Análise e gestão ambiental dos recursos hídricos na comunidade de Trairussu – litoral leste do estado do Ceará, Brasil

Francisco Otávio Landim Neto
otaviogeo@oi.com.br

Edson Vicente da Silva
cacau@ufc.br

Marilia de Fátima Barros Damasceno
mariliafbd@gmail.com

Resumo

A pressão da expansão urbana se faz sentir de forma crescente nas periferias urbanas, refletindo na perda da qualidade ambiental das comunidades rurais. O estudo em questão desenvolve uma análise direcionada à gestão ambiental dos recursos hídricos da comunidade do Trairussu, por meio de um embasamento sistêmico e interdisciplinar. Efetivou-se uma análise de caráter geossistêmico, direcionada à obtenção de um diagnóstico integrado quanto ao uso e à transformação da paisagem rural, principalmente com relação aos recursos hídricos, especificamente o riacho Trairussu. Nas fases de análise e diagnóstico, foram analisadas as principais unidades ambientais da comunidade e do seu entorno, identificando-se os problemas relativos ao meio, suas causas e consequências. Com base nessas limitações, avaliou-se as potencialidades e indicou-se possibilidades de gestão dos recursos hídricos, envolvendo um plano de ação que integra ações comunitárias com políticas públicas por meio de proposição de um zoneamento ambiental.

* * *

PALAVRAS-CHAVE: comunidade rural, recursos ambientais, gestão dos recursos hídricos, litoral, Ceará.

Introdução

A verificação das condições climáticas da região é importante à medida que o clima se reflete nos processos de formação geomorfológica, no regime dos rios, na disponibilidade dos recursos hídricos, na formação dos solos e na distribuição da cobertura vegetal.

Conforme o IPECE (2009), a temperatura média do município de Aquiraz corresponde a 27°C, com uma umidade relativa do ar de 78%, com tempo de insolação 269,4 dias/ano e velocidade média anual dos ventos de 3,6 km/h, sendo fracos no período das chuvas, que vai de dezembro a abril, e fortes no período de estiagem, entre os meses de maio a novembro. A localização da área, próxima à linha do equador, favorece a intensa insolação durante grande parte do ano, caracterizando-a como uma área típica de clima quente. A atuação da Zona de Convergência Intertropical[1] estabelece a sazonalidade da precipitação, enquanto a altitude e a proximidade do oceano influenciam as condições do clima local.

Os depósitos geológicos presentes na área de estudo conservam estreitas relações com as unidades geomorfológicas e são representados pelos sedimentos quaternários e tércio-quaternários do Domínio dos Depósitos Sedimentares Cenozóicos (SOUZA, 1988). Os Tabuleiros Litorâneos estão situados na Formação Barreiras, constituindo a unidade morfológica mais expressiva da área. São formados por patamares escalonados, recuados da faixa de praia e do campo de dunas, no sentido NE-SW, acompanhando o sistema de falhas que corta o Estado do Ceará (CARVALHO *et al.*, 1994).

Há predominância de sedimentos areno-argilosos de cores esbranquiçadas, vermelho-amareladas e creme. Os sedimentos da Formação Barreiras compõem o "glacis" de acumulação, que é entalhado pela rede de drenagem que demanda o oceano. A topografia apresenta-se plana, sendo que há predominância de cobertura vegetal arbóreo-arbustiva densa (BRANDÃO, 1995). Nesta unidade, os solos dominantes correspondem ao Podzólico Vermelho-Amarelo, ocorrendo em manchas associadas com Areias Quartzosas Distróficas (EMBRAPA, 1999).

A área onde se localiza a comunidade é rica em recursos hídricos subterrâneos, em decorrência do substrato geológico sedimentar existente, sendo que o campo de dunas é formado por sedimentos arenosos, que constituem um importante aquífero, formado em virtude da grande capacidade de infiltração da

1 Na região do Nordeste brasileiro, onde se insere o Estado do Ceará e a comunidade estudada, o sistema atmosférico de maior importância corresponde a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que, de acordo com Nimer (1989), é responsável pela quadra chuvosa, fazendo-se sentir de modo expressivo a partir de meados do verão e atingindo sua maior frequência no outono (março/abril), quando alcança sua posição mais meridional.

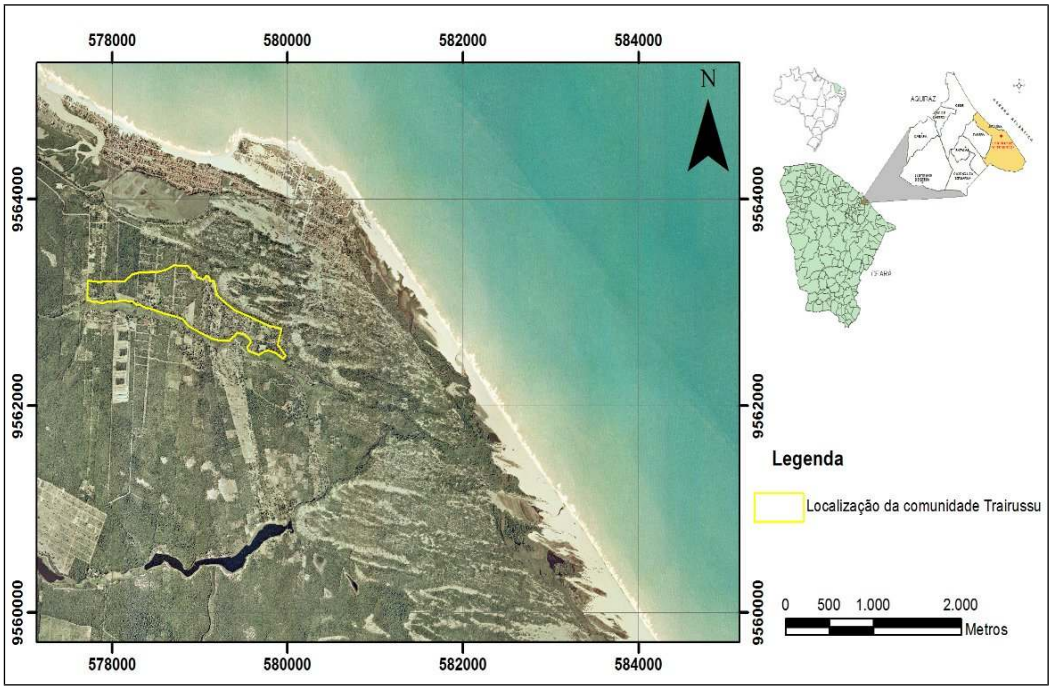
água no período chuvoso, que é armazenada no subsolo a poucos metros de profundidade. A comunidade Trairussu vale-se dos recursos hídricos subterrâneos para captação da água a ser utilizada no consumo domiciliar.

A comunidade do Trairussu e seus aspectos socioambientais

A área de estudo (figura 1) corresponde à comunidade Trairussu, localizada no distrito de Jacaúna, pertencente ao município de Aquiraz, Região Metropolitana de Fortaleza, no estado do Ceará. A sede do distrito de Jacaúna foi fundada em 1893, porém sua colonização data de fins do século XVII, concomitante à da sede do município de Aquiraz. Os centros de Aquiraz e Iguape (vila sede de Jacaúna) disputavam a hegemonia da antiga vila de Aquiraz, sendo que a primeira câmara municipal do Ceará teve como sede Iguape (CARDOSO, 2002).

A ocupação urbana no distrito inclui as vilas costeiras de Iguape (a maior e sede do distrito), Presídio, Barro Preto e Batoque, acrescentando-se ainda o loteamento do Novo Iguape, diversos sítios (pequenas propriedades utilizadas para lazer e/ou pequena produção agropecuária) e uma comunidade indígena na reserva da Lagoa Encantada (DINIZ; VASCONCELOS, 2009).

Figura 1. Localização da comunidade Trairussu no Estado do Ceará.



Elaboração própria.

Fundamentação teórica e metodológica

A abordagem metodológica utilizada neste estudo considera a junção das relações existentes entre os componentes ambientais a partir da compreensão dos fluxos de matéria e energia entre os componentes da natureza e sociedade. Nessa perspectiva, a análise sistêmica preconiza o entendimento das interações ambientais existentes em um sistema ambiental, sua dinâmica e estrutura, fortalecendo a ligação entre os elementos existentes em um sistema, cada um com suas próprias características, mas com interdependência entre os mesmos (RODRIGUEZ; CAVALCANTI, 2007). Conforme enfatiza Christofolletti (1979, p. 29), "na abordagem sistêmica, diversas noções realizadas com os atributos e a análise dos sistemas surgem como implicitamente básicas, orientando as formulações teóricas e a estruturação aos sistemas".

Os sistemas ambientais são integrados por variados elementos que mantêm relações mútuas e são continuamente submetidos aos fluxos de matéria e energia. Cada sistema representa uma unidade de organização do ambiente natural, verificando-se comumente um relacionamento harmônico entre seus componentes. Estes são dotados de potencialidades e limitações próprias sob o ponto de vista de recursos ambientais, reagindo também de forma singular no que tange às condições de uso e ocupação (SOUZA *et al.*, 2009).

Os elementos de um determinado meio são estudados com maior profundidade, levando-se em conta a capacidade de suporte que inclui as condições de potencialidades e limitações. As potencialidades são tratadas como atividades ou condições exequíveis da prática em cada sistema ambiental, sendo propícias à implantação de atividades e ou de infraestruturas (SOUZA *et al.*, 2009). Já as limitações ao uso produtivo, além das restrições ligadas à legislação ambiental, são identificadas com base na vulnerabilidade e nas deficiências do potencial produtivo dos recursos naturais e no estado de conservação da natureza, em função dos impactos produzidos pela ocupação urbana.

A análise ambiental tende a adquirir o seu próprio campo de ação, que confronta e integra dados analíticos que constituem objetos formais de estudo das diferentes geociências, conforme explicitam Souza *et al.* (2009). As abordagens de análise ou de síntese devem interpretar-se e manter interfaces, sendo a percepção do conjunto importante requisito para análise ambiental integrada, presumindo a consideração dos mecanismos que integram harmonicamente a natureza e considerando a sua complexidade e heterogeneidade (RODRIGUEZ; CAVALCANTI, 2007). Portanto, requer a adoção de metodologias e técnicas de pesquisas que proporcionem a compreensão concomitante e integral dos elementos que

representem condições potencialmente positivas ou limitativas para a utilização dos recursos naturais, de acordo com o olhar do pesquisador e, também, da população objeto do estudo.

A compreensão do modelo sistêmico da natureza baseia-se no funcionamento integrado, desempenhando funções de modo interdependente e concebido numa totalidade (TRICART, 1977). O conceito de paisagem configura-se de fundamental importância para a análise ambiental na medida em que a paisagem materializa as relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica dos fluxos de matéria e energia no meio ambiente. Conforme aponta Silva (1987), o estudo das paisagens a partir da análise integrada enfatiza as relações socioambientais, que passariam a modificar gradativamente e com intensidades diferenciadas para cada um dos sistemas ambientais passiveis de delimitação. Nesse interim, Rodriguez e Cavalcanti (2007, p. 14) alertam que

> (...) a paisagem é compreendida como um sistema de conteúdos, atrelados pela interação em três níveis de sistemas ambientais: a paisagem natural (ecossistema) formada pela interação de elementos e componentes naturais e antropo-culturais; a paisagem social. È vista como a área onde vive a sociedade humana; a paisagem cultural, resultado da ação da cultura ao longo do tempo, modelando-se por um grupo social a partir de uma paisagem natural. Inclui a paisagem visual, o percebido e o valorizado.

Conforme Bertrand (1972), a paisagem é uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto, instável, de elementos físicos, biológicos e humanos, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, sendo um conjunto único e indissociável. Tricart (1977) definiu o conceito de paisagem como um complexo que abrange uma realidade que reflete as profundas relações, frequentemente não visíveis, entre seus elementos. Já a unidade de paisagem definida por Troll (1950) corresponde a uma combinação dinâmica dos elementos físicos e antrópicos, conferindo ao território uma fisionomia própria, com habitual repetição de determinados traços.

A partir destas concepções teórico-metodológicas, a pesquisa se desenvolveu analisando não apenas a paisagem propriamente dita, mas as interrelações que se estabelecem com o meio, os fatores sociais, econômicos e ambientais. Buscou-se compreender as influências que determinam a dinâmica da área em estudo, visando a elaboração de um diagnóstico das condições ambientais da comunidade capaz de viabilizar a efetivação de medidas que venham a conter os impactos negativos.

As ações realizadas foram subdivididas em duas etapas distintas. A primeira

constou dos trabalhos iniciais de revisão bibliográfica, do tratamento dos dados pré-existentes da área estudada e dos trabalhos de campo com coleta de dados através de observação direta. Nos trabalhos de campo, foram realizadas observações quanto aos aspectos físicos que compõem a comunidade e as adjacências, identificando os principais sistemas ambientais presentes na área. Efetivou-se, ainda, a aplicação de questionários semi-estruturados junto a 35 famílias da comunidade e a caracterização das modificações ocasionadas pelas formas de uso e ocupação do solo, com os devidos registros fotográficos.

A segunda etapa diz respeito às atividades de análises espaciais e de geoprocessamento, em ambiente SIG, sendo realizadas análises preliminares da área a partir da interpretação de imagens de satélite Quickbird de 2006, com 50 cm de resolução espacial. A interpretação das imagens e a visita em campo subsidiaram a identificação, análise e o diagnóstico dos principais problemas, das limitações e potencialidades da comunidade do Trairussu e o componente da drenagem superficial que percorre o território em questão. Com base no diagnóstico, foram propostas ações de forma a se estabelecer um plano de gestão integrada, envolvendo a população da localidade e aplicação de políticas públicas na escala municipal e local.

A questão hidrológica e ambiental da comunidade Trairussu

Na comunidade do Trairussu habitam 42 famílias, sendo que a maioria sempre residiu na localidade, com exceção de duas famílias que vivem no local há menos de dois anos. Na análise da composição da população, por faixa etária, verificou-se a grande incidência de população adulta, na faixa etária que varia de 20 a 59 anos.

Com o intuito de compreender melhor a percepção da comunidade sobre a utilização e conservação dos recursos ambientais, fez-se uma série de questionamentos relativos ao uso do solo, da vegetação e dos recursos hídricos utilizados pela comunidade. Os solos relacionados às áreas de maior produtividade encontram-se próximos ao riacho Trairussu. A estrutura pedológica e composição química fornecem uma maior fertilidade natural, sobretudo devido ao seu caráter de solos aluviais, sendo amplamente utilizados para a agricultura de subsistência.

Ao se analisar a ocupação, estabeleceu-se um universo de 35 famílias pesquisadas, por setor de atividade econômica, ressaltando-se uma elevada incidência de pessoas ocupadas na agricultura (68,5%), que corresponde a 22 famílias que habitam o conjunto da área pesquisada. Entre as principais atividades agrícolas na comunidade, destacam-se a agricultura de subsistência, com a

produção de milho, feijão, arroz e mandioca. Desenvolvem-se também uma pequena produção de hortaliças, como o coentro e a cebolinha, utilizados para o consumo das famílias dos agricultores e para a venda de excedente.

A pecuária desenvolve-se principalmente com a criação de animais de pequeno porte, particularmente aves, como galinhas, capotes e patos. Observa-se, mesmo que de forma incipiente, a criação de suínos, caprinos e bovinos.

De acordo com a pesquisa, constatou-se que a maioria da população, ou seja, 42,8% têm uma renda mensal de um salário mínimo; 25,5% recebem até meio salário mínimo; 8,5% dois salários; 11% dois a três salários, e 11,4% das famílias recebem cinco salários mínimos. A maioria da população que habita a comunidade vive em precárias condições socioeconômicas, sobretudo aquelas que possuem uma renda familiar que não ultrapassa dois salários mínimos.

De acordo com os moradores pesquisados, tem sido observada a diminuição da produtividade agrícola com o passar dos anos, o que evidencia a degradação dos recursos ambientais devido à intensa utilização dos solos e às constantes queimadas, o que tem contribuído para a redução da fertilidade natural, em virtude da perda constante da matéria orgânica. Os sucessivos desmatamentos verificados nas margens do riacho Trairussu provocam erosão e, consequentemente, a deposição e o acúmulo de sedimentos no canal fluvial, tornando as águas superficiais mais rasas e promovendo inundações. A esse respeito, deve-se alertar que

> As taxas de erosão nas áreas rurais aumentam, em frequência e magnitude, em especial nos terrenos que são deixados descobertos durante uma boa parte do ano ou naquelas áreas onde há um superpastoreio, aumentando a densidade do solo, com o excessivo pisoteio do gado. Todas essas práticas tendem a elevar as taxas de erosão acelerada (GUERRA; MENDONÇA, 2004, p. 235).

A erosão dos solos foi apontada pelos moradores como um sério problema ambiental, sendo ocasionada pela retirada da cobertura vegetal, potencializando o escoamento superficial e aumentando o transporte de sedimentos para os cursos de água, o que contribui para a incidência do assoreamento dos canais fluviais.

O abastecimento hídrico local é realizado por bombas que retiram água de poços artesianos que foram construídos pelos próprios moradores. Cabe destacar que 34 famílias, que correspondem a 97% dos pesquisados, são abastecidas por poços artesianos, sendo que apenas uma família utiliza água de cisterna de placa para o consumo domestico. A água é utilizada para beber, lavar, cozinhar, tomar

banho e também para pequenas irrigações de algumas áreas de plantio.

A água utilizada para o consumo doméstico é filtrada em 48,5% das casas (filtros de argila com duas velas de limpeza internas), e em 51,4% das casas pesquisadas nenhum tratamento é utilizado, uma vez que essas famílias não possuem filtros, como também desconhecem outras formas do tratamento da água.

A figura 2 representa uma carta imagem que abrange a área de estudo e adjacências, sendo destacados alguns problemas de ordem social e ambiental. Os mais perceptíveis são: queimadas em áreas de preservação permanente, erosão acentuada próxima a corpos hídricos, deposição de efluentes domésticos sem tratamento, inexistência de serviços de saneamento básico e barramentos de corpos hídricos com a construção de pequenos açudes a montante do riacho Trairussu, objetivando o armazenamento de água para o consumo doméstico e a criação de animais.

O ponto 1 representa uma das nascentes do riacho Trairussu, inserida na localidade denominada de Tapera, também pertencente ao município de Aquiraz. É possível verificar a presença de atividade pecuária próxima à nascente do rio, favorecendo o processo de compactação do solo que ocorre através do pisoteio excessivo do gado, gerando a diminuição gradativa da capacidade de absorção da água pelo solo e a perda de sua fertilidade natural. Nesse sentido, Dias e outros (1999) expõem a necessidade de adoção de medidas de controle de erosão, a saber: limitação do número de animais por área, rotação de pastos, plantação de forragem e restrição do acesso dos animais aos terrenos instáveis, como as margens dos rios. Nota-se, ainda, que os dejetos dos animais são lançados diretamente no rio, aumentando a quantidade de matéria orgânica presente no referido corpo hídrico e havendo maior possibilidade de contaminação hídrica.

Os pontos 2, 3, 4, 5 e 6 representam aspectos referentes ao loteamento denominado de Novo Iguape, onde habitam cerca de 40 famílias. O loteamento não dispõe de saneamento básico, tendo sido identificada a presença excessiva de lixo nas vias públicas. Através da visualização do ponto 2, observa-se o cultivo de frutas, verduras, legumes e plantas medicinais nas margens do riacho Trairussu.

O ponto 3 representa um setor do rio Trairussu, denominado Mansões do Iguape, onde ocorre a emissão de esgotos domésticos no canal fluvial sem nenhum tipo de tratamento. Constata-se, também, a existência de uma intensa especulação imobiliária, com concentração de casas de alto padrão que são utilizadas como residências de veraneio e nos finais de semana.

Nos pontos 5 e 6, são observados dois barramentos do curso fluvial do rio

Trairussu. No primeiro, observa-se que um setor do rio foi transformado em um açude que pertence à fazenda Araticum. O represamento da água ocorre com o intuito de abastecer a demanda hídrica das atividades realizadas na fazenda, como criação de animais, criação de peixes e irrigação agrícola, além de ser utilizada para consumo humano. Há, também, no ponto 6, a ocorrência da interrupção do curso fluvial, com a construção de diques e canais para o abastecimento hídrico destinado à criação de caprinos e para agricultura de vazante.

Os pontos 7 e 8 representam, respectivamente, o barramento do curso natural do rio, com a construção de um açude privado denominado Henrique Jorge e um setor do rio Trairussu onde se tem a substituição da vegetação ciliar pelo cultivo de cana-de-açúcar e capim destinado à comercialização.

Figura 2. Carta imagem da comunidade do Trairussu e seu entorno geográfico



Elaboração própria.

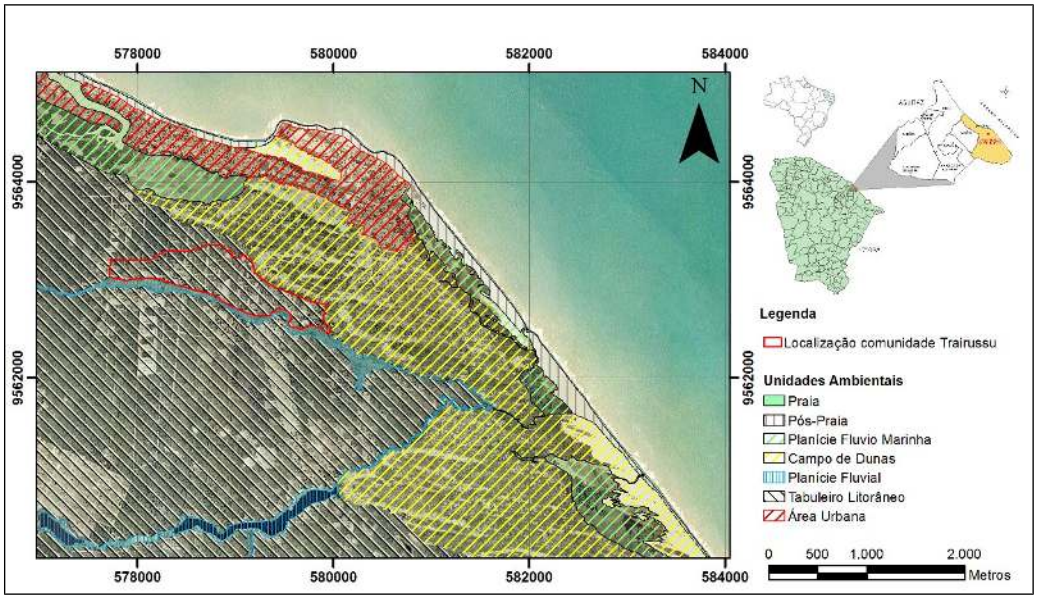
Os pontos de 9 a 16 abrangem a comunidade em estudo. Constatou-se que, ao longo desses pontos, nas margens do riacho Trairussu, predomina a agricultura de vazante, com culturas de subsistências como arroz, feijão, mandioca, batata, milho e hortaliças. Em alguns setores, ocorre o plantio de cana-de-açúcar, que é destinado a engenhos de produção de aguardente no próprio município de Aquiraz.

Nos pontos 10 e 11, identificam-se graves processos erosivos, junto ao médio curso do rio, caracterizados pelo transporte de sedimentos de uma área para outra.

De acordo com moradores da comunidade, a erosão vem se acentuando devido à retirada da areia para a realização de diversas atividades, como construção de casas, estradas e para a comercialização na construção civil. No setor do baixo curso do rio (ponto 12), a ausência de mata ciliar, ocasionada por queimadas, potencializa os processos de erosão e assoreamento. Os melhores estágios de conservação estão representados pelos pontos 13 e 14, que são setores do riacho de difícil acesso, constituindo-se a existência de uma vegetação densa, de médio a grande porte, que ainda é preservada.

Os pontos 15 e 16 representam a planície flúvio-marinha e ainda possuem um elevado número de espécies da fauna nativa, pois muitas das espécies utilizam os manguezais para alimentação, reprodução e abrigo. Com uma alta capacidade de reprodução, a maioria dos peixes, crustáceos e moluscos do manguezal possui um poder de recuperação populacional bastante acentuado, desde que não seja interrompido o ciclo reprodutivo dessas espécies nem haja excessiva exploração de determinadas espécies ou ainda marcantes alterações ambientais (SILVA, 1987). A figura 3 representa um mapa das unidades ambientais existentes na comunidade do Trairussu e nas áreas adjacentes.

Figura 3. Mapa das unidades ambientais existentes na comunidade do Trairussu e áreas adjacentes



Elaboração própria.

(i) Faixa de praia: Forma um grande depósito contínuo alongado que se estende por toda a costa, desde a linha de maré mais baixa até a base das dunas

moveis (BRANDÃO, 1995). Tais sedimentos são formados por areias quartzosas sujeitas à ação abrasiva das marés, resultando em contínuas mudanças nas formas. Este sistema possui importante potencial paisagístico para as atividades de lazer e turismo. Os pescadores tradicionais utilizam a praia como ancoradouro para as jangadas (pequenas embarcações à vela, típicas do litoral do estado) usadas na pesca, garantindo a sobrevivência familiar.

(ii) Planície Flúvio-Marinha: abriga o ecossistema manguezal, considerado de transição entre os ambientes terrestres e marinhos. Característico de regiões tropicais e subtropicais está sujeito ao regime das marés, dominado por espécies vegetais típicas, as quais se associam a outros componentes vegetais e animais. Desempenha importante papel como exportador de matéria orgânica para o estuário, contribuindo para a produtividade primária na zona costeira. Silva (1987, p. 131) expõe que "devido à contínua disponibilidade de nutrientes, esse ecossistema possui um elevado número de espécies da fauna que utiliza os manguezais para alimentação, reprodução e abrigo". Com alta capacidade de reprodução, a maioria dos peixes, crustáceos e moluscos possuem um poder de recuperação populacional bastante acentuado, desde que não seja interrompido o ciclo reprodutivo dessas espécies nem haja excessiva exploração de determinadas espécies, e tampouco marcantes alterações ambientais.

(iii) Campo de Dunas: As dunas de geração mais recente, com seus sedimentos arenosos de granulometria fina, não apresentam uma evolução pedogenética eficiente. Conforme Souza *et al.* (2009), são constituídas pelo mesmo material da faixa de praia, com sedimentos areno-quartzosos holocênicos, selecionados pelo transporte eólico e sobrepostos a uma litologia antiga. Essas dunas compõem cordões paralelos à faixa litorânea, tendo sua gênese morfológica condicionada à ação eólica que transporta as areias finas depositadas na praia até o interior.

O caráter de ambiente recém constituído restringe o desenvolvimento de uma cobertura vegetal evoluída, sendo que ou está desprovida de espécies vegetais ou colonizada de forma incipiente por uma vegetação pioneira psamófila, de fisionomia herbácea e gramínea, com ausência de uma cobertura vegetal significativa, formando ambiente bastante instável geomorfologicamente, uma vez que os ventos mobilizam seus sedimentos arenosos, fazendo as dunas móveis migrarem sobre outros sistemas, como as planícies lacustres e fluviais.

As dunas fixas são bioestabilizadas pela vegetação e organizadas em cordões arenosos mais afastados da linha de costa. Apresentam um horizonte superficial desenvolvido a partir da ação biológica favorável a uma evolução pedológica mais

eficiente. São recobertas por uma vegetação subperenifólia com padrões fisionômicos variados em que predominam plantas de porte arbustivo a barlavento e arbóreo nas encostas a sotavento (SOUZA *et al.*, 2009). Contribuem efetivamente na estabilização do relevo e na formação de um microclima com temperaturas mais amenas e com maiores teores de umidade edáfica e atmosférica, atuando também como uma barreira ecológica ao reduzir o avanço do relevo de dunas móveis sobre outros sistemas.

Além de propiciar habitats para diferentes espécies animais e vegetais, os campos de dunas móveis e fixas apresentam grandes reservatórios de água superficiais, que alimentam por percolação os ambientes de planícies lacustres, fluviais e estuarinas. Destaca-se que são áreas protegidas legalmente e constituem um dos mais importantes potenciais paisagísticos naturais.

(iv) Planícies Fluviais: As planícies fluviais são uma feição típica de acumulação, que são formadas pelas ações e deposições dos rios. Os sedimentos aluviais que compõem as planícies fluviais e lacustres são predominantemente areias finas e médias, com inclusões de cascalhos inconsolidados, siltes, argilas e eventuais ocorrências de matéria orgânica em decomposição (SOUZA *et al.*, 2009). Nessas áreas aluviais, desenvolve-se a vegetação ribeirinha, que é composta por árvores de grande porte, sendo também adequadas para as culturas agrícolas, sobressaindo-se o feijão, o milho, a cana-de-açúcar e a mandioca. Há terrenos mais próximos ao curso d'água que possuem maior acúmulo hídrico superficial, favorecendo ao uso agrícola.

(v) Tabuleiro Litorâneo: Apresenta superfície inclinada em direção à faixa costeira, constituída por sedimentos arenosos e argilosos da Formação Barreiras. A drenagem superficial é densa e de padrão dentrítico nas áreas com predomínio de sedimentos argilosos. Já nos setores onde predominam sedimentos arenosos, a drenagem apresenta-se mais rarefeita. Conforme Souza *et al.* (2009), as areias quartzosas distróficas (neossolos) prevalecem nesta unidade. Ainda são dotadas de acidez e de fertilidade natural baixa, conferindo um caráter distrófico ao solo.

O quadro 1 representa a síntese dos problemas ambientais na comunidade do Traissuru e no seu entorno geográfico.

Quadro 1. Síntese dos problemas ambientais na comunidade do Traissuru e seu entorno geográfico

Unidade ambiental	Vetores de impacto/Causas	Consequências socioambientais

Faixa de Praia/Pós-Praia	Ocupação desordenada por empreendimentos (barracas de praia, restaurantes, hotéis, casas de veraneio)	Artificialização da paisagem; descaracterização da vegetação nativa; modificação na dinâmica de transporte de sedimentos
Planície Flúvio-marinha	Cortes indiscriminados de árvores; desmatamentos das bordas e margens de canais de drenagem; lançamento de lixo; pesca predatória com uso de rede de malha fina	Redução de biodiversidade; desestabilização dos ecossistemas; contaminação hídrica e de cadeia alimentar; redução do potencial piscícola
Campo de Dunas	Atividade agrícola de subsistência (desmatamentos, queimadas); exploração mineral (desmonte de dunas); desmatamento para retirada de lenha e produção de carvão	Perda da biodiversidade; instabilização geomorfológica; migração de dunas móveis; rebaixamento do lençol freático; diminuição da qualidade paisagística
Planície Fluvial	Ocupação de áreas de preservação permanente pela agricultura e pecuária; desmatamento e queimadas nas margens fluviais; levantamento de águas servidas de origem doméstica	Redução de habitat natural das espécies; desestabilização geomorfológica das margens fluviais; poluição hídrica e de solos; transmissão de doenças de vinculação hídrica
Tabuleiro Litorâneo	Extrativismo vegetal para retirada de lenha e produção de carvão; uso agrícola inadequado, com práticas de queimadas; retirada de areia vermelha para uso de construção civil; uso de agrotóxico com algumas produções agrícolas	Perda da biodiversidade; redução da fertilidade dos solos; redução da estabilidade do relevo e retomada de processos erosivos; contaminação das águas superficiais e dos solos

Elaboração própria.

Resultados e discussão

A comunidade Trairussu apresenta um acentuado processo de adensamento populacional, provocado por construções residenciais, que resulta em impactos ambientais relativos à contaminação de águas superficiais, devido ao despejo de efluentes sem tratamento. Tal fato causa a contaminação do aquífero subterrâneo, que ocorre também em decorrência da falta de serviços de esgotamento sanitário, além da deposição de resíduos sólidos em áreas inapropriadas, tendo em vista que inexiste uma coleta seletiva de lixo pelo poder público.

O desmatamento provoca desequilíbrios como a erosão lacustre de encostas e o consequente assoreamento acelerado dos cursos de água (a drenagem principal e seus afluentes), além do aumento da evaporação da umidade do solo e das águas

superficiais, acarretando o rebaixamento do lençol freático. Os impactos ambientais presentes na planície fluvial decorrem das formas de uso e ocupação inadequadas, principalmente relacionadas ao extrativismo vegetal e à agricultura de subsistência.

A planície fluvial constitui uma das principais fontes de alimentos, pois a comunidade recorre a ela para desenvolver seus cultivos agrícolas, de onde retira o seu sustento diário, além da captura de peixes que fazem parte da dieta alimentar das famílias. A utilização da planície fluvial relaciona-se especialmente ao umedecimento das áreas próximas, com a formação de várzeas, facilitando o plantio e desenvolvimento de policulturas temporárias de subsistência, tendo em vista que nessa unidade geomorfológica são encontrados solos de maior fertilidade.

Nas planícies flúvio-marinhas, a dinâmica natural atua de forma significativa em função do recobrimento vegetal propiciado pelo manguezal e pela deposição de sedimentos ao longo dos cursos de água nas suas margens. Tem-se um gradativo aumento das atividades humanas relacionadas ao extrativismo vegetal, à pesca, à caça, além da pecuária extensiva nas áreas de apicum.

Chamou a atenção o elevado percentual de domicílios nos quais os entrevistados informaram que a distância entre o poço e a fossa eram inferiores a 15 metros. No que diz respeito às distâncias mínimas entre a fonte de suprimento de água e os focos de poluição, o Serviço Federal de Saúde Pública recomenda que as distâncias mínimas devam obedecer aos seguintes limites mínimos: 45 metros para privadas secas, tanques sépticos, linhas de esgotos; 30 metros para poços absorventes, linhas de irrigação sub-superficial a estábulos; e 45 metros para fossas negras.

Com relação ao destino final do esgoto doméstico, 100% dos domicílios analisados destinavam seus esgotos para fossas construídas com tijolos furados, facilitando, assim, ocorrência de infiltrações que comprometem totalmente a qualidade dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos das águas existentes no subsolo.

A conservação da água, nesse sentido, torna-se necessária para uma vida plena, saudável e satisfatória. Convém destacar que, na realidade, nem sempre é possível cumprir bem esta tarefa tão importante, pois, em muitas vezes, um consumo de água de baixa qualidade causa graves problemas à saúde e, em certas ocasiões, pode até provocar mortes. Isto acontece porque a água não apresenta a qualidade necessária para o consumo humano, não basta apenas fornecer água em quantidade à comunidade, esta água tem que ser inócua, para evitar doenças.

Os poços exercem um papel vital no fornecimento de água para estas

famílias. Por esta razão, recomenda-se a sua proteção, eliminando as possíveis causas contaminantes, bem como a filtração e desinfecção para reduzir as possibilidades de transmissão de agentes patógenos. É fundamental a conscientização das pessoas quanto à importância da manutenção de poços e fossas, sendo que, desde a sua construção, os equipamentos vinculados ao saneamento básico devem seguir os padrões técnicos e operacionais, para evitar contaminações.

Algumas ações devem ser efetivadas para a resolução e/ou mitigação dos problemas verificados na comunidade, dentre elas, destacam-se (1) incentivar a adubação orgânica, enterrando restos de vegetação por ocasião do preparo do plantio, possibilitando, dessa forma, aumento da fertilidade do solo e melhoria na produtividade agrícola; (2) eliminar as queimadas, permitindo que a matéria orgânica se decomponha naturalmente, introduzindo nutrientes orgânicos nos solos, caso contrário a produtividade agrícola diminuirá gradativamente com o passar dos anos; (3) estimular a criação de pequenos animais domésticos (galinhas, patos, marrecos), para o fornecimento de carne e ovos para a alimentação, destinando o excedente produtivo para ser comercializado; (4) contribuir com o poder público a construir um sistema coletivo de saneamento básico para a comunidade; (5) efetuar análises e monitoramento da água retirada dos poços, através de exames físico-químicos e bacteriológicos, visando a identificação de seus agentes patogênicos; (6) elaborar um diagnóstico integrado, definindo as causas e consequências da contaminação hídrica; (7) promover oficinas sobre Educação Ambiental em áreas de manguezal e estimular a reciclagem do lixo junto à comunidade; (8) realizar um zoneamento agrícola, definindo áreas de uso específico e de preservação ambiental e recuperação produtiva e paisagística;

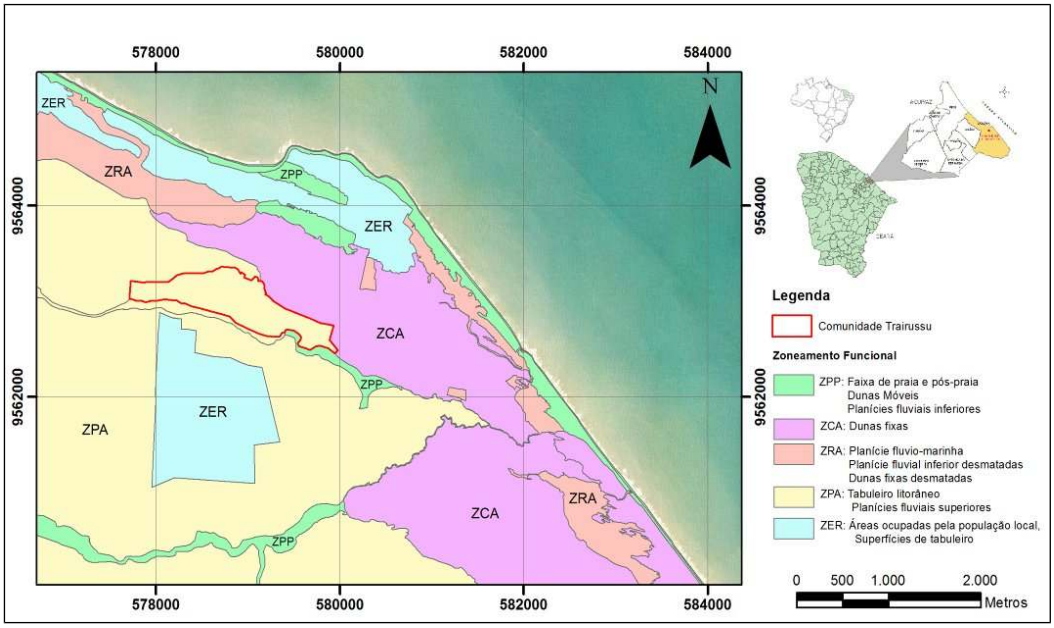
A efetivação das propostas fornecerá subsídios importantes para a organização do espaço agrário local e o desenvolvimento da sustentabilidade socioambiental comunitário. Espera-se que os resultados deste diagnóstico possam contribuir para melhorar a qualidade de vida da comunidade Trairussu.

A partir do entendimento dos aspectos socioambientais inerentes à comunidade do Trairussu e de seu entorno, foi realizado o zoneamento funcional que, de acordo com Cavalcanti e Viadana (2007), corresponde à distribuição espacial das funções, que devem cumprir a paisagem de acordo com seu potencial e com as necessidades sociais e possibilidades materiais.

A análise da paisagem forneceu subsídios para a caracterização da estrutura fisiográfica, do contexto socioeconômico, incluindo aspectos de proteção e melhoria do meio ambiente. A figura 4 representa a proposta de zoneamento

funcional da comunidade do Trairussu e áreas adjacentes, sendo definidas a Zona de Preservação Permanente (ZPP); Zona de Conservação Ambiental (ZCA); Zona de Recuperação Ambiental (ZRA); Zona de Produção Agroecológica (ZPA) e Zona de Expansão Residencial (ZER).

Figura 4. Zoneamento funcional da comunidade do Trairussu e áreas adjacentes



Elaboração própria.

Quadro 2. Síntese de propostas de Zoneamento funcional para a comunidade do Trairussu e seu entorno geográfico

Zonas funcionais	Unidades ambientais correspondentes	Estratégias de gestão
ZPP – Zona de Preservação Permanente	Faixa de praia/ pós-praia; dunas móveis; planície fluvial leito e terraços inferiores; planície flúvio-marinha conservada	Cumprimento da legislação ambiental; definir áreas/terrenos de inundação no período das chuvas; monitoramento ambiental efetuado pela comunidade
ZCA – Zona de Conservação Ambiental	Dunas fiixas	Extrativismo vegetal/ frutos silvestres; ecoturismo/ trilhas ecológicas controladas; proteção do patrimônio paisagístico
ZRA - Zona de Recuperação Ambiental	Planície flúvio-marinha degradada; planícies fluviais degradadas; dunas fixas desestabilizadas	Reflorestamento com espécies nativas; arborização das margens com espécies frutíferas; monitoramento do processo de reflorestamento
ZPA – Zona de Produção Agroecológica	Tabuleiro litorâneo; planícies fluviais superiores	Horticultura comunitária; práticas agroflorestais; criação de pequenos animais; organização de cooperativa de pequenos produtores; instituição de práticas agroecológicas e permaculturais.
ZER – Zona de Expansão Residencial	Tabuleiro Litorâneo	Controle, Tratamento das águas consumidas; organização de vias e calçadas na comunidade; instituição de equipamentos, infraestrutura e serviços adequados; promoção de atividades de Educação Ambiental e Sanitária de caráter formal e informal

O estabelecimento da proposta de zoneamento deve ser levado à comunidade e às autoridades municipais para se discutir as possibilidades de sua viabilização. Uma das possíveis estratégias seria a inserção dessas proposições no Plano Diretor Municipal de Aquiraz.

A proposta de zoneamento funcional deve ser acompanhada por um plano de gestão integrada a ser construído de forma participativa com a comunidade e o poder público municipal. Nesse sentido, a Universidade Federal do Ceará entraria

com o apoio referente aos conhecimentos técnicos e legais necessários ao estabelecimento de um plano de gestão integrada.

Considerações finais

O estado atual das condições socioambientais da comunidade Trairussu revela que as paisagens locais estão sob um processo contínuo de descaracterização devido ao desflorestamento da vegetação nativa, à deterioração dos solos presentes e ao assoreamento dos canais fluviais. Constatou-se que a utilização inadequada dos recursos naturais favorece a existência de uma variedade de impactos ambientais, que provocam uma desestruturação de ambientes físico-naturais. Com o processo de uso e ocupação da terra e o desenvolvimento das atividades socioeconômicas, foi desencadeada uma série de problemas, tais como desmatamento de áreas verdes, poluição dos recursos hídricos e dos mananciais, processos erosivos acelerados, poluição atmosférica decorrente da intensa emissão de gases poluentes e outros impactos ambientais relacionados à inexistência e ineficiência de planejamentos voltados para a gestão ambiental de base local, ocasionando o desgaste dos componentes físico-ambientais.

Constata-se, com a elaboração do diagnóstico ambiental da comunidade, a necessidade de iniciar e desenvolver um planejamento ambiental concreto, seguido de práticas de manejo sustentáveis. Ajustar a utilização e a exploração dos recursos às potencialidades dos sistemas naturais exige incorporar o planejamento ambiental ao processo de tomada de decisões nas várias esferas governamentais (municipal, estadual e federal). As políticas direcionadas à gestão ambiental revelam-se imprescindíveis para o ordenamento do uso dos recursos naturais. Porém, destaca-se que o diagnóstico ambiental efetivado na comunidade e as propostas de manejo sustentável só terão êxito se forem acompanhadas por um plano de gestão e monitoramento da qualidade ambiental, com ações distribuídas no tempo e no espaço.

Diante do contexto apresentado, torna-se nítido que a relação entre sociedade e natureza está calcada, antes de tudo, na consideração dos recursos ambientais como fontes de produção e suas implicações na relação sociedade e natureza. A definição do desenvolvimento sustentável nos leva a questionar, de forma crítica, como os recursos ambientais estão sendo utilizados pela sociedade local.

Bibliografia

BRANDÃO, R. L. *Diagnóstico Geoambiental e os Principais Problemas de Ocupação do Meio Físico da Região Metropolitana de Fortaleza*. Fortaleza: Projeto SINFOR/CPRM, 1995.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. *Caderno de Ciências da Terra*, São Paulo, n. 13, p. 1-27, 1972.

CARDOSO, E. S. *Análise das Condições Ambientais do Litoral de Iguape e Barro Preto – Aquiraz – Ceará*. 2002. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

CAVALCANTI, A.; VIADANA, A. G. *Organização do espaço e análise da paisagem*. Rio Claro: UNESP – IGCE, Laboratório de Planejamento Municipal/ Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2007.

CARVALHO, A. M. de; COUTINHO, P. da Nóbrega; MORAIS, J. O. Caracterização Geoambiental e Dinâmica Costeira da região de Aquiraz na Costa Leste do Estado do Ceará. *Revista de Geologia,* Fortaleza, Departamento de Geologia/UFC, v. 7, p. 55-68, 1994.

CHRISTOFOLETTI, A. *Análise de Sistemas em Geografia*. São Paulo: Hucitec; Edusp, 1979.

DIAS, M. C. O. *et alli. Manual de impactos ambientais:* orientações básicas sobre aspectos de atividades produtivas. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1999.

DINIZ, M. T. M; VASCONCELOS, F. P. Análise da Dinâmica da Ocupação e Uso do Solo como Subsídio a Gestão Integrada de Zonas Costeiras: Estudo de Caso na Região Metropolitana de Fortaleza. *Scientia Plena*, v. 5, p. 025402, 2009.

EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro, 1999.

GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos solos e a questão ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (orgs.). *Reflexões sobre a geografia física no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

IPECE. *Instituto de Pesquisa e Estratégias Econômicas do Ceará* – IPECE. Fortaleza, 2009.

NIMER, E. *Climatologia do Brasil.* Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA. E. V. da; CAVALCANTI, A. P. B. *Geoecologia da Paisagem* – uma análise geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: Edições UFC, 2007.

SILVA, E. V. *Modelo de aprovechamiento y preservación de los mangles de Marisco y Barro Preto, Aquiraz-Ceará*. Dissertação de Mestrado, IAMZ, Zaragoza, 1987.

SOUZA, M. J. N. Contribuição ao Estudo das Unidades Morfo-estruturais do Estado do Ceará. *Revista de Geologia,* Fortaleza, v. 1, p. 73-91, jun. 1988.

SOUZA, M. J. N.; MELENEU NETO, J. SANTOS, J. O.; SOUZA FILHO, M. J. N. *Diagnóstico e Zoneamento Ambiental de Fortaleza:* subsídio à revisão do Plano Diretor Participativo de Fortaleza. Fortaleza, 2009.

TRICART. J. *Ecodinâmica.* Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

TROLL, C. *Die geographische landschaft und ihre erforchung – Studium generale III.* 1950. p. 163-181.

Sobre os autores

Francisco Otávio Landim Neto: graduado em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC) e mestrando em Geografia da mesma universidade.

Edson Vicente da Silva: graduado em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (UECE, 1981), mestre em Planejamento Rural em Função do Meio Ambiente pelo Instituto Agronômico Mediterrâneo de Zaragoza (1987) e doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista (Unesp, 1993). É professor titular da UFC.

Marilia de Fátima Barros Damasceno: licenciada em Geografia pela UFC (2012), participa do Lab. de Geoecologia da Paisagem e Planejamento Ambiental da UFC.

* * *

ABSTRACT

Analysis and environmental management of the hydrological resources of the community of Trairussu on the eastern coast of Ceará, Brasil

Ongoing urban expansion is placing increasing pressure on the suburbs of many major cities, resulting in a loss of environmental quality in adjacent rural communities. This study provides an analysis of the potential for the environmental management of the hydrological resources of the community of Trairussu based on a systemic and interdisciplinary approach. A geographic systems approach was used to provide an integrated diagnosis of the use and transformation of the rural landscape, primarily in relation to hydrological resources, specifically, the Trairussu stream. In the analytical and diagnostic phases, the principal environmental units of the community and its surroundings were evaluated, the specific environmental problems were identified, and their causes and consequences assessed. Based on these parameters, the potential for the management of local hydrological resources was evaluated and an action plan was developed based on the integration of community initiatives with public policy, through a proposal for environmental zoning.

KEYWORDS: rural community, environmental resources, management of hydrological resources, coastal zone, Ceará.

RESUMEN

Analisis y gestión ambiental de los recursos hídricos em la comunidad de Trairussu – litoral este del estado de Ceará, Brasil

La presión de la expansión urbana se hace sentir de forma creciente en las periferias urbanas, causando en la pérdida de la calidad ambiental de las comunidades rurales. Este estudio desarrolla un análisis direccionado a la gestión ambiental de los recursos hídricos en la comunidad de Trairussu, por medio de un embasamiento sistémico e interdisciplinar. Se efectivó un análisis de carácter geosistémico, direccionado a la obtención de un diagnóstico integrado cuanto al uso y a la transformación del paisaje rural, principalmente con relación a los recursos hídricos, específicamente en el riacho Trairussu. En las fases del análisis y diagnóstico, fueron analizadas las principales unidades ambientales de la comunidad y sus alrededores, identificándose los problemas relativos al medio, sus causas y sus consecuencias. Con base en estas limitaciones, se evaluó las potencialidades y se indicó posibilidades de gestión de los recursos hídricos, envolviendo un plano de acción que integra acciones comunitarias con políticas públicas, por medio de proposición de un zoneamiento ambiental.

PALABRAS CLAVE: comunidad rural, recursos ambientales, gestión de recursos hídricos, litoral, Ceará.

BCG: http://agbcampinas.com.br/bcg

Artigo recebido em agosto de 2011. Aprovado em março de 2012.