada de tais indicadores de desenvolvimento sustentável. O quadro 1 demonstra estes indicadores em números a partir de mil/pessoas.

**Quadro 1-** Indicadores de Desenvolvimento Sustentável-Mil/Pessoas

ANO	PIB	Tx MTHM	Queimadas	Aposentados	Inflação
2003	11,58	27,5	22,21	9,1	8,71
2004	12,16	25,96	18,78	8,4	12,41
2005	12,35	24,52	21,54	8,7	1,21
2006	12,88	23,18	22,86	9,3	3,83
2007	13,33	21,94	23,11	9,4	7,75
2008	13,81	20,79	20,12	9,5	9,81
2009	13,74	19,73	24,56	9,3	1,72
2010	14,87	18,76	24,89	9,4	11,32
2011	15,61	17,86	26,79	9,5	5,1
2012	15,21	17,03	26,98	9,8	7,82
2013	15,53	16,27	29,64	9,4	5,51
2014	15,48	15,58	55,66	9,5	3,69

2015	14,87	14,93	54,14	9,6	10,54
2016	14,98	14,35	50,18	9,7	7,17
2017	14,23	13,8	42,15	9,9	6,12
2018	14,28	13,31	28,12	10,3	4,54

Fonte: Ipea/Ibge

A escolha dos indicadores de desenvolvimento sustentável, reflete as situações e especificidades de cada país, apontando ao mesmo tempo para a necessidade de produção regular de estatísticas sobre os temas abordados, como o desenvolvimento sustentável. O desafio de construir indicadores, no caso do Brasil, é a exigência de expressar as diversas dimensões da diversidade característica do país (IBGE, 2010).

#### **4 MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA**

Segundo Ferrão (2009, p. 56), na regressão linear múltipla assume-se que existe uma relação linear entre uma variável  $Y$  (a variável dependente) e  $k$  variáveis independentes,  $j$   $x$  ( $j = 1, \dots, k$ ). As variáveis independentes são também chamadas variáveis explicatórias ou regressores, uma vez que são utilizadas para explicarem a variação de  $Y$ . Diversas vezes são também chamadas variáveis de predição, ou de variáveis independentes, em função de sua utilização para se prever  $Y$  no modelo.

Por outro lado Santana (2003, p. 38), afirma que as condições subjacentes à regressão linear múltipla são análogas à da regressão linear simples, resumidamente: 1. As variáveis independentes  $j$   $x$  são não aleatórias (fixas); 2. Para cada conjunto de valores de  $j$   $x$  há uma subpopulação de valores de  $Y$ . Para a construção dos intervalos de confiança e dos testes de hipóteses deve poder-se assumir que estas subpopulações seguem a distribuição normal; 3. As variâncias das subpopulações de  $Y$  são iguais; 4. Os valores de  $Y$  são estatisticamente independentes. Por outras palavras, quando se extrai a amostra, assume-se que os valores de  $Y$  obtidos para um determinado conjunto de valores de  $j$   $x$  são independentes dos valores de  $Y$  obtidos para outro qualquer conjunto de valores de  $j$   $x$ .

Muitos problemas de regressão envolvem mais de uma variável regressora. Por exemplo, a qualidade de um processo químico, pode depender da pressão, temperatura e taxa de agitação. Nesse caso há três variáveis regressoras. Desta maneira pode-se observar que um modelo de regressão linear múltipla, estima uma variável dependente em função de duas ou mais variáveis explicativas ou independentes (Santana, 2003).

Um modelo de regressão linear múltipla descreve uma relação entre as variáveis independentes ou explicativas,  $X$ , e a variável dependente,  $Y$ , seguindo da estatística de erro. No modelo de regressão linear múltipla, insere-se dois ou mais coeficientes de inclinação, acompanhado de diferentes variáveis preditoras, podendo ser expresso da seguinte maneira  $Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \beta_2 X_t + \beta_3 X_t + e_t$ , designado por modelo de regressão múltipla (convencional). De maneira metodológica o presente artigo se estruturará através da seguinte forma:

#### 4.1 LOCALIZAÇÃO DO ESTUDO

Os efeitos do PIB sobre a inflação, taxa de mortalidade entre homens e mulheres, números de queimadas e números de aposentados entre homens e mulheres (pós 65 anos), no período compreendido entre 2003 à 2018, dar-se-á no Brasil.

#### 4.2 FONTE DOS DADOS

O período escolhido para analisar o Produto Interno Bruto, frente a inflação, taxa de mortalidade entre homens e mulheres, queimadas e aposentadoria, compreende os anos de 2003 à 2018. Os dados utilizados são anuais e serão obtidos, pelos suplementos estatísticos do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). No Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), serão levantados dados referentes ao Produto Interno Bruto no Brasil, como também da Inflação, (extraído pelo índice geral de preço de mercado/IGPM) e pelo mesmo instituto pelo lado social também foram extraídos dados sobre a taxa de mortalidade entre homens e mulheres (acima dos 65 anos) e de aposentadoria (pós 65 anos). Pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística serão extraídos os dados referentes as queimadas no Brasil (média).

#### 4.3 OPERACIONALIZAÇÃO DOS DADOS

Se avaliará, com maior detalhe, a importância das variáveis do desenvolvimento sustentável que irá refletir no desempenho dos três pilares: econômico, social e ambiental. Se examinará dados anuais, como dito anteriormente sobre o Produto Interno Bruto, inflação, taxa de mortalidade entre homens e mulheres, números de queimadas e números de aposentados entre homens e mulheres (pós 65 anos), no período compreendido entre 2003 à 2018. As variáveis mencionadas irão identificar o conflito entre o crescimento ou desaceleração envolvendo os fatores sociais, ambientais e econômicos.

#### 4.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente artigo apresenta uma abordagem, descrita como analítica-discursiva. Para tanto foi usado o método indutivo pois permite chegar a conclusões particulares a partir de conhecimentos gerais. Quanto ao método de procedimento empregou-se, concomitantemente, o método estatístico-matemático, onde será utilizado um modelo de Regressão Linear Múltipla, para se estimar as variáveis (mencionadas acima), no horizonte de tempo entre 2003 à 2018. Utilizar-se-á uma equação com logaritmos naturais, no sentido de minimizar o problema da multicolinearidade <sup>1</sup>. O modelo está assim representado:

$$\ln\text{PIB}_t = \beta_0 + \beta_1 \ln\text{TMM}_t + \beta_2 \ln\text{Q}_t + \beta_3 \ln\text{A}_t + \beta_4 \ln\text{I}_t + e_t \quad (1)$$

Onde:

$\ln\text{PIB}_t$ = logaritmo natural do PIB, no tempo t (média anual).

$\ln\text{TMM}_t$ = logaritmo natural da taxa de mortalidade entre homens e mulheres, no tempo t (média anual acima dos 65 anos).

$\ln\text{Q}_t$ = logaritmo natural dos números de queimadas, no tempo t (média anual).

$\ln\text{A}_t$ = logaritmo natural dos números de aposentados entre homens e mulheres, no tempo t (média anual acima dos 65 anos).

$\ln\text{I}_t$ = logaritmo natural da inflação, no tempo t (média anual/IGPM).

$e_t$ = estatística de erro, no tempo t.

---

(<sup>1</sup>) consiste em um problema comum em regressões, no qual as variáveis independentes possuem relações lineares exatas ou aproximadamente exatas.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 APLICAÇÃO DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

Desta maneira será testado para o Brasil tal condição no período de estudo analisado entre 2003 à 2018, onde será constatado a validação da influência do Produto Interno, frente as demais variáveis para o Brasil. Nestas circunstâncias foi aplicado um modelo de regressão linear múltipla envolvendo os logaritmos naturais do PIB (média anual), taxa de mortalidade entre homens e mulheres(acima de 65 anos/média anual), aposentadoria (acima de 65 anos/média anual), número de queimadas (média anual) e Inflação (medida pelo IGPM/média anual), no sentido de verificar se os coeficientes do modelo de regressão linear influenciaram direta ou inversamente proporcional as oscilações do PIB, ou seja, se as variáveis tiveram

aumento ou diminuição, durante o horizonte de tempo escolhido. Desta maneira após a estimação do modelo apresentou-se os seguintes resultados a seguir:

Tabela 1- Modelo estimado para o logaritmo do Produto Interno bruto

Variáveis	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P
Interseção ( $\beta_0$ )	5,260566772	1,844433514	2,85213141 7	0,01573661 1
ln/txmthm ( $\beta_1$ )	-0,484054583	0,168181949	- 2,878160144	0,01502064 3
ln/q ( $\beta_2$ )	-0,042727232	0,061198555	- 0,698173873	0,49956180 2
ln/a ( $\beta_3$ )	0,484549919	0,590780764	- 0,820185673	0,42952510 1
ln/i ( $\beta_4$ )	0,015574975	0,019762588	0,78810401 1	0,44728686

Fonte: Do autor

A tabela 1 apresenta-se o comportamento da variável Produto Interno Bruto (dependente) diante das demais (variáveis explicativas) para os dados observados e estimados, bem como os desvios do ajustamento. Os resultados mostram que os sinais das estimativas estão indicando que houve variações negativas para a taxa de mortalidade entre homens e mulheres, queimadas, e positivo para aposentadoria e para o índice de inflação.

O PIB, teve coeficiente positivo de 5,26, tal índice explica-se pela constante retração no nível de inflação que se refletiu em um índice positivo de 0,015. Por outro lado, isto se refletiu de maneira contrária para as outras variáveis independentes (taxa de mortalidade (-0,48), queimadas (-0,04) e aposentadoria (0,48)), significando dizer que apesar do aumento do Produto Interno Bruto, ou seja, variação positiva para tal variável, as variáveis independentes tiveram retração, isto é, variações negativas no período compreendido entre 2003 à 2018, com exceção do número de aposentadorias que mostrou-se com variação positiva.

Tabela 2 – Estatística de Regressão do Produto Interno Bruto- PIB

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,892260823
R-Quadrado	0,796129377
R-quadrado ajustado	0,721994605
Erro padrão	0,679503601
Observações	16

Fonte: Do autor

Na tabela 2 acima pode-se constatar que, o coeficiente de determinação ajustado (R-quadrado ajustado) por graus de liberdade, da ordem de 0,72 mostra que 72% das mudanças que ocorrem na variável Produto Interno Bruto, no período de estudo analisado, são explicadas pelas variáveis independentes ou explicativas incluídas no modelo regressão, onde constatou-se que estas mudanças se deram pelas variações ocorridas nas taxa de mortalidade entre homens e mulheres, queimadas, aposentadoria e o índice de inflação, e que, os 28% restantes são devidos à influência de fatores aleatórios. Os resultados incluem as estimativas dos parâmetros e suas respectivas estatística t entre parênteses.

$$PIB_t = 5,26 - 0,48txhm_t - 0,04Q_t + 0,48A_t + 0,01I_t \quad (2)$$

(2,85)   (-2,87)   (-0,69)   (0,82)   (0,78)

Os sinais dos coeficientes da regressão linear múltipla estão coerentes as variações ocorridas no Produto Interno Bruto, indicando que sua oscilação no aumento, levou a um coeficiente negativo para taxa de mortalidade entre homens e mulheres, queimadas e aposentadoria, durante o período de entre 2003 à 2018, o que não ocorreu para o nível de inflação, que se mostrou com variação diretamente proporcional ao PIB. Desta maneira para mudanças de 10% nas variáveis taxa de mortalidade, queimadas e aposentadoria o PIB tende a variar respectivamente (-28,7%), (-6,9%) e (8,2%) na mesma direção, enquanto que para variações de 10% em relação a inflação o PIB tende a variar (0,1%) em sentido contrário.

## 6 CONCLUSÃO

De acordo com o tema discutido pode-se compreender que é possível elevar a produção e os investimentos no Brasil como também ter um desenvolvimento Sustentável. Assim o

desenvolvimento sustentável na economia do Brasileira tem evoluído (melhorado) juntamente com o momento econômico que foi vivenciado ao longo da história, assim como pôde-se observar através da coleta de dados ao longo do período entre 2003 à 2018. Nesse entendimento a participação da sustentabilidade na estrutura dos investimentos brasileiros, como também no planejamento estratégico para o setor econômico é necessário para que se tenham investimentos em projetos que não agridam o meio ambiente, ampliação da consciência ecológica nas atividades econômicas tanto no setor industrial como no setor de serviços, obtendo-se a criação de novos produtos biodegradáveis, novos negócios voltados para a preservação ecológica e limpeza do meio ambiente, esses benefícios favorecem fortemente o meio ambiente e a sociedade em geral.

Por outro lado observou-se que estão sendo concentrados esforços na busca da equidade do desenvolvimento sustentável nas três dimensões: econômica, social e ambiental, na medida em que o governo federal (através do IPEA e IBGE) apresenta um bom desempenho em termos de indicadores ao longo do horizonte de tempo estudado no presente artigo (2003 à 2018).

Constatou-se que o dados coletados pelo IPEA e pelo IGBE, após a aplicação do modelo de Regressão Linear Múltipla, apontaram que os indicadores oscilaram de maneira positiva, na medida em que o aumento do Produto Interno Bruto se refletiu para as outras variáveis explicativas em resultados favoráveis ao desenvolvimento sustentável através da redução do número das queimadas (média), taxa de mortalidade entre homens e mulheres (acima dos 65 anos/média), aumento da aposentadoria (acima dos 65 anos/média) e redução na inflação (IGPM/média). Desta maneira reafirmou-se que os dados extraídos pelos suplementos estatísticos do governo federal (IPEA e IBGE) se confirmaram com o modelo de Regressão.

Nestas circunstanciais, pode-se concluir que o desenvolvimento sustentável é importante para a economia brasileira porque promove benefícios para o setor econômico, tais como: preservação do meio ambiente e equilíbrio entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental; garantia da continuação da qualidade de vida da sociedade; criação de leis e regulamentos direcionados ao controle ambiental, promovendo assim a proteção dos recursos naturais necessários ao desenvolvimento econômico.

**REFERÊNCIAS**

AGENDA 21. *United National Conference on Environmental and Development*. Rio de Janeiro, 1992.

CAPRA, Fritjof. *O ponto de mutação*. 24<sup>a</sup> ed. São Paulo: Cultrix, 2003.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO - CMMAD. *Nosso futuro comum*. 2. ed. Tradução de “*Our common future*”. 1988. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

FERRÃO, Maria Eugênia. *Introdução à Modelagem Multinível em Avaliação Educacional*. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, 2001.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Indicadores de desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em 22/05/2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Indicadores de desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em 22/05/2012.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). *Desenvolvimento sustentável, economia verde e a Rio + 20* – Relatório de Pesquisa. Brasília, 2015.

KATES, B. R. W.; PARRIS, T. M.; LUSERAWITZ, A. A. *What is sustainable development? Goals, Indicators, values, and practica*. *Environment*, v. 47, p. 8-21, 2001.

LOMBORG, Bjorn. *O Ambientalista Cético*. São Paulo. 1<sup>a</sup> ed. Elsevier, 2002.

MMA- Ministério do Meio Ambiente. *AGENDA 21 Brasileira*. Disponível em <http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=90> 8. Acessado em 20/11/2007.

HARDI, P. ZDAN, T. J. *The Dashboard of sustainability*. Draft paper. IISD,. 2000.

HART, Stuart. L. *Guide to sustainable community indicators*. North Andover, MA, USA: Hart Environmental Data, 2005.

OLIVEIRA, D. L. *Economia e sustentabilidade*. *Gestão & tecnologia*, v. 3, p. 14-21, jan./fev. 2010.

MILLER, G. Tyler. *Ciência ambiental*. Tradução All Tasks. São Paulo. Thomson, 2007.

NUSDEO, Fábio. *Curso de Economia: introdução ao direito econômico*. 4. ed. São Paulo, Revista dos Tribunais, 2005.

SACHS, I. *Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SANTANA, Antônio Cordeiro de. *Métodos quantitativos em economia: elementos e aplicações*. Belém, Pa: UFRA, 2003.

SIENA Osmar. *Método para avaliar progresso em direção ao desenvolvimento sustentável*. Florianópolis. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP). Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2002.

UNIÃO EUROPÉIA. EUROSTAT - *EUROPEAN COMMISSION*. Disponível em [http://ec.europa.eu/policies/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/policies/index_en.htm). Acessado em 11/04/2008.