



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ANA RITA LEITE VITAL

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE MOSTRAM NECESSIDADE DE REVISÃO  
EM MODELOS DE DESENVOLVIMENTO NA CAATINGA DA PARAÍBA

AREIA- PB  
2019

ANA RITA LEITE VITAL

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE MOSTRAM NECESSIDADE DE REVISÃO  
EM MODELOS DE DESENVOLVIMENTO NA CAATINGA DA PARAÍBA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a  
Universidade Federal da Paraíba como requisito  
parcial para obtenção do título de bacharel em  
Ciências Biológicas.

Orientador  
Prof. Dr. Helder Farias Pereira de Araujo

AREIA- PB

2019

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

V836i Vital, Ana Rita Leite.

Indicadores de sustentabilidade mostram necessidade de revisão em modelos de desenvolvimento na caatinga da Paraíba / Ana Rita Leite Vital. – Areia, 2019.

31 f.

Orientação: Helder Farias Pereira de Araujo. Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Desenvolvimento sustentável. 2. IDH. 3. PIB. 4. Resiliência.  
I. Araujo, Helder Farias Pereira de. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

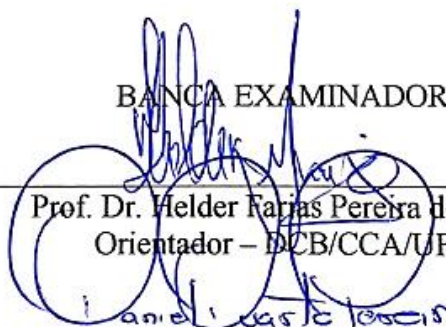
ANA RITA LEITE VITAL

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE MOSTRAM NECESSIDADE DE REVISÃO  
EM MODELOS DE DESENVOLVIMENTO NA CAATINGA DA PARAÍBA

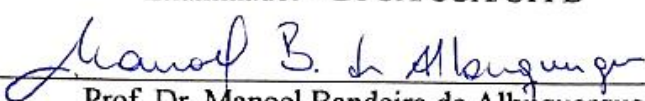
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a  
Universidade Federal da Paraíba como requisito  
parcial para obtenção do título de bacharel em  
Ciências Biológicas.

Aprovado em 21 de Outubro de 2019.

BANCA EXAMINADORA

  
Prof. Dr. Helder Farias Pereira de Araujo  
Orientador – DCB/CCA/UFPB

Prof. Dr. Daniel Duarte Pereira  
Examinador – DFCA/CCA/UFPB

  
Prof. Dr. Manoel B. de Albuquerque  
Examinador – DFCA/CCA/UFPB

AREIA

2019

## AGRADECIMENTOS

Dedico primeiramente aos meus pais, Maria de Fátima e Francinaldo, que sempre me incentivaram a estudar e obter conhecimento. Fico muito honrada de saber que vocês além de terem me dado muito liberdade para tomar minhas próprias escolhas (algumas vezes não concordando mas mesmo assim as aceitando) e me incentivado a ser uma mulher independente e forte, são meus maiores fãs e sempre me consideraram inteligente e capaz de tudo, até mesmo quando eu não acreditava em mim.

A minha irmãzinha Beatriz que, mesmo sendo 10 anos mais jovem sempre me apoiou e, minha nossa, já quer se espelhar nas minhas loucas ideias! Qualquer conquista minha é sempre idealizando um futuro bom pra ti, por que quero que tu sejas uma mulher forte, boa e muito inteligente daqui a alguns anos.

E agora minha dedicatória ao meu segundo pilar e fortaleza: meus amigos. À Dalylla, Naiara, Iasmin e Nilmara inicialmente, que desde de criancinhas almejávamos juntas entrar numa Universidade e sermos grandes mulheres. Bem, estamos conseguindo isso e com apoio umas das outras desde o início que apesar da distância nunca nos impediu de estamos unidas. Amo muito vocês meninas.

Ao restante dos amigos de São José de Caiana, Jonas, Ianca, Larissa, André e Manoel. Obrigado por serem tão maravilhosos comigo e me incentivarem tanto. Vocês me ajudaram muito a evoluir como pessoa e sempre estão ali para me ajudar quando preciso. Tenho muita sorte por ter vocês.

A minha turma da Biologia, The Resistance, Renan, Alysson, Cinthia, Lucas, Eduardo, Matheus, Thamisis, Davy, Nilmara e Muriel e aos demais que seguiram outros caminhos, meu muito obrigado e que sorte ter encontrados vocês. Contem comigo sempre.

À Janaína, Wellington, Luciana, Viviane, Ana Maria, Eliercio, Henrique e Vinicius, em especial os últimos três que apareceram em diferentes tempos ao longo do curso mas que se transformaram em grandes amigos e os que mais debati e discuti sobre tudo, ri, quis matar e me senti muito feliz pela presença de cada um de vocês.

Ao “Clube das Winx”, Emanuel, Muriel, Jefferson, Renally, Bianca, Diego, Taynã e Alyson César. Queria tanto ter conhecidos vocês logo que entrei na Universidade, mas ainda bem que os encontrei. Vocês são extremamente inteligentes e aprendo tanto com cada um, além de que estão me ajudando tanto nesse fim de curso, mantendo minha cabeça sã, mesmo que não sejamos sãs (risada maléfica aqui). Obrigado gente.

Ao pessoal dos Laboratórios de Zoologia do Invertebrados e de Vertebrados, obrigado pela ajuda, e pela generosidade de cada um. Em especial a Renan e Hermínio, grandes homens que tive o prazer de debater meu trabalho juntamente com meus anseios e perspectivas. Agradeço muito.

À tríade de professores, Carlos, Hélder e David, meu muito obrigado pelo carinho e conhecimento compartilhado. À professor Célia pela ajuda com os dados do QGis e pela paciência comigo. Aos demais professores que tive contato ao longo do curso nessa troca de conhecimentos e os funcionários que fazem parte da minha correria do dia a dia e que são sempre gentis e solidários com nos estudantes. Agradecimento (por que não?), aos “doguinhos” do campus que afinal são os mais leais e simpáticos moradores dos alojamentos.

Por fim me sinto muito grata e feliz pelas pessoas que conheci e que agregaram conhecimento na minha vida e ao longo desse curso. É apenas mais uma etapa de muitas, mas é uma conquista a muito esperada.

## Sumário

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	5
<b>RESUMO</b> .....	8
<b>ABSTRACT</b> .....	9
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2. OBJETIVO</b> .....	12
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	13
<b>3.1 Área de estudo</b> .....	13
<b>3.2 Indicadores socioeconômicos e ambientais</b> .....	13
<b>3.3 Análises</b> .....	14
<b>4. RESULTADOS</b> .....	15
<b>5. DISCUSSÃO</b> .....	16
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	20
<b>LEGENDAS DAS FIGURAS</b> .....	25
<b>FIGURAS</b> .....	26

## **RESUMO**

O desenvolvimento sustentável é apontado como a melhor alternativa para promover uma sociedade próspera. No entanto, as regiões de terras secas estão entre as áreas mais vulneráveis do planeta e enfrentam vários problemas para alcançar um desenvolvimento sustentável. Uma dessas regiões é a Caatinga, o maior núcleo de terras secas da América do Sul, localizado no nordeste brasileiro. Nós analisamos o efeito de indicadores sociais, econômicos e ambientais no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos municípios inseridos na Caatinga, no estado da Paraíba, entre 2000 e 2010. Os nossos resultados mostram que os indicadores sociais foram os que mais contribuíram para o IDHM 2010 desses municípios. O grau de escolaridade foi o indicador que teve o maior efeito positivo sobre IDHM, e aumentou expressivamente entre anos 2000 e 2010. Embora os indicadores econômicos tenham aumentado significativamente entre 2000 e 2010, eles não tiveram influência no indicador de desenvolvimento humano. Em 2010, as principais contribuições do indicador econômico nos municípios da região foram oriundas dos recursos públicos, mas não teve efeito no IDHM. Os indicadores do desenvolvimento agropecuário e industrial não variaram entre os anos analisados e também não contribuíram para o indicador de desenvolvimento humano em todos os períodos. Também, observamos uma contribuição nula entre os indicadores ambientais e o IDHM, portanto, os municípios que detém maior porcentagem de áreas naturais não necessariamente apresentam os menores indicadores de desenvolvimento humano. Para o desenvolvimento sustentável dos municípios da Paraíba inseridos na Caatinga, é necessária uma reavaliação dos investimentos nos setores da economia e na conservação de áreas naturais, em busca de paisagens resilientes a distúrbios, com manutenção e melhoria dos investimentos na educação e na saúde.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento sustentável, IDH, PIB, resiliência, semiárido.

## **ABSTRACT**

Sustainable development is the best current alternative for promoting a prosperous society. However, the dryland regions are among the most vulnerable areas on the planet and faced various problems in achieving sustainable development. One such region is Caatinga, the largest semiarid nucleus in South America, located in northeastern Brazil. We analyzed the effect of social, economic and environmental indicators on the Human Development Index (HDI) of the municipalities located in Caatinga, Paraíba State, between 2000 and 2010. Our results show that social indicators had the main contribution to the MHDI 2010 of these municipalities. Schooling was the indicator that had the greatest positive effect on the HDI and increased significantly between 2000 and 2010. Although economic indicators increased between 2000 and 2010, they had no influence on the human development indicator. In 2010, the main contributions of the economic indicator in the municipalities of the region came from public resources, but it had no effect on the HDI. The indicators of agricultural and industrial development do not vary between the years analyzed and also did not contribute to the human development indicator in all periods. In addition, we did not observe the effects between the environmental indicators and the MHDI, therefore, the municipalities with the highest natural cover areas are not showing the lowest human development indicators. For the sustainable development of the municipalities of Paraíba inserted in Caatinga, it is a reassessment of investments in the economic sectors and conservation of natural areas, seeking landscapes resilient to disturbances, with maintenance and improvement of investments in education and health.

**Keywords:** HDI, GDP, resilience, semiarid, sustainable development.

## 1. INTRODUÇÃO

A proposta de sustentabilidade é apontada como uma melhor alternativa para promover uma sociedade próspera (ONU, 2016). O desenvolvimento sustentável está ancorado no tripé do desenvolvimento dos aspectos sociais, econômicos e ambientais de forma integrada (Giddings, et al. 2002). Embora seja uma definição simples, aplicações e interações dos três componentes do desenvolvimento sustentável apresentam muitas dificuldades práticas. Portanto, é necessário identificar os sistemas e definir indicadores que possam fornecer informações confiáveis sobre a viabilidade de cada componente e do modelo sustentável (Bossel, 1999; Hák et al., 2015). Neste sentido, a sustentabilidade só é alcançada quando se observa valores positivos altos de indicadores econômicos, sociais e ambientais (Silva et al., 2017).

Entre as regiões mais vulneráveis do planeta que enfrentam problemas para alcançar um desenvolvimento sustentável estão as terras secas (Reynolds et al., 2007). Na América do Sul, a maior região de terras secas é a Caatinga, localizada predominantemente no nordeste brasileiro (Pennington et al., 2000). O histórico econômico da região é representado pelos mais antigos e importantes Ciclos Econômicos do Gado e do Algodão. O primeiro, iniciado em 1549 ao longo do Vale do São Francisco, é a primeira zona de pecuária do Brasil e o início da interiorização da economia (Siqueira Filho, 2012). Já o ciclo do algodão supriu o mercado europeu por vários séculos desde a colonização, mas teve seu ápice durante o Século XX da região (Costa & Bueno, 2004). Esse ciclo também se destacou pelo plantio de milhões de hectares de algodão (Costa & Bueno, 2004) e, conseqüentemente, uma vasta área de degradação da vegetação nativa da Caatinga.

Se por um lado, o histórico agropecuário é longo, por outro, o processo de industrialização da região é tardio. Os avanços se deram a partir da criação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) na década de 1950 e alavancou a produção industrial da região até final da década de 80. Entretanto, a Caatinga sempre foi encarada como um atraso para o país, chamada até de “região-problema”, e muitos dos principais investimentos ainda são focados em medidas compensatórias e paliativas (Amorim, 2015). A maturidade e autonomia das políticas de investimentos que utilize indústrias emergentes, tecnologias de ponta e inovações tecno-científicas correspondem a uma necessidade para região (Amorim, 2015).

A atual economia da Caatinga é marcada pela alta dependência dos recursos ambientais e programas de transferência de renda (Silva et al., 2010). Isso é reflexo de uma herança da estrutura agrária arcaica, da exploração dos recursos ambientais que ocasiona mais exploração e sucessivo aumento de pobreza (Tabarelli et al., 2017). A partir da década de 80 ocorreu um

aumento expressivo de transferência de renda para a região devido ao aumento de criação de municípios e consequente aumento de cargos públicos. Os programas de transferências de renda assumiram uma considerável parcela na renda da região quando comparada com as demais parcelas que integram o Produto Interno Bruto (PIB) (Araújo & Lima, 2009).

A Caatinga corresponde ao domínio morfoclimático que ocupa 71,54% do estado da Paraíba (Seabra, 2014). Essa região foi historicamente marcada pelos Ciclos do Gado-Algodão e pulsos de industrialização durante o Século XX no município de Campina Grande (Pereira, 2016). Tanto o PIB do estado quanto o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) se encontram entre os mais baixos do país (IPEA, 2012). Dentro do Estado, esses indicadores são mais baixos na grande maioria dos municípios encontrados na Caatinga. Além disso, essa região abriga o maior percentual de áreas com índices de desertificação, atingindo diretamente 1,7 milhão de pessoas (Seabra, 2014). Consequentemente, nessa região encontram-se áreas econômica e ambientalmente vulneráveis.

O IDH é baseado em indicadores econômicos (renda) e sociais (longevidade e educação). Para diagnosticarmos um perfil de sustentabilidade nessa região, precisamos incluir indicadores ambientais, além desses indicadores socioeconômicos. Quando indicadores ambientais são integrados a esses indicadores, se é demonstrado que os municípios da Caatinga da Paraíba apresentam baixos valores de sustentabilidade (Silva et al., 2017). Os modelos de desenvolvimento implantados na região foram e continuam sendo impactantes aos recursos ambientais. De fato, os acontecimentos históricos nos mostram que a manutenção do ambiente natural na Caatinga foi geralmente associada a um baixo desenvolvimento econômico.

Nesse trabalho, nós avaliamos as contribuições dos indicadores econômicos, sociais e ambientais no IDH dos municípios localizados na Caatinga paraibana, durante o Século XXI. Nós utilizamos dados disponíveis desses indicadores socioeconômicos de 2000 até 2010 para entender a contribuição temporal de uma década para o IDH, bem como a contribuição dos principais componentes econômicos que somam o PIB dos municípios nesse índice. Avaliamos também contribuições sociais a partir de informações sobre saúde e educação. Por fim, avaliamos se realmente existe uma associação negativa entre indicadores ambientais e IDH, como parece estar culturalmente arraigado na sociedade da região, visto o histórico já citado. Esperamos contribuir com as interpretações de desenvolvimento que gera bem-estar humano na região e, consequentemente, discutir caminhos que buscam a sustentabilidade.

## **2. OBJETIVO**

Analisar o efeito de indicadores sociais, econômicos e ambientais no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos municípios da Caatinga, no estado da Paraíba, durante o Século XXI.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Área de estudo**

O estado da Paraíba apresenta uma área de 56.467,239 km<sup>2</sup> com 71,539% de sua área inserida na Caatinga, no qual foram recortamos 205 municípios do estado que possui sua área na Caatinga\*. Segundo o censo no ano de 2010 (IBGE) a população era de 3.766.528 pessoas com densidade de 66,70 hab/km<sup>2</sup> (**Figura 1**). Os aspectos climatológicos desses municípios são os mesmos da Caatinga. A geomorfologia da região da Caatinga na Paraíba é marcada principalmente por planaltos e depressões interplanálticas, com precipitação média anual variando entre 240 e 1.400 mm, concentradas em três a quatro meses de chuva (Alvares et al., 2013). As temperaturas médias anuais estão entre 25°C e 30°C, com taxa de precipitação/evapotranspiração potencial < 0,65 e alta radiação solar (Sampaio, 2010).

#### **3.2 Indicadores socioeconômicos e ambientais**

Nossa variável resposta corresponde ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) do ano de 2010 (<http://www.br.undp.org>), o último ano com esse registro disponibilizado. O IDHM é uma adaptação do IDH global ajustado em nível nacional, mas seguindo as mesmas três dimensões: longevidade ou saúde, educação e renda, com índice variando de 0 a 1 (PNUD, 2013).

As nossas variáveis preditoras relativas à economia foram derivadas do Produto Interno Bruto (PIB) a preços correntes (R\$ 1.000). Utilizamos o PIB municipal dos anos de 2000, 2005 e 2010 (<https://www.ibge.gov.br>). O conjunto de dados do PIB foi extraído do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e foi também analisado de forma decomposta, ou seja, verificamos os efeitos de cada componente que incluem o PIB: agropecuária, indústria, serviços (ex.: comércio) e a integração dos dados de administração, defesa, educação, saúde públicas e seguridade social. A disponibilização desses últimos dados ocorreu somente para o ano de 2010. Nos anos anteriores não constam esse conjunto de dados de forma separada dos demais serviços.

As variáveis preditoras relativas aos indicadores sociais foram os dados de escolaridade e expectativa de vida, que foram obtidos a partir do Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil nos anos de 2000 e 2010 (<http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/download/>).

Embora não sejam utilizados para compor o IDH, nós usamos indicadores ambientais para verificar se existe uma associação negativa entre esses dois indicadores, visto que as evidências

\*A Caatinga neste trabalho foi tratada como região administrativa.

históricas demonstram essa premissa. Usamos como indicador ambiental a porcentagem de áreas naturais remanescentes de cada município, que foi extraída do mapeamento de cobertura vegetal global no século XXI (Hansen 2013). Esses dados foram extraídos do site [https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest/download\\_v1.2.html](https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest/download_v1.2.html). A quantidade de vegetação (árvores acima de 5 m + vegetação arbustiva de até 5 m) de cada município foi extraída através do software QGIS 2.18.22 (Development Team 2018), com uma resolução de aproximadamente 30 × 30 m.

### **3.3 Análises**

Nós comparamos os dados socioeconômicos entre os anos de 2000 e 2010 para verificar possíveis alterações temporais. Também comparamos os dados de cada componente do PIB nos anos 2000, 2005 e 2010, para descrever o perfil temporal desses componentes no indicador econômico. Essas comparações foram realizadas através do teste t e de análise de variância com teste post-hoc de Tukey, utilizando o programa estatístico PAST (Hammer, et al., 2001).

Análises de regressão (Regressão Linear Simples) foram utilizadas para verificar os efeitos de cada variável econômica, social e ambiental, de cada ano, sobre o IDHM 2010. Dessa forma, verificamos o efeito dos indicadores durante uma década sobre o IDHM disponível. As análises foram realizadas no PAST.

Os outliers foram então removidos das análises. Esses outliers para conjuntos de dados de indústria e serviços compreendem o município de Campina Grande, que é um centro tecnológico de ponta apresentando dois distritos industriais e na agropecuária apresenta tanto na região os municípios de Alagoa Nova com a maior produção agropecuária do semiárido como também a própria Campina Grande com uma atividade de pecuária desenvolvida (IPEA, 2012).

#### 4. RESULTADOS

O PIB dos municípios da Caatinga paraibana variou gradativamente entre os anos de 2000, 2005 e 2010 ( $F = 3,52$ ;  $gl = 2$ ;  $p < 0,05$ ). Os valores de 2000 foram significativamente menores que em 2010 ( $p < 0,05$ ), mas não de diferiu dos valores em 2005 ( $p > 0,05$ ). Embora os valores de 2010 tenham sido em média maiores que em 2005, não foram significativamente distintos ( $p > 0,05$ ) (**Figura 2a**). Em todos os anos, a maior contribuição foi dos serviços, quando comparada à contribuição agropecuária e industrial ( $p < 0,05$ ) (**Figura 2 b,c,d**). No entanto, em 2010, pode-se verificar que a contribuição dos serviços públicos foi expressiva quando comparada a contribuição agropecuária e industrial (**Figura 2d**).

Os indicadores sociais de expectativa de vida e escolaridade variaram significativamente entre 2000 e 2010 ( $t = 36,7$ ;  $p < 0,001$  e  $t = 27,39$ ;  $p < 0,001$ , respectivamente), com médias maiores em 2010 (**Figura 3**).

Os indicadores econômicos dos anos 2000, 2005 e 2010 mostraram pouco efeito sobre o IDHM ( $R^2 < 0,065$ ), independentemente de ser verificado o PIB geral dos municípios (**Figura 4**), ou cada um dos componentes do PIB, setor agropecuário, industrial, serviços ou serviços públicos (**Figura 5, 6**).

Os indicadores sociais dos anos 2000 e 2010 demonstraram maior efeito sobre o IDHM que os indicadores econômicos. No entanto, o indicador de expectativa de vida teve efeito bem menor ( $R^2 < 0,369$ ) que o indicador de escolaridade, o qual explicou mais de 80% da variação dos dados de IDHM ( $R^2 = 0,817$ ) (**Figura 7**).

O indicador ambiental mostrou pouco efeito sobre o IDHM ( $R^2 = 0,046$ ), demonstrando que, a diminuição de cobertura vegetal não teve influência positiva no IDHM (**Figura 8**).

## 5. DISCUSSÃO

Os nossos resultados mostram que os indicadores sociais foram os que mais contribuíram para o IDHM 2010 dos municípios da Paraíba inseridos na Caatinga. O grau de escolaridade foi o indicador que teve o maior efeito positivo sobre IDHM, com mais de 80% da explicação da variação dos dados, e aumentou expressivamente entre anos 2000 e 2010.

Embora os indicadores econômicos tenham aumentado significativamente entre 2000 e 2010, eles tiveram influência quase nula no indicador de desenvolvimento humano. Em 2010, as principais contribuições do indicador econômico nos municípios da região foram oriundas dos recursos públicos. Os indicadores do desenvolvimento agropecuário e industrial não variaram muito entre os anos analisados e foram os que menos contribuíram para o indicador de desenvolvimento humano em todos os períodos.

Também, observamos uma contribuição nula entre os indicadores ambientais e o IDHM. Portanto, os municípios que detém maior porcentagem de áreas naturais não necessariamente apresentam os menores indicadores de desenvolvimento humano.

A relação entre altos PIBs e baixa qualidade de vida na população pode ser vista em vários locais do planeta, como na Índia, por exemplo, que é um país com PIB alto, mas apresenta um padrão de vida baixo (IBGE, 2019). De qualquer maneira, para alcançar bons indicadores de desenvolvimento sustentável, a economia deve influenciar a qualidade de vida sem impactar significativamente o meio ambiente. Nossas análises demonstraram que o setor agropecuário, o qual causa mais perda de habitat natural no mundo (Ramankutty et al., 2018; Tayleur et al., 2017), pouco contribuiu para a economia e para qualidade de vida na região.

O sucesso da agricultura em terras secas do mundo todo, depende diretamente da capacidade de água armazenada no solo, uso eficiente da água, prevenção da degradação do solo e uso de culturas com tolerância à seca (Peterson et al., 2006; Stewart, 2016; Stewart et al., 2006).

Na Caatinga, solos sem a cobertura natural de vegetação arbórea perdem significativamente suas propriedades hidráulicas devido às altas taxas de erosão, e essas propriedades passam mais de 30 anos para se recuperar depois de um desmatamento com sucessão contínua (Albuquerque et al., 2001; Leite et al., 2018). Este diagnóstico alerta sobre a situação dos municípios paraibanos inseridos na Caatinga, visto que cerca de 80% deles abrigam menos de 20% de cobertura natural. Ainda, a maioria dos sistemas agropecuários vigentes na Caatinga não permite a obtenção de bons índices agronômicos ou zootécnicos, nem rentabilidade adequada e, conseqüentemente, inviabilizam o sustento da propriedade rural de forma econômica e ambiental (Voltolini et al., 2010). Essas evidências mostram que é urgente a busca de modelos

agrícolas com tecnologias associadas aos ambientes de terras secas juntamente com a recuperação natural de paisagem para incentivar o desenvolvimento agropecuário da região.

O setor industrial pouco influenciou o IDH na Caatinga paraibana. Aumentar investimentos nesse setor é uma excelente estratégia para aumentar o poder econômico da região semiárida da Paraíba. Porém, esses investimentos devem levar em consideração outros setores diretamente relacionados e, para isso devem estar associados ao potencial da região. Uma medida importante para a industrialização da região é a inserção de novas tecnologias com o fortalecimento da matriz energética local a partir de fontes renováveis (Amorim, 2015).

A região da Caatinga figura como a maior porção de irradiação solar com valores acima 2000 kWh/m<sup>2</sup>, com menor variabilidade interanual e com baixa nebulosidade, sendo considerada a região com maior potencial de matriz energética solar (INPE, 2017). Entre os anos de 2015 e 2016, grandes avanços na participação no PIB nacional foram vistos nos municípios da Caatinga da Bahia Gentio do Ouro (saindo da posição 4.496<sup>a</sup> para a 2.491<sup>a</sup>) e Tabocas do Brejo Velho ( saindo da posição 3.986<sup>a</sup> para a 2.432<sup>a</sup> ), com a construção de um complexo eólico e instalações de geração solar respectivamente, apoiados em altos investimentos na indústria local (IBGE, 2019).

Esses dados salientam que investimento em tecnologias industriais sustentáveis promovem a melhora na renda local. Por exemplo, energia solar pode ser associada à irrigação de precisão para auxiliar no aumento de produtividade de um sistema agropecuário que otimize o uso de água subterrânea ou de reservatórios. Como consequência, um modelo agrícola relacionado ao potencial da Caatinga pode estimular a indústria alimentícia.

Entre as variáveis econômicas o setor de serviços foi o que mais se destacou apresentando maiores avanços do ano de 2000 para o de 2010, principalmente no último ano com os serviços relacionados à recursos públicos (administração, defesa, saúde pública, educação e seguridade social). No entanto, essa prática econômica não esteve significativamente associada ao Índice de Desenvolvimento Humano da região. De fato, o que se observa é uma região sem contrapartida produtiva e com baixa renda apesar dos programas de transferência de renda direta, onde demograficamente existem núcleos nos quais a atividade econômica está concentrada (25% do total de atividade econômica está em 11 municípios, principalmente o comércio e as atividades industriais) (Araújo & Lima, 2009; Silva et al., 2017). Isso mostra a importância de investir (visando autonomia e adequação as particularidades da região) nos setores agropecuários e industriais já que estão diretamente ligados ao setor de serviços.

Os indicadores sociais explicaram quase totalmente o IDHM 2010. A expectativa de vida apresentou uma baixa relação, porém ainda mais alta que os indicadores econômicos. A escolaridade foi a variável mais significativa de todos os indicadores analisados. Um caso que exemplifica como a educação é essencial para aumentar o índice de desenvolvimento humano é o que aconteceu com a Singapura, que a partir de políticas adotadas em investimento em educação, novas tecnologias e inserção no mercado internacional conseguiu em três décadas sair do estágio de pobreza e desigualdade extrema para um dos líderes econômicos com um IDH entre os melhores (Serra, 1996). Embora os investimentos em educação e saúde sejam importantes, eles por si só não garantem prosperidade para a região. Para alcançar a sustentabilidade da região os investimentos devem ser também nos setores econômicos e na conservação de áreas de vegetação nativa (Silva et al., 2017).

Os indicadores ambientais mostraram pouca relação com o IDHM 2010. Pelo menos, 63,3 % de sua paisagem natural da Caatinga foi convertida em paisagem antropogênica, mas essa modificação não gerou desenvolvimento econômico ou humano na região (Silva et al., 2017). Em contraste, a região da Caatinga foi recentemente classificada com um ecossistema criticamente ameaçado, seguindo critérios da Lista Vermelha de Ecossistemas da IUCN (International Union for the Conservation of Nature) (Ferrer-Paris et al., 2018). Isso indica que é um ecossistema a beira do colapso, que pode ser exemplificado pelo sério problema de desertificação em várias áreas e pelo prognóstico demonstrando que 94% do Semiárido brasileiro encontra-se em estado moderado à altamente suscetível a desertificação (Vieira et al., 2015).

Esse grau de alteração da Caatinga compromete diretamente a resiliência ecológica do próprio ecossistema que, conseqüentemente, afeta de forma negativa o acesso à sustentabilidade de uma paisagem, numa perspectiva de uso produtivo da terra (Landis, 2017). Portanto, o rumo para o desenvolvimento da Caatinga no estado da Paraíba exige diretamente uma gestão de paisagens com restauração de ambientes naturais, na busca de reestabelecer resiliência ambiental frente à diferentes distúrbios, com foco no desenvolvimento sustentável.

Nosso trabalho sugere que para mudar o rumo da insustentabilidade e pobreza, na qual os municípios da Caatinga do estado da Paraíba estão inseridos, é necessária uma reavaliação dos investimentos nos setores da economia e na conservação de áreas naturais e a constante melhoria na educação e na saúde. Essas ações são urgentes frente o efeito das mudanças climáticas que afetam mais drasticamente as áreas secas do mundo (Marengo, 2008), principalmente quando essas áreas estão naturalmente descaracterizadas e perderam seu

potencial de resiliência à distúrbios. A sustentabilidade então não só contribui para melhorar a situação socioeconômica no presente, mas também evitar a implacabilidade das mudanças climáticas nos próximos anos. Esse estudo é um dossiê de indicadores do desenvolvimento humano da Caatinga paraibana e, portanto, contribui diretamente para projetar ações e políticas rumo ao desenvolvimento sustentável da região.

## 6. REFERÊNCIAS

- Albuquerque, A. W.; Lombardi Neto, F.; Srinivasan, V.S. 2001. **Efeito do desmatamento da caatinga sobre as perdas de solo e água de um luvisolo em Sumé (PB)**. Rev. Bras. Ciência do Solo v. 25, p. 121–128.
- Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; de Moraes Gonçalves, J.L.; Sparovek, G. 2013. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorol. Zeitschrift v. 22 p. 711–728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Amorim, M. A. 2015. Desafios tecnológicos do bioma Caatinga: a inserção do Nordeste na economia baseada em CT&I. (Ed). Brasília: **Parcerias Estratégicas**. v. 1. p. 180-201.
- Araújo, L. A. de; Lima, J. P. R. 2009. **Transferências de renda e empregos públicos na economia sem produção do Semiárido nordestino**. Planejamento e Políticas Públicas (Ipea). n. 33.
- Bossel, H., 1999. **Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications**. The Internation Institute for Sustainable Development. v. 1. P. 6-10.
- Costa, S. R.; Bueno, M. G. 2004. **A saga do algodão: das primeiras lavouras à ação na OMC**. Rio de Janeiro: Insight Engenharia. p. 14-24.
- Ferrer-Paris, J. R.; Zager, I.; Keith, D. A.; Oliveira-Miranda, M. A.; Rodríguez, J. P. Josse, C.; González-Gil, M.; Miller, R. M.; Zambrana-Torrel, C.; Barrow, E. 2018. **An ecosystem risk assessment of temperate and tropical forests of the Americas with an outlook on future conservation strategies**. Wiley Online Library: Conservation Letters. p. 6-8.
- Giddings, B.; Hopwood, B.; O'Brien, G. 2002. **Environment, Economy and Society: Fitting Them Together Into Sustainable Development**. Wiley InterScience: John Wiley & Sons, Ltd and ERP Environment. n. 10. p. 9.
- Hák, T., Janoušková, S., Moldan, B., 2016. **Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators**. Ecol. Indic. v. 60. p. 565–573.
- Hammer, O.; Harper, D.A.T.; Ryan, P.D. PAST: **Paleontological statistics software package for education and data analysis**. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp. 2001. Disponível em: <[http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)> Acesso em: julho de 2019.

Hansen, M. C., P. V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. V. Stehman, S. J. Goetz, T. R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C. O. Justice, and J. R. G. Townshend. 2013. **High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change**. Science.

Leite, P.A.M., de Souza, E.S., dos Santos, E.S., Gomes, R.J., Cantalice, J.R., Wilcox, B.P., 2018. **The influence of forest regrowth on soil hydraulic properties and erosion in a semiarid region of Brazil**. Ecohydrology 11. 1910. <https://doi.org/10.1002/eco.1910>

Landis, D. A. 2017. **Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services**. Elsevier. p. 9. Appl. Ecol. 18, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.07.005>

Marengo, J.A. 2008. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no Semiárido do Brasil. Brasília: **Parcerias Estratégicas**. p. 163-164.

\_\_\_\_\_. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/25294-energia-limpa-tem-impacto-no-pib-de-municipios-do-nordeste>. Acesso em: julho de 2019.

\_\_\_\_\_. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: agosto de 2019.

\_\_\_\_\_. **Instituto Espacial de Pesquisas Espaciais (INPE)**. Atlas Brasileiro de Energia Solar 2 ed. São José dos Campos. 2017. Pag. 55- 67.

\_\_\_\_\_. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). 2012. **A Paraíba no contexto nacional, regional e interno**. Texto para discussão. p. 47-50.

\_\_\_\_\_. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). 2018. Sustentabilidade Produtiva do Agronegócio Brasileiro. Brasília. v.2 In. Desafios da Nação.191p.

Pennington, R. T.; Prado, D. E.; Pendry, C. A. 2000. **Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes**. Journal of Biogeography. p. 261-262.

Pereira, W.E.N. 2016. **Reestruturação do setor industrial de Campina Grande – PB a partir dos anos 1990**. Natal: EDUFRN. p. 231-138.

Peterson, G.A.; Unger, P.W.; Payne, W.A.; Anderson, R.L.; Baumhardt, R.L. 2006. Dryland Agriculture Research Issues, in: Peterson, G.A., Unger, P.W., Payne, W.A. (Eds.), **Agronomy Monograph, Dryland Agriculture**. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, p. 901–907. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr23.2ed.c22>

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). **2013 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro**. Brasília: Ipea, FJP.

QGIS 2.18 Development Team, (2018). **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>.

Ramankutty, N., Mehrabi, Z., Waha, K., Jarvis, L., Kremen, C., Herrero, M., Rieseberg, L.H., 2018. **Trends in Global Agricultural Land Use: Implications for Environmental Health and Food Security**. *Annu. Rev. Plant Biol.* v. 69. p. 789–815. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042817-040256>

Reynolds, J. F.; Smith, D. M. S.; Lambin, E. F.; Turner, B. L.; Mortimore, M.; Batterbury, S. P. J.; Downing, T. E.; Dowlatabadi, H.; Fernández, R. J.; Herrick, J. E.; Huber-Sannwald, E.; Jiang, H. Leemans, R.; Lynam, T.; Maestre, F. T.; Ayarza, M.; Walker, B. 2007. **Global Desertification: Building a Science for Dryland Development**. *Science*. v. 316. p. 847.

Sampaio, E.V.S.B. 2010. Características e potencialidades. In: Gariglio, M.A.; Sampaio, E.V.S.B.; Cestaro, L.A.; Kageyama, P.Y. (eds) **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Serviço Florestal Brasileiro, Brasília. p. 35.

Seabra, G. **Paraíba**. João Pessoa: Editora UFPB. 2014.p. 85.

Serra, A. M.A. 1996. **Singapura: A história de um sucesso econômico**. CESA. Lisboa.

Silva, J. M. C. da; Barbosa, L. C. F. 2017. Impact of Human Activities on the Caatinga. In: Barbosa, L. C. F.; Leal I. R.; Tabarelli, M.(eds). **Caatinga: The Largest Tropical Dry Forest Region in South America**. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-68339-3\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-319-68339-3_18). p. 362.

Silva, J. M. C. da; Barbosa, L. C. F.; Leal, I.R.; Tabarelli, M. 2017. The Caatinga: Understanding the Challenges. In: Barbosa, L. C. F.; Leal I. R.; Tabarelli, M (eds). **Caatinga:**

**The Largest Tropical Dry Forest Region in South America.** Springer, Cham..  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-68339-3\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-319-68339-3_18). p. 5-6.

Silva, J. M.C. da; Barbosa, L. C.F. Pinto, L.P.S. C. M. Chennault. 2017. Sustainable Development in the Caatinga. In. Luis Cláudio Fernandes Barbosa, Inara R. Leal, Marcelo Tabarelli (eds). **Caatinga: The Largest Tropical Dry Forest Region in South America.** Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-68339-3\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-319-68339-3_18). p. 147-147.

Silva, P. C. G. da; Moura, M. S. B. de; Kiill, L. H. P.; Brito, I. T. L.; Pereira, L. A.; Sá, I. B.; Correia, R. C.; Teixeira, A. H. C.; Cunha, T. J. F.; Guimarães Filho, C. 2010. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. **EMBRAPA, Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação.** p. 40-41.

Siqueira Filho, J. A. 2012. **Floras das Caatingas do Rio São Francisco: História Natural e Conservação.** Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estudio.

Stewart, B.A., 2016. **Dryland Farming.** in: Reference Module in Food Science. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.02937-1>

Stewart, B.A.; Koochafkan, P.; Ramamoorthy, K. 2006. Dryland Agriculture Defined and Its Importance to the World, in: Peterson, G.A., Unger, P.W., Payne, W.A. (Eds.), **Agronomy Monograph, Dryland Agriculture.** American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, p. 1–26. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr23.2ed.c1>

Tabarelli, M.; Leal, I. R.; Scarano, F. R.; Silva, J. M. C. da. The Future of the Caatinga. In. In. Luis Cláudio Fernandes Barbosa, Inara R. Leal, Marcelo Tabarelli (eds). **Caatinga: The Largest Tropical Dry Forest Region in South America.** Springer, Cham. 2017.

Tayleur, C.; Balmford, A.; Buchanan, G.M.; Butchart, S.H.M.; Ducharme, H.; Green, R.E.; Milder, J.C.; Sanderson, F.J.; Thomas, D.H.L.; Vickery, J.; Phalan, B. 2017. **Global Coverage of Agricultural Sustainability Standards, and Their Role in Conserving Biodiversity.** *Conserv. Lett.* v. 10. p. 610–618. <https://doi.org/10.1111/conl.12314>

The Sustainable Development Agenda. **United Nations.** 2016. Disponível em: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/> >. Acesso: 2019.

Vieira, R.M.S.P.; Tomasella, J.; Alvalá, R.C.S.; Sestini, M.F.; Affonso, A.G.; Rodriguez, D.A.; Barbosa, A.A.; Cunha, A.P.M.A.; Valles, G.F.; Crepani, E.; Oliveira, S.B.P. de; Souza, M.S.B.

de, Calil, P.M.; Carvalho, M.A.; Valeriano, D.M.; Campello, F.C.B.; Santana, M.O. 2015. **Identifying areas susceptible to desertification in the Brazilian northeast**. *Solid Earth* 6:347–360. p. 356-357.

Voltolini T.V. et al. 2010. Alternativas alimentares e sistemas de produção animal para o Semiárido brasileiro. In: Sá I.B. & Silva P.C.G. **Semiárido brasileiro: pesquisa desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido. p. 199 – 242.

## LEGENDA DAS FIGURAS

**Figura 1:** Mapa dos limites municipais do estado da Paraíba inseridos na Caatinga. Fonte: Própria.

**Figura 2:** Variação do Produto Interno Bruto (PIB) a preços correntes (R\$ 1.000) dos municípios da Paraíba inseridos na Caatinga entre os anos 2000, 2005 e 2010. **a)** Variação do PIB total entre os anos 2000, 2005 e 2010. **b)** Participação dos setores econômicos no PIB de 2000. **c)** Participação dos setores econômicos no PIB de 2005. **d)** Participação dos setores econômicos no PIB de 2010.

**Figura 3:** Variações dos indicadores sociais entre anos 2000 e 2010. **a)** Variação da estimativa de expectativa de vida (número médio em anos) **b)** Variação do grau de escolaridade (obtido por %).

**Figura 4:** Efeito do Produto Interno Bruto (PIB) dos anos 2000, 2005 e 2010 no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 2010 dos municípios da Paraíba inseridos na Caatinga.

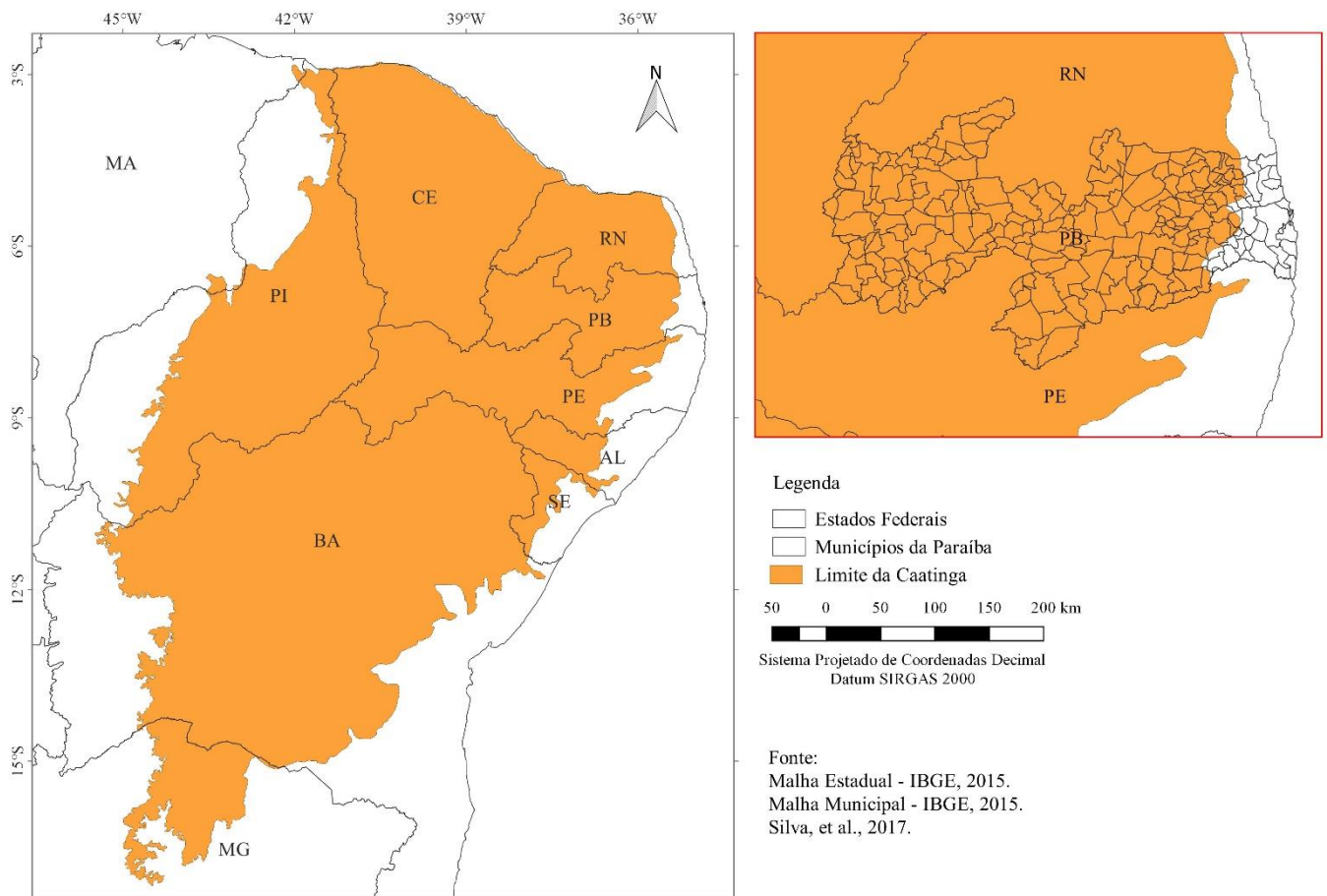
**Figura 5:** Efeito da Produto Interno Bruto (PIB) pelos setores de agropecuária, indústria e serviços dos anos 2000 e 2005 no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 2010 dos municípios da Paraíba inseridos na Caatinga.

**Figura 6:** Efeito da Produto Interno Bruto (PIB) pelos setores de agropecuária, indústria, serviços e serviços públicos (administração, defesa, saúde pública, educação e seguridade social) de 2010 no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 2010 dos municípios da Paraíba inseridos na Caatinga.

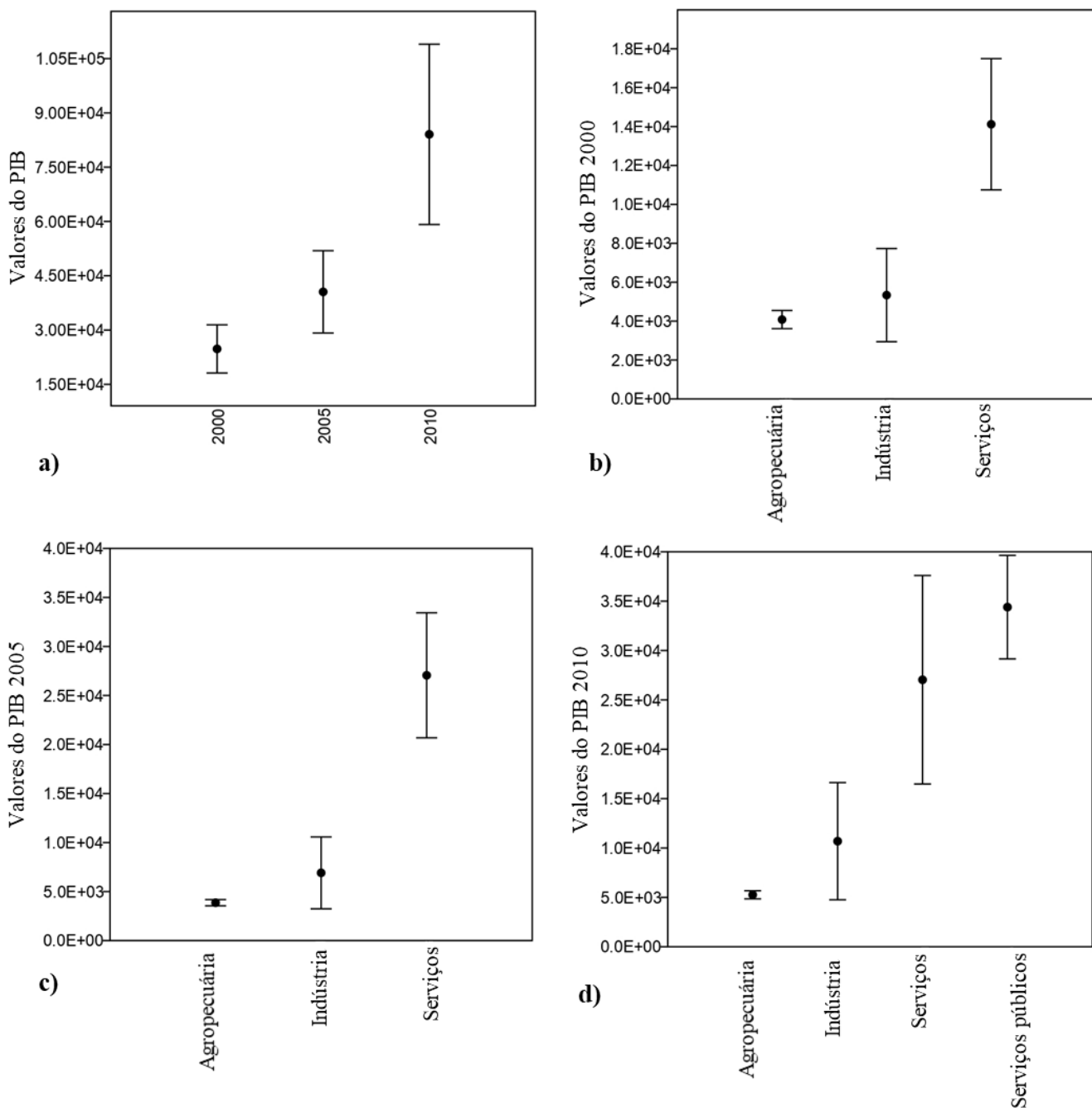
**Figura 7:** Efeito da variação da estimativa de expectativa de vida e grau escolaridade entre 2000 e 2010 no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 2010 dos municípios da Paraíba inseridos na Caatinga.

**Figura 8:** Efeito da cobertura de vegetação natural no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 2010 dos municípios da Paraíba inseridos na Caatinga.

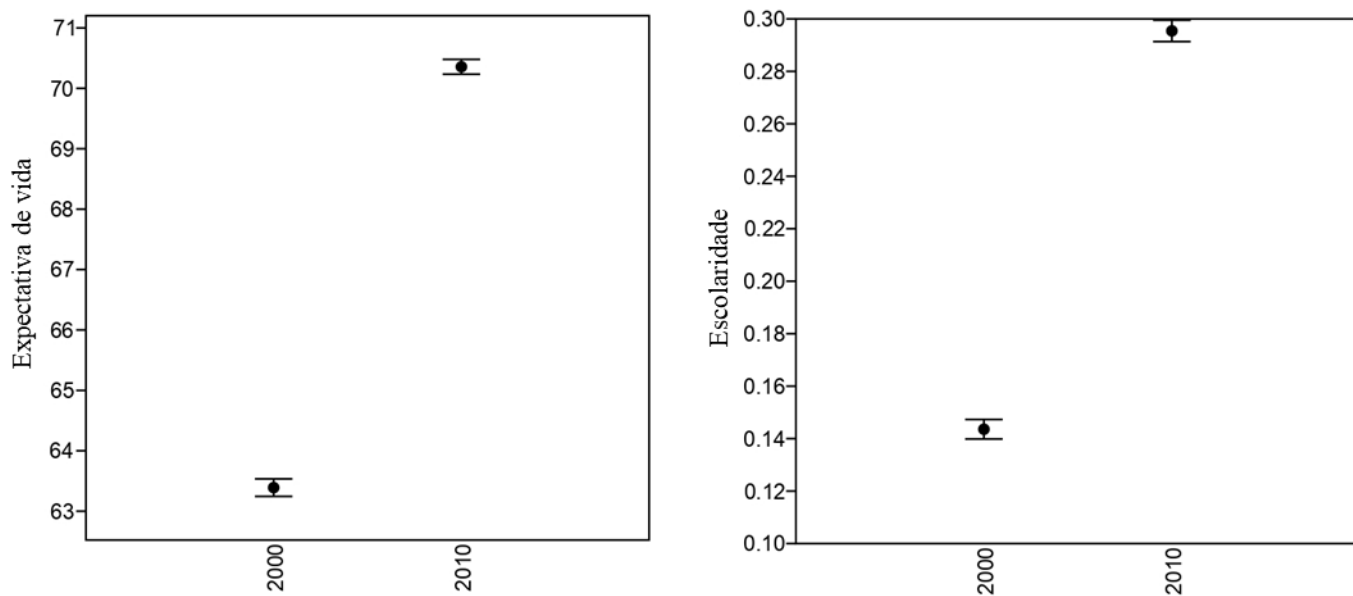
## FIGURAS



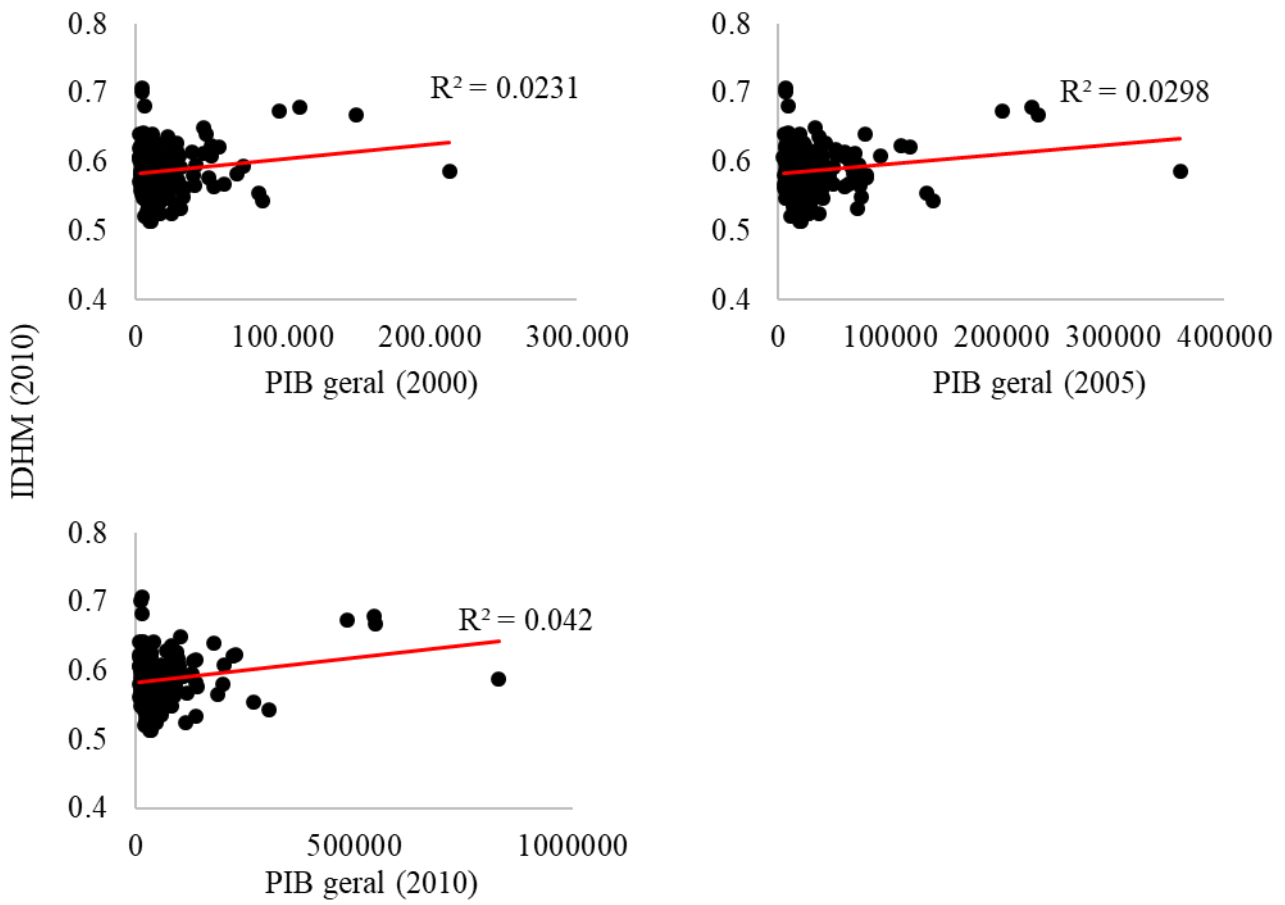
**Figura 1:** Mapa dos limites municipais do estado da Paraíba inseridos na Caatinga. Fonte: Própria.



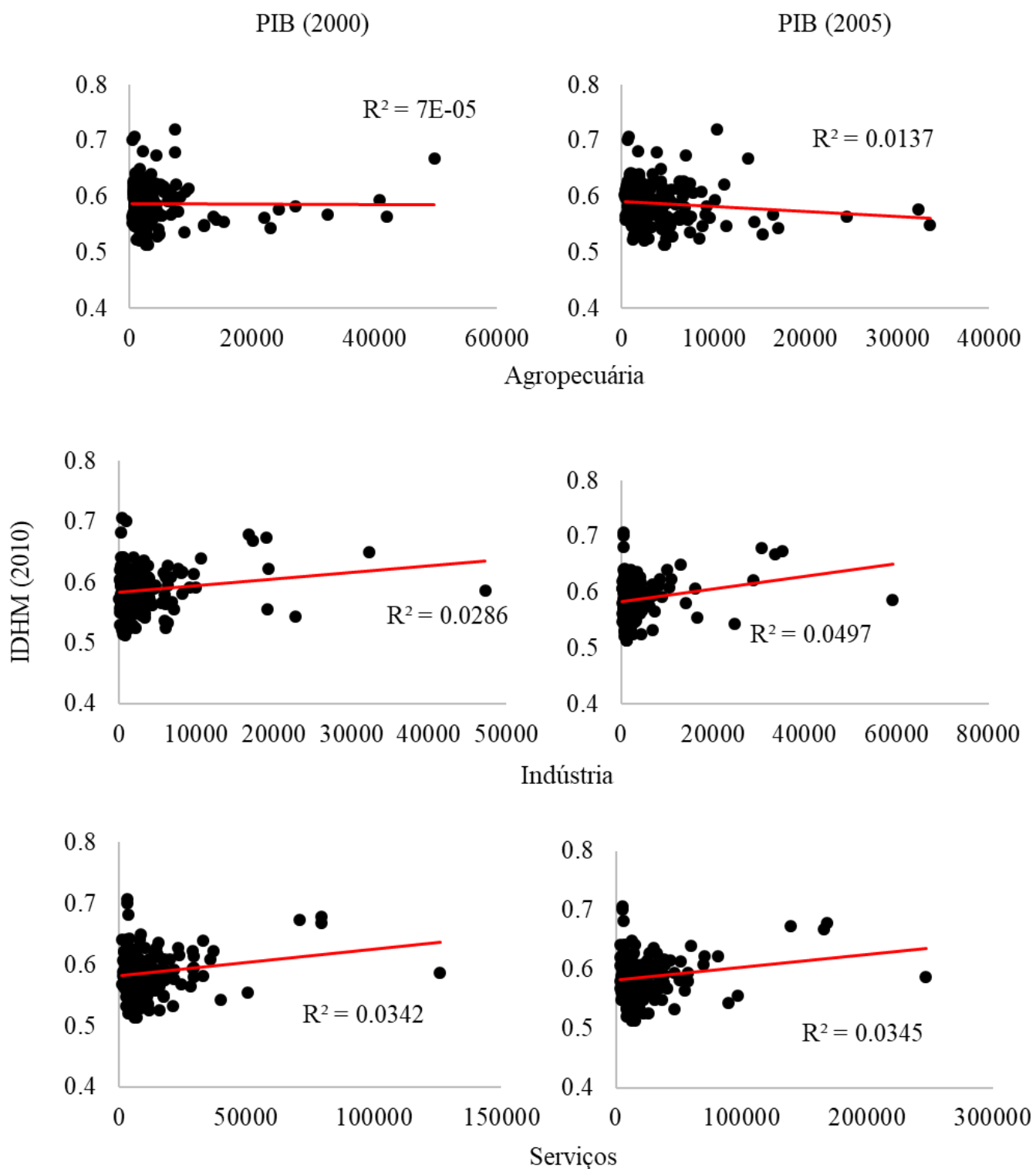
**Figura 2:** Variação do Produto Interno Bruto (PIB) a preços correntes (R\$ 1.000) dos municípios da Paraíba inseridos na Caatinga entre os anos 2000, 2005 e 2010. **a)** Variação do PIB total entre os anos 2000, 2005 e 2010. **b)** Participação dos setores econômicos no PIB de 2000. **c)** Participação dos setores econômicos no PIB de 2005. **d)** Participação dos setores econômicos no PIB de 2010.



**Figura 3:** Variações dos indicadores sociais entre anos 2000 e 2010. **a)** Variação da estimativa de expectativa de vida (número médio em anos) **b)** Variação do grau de escolaridade (obtido por %).

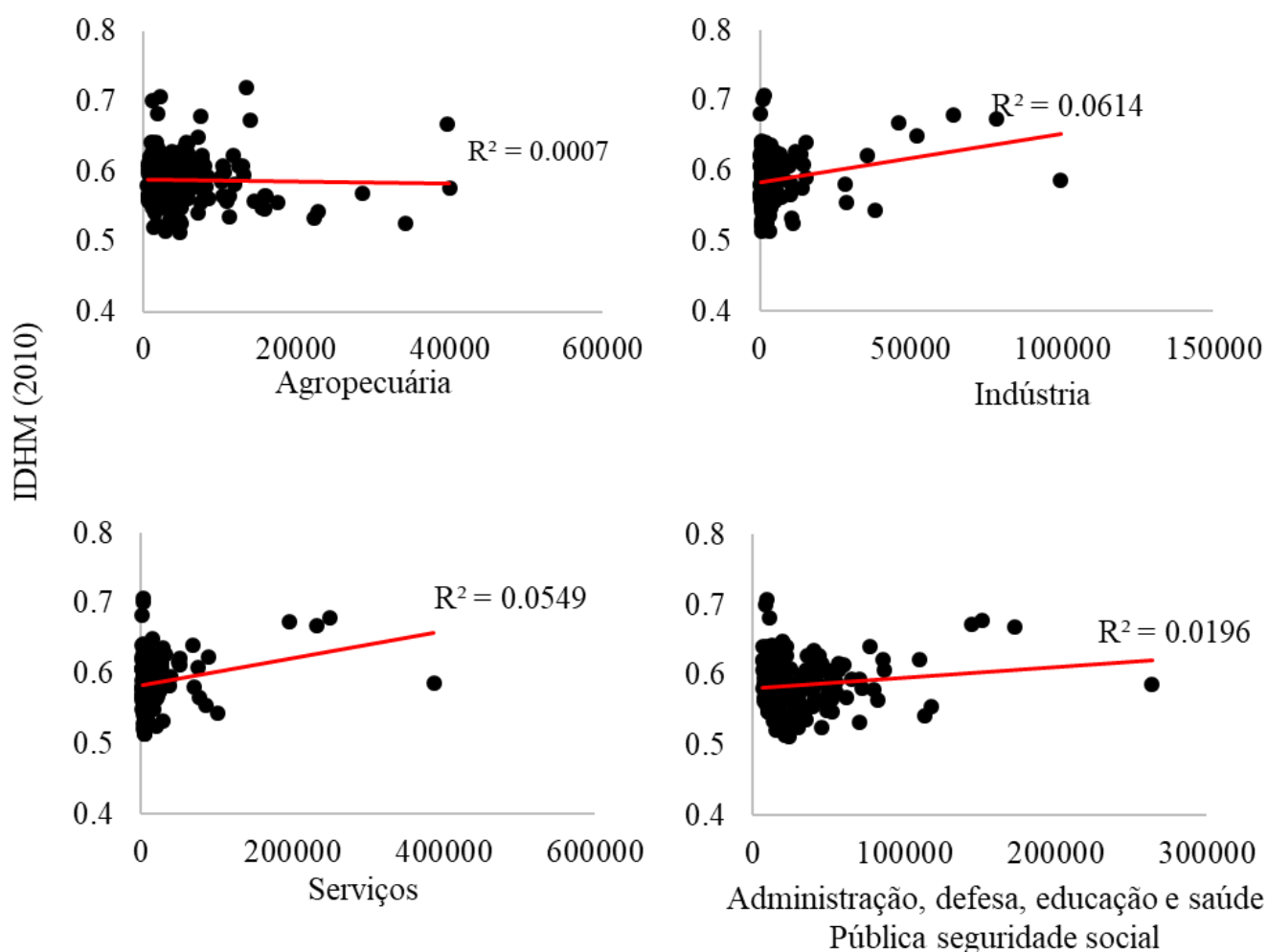


**Figura 4:** Efeito do Produto Interno Bruto (PIB) dos anos 2000, 2005 e 2010 no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 2010 dos municípios da Paraíba inseridos na Caatinga.

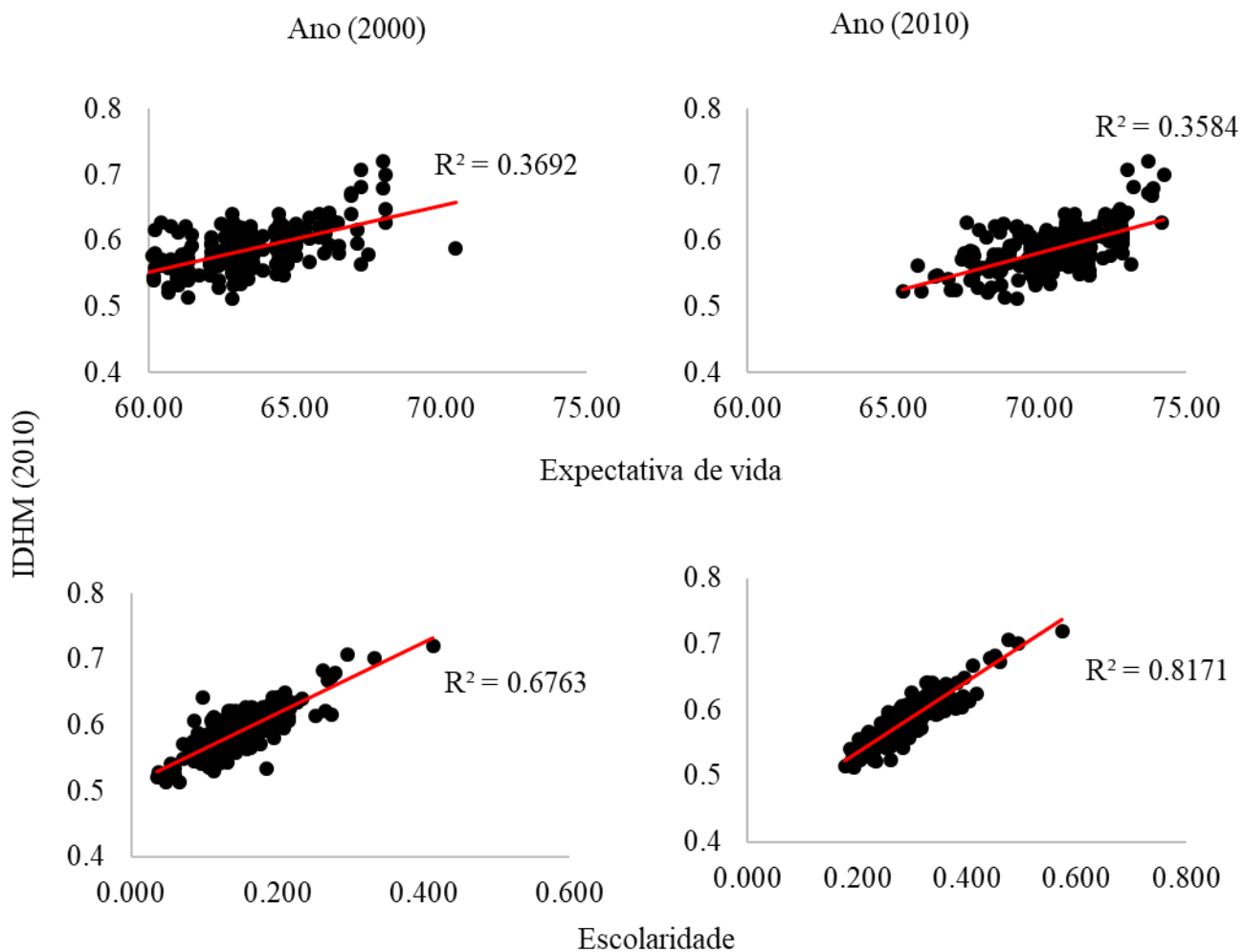


**Figura 5:** Efeito da Produto Interno Bruto (PIB) pelos setores de agropecuária, indústria e serviços dos anos 2000 e 2005 no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 2010 dos municípios da Paraíba inseridos na Caatinga.

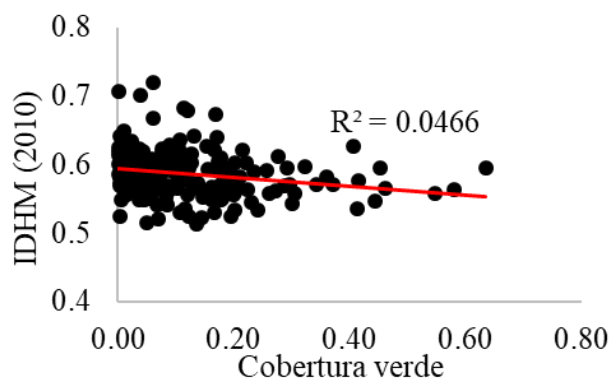
PIB (2010)



**Figura 6:** Efeito da Produto Interno Bruto (PIB) pelos setores de agropecuária, indústria, serviços e serviços públicos (administração, defesa, saúde pública, educação e seguridade social) de 2010 no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 2010 dos municípios da Paraíba inseridos na Caatinga.



**Figura 7:** Efeito da variação da estimativa de expectativa de vida e grau escolaridade entre 2000 e 2010 no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 2010 dos municípios da Paraíba inseridos na Caatinga.



**Figura 8:** Efeito da cobertura de vegetação natural no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 2010 dos municípios da Paraíba inseridos na Caatinga.