ISSN 1982-5528

INDICADORES BIOFÍSICOS E A DINÂMICA DA DEGRADAÇÃO/ DESERTIFICAÇÃO NO BIOMA CAATINGA: estudo de caso no município de Tauá, Ceará

Eliedir Ribeiro da Cunha Trigueiro
Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente, UFC
E-mail: eliedir@gmail.com

Vládia Pinto Vidal de Oliveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)
Departamento de Geografia
Doutora em Agricultura e Meio Ambiente em Zonas Semi-áridas – UAL
Pesquisadora CNPq
E-mail: vladia.ufc@gmail.com

Carlos Lineu Frota Bezerra
Universidade Federal do Ceará (UFC)
Departamento de Biologia
E-mail: lineuce@gmail.com

ABSTRACT
The decrease of the biodiversity of the caatinga ecosystem due to the environmental degradation and desertification processes has been as one of the serious problems of the semiarid Northeast region of Brazil. In this context, this study aims to evaluate the dynamics of the degradation and desertification as a function of the different uses and management practices in the Bioma Caatinga. It was surveyed the floristic composition, the structure of the vegetal community and the geo-ecological conditions. The area AI - being used extensive pasture and extractive; the area AII - left fallow after being used with subsistence crops; and the area AIII - left fallow for more than 10 years. The results showed that the more degraded one was the Area AII, composed of 19 species, 18 genera and 10 families while Area III revealed more conserved regarding two others, composed of 21 species, 19 genera and 21 families.

Key words: biophysics Indicators; desertification; vulnerability.

RESUMO
A redução da biodiversidade do Bioma Caatinga, conseqüência dos processos de desertificação tem-se configurado como um dos graves problemas das regiões do semiárido brasileiro. Nesse contexto, objetiva-se avaliar a dinâmica da degradação/ desertificação em função de diferentes usos e manejo no Bioma Caatinga. Inventariou-se a composição florística, a estrutura da comunidade vegetal, analisando as condições geoecológicas. A área AI - com uso de pastagem extensiva e extrativismo, a área AII - em repouso após uso com cultivo de subsistência; e a área AIII em "pousio" por mais de 10 anos. Resultou que a área mais degradada correspondeu à área AI, composto em 19 espécies, 18 gêneros e 10 famílias enquanto a Área III mostrou-se mais conservada, constituída por 21 espécies, 19 gêneros, 21 famílias.

Palavras-chave: Indicadores Biofísicos; desertificação; vulnerabilidade.

1 INTRODUÇÃO

O Bioma Caatinga do nordeste brasileiro apresenta diversidade florística resultante de variadas condições fitoecológicas. Sua paisagem natural originada pela auto-organização da biosfera, praticamente tem perdido suas características geoecológicas primárias em função do uso inapropriado das atividades socioeconômicas. Nas últimas décadas vem-se observando um cenário extremamente modificado pela intensa ação degradadora do ser humano, manifestada principalmente, no surgimento e/ou intensificação dos processos biofísicos tais como, erosão dos solos, aumento do *déficit* hídrico do solo, contribuindo na alteração microclimática, afetando a biodiversidade e, consequentemente, contribuindo para expansão da desertificação.

Reconhecendo que a desertificação acentua a fragilidade das condições geoecológicas e socioeconômicas, impossibilitando o desenvolvimento sustentável, a comunidade científica, incluindo o governo, busca estratégias de combate e mitigações de combate à desertificação. Ciente que a implementação de qualquer política de recuperação e conservação dos recursos naturais são indispensáveis estudos integrados do ambiente com suas vulnerabilidades e ecodinâmica.

Neste contexto, este artigo objetiva avaliar a dinâmica da degradação/desertificação em função de diferentes usos e manejo no Bioma Caatinga do Município de Tauá.

2 VULNERABILIDADE AMBIENTAL

Vários autores têm desenvolvido pesquisas relacionadas à temática do trabalho ressaltando-se as abordagens de vulnerabilidade ambiental, sustentabilidade, degradação e desertificação na dinâmica de paisagens. Alheiros (1996), ao conceituar vulnerabilidade ambiental, refere-se ao conjunto de fatores ambientais de mesma natureza que, diante de atividades ocorrentes ou que venham a se manifestar, poderá sofrer adversidades e afetar, de forma vital, total ou parcial, a estabilidade ecológica da região em que ocorre.

> [...] ainda não existe, para o estudo da vulnerabilidade ambiental, uma metodologia específica ou modelos aplicáveis para os diversos tipos de estudos. Isso requer cálculo das perdas potencialmente envolvidas nas áreas sujeitas à acidentes, e, em termos monetários, demanda informações sobre o valor de áreas ocupadas ou desertas, o que acarreta um problema sério, como determinar o preço da biodiversidade de uma determinada área (ALHEIROS, 1996, p.1).

Alguns elementos devem ser considerados para a avaliação do risco, principalmente a suscetibilidade da área e a vulnerabilidade dos sistemas ali existentes.

A suscetibilidade expressa a fragilidade do meio frente aos processos morfodinâmicos enquanto a vulnerabilidade exprime o grau das perdas, materiais e humanas dos sistemas implantados na área estudada. Ainda segundo ALHEIROS (1996, p.1):

> […] a vulnerabilidade do sistema deve ser expressa sob o ponto de vista econômico, traduzindo-se em perdas monetárias, e é ai, onde se colocam as principais dificuldades a serem vencidas numa análise de risco geológico, nos moldes em que vem sendo desenvolvida no Brasil.

O tema vulnerabilidade tem gerado muitas pesquisas em várias áreas. Não se pode falar em vulnerabilidade sem falar em risco, perigo e suscetibilidade. De acordo com Kasperson & Turner (2001), vulnerabilidade, risco, perigo e dano são conceitos que permitem associar fatores dos mundos natural e social. Atualmente, o tema vulnerabilidade tem recebido atenção crescente quanto à dimensão humana em estudos de grupos populacionais, propiciando um quadro conceitual para a compreensão das interações homem-ambiente. Constitui também um elemento essencial para a avaliação e análise de riscos, perigos, impactos e danos aos quais os grupos populacionais estão expostos, bem como do grau de susceptibilidade a essa exposição, e a habilidade (ou falta dela) para a atenuação, enfrentamento e/ou adaptação à perturbação ou estresse causado por essa exposição.

Segundo Augusto Filho (1994), há várias propostas de "equações" de riscos na literatura internacional, onde são observadas diferentes tentativas de expressão da suscetibilidade e da vulnerabilidade o que leva ao fato de que o risco deve ser expresso como função da suscetibilidade do meio e da vulnerabilidade do sistema.

Souza (2000), com base em critérios de Tricart (1977), propôs a definição de vulnerabilidade em quadro-síntese, nos estudos da dinâmica ambiental para o estado do ceará, observando as interferências dos processos morfogenéticos e pedogenéticos do estado de evolução das unidades geoambientais. Para este modelo de classificação é utilizada a seguinte tipologia:

> - **Ambientes estáveis**: apresenta estabilidade morfogenética antiga em função da fraca atividade do potencial erosivo. Possuem um balanço favorável à pedogênese. O recobrimento vegetal é pouco alterado pelas ações antrópicas, ou existe franca regeneração da cobertura secundária, existindo ainda um equilíbrio entre os fatores do potencial ecológico e os de exploração biológica.
> - **Ambientes de transição**: a dinâmica atual do ambiente é marcada pelo predomínio de processos morfogenéticos ou processos pedogenéticos, o que pode favorecer uma ou outra condição: onde predomina a pedogênese favorece aos meios estáveis; e onde predomina a morfogênese, favorece aos meios instáveis.
> - **Ambientes fortemente instáveis**: apresenta uma intensa atividade do potencial erosivo, evidenciado pela deterioração ambiental e da capacidade produtiva dos recursos naturais, podendo comprometer as reservas paisagísticas. O balanço entre a morfogênese e a pedogênese é favorável à morfogênese. (SOUZA, 2000, p.13)

Ainda de acordo com Souza (2000) a sustentabilidade das unidades geoambientais, é considerada com base em quatro categorias de acordo com as seguintes condições: potencial geoambiental e limitações de uso dos recursos naturais disponíveis; condições ecodinâmicas e vulnerabilidade ambiental e indicadores quanto ao uso compatível do solo de cada unidade. Com base nestas informações, estabeleceu as seguintes categorias:

> 1. **Sustentabilidade Muito Baixa** – Áreas em que a capacidade produtiva dos recursos naturais é mínima e onde os efeitos da degradação ambiental adquirem características praticamente irreversíveis, devido à devastação da vegetação e ao mau uso dos solos, além dos índices negativos elevados do balanço hídrico;
> 2. **Sustentabilidade Baixa** – Áreas que apresentam sérios problemas quanto à capacidade produtiva dos recursos naturais renováveis, incluindo-se o pequeno potencial dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, a irregularidade das

> condições climáticas, um balanço hídrico deficiente durante quase todo o ano, os solos rasos, e a baixa fertilidade natural;
> 3. **Sustentabilidade Moderada** – as áreas apresentam-se com razoável capacidade produtiva dos recursos naturais, onde as condições apresentam-se satisfatórias quanto ao potencial hídrico: razoável a boa quantidade de água acumulada; possibilidades de utilização das águas subterrâneas; condições climáticas favoráveis, com chuvas regularmente distribuídas, os solos moderadamente profundos, com média a alta fertilidade natural e apresentando um bom estado de conservação por parte da cobertura vegetal primária ou secundária.
> 4. **Sustentabilidade Alta** – Apresentam áreas dotadas de boa capacidade produtiva dos recursos naturais e com limitações que podem ser atenuadas com aplicação de tecnologia simples, incluindo-se as condições satisfatórias do potencial hídrico, levando em conta o escoamento fluvial, os reservatórios com boa quantidade de água acumulada e as potencialidades de utilização das águas subterrâneas; as condições climáticas, com chuvas bem distribuídas; solos moderadamente profundos com média a alta fertilidade natural, sendo pouco susceptíveis à erosão em função do estado de conservação da cobertura vegetal. (SOUZA, 2000, p. 13.)

Ainda, de acordo SOUZA (2000, p. 14) tendo como base o potencial atual dos recursos naturais, as limitações de uso e o estado de conservação destes recursos, chega-se às seguintes categorias de vulnerabilidade:

> a) **Vulnerabilidade Baixa** – São áreas que apresentam características dos setores de Sustentabilidade Alta;
> b) **Vulnerabilidade Moderada** – São áreas que apresentam características dos ambientes com Sustentabilidade Moderada;
> c) **Vulnerabilidade Alta** – São áreas que apresentam características dos setores de Sustentabilidade Baixa a Muito Baixa.

3 DESERTIFICAÇÃO: INDICADORES BIOFÍSICOS

> [...] o homem tem a capacidade de alterar os processos de elaboração do relevo, modificando os solos, vegetação, condições hidrológicas, formas de erosão e introduzindo tais modificações no sistema morfológico, que podem conduzir ao desequilíbrio e colapso. A modificação da paisagem é atingida, assim, de maneira indireta através das alterações nas relações de suas variáveis. (ORELLANA, 1981, p.12).

No final dos anos 40, Aubreville (1949) atribuiu a criação do termo "desertificação" para caracterizar aquelas áreas que estavam ficando "parecidas a desertos" ou desertos que estavam se expandindo, o que não deixa de ser um pouco verdade, já que eles podem se expandir ou retrair devido às flutuações do clima, o que não é o caso.

Na realidade, somente em 1977, com a Conferência das Nações Unidas sobre desertificação, em Nairóbi, o tema foi abordado em escala mundial, resultando no Plano de Ação das Nações Unidas de Luta Contra a Desertificação (PANUD). Problemática que foi alertada, mais contudentemente, apartir do informe de *Brundtland* (UNEP) *apud* Navone *et. al.* (2006), em que as Nações Unidas alertaram à comunidade científica e aos políticos sobre

o tratamento incorreto dos recursos naturais no planeta Terra. Resaltou, especial atenção com respeito às políticas ambientais, recomendando o manejo e o desenvolvimento sustentável dos recursos naturais*:* "[...] si los seres humanos necesitan sobrevivir en este planeta, los recursos naturales, deben ser conservados y protegidos. El uso de la tierra especialmente la agricultura y los bosques debe realizarse de acuerdo a la aptitud de las mismas". (NAVONE *et al*., 2006, p.110)

Quando a degradação se produz nas terras secas (áridas, semiáridas e subúmidas secas) através da interação de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades antrópicas, denomina-se Desertificação pela Convenção das Nações Unidas de Combate à desertificação em 1994 (MMA, 2005). Desse modo, a desertificação é a expressão geral dos processos biofísicos, naturais e induzidos, assim como sociais e econômicos que rompem o equilíbrio ecológico das terras secas. (FAO-PNUMA *apud* Navone *et al.*,2006).

E por degradação da terra entende-se a degradação dos solos e recursos hídricos; a degradação da vegetação e biodiversidade e a redução da qualidade de vida da população afetada. "Portanto, na grande maioria das situações, a degradação da terra é uma consequência indesejada de seu uso. Ela vem do desconhecimento das consequências negativas, da inevitabilidade de sua ocorrência e/ou do sacrifício do futuro face às necessidades mais prementes do presente" (LE HOUÉROU, 2002, p.5*).*

Vasconcelos Sobrinho (1978), considerado percursor nos trabalhos relacionados à temática no âmbito do Brasil, listou em seu trabalho 34 indicadores de desertificação, que foram divididos em seis categorias: físicos, biológicos agrícolas, uso da terra, assentamento das populações, biológicos humanos e de processo social. Essa lista, segundo Matallo Júnior (2001) foi elaborada com base no trabalho prévio de Reining (1978).

Sampaio (2002) em sua revisão sobre os grupos de trabalhos e as propostas de mensuração da desertificação no Brasil, destaca a proposta de Ferreira *et al* (1994), trabalho resultante e que foi adotada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), como uma das medidas oficiais da desertificação no Brasil. Com base nela e em outros dois trabalhos, Sá *et al* (1994) e Torrico (1994), foi elaborado o mapa de desertificação e também quantificadas as áreas em estado muito grave, grave e moderado.

Viana & Rodrigues (1999, 2000) publicaram dois trabalhos, com um índice de propensão à desertificação dos municípios cearenses. Para isso, eles usaram 60 indicadores, os quais foram reduzidos para 46 e divididos em quatro grupos: naturais, agrícolas e econômicos, demográficos e sociais. Eles reforçam a idéia de que é necessário agrupar os indicadores a fim de que se possa caracterizar o quadro de desertificação.

Para o Estado do Ceará, a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e a Universidade Federal do Ceará (UFC) realizaram o mapeamento da desertificação para o Estado a partir da análise de imagens de satélite e dos índices de aridez dos municípios (SOARES *et al*. 1992). Na análise, foram considerados os aspectos físicos e biológicos das áreas, mas que, segundo Sampaio (2002), não incluiram os estudos econômicos ou sociais.

Nos estudos realizados no Município de Tauá no período de 2000 a 2003, pelo Grupo Ecologia de Paisagens da Universidade Federal do Ceará, através do Programa WAVES (Water Availability and Vulnerability of Ecosystems and Society in the Semiarid Northeast of Brazil) financiado pelo CNPq/BMBF, objetivou-se na análise do contexto geoambiental. Visava-se detectar a capacidade de suporte dos recursos naturais, com base na definição de

suas potencialidades e limitações de uso. Os resultados obtidos consistiram na delimitação e caracterização de 8 (oito) Unidades Geoecológicas, devidamente cartografadas; matriz contendo as potencialidades de uso dos recursos naturais, limitações, tipologia de uso, ecodinâmica e avaliação do estado de degradação bem como recomendações de uso sustentável (OLIVEIRA *et al*., 2003).

2 MATERIAL E MÉTODO

2.1 Área geográfica de estudo

A área de estudo possui 65ha, inserindo-se nos domínios da Escola Agrícola Cenecista Francisca Cavalcante Fialho, no Distrito de Barra Nova, (Figura 1)**.** Dista 30 km do Município de Tauá e 360 Km de Fortaleza. A Escola Agrícola desde sua fundação, em 13 de Maio de 1989, atende às comunidades vizinhas, oferecendo aos alunos o ensino médio e fundamental.



Figura 1 - Localização da área de estudo, Barra Nova.

2.2 Método e técnicas da pesquisa

O estudo dos processos e efeitos da degradação ambiental no distrito de Barra Nova, em Tauá, segue referências contidas e consagradas em estudo integrados da natureza. Fundamenta-se no conceito de ecossistema de Tansley (1934) *apud* Tricart (1977), que define ecossistema como um conjunto de seres vivos mutuamente dependentes uns dos outros e do meio ambiente no qual eles vivem.

A aplicação do conceito de sistema pressupõe a interdependência entre os fenômenos naturais mediante fluxos de matéria e energia. Foram considerados, igualmente,

os resultados de algumas pesquisas realizadas no Nordeste brasileiro, tal como Souza (1983, 1988; 1998) Oliveira *et al* (1988); Oliveira (1990); Oliveira & Printz (2000) Moreira (2001); Oliveira *et al* (2003).

As parcelas de amostragem foram selecionadas nos terrenos da Escola Agrícola em função de diferentes usos e manejo do Bioma Caatinga (Figura 2).

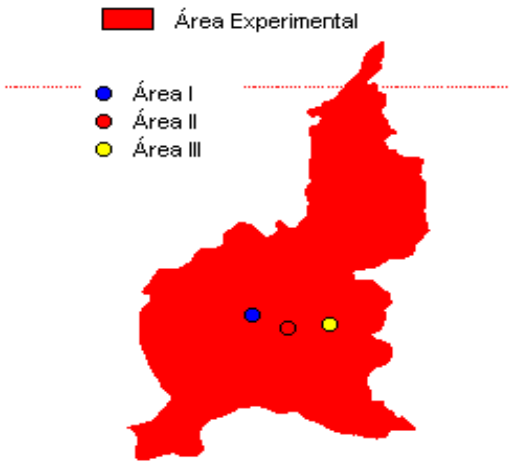


Figura 2 - Esboço da localização das Áreas de Amostragem AI, AII e AIII, dentro do Distrito de Barra Nova-Município de Tauá-Ce.

Inventariou-se a composição florística e a estrutura da comunidade vegetal segundo método fitossociológico de parcelas de acordo com Dumbois & Ellemberg (1974), divididas em 25 *plots* (20 x 20 m²), analisando as condições geoecológicas afetados por diferentes usos e manejos.

A área AI está localizada na Fazenda Várzea Formosa (Lat. 5º36'50,32" S e Long. 40º08'38,38" W) em repouso, por período de 5 anos, foi escolhida por ter apresentado duas atividades bastante representativas da comunidade local: o extrativismo e o pastoreio.

A área AII está localizada na Fazenda Cachoeirinha do Pai Senhor (Lat. 5º37'28,49" S e long. 40º07'30,37" W) apresenta atividades mais representativas como: o extrativismo e a atividade agrícola.

A área AIII, localiza-se no Serrote dos Patos em relevo moderadamente dissecado em colinas onduladas a suave ondulada, mas concretamente na vertente superior do terço médio da encosta com cota central entre as coordenadas Lat. 5º37'22,09" S e long. 40º05'40,93" W. Esta área encontra-se há mais de uma década em "pousio".

De modo geral, as três áreas de estudos inseridas no distrito de Barra Nova exibem relevo com superfícies de erosão parcialmente dissecadas, truncadas indistintamente por litologias do Complexo Pedra Branca. Predominam litologias como gnaisses dos mais variados tipos e migmatitos com freqüentes caos de blocos. Em menor representatividade estão os depósitos areno-argilosos correspondendo às estreitas planícies fluviais dos riachos Cipó-Carrapateiras.

A rede de drenagem é densa com padrão, predominantemente, dendrítico. Consequentemente, o baixo potencial de recursos hídricos subterrâneos é baixo. O potencial dos recursos hidrogeológicos estão evidenciados apenas nas zonas fraturadas, apresentando água de má qualidade (CEARÁ, 1986).

Os principais tipos de solos encontrados são: Neossolos Litólicos e Luvissolos Crômicos nos setores de relevo ondulados; os Planossolos nas áreas aplainadas e Argissolos nas áreas mais elevadas. Ocorrem, também, em faixas estreitas os Luvissolos Flúvicos desenvolvendo-se nas planícies fluviais. Geralmente os solos encontram-se erosionados constatados pela menor espessura do horizonte A ou mesmo truncados.

A cobertura vegetal da comunidade caatinga, de modo geral, encontra-se, fortemente degradada, apresentando padrões fisionômicos de sucessão secundária com predominância de fisionomia de caatinga arbustiva-arbórea. A vegetação é predominantemente caducifólia e garranchenta, sobre solos rasos e quase sempre pedregosos com extrema deficiência hídrica em grande parte do ano**.**

O uso e a ocupação ocorrem de modo desordenado e vem acarretando processo de desertificação ao longo da área de estudo, o que se verifica em todo o município. O processo foi acelerado nas últimas décadas devido à ocorrência de alguns fatos, como a agricultura de sequeiro (cotonicultura), a pecuária tradicional extensiva (pequeno e médio e grande porte), a mineração, o extrativismo vegetal, a agricultura de subsistência, contribuindo para o desgaste do solo e uma futura degradação do ambiente.

Do ponto de vista social, pode-se observar o estado crítico em que se encontra a população que reside na região, principalmente nas áreas rurais, buscando seu sustento em uma área, cuja escassez de condições naturais é evidente. Buscam por meio da agricultura itinerante, devido às condições edáficas, provocando constantes desmatamentos e queimadas, para dar lugar à pecuária extensiva, refletindo-se no rendimento das lavouras e alterando a disponibilidade das pastagens e sua capacidade de suporte.

Com respeito aos procedimentos metodológicos, inicialmente, foram realizadas várias visitas à área para os estudos da composição florística, observando-se os aspectos fitofisionômicos, coletas e informações locais sobre plantas. O material botânico coletado, devidamente herborizado, após identificações realizadas por especialistas, foi incorporado ao Herbário Prisco Bezerra - EAC, da Universidade Federal do Ceará.

No que diz respeito à descrição mais detalhada do componente vegetacional, foi realizado inventário florístico e fitossociológico, no qual foi utilizado o método de parcelas baseados nas medidas de campo e segundo a literatura de Curtis & Mcintosh (1950), Cottan & Curtis (1956) *apud* Dumbois & Ellemberg , 1974.

Os parâmetros fitossociológicos seguiram os cálculos de acordo com as fórmulas para frequência absoluta, frequência relativa, densidade absoluta, densidade relativa, estrutura de altura e estrutura de diâmetro. E através das análises, pode-se ter uma idéia geral da área, sua fisionomia e estrutura. Para estudo das unidades fitoecológicas e de uso comparou-se floristicamente usando-se o Índice de *Sorensen* e para a diversidade de espécie, o Índice de Diversidade de Simpson, de acordo com as fórmulas (Fig. 3).

Para coleta de solo, seguiram-se normas consagradas nos levantamentos sistemáticos e para melhor representar as variações dos solos em função do modelado da paisagem em estudo, procedeu-se à abertura de perfil de solo inserida nas três áreas de amostragem. A análise do solo foi realizada através de determinações laboratoriais as quais

constaram de análises físico-químicas, utilizando a metodologia contida no Manual de Análise de Solo (SNLCS/EMBRAPA, 1979).

PARÂMETROS FITOSSOCIO-LÓGICOS	FÓRMULA	PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS	FÓRMULA
Densidade Total (Dri)	Dt = N x U/A Dt = densidade total N = n° total de indivíduos amostrados U = área (10.000 m^2) A = área amostrada (m^2)	Densidade Absoluta específica	Dai = ni U/ A Daí = densidade por área da espécie Ni = n° de indivíduos da espécie U = 1 hectare A = área amostrada
Densidade relativa (Dri)	Dri = ni / N x 100 Dri = densidade relativa da espécie N = n° total de indivíduos amostrados na comunidade ni = n° de individuos da espécie	Freqüência Relativa (Fri)	Fri = 100 Fai / Σ Fa Fri = frequência relativa da espécie Fai = frequência absoluta da espécie Σ Fa = somatório da frequência absoluta de todas as espécies.
Freqüência absoluta(FAi)	FAi = 100 Npe/Npt FAi = frequência absoluta da espécie Npe = n° de parcelas em que a espécie está presente Npi = n° total de parcelas amostradas		

Figura 3 - Parâmetros Fitossociológicos e suas respectivas fórmulas

ÍNDICES	FÓRMULAS
Índice de similaridade de Sorenson	**$H = -\Sigma (pi) (logpi)$** H = índice de diversidade da espécie Pi = probabilidade de importância para cada espécie onde pi=ni/N ni = Valor de importância absoluta para cada espécie N = Valor de importância. Este índice varia de 0 a 1, onde os valores ≥0,5 indicam semelhanças regular a alta e os valores ≤ 0,5, pouca semelhança a semelhança inexistente (IS=0,0).
Índice de Diversidade de Simpson	**$D = 1 - \Sigma (pi)^2$** D = diversidade Pi = probabilidade de importância para cada espécie, onde pi=ni/N No Índice de Simpson a variação é de 0 a 1 e dar a probabilidade de dois indivíduos retirados ao acaso pertençam a população de mês espécie Se a probabilidade é alta esses dois indivíduos pertencem a mesma espécie. Então a diversidade da amostra da comunidade é baixa.

Figura 4 - Índices de diversidade de Simpson e Índice de diversidade de Simpson com suas respectivas fórmula

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

▪ Área I - AI: Extrativismo e Pastoreio – Fazenda Várzea Formosa

Área de Interflúvio, constituindo relevo parcialmente dissecado em feições colinosas sobre rochas gnáissicas. Desenvolvem solos como Neossolos Litólicos Eutróficos associados aos Neossolos Crômicos.

Em função das condições morfológicas e ecológicas estes solos permitem o estabelecimento de cobertura vegetal com fisionomia de caatinga arbórea aberta, mas, em virtude do uso, apresenta-se também uma estratificação arbustiva e herbácea (Fig. 5), resultante da sucessão ecológica secundária. Dentre os componentes florísticos destacam-se as seguintes espécies: sabiá (*Mimosa ceasalpiniifolia*), faveleira *(Cnidosculus phillacanthus*), marmeleiro (*Croton sonderianus*), angico (*Anadenanthera colubrina*) e mororó (*Bauhinia fortificata*). A procura maior recai sobre o sabiá (*Mimosa ceasalpinifolia*), a imburana (*Commiphora lepthafloeos*), o angico (*Anadenanthera colubrina*), entre outras.



Figura 5 - Aspecto geral da cobertura vegetal de caatinga da área AI, evidenciando-se poucos indivíduos arbóreos com predominância de estratos arbustivos – Localizada na Fazenda Várzea Formosa do distrito de Barra Nova.

Na área AI, na análise florística foram encontrados 165 indivíduos, totalizando 9 famílias, 16 gêneros e 19 espécies. Os táxons mais representativos na área de estudo foram: *Euphorbiaceae* e *Mimosaceae*, apresentando 4 e 3 gêneros, respectivamente (Fig. 5).

Com relação aos parâmetros fitossociológicos a espécie que apresentou maior frequência relativa e absoluta foi o angico (*Anadenanthera colubrina*) e a faveleira (*Cnidosculus phyllacanthus)*, seguida das espécies sabiá (*Mimosa caesalpiniifolia*) e marmeleiro (*Croton sonderianus*), sugerindo que sejam mais resistentes. O maior valor de densidade encontrado foi o sabiá (*Mimosa caeslpiniifolia),* seguida da faveleira (*Cnidosculus phyllacanthus)* e marmeleiro (*Croton sonderianus*).

Com relação aos parâmetros fitossociológicos no que diz respeito à estrutura de diâmetro e de altura dos indivíduos foi obtida altura máxima de 2,5m para a faveleira (*Cnidosculus phyllacanthus*) e o valor mínimo de 1,8 m, correspondendo ao facheiro *(Cereus squamosus),* obtendo o valor da altura média da comunidade com 2,8 m. Para a estrutura de diâmetro o valor máximo foi de 28,9 cm em indivíduo da espécie aroeira (*Myracrodruon*

urundeuva) e o mínimo de 4,9 cm representado por indivíduo da espécie de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*).

O índice de diversidade de Simpson, para a área foi de 7,96. Este resultado está relacionado ao fato desta área ser utilizada para o extrativismo e pastoreio (Figura 6).

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA					
Nome Científico	**Nome Popular**	**Táxon**	**A I**	**A II**	**A III**
Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan.	Angico	Mimosaceae	**X**	**X**	**X**
Myracrodruon urundeuva Fr. All.	Aroeira	Anacardiaceae	**X**	**X**	**X**
Sapium sp.	Burra leiteira	Euphorbiaceae	-	-	**X**
Cereus sp.	Cardeiro	Cactaceae	-	-	**X**
Caesalpinia pyramidalis Tul.	Catingueira	Caesalpiniaceae	**X**	**X**	**X**
Cereus squamosus Guerke	Facheiro	Cactaceae	**X**	**X**	-
Cnidosculus phylacanthus Pax. & K. Huf.	Favela	Euphorbiaceae	**X**	**X**	**X**
Capparis flexuosa (L.) L.	Feijão bravo	Capparaceae	**X**	-	-
Commiphora leptophloeos (Mart.) Gillet	Imburana de espinho	Burseraceae	-	-	**X**
Guapira opposita Vell.	João mole	Nictaginaceae	-	-	**X**
Caesalpinia férrea Mart.	Jucá ou Pau ferro	Caesalpiniaceae	**X**	-	-
Piptadenia stipulaceae (Benth.) Ducke	Jurema branca	Mimosaceae	**X**	**X**	**X**
Mimosa hostilis Benth.	Jurema preta	Mimosaceae	**X**	**X**	**X**
Cereus jamacaru DC.	Mandacaru	Cactaceae	**X**	**X**	**X**
Manihot sp.	Maniçoba	Euphorbiaceae	**X**	-	-
Cróton sonderianus Muell.	Marmeleiro	Euphorbiaceae	**X**	**X**	**X**
Combretum leprosum Mart.	Mofumbo	Combretaceae	**X**	**X**	**X**
Bauhinia fortificata Lin.	Mororó	Caesalpiniaceae	**X**	-	**X**
X sp.	Pau pedra	Leguminosae	**X**	-	**X**
Aspidosperma pyrifolium Mart.	Pereiro	Apocynaceae	**X**	**X**	**X**
Jatropha molissima (Pohl.) Baill.	Pinhão	Euphorbiaceae	**X**	**X**	**X**
Cassia trachypus	Quebra-faca	Caesalpiniaceae	-	**X**	**X**
Mimosa sp.	Rompe gibão	Mimosaceae	-	-	**X**
Mimosa caesalpiniaefolia Benth.	Sabiá	Mimosaceae	**X**	-	**X**
Pilosocereus gounellei Weber	Xique-xique	Cactaceae	**X**	-	**X**
Total de Indivíduos amostrados			**165**	**82**	**338**
Total de espécies			**19**	**13**	**21**

Figura 6 - Composição florística das áreas AI, AII e AIII.

Em que:
A I = Extrativismo e Pecuária
A II = Extrativismo e Atividade Agrícola
A III = Área Piloto (Caatinga em recuperação natural)

- **Área- AII. Encosta colinosa – Fazenda Cachoeirinha do Pai Senhor – Escola Agrícola**

Localizada na Fazenda Cachoeirinha do Pai Senhor com atividades mais representativas como extrativismo e atividade agrícola (Figura 7). Representa feições em colinas rasas constituídas por rochas gnáissicas bastante intemperizáveis. Desenvolvem solos rasos como os Neossolos Litólicos Eutróficos, com seqüência do tipo Ap, C, R com pouca espessura 31,0 cm, onde o horizonte A se apresenta erodido e a rocha alterada com presença de pontuações brancas relativas a restos de minerais (feldspatos) em processo de decomposição. Os teores de matéria orgânica apresentam valores moderados a baixos, variando de 11,5 g/Kg, decrescendo para 5,6 g/Kg no horizonte subseqüente.

Embora o cultivo de milho tenha sido feito por períodos prolongados, as condições desse tipo de solo, ainda permitem a existência de componentes arbóreos da comunidade caatinga, ainda que com baixa densidade.



Figura 7 - Cobertura vegetal arbustiva de caatinga da área AII resultante do uso de agricultura nas proximidades da Escola Agrícola Cenecista Francisca Cavalcante Fialho.

Nesse tipo de solo encontra-se desenvolvida, vegetação de caatinga arbórea-arbustiva aberta, apresentando uma estratificação herbácea, resultante da sucessão secundária.

Assim como na Área AI, a madeira também é utilizada para lenha, cercas e estacas.

Com respeito à análise florística da área AII foram encontrados 82 indivíduos, totalizando 7 famílias, 12 gêneros e 13 espécies. Os táxons mais representativos na área foram: Euphorbiaceae e Mimosaceae, apresentando ambas 3 gêneros (Fig. 6).

Os parâmetros fitossociológicos obtidos indicaram maior frequência relativa e absoluta para pinhão *(Jatropha molissima*) e a maior densidade relativa foi do mandacaru (*Cereus jamacaru*).

Em relação à estrutura de altura e diâmetro dos indivíduos da comunidade de caatinga, o maior valor de altura foi o angico (*Anadenathera colubrina*), com 6,5 m e o menor valor para o pinhão *(Jatropha molissima)* com 1,5 m, resultando altura média da comunidade de 2,5 m. Para o diâmetro máximo, teve-se a faveleira (*Cnidosculus*

phylacanthus) com 25 cm e o pinhão *(Jatropha molissima)* com 5,0 cm para o diâmetro mínimo, obtendo a média em torno de 7,5 cm.

O Índice de Diversidade de Simpson encontrado foi de 4,16, o mais baixo, devido a essa área apresentar-se no estado mais degradado em conseqüência de ser utilizada para extrativismo e pecuária extensiva.

- **Área- III. – Área em "Pousio" - Caatinga em recuperação natural - Serrote dos Patos**

A área AIII localizada no Serrote dos Patos apresenta-se em relevo moderadamente dissecado em feições colinosas (Figura 8).

Predominam rochas migmatíticas e granitos migmatizados do Complexo Pedra Branca, desenvolvendo solos do tipo Luvissolos Crômicos associados aos Neossolos Litólicos. Os Luvissolos Crômicos apresentam seqüência de horizontes do tipo Ap Bt_1, Bt_2 em perfil com espessura de 57 cm. Os solos neste setor possuem cores brunos avermelhadas. No que se refere ao pH em água são considerados neutros. A matéria orgânica, apesar de apresentar quantidade moderada não influenciou na concentração dos cátions no perfil. Apresentaram os maiores teores de argila com a profundidade, sendo os responsáveis por maior capacidade de troca catiônica nos horizontes mais profundos.

Na área AIII, com cobertura vegetal de caatinga arbórea-arbustiva, constatou-se a presença de indivíduos jovens, evidenciando desenvolvimento de sucessão secundária. O estrato herbáceo apresenta-se, em grande quantidade, predominando, em alguns locais, espécies subarbustivas e em outros, a caatinga manifesta-se bem aberta.

Com respeito à análise florística encontraram-se 338 indivíduos, totalizando 10 famílias, 18 gêneros e 21 espécies. Os táxons mais representativos na área foram: Euphorbiaceae com 4 gêneros; Mimosaceae e Caesalpiniaceae, ambas com 3 gêneros (Fig. 6).

O estudo realizado nesta área mostrou espécies que apresentaram as maiores freqüências relativa e absoluta, assim como as maiores densidades para o sabiá (*Mimosa caesalpiniifolia*) e o mandacaru (*Cereus mandacaru*). Enquanto que as espécies joão mole (*Guapira opposita*), pau pedra (*X sp)* e rompe-gibão *(Mimosa sp*) apresentaram menores freqüências e densidades.

Em relação à estrutura de altura e diâmetro dos indivíduos da comunidade de caatinga, o maior valor de altura foi aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), com 10,0m e o menor valor para Cardeiro(*Cereus sp*), mandacaru (*Cereus jamacaru*), marmeleiro (*Croton sonderianus*) e pinhão (*Jatropha molissima*). Para o diâmetro máximo, teve-se a burra leiteira (*Sapium SP)* com 53 cm e com o mínimo diâmetro encontrados nos indivíduos das espécies marmeleiro (cróton sonderianus) e jurema branca (*Piptadenia stipulaceae*) e pinhão (*Jatropha molissima).*

O Índice de Diversidade de Simpson encontrado foi de 10, indicando, deste modo, que a área está em processo de recuperação natural e apresenta maior número de espécies (Tabela 1).



Figura 8 - Caatinga arbórea em regeneração mostrando ao fundo denso estrato arbóreo e arbustivo com exposição de afloramentos rochosos de rocha granítica na área AIII, no serrote dos Patos.

3.1 Comparação dos parâmetros geoecológicos das áreas AI, AII e AIII

Comparando-se as três áreas observou-se que as mesmas encontravam-se numa situação de vulnerabilidade ambiental pela expansão crescente do extrativismo e pecuária existentes nos locais próximos. Através da análise comparativa das áreas amostradas com respeito aos solos pôde-se afirmar que:

a. A perda de solo, seja em forma de solução, dispersão ou mais ainda, através de processos erosivos constatados nas três áreas, corresponde aos processos pedogenéticos denominados remoção. Devido ao clima semi-árido a quantidade de água envolvida neste processo é insuficiente para remoção completa das bases;

b. Nas áreas estudadas, a ação dos processos erosivos é ocasionada pelo "*run off*", das águas de escoamento superficial, cuja atuação é propiciada pela retirada da vegetação original (extrativismo, pastagem e cultivo). Considerada a Área II a mais agravante, pois a vegetação não recobre totalmente o solo contribuindo para intensificar a ação das chuvas torrenciais na região. Essa retirada de material é denunciada morfologicamente pela presença de pequenos sulcos de erosão (Área II) que acompanham o sentido do declive;

c. Dentro dos atributos da macromorfologia decorrente dos processos de transporte, pode-se citar a espessura do solo do horizonte A, além do grau de desenvolvimento de perfis. Assim, os perfis menos espessos e menos desenvolvidos (ausência do horizonte B), foram os da Área I e II e os mais desenvolvidos correspondendo os da Área III;

d. Com referência aos teores de matéria orgânica nas três áreas, percebe-se que estes podem ser classificados como: baixo (nas áreas I e II) e moderado na área III. A pequena diferença entre os teores das áreas I e II atribui-se a vegetação de pastagem que concorre com matéria orgânica que é adicionada diretamente para dentro do solo, através da morte das raízes a cada período de estio;

e. O pH dos diversos solos apresenta-se próximo da neutralidade, com tendência alcalina, como no horizonte em que acompanha o crescimento dos teores de Na e

Mg. O complexo de troca tem como cátion dominante, o cálcio, seguido pelo magnésio;

f. O grau de saturação das bases, sempre superior a 50%, e com valores próximos a 100%, levando a classificação desses solos com caráter eutrófico.

Através do levantamento da composição florística e análise dos parâmetros fitossociológicos estudados, obteve-se uma visão geral de comunidade em processo de degradação ambiental.

A Figura 6 mostra a comparação das três áreas com relação às espécies encontradas em cada uma. Pode-se observar que a área do Serrote dos Patos (Área AIII – Caatinga em recuperação) apresenta mais espécies e a maioria delas existentes nas áreas I e II.

Comparando-se os resultados encontrados nas três áreas (Fig. 6), obteve-se o total de 11 famílias e 25 espécies, nas quais se destacaram os táxons Euphorbiaceae e Mimosaceae com 20% das espécies encontradas, seguindo-se de Cactaceae e Caesalpiniaceae com 16% (Fig. 9). Enquanto que nas demais famílias, em número de 7, com 4% cada uma. Ainda, conforme o Quadro 1, as espécies Burra Leiteira (*Sapium sp*.), Cardeiro (*Cereus sp*.), Imburana de Espinho(*Commiphora leptophleoea*), João Mole (*Guapira opposita*) e Rompe Gibão (*Mimosa sp*.), foram encontradas, somente, na área em que o uso através do extrativismo vegetal ocorreu sem associação a outro tipo de uso como as constatadas na Área AIII. Correspondendo a área de caatinga em recuperação natural no Serrote dos Patos.

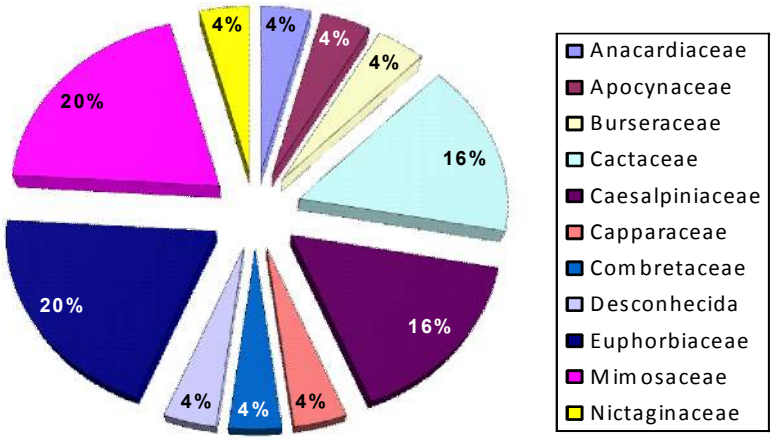


Figura 9 – Percentual dos táxons encontradas nas áreas AI, AII e AIII.

Algumas espécies apareceram nas três áreas amostradas, independente do tipo de uso e impactos ambientais causados pela pecuária, extrativismo e agricultura, sugerindo que são mais resistentes aos efeitos da degradação. São elas: Angico *(Anadenanthera colubrina)*, Aroeira *(Myracrodruon urundeuva)*, Catingueira *(Caesalpinia pyramidalis)*, Faveleira *Cnidosculus phylacanthus*, Jurema Branca (*Piptadenia stipulaceae)*, Jurema Preta (*Mimosa hostilis)*, Mandacaru (*Cereus jamacaru*), Marmeleiro *(Croton sonderianus)*, Mofumbo *Combretum leprosum*, Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium)* e Pinhão *(Jatropha molissima)*. Enquanto as espécies Feijão Bravo (*Capparis flexuosa*), Jucá (*Caesalpinia ferrea*) e Maniçoba

(*Manihot sp.*) só foram encontradas na área AI, sugerindo que são resistentes ao tipo de uso Extrativismo e pecuária .

Com respeito ao índice de Semelhança Sorensen, elaborou-se uma matriz de comparação de Composição florística das três áreas amostradas (figura 10).

	A I	A II	*AIII* *Serrote dos Patos*
A I		75	75
A II		0	70
A III			0

Figura 10: Comparação Florística pelo Índice de Matriz de Sorense (%)

Conforme a figura 10, o maior índice de similaridade ocorreu entre a **Área I** e a **Área III** com 75% e o menor entre a **Área II** e **Área III**, com 70%. Esse resultado mostrou que a atividade Agrícola existente na **A II** em comparação com o Extrativismo e Pastoreio da **A I**, foi mais atuante, visto que em ambas existiu o extrativismo, logo o efeito do pastoreio extensivo teve uma conseqüência menor do que a agricultura sobre as espécies em relação a **A III** como referência de conservação. Com relação às áreas **I** e **II**, o Índice de Semelhança foi de 70%. Em ambas existiu o Extrativismo, sendo o pastoreio e a agricultura a causa da semelhança.

Pelos valores de Semelhança variando de 70 a 75%, sugere-se que pela pouca variação estas áreas fazem parte do mesmo conjunto florístico, da mesma formação vegetal – a caatinga arbórea.

Esta formação diferencia-se em cada área, floristicamente e em termos de estrutura de comunidade, devido às condições do tipo de solo e microclima. Tais fatores refletem-se nos estados de sucessão ecológica ou estado que reflete o comprometimento da perda da produtividade do solo, alteração do microclima e perda da biodiversidade.

De acordo com os dados obtidos, a similaridade florística da **AI,** que se encontra em regeneração, apresenta, pelo índice de Sorensen, valor de 75% em comparação com a **AII**. Estas áreas correspondem respectivamente **A I** = Caatinga Arbórea Arbustiva com atividade de Extrativismo e Pastoreio, **A III** = Serrote dos Patos (Caatinga em Recuperação). O resultado sugere que existe preferência ecológica de espécies da comunidade da Área I, que são compatíveis com as condições ambientais da Área III. Em relação à área **AIII**, a **AI** apresentou também o valor de 75% (Fig. 9).

No que diz respeito ao índice de diversidade de espécies de Simpson, as áreas de estudo apresentaram valores distintos encontrados em cada área, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1: Valores do Índice de Simpson para cada área e Dominância.

Área	Valor do Índice de Simpson	Dominância
A I	0,87	0,128
A II	0,76	0,240
A III	0,90	0,099

O índice de diversidade mais alto (0,90) foi encontrado na Área III, onde se obteve abundância maior de espécies e por apresentar um estado mais conservado. O valor mais baixo do índice (0,76) foi obtido na Área II, por apresentar uma baixa riqueza de espécies e também por encontrar-se em estado mais degradado devido às atividades antrópicas. A Área I ficou com um valor intermediário (0,87), em virtude das atividades desenvolvidas no local. Com base nos valores obtidos no Índice de Diversidade de Simpson tem-se a área mais conservada em termos de fitodiversidade por ordem decrescente as áreas AIII, AI e AII.

Analisando-se a ecodinâmica observou-se que a modificação ou alteração dos solos são intensificadas pelas atividades humanas nos diversos usos e ocupação, originando a degradação física, química e biológica, resultando em três categorias de ambiente: transição tendendo a instabilidade (área I), moderado a fortemente instável (área II) e transição tendendo a estabilidade (área III). A sustentabilidade, variando de baixa a ligeiramente moderada, contribuindo para uma vulnerabilidade alta a alta moderada. (Figura 10)

De acordo com o quadro, tem-se que a Área I (Extrativismo e Pastoreio) apresentou erosão hídrica laminar moderada tendo, o horizonte A (3,0 cm) de espessura. Esse tipo de uso revelou matéria orgânica com 13,4%. A diversidade de espécies obteve valor de 0,87% para estas condições. A ecodinâmica do ecossistema mostrou um tipo de transição tendendo à instabilidade. A sustentabilidade apresentou-se baixa e a vulnerabilidade, alta. O efeito do extrativismo, com a retirada de espécies, diminui a diversidade e abundância das espécies, afetando diretamente o equilíbrio das populações e prejudicando a fonte alimentar dos herbívoros naturais, que controlam, por esse tipo de interação ou seja, o equilíbrio entre produção de biomassa verde e o consumo. O pastoreio aumenta a carga de herbivoria da comunidade, o que determina uma competição pela fonte alimentar vegetal, afetando, assim, a capacidade de suporte natural do ecossistema, o que vem a interferir no ciclo de vida das espécies, tanto na fase reprodutiva como vegetativa. Com isso, tem-se perda da biodiversidade, contribuindo também para o aumento da vulnerabilidade deste ecossistema.

O extrativismo favorece a diminuição da cobertura vegetal, o que resulta em maior penetração da luz solar no solo, maior aquecimento, maior evapotranspiração e diminuição no adensamento das espécies, modificando a umidade (que é um fator ecológico de maior importância para as espécies da caatinga), prejudicando as interações clima-planta-solo, necessárias ao equilíbrio do ecossistema. O pastoreio afeta o solo através do pisoteio do gado, o que provoca sua compactação, diminuição da umidade, prejudicando as atividades microbiológicas da reciclagem da matéria orgânica.

A Área II, submetida às atividades de Extrativismo e Atividade Agrícola, apresentou erosão hídrica mais intensa, com sulcos ocasionais, o que reflete a ação prejudicial da atividade agrícola, tendo o horizonte A apresentado 2,5 cm de espessura. A diversidade de espécies vegetais diminuiu para 0,76. Em relação à matéria orgânica, houve diminuição do seu potencial para 11,2%. Do ponto de vista do ecossistema, a ecodinâmica apresentou-se

moderada a fortemente instável, indicando situação evidente de desequilíbrio. A sustentabilidade ficou mais atenuada com diagnóstico de baixa a muito baixa e a vulnerabilidade considerada alta.

Além, do extrativismo e da atividade agrícola esta área foi submetida à ação das queimadas, desmatamento e mecanização inadequada no solo por adubação química, sem controle de agrotóxicos. Tudo isso contribuiu para acelerar, ainda mais, o processo de degradação, atingindo tanto os componentes bióticos como abióticos e os processos de fluxo de energia e ciclo da matéria, responsáveis pelo equilíbrio do ecossistema.

Por se tratar de área de caatinga em recuperação natural, a área III apresentou erosão laminar ligeira, tendo, o horizonte A, 12 cm de espessura (bem diferente dos anteriores). Houve aumento da matéria orgânica para 18,2%. A ecodinâmica apresentou transição, tendendo à estabilidade. A sustentabilidade ficou de baixa a ligeiramente moderada e a vulnerabilidade de alta a moderada. Através da análise e comparação dos atributos vegetacionais, observou-se uma ordem no processo de degradação. Assim, tem-se que a Área II está mais degradada, seguida pela Área I. A Área III, que não foi submetida a qualquer uso, na última década, mostrou melhor padrão de área em recuperação, com estágio da biodiversidade avançado representativo das caatingas de Tauá.

Área/Uso e Ocupação	***Atributos Degradacionais***					**Ecodinâmica**	**Sustentabilidade**	**Vulnerabilidade**
	Degradação Física		**Degradação Biológica**					
			Parâmetros Fisionômicos					
	Erosão Hídrica	**Espessura Horizonte A (cm)**	**Indice Diversidade**	**Índice Similaridade (%)**	**M.O. (%)**			
A1/ Extrativismo e Pastoreio	Laminar Moderada	3,0	0,87	70	13,4	Transição tendendo à instabilidade	Baixa	**ALTA**
A2/ Extrativismo e Atividade Agrícola	Sulcos Ocasionais	2,5	0,76	70	11,2	Moderado à fortemente instável	Baixa a muito baixa	**ALTA**
A3/ Caat.inga em Regeneração Natural	Laminar Ligeira	12	0,90	75	18,2	Transição tendendo à estabilidade	Baixa a ligeiramente moderada	**ALTA A MODERADA**

Figura 11 - Sinopse dos Indicadores degradacionais das áreas AI, AII e AII

CONCLUSÕES

No município e, principalmente, no distrito de Barra Nova, verifica-se a exploração de atividades como agricultura, pecuária e extrativismo vegetal (para produção de madeira) sem um manejo. O uso de queimadas é constante e indiscriminado, o que ocasiona o empobrecimento do solo. O tempo de pousio não é suficiente, o que leva o solo a um desgaste, sem condições de "regeneração"; a pecuária extensiva levando ao desaparecimento, principalmente de espécies de alto valor forrageiro do estrato herbáceo.

Em vista dos resultados obtidos nesta pesquisa, sugere-se :

- Aprimoramento das ações de detecção e/ou mitigação dos processos de degradação/desertificação;
- Promover a educação ambiental no sentido de conscientizar as populações às mudanças de hábitos e adequá-los aos princípios de um convívio ambientalmente sustentável;
- Enriquecer com espécies nativas as áreas mais degradadas como as das áreas AI e AII e manter a biodiversidade do componente florístico, como no caso da área AIII, criando uma unidade de conservação;
- No caso da existência de pastagens cultivadas – baseadas na monocultura – deverão ser aplicadas técnicas de cultivo mínimo, na qual as forrageiras deverão ser cultivadas em consórcio com a vegetação nativa;
- Utilizar técnicas de raleamento quando necessárias, observando sempre a preservação do componente arbóreo;
- Utilizar o pastoreio combinado com várias espécies herbívoras e o pastoreio alternado no qual se mudam as espécies animais ao longo do período, visando otimizar a pressão de espécies de forrageiras exóticas;
- Buscar o aprimoramento da agricultura de sequeiro.

Mas, a base de tudo reside no uso racional e a consciência de que é necessário preservar para as gerações futuras.

Artigo recebido em: 18/10/2008
Artigo aceito em: 10/02/2009

REFERÊNCIAS

ALHEIROS, M.M**. Avaliação econômica de perdas ambientais na análise de riscos geológicos.** 1996. Disponível em: http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/i_en/mesa4/3.pdf Acesso em: maio 2001.

AUBREVILLE, A. **Climats, forets et desertification de l'Afrique tropicale.** Paris: Geogr. Marit. & Col., 1949.

AUGUSTO FILHO, O. **Cartas de risco de escorregamento:** uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Ilhabela. São Paulo, 1994. 172 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CEARÁ. Secretaria do Planejamento e Coordenação/ Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE)**. Anuário estatístico do Ceará.** Fortaleza: IPLANCE, Vols. de 1986 a 2001.

DOMBOIS, D.M.; ELLENBERG, H. **Aims and Methods in Vegetation Ecology**. N. York: John Wiley &

Sons, 1974.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análises de Solos.** Rio de Janeiro: CNPS, 1979.

FERREIRA, D.G.; MELO, H.P.; NETO, F.R.R.; NASCIMENTO, P.J.S.; RODRIGUES, V. Avaliação do quadro da desertificação no Nordeste do Brasil: diagnósticos e perspectivas. **Anais da Conferência Nacional da Desertificação**, Fortaleza, 1994. Brasília, Fundação Esquel Brasil. p.7-55. 1994.

LE HOUÉROU, H.N. Man-made deserts: desertization processes and threats. **Arid Land Research and Management**, 16:1-36, 2002.

KASPERSON, R.; TURNER, B. **Framework for vulnerability:** research and assessment systems for sustainability. 2001. Disponível em: http://www.aiaccproject.org/meetings/Trieste_02/trieste_cd/Resource_Materials/Kasperson.doc. Acesso em: mai. 2002.

MATALLO JÚNIOR, H. **Indicadores de desertificação:** histórico e perspectivas. Brasília: UNESCO, 2001.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA/SRH) – **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca:** PAN-BRASIL. Brasília. 2005.213p

MOREIRA, F.R. **Análise geoambiental e o estado de degradação/desertificação dos Recursos naturais do município de Tauá – Ceará**. Fortaleza: 2002. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio ambiente, 2002.

NAVONE, S. M.; BARGIELA, M., MAGGI, A. y MOVIA C. P. Indicadores Biofísicos de y Desertificación em El Noreste Argentino: Desarrolo Metodológico. *In:* ABRAHAM, E.M.; BEEKMAN G.B (Ed.). **Indicadores de la desertificación para América Del Sur**. Ed.Martín Fierro. Mendoza, 2006. p.103-112

OLIVEIRA, V.P.V. DE & PRINTZ, A – Analyisis of Geoambiental Structures and Degraded Areas in Municipality of Tauá. **Proceedings of the III Internacional WAVES** Workshop in freising – Wehenstephan. 13 de março de 2000.

OLIVEIRA, V.P.V. DE; PRINTZ, A.A; SCHMIDT, S. & BEZERRA, C.L.F. Sustainable Use of Natural Resources in the Municipality of Tauá-Ceará. *In:* **Global Change and Regional Impacts.** Springer. 2003.

OLIVEIRA, J.G.B. (Coord.). **Zoneamento Geo-ambiental de áreas do Sertão Central do Ceará.** Rel. Téc. (Mimeografado). CNPq/PDCT/SE, UFC/SUEP/NECO/BID, Fortaleza, 1988. 141p.

OLIVEIRA, V.P.V. de. **Zoneamento geo-ambiental de Quixeramobim-CE.** Mossoró: Coleção Mossoroense, série C – volume DXX, 1990.

ORELLANA, M.M.P. A Geomorfologia no Contexto Social. **Geografia e Planejamento**. USP. São Paulo. 1981.

RODRIGUES, V.; MATALLO JÚNIOR, H.; LINHARES, M.C.; GALVÃO, A.L.C.; GORGÔNIO, A.S. Avaliação do quadro de desertificação no Nordeste do Brasil: diagnóstico e perspectivas. *In:* GOMES, G.M.; SOUZA, H.R.; MAGALHÃES, A.R. **Desenvolvimento sustentável no Nordeste.** Brasília, IPEA. 1995.

SÁ, I.B.; RICHÉ, G.R.; FOTIUS, G.A. Degradação ambiental e reabilitação no trópico semi-árido brasileiro. **Anais da Conferência Nacional da Desertificação**, Fortaleza, 1994. Brasília, Fundação Grupo Esquel Brasil. p.310-331. 1994.

SAMPAIO, E.V.S.B.; SAMPAIO, Y. Documento 1. Desertificação: conceitos, causas, conseqüências e mensuração. *In:* **Avaliação de tecnologias atuais e alternativas em áreas em processo de desertificação no semi-árido nordestino brasileiro**. Recife: FINEP, 2002. p. 50.

SOARES, A.M.L. *et al*. Áreas Degradadas Suscetíveis aos Processos de Desertificação no Ceará. *In:* **Desenvolvimento Sustentável no Nordeste.** IPEA, 1995. p. 305-326.

SOUZA, M.J.N. Contribuição ao Estudo das Unidades Morfo-Estruturais do Estado do Ceará. **Rev. Geológica (1).** UFC. Fortaleza. 1988.

_____. Geomorfologia. *In:* OLIVEIRA, J.G.B. **Projeto Aiuaba:** Relatório Técnico - maio/1982-outubro/1983. Fortaleza: FCPC/UFC/NECO, 1983. p. 51-71.

SOUZA, M.J.N. Bases Naturais e Esboço do Zonemaento Geoambiental do Estado do Ceará. *In:* LIMA, L.C.; MORAIS, J.O. de; SOUZA, M.J.N. de. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará.** Parte I. Fortaleza: FUNECE. 2000. p. 106-104.

TORRICO, E.M. Uso atual e perspectiva de uso potencial sustentável dos recursos naturais renováveis do nordeste. Brasília, **Projeto Áridas.** 211p. Uma estratégia de desenvolvimento sustentável para o Nordeste. 1994.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** FIBGE-SUPREN. Rio de Janeiro, 1977.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Metodologia para identificação de proceasso de desertificação:** manual de indicadores. Recife: Sema/Sudene, 1998.

VIANA, M.O.L. & RODRIGUES, M.I.V. Um índice interdisciplinar de propensão à desertificação (IPD): instrumento de planejamento. **Revista Econômica do Nordeste**, 30(3): p. 264-294, 1999.