

RELATÓRIO TÉCNICO PRODUTO II

**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**

maio 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.....	2
2 OBJETIVOS.....	11
2.1 Objetivo geral	11
2.2 Objetivos específicos.....	11
3 MATERIAIS, MÉTODOS E PRODUTOS OBTIDOS	12
3.1 Área de estudo	12
3.2 Métodos e Produto 2 - shapex com atributos (indicadores).....	13
4 REFERÊNCIAS	18

FIGURAS

Figura 4.1: Área de estudo e seus biomas

12

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 visa descrever aos tipos de dados associados tanto na primeira etapa como nesta segunda e propor, de forma inicial, metodologia de integração dos mesmos (a qual será aprofundada e melhor descrita na etapa 3 deste projeto). Para melhor manipulação dos dados, optou-se por separar os shapes desses em duas grandes categorias: dados físicos e dados sócio econômicos.

A identificação e acompanhamento de áreas susceptíveis à desertificação, se apoiam na observação e análise integrada de fenômenos e processos dos ambientes e paisagens tanto físicos quanto sócioeconômicos, as quais permitem melhor entendimento da dinâmica do processo de desertificação, como considerado pela própria Convenção de Combate à Desertificação. Além da susceptibilidade à degradação, tem-se a análise da vulnerabilidade da população à mesma. Vulnerabilidade, para este projeto, pode ser definida como conjunto de fatores que determinam a capacidade de um sistema sócio ambiental em lidar com o estresse ou mudanças ocorridas devido a eventos ou processos que afetem esse sistema. Muitos dos indicadores são os mesmos para ambas as análises (susceptibilidade e vulnerabilidade) e muitos possuem também os mesmos pesos bem como a mesma dinâmica para ambos os aspectos da questão, além de se combinarem num sistema em feedback, no qual um mesmo processo causa a degradação (aumentando a susceptibilidade de uma área) e essa age como elemento que incrementa a exposição da população de tal área aos efeitos negativos desses processos de degradação, uma vez que a mesma pode não ter condições de se adaptar - ou seja, aumenta a vulnerabilidade da mesma (Geist & Lambin, 2004; Adger, 2004; Eakin e Luers, 2006, Figueirêdo et al, 2010). Dessa forma, por meio de dados de Sensoriamento Remoto e ferramentas de Geoprocessamento,

é possível determinar áreas nas quais os processos imprimem uma degradação das condições ambientais que afetem populações humanas.

O atual projeto consiste em, por meio do levantamento da literatura:

A) Constituir uma base de dados concernentes às variáveis relacionadas ao processo de degradação por desertificação e à vulnerabilidade sócio econômica e esse processo;

B) A partir dos dados adquiridos, gerar índices, coeficientes, proporções, etc, os quais constituem indicadores de processos de degradação por desertificação e à vulnerabilidade sócio econômica a esse processo;

C) Tais indicadores serão combinados, gerando um índice composto de vulnerabilidade a degradação.

Como tais dados são georeferenciados, o produto serão os shapes com tais indicadores associados como atributos.

1.2 Fundamentação teórica

Os sistemas ambientais possuem um estado de equilíbrio dinâmico, sobre os quais atuam forças motrizes, sendo que as mesmas podem sofrer mudanças, impingindo modificações sobre o equilíbrio de tais sistemas. A desertificação é um exemplo de alteração, resultante de mudanças ocorridas sobre mais de uma componente (incluindo mudanças climáticas e atividades humanas), sendo definida como a degradação em terras áridas, semi áridas e sub úmidas secas (Kosmas et al - ed- 1999; Salvati et al, 2008; UNCCD, consultado em 2015).

Para se obter a espacialização de áreas submetidas a esse processo, tanto a fim de se obter a susceptibilidade físico ambiental quanto da vulnerabilidade sócio econômica a qual suas populações estão sujeitas, é necessário compor os indicadores que permitirão determiná-las. Os indicadores candidatos para determinar a susceptibilidade à desertificação dessas áreas e a vulnerabilidade a qual a população das mesmas estão expostas, são os mais variados e provem de um conjunto de métricas (índices, proporções, coeficientes) e categorias temáticas (tipos de vegetação, de solo, etc), sobre as quais são atribuídos pesos, conforme uma distribuição em um range de classes (Kaly, et al. 1999; Kosmas et al - ed- 1999; Viana & Rodrigues, 1999; Villa & McLeod, 2002; Brandt et al, 2003; Briguglio, 2003; Pratt et al, 2004; Adger, et al, 2004; Rosário,

2004; Vincent, 2004; Sullivan & Meigh, 2005; MMA - PANBRASIL, 2005; Braga et al, 2006; Eakin e Luers, 2006; Barbieri & Confalonieri - coord - 2008; Salvati et al, 2008; Gbetibouo & Ringler, 2009; Hahn et al, 2009; Sullivan & Huntingford , 2009; Figueirêdo et al, 2010; Reynolds et al, 2011; Freitas e Cunha, 2012; Tibúrcio e Corrêa, 2012).

As mudanças na estrutura social (que incluem fatores como faixa etária, sexo, densidade, populacional, nível de educação, etc) e econômica (tipos de uso e formas de posse de propriedades, etc), de uma área pode ser tanto uma força motriz quanto um impacto na degradação da terra e desertificação, além de, também, tornarem a população das mesmas mais vulneráveis aos efeitos dos processos causados por essas próprias mudanças . Tais mudanças podem ocorrer se as condições sócio-econômicas locais tornam-se incapazes de satisfazer as necessidades da população, o que, por sua vez, incrementa a degradação do solo, resultando na diminuição da produtividade da terra e da renda dos agricultores. Sob tais condições, a terra é abandonada e população migra para outras áreas mais promissoras. Uma vez abandonadas, tais terras, nas áreas áridas e semi áridas, tendem a entrar em condição cuja regeneração torna-se inviável, tornando igualmente inviável a produtividade da terra, pois uma vez ultrapassado os limites de recuperação, a resiliência ambiental e social tornam-se cada vez menores, uma vez que a degradação ambiental leva à migração e à perda de produtividade econômica geral da área (Kosmas et al - ed- 1999; Basso et al, 2000; Oliveira-Galvão , 2001; Svenson, 2005; ESA, 2007; Agricultural University of Athens - comp - 2008; Santini, 2008; Reynolds et al, 2011; Kosmas et al, 2012; Kosmas et al, 2014 A)

A concentração de pessoas em determinadas áreas resulta em grande pressão sobre os recursos da terra e, especialmente, sobre os recursos hídricos devido ao aumento constante da demanda por alimentos e consumo de água. As crescentes demandas por alimentos e água resulta no uso intensivo de recursos naturais e um novo ciclo de degradação e desertificação é iniciado nas áreas de alta densidade populacional. As variáveis relacionadas à pobreza, desequilíbrio populacional (etário, atividade sócio econômica ligada a sexo, instrução, etc) mostram como as condições sócio econômicas afetam a aplicação e investimentos em práticas de conservação ambiental e uso manejado e sustentável de uma área, levando a uma espiral descendente, aonde a degradação ambiental se intensifica e, por sua vez, tem feedback sobre as condições sócio econômicas, incrementando as condições de pobreza, desequilíbrios populacionais, etc. (Santos - org - 2000; Svenson, 2005).

Segue a descrição e análise de fatores (e índices resultantes desses), os quais servirão para formar indicadores relacionados à população (densidade, distribuição de domicílio, distribuição etária, taxa de crescimento, etc), ao uso da terra (pastagem, etc) e que irão compor o índice final de vulnerabilidade/susceptibilidade. Grande parte da descrição e considerações sobre esses se apoiaram, além da literatura citada ao longo dos itens detalhados abaixo, principalmente em Agricultural University of Athens - comp - 2008, Kosmas et al, 2012 e Kosmas et al, 2014 A.

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

A estrutura agropecuária de uma área pode ser expressa pelo regime de posse, tamanho da área e pelos tipos de usos. Regime de posse define o tipo de posse de uma propriedade, ou seja, se é proprietário, arrendatário, parceiro, etc. O tipo de posse pode afetar as práticas de manejo da terra e se relaciona à intensidade e forma de uso da mesma. É um indicador importante, relacionado ao risco de desertificação na área, principalmente, a partir de salinização do solo.

Área de propriedades define tamanho físico de uma propriedade e não o tamanho econômico da mesma, ou seja, não se restringe à área utilizada para fins econômicos (pasto, cultura, etc). Esse indicador, de um modo geral, afeta as práticas de gestão da terra e organização das atividades agrícolas. Propriedades com grandes tamanhos podem ter um impacto sobre fragmentação da paisagem, bem como sobre o grau de intensificação das atividades. A tendência para uma maior concentração na produção geralmente leva os agricultores a substituição de uma agricultura diversificada pela monocultura, etc. (Bizimana et al, 2004; Tesfa & Mekuriaw, 2014).

O tamanho da propriedade é definida como um indicador importante que afeta o risco de desertificação em pastagens sujeitas a sobrepastoreio. A propriedade categorizada como grande fazenda, com a tendência de produção uniforme, como gado, é melhor organizada. Em propriedades de tamanhos pequenos (os quais representam um importante grupo sócio econômico no Nordeste brasileiro), a área de pastagem é caracterizada como tendo elevada densidade de gado, a fim de proporcionar um rendimento adequado para o criador, resultando em degradação resultante do sobrepastoreio da terra, além desses não se organizarem em uma base mais profissional.

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. 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 (Bizimana et al, 2004; Sietz et al, 2006; Lima et al, 2008; Gbetibouo & Ringler , 2009; Reynolds et al, 2011; Alves et al, 2014; Kosmas et al, 2014 A e B; Tesfa & Mekuriaw, 2014).

Densidade população, taxa de crescimento populacional, razão e proporção de sexos, distribuição de população (proporção de população urbana/rural)

A estrutura populacional é dada pela densidade e crescimento populacionais, distribuição por sexo e por domicílio (rural e urbano) e pela estrutura etária.

A densidade populacional é um indicador intimamente relacionado com o nível de pressão humana sobre os recursos naturais e com a sensibilidade de uma área para a degradação da terra e desertificação, estando relacionado à erosão, stress hídricos, salinização em zonas agrícolas. Deve-se destacar que tendências opostas, ou seja, baixa densidade demográfica, são encontradas em zonas agrícolas afetadas por salinização do solo, pois muitas vezes as pessoas migram dessas.

A densidade populacional é um indicador intimamente relacionado com as operações de cultivo em áreas agrícolas. Nas áreas com alta densidade populacional, tais operações são principalmente identificada como sendo baixa. Esta é uma das tendências opostas do que se espera, provavelmente porque as pessoas que vivem em áreas de alta densidade populacional são mais propensas a ter rendimentos com atividades não agrícolas. Outras condições sociais e econômicas predominantes nas áreas de estudo também influenciam o cultivo da terra , tais como a relação entre população rural / população urbana , o lucro líquido da exploração agrícola, etc.

A densidade populacional relaciona-se à erosão do solo (devido à pastagem, por exemplo), erosão hídrica, estresse hídrico, queimadas, taxa de abandono de terras, etc. Além disso, a implementação de políticas está relacionada com a densidade populacional , bem como outras características sociais. 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; Salvati et al, 2008).

Taxa de crescimento populacional é uma medida de variação da população de uma determinada área em determinado tempo. Elevada taxa de crescimento da população pode ser conectada à pobreza e alta pressão sobre recursos naturais. Por outro lado, baixas taxas de crescimento da população acompanhada de alto índice/proporção de idosos podem levar à redução da população animal que praticam pastagem em áreas naturais, aumentando os incêndios florestais devido à biomassa inflamável remanescente na superfície.

A taxa de crescimento populacional está intimamente relacionada com as operações de preparo em áreas agrícolas. Em áreas com alta densidade populacional e as altas taxas de crescimento populacional, as operações de preparo são principalmente identificadas como sendo baixas, provavelmente porque as pessoas nessas condições sociais são mais propensas a ter rendimentos não pertencentes à atividade agrícola. (Westing, 1995; Salvati & Bajocco, 2011).

Áreas com elevadas taxas de crescimento populacional são caracterizadas principalmente como possuindo baixa cobertura vegetal, o que realça o runoff. Além disso, essas condições de cobertura vegetal prevalecer em áreas de elevado índice de pobreza. A intensidade de uso da terra também está relacionada à taxa de crescimento da população.

Taxa de crescimento populacional está relacionada à taxa de áreas queimadas em pastagens, onde a principal causa da degradação da terra é o sobrepastoreio. As áreas com alta taxa de crescimento populacional são submetidas a altas taxas de queimadas. Tais ações são muito comuns em muitas áreas com alta densidade populacional, devido à imposição de alta pressão sobre os recursos naturais.

A distribuição da população mostra a proporção dessa em áreas urbanas e rurais. É um indicador relacionado com a gestão da terra. A relação entre população rural / população urbana é uma das variáveis pertencentes às condições sociais e econômicas que influenciam o manejo da terra.

Oferta de empregos em áreas urbanas vizinhas a rurais estimulam a migração e, portanto, o abandono de áreas agrícolas e de terras. A urbanização, por sua vez, leva a pressões diversas (impermeabilização e incremento de runoff, perda de áreas verdes, etc). Elevadas taxas de urbanização levam a um excedente de demanda por serviços de infra-estrutura básica. O resultado é uma tendência ao aumento da degradação devido à perda de qualidade do ar, da água, uso inadequado de áreas, etc. (Brandt et al, 2003; Pratt et al, 2004; MMA - PANBRASIL, 2005; Braga et al, 2006; ESA, 2007; Lima et al, 2008; Salvati et al, 2008; Gbetibouo & Ringler, 2009;

Sullivan & Huntingford, 2009; Salvati & Bajocco, 2011; Kosmas et al, 2012; Kosmas et al, 2014 A e B).

A razão de sexo (relação entre população feminina e masculina) aponta o equilíbrio entre os sexos na população. Valores que apontam tendência maior da população feminina mostram que há migração e mortalidade da população masculina, o que também afeta o uso e gerenciamento da terra em áreas do semi árido e árido brasileiros. Também é interessante analisar a proporção de mulheres em domicílio rural com relação à população feminina do município e com relação à população total (homens e mulheres) do município, a fim de se verificar a quantidade da variação de tal fator. Essa variável é analisada por meio da quantidade e distribuição de população feminina (Barbieri & Confalonieri - coord - 2008; IBGE, 2011).

Proporção de idosos, índice de envelhecimento e proporção de aposentados

A proporção de idosos mede a relação entre as populações de idade superior a 65 anos pela população total. Já o índice de envelhecimento nos dá a relação entre pessoas acima de 65 anos e menos de 15 anos. A literatura usa 65 anos em países desenvolvidos, mas no Brasil adotam 60 anos, considerando país em desenvolvimento. Porém, esse aspecto mudou e a longevidade em nosso caso pode ser considerada alcançando a faixa de 65 anos. A idade de 15 anos é definida como limiar, pois abrange a faixa a qual pertence a população jovem produtiva (Basso et al, 2000; IBGE, 2001; Wong e Carvalho, 2006; Lima et al, 2008; Pachêco et al, 2010; IBGE, 2011; Closs & Schwanke, 2012; Kosmas et al, 2012).

O objetivo desses indicadores é de salientar se há forte desequilíbrio na distribuição etária da população, pois se há pouco quantitativo de jovem na população, pode significar migração, óbitos, etc e não simplesmente porque melhoraram as condições de saúde e longevidade do idoso, refletindo escassez de população na idade produtiva. Os municípios com uma proporção elevada de idoso, mostram sério desequilíbrio demográfico, tendo áreas sujeitas a serem abandonadas em poucos anos, além dos problemas advindos da migração da população para outras áreas (pressão sobre os locais que recebem os migrantes, os quais não têm estrutura para receber o contingente, etc) (Westing, 1995; Basso et al, 2000).

Associado a este indicador, aposentadoria e analfabetismo são índices que apresentam um quadro da vitalidade econômica, além da questão ambiental, pois mostram a proporção de a população ativa e que tenha uma relação sustentável e planejada com o ambiente. Se o nível de escolaridade é baixo e a maioria das pessoas vive com pensões, a relação com a terra, e, portanto,

com a sua manutenção e sustentabilidade, é muito insegura, apresentando crescentes taxas de emigração. Tal indicador está relacionado com as práticas de gestão da terra e a introdução de novas tecnologias. A população mais idosa tende a permanecer com uso de práticas tradicionais e, muitas vezes, inadequada, enquanto os agricultores mais jovens têm mais facilidade em adotar novas tecnologias e práticas de gestão da terra, considerando a sustentabilidade dos recursos. Além disso, na atividade agrícola praticada em áreas áridas, a população mais idosa normalmente não é substituída por seus filhos em tal atividade, ficando a terra, muitas vezes, abandonada ou com práticas de gestão e mudanças de uso de terras que levam ao abandono e degradação da mesma (Basso et al, 2000; Kosmas et al, 2012)

Nas áreas abrangidas pelo alto índice de envelhecimento ou de elevada proporção de idosos, o risco de desertificação é elevado, pois os idosos não aplicam tanto as medidas de controle de erosão do solo em, p. ex, áreas de pastagens. Além disso, as áreas com população de alto índice de envelhecimento ou de proporção de idosos não costumam manter um grande número de animais, portanto, o uso da terra é extensivo, deixando grandes quantidades de biomassa seca na terra, favorecendo, assim, a ignição de incêndios. Por outro lado, no oposto também se verifica, em algumas áreas, que altos índices/proporção de idosos faz com que essas apresentem manutenção de cobertura vegetal adequada e que reduz o risco de desertificação (Basso et al, 2000; Kosmas et al, 2014 B).

Quando se considera a taxa de crescimento populacional, verifica-se que a mesma se relaciona à superexploração da terra. As condições sociais ideais relacionados a esses indicadores estão em algum lugar no meio, ou seja a taxa de crescimento populacional moderado e índices/proporção de envelhecimento moderados.

Tais índices também se relacionam à intensidade de pastejo. Áreas com baixos índices/proporção de envelhecimento estão sujeitos a alta intensidade de pastejo, pois nessas frequentemente tem-se o estabelecimento de fazendas de caráter profissional, com grande número de animais e, portanto, sobrepasteio da terra. No semi árido brasileiro, a ação do gado caprino, o que é criado de forma extensiva pelos criadores inseridos em faixas etárias mais avançadas, leva à deterioração da cobertura vegetal e solo.

Do ponto de vista da vulnerabilidade, a população com alta proporção de idosos e de pensionistas indicam que as mesmas estão sujeitas a não terem condições de resposta adequada a mudanças ambientais e climáticas. Observação: O IDH contribui na definição de

susceptibilidade/vulnerabilidade, pois perpassa alguns dos fatores citados, pois é construído utilizando variáveis (e considera parâmetros que definem especificamente o grau de vulnerabilidade dessas) que se relacionam, direta ou indiretamente, ao nível de conhecimento técnico de uma população, condições de subsistência, etc (Barbieri & Confalonieri - coord – 2008; PNUD – IPEA –Fundação João Pinheiro, consultado em 2015).

Os indicadores sócio-econômicos e a ação de queimadas

A taxa de área queimada é um indicador muito importante para avaliar o risco de desertificação. Locais com alto índice de área queimada são caracterizados pela alta degradação do solo e risco de desertificação sob condições climáticas sub-húmidas, semi -áridas ou secas. As considerações a seguir baseiam-se em Agricultural University of Athens - comp (2008), Kosmas et al (2012), Matallo (1999), Rosário (2004), Pachêco et al (2010) e Redin et al (2011).

A ação do fogo afeta negativamente a regeneração de muitas comunidades de plantas e animais, com alguns deles experimentando a perda da diversidade de espécies, seguido de degradação. A maioria dos incêndios ocorre em áreas com altos índices xerotérmicos e de déficits de umidade. A baixa umidade do solo e a velocidade do vento são os principais fatores da evolução e expansão do fogo.

Áreas sujeitas a alta frequência de fogo se caracterizam pela moderada ou alta intensidade de uso do solo (muitas vezes submetidas a sobrepastoreio), sendo muito susceptíveis a risco de desertificação, devido à erosão do solo. As pastagens estão frequentemente sujeitas a incêndios induzidos pelo homem, a fim de renovar a produção de biomassa e, em seguida ocorre o sobrepastoreio, com impactos muito negativos sobre os recursos naturais Os incêndios em vegetação de porte mais denso (arbóreo, florestal) são geralmente associados com a expansão da agricultura e com a eliminação da vegetação perene para permitir crescimento de graminosa palatável para os animais, sendo a terra, então, intensamente cultivada ou sofrendo sobrepastoreio.

A taxa de área queimada também é diminuída quando a quantidade de biomassa é baixa, pois não se tem elementos para ignição e propagação de um incêndio (ocorre em áreas de vegetação muito rarefeita, com elevada fração de solo exposto, afloramentos rochosos, etc).

Como já citado, os indicadores sociais relacionados com a taxa de área queimada são o índice/proporção de idosos e a taxa de crescimento da população. As áreas com elevada população de idosos geralmente não mantem um grande número de animais, portanto, ao uso da terra é extensivo, deixando grandes quantidades de biomassa seca na terra favorecendo ignição de

incêndios, além do que populações com alta proporção de idosos não costumam aplicar medidas de uso sustentável, lançando mão, por exemplo, de queimadas como forma de limpar terreno. Em áreas com alta taxa de crescimento da população, os agricultores usam a terra de forma intensiva, com grande número de animais. Em tais casos, os agricultores usam para provocar incêndios para a geração de crescimento grama palatável para a alimentação do elevado número de animais. Entretanto, quando as ações para a proteção da terra são aplicadas, pela população local, ocorre a proteção da vegetação com relação à queima. Estas ações de proteção da terra estão relacionadas com a implementação de políticas relacionadas a uso sustentável.

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

Intensidade da pastagem é a pressão aplicada à vegetação pelos animais de pastoreio. O número de animais é o principal fator que afeta a capacidade suporte de carga sobre o solo e a produtividade das terras (embora o tipo de gado se relaciona à intensidade de comestibilidade da cobertura vegetal). A forma padrão para expressar esse impacto é calcular número de unidades animais por unidade de área. Se a taxa de lotação em pastagens é maior do que a sua capacidade de pastoreio, (sobrepastoreio), a área é susceptível à desertificação, principalmente se as condições topográficas e climáticas são adversas. Novamente tem-se o feedback, ou seja, as condições climáticas e de solo tornando-se hostis, fazem com que a população de tais áreas se tornem mais vulneráveis.

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; Agricultural University of Athens - comp - 2008; Lima et al, 2008; Alves et al, 2009; Santini et al, 2010; Sousa et al, 2010; Kosmas et al, 2012; Nunes et al, 2013; Symeonakis et al, 2014).

A extração vegetal para fins econômicos tem impacto junto ao processo de desertificação, uma vez que retirada a vegetação, o solo ficará desprotegido e susceptível a erosão. Muitas das atividades industriais e comerciais no interior do Nordeste utilizam na sua produção uma matriz tecnológica de baixo rendimento e, por conseguinte, ficam fortemente dependentes desse recurso

como fonte energética. A exploração extensiva das espécies vegetais é praticada a fim de fornecer lenha e carvão, para suprir indústrias alimentícias, curtume, cerâmica, gesso, olarias, siderúrgicas, panificadoras e pizzarias e outras atividades. A região nordeste é explorada por atividades de baixo nível tecnológico e manejo inadequado, resultando numa relação extrema de dependência dos recursos naturais. As formas predatórias de exploração (não apenas a derrubada e uso energético dos recursos florestais, como também a pecuária extensiva, a agricultura de sequeiro, mineração, etc), associadas às condições naturais de alto potencial de risco (clima, solo, vegetação), produziram áreas de grande suscetibilidade ao desenvolvimento de processos de desertificação.

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 que levam à situação de desertificação e vulnerabilidade das populações de tais localidades. 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. (Drumond - coord - 2000; Laranja e Trajano, 2006; Sousa et al, 2010; Alves et al 2014; Araújo et al, 2014; Travassos e Souza, 2014).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Obter e compilar os indicadores candidatos aos processos de desertificação e à vulnerabilidade da população a esses processos, no semi árido brasileiro, visando futura análise e integração entre esses, a fim de se chegar a um índice de vulnerabilidade composto.

2.2 Objetivos específicos

- Coletar, compilar e tratar dados considerados fundamentais e/ou importantes aos processos de desertificação de forma a se obter métricas (índices, coeficientes, proporções, taxas, etc) relacionadas a indicadores de vulnerabilidade sócio-econômica a esse processo;
- Elaborar um Banco de Dados Geográficos (BDG), nos quais os elementos alfa numéricos (métricas obtidas por meio dos dados tratados) se encontram associados aos dados espaciais (shapes de municípios), de forma a fornecer análise entre as mesmas, tanto em

termos de relação entre essas, quanto do ponto de vista temporal, por meio de Geoprocessamento.

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).

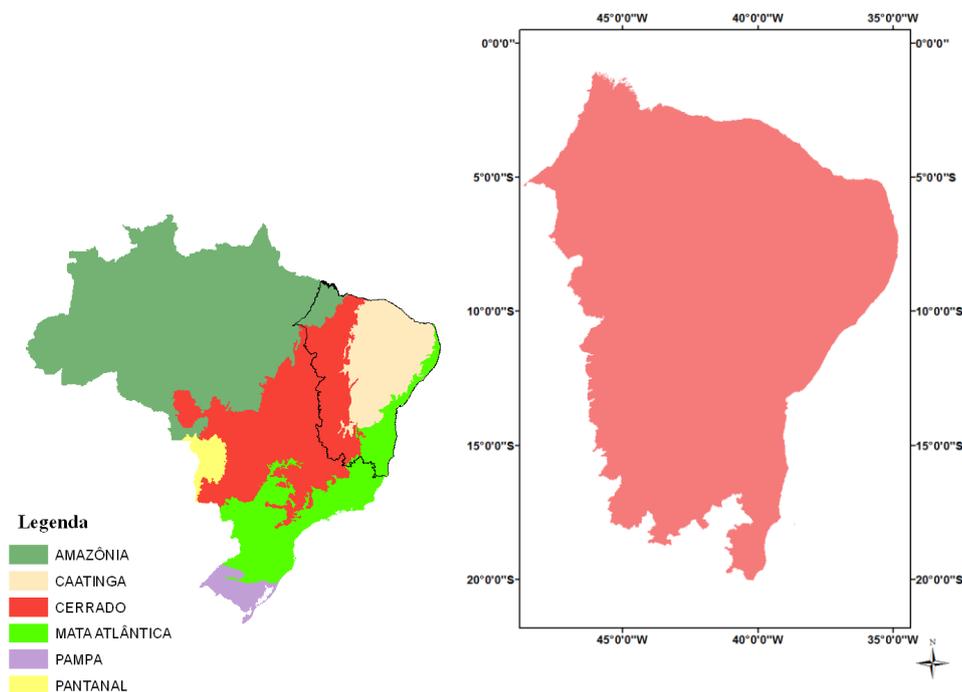


Figura 1 Delimitação da área de estudo e seus biomas

Os materiais utilizados foram:

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

Malha municipal IBGE;

Softwares ArcGis 10, Excel 2007

3.2 Métodos e Produto 2 - shapes com atributos (indicadores)

Os shapes foram organizados em duas categorias: dados físico ambientais e dados sócio econômicos. Os dados sócio econômicos foram obtidos do IBGE (<http://www.sidra.ibge.gov.br/>) e da Fundação João Pinheiro (<http://www.fjp.mg.gov.br/>), os quais foram tratados, a fim de se obter os indicadores relacionados aos processos de desertificação e à vulnerabilidade da população à mesma. Foram também obtidos os dados físicos, com classes (score) de pesos associados, a fim de se proceder à integração dos mesmos com as demais variáveis e respectivos indicadores. Os dados coletados são pertinentes aos anos 2000 e 2010. Os dados referentes a atividades agropecuárias (tipos de posse e área de estabelecimento) disponíveis são do ano 2006, data do Censo Agropecuário realizado pelo IBGE.

As fontes utilizadas para a construção das métricas relacionadas aos indicadores foram as mais diversas e estão citadas ao longo do relatório, mas enfatiza-se: Viana e Rodrigues (1999), IBGE (2001, 2009, 2011), Organização Pan-Americana de Saúde (2002), Briguglio (2003), Adger et al (2004), Vincent (2004), Pratt et al (2004), Sullivan e Meigh (2005), Agricultural University of Athens - comp (2008), Barbieri e Confalonieri (2008), Gbetibouo, G. A., & Ringler (2009), Hahn et al (2009), Kosmas et al (2012), Tiburcio e Correa (2012) e PNUD – IPEA –Fundação João Pinheiro, consultado em 2015.

Para fins de análise temporal, adotou-se a malha municipal posterior à criação dos municípios. Deve-se enfatizar que não tem como analisar temporalmente fenômenos que não existiam, uma vez que os limites políticos atuais e os dados referentes a esses não existiam. Em etapa futura, propõem-se analisar os municípios criados após ano 2000 considerando a área mínima entre esses, para 2000 e 2010 (Bremaeker, 2011).

Abaixo, seguem os índices, proporções e taxas relacionadas como indicadores candidatos à vulnerabilidade à desertificação a qual as populações estão sujeitas. Algumas das medidas também servem como indicadores à susceptibilidade à desertificação.

Legenda	Descrição	Métrica
TotIdo	Proporção de idosos no município, de ambos os sexos e ambas as áreas (rural e urbana)	$\left(\frac{\text{população} \geq 65 \text{ anos}}{\text{população total}}\right) \times 100$
InEnvT	Índice de envelhecimento, de ambos os sexos e ambas as áreas (urbana e rural)	$\left(\frac{\text{população} \geq 65 \text{ anos}}{\text{população} \leq 15 \text{ anos}}\right) \times 100$
InEnvU	Índice de envelhecimento, ambos os sexos, área urbana	$\left(\frac{\text{população urbana} \geq 65 \text{ anos}}{\text{população urbana} \leq 15 \text{ anos}}\right) \times 100$
InEnvR	Índice de envelhecimento, ambos os sexos, área rural	$\left(\frac{\text{população rural} \geq 65 \text{ anos}}{\text{população rural} \leq 15 \text{ anos}}\right) \times 100$
PensU	Proporção de pensionistas, ambos os sexos (área urbana)	$\left(\frac{n^{\circ} \text{ pensionistas urbanos}}{\text{população urbana}}\right) \times 100$
PensR	Proporção de pensionistas, ambos os sexos (área rural)	$\left(\frac{n^{\circ} \text{ pensionistas rurais}}{\text{população rural}}\right) \times 100$
MR_PT	Proporção de população feminina rural na população feminina total (urbana + rural)	$\left(\frac{\text{população feminina rural}}{\text{população feminina total}}\right) \times 100$
MR_PM	Proporção de população feminina rural na população total (homens + mulheres; urbana + rural)	$\left(\frac{\text{população feminina rural}}{\text{população total}}\right) \times 100$
PopUrb	Distribuição de população urbana, ambos os sexos	$\left(\frac{\text{população urbana}}{\text{população total}}\right) \times 100$
RSex_U	Razão entre sexos em área urbana	$\text{população masculina área urbana} / \text{população feminina área urbana}$
RSex_R	Razão entre sexos em área rural	$\text{população masculina área rural} / \text{população feminina área rural}$
DePop	Densidade populacional	$\text{população} / \text{área do município em km}^2$
DeReb	Densidade de rebanho total (bovino e caprino)	$\text{população de rebanho} / \text{área do município em km}^2$

TCP*	Taxa média geométrica de crescimento populacional	$r = \left[\left(\frac{P_t}{P_0} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] \times 100$
IDHM**	Índice de Desenvolvimento Humano municipal	$\sqrt[3]{\text{longevidade} \times \text{educação} \times \text{renda}}$
MCh_U	Proporção de mulheres chefes de família em área urbana	$\left(\frac{n^{\circ} \text{mulheres responsáveis pela família}}{\text{total de famílias área urbana}} \right) \times 100$
MCh_R	Proporção de mulheres chefes de família em área rural	$\left(\frac{n^{\circ} \text{mulheres responsáveis pela família}}{\text{total de famílias área rural}} \right) \times 100$

*TCP = Taxa de crescimento populacional

do Censo, 10 anos)

r – taxa de crescimento

Pt -- população no final do período considerado

P0 -- população no início do período considerado

n – número de anos no período considerado (no caso

**IDH M = Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

Compõem-se de três sub índices:

Dimensão Longevidade: transforma o indicador esperança de vida ao nascer (unidade é “anos de vida”), em Índice de Longevidade, normalizando por meio de:

$I = (\text{valor observado} - \text{valor mínimo}) / (\text{valor máximo} - \text{valor mínimo}).$

Foram adotados os mesmos valores máximo e mínimo adotados pelo IDHM em suas edições anteriores: Máximo: 85 anos Mínimo: 25 anos

Dimensão Educação: considera as taxas de frequência e de conclusão escolar. A escolaridade da população adulta é medida pelo percentual da população de 18 anos ou mais de idade com o ensino fundamental completo. O fluxo escolar da população jovem é medido pela média aritmética do percentual de crianças de 5 a 6 anos frequentando a escola; do percentual de jovens de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental regular; do percentual de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo; e do percentual de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo. São atribuídos pesos para as variáveis (Escolaridade da população adulta – Peso 1 e Fluxo escolar da população jovem – Peso 2).

As taxas de frequência e de conclusão escolar variam entre 0% e 100% e os valores mínimo e máximo escolhidos são também 0% e 100%, assim dividindo por 100, obtém-se o índice variando de 0 a 1.

Dimensão Renda: considera a razão entre o somatório de todos os rendimentos de todos os indivíduos residentes no lugar de referência, recebidos no mês anterior à data do Censo, e o número total desses indivíduos. Assim:

$$\text{IDHM-R} = [\ln(\text{renda per capita do local de referência}) - \ln(\text{valor mínimo de referência})] / [\ln(\text{valor máximo de referência}) - \ln(\text{valor mínimo de referência})]$$

O IDH M é obtido por meio de:

$$\sqrt[3]{\text{longevidade} \times \text{educação} \times \text{renda}}$$

Com relação às áreas urbanas, deve-se observar que essas incluem áreas peri urbanas, vilas e distritos,, etc

Para os tipos de posse, considerou-se a área de atividade econômica, ou seja, a área conforme ocupada pela soma de grupos de atividade econômica. Tal área é formada por: *Lavoura temporária + Horticultura e floricultura + Lavoura permanente + Pecuária e criação de outros animais + Aquicultura*. Tais atividades podem ser mais impactantes para a desertificação, uma vez que se mal planejados e sem uma boa estrutura de produção, incrementam a degradação (aquicultura, p ex, pode provocar contaminação dos recursos hídricos, salinização e destruição de manguezais, como no caso de carnicultura) (Figueirêdo et al, 2006; Vieira et al, 2013).

Já a floresta plantada, e aqui enfatizando que se considera plantio de Eucalipto, principalmente, é polemica, pois há autores que afirmam que as mesmas impactam, levando à pesar no processo de desertificação, outros dizem que não, principalmente em se tratando , como já citado, do gênero *Eucalyptus* (Sinha et al, 1996; Viana, 2004; Brandão et al, 2014).

Para regime de posse, adotou-se a frequência (classe de tipo de posse/ total de tipos de posse, em %, conforme disponível no Sidra) desses, extrapolando para o município a moda.

O regime de posse possui as seguintes classes:

P = proprietário As = assentado, Ar = arrendatário, Pa = parceiro, O = ocupante, PSA = produtor sem área.

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) dessas, extrapolando para o município a moda. 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

No caso de empate entre as modas, optou-se por uma análise mais conservadora, selecionando a classe mais propensa (ou seja, a de peso maior) à vulnerabilidade/suscetibilidade como a representativa do município.

É importante salientar que, apesar de ser associado à moda, é possível analisar o regime de posse e área de estabelecimentos por percentual de cada classe citada acima, uma vez que esses dados estão tabulados, podendo ser associados aos shapes, futuramente.

Índice de aridez

O índice de aridez foi determinado a partir da metodologia desenvolvida por Thornthwaite em 1941, sendo esse a relação entre a precipitação e a evapotranspiração

Hiper-árido	< 0,05
Árido	0,05 - 0,20
Semiárido	0,21 - 0,50
Subúmido seco	0,51 - 0,65
Subúmido e úmido	>0,65

Os dados de queimadas foram obtidos através do Projeto de Monitoramento de Queimadas do INPE (<http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/>). A densidade de focos de queimadas foi obtida pela média dos dados de intensidade de queimada para o período de 1999 a 2003 sendo gerado o mapa de densidade de 2000 e, posteriormente para 2008 a 2012 referente ao mapa de 2010. A densidade foi obtida por meio de estimador Kernel. Cada intervalo referente à intensidade é designado por um valor na tabela do shape, descrito abaixo:

1	0-100	6	1000-1250	11	2250-2500
2	100-250	7	1250-1500	12	2500-2750
3	250-500	8	1500-1750	13	2750-3000
4	500-750	9	1750-2000	14	3000-3250
5	750-1000	10	2000-2250		

CARVAO: T/município ano

LENHA: m³/município ano

MADEIRA (tora): m³/município ano

vAri: susceptibilidade índice de aridez

vDec: susceptibilidade declividade (<2-6%, 6-18%, 18-35%, >35%).

vPed: susceptibilidade pedologia

vU: susceptibilidade do uso

vGeo: susceptibilidade dos fatores geológicos e geomorfológicos

q: focos de queimada

Tais indicadores foram associados aos shapes por meio de operação join no ArcGis.

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. D. V., Nunes, A. B. D. A., & Souza Filho, F. D. A. D. *Desertificação e pobreza: existe um equilíbrio de baixo nível?* Revista Econômica do Nordeste, 45 (1). 2014. 106-119.

Barbieri, A. & Confalonieri U. E. C. (coord). *Mudanças climáticas, migrações e saúde: cenários para o Nordeste, 2000 a 2050*. CEDEPLAR, FIOCRUZ. , 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.

Brandão, J. B., Froehlich, J. M., & Breitenbach, R. *Florestas de eucaliptos na fronteira oeste do Rio Grande do Sul-Brasil: promessas e evidências*. Redes - Revista de Desenvolvimento Regional de Santa Cruz do Sul. 19(1). 2014. 216-235.

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.

Closs, V. E., & Schwanke, C. H. A. *A evolução do índice de envelhecimento no Brasil, nas suas regiões e unidades federativas no período de 1970 a 2010*. Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia, 15(3). 2012. 443-58.

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 socia-environmental systems*. Annual Review of Environment and Resources, 31. 2006. 365-394.

ESA. *DesertWatch - Product Handbook*. 2007.

Figueirêdo, M. C. B. D., Araújo, L. D. F. P., Rosa, M. D. F., Morais, L. D. F. S. D., Paulino, W. D., & Gomes, R. B. *Impactos ambientais da carcinicultura de águas interiores*. Engenharia Sanitária Ambiental, 11(3),. 2006. 231-240.

Figueirêdo, M. C. B. D., Vieira, V. D. P., Mota, S., Rosa, M. D. F.; Miranda, S. *Análise da vulnerabilidade ambiental*. Documentos 127. 2010. Embrapa.

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 . 2012. 816 – 829.

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.

Geist, H. J., & Lambin, E. F. *Dynamic causal patterns of desertification*. Bioscience, 54(9), 2004. 817-829.
 (<http://www.bioone.org/doi/full/10.1641/0006-3568%282004%29054%5B0817%3ADCPOD%5D2.0.CO%3B2>).

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. *Sinopse Preliminar do Censo Demográfico 2000*. 2001.

IBGE. *Censo Agropecuário 2006: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação*. 2009.

IBGE. *Sinopse do Censo Demográfico 2010*. 2011.

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., and 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.

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.

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

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

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.

Oliveira-Galvão, A. L. C. de. *Reconhecimento da susceptibilidade ao desenvolvimento de processos de desertificação no nordeste brasileiro, a partir da integração de indicadores ambientais*. Tese (doutorado). Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 2001.

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.

Pachêco, A. P. , Freire, N. C. F., & Borges, U. N. *A transdisciplinaridade da desertificação*. *GEOGRAFIA (Londrina)*, 15(1), 2010. 5-34.

PNUD –IPEA - Fundação João Pinheiro. *O IDHM / Metodologia [IDHM Longevidade, IDHM Educação, IDHM Renda]*.
http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/o_atlas/metodologia/construcao-das-unidades-de-desenvolvimento-humano. acessado em 2015.

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

Redin, M., dos Santos, G. D. F., Miguel, P., Denega, G. L., Lupatini, M., Doneda, A., & de Souza, E. L. *Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo*. *Ciência Florestal*, 21(2), 2011. 381-392.

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. *A new GIS-based spatial modeling approach for desertification risk assessment in the Mediterranean Area. An Italian case study: Sardinia Island*. Tese (doutorado), Università degli Studi della Tuscia. 2008.

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, T. D. F. (org). *Dinâmica populacional das regiões Norte e Nordeste: questões atuais e emergentes*. Ed. Massangana, 2000.

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.

Sinha, R. K., Bhatia, S., & Vishnoi, R. *Desertification control and rangeland management in the Thar desert of India*. Rala Report no. 200. 1996. 115-123.

Sousa, R. F., Fernandes, M. F.; Barbosa, M. P. *Vulnerabilidades, semi-aridez e desertificação: cenários de riscos no Cariri paraibano*. OKARA: Geografia em debate, 2(2). 2010. 128-206.

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*. FAO. 2005.

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. *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). 2012. 123-139.

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.

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.

Viana, M. B. *O eucalipto e os efeitos ambientais do seu plantio em escala*. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, 2004.

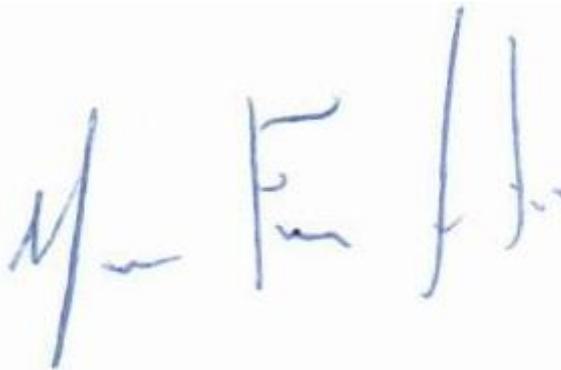
Vieira, R. M. D. S. P., Cunha, A. P. M. D. A., Alvalá, R. C. D. S., Carvalho, V. C., Ferraz Neto, S., & Sestini, M. F. *Land use and land cover map of a semiarid region of Brazil for meteorological and climatic models*. Revista Brasileira de Meteorologia, 28(2). 2013. 129-138.

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-Desertificación 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 de Estudos Populacionais, 23(1). 2006. 5-26.



Marcelo Francisco Sestini

CPF: 905.309.186-8