

## Comportamento espacial do índice de desenvolvimento humano no Rio Grande do Norte com uso do programa TerraView (desenvolvido pelo INPE)

Ana Mônica de Britto Costa<sup>1</sup>  
Fernando Moreira da Silva<sup>2</sup>  
Cilene Gomes<sup>3</sup>  
Miguel Zanic Cuellar<sup>1</sup>  
Sergio Antonio da Silva Almeida<sup>1</sup>  
Rodrigo de Freitas Amorim<sup>1</sup>  
Manoel Jozeane Mafra de Carvalho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Centro Regional do Nordeste (CRN)  
Caixa Postal 130 – 59001-970 – Natal – RN, Brasil  
[anacosta55@hotmail.com](mailto:anacosta55@hotmail.com)  
[miguel@crn.inpe.br](mailto:miguel@crn.inpe.br)  
[salmeida@crn.inpe.br](mailto:salmeida@crn.inpe.br)  
[rodrigofa@crn.inpe.br](mailto:rodrigofa@crn.inpe.br)  
[manoel@crn.inpe.br](mailto:manoel@crn.inpe.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN  
Departamento de Geografia  
Caixa Postal 130 – 59078 - 970 – Natal – RN, Brasil  
[fmoreyra@ufrnet.br](mailto:fmoreyra@ufrnet.br)

<sup>3</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN  
Departamento de Arquitetura  
Caixa Postal 130 – 59078 - 970 – Natal – RN, Brasil  
[cilene@crn.inpe.br](mailto:cilene@crn.inpe.br)

**Abstract** This job aims to analyze, using geoprocessing tools, the spatial behavior of the County Human Development Index (CHDI) in their magnitude: education, life expectancy and income, in the *Rio Grande do Norte* State. The method “Moran Rate” was used in the Global and Local mode to calculate the CHDI. The SPRING and the TerraView programs were used to calculate the CHDI and the data used came from the County Human Development Atlas-2000, the Census-2000 and the Industry Federation Cadastre of the RN State – 2003. The results sustained of the spatial dependence of the counties with the CHDI and their dimensions, we may confirm that the geographic localization has an important roll in the human development in the State. This dependence is a consequence, mainly, of an historic process of the urbanization and development of the counties. The counties that show the best quality of life are those with the production to be based in the secondary and third sectors of the economy.

Keywords: County Human Development Index – CHDI, Moran Rate, *Rio Grande do Norte* State of Brazil

Palavras-chave: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, Índice de Moran, Rio Grande do Norte.

## 1 – INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Norte (RN) está localizado no Nordeste brasileiro, entre os paralelos 4°49'53" e 6°38'57" de Latitude Sul e os meridianos 35°58'03" e 38°36'12" de Longitude Oeste. Possui uma área total de 53.306,8 km<sup>2</sup> (0,62% do território nacional). Compõe-se de 167 municípios, que se agrupam em quatro mesorregiões e dezenove microrregiões. Possui 2776782 milhões de habitantes e tem como capital Natal (IBGE, 2000).

Com o objetivo de analisar a dependência espacial do desenvolvimento humano no RN, verificou-se o comportamento do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) em suas três dimensões: educação, longevidade e renda per capita. Com base nesse índice buscou-se verificar a existência de *cluster*, padrões ou tendências de desenvolvimento e/ou de pobreza no Estado.

Para detecção da dependência espacial dessa variável foi calculada a autocorrelação espacial, através do Índice de Moran Global e Local. A fim de explicar o que causa o regionalismo do IDH, foi ainda, calculada a correlação entre o IDH Municipal (Educação, Longevidade e Renda) e o percentual de pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência, no setor de atividade do trabalho principal: setor primário, secundário e terciário.

Para realização desse estudo utilizou-se o Sistema de Informação Geográfica do RN, em desenvolvimento no Instituto Nacional de Pesquisa Espacial – Centro Regional do Nordeste (INPE/CRN), que tem possibilitado a integração e espacialização de diferentes informações em uma única base de dados. Com o uso das técnicas e ferramentas de geoprocessamento, contidas no Spring e no Terraview e, particularmente, com os recursos para a visualização e consulta dos dados espacializados deste último programa, chega-se a alguns resultados que demonstram relações significativas entre as variáveis estudadas, que possibilitaram a investigação da existência de dependência espacial do IDH e a explicação desse fenômeno.

## 2 – MATERIAL E MÉTODO

Os dados do IDH foram obtidos do Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal para o ano de 2000, os dados dos setores de atividade do IBGE (2000) e os da indústria foram obtidos no cadastro da Federação da Indústria do Rio Grande do Norte-FIERN (2003), além de levantamento cartográfico envolvendo o tema da pesquisa, junto aos órgãos competentes e periódicos especializados.

A abordagem estatística denominada Índice de Moran, é uma técnica simples de representação da correlação de variáveis. Fundamentalmente, busca-se o comportamento espacial segundo seu grau de dependência, em duas formas de contextualização: uma global e uma regional.

Conforme Câmara *et. al.* (2004) o Índice Global de Moran (I) representa a autocorrelação considerando apenas o primeiro vizinho. Sendo uma média do atributo IDH para as “n” áreas em estudo, dado pela expressão:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (Z_i - \bar{Z})(Z_j - \bar{Z})}{\sum_{i=1}^n (Z_i - \bar{Z})^2}$$

Onde, n é o número de áreas,  $Z_i$  é o valor atributo IDH na área i,  $\bar{Z}$  é o valor médio do IDH na região em estudo e  $W_{ij}$  os elementos da matriz normalizada.

O Índice Local de Moran ( $I_j$ ) representa o valor da correlação espacial específico para cada área i, a partir dos valores normalizados  $Z_i$  do atributo IDH, sendo dado por:

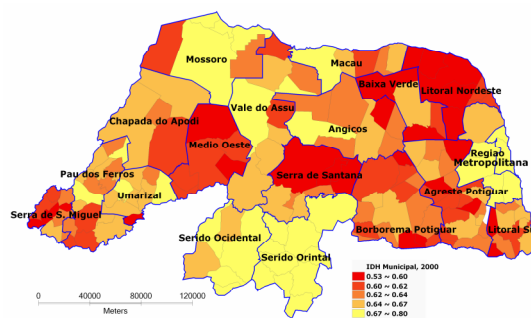
$$I_i = \frac{Z_i \sum_{j=1}^n W_{ij} Z_j}{\sum_{j=1}^n Z_j^2}$$

A nomenclatura dos símbolos é similar ao Índice Global do Moran.

### 3 - RESULTADOS

A análise do IDH Municipal para o RN (**Figura 1**) demonstra que os melhores índices concentram-se nas microrregiões de Natal e Macaíba (que, juntas, formam a Região Metropolitana de Natal), do Seridó e de Mossoró e, ainda, em alguns municípios isolados. Já os menores índices ocorrem, mais especificamente, em alguns municípios da mesorregião Agreste Potiguar e nas microrregiões do Litoral Nordeste, do Médio Oeste e da Serra de São Miguel. A partir da identificação desse padrão regional do IDH Municipal procurou-se saber a existência dependência espacial da variável nessas regiões que apresentaram índices semelhantes.

O resultado do teste de Moran Global (**Tabela 1**) apresentou o valor do Índice muito baixo, mas a significância ficou abaixo de 0.05, o que demonstra a hipótese de correlação. Para verificar-se a hipótese de estacionariedade do processo, foi calculado o Índice de Moran Local (LISA).



**Figura 1** – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de RN e suas *Microrregiões*  
Fonte dos dados: Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal, 2000

**Tabela 1** – Resultados do teste de autocorrelação espacial

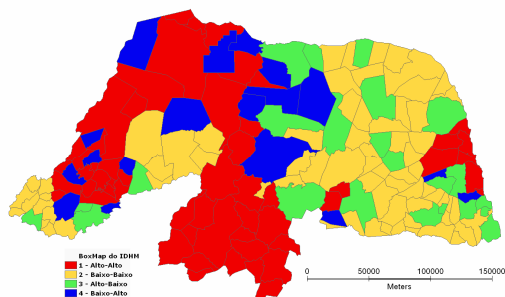
VARIÁVEL	ÍNDICE MORAN GLOBAL	P-VALOR
IDH Municipal	0.222506	0.01
IDH Educação	0.239196	0.01
IDH Longevidade	0.189702	0.03
IDH Renda	0.313983	0.01

Fonte dos dados: Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal.

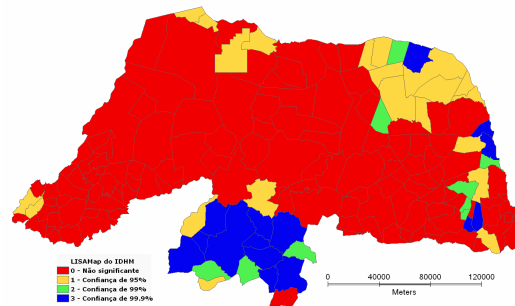
Os resultados do cálculo do LISA para o IDH Municipal, da Educação, Longevidade e Renda (**Figuras 2 a 9**), permitem identificar a presença de *clusters* no RN. Observa-se nos mapas de espalhamento (**Figuras 2, 4, 6 e 8**) que os municípios da região Metropolitana, Seridó, Mossoró e Chapada do Apodi, possuem média alta e seus vizinhos também; já os municípios da mesorregião do Agreste Potiguar e as microrregiões do Litoral Nordeste, Médio Oeste e Serra de S. Miguel, possuem média de IDH municipal baixa e seus vizinhos também, o que mostra padrão espacial.

A significância do LISA é visto na **figura 3**, onde verifica-se que na realidade apenas nas áreas da microrregião Litoral Nordeste, Região Metropolitana e do Seridó (oriental e ocidental) e em alguns municípios isolados, foram identificadas correlações significativas,

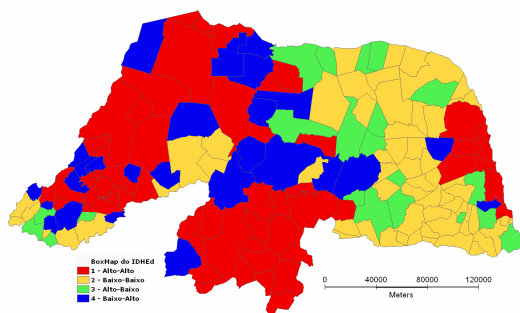
com confiança de 95% para as duas primeiras e 99.9% para as demais. Há no geral a semelhança desse padrão, que pode ser comprovada para as demais dimensões do IDH (Figuras 3, 5, 7 e 9).



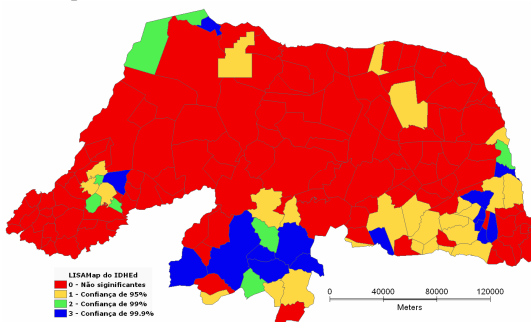
**Figura 2** – Mapa de espalhamento de Moran para IDHM do RN. Fonte dos dados: Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal, 2000.



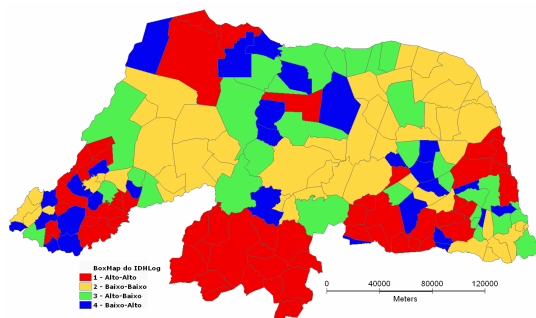
**Figura 3** – Indicador local de autocorrelação (LISA) para IDHM do RN. Fonte dos dados: Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal, 2000.



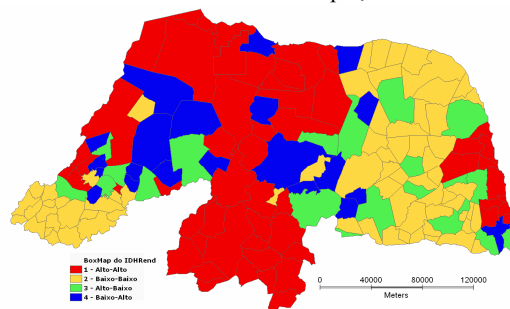
**Figura 4** – Mapa de espalhamento de Moran para IDH da Educação do RN. Fonte dos dados: Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal, 2000.



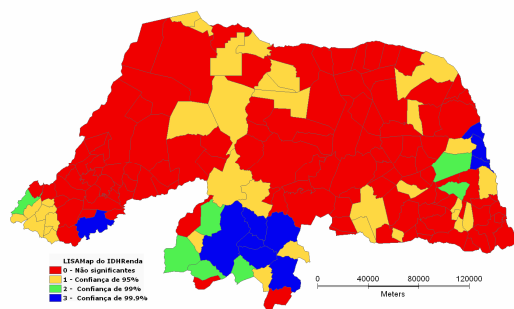
**Figura 5** – Indicador local de autocorrelação (LISA) para IDH da Educação do RN. Fonte dos dados: Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal, 2000.



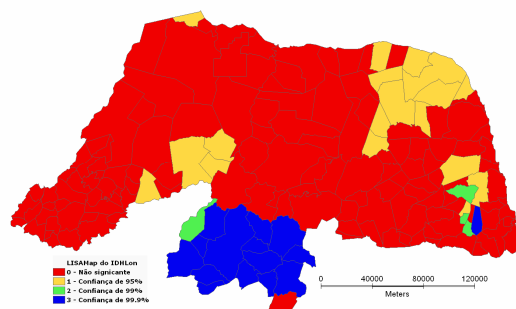
**Figura 6** – Mapa de espalhamento de Moran para IDH da Longevidade do RN. Fonte dos dados: Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal, 2000.



**Figura 7** – Indicador local de autocorrelação (LISA) para IDH da Longevidade do RN. Fonte dos dados: Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal, 2000.



**Figura 8** – Mapa de espalhamento de Moran para IDH da Renda do RN. Fonte dos dados: Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal, 2000



**Figura 9** – Indicador local de autocorrelação (LISA) para IDH da Renda do RN. Fonte dos dados: Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal, 2000

Com os resultados alcançados no cálculo do LISA para o IDH dos municípios do RN, entende-se que os municípios da região metropolitana e do Seridó apresentam um alto padrão de qualidade, e os municípios de baixa qualidade pertencem às microrregiões do Agreste e Borborema Potiguar para o IDH da Educação, e para o IDH de Longevidade no Litoral Nordeste, Baixa Verde e Médio Oeste.

Buscando-se compreender o que contribui para o estabelecimento desse padrão investigou-se várias possibilidades de influência na formação desses *clusters*. Primeiro buscou-se conhecer a formação da estrutura urbana no Estado.

Segundo Clementino (1995) a matriz do sistema urbano do RN foi gerada a partir dos velhos caminhos do gado. Quando o algodão se torna a primeira economia do estado, em um período de decadência da cana-de-açúcar, o faz nas mesmas bases físicas do gado, ou seja, o *locus* da produção econômica continua em meio rural, o que não impulsionou a urbanização. O desenvolvimento dos meios de transporte, para atender a necessidade da exportação, foi tardio, o que influenciou o redirecionamento dos negócios para outras cidades do Nordeste com mais eficiência no complexo de transporte. O processo de urbanização do estado só será acelerado após a década 1960, mas mesmo assim, a autora considera que a rede urbana do RN chega à década de 1980, com um amplo número de municípios de base agrária atrasada.

Costa e Gomes (2005) analisando o perfil urbano do RN constataram que a rede urbana do estado é raquítica, como se refere Milton Santos à rede urbana do nordeste em geral, pela fraca vida de relações inter-regionais e urbanas que apresenta. Apenas 25 municípios (15% do total dos municípios) possuem população urbana maior que 10.000 habitantes, ou seja, o Estado continua com um percentual (85%) considerável de municípios com base agrária.

Realizou-se uma análise de correlação entre o IDH Municipal (Educação, Longevidade e Renda) e o percentual de pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência, na seção de atividade do trabalho principal: setor primário, secundário e terciário (**Tabela 2**), onde se obtiveram correlações inversas entre o IDM Municipal (Educação e Renda) e pessoas que trabalham no setor primário da economia, significando que os municípios onde ocorre um alto percentual de pessoas que trabalham neste setor possuem um percentual de desenvolvimento humano menor.

As correlações não foram significativas entre o IDH da Educação e da longevidade e os setores de atividades do trabalho, exceto no primário, o que indica que estas variáveis não são influenciadas umas pelas outras. No indicador renda, pode-se concluir que é bastante influenciado pelos setores primário e terciário, ou seja, ocorre uma tendência de diminuição da renda naqueles municípios onde a base econômica está no setor primário, e de aumento naqueles que existe mais pessoas trabalhando no setor terciário (por exemplo, na Região Metropolitana e no Seridó). As baixas correlações apresentadas no setor secundário podem

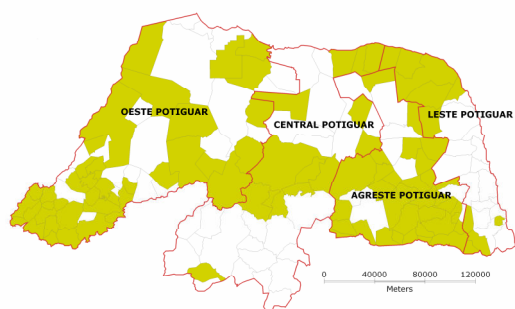
ser explicadas pelo pequeno número de indústrias encontradas nos municípios: apenas 25 (15%) municípios possuem 10 ou mais indústrias, 31 (18,6%) possuem apenas uma e 37 (22,2%) não têm ou não foi informado, ficando o restante 74 (44,3%) entre 9 e 2 indústrias.

**Tabela 2** – Correlação entre o IDH e as pessoas ocupadas na seção de atividade do trabalho principal: setor primário, secundário e terciário

	Setor Primário	Setor Secundário	Setor Terciário
IDH Municipal	-0.72	0.57	0.63
IDH Educação	-0.61	0.39	0.58
IDH Longevidade	-0.43	0.46	0.29
IDH Renda	-0.79	0.57	0.72

Fonte dos dados: Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal (2000) e Censo (2000)

Observando as **figuras 10 e 11** constata-se que as áreas onde ocorre um percentual maior de pessoas trabalhando no setor primário da economia são relativamente às mesmas que apresentaram o IDH municipal menor, e o contrário acontece nas áreas que apresentam maior número de pessoas trabalhando no setor secundário e terciário. Geralmente na maioria dos municípios do RN verifica-se um percentual alto de pessoas que trabalham no terciário (principalmente em órgãos públicos) e no primário, o que causará diferença no desenvolvimento social. Será, possivelmente, quando o percentual da soma de pessoas que trabalham no terciário com as do secundário for significativo.



**Figura 10** – Municípios do RN que apresentam um percentual de pessoas trabalhando do setor primário maior ou igual 40 e *Mesorregiões*. Censo, 2000.



**Figura 11** – Municípios do RN que apresentam um percentual maior que 15 % de pessoas trabalhando no setor secundário e maior que 40% no terciário e *Microrregião*. Censo, 2000.

Na busca de um maior entendimento dessas diferenças espaciais encontradas, procurou-se conhecer o processo de desenvolvimento econômico do estado. Conforme Andrade (1981) a ocupação do Rio Grande do Norte, ocorreu em duas frentes, na *Costa Leste* (Mesorregião Leste Potiguar, **Figura 10**), onde predomina o clima tropical úmido, e se situa a capital política administrativa do estado, Natal. Aqui a ocupação deu-se inicialmente, sobre os solos aluviões, com atividade canavieira, que posteriormente expande-se para os tabuleiros costeiros, área onde predominava a Mata Atlântica, hoje praticamente extinta. Essa área está assentada sobre os terrenos sedimentares da Formação Barreira, que constitui um importante aquífero, devido as elevadas precipitações pluviométricas (média em torno de 1500mm/ano), e a presença de solos permeáveis, que favorecem a infiltração.

Outra frente de ocupação ocorreu, ao mesmo tempo, a partir da costa setentrional, com a pecuária extensiva, utilizando posteriormente os vales dos rios Piranhas–Açu (toda mesorregião *Central Potiguar* mais a microrregião do *Vale do Açu*, **Figuras 10 e 11**) e Apodi-

Mossoró (toda mesorregião *Oeste Potiguar* menos a microrregião do *Vale do Açu*) como vias de penetração. Nessa área predomina o clima semi-árido e a vegetação de caatinga, que estão assentadas sobre dois tipos de rochas: nas áreas de planície costeira apresenta os terrenos sedimentes da Bacia Potiguar (Grupo Barreiras, Calcário Jandaíra e o Arenito Açu) onde ocorre o aquífero Jandaíra, que constitui um importante reservatório de água subterrânea e onde se descobriu, na década 1970, a presença de petróleo; e nas áreas da depressão sertaneja, os sedimentos mesozóicos e as rochas cristalinas do Pré-Cambriano, onde predominam os solos rasos e a ocorrência de importantes minerais como a sheelita, o ferro, ouro, entre outros.

Com o advento da revolução industrial associou-se à pecuária extensiva a produção do algodão e culturas alimentares de subsistência (milho, feijão, mandioca). Onde, de acordo com Andrade (1981), bem adaptado ao clima semi-árido, o algodão logo se expandiu pelas terras antes destinadas à pecuária extensiva. Nesse contexto, Mossoró surgiu como centro de comércio e administração algodoeiro do sertão.

Desenvolvem-se nos vales dos rios Piranhas-Açu e Apodi-Mossoró a extração de cera-de-carnaúba e do agave; no litoral norte (nas microrregiões de Mossoró e Macau) a extração do sal marinho e na região seridoense, a mineração da sheelita. Essas economias desenvolviam-se voltadas, principalmente, para a exportação.

Conforme Clementino (1995), no início do século 20 Mossoró centralizava a exportação do algodão, sal, cera de carnaúba, couro e pele, se fixando como centro comercial do interior. Posto jamais alcançado por Caicó, que se limitava a núcleo intermediário, embora, na década de 1920, a região do Seridó fosse responsável por 41% da produção do algodão, tendo nas cidades de Caicó e Jardim do Seridó os maiores produtores.

Todo esse arranjo espacial vai sofrer profundas modificações, depois da década de 1960. As economias do algodão, sal e mineração, que compreendiam a base econômica da região semi-árida (mesorregião Agreste, Centre e Oeste Potiguar), entram em crise e posteriormente em processo de decadência, contribuindo para o êxodo rural que vai ter como consequência o grande crescimento das cidades, onde logo se manifestam os problemas em razão de uma falta de estrutura para acomodar os novos habitantes urbanos.

Esse processo, segundo Carvalho e Felipe (2002), é decorrência de uma nova divisão do trabalho que ocorre no Brasil, mas também, e principalmente, de problemas de várias ordens tecnológicas, da concorrência do mercado e do surgimento de pragas na agricultura, como o bicudo no cultivo do algodão. Nesse momento de redefinição, políticas e programas governamentais foram dirigidos para Natal e Mossoró.

O direcionamento dessas políticas para Natal não se deu apenas por se tratar do centro político – administrativo do Estado, mas porque aí se encontrava uma massa de assalariados de classe média que viabilizou a dinamicidade da indústria da construção civil e, conseqüentemente, do comércio. Em Mossoró foi, principalmente, devido ao grande número de mão-de-obra excedente decorrente das dificuldades da agroindústria e da mecanização das salinas (Carvalho e Felipe, 2002).

A partir de meados da década de 1980 importantes movimentos na economia brasileira ocasionaram fortes repercussões no Nordeste e no Rio Grande do Norte, os quais foram responsáveis pelo surgimento e desenvolvimento de subespaços dotados de estruturas econômicas modernas e ativas que dinamizaram a economia do Estado (Clementino, 2003).

Atualmente a base econômica do estado encontra-se concentrada em locais de dinamismo denominados “ilhas” ou “pólos” de desenvolvimento, que se destacam devido aos investimentos tecnológicos e às novas técnicas de cultivos. Podemos de forma simplificada identificar que no *Litoral Leste* (principalmente, região *Metropolitana* e *Litoral Sul*) concentram-se as principais indústrias e os serviços que oferecem suporte para o

desenvolvimento do turismo e, ainda, os principais centros produtores de cana – de – açúcar e da carcinicultura, além da pesca oceânica que ocorre praticamente em toda costa do Estado.

Na *Mesorregião Oeste*, local de influência de Mossoró, desenvolve – se a exploração do petróleo e gás, produção do sal, fruticultura irrigada e a carcinicultura. Nos vales úmidos dos rios *Piranhas-Açu e Apodi-/Mossoró* desenvolve-se a fruticultura irrigada, tendo como principais frutos de exportação o melão, a banana, manga, entre outros.

Nas microrregiões do *Seridó* desenvolve-se a extração mineral, as cerâmicas e as pequenas e médias fábricas têxteis (principalmente em Caicó), além de ser considerada uma importante bacia leiteira do estado, com destaque para a produção de derivados do leite.

Em boa parte do semi-árido onde se encontra pecuária leiteira, o programa estadual do leite tem atualmente surgido como alternativa para os pequenos e médios produtores reorganizarem seus espaços produtivos, já que encontraram muitas dificuldades com a crise do algodão e com a mecanização da produção do sal. No contexto ainda das economias do semi-árido, a apicultura é atualmente uma das economias alternativas, tendo os municípios de Apodi, Serra do Mel e Mossoró como os de maior produção.

#### 4 – Considerações Finais

Os resultados permitem afirmar que existe uma dependência espacial nos municípios das RN para os indicadores do IDHM e suas dimensões (Educação, Longevidade e Renda), sendo confirmado que a localização geográfica possui um importante papel no desenvolvimento humano do estado.

Essa dependência é consequência, principalmente, do processo histórico de urbanização e desenvolvimento econômico dos municípios que tornaram algumas áreas mais dinâmicas que outras. É o caso da *Região Metropolitana* e da cidade de Mossoró que foram privilegiadas com políticas públicas que impulsionaram os investimentos privados, e na última pela descoberta do petróleo. Por isso resulta que nas microrregiões do Seridó e Região Metropolitana, verificou-se a dependência nas melhores qualidades de vida, mas as microrregiões Litoral Nordeste, Baixa Verde, Médio Oeste e Serra de S. Miguel apresentaram dependência de pobreza, devido, principalmente, a possuírem suas economias sustentadas por uma base agrária ainda atrasada.

Os indicadores de Moran Global e Local apresentaram uma boa consistência, mas novos refinamentos espaciais devem ser aplicados, inclusive comparando com novas metodologias.

#### 5 – Referencias bibliográficas

Andrade, M. C. **A produção do espaço Norte-Riograndense**. Natal: UFRN, 1981.

Câmara, G. Carvalho, M. S. Cruz, O. G. Correa, V. **Análise espacial de áreas**. In: **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina: EMBRAPA, 2004

Costa, A. M. B.; Gomes, C. **Análise do perfil urbano no estudo do processo de urbanização e regionalização do RN**. In: XIII Semana de Humanidades. **Resumos**. Natal: UFRN, 2005.

Clementino, M. L. M. **Economia e urbanização: o Rio Grande do Norte nos anos 70**. Natal: UFRN-CCHLA, 1995.

Clementino, M. L. **Rio Grande do Norte: novas dinâmicas, mesmas cidades**. In: Gonçalves, M. F; Brandão, C. A. e Galvão, A. C. **Regiões e cidades, cidades nas regiões**. São Paulo: UNESP, 2003.

Felipe, J. L. A. e Carvalho, E. A. **Economia do Rio Grande do Norte: estudo geo-histórico e econômico**. João Pessoa: Grafset, 2002.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. IBGE, 2000.