

Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica?

Aldrin Martin Perez-Marin¹, Arnóbio de Mendonça Barreto Cavalcante²,
Salomão Sousa de Medeiros³, Leonardo Bezerra de Melo Tinôco⁴, Ignacio Hérnan Salcedo⁵

Resumo

A desertificação é um problema de dimensões globais que afeta as regiões de clima árido, semiárido e sub-úmido seco da Terra, resultante de vários fatores que envolvem variações climáticas e atividades humanas. As áreas susceptíveis a desertificação no Brasil compreendem 1.340.863 km², abraçando 1.488 municípios de nove Estados da região Nordeste, além de alguns municípios setentrionais dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. O grau de conhecimento dos processos degradativos da terra e sua extensão necessitam de constantes atualizações, sobretudo, naquelas áreas rotuladas de Núcleos de Desertificação. Nesse contexto, aqui é discutido a desertificação correlacionada à natureza do solo nos Núcleos de Desertificação, buscando determinar sua origem.

Palavras-chave: núcleo de desertificação, semiárido

Abstract

Desertification is a global problem that affect arid, semiarid, and dry sub-humid regions of Earth, and it is a result of various factors involving climate changes and human activities. In Brazil, the susceptible areas to this process are mainly located in the Northeast region of the Country, comprising 1,340,863 km², embracing 1,488 municipalities. In addition to that, some areas from northern municipalities of Southeastern States of Minas Gerais and Espirito Santo. The knowledge level on this degradative process needs to be constantly updated, especially regarding on areas so called "Desertification Nuclei". In this context, it is discussed the desertification in their Nucleus and its correlation with the soil type, in order to determine its origin.

Keywords: Desertification nuclei, semi-arid

1 Engenheiro agrônomo, doutor em Solos (UFPE), tecnologista do Instituto Nacional do Semiárido e professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo (UFPB). (aldrin@insa.gov.br).

2 Engenheiro agrônomo, doutor em Ecologia e Recursos Naturais (UFSCar), pesquisador do Instituto Nacional do Semiárido e professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia - UECE. (arnobio@insa.gov.br)

3 Engenheiro agrícola, doutor em Engenharia Agrícola (UFV), pesquisador do Instituto Nacional do Semiárido.

4 Engenheiro agrônomo, mestre em Arquitetura e Urbanismo (UFRN), pesquisador bolsista do Instituto Nacional do Semiárido.

5 Engenheiro agrônomo, doutor em Solos (Michigan State University), diretor do Instituto Nacional do Semiárido e professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo - UFPB.

1. Introdução

A desertificação é um problema de dimensões globais que afeta as regiões de clima árido, semiárido e subúmido seco da Terra, resultante de vários fatores que envolvem variações climáticas e atividades humanas (BRASIL, 2006). No Brasil, esse fenômeno se restringe ao Semiárido Brasileiro (SAB). Conforme Brasil (2005), a área classificada oficialmente como SAB é de 969.589,4 km². Toda essa área tem em comum a baixa relação entre precipitação pluviométrica e evapotranspiração resultando, em geral, na falta de água para o consumo vegetal, animal e humano. As áreas susceptíveis a desertificação (ASD) compreendem 1.340.863 km², abraçando 1.488 municípios de nove Estados da região Nordeste, além de alguns municípios setentrionais dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

O grau de conhecimento dos processos degradativos e sua extensão ainda são deficitários e necessitam de constantes atualizações. No SAB, especificamente, a relação entre as áreas afetadas por processos de desertificação e a nova delimitação é de aproximadamente 58%. A população residente nessa área – aproximadamente 22 milhões de habitantes e densidade populacional de até 20 hab. km⁻² – apresenta alta dependência da Caatinga para sua subsistência, cuja resultante denota grande vulnerabilidade social, econômica e ambiental. Essa dependência leva à pressão crescente sobre os recursos naturais da região e, conseqüentemente, tornando-a extremadamente suscetível aos processos de desertificação.

Não há dúvida que grande parte dessa área venha tendo seus recursos naturais degradados pelo sistema de produção vigente (SAMPAIO et al., 2003). Evidências dessa degradação estão presentes em quase todas as partes do SAB e, em alguns locais, são tão marcantes que foram rotuladas de núcleos de desertificação (VASCONCELOS SOBRINHO, 1971). Em geral, esses núcleos são áreas com grandes manchas desnudas, presença ou não de cobertura vegetal rasteira e sinais claros de erosão do solo. No entanto, existem outros locais com aparência de degradação semelhante, porém, ainda não reconhecidos como núcleos.

1.1. Processos principais relacionados à desertificação

O processo de desertificação quase sempre se inicia com o desmatamento e a substituição da vegetação nativa por outra cultivada, de porte e/ou ciclo de vida diferente. Assim, a vegetação arbustiva e arbórea da caatinga, dominante no semiárido é substituída por pastos herbáceos ou culturas de ciclo curto. O cultivo continuado, com a retirada dos produtos agrícolas e sem reposição dos nutrientes retirados, leva à perda da fertilidade (SAMPAIO ET AL., 2003; DUBEUX JR ET AL., 2005; PEREZ-MARIN ET AL., 2006).

Nas áreas irrigadas, por sua vez, o uso de águas com elevados teores de sais, o manejo inadequado dos ciclos de molhamento e a ausência de drenagem levam à salinização (CORDEIRO, 1988; FREIRE, ET AL. 2003A, 2003B; LEAL ET AL., 2008). Ademais, o uso de equipamentos pesados, em solos de textura pesada e com teores de água inadequados, dão lugar à compactação. Salinização e compactação do solo tipificam áreas degradadas.

Entre esses processos impactantes sobre o meio ambiente, a erosão é considerada o principal fator de degradação do solo no SAB. Trata-se de um processo por meio do qual as partículas mais finas e ativas do solo, no aspecto físico, químico e biológico, são deslocadas e removidas para outros locais pela ação da água ou do vento (GALINDO ET AL., 2005). Isso tem provocado, ao longo dos anos, redução da área agricultável, baixo rendimento das culturas e assoreamento de rios e reservatórios, com graves prejuízos à produtividade, à integridade do meio ambiente e à rentabilidade do agricultor. Um aspecto mais preocupante ainda da erosão no SAB é que, mesmo perdas de grande magnitude são pouco observáveis em curto prazo, se não abrirem sulcos de pelo menos alguns centímetros de profundidade (SAMPAIO ET AL., 2003). Isso, em razão de que perdas laminares de 100,00 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ equivalem a menos de 1,00 cm de profundidade do solo e podem passar despercebidas e apenas o acúmulo das perdas por vários anos de cultivo tem o efeito marcante de reduzir visivelmente a profundidade do solo (BERTONI E LOMBARDI NETO, 1999; SAMPAIO ET AL., 2003; ARAÚJO ET AL., 2005).

No sistema de agricultura itinerante esses anos podem ser diluídos em vários ciclos de cultivo, cada ciclo de 10 a 20 anos, ocupando todo o período de vida de um agricultor (SAMPAIO ET AL., 2003). Ao longo da vida de cada geração as perdas são pouco sentidas, mas os 200 a 300 anos de práticas agrícolas inadequadas já deixaram sua marca irreversível em muitos locais do SAB (SAMPAIO ET AL., 2003; SÁ ET AL. 1994). São incontáveis as encostas de solos rasos que hoje não têm mais profundidade suficiente para plantio de quais queres culturas alimentares e florestais.

Atualmente, uma área maior do que o Estado do Ceará foi atingida pela desertificação de forma grave ou muito grave. São 200 mil km² de terras degradadas no SAB. Literalmente, essas áreas em muitos locais estão imprestáveis para a agricultura. Somando a área supracitada com a área onde a desertificação ocorre ainda de forma moderada, o total de área atingida pelo fenômeno alcança, aproximadamente, 600.000 km² -- cerca de 1/3 de todo o território nordestino. Ceará e Pernambuco são os Estados mais castigados, embora, proporcionalmente, a Paraíba seja o Estado com maior extensão de área comprometida: 71% de seu território já sofreram com os efeitos da desertificação e na divisa da região do Seridó paraibano com o Seridó do Rio Grande do Norte, outro núcleo de desertificação encontra-se tipificado, somando-se na Paraíba, ao Núcleo dos Cariris Velhos. Atualmente, consideram-se seis Núcleos de Desertificação no SAB: Serido, (RN/PB), Cariris Velhos (PB), Inhamuns (CE), Gilbués (PI), Sertão Central (PE), Sertão do São Francisco (BA) (Vasconcelos Sobrinho, 2002).

1.2. Situação dos indicadores de avaliação da desertificação

Embora os sinais de degradação nessas áreas sejam evidentes, sua organização em um sistema de indicadores quantitativos do avanço do processo ainda é incipiente, não fornecendo resultados consistentes com as observações. O único indicador aceito de forma geral é a “baixa cobertura vegetal”, um sinalizador do início do processo de degradação.

A situação dos indicadores do solo é mais crítica, comparativamente aos aspectos ambientais, econômicos e sociais que já foram considerados. Isso, em razão de que a maioria dos estudos não tem sido feito em escalas de fácil mensuração e, por outro lado, as medidas recomendadas foram todas aplicáveis a pequenas áreas, dificultando sua extrapolação às superfícies maiores, ou regionais. A combinação destas fontes, além de outras dificuldades, tem resultado na inexistência de avaliações regionais do avanço da degradação que sejam sistemáticas, metodologicamente seguras e conclusivas quanto à qualificação do avanço da desertificação dos Núcleos ou ao papel destas áreas como áreas nucleares da instalação do fenômeno (SAMPAIO E MENEZES, 2002).

Enquanto as avaliações a partir dos indicadores não estiverem disponíveis, todas as afirmativas sobre a desertificação e degradação das terras no Semiárido brasileiro terão uma forte dose de subjetividade, com sua consequente baixa confiabilidade (op. cit.). Além disso, enquanto a sociedade não se convencer da gravidade da degradação do solo, as ações dirigidas à sua prevenção e reversão não serão suficientes e prosseguirá até que a sua irreversibilidade torne improdutivas extensas áreas do semiárido brasileiro.

Nesse sentido, combater a desertificação implica em desenvolver ações voltadas ao controle e prevenção do avanço desse processo e, quando possível, recuperar áreas degradadas para uso produtivo. Combater a desertificação não significa essencialmente lutar contra a erosão, salinização, assoreamento ou tantas outras consequências, mas suprimir as causas que provocam estas consequências e, considerando-se o fenômeno no curto prazo, essas causas necessariamente estarão relacionadas com as atividades humanas. Portanto, combater a desertificação, mais que tudo implica influenciar no comportamento cultural, econômico e político da sociedade (RODRIGUES, 2000). Para isso, faz-se necessário uma ação coerente e coordenada que articule o saber, os meios e os conhecimentos práticos de todos. Esse esforço inclui compromissos nos níveis federal, estadual e municipal, específicos para uma ação concreta à escala local, regional e nacional que combata a desertificação com a maior força e energia possíveis. Exemplo da esfera federal no trato dessa questão são as ações do Instituto Nacional do Semiárido (Insa), unidade de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

1.3. O Instituto Nacional do Semiárido (Insa) na temática da desertificação

O Insa, unidade de pesquisa do MCTI, visando tornar mais decisivo o papel da ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro, vêm promovendo a articulação, estruturação e dinamização de uma nova sistemática de articulação de pesquisa em rede. Esta, desenvolvida mediante o estabelecimento de parceria com outras instituições sediadas na região com apoio financeiro do CNPq, MMA, BNB, Embrapa e do próprio instituto.

Articulações anteriores já vinham sendo empreendidas as quais evoluíram, atualmente, para uma nova sistemática de pesquisa em rede, mais dinâmica e adequada à conjunção de ideias inovativas, bem como para a promoção de sinergia quanto à produção científica e tecnológica e, conseqüentemente, para uma aplicação mais racional e precisa dos recursos.

Nesse contexto, anteriormente, foram promovidos dois simpósios regionais – o primeiro em abril de 2008 (Petrolina/PE) e o segundo, em maio de 2009 (Campina Grande) – que juntos envolveram cerca de 300 participantes, representando instituições de naturezas diversas, de todos os Estados da Região e de outros Estados do país. Em Petrolina, apontou-se claramente para a necessidade da construção de caminhos que conduzissem a uma efetiva articulação interinstitucional regional. Por sua vez, em Campina Grande, um grupo de trabalho foi criado dando início já naquela oportunidade, reflexões sobre a estruturação de bases sólidas, tanto conceituais como institucionais, a abrangência, os objetivos e as temáticas prioritárias da Rede, entre outros pontos relevantes para sua caracterização.

Ainda como resultado do II Simpósio, foi realizada uma Oficina de Trabalho na cidade de Natal/RN, em outubro de 2009, com a finalidade de avançar na estruturação da Rede, bem como para ampliação do número de seus integrantes – profissionais e institucionais. Todo esse processo culminou com a institucionalização da “Rede sobre Desertificação no Semiárido Brasileiro”, por meio da publicação da Portaria Interministerial 92-A de 30 de março de 2010.

Em 2011, a partir da análise sobre a evolução da Rede e mediante a observação de outras articulações existentes no país, o Insa optou por reestruturar a sistemática visando consolidar as articulações e ações voltadas ao SAB, em um processo mais dinâmico e aberto. Espera-se com esta iniciativa dinamizar e aprofundar as atividades relativas ao combate à desertificação, objetivando viabilizar soluções que contribuam efetivamente para o desenvolvimento sustentável das ASD localizadas no SAB.

Portanto, isso se dará a partir de um sistema de gestão da informação, que estará voltado a subsidiar a geração e difusão de pesquisas sistemáticas, a apropriação de conhecimento, de tecnologias em

planejamento e gestão ambiental e a formulação de políticas públicas para a prevenção e mitigação dos processos de desertificação e dos efeitos das adversidades climáticas. Essas estratégias e ações visam à conservação da natureza e à melhoria da qualidade de vida da população. Assim, como parte desse processo um elemento crucial e inicial é a padronização da informação, como os aspectos relacionados com a gênese dos processos de desertificação no SAB.

1.4. Gênese dos núcleos de desertificação

O ecólogo João Vasconcelos Sobrinho tem sido considerado o pioneiro nos estudos sobre a desertificação no Semiárido Brasileiro. Sua trajetória teve início com a publicação, em 1971, da obra intitulada “Núcleos de Desertificação no polígono das secas”, onde apresentou as primeiras ideias sobre os Núcleos de Desertificação.

A formulação da categoria Núcleos de Desertificação foi uma das estratégias usadas pelo autor com vistas a permitir melhor aproximação com o fenômeno, ou seja, para permitir uma abordagem em nível local. Na contextualização dos núcleos que aparecem inicialmente com a nomenclatura de “Áreas-piloto”, o autor reafirma que “a impossibilidade de um estudo abrangente de uma área por demais vasta, como seria a de um Estado ou de todo o polígono das secas, nos impõe a escolha de áreas específicas bem representativas passíveis de serem estudadas como áreas-piloto”.

Além da questão espacial, outra característica metodológica há que ser levada em consideração; tais núcleos se constituem no efeito máximo do processo de degradação, sendo o seu indicador mais importante. Dessa forma, os Núcleos de Desertificação devem ser considerados como as unidades mínimas a partir das quais os estudos devem ser conduzidos. A aplicação desses conceitos à realidade do SAB indicou seis áreas como sendo núcleos de desertificação ou áreas-piloto.

Vale destacar que no mapeamento Brasil (1998) foram incluídos apenas quatro núcleos (os quatro primeiros, a seguir). Por motivos não plenamente esclarecidos pelo Ministério do Meio Ambiente, as demais áreas-piloto (cinco e seis) não foram incluídas, recebendo assim menos atenção deste ministério e de outras instituições de fomento (RIBEIRO ET AL., 1994).

1.5. Área-piloto 01 - Núcleo de Gilbués

Está localizado no extremo sul do Estado do Piauí, dentro da região fitogeográfica Caatinga – Cerrado. Compreende uma área afetada de 6.131 km², com 20 mil habitantes. Abrange os municípios de Gilbués, Monte Alegre do Piauí, Barreiras do Piauí, São Gonçalo do Gurgueia,

Santa Filomena e Alto Parnaíba. A origem do processo de desertificação nesse núcleo está relacionada aos processos de erosão, que tem sua origem na formação, gênese e morfologia de seus solos e na relação solo-paisagem.

Os solos desse sítio são dos tipos mais característicos do Brasil Central: Latossolos e Argissolos. Aqui, ambos os tipos de solos tem ocorrência nas chapadas e encostas que se estendem numa larga faixa, que vai da borda das grandes chapadas até as calhas dos rios (SAMPAIO ET AL., 2003).

Os Latossolos são solos profundos (perfil com mais de 2 m), cor vermelha, alaranjada ou amarela, muito porosos, com textura variável, baixa capacidade de retenção de cátion (<17 cmol kg⁻¹ de argila), altos teores de alumínio, bem drenados, pH em torno de 4 a 5, pobres em fósforo e bases Ca, Mg, K e Na (EMBRAPA, 2006). Em sua condição natural esses solos são poucos apropriados para a maioria das culturas, entretanto, com práticas corretivas de manejo de solo, como adubação e calagem, tornam-se altamente produtivos.

Por sua vez, os Argissolos são solos com argila de baixa atividade, com acúmulo da mesma no horizonte "B" translocada do horizonte "A" pela ação da água gravitacional, que pode ser observada numa transição clara, abrupta ou gradual. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte "A" e de média a muito argilosa no "B". São de profundidade variável (1,5 a 2 m), desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas e mais raramente, brunadas ou acinzentadas. São fortes a moderadamente ácidos, podendo apresentar saturação por bases alta ou baixa (op. cit.).

Ambos os tipos de solos, quando presentes nas encostas, ocupando altitudes intermediárias entre as chapadas e a calha dos rios, em razão da intensa e elevada precipitação, são submetidos a fortes processos erosivos que na vastidão das áreas planas das chapadas, desgastam suas bordas num processo milenar, aprofundando-se até encontrar o saprolito (SAMPAIO ET AL., 2003). Esta camada é composta por um material desagregado, poroso, muito susceptível a erosão, com valores de pH ≥ 8 .

Desta forma, quando os horizontes A e B são perdidos, o Saprolito fica exposto e a erosão aumenta exponencialmente, formando voçorocas que impactam pela profundidade que atingem em relação ao seu ponto de início e pela rapidez com que são escavadas (SAMPAIO ET AL., 2003). Além disso, nas áreas onde o saprolito aflora, a vegetação não se desenvolve ou não cresce nada em razão da mudança de pH do solo, de ácido (pH 4-5) nos horizontes "A" e "B" para alcalino no saprolito (pH ≥ 8). Nessas condições, a vegetação não sobrevive, pois ela evoluiu adaptada a condições ácidas e não alcalinas.

Naturalmente, que além da dinâmica geológica que desencadeia os processos de desertificação no sul do Piauí, as ações antrópicas como a agricultura e pecuária na faixa das encostas e a extração de diamantes nos leitos dos rios e riachos, contribuem para o agravamento da desertificação. Entretanto, de maneira menos marcante e diferentemente da forma como tem sido descrito na literatura.

A agricultura é pouco praticada pelas condições químicas do solo e a extração de diamante ocorre de forma localizada nos leitos dos rios, fora da área desertificada (op. cit.). A ação antrópica de maior impacto é a pecuária nas faixas de encostas, principalmente pelo corte e substituição da vegetação nativa por outras espécies. Contudo, nenhuma destas atividades humanas explicam ou justificam a intensa erosão na larga faixa de encostas e bordas das grandes chapadas até as calhas dos rios.

1.6. Área-piloto 02 - Núcleo de Irauçuba

Está localizado no oeste do Estado do Ceará, na região fitogeográfica dos Inhamuns. Compreende uma área afetada de 4.099,22 km² envolvendo os municípios de Sobral, Forquilha e Irauçuba (PINTO ET AL., 2009), com população rural de 35 mil habitantes. Sua caracterização como Núcleo de Desertificação está particularmente relacionada à classe de solo predominante da região: Os Planossolos Haplicos solodicos e natricos. São solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, que se caracterizam por apresentar um horizonte "A" de textura leve (arenosa), de pouca profundidade, que contrasta abruptamente, numa distancia vertical de 2,5 cm com o horizonte "B", de textura argilosa imediatamente subjacente, adensado, geralmente de acentuada concentração de argila dispersa, permeabilidade lenta ou muito lenta, constituindo, por vezes, um horizonte "pã" responsável pela retenção de lençol de água sobreposto, de existência periódica e presença variável durante o ano.

Na época de chuvas a água se infiltra facilmente no horizonte A, acumulando-se e infiltrando-se lentamente no horizonte B, que fica saturado durante esse período. Como o horizonte A é pouco profundo, o terreno tende a permanecer encharcado. Quando as chuvas cessam a água acumulada é perdida por evapotranspiração, favorecendo a ocorrência ou concentração de sais cristalinos sob forma de revestimentos, crostas e bolsas de cálcio, magnésio, sódio na superfície do solo e ao longo do perfil.

Esses sais cristalinos consistem em grande parte e em proporções variadas dos cátions Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e dos ânions cloretos e sulfatos, sendo em menores proporções, os ânions, bicarbonatos, carbonato e nitratos (CORDEIRO, 1988). Em excesso esses sais prejudicam o crescimento das plantas, em virtude do efeito osmótico, onde solutos dissolvidos na zona das raízes geram um potencial osmótico baixo, que diminui o potencial hídrico do solo e além dos efeitos de

toxicidade pelos íons presentes em elevadas concentrações na solução do solo. Igualmente, o excesso de Na^+ provoca a dispersão dos colóides, causando desestruturação do solo, criando problemas de compactação e dificultando o movimento da água e desenvolvimento radicular.

O conjunto dessas características limita o crescimento das plantas e impõem restrição ao estabelecimento de muitas espécies de porte alto. Assim, predomina nessas áreas vegetação herbácea que é, geralmente, usada para pastagem, na maior parte das vezes com lotação excessiva, que leva ao consumo de toda a parte da vegetação herbácea, deixando o solo descoberto e sem banco de sementes (SAMPAIO ET AL., 2003). Nessas condições, associadas ao alto gradiente textural entre o horizonte A (arenoso) e B (argiloso), os solos dessas áreas, já muito suscetíveis a erosão, ficam a mercê da ação do vento e da água da chuva.

Neste núcleo, em razão do tipo de relevo onde ocorrem esses solos, os processos de erosão não levam a formação de voçorocas como aquelas observadas no Núcleo de Gilbués. A erosão aqui é do tipo laminar. Uma das formas mais perigosas que existem, considerada um “câncer” para o solo, pois sendo pouco perceptível em contato visual direto, não desperta a preocupação ante a imagem observada. Vale ressaltar que as perdas de grande magnitude são pouco observáveis em curto prazo, porque não abrem sulcos com, pelo menos, alguns centímetros de profundidade. Esse efeito só é sentido com o acúmulo das perdas por vários anos de cultivo e o decorrente efeito da redução visível da profundidade do solo (BERTONI E LOMBARDI NETO, 1999; SAMPAIO ET AL., 2003; ARAÚJO ET AL., 2005).

1.7. Área-piloto 03 - Núcleo do Seridó

Está localizado no centro do “Polígono das Secas”, em parte dos Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, região fitogeográfica do Seridó. O Núcleo abrange os municípios de Currais Novos, Cruzeta, Equador, Carnaúba do Dantas, Acari, Parelhas, Caicó, Jardim do Seridó, Ouro Branco, Santana do Seridó e São José do Sabují no RN, e na PB, Santa Luzia e Várzea. A área afetada é de 2.987 km² com 260 mil habitantes. A desertificação neste núcleo está relacionada particularmente a fatores climáticos, processos pedogenéticos e intervenções antrópicas.

Os fatores climáticos que atuam mais diretamente sobre os processos de desertificação nesse núcleo são a temperatura e a combinação de precipitação pluviométrica baixa e irregular. Essa combinação leva a uma limitação hídrica que reduz, significativamente, a intensidade de manifestação dos processos de intemperismo químico (e.g. hidrólise) resultando, desta forma, em solos relativamente poucos intemperizados, quimicamente ricos, pouco profundos, com muitos minerais primários facilmente intemperizáveis, argilas de alta atividade (>25 cmolc kg⁻¹ de argila) e até com acumulação de sais e de carbonatos. Além disso, a precipitação pluvial também tem forte influência na modelagem da paisagem.

A maior parte da área tem topografia acidentada, com declives acentuados e nela os solos são rasos e pedregosos, com baixa capacidade de retenção de água, classificados como Neossolos Litólicos e Luvisolos Cromícos. No sopé das encostas formam-se vales, em geral de pequenas dimensões, com ocorrência de Neossolos Flúvicos e Planossolos Solódicos.

Os Neossolos Litólicos apresentam severa restrição ao aprofundamento do sistema radicular das plantas posto que, o contato lítico ocorre a pouca profundidade (10 a 30 cm). Este fato determina um reduzido volume de água e de nutrientes disponíveis para as plantas e pequeno volume para o sistema radicular ancorar as plantas, especialmente, árvores que apresentam sistema radicular mais profundo. Agrava esta limitação o fato de grande parte desses solos ocorrerem em relevo forte ondulado a montanhoso e, em muitos casos, com rochas expostas.

Os Neossolos Flúvicos são uma variação da ordem dos Neossolos, apresentando em geral melhores condições físicas e químicas para o crescimento das plantas. Porém, nesse núcleo a sua ocorrência é limitada, nas partes baixas das encostas, como consequência do transporte de sedimentos das partes mais altas e declivosas.

Os Luvisolos Cromícos são solos quimicamente muito ricos, apresentando elevados potenciais nutricionais. Entretanto, apresentam teores de Na^+ e sais relativamente elevados, tornando-se importante limitação ao crescimento e desenvolvimento das plantas, especialmente quando ocorre a pouca profundidade. Quando apresentam horizonte cálcico ou caráter carbonático dentro de 100 cm de profundidade o pH torna-se alcalino, levando à indisponibilidade de certos micronutrientes especialmente zinco, ferro, cobre e manganês.

A presença de horizonte B textural de textura argilosa seguindo horizonte(s) suprajacente(s) de textura mais grosseira os torna muito suscetíveis à erosão (EMBRAPA, 2006). Tal fato se agrava, por tais solos estarem situados nos declives mais acentuados e com horizonte B textural a apenas poucos centímetros de profundidade (10 a 20 cm), em especial, naqueles com mudança textural abrupta numa distância vertical de 2,5 cm. A suscetibilidade dos Luvisolos Cromícos à erosão é ampliada pelo fato das chuvas serem concentradas o que lhes confere alto poder erosivo. É comum, nesses solos, a presença de calhaus e matacões na superfície do terreno o que dificulta o preparo do terreno para plantio e promove significativo desgaste dos implementos agrícolas.

A combinação da escassez de água, com pequena expressão dos processos pedogenéticos, em consequência da baixa intensidade de atuação do intemperismo químico que não permitiu, ainda, modificações expressivas do material de origem, tem reflexos numa vegetação arbustiva pouca densa (com maior permeabilidade), de porte baixo e com sintomatologia de nanismo, geralmente coincidindo com a presença da caatinga hiperxerófila, entremeada de herbáceas que crescem apenas na estação chuvosa, permanecendo secas nos longos períodos de estiagem.

Quando o período chuvoso volta, verifica-se um esforço de recuperação que nem sempre é recompensado integralmente (VASCONSELLOS SOBRINO, 2002). Ademais, com uma vegetação pouco densa existe menor proteção ao solo, raios solares, ação da água e vento. Assim, nesse tipo de caatinga e solo a desertificação surge espontaneamente, havendo a possibilidade de sua preexistência, mesmo na ausência da intervenção antrópica. Contudo, é evidente com a intervenção humana nesses ambientes frágeis que a desertificação se consolide.

As intervenções antrópicas nesse núcleo estão relacionadas com o corte da vegetação para lenha, utilização na indústria ceramista e pecuária extensiva. Na atividade cerâmica, grandes quantidades de argila são retiradas dos baixios (NEOSSOLOS FLUVICOS), deixando crateras desiguais à amostra, imprestáveis para a agricultura (SAMPAIO ET AL., 2003). A pecuária extensiva, por sua vez, leva a um consumo de toda a vegetação herbácea deixando o solo descoberto ainda mais tempo nas épocas secas e, quando no início das chuvas, ficando plenamente exposto à erosão pelas chuvas de grande intensidade.

1.8. Área-piloto 04 - Núcleo de Cabrobó

O Núcleo está localizado no sul do Estado de Pernambuco, região fitogeográfica do Sertão Central, e abraça os municípios de Cabrobó, Orocó, Santa Maria da Boa Vista, Belém do São Francisco, Salgueiro, Parnamirim, Itacuruba, Petrolina, Afrânio, Ouricuri, Araripina e Floresta. A área afetada é de 4.960 km² com 24 mil habitantes.

O Núcleo está inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, que representa a paisagem clássica do SAB, caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas. Elevações residuais, cristas e/ou outeiros pontuam a linha do horizonte. Esses relevos isolados testemunham os ciclos intensos de erosão que atingiram grande parte do semiárido (CPRM, 2005). O clima que prevalece é do tipo BSs'h', ou seja, muito quente, semiárido, tipo estepe, com estação chuvosa adiantada para o outono, entre janeiro e maio (EMBRAPA, 2001).

A origem da desertificação neste Núcleo está relacionada às condições climáticas, edáficas e de ocupação e uso da terra. O solo, relevo, precipitação, temperatura e os ventos criam dentro da área condições locais para uma maior ou menor desertificação, fazendo variar a fisionomia da paisagem com gradações de sombreamento resultantes de uma maior ou menor densidade de plantas.

No extrato superior, a vegetação predominante é caatinga hiperxerófila, lenhosa, decidual, de portes médio a baixo, e no extrato inferior predominam cactáceas e bromeliáceas. O clima é do tipo tropical semiárido com chuvas de verão. A temperatura e evapotranspiração são elevadas,

com índices pluviométricos em torno de 650 mm. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril. Essas condições levam a uma redução da umidade do solo, provocando déficit hídrico por cerca de oito meses (SECTMA, 2009). Entretanto, as principais causas do processo de desertificação têm sido atribuídas ao sobrepastoreio, desmatamento e salinização do solo.

Essas áreas isoladas, em cujas condições de degradação da vegetação e solos (erosão hídrica, química) denunciam claramente a diminuição de sua capacidade produtiva, constituem áreas de formas variadas e pontuais, lineares e areolares. O horizonte superficial decapitado pela erosão laminar ou retalhados pelos ravinamentos, alguns desses chegam a ser medianamente profundos (nas acumulações coluviais dos pés-de-serra e dos terraços fluviais) e, por vezes, por certos movimentos de massa de pequena dimensão (ALVES, SOUZA E NASCIMENTO, 2009).

Os solos predominantes são os Planossolos, nos patamares compridos e baixas vertentes de relevo suave ondulado onde ocorrem, sendo solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve, que contrasta abruptamente com o horizonte B ou com transição abrupta conjugada com acentuada diferença de textura do A para o horizonte B imediatamente subjacente, adensado, geralmente de acentuada concentração de argila, permeabilidade lenta ou muito lenta, constituindo, por vezes, um horizonte pã, responsável pela formação de lençol d'água sobreposto (suspenso), de existência periódica e presença variável durante o ano.

Maior ocorrência para os Planossolos Natricos órtico típicos (solos apresentando horizonte plânico com caráter sódico imediatamente abaixo de um horizonte A ou E) e Planossolos Haplicos órticos solódicos. Luvisolos Cromicos órticos líticos, ocorrendo nos topos e altas vertentes, são rasos e com fertilidade natural alta. Neossolos Litólicos típicos e ao longo dos talwegues das redes de drenagem. Neossolos Fluvicos constituindo-se de solos rasos, pedregosos e fertilidade natural média, afetados por sais e com grandes crateras. Sendo assim, a ação do homem é apenas complementar ao processo.

1.9. Área-piloto 05 - Núcleo Cariris Velhos

Esse Núcleo está localizado na fração voltada ao sudoeste da Chapada da Borborema paraibana, região fitogeográfica dos Cariris Velhos, apresentando áreas de caatinga com índice xerotérmico, variando entre 150 e 300, com quatro tipos ou associações, predominantemente, de porte baixo, muitas vezes de baixa densidade e pobres em espécies arbustivo-arbóreas (SAMPAIO E RODAL, 2000) e com características de vegetação caducifólia espinhosa. Compreende os municípios de Juazeirinho, São João do Cariri, Serra Branca, Cabaceiras, Camalaú e municípios vizinhos. A área afetada é de 2.805 km² com 44.877 habitantes (IBGE, 2010).

A origem da desertificação nesse Núcleo está relacionada às condições climáticas, edáficas e à ocupação e uso da terra. Os solos são rasos em sua maioria, compactos e pedregosos. As causas da desertificação na Paraíba não diferem das que são encontradas em outros Estados do Nordeste. Elas são decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais, de práticas agrícolas inapropriadas e, sobretudo, de modelos de desenvolvimento macro e microeconômicos de curto prazo. Outro grave aspecto a considerar são as práticas agrícolas tradicionais, geralmente associadas a um sistema concentrado de propriedade da terra e da água, conduzindo a graves problemas socioeconômicos, que se aprofundam quando sobrevêm as secas (ALVES, SOUZA E NASCIMENTO, 2009).

Corroborando com essa afirmação, Sousa et al. (2007) disserta que as terras agrícolas estão comprometidas pelo desmatamento e pela manutenção de uma atividade pecuária acima da capacidade de suporte da caatinga. Tais práticas são responsáveis pelo aparecimento das erosões, que desencadeiam o processo de desertificação em estágio severo, como os núcleos de desertificação.

Vasconcelos Sobrinho (1978) qualifica duas causas principais para a desertificação na região dos Cariris da Paraíba: a) a predisposição geoecológica ou o equilíbrio instável resultante dos fatores climáticos, edáficos e topográficos e; b) as diferentes modalidades das ações antrópicas, diretas ou indiretas, que começam pela eliminação ou degradação do revestimento vegetal, chegando a desencadear o comprometimento dos outros componentes do ecossistema e dando início à formação de núcleos de desertificação.

Do ponto de vista geomorfológico, os processos erosivos que atuaram nos cariris velhos, determinando as suas formas de relevo, proporcionaram a elaboração de extensas superfícies aplainadas presentes na área central do Planalto da Borborema, decorrentes de fases climáticas, ora mais xéricas ora menos xéricas, resultando na criação de amplos pediplanos. Conforme Embrapa (1999, 2006) e Souza et al. (2009) os solos predominantes nessa área são: Luvisolo Háplico, Luvisolo Crômico, Planossolo Háplico, Planossolo Nátrico, Cambissolo Húmico, Neossolo Flúvico, Neossolo Regolítico, Neossolo Litólico, Chernossolo Rêndzico e Vertissolo Hidromórfico. Nessa última classe, vale destacar que, apesar de apresentar cobertura vegetal relativamente densa e variada à primeira vista, em caso de desmatamento ocorrem dificuldades na recolonização vegetal, uma vez que suas sementes junto com algumas partículas desse tipo de solo são arrastadas horizontalmente nesse processo sazonal de expansão/retração. Além dessa característica, em virtude da maior deficiência de drenagem presente em algumas áreas podem, ocasionalmente, ocorrer problemas em relação ao estabelecimento e desenvolvimento das plantas devido ao acúmulo de sais.

Em todo o Núcleo ocorrem afloramentos de rocha do embasamento cristalino (gnaisses, granitos e granodioritos são os mais comuns), visualizados na forma de grandes lajedos ou blocos

desagregados, que formatam uma paisagem típica da região, com manchas de solos Litólicos Eutróficos, pouco desenvolvidos, rasos ou muito rasos. Nas proximidades dos municípios de Sumé e de Taperoá há solos desenvolvidos a partir dos granodioritos, situados nas encostas dos relevos elevados do Sul da região, que escapam a essa regra.

1.10. Área-piloto 06 - Núcleo do Sertão do São Francisco

Está localizado no nordeste do estado da Bahia, na região fitogeográfica do Sertão do São Francisco, apresentando caatinga arbustiva hiperxerófila dominante, mas também com ocorrência de caatinga arbórea em inselbergues, e margeando o Rio São Francisco. Compreende uma área afetada de aproximadamente 34.254 km², com 366.561 habitantes (IBGE, 2010) e com densidade de ocupação média de 10,7 hab./km².

Abrange os municípios de Uauá, Macururé, Chorrochó, Abaré, Rodelas, Curaçá, Glória, Jeremoabo, Juazeiro, Canudos e municípios vizinhos. Nessa região se insere uma área deprimida no relevo ondulado, denominada Raso da Catarina, conhecida por seu elevado estado de desertificação (OLIVEIRA E CHAVES, 2004). Municípios vizinhos como Antas, Coronel João Sá, Novo Triunfo e Paulo Afonso, por associarem baixo índice de aridez e densidade populacional expressiva, merecem atenção quanto a sua inclusão no Núcleo, visto que seus indicadores apontam para elevada propensão à desertificação.

A origem do processo de desertificação nesse Núcleo está relacionada à substituição da caatinga pela agricultura e pecuária, sendo essas atividades apontadas como as maiores responsáveis pela ocorrência de desertificação na região do Sertão do São Francisco na Bahia (PAIVA ET AL., 2007). Além dos fatores ambientais que favorecem a degradação das terras e o surgimento da desertificação, a pobreza e a insegurança alimentar são consideradas também como causas e, ao mesmo tempo, consequências da desertificação. Na Bahia, mais de 300 mil km² se encontram susceptíveis à desertificação, e apresentam características climáticas que podem evidenciar a degradação do ambiente, juntamente com a ação antrópica indiscriminada (SILVA E ROCHA, 2011).

A desertificação nessa região já vem sendo relatada há muito tempo. Um estudo realizado pelo Ceped (1979), na Bahia, identificou uma área em processo de desertificação localizada na parte do baixo Rio São Francisco, no sertão de Paulo Afonso e nos tabuleiros de Euclides da Cunha e Jeremoabo. Nessas áreas já foi removida boa parte da cobertura vegetal e do horizonte superficial do solo. Ali, os solos já não dispõem de capacidade de retenção de água, ou pela impermeabilidade ou pela permeabilidade excessiva, de modo que, cessadas as chuvas, eles se desidratam.

Segundo Oliveira e Chaves (2004) os solos desta região, com exceção dos Neossolos Quartzarênicos, são pouco profundos e mal drenados, prevalecendo, de acordo com a Embrapa (2006) os seguintes: Neossolo Litólico, Neossolo Quartzarênico, Luvisolo Crômico, Planossolo Nátrico e Planossolo Háptico.

Destaca-se que na região de Rodelas, onde o problema de aridez é acentuado, com predominância de Neossolos Quartzarênicos e vegetação formada por caatinga hiperxerófila, existe um deserto instalado, com cerca de 400 ha, formado por dunas com mais de cinco metros de altura (PAIVA ET AL., 2007). Essa área, conhecida como deserto de Surubabel, localizada na beira do lago da barragem de Itaparica, ficou abandonada depois da criação do lago na década de 1980. Com o passar dos anos, esse local serviu como área de pastoreio excessivo, principalmente de caprinos, e sofreu um desmatamento acentuado, com a retirada de lenha para atender às necessidades da população. Como essa, existem diversas outras áreas na região em processo de desertificação, assim, configurando o Núcleo do Sertão do São Francisco, na Bahia.

Essa região, que já possuía alta susceptibilidade natural à desertificação, passou por um processo acelerado de erosão hídrica após a retirada da cobertura vegetal dos solos arenosos. Antes da construção da barragem, o Rio São Francisco tinha uma largura menor e passou para cerca de cinco mil metros depois da criação do lago. Com isso, os ventos, também atingiram velocidade maior em função da grande distância do espelho d'água que não oferece qualquer barreira. Dessa maneira, a erosão eólica começou a atuar de forma mais intensa na área (op. cit.).

2. Considerações finais

Os Núcleos de Desertificação no Nordeste brasileiro se constituem na fiel expressão da inadequação ou ausência de práticas adequadas, quando da interação entre as ações produtivas e os recursos naturais disponíveis em um ambiente de equilíbrio ecologicamente frágil. As consequências se apresentam tanto em âmbito local, como regional, nacional e global, visto que resulta no empobrecimento da população local e declínio da qualidade ambiental nesses ambientes, em processos migratórios intrarregionais, perda de biodiversidade, perda de território produtivo do país e na elevação do risco social em uma extensa área e, finalmente, nos aspectos negativos referentes ao clima do planeta, com a elevação da temperatura, interferências em processos biogeoquímicos, particularmente, na ciclagem da água e do carbono. Dessa forma, o processo de desertificação deve ser encarado como um problema pan-geoespacial, articulado às demais áreas em desertificação do planeta.

As áreas afetadas apresentam condições (embora algumas, remotamente), de recuperação das áreas degradadas, recuperando sua capacidade produtiva a partir de sistemas de manejo do solo,

da água e da cobertura vegetal, adequados às características edafoclimáticas e ecossistêmicas locais. Nas áreas mais críticas, a partir da retirada parcial ou total de qualquer tipo de uso existente nas terras degradadas, seria, em princípio, uma tarefa de fácil execução, visto que a incapacidade produtiva dos solos, cada vez mais profunda tende a “expulsar” os agricultores locais para áreas ainda com capacidade de suporte.

Entretanto, o predomínio de estrutura fundiária dominada pela pequena propriedade, sugerindo o uso intensivo dos solos, associada às práticas de manejo adotadas e os baixos níveis socioeconômicos existentes, ao mesmo tempo em que compõem a cadeia causal da degradação dos solos, tornam as ações corretivas ou mitigadoras de complexidade elevada. Uma vez cessado o uso, a recomposição da mesma ocorreria de forma natural, tão logo fosse cessado ou diminuído o uso dessas terras. Esse aspecto é inclusive previsto em pesquisas onde se demonstra a existência de capacidade de regeneração da caatinga numa sequência média de 1 a 3 anos para o estágio herbáceo, 10 a 15 anos para o estágio arbustivo, acima de 15 a 25 anos para o estágio arbustivo-arbóreo, e acima de 25 anos para o estágio arbóreo-arbustivo (SOUZA ET AL., 2009). Quanto à agricultura, esta enfrenta sérias limitações, tanto em relação à água, como em relação à disponibilidade de nutrientes.

De forma geral, todos os Núcleos de Desertificação apresentam, em boa parte dos seus solos, baixos teores de fósforo. O nitrogênio também é muito escasso, particularmente associado aos baixos teores de matéria orgânica dos seus solos. Com a supressão vegetal e a baixa capacidade de produção de massa verde, quando da ocorrência das chuvas, o que resta de matéria orgânica nos solos desnudos são rapidamente mineralizados, agravando mais ainda a deficiência de Nitrogênio (SALCEDO E SAMPAIO, 2008).

Fica evidente que as práticas agropecuárias adotadas para o bioma caatinga, particularmente nos Núcleos de Desertificação, têm levado a exaustão dos solos e a degradação do solo e, finalmente, da vida humana. Destarte as práticas agropecuárias com o devido manejo terem demonstrado resultados positivos em várias regiões do semiárido nordestino, o manejo florestal tem se demonstrado como o mais promissor deles e, talvez, uma das derradeiras alternativas para os Núcleos em Desertificação.

A renda auferida com o manejo florestal para os agricultores familiares tem se mostrado como muito atraente, pois retoma a característica produtiva das áreas devastadas, a partir de um plano de manejo florestal consciente, destinando ao produtor rural uma renda expressiva para a manutenção de suas necessidades e de sua família.

Com a cobertura vegetal recomposta, os teores de matéria orgânica seriam pouco a pouco incorporados ao solo e a ciclagem de nutrientes e biomassa retomariam o seu processo normal.

O maior entrave se dá na economicidade do sistema, especialmente para estruturas fundiárias com menos de 20 hectares, que necessitariam também de áreas destinadas a reserva legal e a produção de alimentos de consumo familiar diário. Algumas alternativas com espécies plantadas e com a utilização de recursos não-madeireiros estão apresentando alternativas alvissareiras para diversos produtores familiares.

A integração de políticas públicas ambientais, territoriais, patrimoniais e urbanísticas, é fundamental para que as ações possam se dar de forma concatenada, ao invés da dispersão de esforços verificadas em diversas áreas, que muitas vezes se apresentam contraditórias, especialmente quando fomentam cargas excessivas sobre estratos florestais e solos que não apresentam tal capacidade de suporte e, por conseguinte, de respostas aos inputs produtivos, resultando em degradação ambiental.

Enquanto medidas de intervenção imediata não forem adotadas, os Núcleos de Desertificação continuarão a aumentar em área e em gravidade do processo de desertificação. Associado a essa questão, o monitoramento dessas áreas também deve se constituir em especial atenção por parte dos órgãos de governo, visto tratar-se da perda de território nacional produtivo para as presentes e futuras gerações de brasileiros. Para tanto, é fundamental a identificação, experimentação e pactuação de indicadores que permitam o monitoramento socioambiental dessas áreas submetidas ao grave processo de degradação de sua qualidade ambiental, designada genericamente de “processo de desertificação”.

Referências

- ALVES, J. J. A.; SOUZA, E.N.; NASCIMENTO, S.S. Núcleos de desertificação no Estado da Paraíba. **Ra'ega**, Curitiba, v.17, p.139-152, 2009.
- ARAÚJO, G.H. de S.; ALMEIDA, J.R.; GUERRA, A. J.T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- BERTONI, J., LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1999.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. **Nova delimitação do Semiárido Brasileiro**. Brasília: MIN. 2005.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mapa de ocorrência de desertificação e áreas de atenção especial no Brasil**. Brasília: MMA/SRH. 1998.
- _____. **Convenção das Nações Unidas de combate à desertificação**. Brasília, Distrito Federal: MMA/SRH, 2006.
- CEPED. **Diagnóstico preliminar do processo de desertificação no estado da Bahia**. Salvador: CEPED, 1979.
- CORDEIRO, G.G. **Aspectos gerais sobre salinidade em áreas irrigadas: origem, diagnósticos e recuperação**. Petrolina: EMBRAPA/CPATSA, 1988.
- CPRM. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: diagnóstico do município de Cabrobó, estado de Pernambuco**. Orgs.MASCARENHAS, J.C.; BELTRÃO, B.A.; SOUZA JUNIOR, L.C.; GALVÃO, M.J.T.G.; PEREIRA, S.N.; MIRANDA, J.L.F. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.
- DUBAUX JR, J.C., SANTOS, M.V.F. Exigências nutricionais da palma forrageira. In MENEZES R. S.C.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B. (Ed.). **A Palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual de novas perspectivas de uso**. Recife: UFPE. 2005. p.105-128.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa- Solos, 1999.
- EMBRAPA. **Circular Técnica n. 10**. Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2001.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006.
- FREIRE, M.B.G.S.; RUIZ, H.A.; RIBEIRO, M.R.; FERREIRA, P.A.; ALVAREZ, V.H.V.; FREIRE, F. J. Condutividade hidráulica de solos de Pernambuco em resposta à condutividade elétrica e RAS da água de irrigação. **Agriambi**, Campina Grande, v.7, n.1, p.45-52, 2003a.
- FREIRE, M.B.G.S., RUIZ, H.A., RIBEIRO, M.R., FERREIRA, P.A., ALVAREZ, V.H.V., FREIRE F. J. Estimativa do risco de sodificação de solos de Pernambuco pelo uso de águas salinas. **Agriambi**, Campina Grande, v.7, n.2, p.227-232, 2003b.

- GALINDO, I.C.L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; MENEZES, R.S.C. Uso da palma na conservação dos solos. In: MENEZES R.S.C.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B. (Ed.). **A palma no nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: UFPE, 2005. p.163-176.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico Brasileiro 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.
- LEAL, I.G.; ACCIOLY, A.M.A.; NASCIMENTO, C.W.A.; FREIRE, M.B.G.S.; MONTENEGRO, A.A.A.; FERREIRA, F. L. Fitorremediação de solo salino sódico por atriplex nummularia e gesso de jazida, Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa, v.32, p.1065-1072, 2008.
- OLIVEIRA, J.H.M.; CHAVES, J.M.; LOBÃO, J.B.; PEREIRA, Q.E.; BANDEIRA, F.P. Fragilidade ambiental de um setor do raso da Catarina-BA e entorno utilizando geoprocessamento: álgebra simples de mapas-sobreposição ponderada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 12. Viçosa: UFV, 2004.
- PAIVA, A.Q.; ARAÚJO, Q.R.; GROSS, E.; COSTA, L.M. O deserto de Surubabel na Bahia. **Revista Bahia Agrícola**, Salvador, v.8, n.1, 2007.
- PEREZ-MARIN, A.M.; MENEZES, R.S.C.; DIAS, E.M.; SAMPAIO, E.V.S.B. Efeito da Gliricidia sepium sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistema agroflorestal no agreste paraibano. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v.30, p.555-564, 2006.
- PERNAMBUCO. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco (SECTMA). **Programa de ação estadual de Pernambuco para o combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca** – PAE-PE. Recife: Governo do Estado de Pernambuco. 2009.
- PINTO, R.M.S.; CARVALHO, V.C.; ALVALÁ, R.C.S. Mapas de variabilidade temporal do uso e cobertura da terra do núcleo de desertificação de Irauçuba (CE) para utilização em modelos meteorológicos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14, 2009, Natal. **Anais ... INPE**, p. 6077-6083.
- RIBEIRO, M.R.; FREIRE, F.J.; MONTENEGRO, A.A.A. Solos halomórficos no Brasil: ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; SÁ, I.B.; RICHÉ, G.R.; FOTIUS, G.A. (Ed.). Degradação ambiental e reabilitação no trópico semiárido brasileiro. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DA DESERTIFICAÇÃO. Fortaleza, 1994. Brasília, Fundação Grupo Esquel Brasil. **Anais...** p.310-331. 1994.
- RODRIGUES, V. Desertificação: problemas e soluções. In: OLIVEIRA, T. S. et al. (Ed.). Agricultura, sustentabilidade e o semiárido. Fortaleza: UFC/SBCS, 2000. p. 22-56.
- SÁ, I.B.; FOTIUS, G.A.; RICHÉ, G.R. Degradação ambiental e reabilitação natural no trópico semiárido brasileiro. In: CONFERÊNCIA NACIONAL E SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DA DESERTIFICAÇÃO, 1994, Fortaleza. **Anais ... Fortaleza**, p. 260-275.

- SALCEDO, I.H.; SAMPAIO, E.V.S.B. Matéria orgânica do solo no bioma Caatinga. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 25-47.
- SAMPAIO, E.V.S.B.; RODAL, M.J. **Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga: Fitofisionomias da Caatinga**. Petrolina: 2000.
- SAMPAIO, E.V.S.B.; MENEZES, S.C.M. Perspectivas do uso do solo no Semiárido Nordeste. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO, 13, 2002, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: UESC, 2002.
- SAMPAIO, E.V.S.B.; SAMPAIO, Y.; VITAL, T.; ARAÚJO, M.S.B.; SAMPAIO, G.R. Desertificação no Brasil: Conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência. Recife, UFPE, 2003. 202p.
- SILVA, T. B.; ROCHA, J.S.F. Análise integrada de indicadores socioeconomicos e socioambientais na avaliação do processo de desertificação na região Nordeste do Estado da Bahia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011.
- SOUSA, R.F.; BARBOSA, M.P.; MORAIS NETO, J.M.; FERNANDES, M.F. Estudo do processo da desertificação e das vulnerabilidades do Município de Cabaceiras-Paraíba. Rev. Eng. **Ambient**, Espírito Santo do Pinhal, v.4, n.1, p.89-102, 2007.
- SOUZA, B.I.; SUERTEGARAY, D.M.A.; LIMA, E.R.V. Desertificação e seus efeitos na vegetação e solos do Cariri paraibano. **Mercator**: Fortaleza, v.8, n.16, p.217-232, 2009.
- VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Metodologia para identificação dos processos de desertificação: manual de indicadores**. Recife: SUDENE, 1978.
- _____. Núcleos de desertificação no polígono das secas. **Anais ...ICB**. Recife: UFPE, v.1, n.1, p. 69- 73, 1971.
- _____. **Desertificação no Nordeste do Brasil**. Recife: Editora Universitária, 2002.