

## Influência das mudanças de uso da terra e da degradação do solo na dinâmica populacional do núcleo de desertificação de Gilbués (PI)

Rita Marcia da Silva Pinto Vieira <sup>1</sup>

Flavia da Fonseca Feitosa <sup>1</sup>

Roberta Rosembach <sup>2</sup>

Marcelo Francisco Sestini <sup>1</sup>

Ana Paula Martins do Amaral Cunha <sup>1</sup>

Regina Célia dos Santos Alvalá <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil  
{rita.marcia, marcelof.sestini}@inpe.br {flavia}@dpi.inpe.br

<sup>2</sup> CEDEPLAR - UFMG  
Av. Antônio Carlos, 6627 - Belo Horizonte, MG, CEP 31270-901  
{rosembach}@cedeplar.ufmg.br

<sup>3</sup> Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN  
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil  
{regina.alvala}@cemaden.gov.br

**Abstract:** The semi-arid region of Brazil presents serious environmental problems. Among them, highlighted the accelerated soil degradation, which is the one which have an important contribution to the land desertification. Based on this concept, the objective of this study is to assess the impacts in changing the land use and evaluate how the land degradation/desertification influences the population dynamics in part of Gilbués city (Piauí state, Brazil) desertification nucleus. For this study, Landsat images, TM and ETM<sup>+</sup> sensors and soil maps, developed by EMBRAPA, were used. Furthermore, demographic and socioeconomic data, aggregated by sector, were also considered. The land cover classes' changes assessment showed that Cerrado area has decreased 9%, which is equivalent to an area of 550 km<sup>2</sup>. Cerrado was replaced by farming activities (5%, 315 km<sup>2</sup>) and desertified areas (4%, 240 km<sup>2</sup>). Concerning to the population, it has increased during the analyzed period. Urban sectors grew up from 7399 habitants per year, in 2000, to 19754 habitants per year, in 2010, with an increase of 62%. Rural population grew up in total of 20%, from 13660 habitants per year, in 2000, to 17468 habitants per year, in 2010. The results also present a decrease in the male population, aged between 35 and 39 years, which may indicate the migration of this group to other regions, seeking for better working conditions.

**Palavras-chave:** desertification, land cover change, population dynamics, desertificação, mudança de cobertura da terra, dinâmica de população.

### 1. Introdução

No processo de evolução da humanidade, a demanda por recursos naturais tem aumentado e cresce cada vez mais à medida que a sociedade evolui em termos tecnológicos. A humanidade vem interagindo de forma complexa com a biosfera, modificando *habitats* naturais, o que culmina em graves desequilíbrios ambientais a diversas regiões do planeta, principalmente nos países em desenvolvimento (Nascimento, 2006).

O planeta Terra apresenta 41% de sua cobertura terrestre sobre regiões de terras secas (*drylands*). Aproximadamente 10 a 20% dessas regiões estão sofrendo processos de degradação (Reynolds, 2007).

Particularmente no Brasil, uma das áreas mais afetadas pelo processo de degradação é o Nordeste Brasileiro (NEB). A região é marcada fortemente pelas desigualdades regionais, tais

como o índice de analfabetismo, as condições de saneamento básico, crianças subnutridas, migrações, etc.

Além dessas desigualdades, a região sofre com a degradação do solo, o que pode levar à desertificação. O processo de degradação produz a deterioração da cobertura vegetal, do solo, e dos recursos hídricos. Através de uma série de processos físicos, químicos e hidrológicos, essa deterioração provoca a destruição tanto do potencial biológico das terras quanto da capacidade das mesmas em sustentar a população a ela associada. A degradação das áreas naturais no NEB quase sempre se inicia com o desmatamento e com a substituição da vegetação nativa por cultivos. Áreas em constante processo produtivo, sem reposição de seus nutrientes, apresentam perda de fertilidade. Em áreas irrigadas, o uso de água com elevados teores de sais, associado ao manejo inapropriado da irrigação, pode ocasionar a salinização. Além disso, o uso de equipamentos pesados em solos com teores de água inadequados pode levar a compactação do mesmo (Sampaio et al., 2005). Assim sendo, o processo de degradação do solo deve ser observado com especial preocupação, devido ao fato de ocorrer em ambientes que apresentam fragilidade ambiental e limitadas condições de autocontrole ou auto recuperação frente à instalação de processos humano (Oliveira-Galvão et al., 2003). Devido à gravidade do problema, que afeta não só os países em desenvolvimento, mas diversas nações do planeta, este trabalho tem como objetivo realizar uma análise das relações entre as mudanças de uso da terra e o processo de degradação do solo. Além disso, pretende-se avaliar como essas alterações podem afetar a dinâmica da população em parte do núcleo de desertificação de Gilbués, no Estado do Piauí. Para isso, foram analisados dados demográficos dos anos de 2000 e 2010, juntamente com dados de uso e cobertura da terra, referentes ao mesmo período, e dados de solo.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1 Área de Estudo

A área de estudo cobre parte do núcleo de desertificação de Gilbués (PI), a qual inclui os municípios de Gilbués e Monte Alegre do Piauí, totalizando uma extensão de aproximadamente 5900 km<sup>2</sup> (Figura 1).

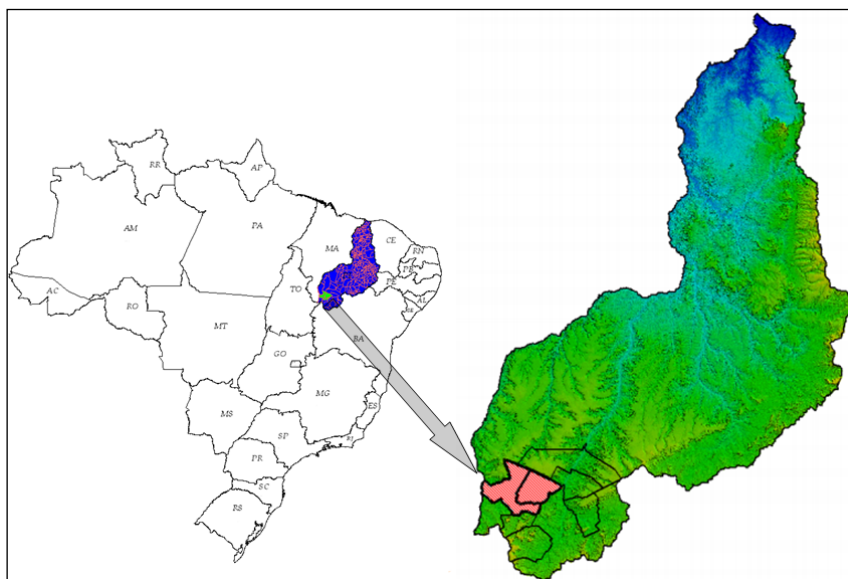


Figura 1: Localização da área de estudo (adaptado de CREPANI et al., 2008).

O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen (1948), corresponde ao tipo Aw, Equatorial Tropical, com estação seca no período de inverno. O período chuvoso

corresponde aos meses de novembro a março (Andrade, 1972). Em relação às características do meio físico, a área está assentada sobre terrenos paleozóicos da Bacia Sedimentar do Maranhão-Piauí e mesozóicos da Bacia do São Francisco. Quanto aos tipos de solos, predominam associações de Areias Quartzosas (AQ) com Latossolo-Amarelo (LA), perfazendo 75% da área total.

## 2.2 Dados

Para analisar a dinâmica espacial, bem como a distribuição da população referente aos municípios mencionados acima, foram utilizadas as informações do censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referentes aos anos de 2000 e 2010. Essas informações, bem como aquelas sobre renda familiar e educação, também do IBGE, foram agregadas por setor.

Os dados de uso e cobertura da terra, anos base 1999 e 2009, foram obtidos por meio de classificação automática e interpretação visual de imagens do satélite Landsat, sensores TM e ETM<sup>+</sup>, com resolução espacial de 30 m. As cenas selecionadas correspondem ao período de seca da região.

Os dados de solos da área de estudo foram obtidos a partir de trabalhos publicados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (Jacomine et al., 1986). Estes foram ajustados por Crepani et al. (2008) por meio do MNT proveniente do SRTM, o qual foi refinado de 90 m para 14,25 m.

## 2.3 Metodologia

Os mosaicos das imagens de satélite foram gerados no aplicativo SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (INPE, 2001). As composições coloridas utilizadas para a interpretação das imagens foram: bandas 3 (azul), 4 (vermelho) e 5 (verde). Após a seleção das bandas, foi realizado o processo de registro das imagens utilizando-se como referência o mosaico de imagens *GeoCover*.

Visando agilizar o processo de interpretação das imagens, foi utilizado o classificador automático MAXVER disponível no SPRING.

No presente trabalho foram criados e extraídos os seguintes temas referentes às classes cobertura da terra: floresta perene, cerrado, agropecuária, solo exposto, água, estradas, e mancha urbana. A classe ‘solo exposto’ corresponde às áreas em processo de desertificação, características da região de estudo. Para cada conjunto de amostras adquirido foram realizadas análises, com base nas matrizes de confusão, visando à verificação do índice de rejeição das mesmas. O limiar de aceitação utilizado para gerar a imagem classificada foi de 90%. Em seguida, foi realizada a pós-classificação para o refinamento da classificação obtida. Nessa etapa foi possível suprimir pixels isolados em função de um determinado limiar e peso, sendo utilizado o limiar igual a 2 e peso igual a 5.

Para realização do processo de classificação visual, em que o fotointérprete confere as classes geradas automaticamente, foi necessário transformar a imagem classificada (modelo imagem) para um mapa temático em formato *raster* (modelo temático). Finalmente, foi realizada a conferência das classes de cobertura, obtidas pela classificação automática, acoplando a imagem de satélite ao mapa temático. A partir deste resultado foi possível avaliar os usos e cobertura da terra para os períodos de 1999 e 2009.

O próximo passo foi preparar planilhas no Excel com as seguintes informações: código dos setores, situação do setor (urbano ou rural), área total de cada setor, renda familiar e educação (indivíduos alfabetizados e não alfabetizados). Posteriormente, foi calculada a densidade populacional através da seguinte fórmula:

$$denstotal = Totalpop. / \text{área (km}^2\text{)}$$

em que *denstotal* é a densidade total de indivíduos por km<sup>2</sup> e *Totalpop.* é o total de indivíduos alfabetizados e não alfabetizados de cada setor.

Em seguida, calculou-se a proporção de indivíduos alfabetizados e não alfabetizados através da seguinte equação:

$$propalfab (\%) = (n^{\circ} \text{ de indiv.alfabetizados} / totalpop) \times 100$$

em que *propalfab* é a porcentagem de indivíduos alfabetizados por setor, *n° de indiv.alfabetizados* é o número de indivíduos contidos em cada setor, *totalpop* é a soma de indivíduos alfabetizados e não alfabetizados. O mesmo foi feito para obter os resultados para os indivíduos não alfabetizados. Após o término, a tabela foi importada para o banco de dados.

### 3. Resultados

Inicialmente, a dinâmica espaço-temporal da cobertura da terra foi avaliada cruzando-se as informações dos períodos analisados (1999 e 2009) juntamente com os dados de pedologia. A evolução da área total de cada uma das classes de cobertura foi comparada com as classes de solo. Desse modo, buscou-se avaliar as possíveis relações entre as alterações de cobertura observadas ao longo do período, com as variáveis do meio físico, representadas neste estudo pela pedologia.

A Figura 2 ilustra a distribuição dos tipos de cobertura da terra nos municípios de Gilbués e Monte Alegre (PI), em 1999 (Figura 2a) e em 2009 (Figura 2b).

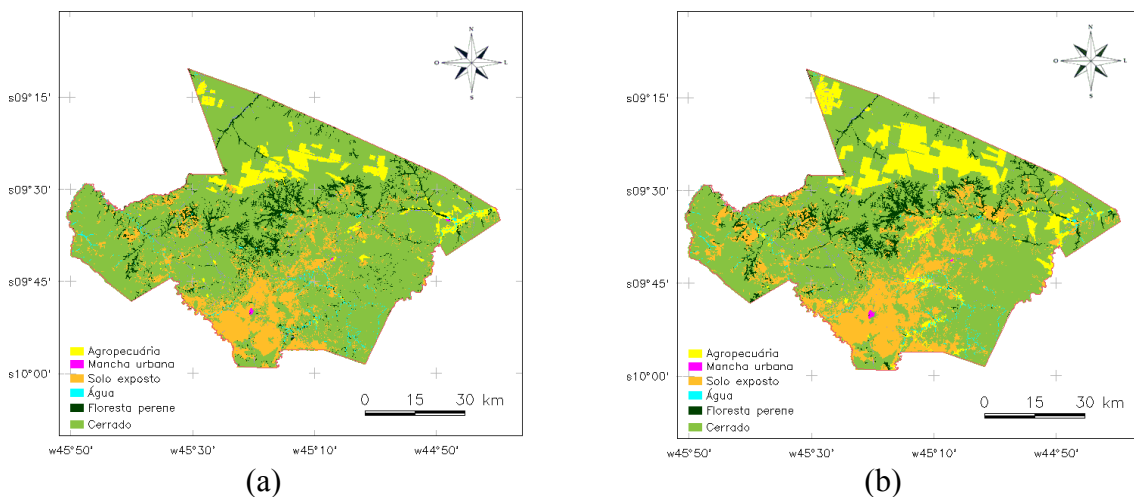


Figura 2: Mapa de cobertura da terra da área de estudo em 1999 (a) e 2009 (b).

A avaliação das alterações das classes de cobertura da terra, mostradas na Figura 3, indica que a cobertura de Cerrado reduziu 9%, já que em 1999 totalizavam 75% da área, enquanto que, em 2009, ocupavam 66%. Este percentual de redução equivale a uma área aproximada de 550 km<sup>2</sup>. As áreas de Cerrado cederam lugar às atividades agropecuárias e às áreas de solo exposto, as quais tiveram um aumento de 5% e 4%, respectivamente. A agropecuária expandiu aproximadamente 315 km<sup>2</sup>, enquanto as áreas desertificadas aproximadamente 240 km<sup>2</sup>. A classe Floresta Perene permaneceu constante ao longo do período, em torno de 6%, o equivalente a 340 km<sup>2</sup>.

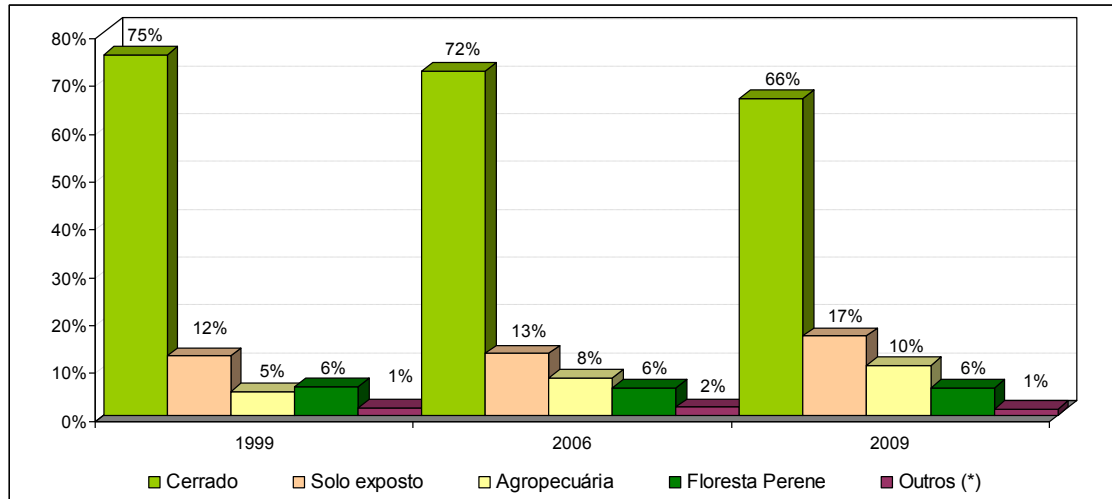


Figura 3: Percentual de área total das classes de cobertura da terra da região de estudo.

Conforme mencionado acima, as classes de cobertura da terra que tiveram um incremento ao longo do período de estudo foram: agropecuária (5%) e solo exposto (4%). As áreas em que foram observadas a expansão destas duas classes podem ser vistas na Figura 4.

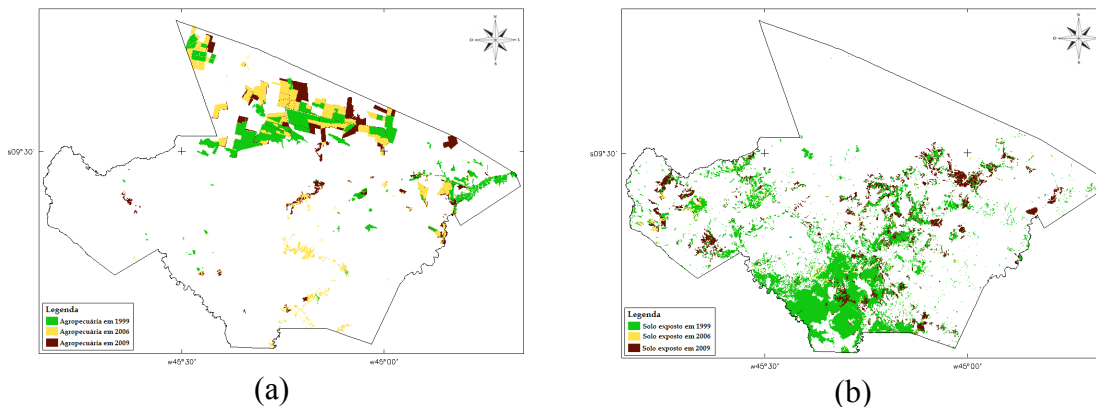


Figura 4: Expansão das áreas de agropecuária (a) e solo exposto (b) entre 1999 e 2009.

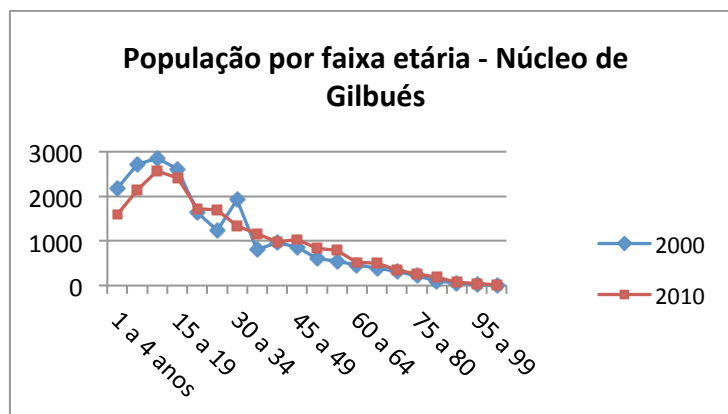
A partir da análise da Figura 4 (a), que mostra a evolução da classe agropecuária entre 1999 e 2009, é possível observar que o crescimento da atividade ficou restrito ao setor norte da região. Já as áreas de solo exposto apresentaram crescimento em dois eixos principais: nordeste e noroeste (Figura 4b). Esse aumento foi verificado, sobretudo, na imagem de 2009. Segundo Crepani et al. (2008), a agricultura cultivada é baseada na produção sazonal de arroz, feijão, mandioca, milho, as quais são culturas de subsistência da população. Esta região também é responsável por grande parte da produção de soja do Estado do Piauí. Já o solo exposto, característico de áreas desertificadas, pode ser resultante do manejo inadequado do uso do solo e das condições meteorológicas e climáticas da região. Viana et al. (2010) observaram, através da análise de dados meteorológicos, que no núcleo de desertificação de Gilbués (PI) as áreas de solo exposto aumentaram, concentrando-se em locais onde os valores de precipitação anuais são menores, sendo estes inferiores a 1150 mm.

Ressalta-se que a classe Latossolo Amarelo corresponde a mais da metade da área de estudo, totalizando 52%, seguida pelas Areias Quartzosas (23%), Solos Litólicos e Podzólico Vermelho-Amarelo (12%), e Solos Aluviais (1%). O crescimento da agropecuária se deu quase que exclusivamente sobre a área de Latossolo Amarelo, com o percentual efetivo dentro

da referida classe igual a 10%. Cabe ressaltar ainda que as atividades agropecuárias reduziram 14% nas áreas de Solos Aluviais. As áreas de solo exposto, assim como a agricultura, expandiram-se preferencialmente na classe Latossolo Amarelo, em torno de 116 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 48% do total.

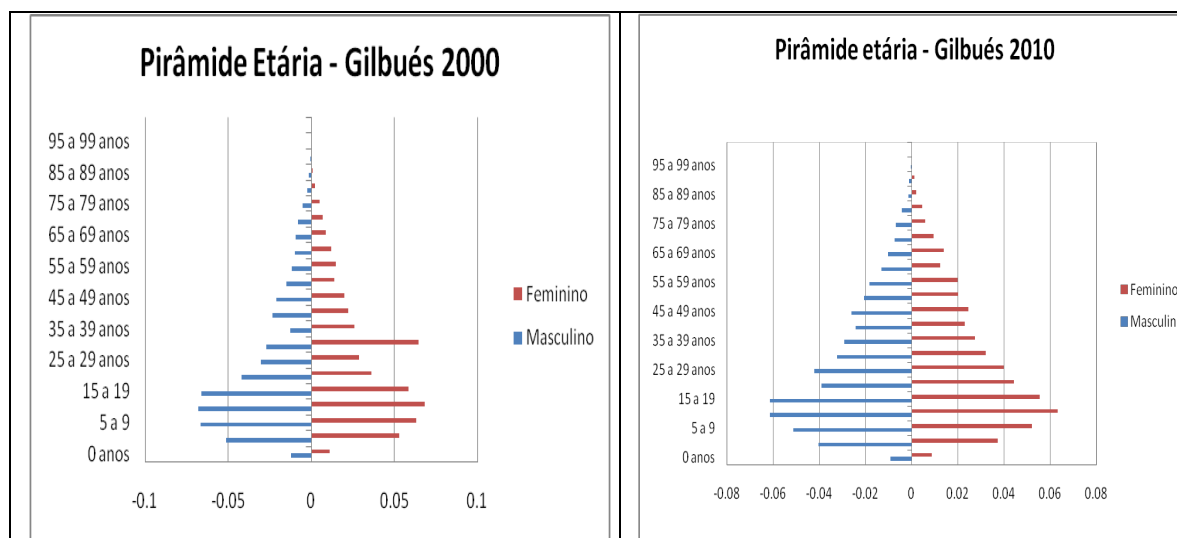
Com relação à população, esta aumentou ao longo do período analisado, totalizando no ano de 2000 20936 habitantes, enquanto em 2010 esse número aumentou em 15816, totalizando 36752 habitantes. Ao comparar o aumento populacional entre os setores urbano e rural este foi maior nos setores urbanos, que passou de 7399 habitantes no ano de 2000 para 19754 em 2010. Já a população rural, esta aumentou de 13660 em 2000 para 17468 no ano de 2010.

Além do aumento populacional, destaca-se que a população está caminhando para um processo de envelhecimento, pois, segundo o IBGE, os níveis de fecundidade, que eram altos até 1980, caíram rapidamente. Os resultados são destacados no presente trabalho, uma vez que se constata uma redução no número de crianças menores que 5 anos de 10,41% no ano de 2000 para 7,76% em 2010. Quanto à população de idosos, esta passou da proporção de 2,20% em 2000 para 7,2% em 2010 (Gráfico 1). Devido ao aumento da população de idosos na região, é possível concluir que a esperança de vida aumentou provavelmente devido à melhoria e ampliação nas condições de saúde e saneamento básico que ocorreram na Região Nordeste como um todo, a partir do ano de 1975 (Scott, 2000).



**Gráfico 1 – Distribuição da população por faixa etária**

A esperança de vida também é maior para a população de sexo feminino, conforme ilustrado no Gráfico 2. A análise da esperança de vida por sexo passou a ser importante a partir dos anos 80, em razão do aumento das causas violentas que passaram a afetar o sexo masculino. Na região Nordeste, os homens vivem 7,3 anos a menos que as mulheres. Entre 2000 e 2005 observa-se uma tendência de aumento dessa diferença para as Regiões Nordeste e Centro Oeste, enquanto nas demais regiões do Brasil ocorre o oposto.



**Gráfico 2 – Pirâmide etária de parte do núcleo de desertificação de Gilbués (PI)**

O gráfico acima também aponta para uma redução da população masculina na faixa etária dos 35 a 39 anos, o que pode estar indicando a emigração desse grupo de pessoas para outras regiões em busca de condições melhores de trabalho e financeiras. A emigração é maior entre a população masculina da zona rural, aproximadamente 60% em relação à zona urbana que é de 42%.

Com relação à educação, pode-se constatar que quando mais próximo das áreas desertificadas maior a proporção do índice de analfabetismo.

#### 4. Conclusões

A análise da dinâmica das mudanças de cobertura da terra do Núcleo de desertificação de Gilbués, entre 1999 e 2009, revelou que as áreas de Cerrado reduziram 9%, o equivalente a 550 km<sup>2</sup>. Em contrapartida, as atividades agropecuárias e as áreas desertificadas ocuparam o lugar do Cerrado, crescendo 5% e 4%, respectivamente. O crescimento da agropecuária ocorreu nas áreas de Latossolo Amarelo, sendo constatada uma associação entre a expansão das atividades agropecuárias e os tipos de solo. O crescimento desse tipo de atividade vem contribuindo para o desmatamento da região, principalmente através da prática do pastoreio. Já o desenvolvimento acelerado da agricultura ocorre devido à mecanização agrícola, a qual é muito utilizada no setor norte do núcleo devido ao cultivo de soja. A utilização de fungicidas, pesticidas, herbicidas e máquinas pesadas também causam compactação, empobrecimento e erosão do solo, assoreamento, arrasamento dos relevos naturais, poluição das águas superficiais e dos lençóis freáticos que ocasionam perda da diversidade genética de muitas espécies vegetais e animais.

Todos esses fatores, associados às condições meteorológicas da região, podem agravar ainda mais o processo de desertificação na área de estudo e aumentar a emigração de pessoas, principalmente para os grandes centros urbanos, a procura de melhores condições de vida.

No presente estudo, constatou-se que a população já está emigrando das regiões rurais, principalmente os homens na faixa etária entre 35 e 39 anos, à procura de melhores condições de trabalho e financeiras. Sem ter como se alimentar, a população, que depende da agricultura de subsistência, tende a migrar para os grandes centros urbanos. Ao chegar às cidades, devido à falta de estudos e conhecimentos técnicos específicos, dificilmente são aceitas pelo mercado global de trabalho. Esse é um quadro que merece urgência de prevenção, pois tem um impacto em toda a sociedade e não somente nas populações locais.

Uma das grandes questões que se coloca para a humanidade atualmente é o de desenvolver conhecimentos que permitam uma ocupação da terra, nas regiões afetadas pelo processo de desertificação, de forma sustentável. É fundamental pensar em alternativas de adaptação do homem com o semiárido.

Para tanto, é de extrema importância analisar outras variáveis ambientais que possam ampliar o conhecimento associado ao processo de desertificação, bem como avaliar de que forma esse processo pode estar influenciando a vida da população, o que fornecerá subsídios para ação eficiente dos tomadores de decisão e políticas públicas.

### **Referências Bibliográficas**

Andrade, G. O. (1972) Os climas. In: Azevedo, A. (org.) Brasil, a terra e o homem. 2.ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional. v.1, p. 397-462.

Crepani, E.; Medeiros J. S. de; Palmeira, A. F.; Silva, E. F. da – Relatório do Banco de Dados Geográficos de parte do Núcleo de Desertificação de Gilbués (Municípios de Gilbués e Monte Alegre do Piauí). São José dos Campos: INPE, jan. 2008. 254 p. (INPE-15186-RPQ/814).

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2001). Tutorial – SPRING. Spring Básico. São José dos Campos.

Jacomine, P. K. T. et al. (1986) Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Maranhão – Convênio de mapeamento de solos EMBRAPASNLCS/SUDENE-DRN. Rio de Janeiro, 964 p.

Köppen, W. (1948) Climatología; con un Estudio de los Climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Económica. 478 p.

Nascimento, F.R. Degradação Ambiental e desertificação no nordeste brasileiro: o contexto da bacia hidrográfica do rio Acaraú-Ceará. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 340p. 2006.

Oliveira-Galvão, A.L.C; Saito, C.H. Mapeamento sobre desertificação no Brasil: uma análise comparativa. Revista Brasil Floresta, v. 23, n. 77, 2003.

Reynolds, J.F. et al. Global desertification: building a science for dryland development. Science, v. 316, p.847-851, 2007.

Sampaio, E.V.S.B.; Araújo, M.S.B., Sampaio, Y.S.B. Impactos Ambientais da Agricultura no processo de desertificação no nordeste do Brasil. In: XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo: Solos, Sustentabilidade e Qualidade Ambiental, 2005, Recife.

Viana, D. R.; Vieira, R. M. S. P.; Ferraz Neto, S.; Alvalá, R. C. S. Avaliação espaço-temporal das mudanças de cobertura da terra no núcleo de desertificação de Gilbués – PI. In: Conferência internacional sobre clima, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável em regiões semiáridas (ICID), 2., 2010, Fortaleza.