

RELATÓRIO TÉCNICO PRODUTO III

**Termo de Referência PCT BRA/IICA/14/001
Contrato N.º 115024**

**SISTEMA DE ALERTA PRECOCE CONTRA A DESERTIFICAÇÃO - SAP
COMPONENTE ANÁLISE DE VARIÁVEIS E INDICADORES DE
SUSCEPTIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO**

setembro 2015

COORDENADORES: Francisco Campello Carneiro Barreto Campello (MMA)

Jean Pierre Henry Balbaud Ometto (INPE)

Marcos Oliveira Santana (MMA)

CONSULTOR: Marcelo Francisco Sestini

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	1
1.1 Introdução	1
1.2 Fundamentação teórica	1
1.2.1 Índices de vulnerabilidade sócio econômica e de sustentabilidade	1
1.2.2 - Análises complementares em relação ao relatório II de variáveis sócio econômicas	5
2 OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo geral	11
2.2 Objetivos específicos	11
3 MATERIAIS, MÉTODOS E PRODUTOS OBTIDOS	11
3.1 Área de estudo	11
3.2 Métodos e Produto 3 – Planilhas e shapes com atributos (indicadores).....	12
3.2.1 – Visão geral da obtenção dos sub índices e do índice sintético final (IVS).....	12
3.2.2 – Metodologia para obtenção dos componentes.....	15
4 RESULTADOS, RECOMENDAÇÕES, PRÓXIMA ETAPA	21
4 REFERÊNCIAS	23

FIGURAS

Figura 4.1: Área de estudo e seus biomas

12



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS



1 INTRODUÇÃO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Introdução

O Projeto de Cooperação Técnica BRA/IICA/14/001, cuja execução nacional está a cargo da Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável do Ministério do Meio Ambiente – SEDR/MMA por meio do Departamento de Combate à Desertificação – DCD/SEDR/MMA, tem por objetivo definir estratégias para o planejamento e implementação de ações de prevenção, controle e combate à desertificação, conforme a Estratégia Decenal da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD, consultado em 2015)”.

O presente relatório descreve a etapa de obtenção dos sub índices e índices finais, alguns já descritos no Relatório II, outros calculados nesta etapa.

Os produtos a serem entregues serão as planilhas com os índices e os shapex com os mesmos associados como atributos.

1.2 Fundamentação teórica

1.2.1 Índices de vulnerabilidade sócio econômica e de sustentabilidade

Em etapa anterior do SAP, foi extraído, por meio de uma análise multi fatorial, o Índice de Susceptibilidade Ambiental (ISA), obtido pela combinação de pesos atribuídos aos indicadores. O score resultante dessa combinação gera índices de qualidade ambiental (IQ) para cada um deles, os quais são expressos por layers de informação inseridos em um sistema de análise (Sistema de Informação Geográfica – SIG, p ex). Esses, por sua vez, também são combinados, gerando finalmente um índice final, o qual designa a sensibilidade de uma área à susceptibilidade do ambiente físico. Esse índice final é expresso por:

$$ISA = \left(\prod_{i=1}^n layer_i \right)^{1/n}$$

Onde $[layer]_i$ são os layers (planos de informação) formados por dados espacializados (mapas) cujos atributos, conforme citado acima, são pesos obtidos pelos IQ's. Muitos indicadores utilizados para analisar a suscetibilidade físico ambiental servem também para analisar a vulnerabilidade da população (Kosmas et al - ed- 1999; Brandt et al, 2003; Briguglio, 2003; Salvati et al, 2008; Gbetibouo & Ringler, 2009).

A vulnerabilidade pode ser obtida por um índice composto, que representam o grau de vulnerabilidade de uma área, de forma similar àquela utilizada para obter a susceptibilidade. Os indicadores que formam tais dimensões representam ou possuem intrinsecamente atributos referentes à forma como uma área responde à pressão, sendo ou não capaz de se adaptar, permitindo a construção, como citado, de um índice integrado (composto) que forneça o grau de vulnerabilidade de uma área. Pode-se chegar às medidas de vulnerabilidade tanto tomando-as diretamente de certos indicadores ou obtê-las por meio de outros indicadores que representem tais medidas, na falta ou dificuldade de obtenção de indicadores específicos.

A vulnerabilidade é a exposição de grupos ao estresse provocado por mudanças inesperadas e rupturas nos sistemas de vida (como a variação ou mudança climática), resultante de mudanças sócio-ambientais. • É algo inerente a uma população determinada e varia conforme características culturais, sociais e econômicas, o que implica em que aqueles que possuem menos recursos e capital, tanto econômico como humano, serão os que mais dificilmente se adaptarão e, portanto, são também os mais vulneráveis, pois a capacidade de adaptação é dada pela • riqueza, tecnologia, educação, informação, habilidades, infraestrutura, acesso a recursos e capacidade de gestão social. Assim, a vulnerabilidade, no contexto deste estudo, pode ser expressa como:

Vulnerabilidade = características inerentes à população de uma localidade + forças da natureza + uso humano + variações ou alterações climáticas

A avaliação da vulnerabilidade é formada por um conjunto diversificado de métodos e em uma variedade de contextos, com a finalidade de integrar e analisar as interações entre os seres humanos e seu ambiente físico e social, em uma perspectiva sistêmica, visando quantificar os problemas multidimensionais com base na combinação de indicadores diretos ou indiretos (proxies), que integram o potencial de exposição, sensibilidade e a resiliência social (capacidade adaptativa) em dada localidade. Tal combinação resulta em um índice composto. Uma vasta gama de variáveis pode ser considerada, de preferência levando a um modelo mais abrangente da

realidade, porém, deve-se selecionar quais indicadores são mais úteis, pois uma grande quantidade de dados demanda tempo para se analisar, a fim de se filtrar redundâncias, etc, o que exige tempo ou equipe maior (Viana & Rodrigues, 1999; Kaly, et al. 1999; Basso et al, 2000; Confalonieri, 2001; Villa & McLeod, 2002; Pratt et al, 2004; Adger, et al, 2004; Rosário, 2004; MMA - PANBRASIL, 2005; Sullivan & Meigh, 2005; Braga et al, 2006; Santos, 2008; Gbetibouo & Ringler, 2009; Hahn et al, 2009; Sullivan & Huntingford, 2009; Reynolds et al, 2011, Araújo et al 2014; Kosmas et al, A e B, 2014; Symeonakis et al 2014).

Vários métodos têm sido usados para obter tais índices compostos, mas geralmente a métrica utilizada para o cálculo desses utilizam-se as médias, a partir dos indicadores individuais e para o índice final. Tal procedimento é de aplicação simples e relativamente rápida, o que é defendido por alguns autores, pois, segundo esses, é interessante que a métrica de obtenção dos índices seja simples, de forma a que maior número de pessoas tenha condições de reproduzi-los (Confalonieri, 2001; Briguglio, 2003; Hahn et al, 2009; Figueirêdo et al, 2010; Workshop Vulnerabilidade à mudança do clima, 2015).

A abordagem voltada à obtenção de um índice de vulnerabilidade à sustentabilidade de uma comunidade (IVS), examina o capital natural, social e econômico e é condicionado a fatores físicos, entre os quais as mudanças climáticas, focando na subsistência da mesma. A segurança da subsistência das famílias necessita dessa abordagem, a fim de avaliar a vulnerabilidade dessas em relação aos fatores climáticos e mudança de clima (e riscos dessa afetar os meios de subsistência), servindo como subsídio ao planejamento de práticas de adaptação à mesma.

O IVS é obtido a partir da média de componentes, os quais, por sua vez, são formados por subcomponentes. Considera-se que cada sub componente bem como cada componente contribui igualmente para o índice geral. Essa fórmula usa uma abordagem simples de aplicar pesos iguais para todos os principais componentes. (Hahn et al, 2009; Workshop Vulnerabilidade à mudança do clima, 2015; Pratt et al, 2004; Sullivan et al A e B, 2002; Sullivan & Meigh, 2005; Sullivan & Huntingford, 2009).

A fragilidade climática e sócio ambiental do semi árido brasileiro, associado às atividades e potencial agro econômico, necessitam de identificação de suas vulnerabilidades a sustentabilidade diante de seus aspectos climáticos (Santos, 2008). As variáveis consideradas nessa abordagem podem incluir: estrutura demográfica, produção vegetal e pecuária; risco de

secas e estiagem, recursos hídricos, manejo da caatinga, espécies nativas, educação, variação populacional.

O objetivo é a resposta a avaliações de risco-perigo dos impactos climáticos e desastres sobre as comunidades. A perspectiva sócio econômica sobre vulnerabilidade explica o porquê da exposição diferencial aos riscos, o diferencial de impactos, e, mais importante, as capacidades diferenciadas para se recuperar dos impactos passados e / ou de lidar e se adaptar às ameaças futuras.

O próximo passo, após definição dos indicadores de vulnerabilidade e das métricas de obtenção dos índices a partir desses é o mapeamento da distribuição da mesma, ou seja, a espacialização do índice final, o que incorpora os atributos de sensibilidade, exposição e capacidade. Para tanto, faz-se uso de SIG. Neste tipo de trabalho, a seleção e definição da escala espacial de análise é uma questão crucial, já que a relevância de determinados indicadores muda com escala e grau de agregação de dados. Aqui também se defronta com a disponibilidade dos dados e o tipo de necessidade e objetivo da análise. Certos dados específicos e a escala espacial de maior detalhe demandam mais tempo e/ou equipe para serem obtidos. Deve-se recordar que, como citado acima, grande quantidade de dados exige análises mais refinadas de discriminação dos mesmos, a fim de se minerar quais os mais indicados e a variação espacial desses.

Uso dos indicadores relacionados à pobreza, educação, estrutura demográfica, características fundiárias, além das condições ambientais físicas são geralmente considerados nas análises de vulnerabilidade. Tais indicadores relacionam-se a recursos disponíveis à população, acesso dessa a tais recursos e fatores ambientais, estando inseridos nas categorias exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa de um sistema. De acordo com o objetivo para o qual se pretende medir a vulnerabilidade, uma mesma variável podem estar ora inserida em uma categoria ora em outra (Sullivan et al A e B, 2002; Sullivan & Meigh, 2005; Hahn et al, 2009; Sullivan & Huntingford, 2009; Figueirêdo et al, 2010). Por exemplo, um determinado perfil demográfico pode estar associado tanto à sensibilidade quanto à capacidade adaptativa, conforme a perspectiva em que se analisa.

Os tipos de categorias para este estudo são definidas abaixo, conforme adaptação baseada na literatura (Confalonieri, 2001; Sullivan et al A e B, 2002; Villa and McLeod, 2002; Briguglio, 2003; Cutter et al, 2003; Adger et al, 2004; Pratt et al, 2004; Vincent, 2004; Sullivan & Meigh, 2005; Braga et al, 2006; Eakin, & Luers, 2006; Hahn et al, 2009; Sullivan & Huntingford, 2009;

Figueirêdo et al, 2010; Sousa et al, 2010; Motta et al, 2011; Freitas & Cunha, 2012; Van der Vyver & Jordan, 2012; Workshop Vulnerabilidade à mudança do clima, 2015):

- A exposição do sistema às pressões ambientais originadas das características biofísicas (susceptibilidade físico ambiental, como aridez, geomorfometria e geomorfografia, tipos de solo e rocha, tipo de cobertura vegetal e de uso);

- A sensibilidade do sistema às pressões exercidas, avaliada pelo uso de indicadores que mostram as características sócio econômicas relacionadas ao uso e sustentabilidade (IDH, distribuição e proporção de idosos e mulheres chefes de família em uma população, proporção de população rural, gado e extrativismo)

- A capacidade de resposta às mudanças e condições ambientais, avaliada pela características da população relacionadas à densidade demográfica, população rural, crescimento populacional, regime de posse, área de estabelecimento agropecuário, atividades econômicas rurais).

1.2.2 - Análises complementares em relação ao relatório II de variáveis sócio econômicas

Os indicadores físico-ambientais e os índices obtidos a partir desses já foram explicados na primeira parte do SAP, no relatório II e sumarizados no item 1 deste relatório. Abaixo serão analisados os fatores sócio econômicos, alguns dos quais foram em parte já explanados no Relatório II. Nesta etapa do trabalho serão consideradas outras análises e perspectivas dessas variáveis, conforme descrito abaixo:

Estrutura fundiária (regime ou tipo de posse e área de propriedades)

Agricultores e criadores sem uma perspectiva estável com relação à propriedade da terra, não têm incentivos a investir em medidas de conservação do solo ou fazer investimentos de longo prazo. Os agricultores/criadores em condições de ocupante, arrendatário, etc (ou seja, não proprietários), geralmente não se preocupam com as medidas de proteção à erosão. Ao contrário, citando como exemplo as áreas de pastagem assentadas em fazendas cuidadas pelo proprietário, a intensidade e impacto de pastejo nessas é menor. O tipo de posse está relacionada, também, com a taxa de queimadas em terras com sobrepastoreio. No regime de arrendatário, ocupante, etc, as áreas geralmente estão sujeitas a taxas mais elevadas de queimada.

A má gestão da terra está intimamente relacionada com as mudanças sociais e econômicas nas áreas rurais. Quando os preços dos produtos agrícolas estão baixos e há concorrência de outros países, o resultado é a baixa renda dos agricultores. Esses têm que adotar diferentes métodos de cultivo para obter subsídios públicos. Caso contrário, são obrigados a mudar para culturas mais rentáveis ou, ainda, expandir a agricultura para áreas marginais, ou mesmo abandonar a terra e migrarem para áreas urbanas. Esses processos têm favorecido a fragmentação das propriedades, de forma a constituírem-se em parcelas cada vez menores (Bizimana et al, 2004; Tesfa & Mekuriaw, 2014).

Propriedades de grandes tamanhos (superior a 30 ha) muitas vezes apresentam impactos menores com relação à degradação da terra e desertificação em áreas de pastagem. Entre os principais atores relacionados ao uso da terra , os pequenos agricultores formam um importante grupo sócio-econômico dentro da área rural do Nordeste do Brasil. Grande número de unidades agrícolas são menores que 100 ha, e, conforme Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2009) despontam regiões com domínio de pequenos produtores posseiros e arrendatários, especialmente no Golfão Maranhense, de marcada presença de estabelecimentos rurais com menos de 5 ha, fazendo com que alguns municípios ali situados apresentem baixo índice de concentração de terras, devido à extrema fragmentação fundiária. Esses agricultores vivem em condições de marginalização com relação aos fatores ecológicos, econômicos e sociais (Sietz et al, 2006). Os pequenos agricultores têm que traçarem estratégias de atividades não-agrícolas de subsistência e, portanto, não só dependem dos recursos naturais, mas também sobre as condições sócio-econômicas. O acesso limitado à terra produtiva, água, infra-estrutura e mercados reduz o potencial de produção agrícola dos pequenos produtores. A expansão agrícola em zonas menos favoráveis como uma estratégia de sobrevivência, no entanto, impõe pressão sobre os recursos naturais e leva a uma maior degradação, a qual, por sua vez, apresenta um feed back negativo, reduzindo a produtividade agrícola. Como resultado disso e do estresse sócio-econômico (orçamento abaixo do limite mínimo para subsistência) , os investimentos nos recursos dos pequenos agricultores são incertos.

Ações relacionadas à cultivo e aplicação de políticas em áreas agrícolas são afetados pelo tamanho da propriedade . Quanto menor o tamanho da propriedade, menor as operações de preparo para cultivo, uma vez que esses agricultores não são normalmente organizados em uma base profissional. Os agricultores proprietários de fazendas com áreas maiores (superior a 30 ha) as utilizam de forma a organizar a produção agrícola em uma base mais profissional, cultivando sistematicamente a terra.

O tamanho das propriedades está relacionado às medidas de controle de erosão do solo em pastos exauridos. Propriedades de pequeno tamanho podem apresentar controle de erosão do solo adequada, provavelmente relacionados com um pequeno número de animais mantidos pelos criadores locais, evitando sobrepastoreio, porém, essa não é regra e constata-se, em várias localidades (incluindo o árido e semi árido brasileiros) o contrário. Propriedades de áreas pequenas e a população que delas extrai seus recursos são passíveis aos efeitos da degradação, o que se deve ao abandono da terra, mau uso e manejo. Este último relacionado ao regime de posse das terras, nos quais muitos não são proprietários e não tem relação estreita com sua propriedade e, mesmo quando são proprietários, os mesmos não têm práticas adequadas de manejo (Bizimana et al, 2004; Sietz et al, 2006; Lima et al, 2008; Alves et al, 2014; Kosmas et al, 2014 B; Tesfa & Mekuriaw, 2014).

O desenvolvimento rural indica que a ênfase em pequenas propriedades certamente vai exigir mais recursos a serem investidos na melhoria das capacidades de capital humano dessas, o que vai envolver um suporte ao acesso à informação (Bizimana et al, 2004).

Os pequenos agricultores, geralmente agricultores de subsistência, são mais sensíveis às mudanças climáticas e variabilidade, porque eles têm menos tecnologias e práticas de gestão. Assim, uma região com um grande número de pequenos agricultores serão mais sensíveis à mudanças climáticas do que uma região com menor número de agricultores de pequeno porte, nas áreas áridas e semi áridas. Além disso, a aprendizagem de novas técnicas e manejos sustentáveis é mais lenta, além de haver relativamente menos pesquisas sobre tais procedimentos nessas áreas. Esses aspectos, motivados pelas condições sócio econômicas e culturais, levam à degradação que, por sua vez, gera consequências que retornam a essas populações, tornando-as mais vulneráveis. Kosmas et al (2014 B) mostram alta correlação entre área de propriedade e tipo de posse, nas quais a degradação da área leva ao abandono e fragmentação de propriedades e, portanto, áreas menores passam a ser o tipo predominante de propriedade (Gbetibouo & Ringler , 2009; Reynolds et al, 2011; Kosmas et al, 2014 A e B).

Segundo Alves et al (2014), em trabalho realizado no município de Caraúbas (PB), o indicador estrutura fundiária revela que 40% das propriedades desse município tem área inferior a 50 ha, e que tal classe de área compromete a sustentabilidade dos recursos naturais, devido a exploração intensificada. Esses autores enfatizam que a heterogeneidade edafoclimática do semiárido nordestino dificulta estabelecer qual a área ideal de uma propriedade que permita a uma família do semiárido sobreviver aos impactos de uma grande seca, mas admite-se que uma

propriedade com solos pobres e carentes de pontos d'água teria que ter uma área superior a 100 ha.

Densidade população, taxa de crescimento populacional, população produtiva (envelhecimento), papel da mulher na população, distribuição de população (proporção de população urbana/rural)

A densidade populacional relaciona-se à erosão do solo em áreas de pastagem, sendo que o controle desse é mais eficaz em áreas com baixa densidade populacional. Dada as condições de semi-aridez, as condições dos solos, a disponibilidade de água da região e a capacidade de suporte da mesma, adotou-se como fator de pressão sobre o meio ambiente, a densidade igual ou superior a 50 hab/km². Para alguns autores, a densidade de 20 hab/km² é causa de grande fator de pressão no semi árido (Matallo, 1999; Laranja e Trajano, 2006). As áreas com alto índice envelhecimento (ou elevada proporção de idosos), baixa densidade populacional, e alta taxa de crescimento da população, apresentam baixo nível de implementação de políticas adequadas de planejamento (Matallo, 1999; Laranja e Trajano, 2006).

A densidade populacional é também um indicador importante em áreas afetadas pelo estresse hídrico, bem como exerce pressão sobre a cobertura vegetal devido à sobre-exploração dos recursos naturais, levando a um elevado risco de desertificação . A taxa de área queimada está relacionada com a densidade populacional em áreas afetadas pelo estresse hídrico. As áreas com alta densidade populacional são normalmente submetidas a altas taxas de área queimada, como consequência da elevada pressão sobre os recursos naturais.

A taxa de abandono de terras está relacionada tanto à condição social e econômica quanto à densidade populacional, neste caso, com a baixa densidade populacional. As áreas com altos índices de pobreza humana e com baixa densidade populacional foram caracterizadas principalmente pelas altas taxas de abandono da terra, levando à degradação das mesmas, o que é muito sensível, por exemplo, em áreas de declive considerável. Isso pode ser explicado pela migração da população rural para as áreas urbanas e, em paralelo, a inserção dessa população migratória em outros setores econômicos , como o turismo ou indústria (Salvati et al, 2008).

Elevadas taxas de crescimento populacional podem levar à super-exploração da terra, sem a aplicação de medidas para a proteção. Além disso, a taxa de crescimento da população está relacionada com a taxa de área queimada em pastos. Em áreas com alta taxa de crescimento da população, a terra é ocupada com pastos contendo grande número de animais. Sob tais

condições, os agricultores têm como prática a queimada para a promoção do crescimento de grama palatável para a alimentação do elevado contingente de gado. Além disso, os fenômenos de migração e variação da densidade populacional em alguns locais tem levado algumas propriedades a converterem de pasto para agricultura, com uso e manejo inadequados. Nesses casos, a intensificação de atividade agrícola a tem levado à degradação (Westing, 1995; Salvati & Bajocco , 2011). Áreas com elevadas taxas de crescimento populacional são caracterizadas, principalmente, pela ausência de ações voltadas ao gerenciamento de água de proveniente de escoamento (armazenamento, etc). Além disso, a implementação de políticas para a proteção ambiental está relacionada com a taxa de crescimento populacional. Em áreas com alta taxa de crescimento da população, a implementação de políticas sustentáveis é caracterizada principalmente por ter pouco investimento. Áreas com elevadas taxas de crescimento populacional são caracterizadas, principalmente, pela ausência de ações voltadas ao gerenciamento de água de proveniente de escoamento (armazenamento, etc). Além disso, a implementação de políticas para a proteção ambiental está relacionada com a taxa de crescimento populacional. Em áreas com alta taxa de crescimento da população, a implementação de políticas sustentáveis é caracterizada principalmente por ter pouco investimento. As áreas com baixas taxas de crescimento populacional foram principalmente caracterizadas como sujeitas à alta intensidade de pastejo, pois nessas áreas ocorre o estabelecimento de fazendas de profissionais com grande número de animais e, conseqüentemente, o sobrepastoreio. (Westing, 1995; Salvati & Bajocco , 2011).

Outro fator que pode se relacionar à variação populacional é a migração da população masculina e maior papel da população feminina, o que tem algumas implicações nas áreas áridas. Muitas famílias rurais não possuem as habilidades técnicas e acesso a capital necessários para envolver-se em atividades que possam gerar rendimento e favorecer uso sustentável e a disponibilidade de tempo, especialmente entre as mulheres, era um importante determinante com relação à dificuldade na busca de alternativas, já que essas tem que se dedicar a atividades domésticas e sustento mais imediato, além da dificuldade em se obter colocação no mercado e remuneração condizente, devido à discriminação e tratamento diferenciado por conta do modelo cultural da sociedade em que vivem (Sullivan et al A e B, 2002; Scott, 2007; Hahn et al, 2009; Leitão Jr, 2013).

Os indicadores sócio-econômicos e a intensidade de pastagem e extração vegetal

Nos anos 1980 e meados da década de 1990, surgiram novas formas de ocupação e de geração alternativa de emprego e renda, sendo introduzida em algumas áreas na região nordeste a atividade ceramista. Como já citado, a matriz energética de tal atividade é a lenha, provocando a escassez da vegetação de caatinga nas áreas em que a mesma é praticada. Esse nível de dependência econômica dos recursos naturais retirados de um ecossistema com baixa capacidade de recuperação e a utilização de práticas inadequadas de manejo, são alguns dos fatores, são alguns dos fatores que levam à situação de desertificação e vulnerabilidade das populações de tais localidades.

Em municípios na microrregião Chapada do Araripe, onde se localizam indústrias de gesso, o consumo de lenha pode atingir valores de até 30.000m³/mês, o que resulta em um desmatamento de aproximadamente 25ha/dia. Há super exploração da vegetação nativa e esse tipo de prática econômica ocorre no semiárido nordestino como um todo, se desenvolvendo em bases pouco sustentáveis. É necessário implementar mecanismos administrativos ou financeiros que permitam a operacionalização de propostas para reposição florestal por parte de agricultores e indústrias consumidoras de lenha e carvão, pois as práticas pouco sustentáveis aplicadas no momento põe em risco toda essa área que, pelas condições naturais reinantes, estaria propensa à desertificação o que, em médio prazo, pode agravar ainda mais sua situação e a de grande parte da população local (Drumond - coord - 2000; Laranja e Trajano, 2006; Sousa et al, 2010; Alves et al 2014; Araújo et al, 2014; Travassos e Souza, 2014).

Porém, deve-se lembrar, como já citado, o subpastoreio também pode favorecer a desertificação, devido ao crescimento da alta quantidade de biomassa inflamável, (material disponível para ignição de incêndio), levando a altas taxas de erosão e degradação da terra. Além disso, as terras que não são queimadas são invadidas por espécies lenhosas, resultando em perda de biodiversidade devido à competitividade dessas, que é também uma forma de declínio da diversidade ecológica. Portanto, uma pastagem sustentável é considerada a melhor prática de gestão de terra para proteger áreas da desertificação. Deve-se lembrar os efeitos do gado caprino sobre a pastagem, o qual avança de forma mais voraz do que o gado bovino sobre a vegetação, impactando fortemente a cobertura vegetal no semi árido. (MMA - PANBRASIL, 2005; Sietz et al, 2006; Agricultural University of Athens - comp - 2008; Lima et al, 2008; Alves et al, 2009; IBGE, 2009; Feitosa et al, 2010; Santini et al, 2010; Sousa et al, 2010; Kosmas et al, 2012; Nunes et al, 2013; Symeonakis et al, 2014).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Obtenção de um índice composto de vulnerabilidade à sustentabilidade.

2.2 Objetivos específicos

- Obtenção dos sub índices que formam os sub componentes e componentes relacionados à vulnerabilidade à sustentabilidade;
- Obtenção do índice final de vulnerabilidade à sustentabilidade e associação desse aos shapes.

3 MATERIAIS, MÉTODOS E PRODUTOS OBTIDOS

3.1 Área de estudo

A região está localizada no semiárido brasileiro, e inclui os estados do Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Sergipe, Piauí e o norte do Espírito Santo e de Minas Gerais.

O limite da área de estudo foi estabelecido pela SUDENE e está inserida nas zonas semiáridas, sub-úmida seca, sub-úmida-úmida e úmida. A cobertura vegetal da região compreende 4 biomas sendo estes os seguintes: Floresta Amazônica, Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica (Figura 1).

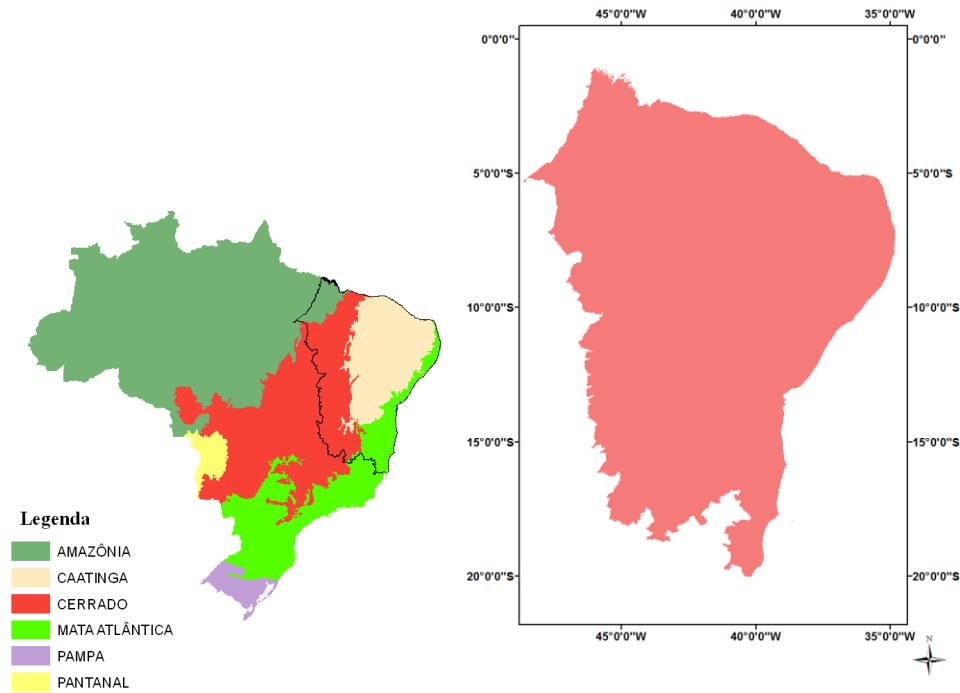


Figura 1 Delimitação da área de estudo e seus biomas

Os materiais utilizados foram:

Dados disponíveis no IBGE, Fundação João Pinheiro e do projeto SAP 1;

Malha municipal IBGE;

Softwares ArcGis 10, Excel 2007

3.2 Métodos e Produto 3 – Planilhas e shapes com atributos (indicadores)

3.2.1 – Visão geral da obtenção dos sub índices e do índice sintético final (IVS)

A obtenção dos indicadores e respectivos índices básicos e taxas extraídos desses estão explicados no Relatório II. Foram selecionados aqueles mais utilizados e adequados, segundo a literatura. Os dados utilizados para a extração dos índices e taxas foram obtidos do Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA (<http://www.sidra.ibge.gov.br/>). Abaixo segue a descrição da obtenção dos índices voltados à vulnerabilidade e ao índice composto final (IVS).

3.2.1.1 Métrica utilizada na obtenção dos índices à vulnerabilidade

Normalização de dados, devido à diversidade de tipos e escalas de dados:

$$Index_{S_dA} = \frac{S_d - S_{min}}{S_{max} - S_{min}}$$

Onde S_d é o valor de um sub índice observado em determinado município de um Estado, S_{min} e S_{max} são, respectivamente, os valores mínimos e máximos de tal índice para os municípios desse Estado.

Quando o valor maior do sub índice representa menor situação de vulnerabilidade, então:

$$Index_{S_dB} = 1 - Index_{S_dA}$$

Após padronizados, foram obtidos os índices de cada componente por meio da média de cada sub componentes que os compõem:

$$M_d = \frac{\sum_{i=1}^n Index_{S_d^i}}{n}$$

O Índice de Vulnerabilidade à Sustentabilidade (IVS), que é o índice composto final, é dado por:

$$\frac{\sum_{i=1}^n w_{m_i} M_{di}}{\sum_{i=1}^n w_{m_i}}$$

Onde w_{m_i} é o número de sub componentes que formam a componente M_{di}

Assim, para este trabalho tem-se:

Componente de estrutura e dinâmica demográfica é formado por 3 sub componentes: Proporção de População Rural, Taxa de Crescimento Geométrico entre anos 2000 e 2010 e Densidade Demográfica;

Componente demográfico com relação à população produtiva, formado por 2 sub componentes: Proporção de pensionistas e Índice de Envelhecimento;

Componente demográfico em relação ao papel da mulher na população, formado por 3 sub componentes: Razão de Sexo, Proporção de população feminina rural e proporção de mulher chefe de família;

Componente estrutura fundiária, formado por 2 sub componentes: Regime de posse e área de estabelecimentos rurais;

Componente atividade econômica rural, formada por 2 sub componentes: rebanho (densidade total, ou seja, de gados caprino e bovino) e extrativismo (média da produção de madeira, carvão e lenha);

Componente condições econômicas, educacionais e longevidade, dada pelo sub componente IDH-M, a qual integra essas 3 variáveis;

Componente físico-ambiental: dado por 3 sub componentes, representados por índices de qualidade: climática (índice de aridez), do terreno (o qual integra Pedologia, Geomorfologia e Geologia) e do manejo (integra classe de vegetação e/ou de tipo de uso).

Obtenção do IVS = $(3 \times \text{componente estrutura e dinâmica demográfica} + 2 \times \text{componente população produtiva} + 3 \times \text{componente papel da mulher na população} + 2 \times \text{componente estrutura fundiária} + 2 \times \text{componente atividade econômica rural} + \text{componente condições econômicas, educacionais e longevidade} + 3 \times \text{componente físico-ambiental}) / 16$

Deve-se ressaltar que a participação de cada sub índice bem como carência de dados afetam a análise global. Os valores de cada sub índice bem como o fato de que a vulnerabilidade é composta por vários fatores relacionados à exposição, resiliência, etc, pode gerar resultado não totalmente correspondente à realidade. Para um determinado município, p ex, razão de sexo e de índice de envelhecimento podem ter valores favoráveis e “puxar” para baixo o índice de vulnerabilidade, ainda que outros componentes tenham pesos elevados para a mesma (Sullivan et al A e B, 2002; Villa & McLeod, 2002; Pratt et al, 2004; Vincent, 2004; Sullivan & Meigh, 2005; Eakin, & Luers, 2006; Gbetibouo & Ringler, 2009; Hahn et al, 2009; Sullivan & Huntingford, 2009; Figueirêdo et al, 2010; Tiburcio & Correa, 2012; Van der Vyver & Jordan, 2012; ; Leitão Jr, 2013; Van der Vyver, 2013; Workshop Vulnerabilidade à mudança do clima, 2015).

3.2.2 – Metodologia para obtenção dos componentes

Abaixo segue a descrição da obtenção dos sub componentes e componentes para este trabalho.

I Componente EXTRACAO VEGETAL E GADO

- ✓ Sub componente extracao vegetal:

Normalização de dados da producao carvao, lenha e madeira; obtenção da média dos valores normalizados para cada municipio.

- ✓ Sub componente densidade de gado:

Normalização da densidade de gado total (rebanhos caprino e bovino).

Obtenção da componente EXTRACAO VEGETAL E GADO: (sub componente extração vegetal + sub componente densidade de gado)/2.

II Componente ESTRUTURA FUNDIÁRIA

- ✓ Sub componente regime de posse:

Para regime de posse, adotou-se a frequencia (classe de tipo de posse/ total de tipos de posse, em %, conforme disponível no Sidra), extrapolando a moda para o município. Foi considerada nessa variável o regime de posse a somatória das seguintes atividades econômicas: Lavoura temporária + Horticultura e floricultura + Lavoura permanente + Pecuária e criação de outros animais + Aquicultura.

O regime de posse possui as seguintes classes:

P = proprietario As = assentado, Ar = arrendatario, Pa = parceiro, O = ocupante, PSA = produtor sem área.

Valores atribuídos adaptados conforme Kosmas et al - ed- 1999; Agricultural University of Athens - comp - 2008; Kosmas et al, A e B, 2014. Considera que proprietário tende a cuidar melhor da terra, já ocupado e temporário, tende a não ter o mesmo cuidado. Regime de posse, normalizando tem-se:

$P = 0, Pa = 0.2, Ar = 0.4, As = 0.6, O = 0.8, PSA = 1$

✓ Sub componente área da propriedade:

Para área de estabelecimentos, foi considerada a área total dos mesmos, e não apenas a área de atividade econômica. Adotou-se a frequência (classe área de propriedade/ total de classes de área de propriedades, em %, conforme disponível no Sidra) extrapolando a moda para o município. A área de estabelecimentos é dividida em intervalos nas seguintes classes:

A = <2ha B = 2<5ha C = 5<10ha D = 10>20ha E = 20<50ha F = 50<100ha G = >100ha

Valores atribuídos adaptados conforme Kosmas et al - ed- 1999; Agricultural University of Athens - comp - 2008; Kosmas et al, A e B, 2014. Quanto menor a área, mais fragmentada e de proprietários que não cuidam de forma sustentável. Áreas grandes, apesar de impacto de grandes culturas e pastagem, tendem a ser cuidadas de forma mais sustentável. Área de propriedade, normalizando tem-se:

G = 0 , F = 0.16, E = 0.33, D = 0.5, C = 0.66, B = 0.83, A = 1

No caso de empate entre as modas dos sub componentes regime de posse e área de estabelecimento, optou-se por uma análise mais conservadora, selecionando a classe mais propensa (ou seja, a maior valor) à vulnerabilidade como a representativa do município.

Obtenção da componente ESTRUTURA FUNDIÁRIA = (sub componente regime de posse + sub componente área de propriedade)/2.

III Componente IDHM

IDHM é síntese extraída da renda, educação e longevidade.

Obtenção da componente IDHM:

Normalização dos valores de IDHM. No caso do IDHM, o valor menor representar maior impacto.

Como esse indicador é de caráter multitemporal e no intervalo analisado houve mudanças nas divisões políticas de alguns municípios (criação de municípios novos, etc), adotou-se a análise de áreas mínimas, na qual são utilizados os valores do censo de 2000 e para 2010 somam-se os valores dos 2 municípios (o antigo e o novo), ou seja, como se a área fosse a mesma nesse

intervalo, ou ainda, como se tal município não tivesse sido criado. Tal método acarreta um enviesamento na análise, porém, esse é um erro inerente. (Bremaeker, 2011).

IV Componente ESTRUTURA DEMOGRÁFICA – DISTRIBUIÇÃO E TAMANHO DE POPULAÇÃO

- ✓ Sub componente densidade demográfica:

Normalização dos dados de densidade demográfica .

- ✓ Sub componente população rural:

Proporção de população rural. Como tinha disponível a proporção de população urbana, em %, obteve-se a proporção de população rural por 100 - população urbana, após o qual procedeu-se à normalização dos dados de proporção de população rural.

- ✓ Sub componente taxa de crescimento populacional:

Normalização dos dados de TCGM. Para valores negativos, aplicou-se o inverso, pois valor negativo indica maior vulnerabilidade, já que implica, para a população, em maior envelhecimento, mais migração e menos população ativa e que poderia implementar técnicas sustentáveis, gerando, assim, maior número de áreas abandonadas, entre outros aspectos que afetam a sustentabilidade.

Obtenção da componente **ESTRUTURA DEMOGRÁFICA – DISTRIBUIÇÃO E TAMANHO DE POPULAÇÃO** = (sub componente densidade demográfica + sub componente população rural + sub componente TCGM)/3.

O valor de densidade demográfica que impacta mais sobre a vulnerabilidade se situa em ≥ 20 Hab/km², dada as condições de solo, aridez, disponibilidade de água, sendo esse um indicador que informa tanto as condições do ambiente físico como sobre o nível de qualidade de vida dessas populações (Matallo, 1999; Trajano, 2005; Laranja e Trajano, 2006).

Áreas urbanas podem estar também inseridas nas áreas afetadas pela degradação e desertificação, principalmente porque áreas urbanas incluem pequenas cidades, vilarejos, etc, bem como porque nessas podem existir atividades que levam a esse tipo de degradação (Crepani et al, 2008; Feitosa et al, 2010; Araújo et al 2014) . Assim, em alguns dos sub componentes são utilizados os valores totais de população (população urbanas + população rural).

Com relação à distribuição de população, a população rural total tem peso considerável na vulnerabilidade de um município, caso a proporção dessa seja grande. Quanto maiores os valores de densidade demográfica, proporção de população rural e tçgm, mais pressão sobre recursos e exposição à degradação, bem como maior é a dependência aos recursos e uso desses e/ou acesso a alternativas para se melhorar trabalho e renda, no que se refere à população rural. Portanto, tais fatores levam à maior vulnerabilidade (Organização Pan-Americana de Saúde, 2002; Sullivan et al A e B, 2002; Villa & McLeod, 2002; Brandt et al, 2003; Briguglio, 2003; Adger, et al, 2004; Pratt et al, 2004; Vincent, 2004; Sullivan & Meigh, 2005; SVENSON, 2005; Braga et al, 2006; Wong & Carvalho, 2006; Barbieri & Confalonieri - coord, 2008; Gbetibouo & Ringler, 2009; Hahn et al, 2009; Sullivan & Huntingford, 2009; Kosmas et al, 2012; Kosmas et al, 2014 A e B; Figueirêdo et al, 2010; FREITAS & Cunha, 2012; Santos, 2008; Sousa et al, 2010; Araújo et al 2014;).

V Componente ESTRUTURA DEMOGRAFICA – RAZÃO DE SEXOS E PAPEL DA MULHER

- ✓ Sub componente razão de sexos:

A partir de razão de sexo rural e urbana, obtve-se a razão total ((homens urbanos + rurais)/ (mulheres urbanas + rurais)). Normalizou-se a razão de sexos; no caso da mesma, o valor menor representar maior impacto, então aplicou-se o inverso.

- ✓ Sub componente proporção de população feminina rural em relação à população feminina total:

Obtenção da proporção por (população feminina rural)/(população feminina rural + população feminina urbana) e normalização dos resultados.

- ✓ Sub componente proporção de mulheres chefes de família:

A partir do total de mulher chefe de família em áreas urbana e rural, obteve-se a proporção ((mulheres chefes de família urbanas + mulheres chefes de família rurais) / (famílias urbanas + famílias rurais)) e normalizou-se os valores obtidos.

Obtenção da componente **ESTRUTURA DEMOGRAFICA – RAZÃO DE SEXOS E PAPEL DA MULHER** = (sub componente razão de sexos + sub componente proporção de população

feminina rural em relação à população feminina total + sub componente proporção de mulheres chefes de família)/3

Com relação à distribuição de população, a população feminina rural têm peso considerável na vulnerabilidade de um município, caso a proporção dessas seja grande, pois maior é a dependência aos recursos e uso desses e/ou acesso a alternativas para se melhorar trabalho e renda, no que se refere à população feminina, levando à maior vulnerabilidade (Organização Pan-Americana de Saúde, 2002; Scott, 2007; Leitão Jr, 2013).

VI Componente ESTRUTURA DEMOGRAFICA – ENVELHECIMENTO DA POPULAÇÃO, população ativa

- ✓ Sub componente proporção de pensionistas: % de pensionistas de área urbana + pensionistas de área rural; normalização dos resultados.
- ✓ Sub componente índice de envelhecimento: Obtenção do índice
(([população urbana + rural] \geq 65 anos) / ([população urbana + rural] \leq 15 anos));
normalização dos resultados.

Obtenção da componente ESTRUTURA DEMOGRAFICA – ENVELHECIMENTO DA POPULAÇÃO = (sub componente proporção de pensionistas + sub componente índice de envelhecimento)/2.

Razão entre os componentes etários extremos da população, representados por idosos e jovens.

Valores elevados desse índice indicam que a transição demográfica encontra-se em estágio avançado. Acompanhar a evolução do ritmo de envelhecimento da população, comparativamente entre áreas geográficas e grupos sociais. Contribuir para a avaliação de tendências da dinâmica demográfica.

Esse índice dá ideia da tendência de envelhecimento e quão é vulnerável: idosos são mais vulneráveis, também não é índice de dependência, mas se relaciona, pois indica escassez de população em idade produtiva.

Observação: Há municípios com dados faltantes, pois ou não se encaixavam nos requisitos considerados pelo IBGE para enquadrá-los em alguma categoria ou pela não obtenção dos mesmos. Na Paraíba, p ex, há municípios com famílias com menor número de integrantes do que

aqueles considerados, devido falhas na aquisição dos dados, ou áreas situadas em terras indígenas, o que não se encaixa nos mesmos critérios adotados para população em geral.

VII Componente FÍSICO AMBIENTAL

Os dados obtidos para os municípios eram por fração de susceptibilidade física para os mesmos. Neste trabalho, adotou-se a moda:

Os IQ's, físicos ambientais, como citado no item 1, representam síntese que expressa a qualidade ambiental a partir das variáveis do terreno (solo, relevo e Geologia), uso/cobertura e clima, indicando a susceptibilidade física. A partir do temático de classes de susceptibilidade no intervalo de baixa à muito alta, transformei em valor numérico e associei a valor normalizado, como descrito abaixo:

IQ terreno: baixa media alta: 1 2 3

IQ climático: baixa media alta: 1 2 3

IQ uso: baixa media alta muito alta: 1 2 3 4

Valores normalizados:

IQ terreno: 1 2 3 → 0 0.5 1

IQ climático: 1 2 3 → 0 0.5 1

IQ uso: baixa 1 2 3 4 → 0 0.33 0.66 1

Sub índice IQ terreno: geologia, geomorfologia e pedologia

Sub índice IQ climático: índice de aridez

Sub índice IQ uso: uso/cobertura

Os dados de IQ de cada sub componente estavam associados aos shapes de municípios de cada Estado, por fração (%) de cada classe (de baixa à muito alta). Procedeu-se, então, à extração da maioria da classe (moda) para esses municípios, sendo posteriormente, normalizados entre 0 e 1 e incorporados ao índice de vulnerabilidade sócio econômica, para obtenção do índice composto final.

4 RESULTADOS, RECOMENDAÇÕES, PRÓXIMA ETAPA

A próxima etapa do trabalho constará da espacialização dos resultados obtidos pelo IVS, ou seja, o mapeamento, bem como uma análise mais detalhada dos resultados, porém nesta etapa já podem ser consideradas algumas questões e análises que seguem abaixo.

Observa-se que os valores de um sub índice podem enviesar ou distorcer o valor global, ou seja, o valor do índice composto final, devido à utilização da média. Isso explica valores que, a priori, não são aqueles esperados para certos municípios, a partir de informações prévias desses. Como exemplo, municípios como Colatina (ES) e Serro (MG) possuem IDH bastante favorável a esses municípios, porém, os valores da composição demográfica em geral bem como aspectos físicos “puxam” a vulnerabilidade à sustentabilidade para um índice elevado. Ao contrário, o município Castelo do Piauí (PI) apresenta baixo índice de vulnerabilidade à sustentabilidade, pois os sub índices para os componentes físico ambiental, fundiário e outros são baixos, apresentando valores mais elevados para sub índices como IDH e composição demográfica referente à distribuição e tamanho.

Apesar da obtenção rápida e simples dos índices por essa metodologia, futuramente é recomendável utilizar outras análises a fim de se discriminar melhor quais variáveis melhores para serem usadas. Porém, isso exige maior tempo, utilização de ferramentas estatísticas mais elaboradas, etc. Também pode-se analisar melhor o uso da média ponderada, para se definir peso correto, o que varia conforme a expertise de outros analistas, literatura, tipo de média a ser utilizada (Villa & McLeod, 2002; Pratt et al, 2004; Barbieri & Confalonieri - coord, 2008; Hahn et al, 2009; Tiburcio & Correa, 2012; Van der Vyver, 2013; Workshop Vulnerabilidade à mudança do clima, 2015).

Propõem-se testar uso de pesos conforme a fração de certo indicador no município, no lugar de se usar a moda. Assim, se um município tem, p ex, 3 faixas de % de tipo de área de estabelecimento e de índices físicos, esse % seria o valor de peso, extraindo-se a média ponderada desses para o município.

Outra sugestão é atribuir pesos conforme a categoria relacionada à vulnerabilidade em que se enquadrem os componentes, conforme literatura e consulta a pessoas que tenham a expertise para tal. A priori, baseando-se em Sullivan et al A e B, 2002; Sullivan & Meigh, 2005;

Sullivan & Huntingford, 2009; Van der Vyver & Jordan, 2012; Vincent, 2004 entre outros, segue abaixo alguns pesos sugeridos:

peso 1 → exposição: susceptibilidade física (uso/cobertura, solo, relevo, geologia)

peso 2 → sensibilidade: IDH, estrutura demográfica em relação a sexo (razão de sexo, proporção de mulher rural e de mulher chefe de família), estrutura demográfica em relação à idade (índice de envelhecimento, proporção de pensionista)

peso 3 → apacidade adaptativa: regime de posse/área de estabelecimento, extrativismo/gado, estrutura demográfica em relação à distribuição e tamanho da população (densidade demográfica, TCGM, proporção de população rural).

Observou-se que a proporção de mulher em condição de chefe de família é maior na área urbana do que na área rural, porém, analisando-se com relação às demais regiões do Brasil, a proporção de mulher chefe de família em área rural é maior na região Nordeste. Quanto maior a proporção de mulher em área rural em relação ao total de mulheres num município, mais vulnerável é esse município. A maior proporção de mulheres na condição de chefes de família indica maior migração/morte de população masculina. O desequilíbrio de sexos é crítico como o desequilíbrio de faixa etária, indicando maior vulnerabilidade. Entretanto deve-se ressaltar que uma tendência que vem se observando é que, conforme a perspectiva de análise, a presença de idosos e mulheres e, mais, a intersecção dessas duas condições, pode significar um “alívio” na pressão exercida sobre certas populações, pois os ganhos com pensão tornam esse tipo de população uma base de sustentação de muitas famílias. Por outro lado, isso significa, se esses números subirem muito, um gasto público preocupante devido à manutenção de tais benefícios (Organização Pan-Americana de Saúde, 2002; Wong & Carvalho, 2006; Scott, 2007; Barbieri & Confalonieri - coord, 2008; Camarano & Abramovay, 2014).

Tem-se observado no Nordeste que a razão de sexo de alguns municípios apresentam maior valor para homens (principalmente ao se analisar determinadas faixas etárias), devido à migração de mulheres, o que antes era um fenômeno restrito aos homens. Porém, a migração feminina ainda não ocorre de forma tão elevada como nas regiões Sul e Sudeste (Camarano & Abramovay, 2014).

Alguns municípios de pequeno tamanho possuem área urbana considerável. A vulnerabilidade nesses é induzida, entre outros fatores, pelas atividades praticadas de forma não sustentável tanto na parte rural como na parte urbana, o que leva a uma degradação intensa.

Como exemplo, o município de Gilbués (PI) tem um histórico de uso por mineração o qual levou a um estado de elevada degradação de solos. Além dessa atividade, o sobrepastoreio e uso agrícola inadequado bem como alguns tipos de uso urbanos atuaram, em conjunto, promovendo um considerável estado de degradação ambiental, o que, associado a alguns fatores demográficos, fundiários, entre outros, leva a um certo grau de vulnerabilidade. Entretanto, observa-se que o valor do IVS não é tão elevado.

Isso se deve ao já explicado fato de que o valor de alguns componentes enviesarem o valor do índice final. Observa-se em Gilbués que o valor de vulnerabilidade para a componente relacionada à extração vegetal e gado e para a componente composição etária são baixos. Com relação à primeira, o padrão de pecuária atual é formado por rebanhos pequenos criados em áreas pouco extensas, o que explicaria os baixos valores para esse sub índice, pois pode indicar menos impacto, uma vez que haveria menor sobrepastoreio e um uso mais sustentável da terra por parte de uma população que tem menos condições de manter tal tipo de uso, levando-se em consideração que o fator área menor leva a uma maior vulnerabilidade, como já explicado, o que seria compensado pela baixa densidade de gado (o componente fundiário é de 0,5 neste município). Para o fator relacionado à composição etária, como esse considera sub componente pensionista, esse pode afetar o valor final desse índice. Esses fatores necessitam, entretanto, melhor avaliação (Crepani et al, 2008; Silva, 2013 e Patrício et al, 2015).

4 REFERÊNCIAS

- Adger, W. N., Brooks, N., Bentham, G., Agnew, M., & Eriksen, S. New indicators of vulnerability and adaptive capacity (Vol. 122). Norwich: Tyndall Centre for Climate Change Research. 2004.
- Agricultural University of Athens (comp). DESIRE Project - WB2 Manual for describing land degradation indicators. 2008.
- Alves, J. J. A., de Araújo, M. A., & do Nascimento, S. S. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. *Revista Caatinga*,22(3). 2009. 126-135.
- Alves, T. L. B., de Azevedo, P. V., & Silva, M. B. R. Caracterização dos indicadores de degradação ambiental (desertificação) no município de Caraúbas-PB. XI Congresso Nacional de Meio Ambiente. 1-8. 2014.

- Araújo, F. T. V., Nunes, A. B. A., & de Souza Filho, F. D. A. Desertificação e pobreza: existe um equilíbrio de baixo nível?. *Revista Econômica do NE*, v. 45, n. 1, p. 106-119, jan./mar., 2014.
- Barbieri, A. F.; & Confalonieri, U. E. C. (coordenadores). *Mudanças climáticas, migrações e saúde: cenários para o Nordeste, 2000 a 2050*. Belo Horizonte: UFMG. (2008).
- Basso, F., Bove, E., Dumontet, S., Ferrara, A., Pisante, M., Quaranta, G., & Taberner, M. Evaluating environmental sensitivity at the basin scale through the use of geographic information systems and remotely sensed data: an example covering the Agri basin (Southern Italy). *Catena*, 40(1), 2000. 19-35.
- Bizimana, C., Nieuwoudt, W. L., & Ferrer, S. R. Farm size, land fragmentation and economic efficiency in southern Rwanda. *Agrekon*, 43(2), 2004. 244-262.
- Braga, T. M., Oliveira, E. L. D., & Givisiez, G. H. N. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. *São Paulo em Perspectiva*, 20(1), 2006. 32-43.
- Brandt, J., Geeson, N., & Zucca, C. A Desertification indicator system for Mediterranean Europe (DIS4ME). 2003.
- Bremaeker, F. E. J. Áreas mínimas de comparação entre os censos de 2000 e 2010: população (estudo técnico nº 125). 2011. www.tmunicipal.org.br.
- Briguglio, L. The vulnerability index and small island developing states: A review of conceptual and methodological issues. In: AIMS Regional Preparatory Meeting on the Ten Year Review of the Barbados Programme of Action. 2003.
- Camarano, A. A.; & Abramovay, R. Êxodo rural, envelhecimento e masculinização no Brasil: panorama dos últimos cinquenta anos. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 15(2), 45-65. 2014.
- Confalonieri, U. E. C. Global environmental change and health in Brazil: review of the present situation and proposal for indicators for monitoring these effects in: Hogan, H.J and M.T. Tolmasquim. *Human Dimensions of Global Environmental Change – Brazilian Perspectives*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2001.
- Crepani, E.; Medeiros J.S. de; Palmeira, A.F. & Silva, E. F. da –Banco de Dados Geográficos dos municípios de Gilbués e Monte Alegre do Piauí (PI) (municípios pertencentes ao Núcleo de Desertificação de Gilbués. São José dos Campos: INPE. 2008. 254 p.
- Cutter, S.L.; Boruff, B.J & Shirley W.L.: Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly*, vol. 84, nº 2. Oklahoma. 2003. p.242-261.
- Drumond, M. (coord.). *Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga: estratégias para uso sustentável da biodiversidade da Caatinga*. Embrapa Semi-Árido. 2000.

- Eakin, H. & Luers, A. L. Assessing the vulnerability of social-environmental systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 2006, 31.1: 365.
- Feitosa, P. H. C., Andrade, K. D. S., Barbosa, M. P., & do Nascimento Ribeiro, G. Estudo comparativo das vulnerabilidades no cenário Seca/desertificação em municípios do semiárido brasileiro e norte de Portugal. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 5(3). 2010.
- Figueirêdo, M. C. B.; Vieira, V. P. P. B.; Mota, S.; Rosa, M. F. & Miranda, S. *Análise da Vulnerabilidade Ambiental*. Documentos 127. Embrapa. 2010.
- Freitas, M. I. & Cunha, L. Modelagem de dados socioambientais visando estudos de vulnerabilidade: O caso de 17 concelhos do centro de Portugal. *Revista Geonorte, Edição Especial*, V.1, N.4, pp. 816–829. 2012.
- Gbetibouo, G. A., & Ringler, C. Mapping South African farming sector vulnerability to climate change and variability: A subnational assessment. International Food Policy Research Institute (IFPRI) and Center for Environmental Economics and Policy in Africa (CEEPA). 2009.
- Hahn, M. B., Riederer, A. M., & Foster, S. O. The Livelihood Vulnerability Index: A pragmatic approach to assessing risks from climate variability and change—A case study in Mozambique. *Global Environmental Change*, 19(1). 2009. 74-88.
- IBGE. *Censo Agropecuário 2006: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação*. 2009.
- Kaly, U., Briguglio, L., McLeod, H., Schmall, S., Pratt, C., & Pal, R. Environmental Vulnerability Index (EVI) to summarise national environmental vulnerability profiles. SOPAC technical report 275, 1999.
- Kosmas, C., Kirkby, M., and Geeson, N. (ed) *The Medalus project Mediterranean desertification and land use - Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification*. European Commission, European environment and climate research program – Theme: Land resources and the threat of desertification and soil erosion in Europe (Project ENV4 CT 95 0119), 1999.
- Kosmas C., Karavitis C., Kairis O., Kounalaki A., Fassouli V., & Tsesmelis D. Using indicators for identifying best land management practices for combating desertification. Agricultural University of Athens. DESIRE Project. 2012.
- Kosmas, C., Kairis, O., Karavitis, C., Ritsema, C., Salvati, L., Acikalin, S., ... & Qinke, Y. Evaluation and selection of indicators for land degradation and desertification monitoring: methodological approach. *Environmental management*, 54(5), 2014 (A). 951-970.
- Kosmas, C., Kairis, O., Karavitis, C., Acikalin, S., Alcalá, M., Alfama, P., ... & Zagal, E. An exploratory analysis of land abandonment drivers in areas prone to desertification. *Catena*. 128, 2014 (B). 252-261.

Laranja, R. E. P.; Trajano, V. A. Elementos de análise de processos de desertificação em comunidades rurais do Seridó, RN. In: Moreira, E (org) Agricultura familiar e desertificação. Ed UFB. 2006. 241-252.

Leitão Jr, A. M. (organizador). Pesquisa básica de vulnerabilidade socioeconômica. DNIT/Ministério dos Transportes. 2013.

Lima, J. S., Cruz, C. E. B., Brito, A. V. D. C., Farias, R. M. D. O.; Mayorga, M. I. D. O. Hierarquização dos agropolos cearenses segundo o índice de degradação ambiental. Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, SOBER, 46. 2008.

Matallo, H. A desertificação no mundo e no Brasil. In: Schenkel, C. S.; Matallo, H. (org.). Desertificação. UNESCO, 1999. 9-25.

MMA - PAN BRASIL. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca. Ministério do Meio Ambiente. 2005.

Motta, R. S.; Hargrave, J.; Luedemann, G.; Gutierrez, M B S. (ed) Mudança do Clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios. IPEA, 2011.

Nunes, M. D. V., Lima, S. D. O., Lemus Erasmo, E. A., Brito, D. R., Miranda, V. C., Chiesa, V. B., & Batista Neto, J. J. Atributos físicos de um Gleissolo mantido sob dois sistemas de criação: Bovino e Ovinocaprino, localizado no sul do estado do Tocantins. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 4(4). 2013. 310-315.

Organizacao Pan-Americana de Saúde. Cap 3 - Fichas de qualificação de indicadores. In: Indicadores básicos para a saúde no Brasil: conceitos e aplicações. Organizacao Pan-Americana de Saúde. 2002.

Patrício, M. C. M.; Silva, V. M. A.; Ramos, A. R. D. Gilbués - núcleo de desertificação do Piauí, caracterização física, variabilidade climática e impactos ambientais. *Revista Polemica* v 11, n 3 <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/3738/2619>. Consultado em 2015.

Pratt, C. R., Kaly, U. L., & Mitchell, J. Manual: how to use the environmental vulnerability index (EVI). SOPAC & UNEP. 2004.

Reynolds, J. F., Grainger, A., Stafford Smith, D. M., Bastin, G., Garcia-Barrios, L., Fernández, R. J., ... & Zdruli, P.) Scientific concepts for an integrated analysis of desertification. *Land Degradation & Development*, 22(2). 2011. 166-183.

Reynolds, J. F., Grainger, A., Stafford Smith, D. M., Bastin, G., Garcia-Barrios, L., Fernández, R. J., ... & Zdruli, P.) Scientific concepts for an integrated analysis of desertification. *Land Degradation & Development*, 22(2). 2011 166-183.

Rosário, L. Indicadores de desertificação para Portugal Continental. Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, Portugal. 2004.

- Salvati, L., M. Zitti, and T. Ceccarelli. Integrating economic and environmental indicators in the assessment of desertification risk: a case study. *Applied Ecology and Environmental Research* 6.1. 2008. 129-138.
- Salvati, L.; Bajocco, S. Land sensitivity to desertification across Italy: past, present, and future. *Applied Geography*, 31(1). 2011. 223-231.
- Santini, M., Caccamo, G., Laurenti, A., Noce, S., & Valentini, R. A multi-component GIS framework for desertification risk assessment by an integrated index. *Applied Geography*, 30(3), 2010. 394-415.
- Santos, A. S. Vulnerabilidades socioambientais diante das mudanças climáticas projetadas para o semi árido da Bahia. Dissertação, UnB, 2008.
- Scott, R. P. Ruralidade e mulheres responsáveis por domicílios no Norte e no Nordeste. *Estudos Feministas*, 15(2), 425-436. (2007).
- Sietz, D., Untied, B., Walkenhorst, O., Lüdeke, M. K. B., Mertins, G., Petschel-Held, G., & Schellnhuber, H. J. Smallholder agriculture in Northeast Brazil: assessing heterogeneous human-environmental dynamics. *Regional Environmental Change*, 6(3), 2006. 132-146.
- Silva. I. A. S. Degradação ambiental em Gilbués-PI: bases conceituais, condicionantes geoambientais e impactos na paisagem. *Revista Equador (UFPI)*, Vol. 1, Nº 1, p. 14 – 29. 2013.
- Sousa, R. F., Fernandes, M. F.; Barbosa, M. P. (2010). Vulnerabilidades, semi-aridez e desertificação: cenários de riscos no Cariri paraibano. *OKARA: Geografia em debate*, 2(2). 2010. 128-206.
- Sullivan, C; Meigh J. R.; & Fediw, T. S. Derivation and Testing of the Water Poverty Index Phase 1. Final Report May 2002 (A). Volume 1- Overview
- Sullivan, C. A.; Meigh, J. R. and Fediw, T. S. Derivation and Testing of the Water Poverty Index Phase 1. Center for Ecology and Hydrology - Department for International Development. 2002 (B).
- Sullivan, C., & Meigh, J. Targeting attention on local vulnerabilities using an integrated index approach: the example of the climate vulnerability index. *Water science & technology*, 51(5), 2005. 69-78.
- Sullivan, C. A., & Huntingford, C. Water resources, climate change and human vulnerability. In 18th World IMACS/MODSIM Congress, Cairns/Australia. 2009.
- Svenson, L. Socio-economic Indicators for Causes and Consequences of Land Degradation. LADA Technical Paper FAO, 2005, 2-3.
- Symeonakis, E., Karathanasis, N., Koukoulas, S., & Panagopoulos, G. Monitoring sensitivity to land degradation and desertification with the environmentally sensitive area index: the case of Lesvos island. *Land Degradation & Development*, 22. 2014. 184–197.

- Tesfa, A.; Mekuriaw, S. The effect of land degradation on farm size dynamics and crop-livestock farming system in Ethiopia: a review. *Open Journal of Soil Science*, 4, 2014. 1-5. (<http://www.scirp.org/journal/ojss>).
- Tibúrcio, L. H.; Corrêa, M. D. P. (2012). Análise da vulnerabilidade da microrregião de Itajubá por meio do IVG com vistas à mitigação dos impactos causados pelas mudanças climáticas. *Ambiente & Sociedade*, 15(3), 123-139.
- Trajano, V. A. Um olhar sobre as comunidades rurais de Cachoeira, Juazeiro e Santo Antônio da Cobra no município de Parelhas/RN: elementos para uma análise de processos de desertificação. Dissertação Geografia, UnB, 2005.
- Travassos, I. S.; de Souza, B. I. Os negócios da lenha: indústria, desmatamento e desertificação no Cariri paraibano. *GEOUSP: Espaço e Tempo*. 18(2). 2014. 329-340.
- UNCCD. <http://www.unccd.int/en/about-the-convention/Pages/About-the-Convention.aspx>. Consultado em 2015.
- Van der Vyver, C. Water Poverty Index Calculation: Additive or Multiplicative Function?. *Journal of South African Business Research*. V 2013. 1-11. 2013.
- Van der Vyver, C., & Jordaan, D. B. The application of water poverty mapping in water management. *TD: The Journal for Transdisciplinary Research in Southern Africa*, 8(1), 95-120. 2012.
- Viana, M. D. L., & Rodrigues, M. I. V. Um índice interdisciplinar de propensão à desertificação (IPD): instrumento de planejamento. *Revista Econômica do Nordeste*, 30(3), 1999. 264-294.
- Villa, F., & McLeod, H. Environmental vulnerability indicators for environmental planning and decision-making: guidelines and applications. *Environmental management*, 29(3)0 2002., 335-348.
- Vincent, K.. Creating an index of social vulnerability to climate change for Africa. Tyndall Center for Climate Change Research. Working Paper, 56, 41. 2004.
- Westing, A. H. Socio-political dimensions of desertification-induced population movement. In: *Desertification and Migrations-Desertificacion y Migraciones*. International Symposium on Desertification and Migrations. 1995. 41-52.
- Wong, L. L. R.; Carvalho, J. A.. O rápido processo de envelhecimento populacional do Brasil: sérios desafios para as políticas públicas. *Revista Brasileira Estudos Populacionais*, 23(1), 5-26. (2006).
- Workshop Vulnerabilidade à mudança do clima. Seminário de Indicadores Subnacionais da população à mudança do clima no Brasil. 2015.



Marcelo Francisco Sestini

CPF: 905.309.186-8